

# Szerokopasmowy wzmacniacz mocy KF

## kit AVT-151

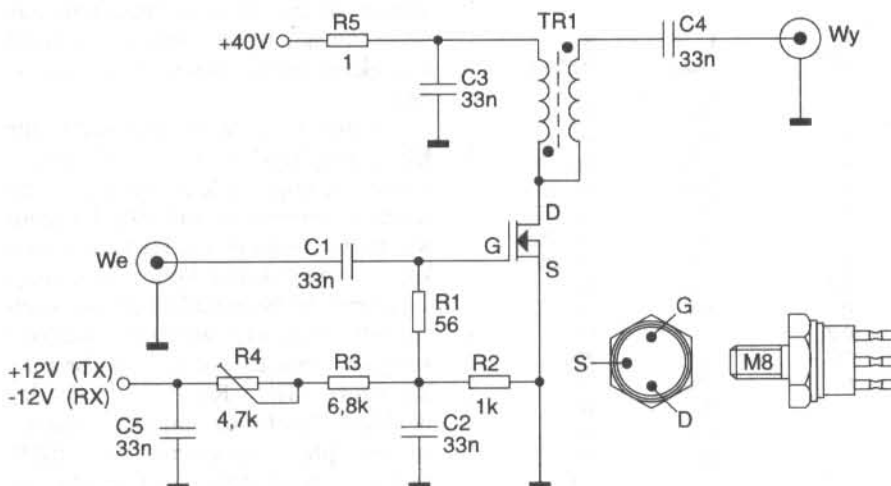
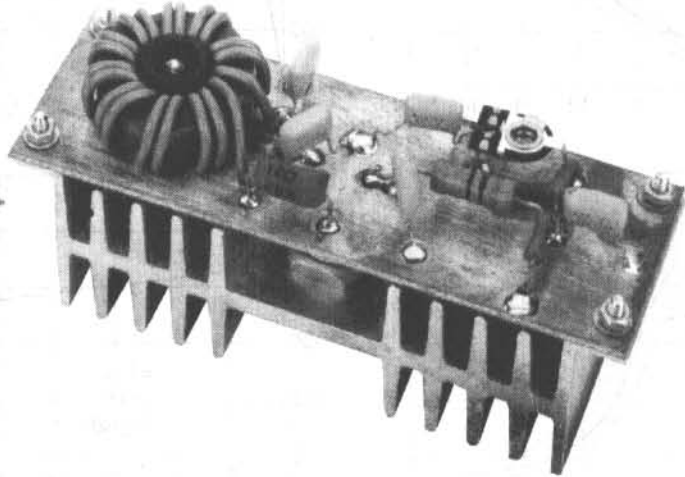
Na temat wzmacniaczy mocy na tranzystorach polowych FET było już kilka artykułów na łamach *Elektora* jak i *Elektroniki Praktycznej*.

Wszystkie one dotyczyły akustycznych wzmacniaczy mocy. Nic jednak nie stoi na przeszkodzie aby podobne tranzystory wykorzystać w stopniach mocy w.cz. KF, tym bardziej, że niektóre z nich charakteryzują się częstotliwością graniczną sięgającą kilkuset MHz. Oto opis bardzo prostego wzmacniacza mocy, który może stanowić dodatkowe wyposażenie nadajnika czy transceivera QRP pracującego w zakresie 1,8...30MHz, jak też transwertera CB/KF (kit AVT-115).

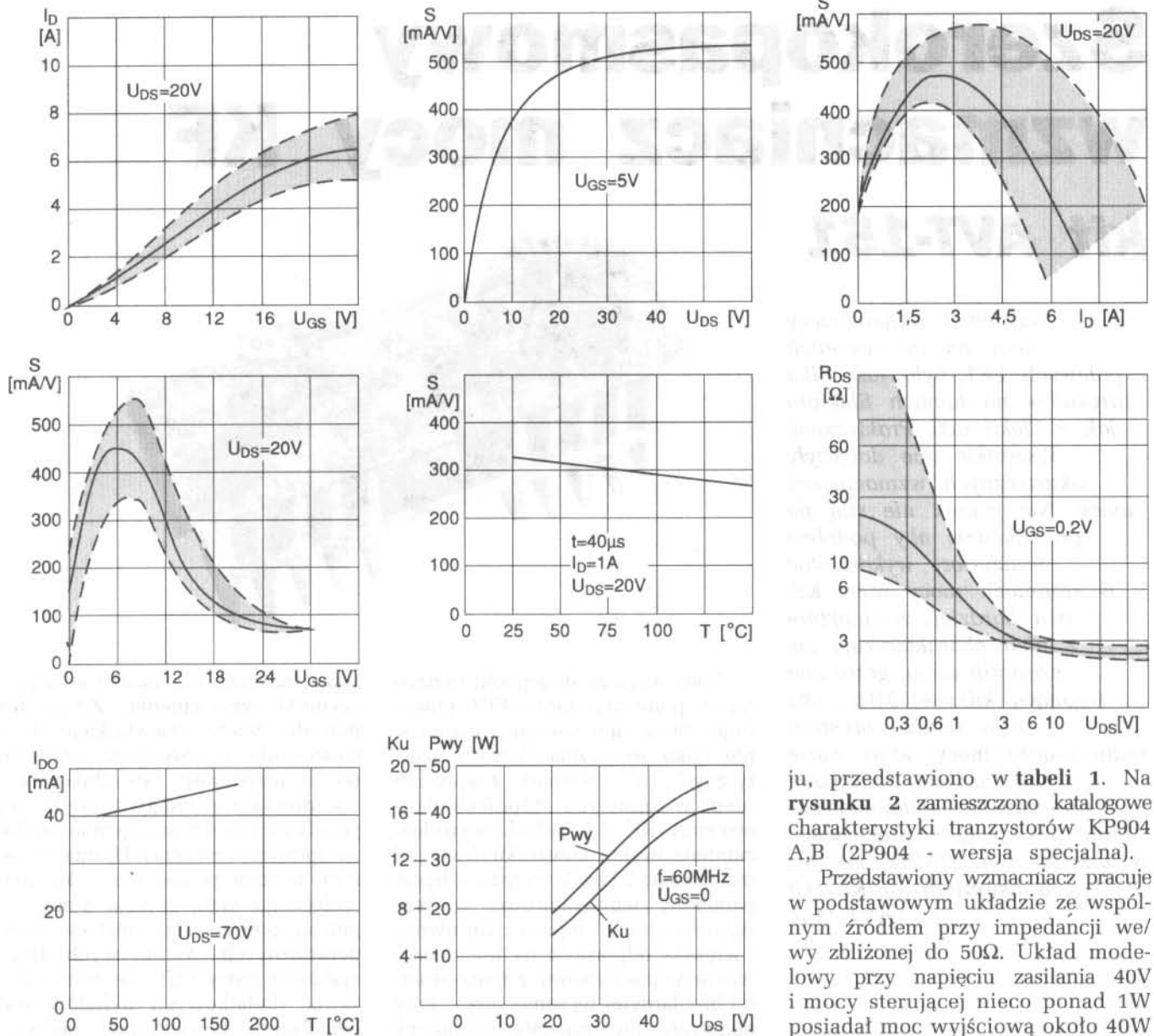
Coraz większa dostępność tranzystorów polowych mocy FET powoduje, że są one chętnie stosowane nie tylko we wzmacniaczach akustycznych, ale również z powodzeniem w liniowych stopniach nadawczych KF. Co jednak wywołało zainteresowanie konstruktorów tymi tranzystorami? Przede wszystkim lepsze parametry temperaturowe, większe wzmocnienie, lepsza liniowość i większa odporność na niedopasowanie w porównaniu z tranzystorami bipolarnymi tej samej mocy. Przy podwyższeniu temperatury obudowy w bipolarnych tranzystorach zwiększają się nie tylko prądy zerowe, ale

także statyczne i dynamiczne współczynniki wzmocnienia. Z tego też powodu wręcz obowiązkiem było stosowanie w obwodach emiterowych rezystorów bezindukcyjnych o wartościach dziesiątych części czy pojedynczych omów (ujemne prądowe sprzężenie zwrotne). Ujemne sprzężenie zwrotne powodowało - kosztem mniejszego wzmocnienia i mocy - pewną poprawę parametrów temperaturowych. W polowych tranzystorach mocy FET nie trzeba stosować dodatkowych układów stabilizujących, bowiem przy podwyższeniu temperatury maleją współczynniki wzmocnienia zarówno statycznego jak i dynamicznego, a w konsekwencji maleje nagrzewanie się tranzystora.

W przedstawionym na rys. 1 schemacie szerokopasmowego wzmacniacza mocy KF zastosowano rosyjski planarny tranzystor polowy z izolowaną bramką i indukowanym kanałem typu n o oznaczeniu KP904A. Na tym samym rysunku przedstawiono szkic jego obudowy i wyprowadzenia elektrod. Tranzystory takie, o mocy wyjściowej 50...75W i częstotliwości granicznej 400MHz, są przeznaczone dla wzmacniaczy i przetwornic mocy, a także generatorów wysokiej częstotliwości. Podstawowe parametry tego tranzystora, łącznie z kilkoma innymi typami również spotykanymi w kra-



Rys. 1. Schemat elektryczny szerokopasmowego wzmacniacza mocy KF i szkic wyprowadzeń KP904



Rys. 2. Katalogowe charakterystyki tranzystora KP904

Tab. 1

Typ	P <sub>max</sub> [W]	U <sub>DSmax</sub> [V]	U <sub>GSmax</sub> [V]	I <sub>Dmax</sub> [A]	I <sub>DH</sub> [mA]	S [mA/V]
KP601A	2	20	15	-	400	40...87
KP601B	2	20	15	-	400	40...87
KP901A	20	70	30	4	200	50...160
KP901B	20	70	30	4	200	60...170
KP902A	3.5	50	30	0.2	10	10...25
KP902B	3.5	50	30	0.2	10	10...25
KP902W	3.5	50	30	0.2	10	10...25
KP903A	6	20	15	0.7	700	85
KP903B	6	20	15	0.7	480	50
KP903W	6	20	15	0.7	600	60
KP904A	75	70	30	16	350	250
KP904B	75	70	30	5	350	250
KP905A	4	60	30	-	20	18
KP905B	4	60	30	-	20	18
KP905W	4	60	30	-	20	18
KP907A	11	60	30	2.7	100	110
KP907B	11	60	30	1.7	100	110
KP907W	11	60	30	1.3	100	80

ju, przedstawiono w tabeli 1. Na rysunku 2 zamieszczono katalogowe charakterystyki tranzystorów KP904 A,B (2P904 - wersja specjalna).

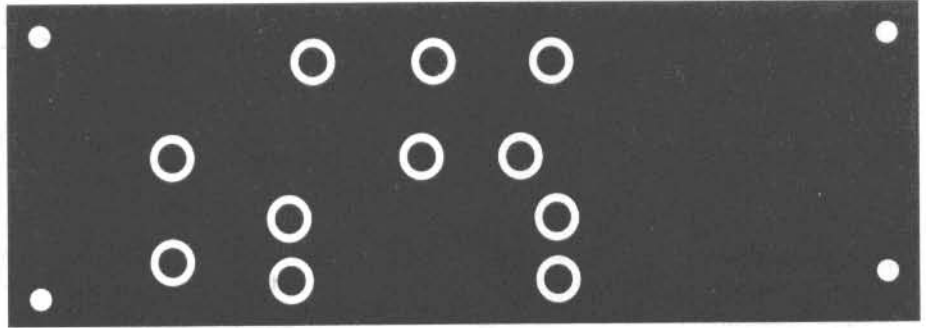
Przedstawiony wzmacniacz pracuje w podstawowym układzie ze wspólnym źródłem przy impedancji wejściowej zbliżonej do 50Ω. Układ modelowy przy napięciu zasilania 40V i mocy sterującej nieco ponad 1W posiadał moc wyjściową około 40W przy 1,8MHz i 30W przy 30MHz. Przy 50MHz układ miał moc już tylko 10W. Sądzić należy, że po zmniejszeniu liczby zwojów transformatora wyjściowego układ będzie pracował z większą mocą również w pasmie 6m.

Sygnal w.cz. z wyjścia nadajnika KF o amplitudzie około 7V podawany jest poprzez kondensator C1 na bramkę tranzystora KP 904. Rezystor R1 pełni funkcję obciążenia zamykając koniec kabla koncentrycznego a zarazem wyjście nadajnika rezystancją 50Ω (lub odpowiednio 75Ω) oraz zamyka obwód polaryzacji bramki. Rezystory R2, R3, R4 wchodzi w skład dzielnika napięcia ustalającego prąd spoczynkowy (IDH). Znaczna amplituda sygnału sterującego wynika z faktu istnienia dużej pojemności bramki - źródło (160...

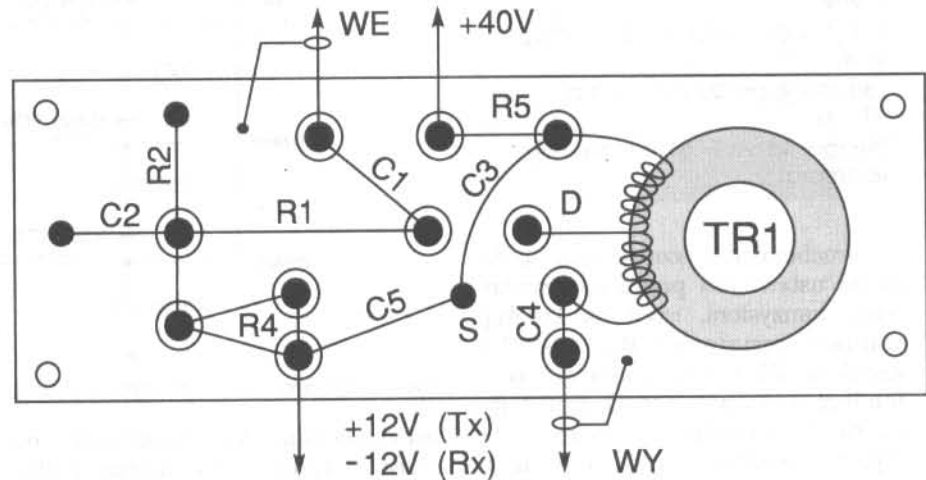
300pF), co jest wadą chyba wszystkich tranzystorów mocy FET.

W obwodzie drenu tranzystora znajduje się transformator w.cz. (TR1) dopasowujący wyjście wzmacniacza do impedancji znamionowej  $50\Omega$  filtru antenowego i anteny KF. Transformator wykonano na ferrytowym rdzeniu toroidalnym F82 o średnicy 32mm. Uzwojenia nawinięto bifilarnie - równocześnie po 10 zwojów dwoma przewodami miedzianymi o średnicy 1mm w izolacji igelitowej, pamiętając aby koniec pierwszego uzwojenia połączyć z początkiem drugiego uzwojenia (można użyć przewodu instalacyjnego). Drutowy rezystor R5 ( $1\Omega/5W$ ) posiada pewną indukcyjność, która wchodzi w obwód separacji zasilania, a jednocześnie ułatwia pomiar prądu drenu - spadek napięcia mierzy się na zaciskach rezystora, co jest wygodniejsze od włączania amperomierza.

Wzmacniacz wymaga zasilacza dostarczającego napięcia głównego ok. 40...50V o wydajności prądowej 1,5...2A oraz napięcia pomocniczego  $\pm 12V$ . Napięcie +12V służy do ustalenia prądu wstępnego wzmacniacza (około 350mA) i może pochodzić z tego układu, którym normalnie zasilany jest nadajnik czy transceiver KF. Napięcie -12V niezbędne jest do „zatykania” wzmacniacza podczas odbioru. Można pominąć napięcie ujemne (w przypadku kłopotów z jego realizacją), ale wtedy należy dodatkowymi stykami przekaźnika odłączać podczas odbioru napięcie +40V. Można wykorzystać dodatkowe styki przekaźnika antenowego z tym, że powinny one być przewidziane na prąd rzędu 2A. Wyłączenie prądu drenu ma na celu nie tylko zmniejszenie niepotrzebnego poboru prądu, ale także uchronienie się przed możliwością wprowadzenia podczas odbioru szumu (znane są przypadki, kiedy nieobciążony wzmacniacz staje się generatorem szumu). Sposób włączenia wzmacniacza jest identyczny jak w opisanym wzmacniaczu UKF (EP 9/94) z tym, że w tym układzie należy zastosować transformator typu TS70 czy lepiej TS90, dostarczający napięcie zmienne minimum 35V/2A. Zasilacz +40V nie musi być koniecznie stabilizowany, wystarczy mostek diodowy na prąd co najmniej 2A i kondensator elektrolityczny o pojemności minimum 6800 $\mu$ F/63V.



Rys. 3. Płytkę drukowaną wzmacniacza

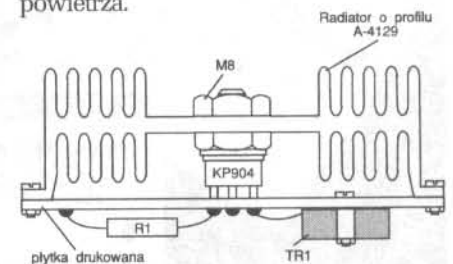


Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej

### Montaż i uruchomienie

Układ modelowy zmontowano na płytce drukowanej przedstawionej na rysunku 3. W czterech narożnikach i w okolicy środka płytki wywiercono otwory o średnicy 3mm do zamontowania radiatora i wyprowadzeń tranzystora KP904. Centryczne punkty lutownicze można wykonać poprzez wyfrezowanie warstwy miedzi. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej przedstawiono na rysunku 4. Układ jest na tyle prosty, że może być wykonany nawet bez użycia płytki drukowanej (pamiętać jednak należy o zachowaniu krótkich połączeń i zastosować przewody doprowadzające zasilanie o średnicy minimum 1mm). Producent tranzystorów zastrzeżę, aby wyprowadzeń nie nagrzewać powyżej 260°C przez czas dłuższy niż 3s. Sygnał wejściowy i wyjściowy powinny być prowadzone przewodem współosiowym o impedancji  $50\Omega$  i średnicy zewnętrznej np. 5mm. Transformator w.cz. może być zamontowany poprzez przykręcenie rdzenia za pomocą śruby M2 przełożonej w środku rdzenia (punkt neutralny). Wskazane jest, aby nawinięty

transformator usztywnić poprzez sklejenie uzwojeń i rdzenia klejem, np. typu „Distal”. Sposób montażu wzmacniacza łącznie z radiatorem (np. R1 z oferty AVT), jest pokazany na rysunku 5. Przy odwzorowaniu takiego sposobu montażu najlepiej jest najpierw przymocować za pomocą nakrętki M8 tranzystor KP904 a dopiero potem ustalić miejsca i wykonać otwory o średnicy 3mm na płytce montażowej. Wzmacniacz może być zamontowany łącznie z zasilaczem w jednej obudowie metalowej, przy czym radiator wzmacniacza powinien być umieszczony na zewnątrz w tylnej części obudowy, chyba że zostanie zainstalowany mały wentylator wymuszający obieg powietrza.



Rys. 5. Sposób montażu wzmacniacza

## WYKAZ ELEMENTÓW

## Rezystory

R1:  $56\Omega/1W$   
 R2:  $1k\Omega/0.5W$   
 R3:  $6.8k\Omega/0.5W$   
 R4:  $4.7k\Omega/0.5W$   
 R5:  $1\Omega/5W$

## Kondensatory

C1, C2, C3, C4, C5:  $33nF$

## Półprzewodniki

T1: KP904A

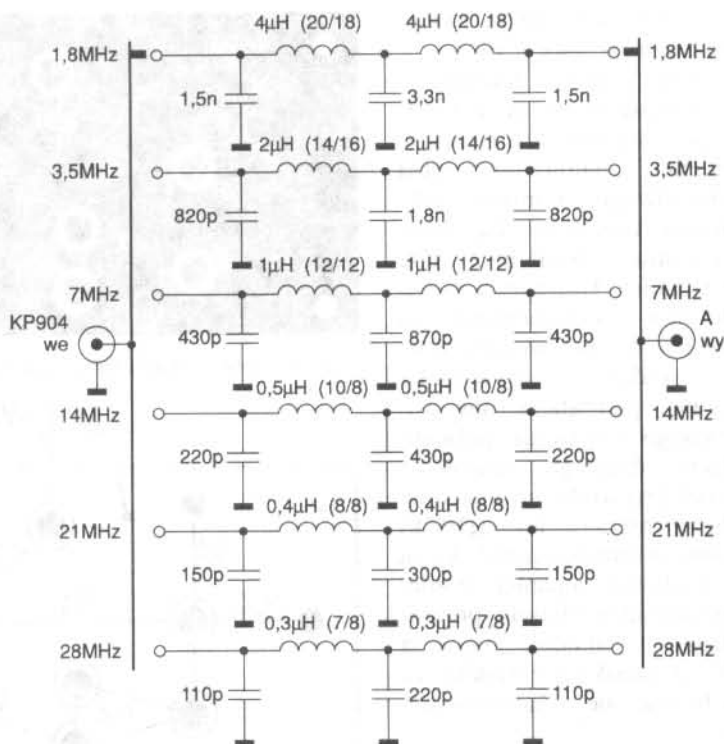
## Różne

TR1: transformator w.cz. według opisu

radiator o profilu A-4129, np. R1-100

Uwaga: kit AVT-151 nie zawiera radiatora.

Uruchomienie wzmacniacza polega na ustawieniu prądu spoczynkowego tranzystora, czyli na korekcji wartości rezystorów R3 i R4. Do zacisków R5 należy podłączyć woltomierz i ustawić suwak potencjometru R4, ewentualnie jeszcze skorygować wartość R3 tak, aby uzyskać spadek napięcia około  $350mV$ . Z wartościami elementów jak na schemacie istniała możliwość regulacji prądu drenu w zakresie  $100...450mA$ . W rzeczywistości jednak powinno się ustawiać taką wartość prądu, przy której występuje maksymalna moc wyjściowa przy minimalnym poziomie zniekształceń. Podczas prób wzmacniacz powinien być obciążony sztuczną anteną, np.  $50\Omega/50W$  i analizatorem widma lub



Rys. 6. Przykładowy filtr wyjściowy wzmacniacza

oscyloskopem. W ostateczności do wyjścia wzmacniacza można podłączyć dwie równolegle połączone żaróweczki teletechniczne  $60V/25W$ .

Do wyjścia wzmacniacza należy podłączyć właściwą antenę (jedno-pasmową lub szerokopasmową KF) nie bezpośrednio, choć jest to też możliwe, lecz poprzez filtr dolnoprzepustowy lub tak zwaną skrzynkę antenową. Bez tego układu istnieje możliwość powodowania zakłóceń telewizyjnych przez wzmacniacz. Na rysunku 6 przedstawiono przełączany

filtr sześciopasmowy wraz z niezbędnymi danymi do odwzorowania układu. Obok cewek przy indukcyjności podano w nawiasach liczbę zwojów cewki i długość nawinięcia. Cewki nawinięto jako powietrzne drutem DNE  $0.8...1.2mm$ . Strojenie filtra polega na korekcji indukcyjności cewek (poprzez ściskanie i rozciąganie) na minimalny współczynnik WFS. Elementy tego filtra nie wchodzi do kitu oferowanego przez AVT.

Andrzej Janeczek, SP5AHT