

# Szerokopasmowe wzmacniacze liniowe KF z tranzystorami mocy MOSFET

**Pewnie działający  
wzmacniacz liniowy  
z MOSFET-ami może  
być rewelacyjnie  
prosty!**

**W** nrze 3/1989 "Radioelektronika" opisano kilka prostych i nie wymagających strojenia szerokopasmowych wzmacniaczy liniowych KF małej mocy z tranzystorami bipolarnymi. Od kilku lat są dostępne w Polsce niedrogo tranzystory mocy MOSFET wykonane technologią VMOS i HEXFET. Krótkofalowców z pewnością zainteresuje fakt, że tranzystory te znakomicie nadają się do zastosowania w szerokopasmowych wzmacniaczach liniowych małej i średniej mocy o prostej konstrukcji. Opisatu dwa niezwykle proste wzmacniacze liniowe (a więc nadające się do pracy emisją SSB), w których zastosowano najtańsze z dostępnych na rynku tranzystorów HEXFET IRF513.

Pierwszy ze wzmacniaczy przedstawiono na rys. 1. Sygnał wejściowy w.c.z. jest doprowadzany do wtórnika źródłowego z tranzystorem T1. Na wyjściu wtórnika jest włączony szerokopasmowy transformator w.c.z. zwiększający (odwrotnie niż we wzmacniaczach z tranzystorami bipolarnymi) jego impedancję wyjściową. Stopień mocy pracuje z tranzystorem T2. Obwód polaryzacji bramki tego tranzystora tworzy pięć diod krzemowych D1+D5. Tranzystory T1 i T2 powinny być zamontowane na radiatorach. Wzmacniacz nie wymaga strojenia, ani doborzenia elementów, nadaje się do pracy na czterech najniższych amatorskich pasmach KF, tzn. 1,8 – 3,5 – 7 i 10 MHz, a jego moc wyjściowa (przy napięciu zasilającym +24 V) wynosi ok. 6 W przy napięciu sygnału wejściowego 1 V<sub>sk</sub>. Dla więk-

szych częstotliwości moc wyjściowa wzmacniacza gwałtownie spada i dla pasma 14 MHz wynosiła już tylko ok. 2 W.

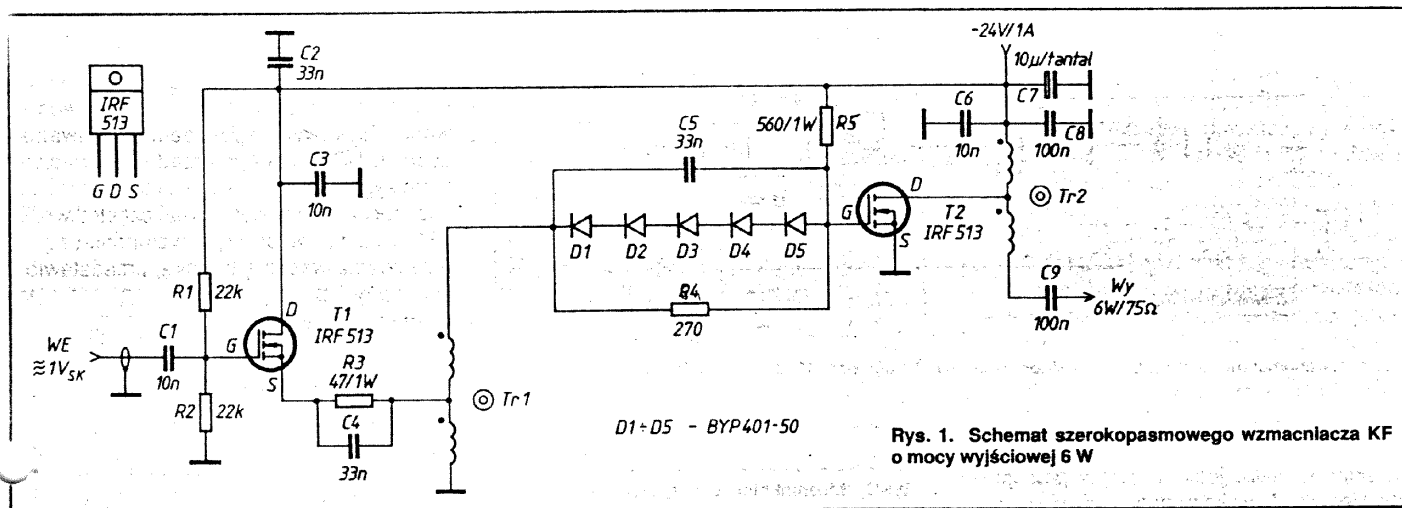
Na rys. 2 przedstawiono ten sam wzmacniacz, ale w wersji z drenami tranzystorów połączonymi z masą układu. Jest to bardzo korzystne rozwiązanie, ponieważ radiatory tranzystorów T1 i T2 można wtedy bezpośrednio przykręcić do metalowej obudowy nadajnika lub transceivera. Rozwiązanie to jest obciążone pewną niedogodnością, jaką jest konieczność zasilania wzmacniacza z oddzielnego zasilacza o napięciu -24 V.

**Andrzej Kusiak**

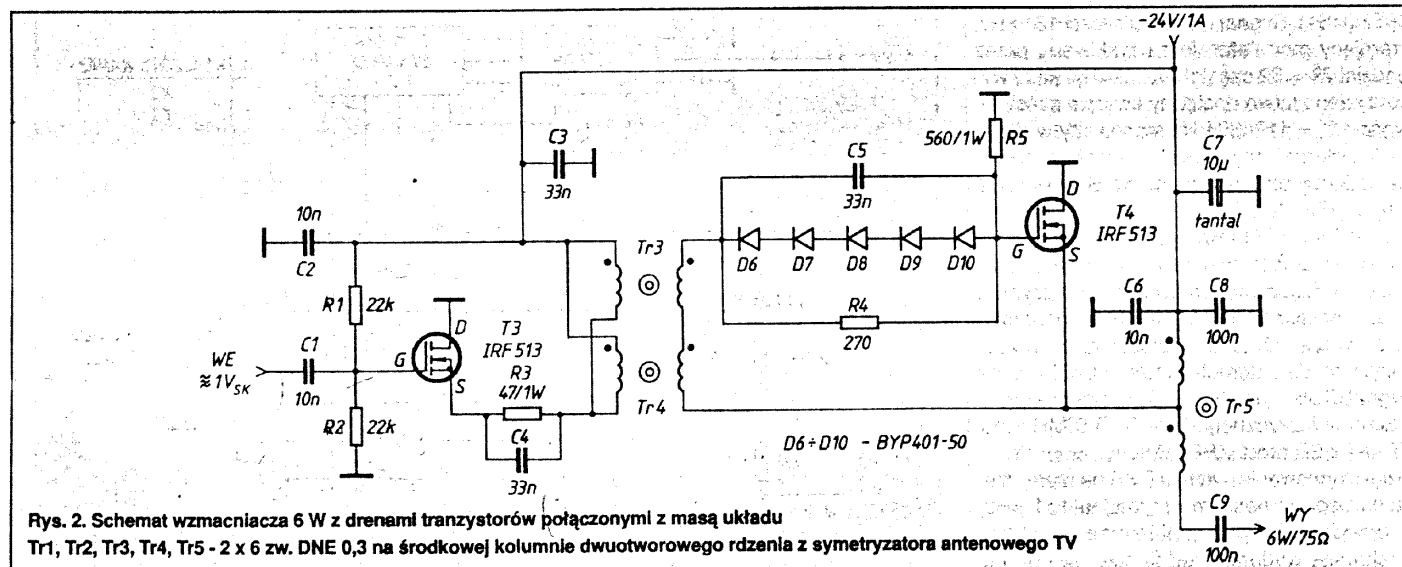
LITERATURA

Kusiak A.: Szerokopasmowe wzmacniacze liniowe KF małej mocy. "Radioelektronik" nr 3/1989

**Słowa kluczowe:** WZMACNIACZ LINIOWY, MOSFET, SZEROKOPASMOWY



**Rys. 1. Schemat szerokopasmowego wzmacniacza KF o mocy wyjściowej 6 W**



**Rys. 2. Schemat wzmacniacza 6 W z drenami tranzystorów połączonymi z masą układu**

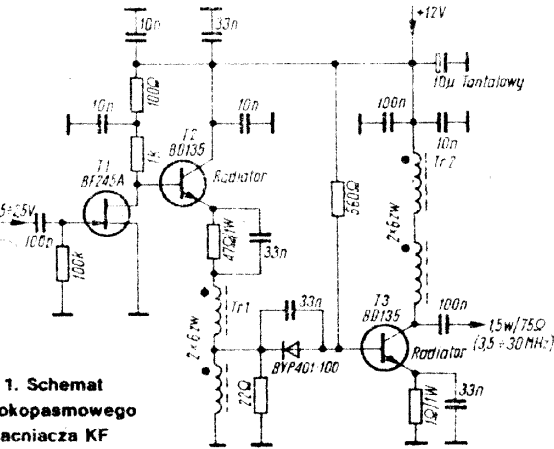
Tr1, Tr2, Tr3, Tr4, Tr5 - 2 x 6 zw. DNE 0,3 na środkowej kolumnie dwuotworowego rdzenia z symetryzatora antenowego TV

# Szerokopasmowe wzmacniacze liniowe KF małej mocy

W artykule przedstawiono kilka prostych rozwiązań szerokopasmowych wzmacniaczy KF (3,5 – 30 MHz) małej mocy — 1,5 do 3 W. Opisane wzmacniacze nie wymagają strojenia ani dobierania elementów. Bardzo dobrze nadają się do wykonania przez początkującego krótkofalowca — nadawcę.

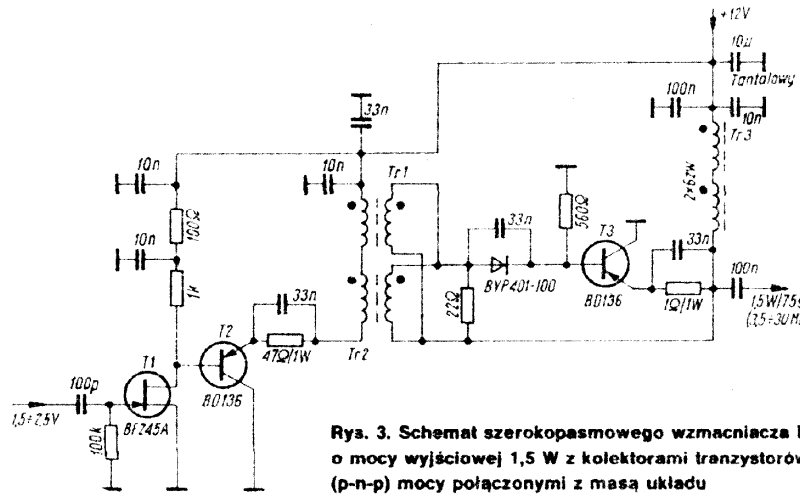
Na rys. 1 przedstawiono wzmacniacz, którego moc wyjściowa jest równa ok. 1,5 W na obciążeniu 75 Ω przy napięciu wejściowym wynoszącym od 1,5 V<sub>sk</sub> (pasmo 3,5 MHz) do 2,5 V<sub>sk</sub> (pasmo 28 MHz).

Wzmacniacz z tranzystorem polowym w układzie ze współ

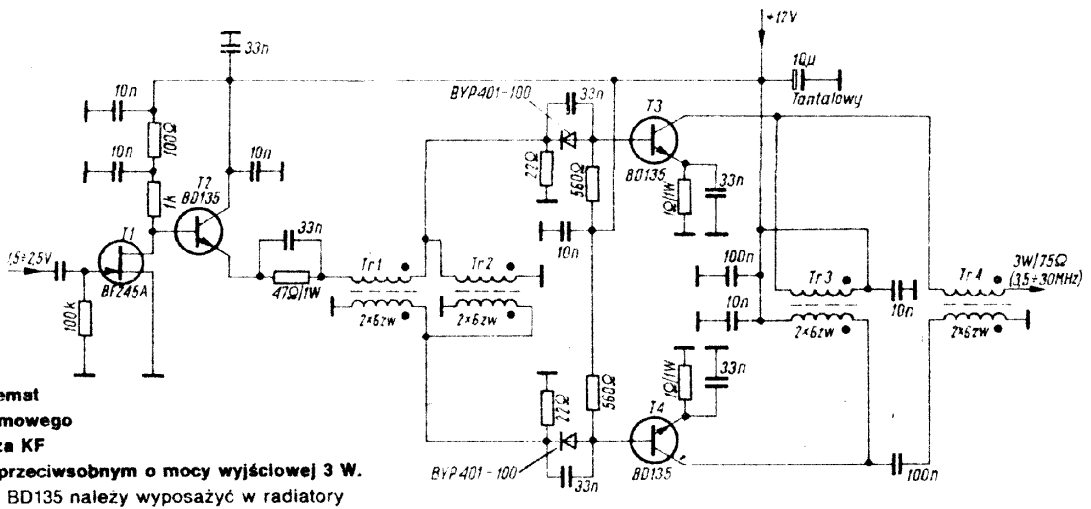


Rys. 1. Schemat szerokopasmowego wzmacniacza KF o mocy wyjściowej 1,5 W.

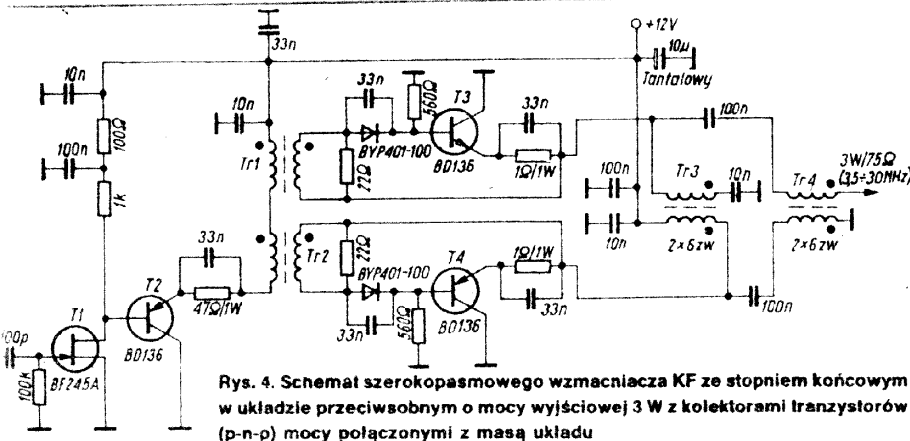
Tranzystory BD135 należy wyposażyć w radiatory



Rys. 3. Schemat szerokopasmowego wzmacniacza KF o mocy wyjściowej 1,5 W z kolektorami tranzystorów (p-n-p) mocy połączonymi z masą układu



Rys. 2. Schemat szerokopasmowego wzmacniacza KF w układzie przeciwobnym o mocy wyjściowej 3 W. Tranzystory BD135 należy wyposażyć w radiatory



Rys. 4. Schemat szerokopasmowego wzmacniacza KF ze stopniem końcowym w układzie przeciwobnym o mocy wyjściowej 3 W z kolektorami tranzystorów (p-n-p) mocy połączonymi z masą układu

nym źródłem przez wtórnik emiterowy i transformator w.cz. steruje stopniem końcowym. Wysoka impedancja wejściowa wzmacniacza umożliwia doprowadzenie sygnału wejściowego z wysokoomowego odczepu obwodu rezonansowego lub filtra pasmowego. Między wyjściem wzmacniacza i anteną należy stosować filtry dolnoprzepustowe dla poszczególnych zakresów KF. Dioda BYP401-100 stabilizująca punkt pracy tranzystora stopnia końcowego powinna być przymocowana do obudowy tego tranzystora. We wtórniku emiterowym i w stopniu końcowym wzmacniacza zasto-

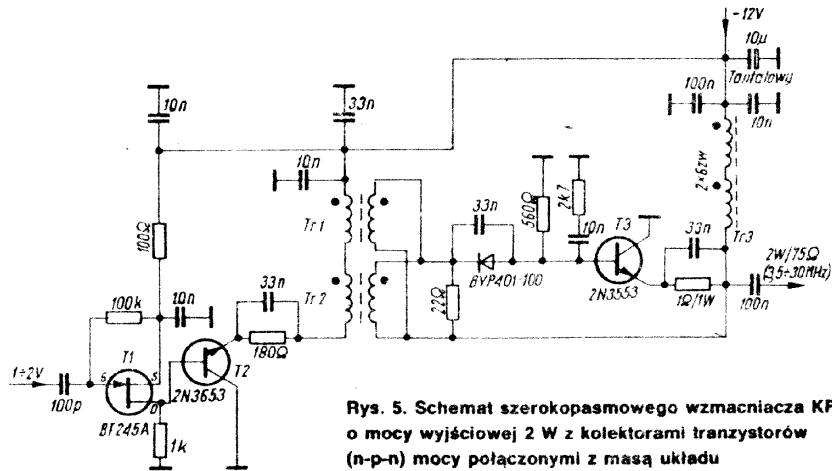
sowano tanie tranzystory epitaksjalno-planarne, w obudowie plastikowej, typu n-p-n BD135 (lub BD137, BD139).

Dwukrotnie większą moc oraz mniejszy poziom parzystych harmonicznych w sygnale wyjściowym można uzyskać we wzmacniaczu w układzie przeciwsobnym przedstawionym na rys. 2. Także i w tym układzie można zamiast tranzystorów BD 135 zastosować BD137 lub BD134.

Na rys. 3 i 4 przedstawiono wzmacniacze z tranzystorami typu p-n-p BD136 (ew. BD138 lub BD140), w których kolektory są połączone z masą układu — metalową obudową nadajnika lub transceivera, która wówczas pełni funkcję radiatora. Wzmacniacze te nie wymagają specjalnego ekranowania — radiatory tranzystorów mocy nie promieniują bowiem energii w.cz.

Na rys. 5 przedstawiono rozwiązanie wzmacniacza z tranzystorami w.cz. n-p-n typu „overlay” z kolektorami na masie. Wzmacniacz ten wymaga zasilania napięciem ujemnym względem masy. Zamiast tranzystorów 2N3553 można zastosować tranzystory BFXP99.

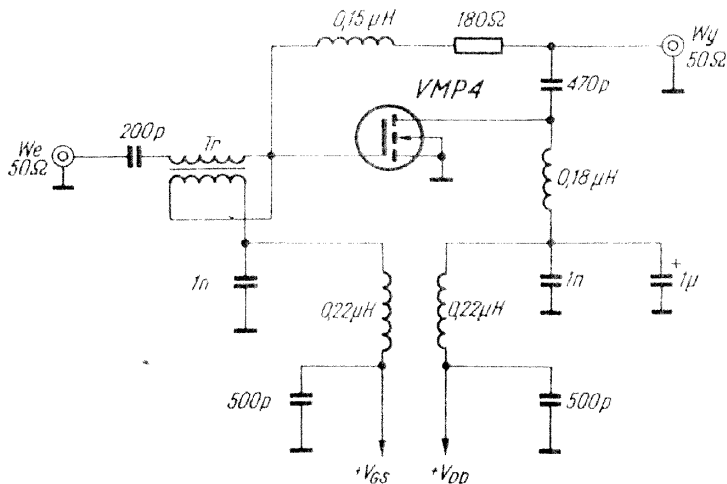
Transformatory w.cz. we wszystkich wzmacniaczach były



Rys. 5. Schemat szerokopasmowego wzmacniacza KF o mocy wyjściowej 2 W z kolektorami tranzystorów (n-p-n) mocy połączonymi z masą układu

nawinięte bifilarnie 2×6 zwojów przewodem DNE 0,4 na środkowej kolumnie dwuotworowych rdzeni stosowanych w symetryzatorach antenowych TV.

Doświadczenia zebrane w czasie uruchamiania wzmacniaczy opisanych w artykule mogą być użyteczne podczas konstruowania wzmacniaczy szerokopasmowych większej mocy.



Rys. 8

4000. Układ wymaga dodatkowego napięcia zasilającego +15 V. Spadek napięcia na każdym tranzystorze podczas przewodzenia wynosi około 1 V.

Liniowość charakterystyki  $I_D = f(U_{GS})$  w dużym zakresie natężenia prądu drenu umożliwia stosowanie tranzystorów V-MOS we wzmacniaczach mocy.

Schemat ideowy szerokopasmowego wzmacniacza mocy przedstawiono na rys. 7a, a jego charakterystykę przenoszenia na rys. 7b. Całkowita zawartość harmonicznych wynosi 0,075% przy  $U_{WY} = 1$  V i 0,8% przy  $U_{WY} = 10$  V.

Schemat szerokopasmowego wzmacniacza VHF przedstawiono na rys. 8. W układzie tym uzyskuje się wzmocnienie mocy 15 dB z dokładnością  $\pm 1$  dB w zakresie częstotliwości od 40 do 180 MHz. Na obciążeniu 50 Ω można wydzielić 12 W mocy.

#### LITERATURA

1. M.K. Kooi, L. Ragle: MOS moves into higher-power applications. „Electronics”, June 24, 1976.
2. B. Dance: V-MOS - Leistungs - Fet's konkurrieren mit bipolaren Bauelementen. „Funkschau” nr 14/1977.

