

Generator VXO-VCO/2m

Do czego to służy?

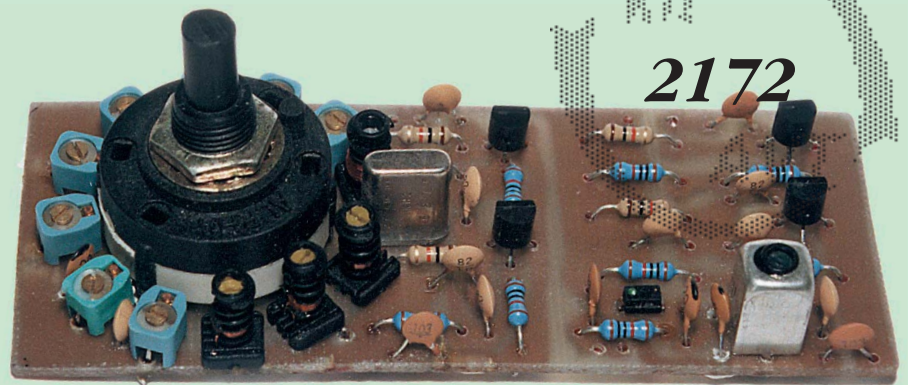
Wielu licencjonowanych krótkofalowców, którzy z różnych powodów nie mogą pracować na fabrycznym sprzęcie wyprodukowanym przez renomowane firmy zagraniczne, próbuje wykorzystywać sprzęt demobilowy, wycofywany z różnych służb (kolej, wojsko, policja, pogotowie, straż...). Jak wiadomo, trwająca od kilku lat wymiana sprzętu łączności w ww firmach spowodowana jest zarówno długą eksploatacją i przestarzałą konstrukcją dotychczas stosowanych urządzeń, jak i zmianą przepisów o podziale częstotliwości radiowych. Z tego też powodu do krótkofalowców docierają przeróżne radiotelefony FM, które po naprawach i niewielkich zmianach, polegających przede wszystkim na przystosowaniu do zakresów amatorskich (głównie 2m), mogą być z powodzeniem wykorzystane nawet przez zaawansowanych krótkofalowców.

Największy problem przy przystosowywaniu popularnych radiotelefonów do pracy w pasmie 2m/FM polega głównie na braku odpowiednich rezonatorów kwarcowych. Wprawdzie można je zamówić bezpośrednio w warszawskim zakładzie OMIG S.A., lecz przy obsadzeniu wszystkich kanałów koszty sięgają rzędu kilkaset złotych, co dla wielu jest kwotą zbyt wysoką, zwłaszcza jeżeli weźmiemy jeszcze pod uwagę nakład pracy przy strojeniu urządzenia. Można również pokusić się o syntezę częstotliwości, lecz dla wielu początkujących radioamatorów jest to układ zbyt skomplikowany.

Poniżej prezentujemy naszym Czytelnikom inne rozwiązanie: coś niezwykle prostego i taniego, ale także skutecznego. Chodzi tutaj o zastosowanie prostych układów VXO (w miejsce generatora nadajnika) i VCO (w miejsce generatora odbiornika). Oprócz opisu konstrukcji takich układów zostaną również podane uniwersalne wskazówki pomocne przy przestrojeniu radiotelefonów na pasmo 2m.

Warto wiedzieć, że z dostępnych starszych typów radiotelefonów krajowej produkcji najodpowiedniejsze do przestrojenia na pasmo amatorskie 2m są urządzenia pierwotnie przystosowane do zakresów 159...174MHz oraz 148...161MHz (bardziej przydatne) z odstępem międzykanałowym 50kHz lub 25kHz. Są to radiotelefony FM typu FM-3001, FM-306, FM-315... (prod. RADMOR) czy Zew i Ton (prod. WAREL) oraz nowsze wersje.

Radiotelefony ww mają rozdzielone tory nadajnika i odbiornika (umieszczone po jednej i drugiej stronie chassis) i posiadają „+” zasilania łączony z masą urządzenia. Uproszczony schemat blokowy



tych radiotelefonów, z uwzględnieniem włączenia generatorów VXO i VCO, pokazano na **rysunku 1**.

Jak to działa?

Na wstępie autor chciałby udowodnić, że wybór odpowiedniej częstotliwości pracy VXO-VCO nie jest w proponowanym układzie przypadkowy, lecz jest rozsądnym kompromisem pomiędzy ceną zastosowanych elementów a sposobem uruchomienia urządzenia.

Oczywiście należałoby w tej chwili odwołać się do dość skomplikowanych schematów ideowych dostępnych radiotelefonów, ale – głównie z braku miejsca w miesięczniku – musimy ograniczyć się do pokazanych schematów blokowych urządzeń.

Ci, którzy analizowali konstrukcję takich urządzeń zapewne wiedzą, że układy powielania toru nadajnika są przystosowywane z reguły do 18- (rzadziej 12-) krotnego powielania, czyli w naszym przypad-

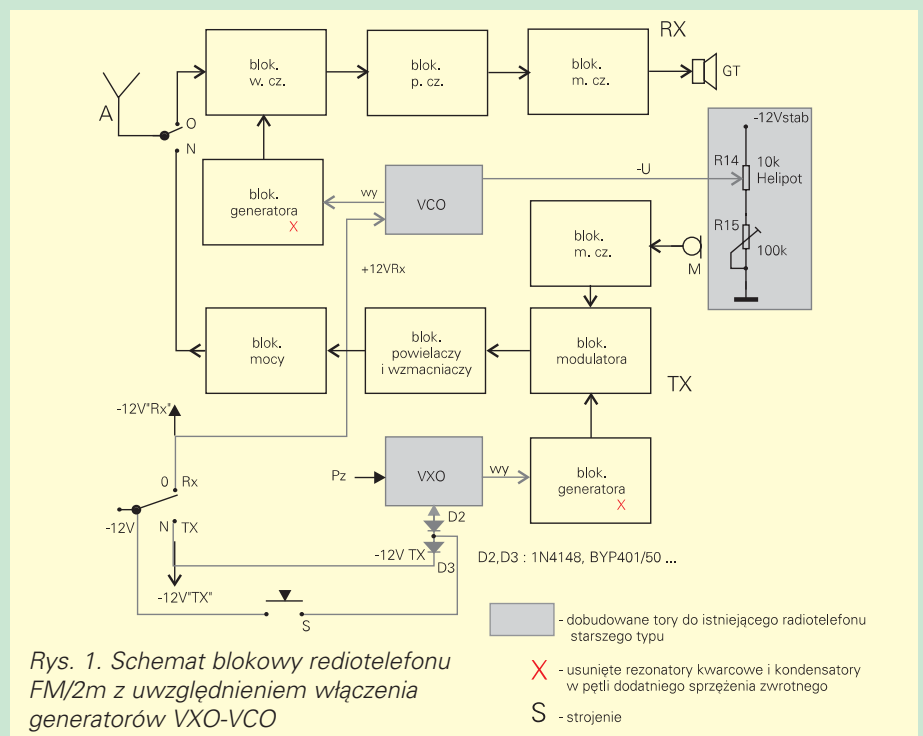
ku częstotliwość rezonatora kwarcowego powinniśmy wyznaczyć ze wzoru:

$$f_n = f_{wy}/18 \text{ [MHz]}$$

gdzie $f_{wy}=145...145,575\text{MHz}$ (najczęściej używany zakres FM pasma 2m)

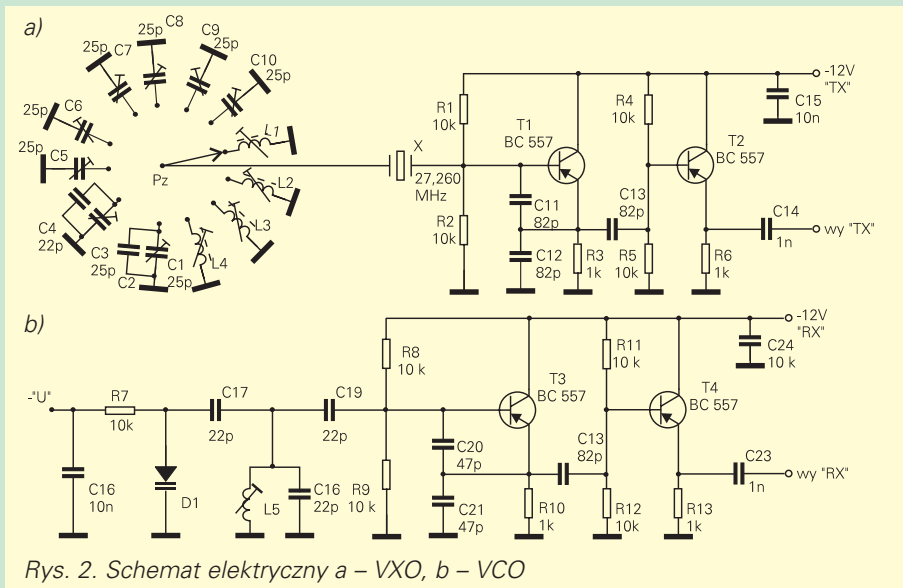
Ze wzoru wynika, że będą potrzebne rezonatory o częstotliwości zawartej w przedziale 8,055...8,087MHz. Te wartości, jak i drugie z podziału przez 12 (12,083 do 12,131MHz) nie są proste do zdobycia. Łatwo zauważyć że w torze nadajnika można jeszcze zastosować rezonatory pracujące z powielaniem 16 krotnym czyli rezonatory na zakres 27MHz (pasmo CB). Właśnie taki rezonator został użyty w proponowanym układzie VXO (**rysunek 2a**). Rezonatory te (do radiotelefonów CB) wzbudzone na częstotliwości podstawowej 9...MHz są produkowane w obudowach miniaturowych i stosunkowo łatwo dostępne w sklepach oraz na różnego rodzaju giełdach.

W układzie VXO dzięki zastosowaniu dodatkowych elementów włączanych



Rys. 1. Schemat blokowy radiotelefonu FM/2m z uwzględnieniem włączenia generatorów VXO-VCO

- █ - obudowane tory do istniejącego radiotelefonu starszego typu
- X - usunięte rezonatory kwarcowe i kondensatory w pętli dodatniego sprzężenia zwrotnego
- S - strojenie



Rys. 2. Schemat elektryczny a – VXO, b – VCO

szeregowo z rezonatorem kwarcowym można za pośrednictwem tylko jednego rezonatora uzyskać pracę na kilkunastu kanałach z najczęściej używanym odstępem 25kHz. Oczywiście przy odstępnie 12,5kHz uzyskamy kilkadziesiąt kanałów.

W urządzeniu modelowym autor zastosował posiadany rezonator 27,260MHz uzyskując pokrycie nadajnika w części końcowej pasma (145,275...145,550MHz) lecz Czytelnicy mogą zastosować rezonatory o mniejszej częstotliwości uzyskując inne interesujące kanały. Dla przykładu po zastosowaniu rezonatora 27,240MHz uzyska się pracę już od początku zakresu 145MHz (przebiegi FM) zaś po użyciu również popularnego rezonatora 27,12MHz – pracę w zakresie emisji cyfrowych (Packet Radio).

W zamieszczonym układzie przystosowanym do „+” na masie (tak jest właśnie w starszych spotykanych radiotelefonach FM) zastosowano tylko dwa popularne tranzystory pnp typu BC557. Tranzystor T1 pracuje w układzie generatora zaś T2 to separator w postaci wtórnika emiterowego. Niezbędne przeciągnięcie częstotliwości rezonatora osiągnięto za pośrednictwem dobranych elementów LC przełączanych za pośrednictwem 12. położenie przelaznika obrotowego do druku.

Warto przypomnieć, że dołączenie kondensatora powoduje podwyższenie częstotliwości pracy generatora zaś indukcyjności – obniżenie częstotliwości. Oczywiście wartości tych elementów nie mogą być przypadkowe bowiem przy zbyt małej pojemności układ przestanie generować drgania podobnie jak przy zbyt dużej indukcyjności.

Zakres przeciągnięcia rezonatora kwarcowego w układzie modelowym wynosił 17,188kHz co po powieleniu 16 krotnym dało szerokość zmian częstotliwości 225kHz. Był to w zasadzie maksymalny dostępny zakres zmian przy której uzyskano w miarę

stabilną częstotliwość przy wyrównanej amplitudzie sygnału wyjściowego.

Drugi z proponowanych układów (rysunek 2b) to przestrajany napięciowo generator oznaczany skrótem VCO.

Potrzebną wartość częstotliwości pracy tego generatora wyliczamy ze wzoru:
 $f_o = (f_{wy} - 10.7) / 4$ [MHz]

Ponieważ założono chęć odbierania sygnałów o częstotliwości zawartych w całym zakresie pasma 2m (144...146MHz) częstotliwość pracy generatora VCO powinna być zawarta w zakresie 33,325-33,825MHz. Oczywiście można zastosować inne wartości, wynikające z innej krotności powielania, ale zaproponowana wartość nie wymaga poważniejszych zmian w układzie generatora odbiornika radiotelefonu.

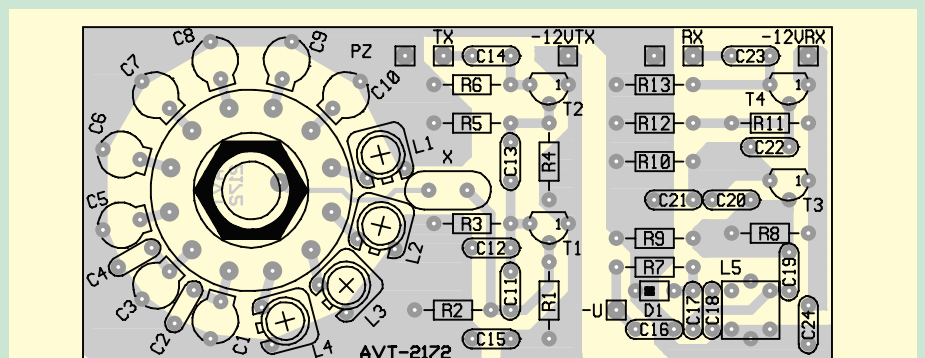
Schemat elektryczny generatora VCO jest podobny do poprzedniego układu (T3 i T4 to, odpowiednio, generator i separator), z tym że zamiast rezonatora kwarcowego zastosowano obwód rezonansowy L5 C18 przestrajany za pośrednictwem diody pojemnościowej D1 typu BB105. Wartości elementów w układzie generatora zostały tak dobrane (jak również zakres zmian napięcia za pośrednictwem potencjometru), aby w dwóch skrajnych położeniach suwaka uzyskać ww wartości częstotliwości pracy układu.

Obydwa układy muszą być zasilane z zasilacza o napięciu 12V, dobrze filtrowanym i stabilizowanym. Ponieważ układy są przewidziane do zasilania z radiotelefonu, warto wyposażyć układ w scalony stabilizator, np. typu 7912.

Montaż i uruchomienie

Obydwa generatory mogą być zmontowane na jednej płytce drukowanej przedstawionej we wkładce. Rozmieszczenie elementów pokazano na rysunku 3. Oczywiście generator VCO może być zamontowany w radiotelefonie na oddzielnej płytce (po odcięciu zgodnie z zaznaczoną linią). Do wstępnego uruchomienia generatorów potrzebny jest w zasadzie tylko cyfrowy miernik częstotliwości o minimalnym zakresie około 35MHz. Do końcowego uruchomienia radiotelefonu najlepszy będzie miernik o zakresie co najmniej 150MHz. Zestrojenie generatora VXO polega na precyzyjnym ustawieniu trymerów oraz rdzeni w cewkach zgodnie z zamieszczoną tabelką. Celowo nie podano dokładnych danych nawojowych cewek, ponieważ z praktyki wynika, że ze względu na zastosowane rezonatory kwarcowe, typy rdzeni w korpusach itp., liczby zwojów będą różne. Niestety w tym przypadku liczbę zwojów należy dobrać doświadczalnie, kierując się wartością częstotliwości sygnału wyjściowego. Zawarte w tablicy wartości odnoszą się do egzemplarza modelowego, a Czytelnicy stosujący inne rezonatory będą musieli sobie wyliczyć potrzebne wartości częstotliwości.

Układ VCO jest prostszy w uruchomieniu, bowiem w zasadzie ogranicza się ono do ustawienia rdzenia w cewce L5 (filtr typu 7x7 o symbolu 451). Po podaniu na anodę diody D1 napięcia 12V (suwak potencjometru w górnym położeniu) należy ustawić rdzeń w cewce w taki sposób, aby uzyskać maksymalną wartość częstotliwości, czyli 33,825MHz. Dolną częstotliwość pracy należy ograniczyć za pośrednictwem dodatkowego rezystora dołączonego do zacisku potencjometru od strony masy. Jako potencjometr najlepiej zastosować wielozwojowy potencjometr typu Helipod



Rys. 3. Schemat montażowy

o wartości 10...100k/A. Oczywiście można zastosować inny układ dzielnika napięcia, np. przełącznik do zgrubnej zmiany i dodatkowy potencjometr (nawet zwykły obrotowy) do dokładnego dostrojenia.

Po uzyskaniu podanych wartości częstotliwości należy uznać, że mamy już wstępnie zestrojone generatory i możemy zamontować układ VXO-VCO do płyty czołowej urządzenia i dołączyć wyjścia generatorów przewodem ekranowanym do odpowiednich płytek generatorów (baz tranzystorów generatorów po usunięciu istniejących rezonatorów kwarcowych i kondensatorów w dzielnikach sprzężeń zwrotnych). Możemy zająć się właściwym przestrajaniem układów radiotelefonu.

Przed przystąpieniem do jakichkolwiek zmian w układzie powinniśmy dokonać oceny stanu technicznego radiotelefonu i usunąć widoczne niesprawności. Do pełnej analizy układu elektrycznego późniejszych regulacji będzie pomocna instrukcja techniczna danego typu radiotelefonu, zawierająca niezbędne schematy i opis procesu strojenia.

Warto na początku zwrócić uwagę na stan rdzeni ferrytowych. Do ich pokręcania należy używać tylko specjalnych wkrętek, które w ostateczności można przygotować własnoręcznie poprzez spłaszczenie i spiłowanie kawałka drutu miedzianego o średnicy 1mm. Część stykająca się z rdzeniem musi być dobrze dopasowana (nie może być luźno ani zbyt ciasno wchodzić), bowiem – jak wykazuje praktyka – ferryt bardzo łatwo pęka, a to oznacza dodatkowe kłopoty z jego usunięciem. Rdzenie w filtrach (oprócz toru p.cz., których lepiej nie ruszać) powinny dawać się swobodnie kręcić bez większych oporów. Można do każdego otworu wpuścić kroplę oliwy, która nie zaszkodzi, a zwiększy łatwość poruszania rdzeniem. Po upewnieniu się, że wszystkie moduły znajdują się na swoich miejscach oraz że nie ma przerw czy zwarcie pomiędzy przewodami połączeniowymi, dołączamy dwa przewody zasilające i załączamy zasilanie (najczęściej 12,8V i 24V).

Tabela

Kanał	Fwy [kHz]	Fgen [kHz]	Xd
S11	145 275	9 079,687	L1
S12	145 300	9 081,250	L2
S13	145 325	9 082,812	L3
S14	145 350	9 084,375	L4
S15	145 375	9 085,937	C1+C2
S16	145 400	9 087,500	C3+C4
S17	145 425	9 089,062	C5
S18	145 450	9 090,725	C6
S19	145 475	9 092,187	C7
S20	145 500	9 093,750	C8
S21	145 525	9 095,312	C9
S22	145 550	9 096,875	C10

Z reguły uruchomienie radiotelefonu rozpoczyna się od strony odbiorczej, ale w tym przypadku lepiej jest najpierw uruchomić nadajnik, a dopiero później przystąpić do uruchomienia odbiornika. Ponieważ zastosowana krotność powielania nadajnika nie jest stosowana w żadnym z dostępnych radiotelefonów, musimy dokonać odpowiednich zmian w sposobie powielania.

Po naciśnięciu przycisku PTT w mikrofonogłośniku (lub zwarciu odpowiednich styków w gnieździe mikrofonu) powinno nastąpić przełączenie napięcia zasilania i anteny na obwód nadajnika.

W układzie nadajnika należy skorygować wartości elementów LC w taki sposób, aby na wyjściu poszczególnych powielaczy (x 2 x 2 x 2 x 2) otrzymać kolejno potrzebne wartości 18..., 36..., 72..., 145...MHz.

Końcowy wzmacniacz mocy należy stroić z dołączonym do gniazda antenowego rezystorem 50Ω o odpowiedniej mocy (sztuczne obciążenie). Strojenie wzmacniacza najłatwiej dokonuje się tylko wtedy, kiedy poprzednie moduły dają odpowiedniej wielkości sygnał i częstotliwość.

Przed eksploatacją tak uruchomionego nadajnika dobrze byłoby sprawdzić jakość sygnału wyjściowego na analizatorze widma lub, w ostateczności, należy upewnić się, czy sygnał nie powoduje zakłóceń w odbiorze radiowym UKF, a tym bardziej TV. Ostatnią czynnością, jaką należy wykonać przed „wyjściem w eter”, jest dopasowanie anteny do częstotliwości 145MHz.

Proces przestrojenia odbiornika jest prosty i polega na przystosowaniu obwodów wejściowych do pracy w pasmie 145MHz, oczywiście po doprowadzeniu do pierwszego mieszacza właściwej częstotliwości sygnału ze stopnia powielania toru generatora.

Kilkanaście sztuk radiotelefonów FM306 i podobnych przestrojonych przez autora potwierdziło, że praktycznie cała operacja sprowadza się do zmiany położenia rdzeni w cewkach wchodzących w skład obwodów rezonansowych (z reguły rdzeń należy wkręcić głębiej wewnątrz korpusu). Oczywiście do tych operacji, z pozoru łatwych, niezbędne są przyrządy pomiarowe. Ideałem byłoby posiadanie lub dostęp do radiotestera. W praktyce amatorskiej wystarczy kilka przyrządów, takich jak generator FM o zakresie 150MHz, multimetr wraz z sondą w.cz. oraz miernik częstotliwości, również o maksymalnym zakresie 150MHz (można wykorzystać preskaler przez 10). Jest to absolutne minimum, które wraz ze sztucznym obciążeniem uzyskanym z kilku rezystorów połączonych równolegle, pozwoli nam na poprawne przestroje-

Wykaz elementów

Rezystory

R1, R2, R4, R5, R7, R8, R9, R11, R12: 10kΩ
R3, R6, R10, R13: 1kΩ

Kondensatory

C1, C3, C5, C6, C7, C8, C9, C10: 5...25pF
C2: 330pF
C4, C17, C18: 22pF
C11, C12, C13: 82pF
C14, C23: 1nF
C15, C16, C24: 10nF
C19, C20, C21, C22: 47pF

Półprzewodniki

T1, T2, T3, T4: BC557
D1: BB105

Pozostałe

L1, L2, L3, L4: 20...50zw DNE 0,1 na korpusie z rdzeniem filtru 7x7
L5: filtr 7x7 451
X: 27,260MHz
Pz: przełącznik obrotowy 12-pozycyjny
Płytką drukowaną

nie radiotelefonu w warunkach amatorskich. Zamiast generatora można wykorzystać silny sygnał pobliskiego przemienika czy inny radiotelefon FM/2m, np. pożyczony od kolegi krótkofalowca.

Przygotowanie radiotelefonu do pracy odbywa się w ten sposób, że ustawiamy odpowiedni kanał nadajnika i dostrajamy generator VCO (po naciśnięciu przycisku podającego napięcie na VXO na czas strojenia) na tak zwane „zero dudnień”. W tym momencie łatwo zrozumieć, dlaczego na schemacie blokowym w obwodzie zasilania są włączone dwie diody. Otóż pracują one w tak zwanym układzie „cichego strojenia” polegającego na tym, że po naciśnięciu przycisku „S” (strojenie) zostaje załączony tylko generator VXO (pozostałe stopnie nadajnika będą pracowały później, po załączeniu PTT). Gwizd w odbiorniku uzyska się tylko przy dostrajaniu częstotliwości VCO z 16. harmoniczną częstotliwości VXO. Przy dokładnym zrównaniu się tych wartości w głośniku będzie cisza (poprzedzona z dwóch stron charakterystycznym gwizdem). Właśnie dzięki takiemu prymitywnemu (ale także skutecznemu) dostrajaniu się jesteśmy pewni, na jakiej częstotliwości będzie pracował nasz radiotelefon. Mając nieco doświadczenia można również pracować (bez miernika częstotliwości) przez przemieniki FM/2m, których częstotliwość odbioru jest wyższa od częstotliwości nadawania o 600kHz (z punktu widzenia naszego radiotelefonu).

Zainteresowanych dokładniejszymi receptami na przestrajanie radiotelefonów, np. typu FM 315 czy ZEW, odsyłam do miesięcznika Świat Radio.

Andrzej Janeczek

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny” AVT-2172.