

NA WARSZTACIE

Pod redakcją Jerzego Pietrzyka

GENERATOR SYGNAŁOWY (inż. Jerzy Brdulak) — **PAPIEROWY ABAŻUR** (Tomasz Kuczborski) — **POJEMNIK NA DROBNE PRZEDMIOTY** (Jerzy Pietrzyk) — **AMATORSKI ZESTAW STEREOFONICZNY** (mgr inż. Franciszek Lesiak) — **ZABEZPIECZENIE TYNKOWYCH NAROŻNIKÓW** (Henryk Kubica)

GENERATOR SYGNAŁOWY

Do zestrojenia każdego odbiornika radiowego, a także kontroli wielu układów elektronicznych niezbędny jest w warsztacie radioamatora generator sygnałowy.

Fabryczne generatory są praktycznie niedostępne dla majsterkowiczów, gdyż ich ceny dochodzą niejednokrotnie do kilkunastu tysięcy złotych. Jednak przy stosunkowo niewielkim nakładzie pracy można w warunkach domowych zbudować, oczywiście uproszczony, jednak sprawnie działający generator.

Tego rodzaju urządzenie przy staranym wykonaniu cewek, przełącznika zakresów i montażu całego układu elektrycznego odda nieocenione usługi każdemu radioamatorowi.

Pragniemy jednak przestrzec wszystkich majsterkowiczów, że samodzielna budowa generatora jest dość trudna i wymaga znacznego doświadczenia i zaawansowania w pracach radiotechnicznych. Łatwo bowiem uszkodzić lub na-

wet zupełnie zniszczyć zakupione elementy, których ogólny koszt wynosi około 600 zł. Warto więc przed podjęciem pracy zastanowić się, czy zdołamy podjąć problemom pojawiającym się niejednokrotnie dopiero w końcowej fazie pracy.

Przedstawiony na rys. 1 schemat generatora zaprojektowany został z lampą typu ECH 81, powszechnie stosowaną w odbiornikach radiofonicznych. Można także użyć innych lamp, jak np. ECH 21, ECH 4 itp. (patrz tabela danych charakterystycznych lamp). Zastosowanie lampy ECH 81 pozwala jednak na zaoszczędzenie znacznej części powierzchni podstawy przyrządu, co byłoby znacznie trudniejsze przy użyciu lampy takiej, jak ECH 21. Triodowa część lampy ECH 81 pracuje jako oscylator drgań wielkiej częstotliwości. Układ zapewnia stabilną częstotliwość drgań i pokrycie 5 zakresów (fale krótkie, średnie i długie) od 150 kHz do 26 MHz. Napęd me-

chaniczny kondensatora strojeniowego powinien być bardzo pewny, eliminujący wszelkie luzy i poślizgi skali generatora.

Cewki użyte do budowy generatora można nawinąć we własnym zakresie w tabeli obwodów rezonansowych lub wykorzystać z jakiegoś starego odbiornika (najlepsze rozwiązanie). Dokładna ilość zwojów będzie uzależniona od pojemności użytego do montażu kondensatora strojeniowego, którą zakładamy w granicach od 10 do 485 pF. Jeżeli wymiary generatora nie będą odgrywały istotnej roli, to cewki krótkofalowe można wykonać jako powietrzne, nawinięte na rurce przesłanowej o średnicy około 20 mm. Pożądaną jest, aby zakres generatora dla fal krótkich, średnich i długich był nieco szerszy niż w przeciętnym odbiorniku radiofonicznym. Można to osiągnąć przez zmniejszenie pojemności wyjściowej. Cewki po nawinięciu należy zalać woskiem lub parafiną. Potencjometr wyjściowy jest potencjometrem drutowym, odekranowanym od reszty elementów generatora. W przyrządzie modelowym, zakręcanowany został również kondensator strojeniowy oraz zespół cewek. Połączenia między kondensatorem strojeniowym, przełącznikiem i cewkami powinny być możliwie jak najkrótsze. Kondensatory użyte do montażu generatora nie powinny być z dielektrykiem papierowym (izolacja papierowa). Najodpowiedniejsze są kondensatory tzw. ceramiczne i styrofleksowe.

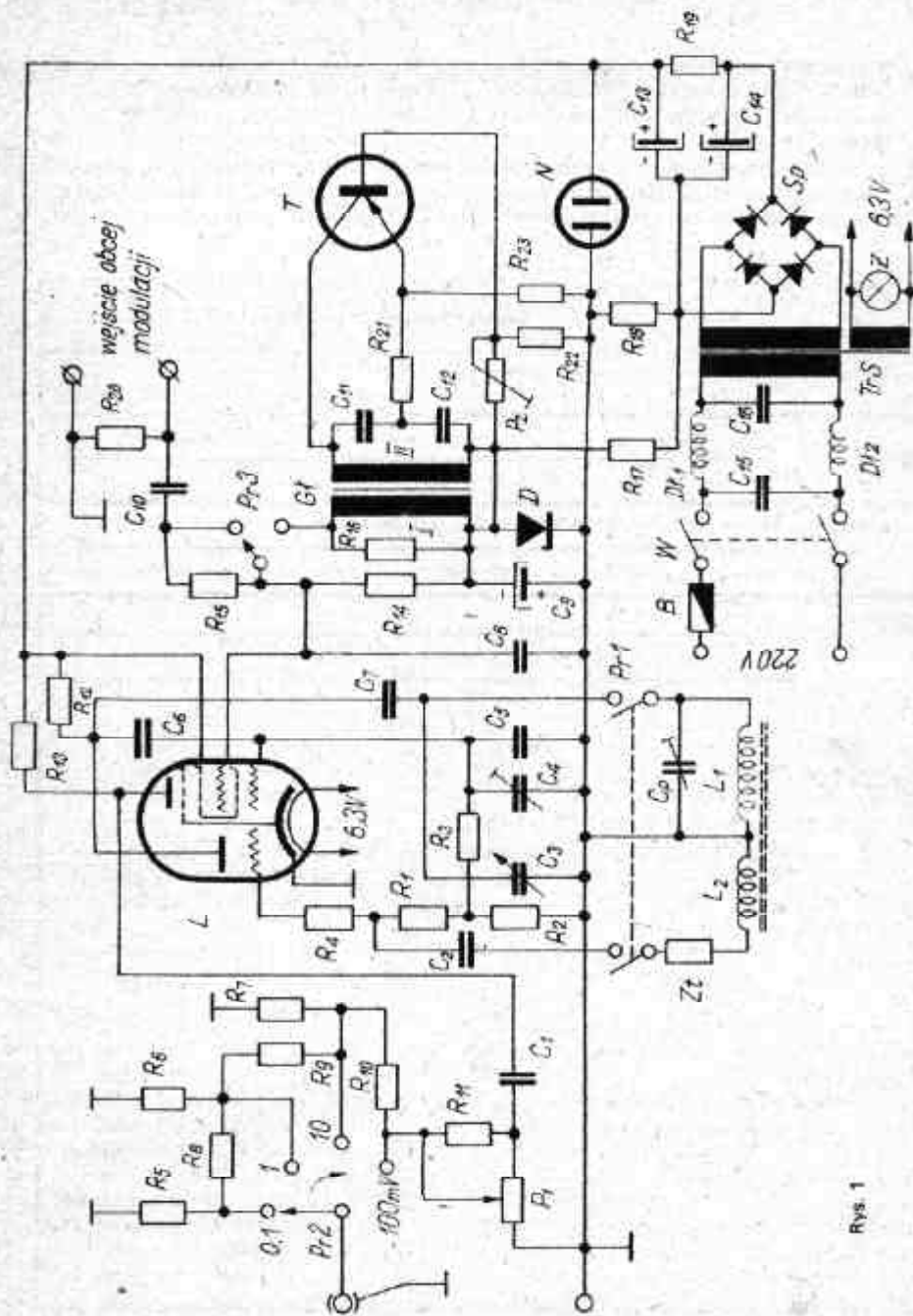
Z anody lampy ECH 81 drgania elektryczne doprowadzane są do siatki sterującej systemu heptodowego przez kondensator (C_0) o pojemności około 5 pF. Kondensator o takiej małej pojemności, można wykonać we własnym zakresie z dwóch kawałków izolowanego drutu, skręconych razem. Heptoda lampy ECH 81 pełni funkcję modulatora i jednocześnie lampy rozdzielczej. Sygnały wielkiej częstotliwości są doprowadzane do drutowego potencjometru (P_1) przez kondensator (C_1) o pojemności 6800 pF,

a następnie do przełącznika poszczególnych członów tłumika wyjściowego umożliwiającego otrzymanie sygnału osłabionego około 100 razy (20 dB) w czterech kolejnych pozycjach tego przełącznika.

Napięcia modulującego dostarcza tranzystorowy oscylator zbudowany na tranzystorze TG4 lub TG5. Częstotliwość modulatora wynosi około 400 Hz i doprowadzana jest do trzeciej siatki heptody. Przełącznik Pr3 umożliwia przełączanie generatora na modulację własną (z własnego oscylatora) względnie obcą, pochodzącą z płyty, taśmy magnetofonowej itp. Przy modulacji własnej uzyskuje się około 30% głębokości modulacji, co odpowiada napięciu tonu równemu 1,5 V. Aby zapewnić wymaganą stałą częstotliwość i utrzymanie sygnału na stałym poziomie (sygnału wyjściowego), zastosowany został układ umożliwiający utrzymanie stałej wartości napięcia anodowego, jak również napięcia dostarczanego do trzeciej siatki heptody.

Układ oscylatora

Strojony obwód rezonansowy znajduje się w obwodzie anodowym systemu triodowego lampy. Układ ten ze względu na stałą częstotliwość i równomierność amplitudy drgań, na przestrzeni całego zakresu, jest najodpowiedniejszy do wykonania i stosowany w wielu prostszych układach konstrukcyjnych. Stała wielkość amplitudy jest zapewniona dzięki opornikowi 20 kiloomów, który stanowi równoległą oporność do wewnętrznej oporności lampy. Stabilna częstotliwość jest zapewniona przez stabilizowane napięcie anodowe, dzięki czemu wartość amplitudy wykazuje stałą wielkość na wszystkich pięciu zakresach strojeniowych. Szeregowo z cewkami sprzężenia zwrotnego połączone jest (przełączalny razem z cewką) pojemnościowy, względnie oporowy element tłumiący (Z1), konstrukcyjnie związany z cewkami i za-



Rys. 1

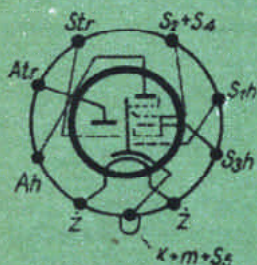
pewniający właściwe warunki pracy układu pod względem częstotliwościowym przy poszczególnych pozycjach przełącznika zakresów.

Najwłaściwszym sposobem nawinięcia cewek dla trzech pierwszych zakresów jest sposób zwany koszykowym.

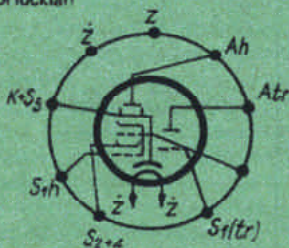
Oba zakresy krótkofalowe IV i V mają zwykle cewki cylindryczne, w których odstęp między poszczególnymi zwojami są równe grubości drutu użytego do uzwojania cewek. Między tymi zwojami nawinięte są zwoje cewek reakcyjnych L2. Cewki innych zakresów są nawinięte

TABELA DANYCH CHARAKTERYSTYCZNYCH LAMP

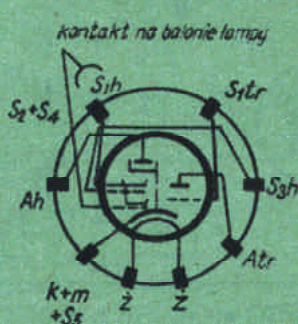
Lampa		U_z V	I_z A	U_g V	U_{osc} V	I_a mA	I_{sz} mA	S mA/V	R_a k Ω	R_{sz} k Ω	R_{kat} Ω	N_a W maks.
ECH 81	M	6,3	0,3	250	—	3,—	6,2	0,75	—	24	150	—
	Osc.	6,3	0,3	250	-9,5	4,5	—	0,55	—	—	150	1,7
ECH 21	M	6,3	0,33	250	—	3,—	6,2	0,75	—	24	150	—
	Osc.	6,3	0,33	100	-9,5	4,5	—	0,55	20	—	150	0,8
ECH 4	M	6,3	0,35	250	—	3,—	6,2	0,75	—	24	150	—
	Osc.	6,3	0,35	250	-9,5	4,5	—	0,55	20	—	150	1,5



Lampa ECH 21
(cokół locktal)

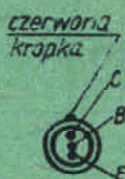


Lampa ECH 81
(cokół novel)



Lampa ECH 4
(cokół bocznokontaktovy)

Tranzystor TG4 — TG 6



Stary typ

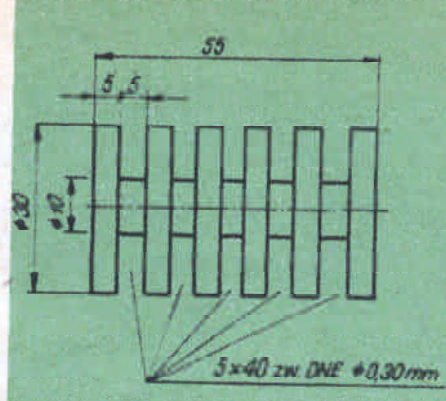


Nowy typ

E — emiter
B — baza
C — kolektor

w ten sposób, że najpierw nawija się cewki L2, a dopiero na nich na przekładce izolacyjnej — cewki L1.

Przedpięcie siatki pierwszej systemu heptodowego lampy ECH 81 uzyskiwane jest dzięki spadkowi napięcia na opornikach R1 i R2 oraz na filtrze złożonym z opornika R3 i pojemności C5. Prąd siatki, a co za tym idzie i przedpięcie siatki jest proporcjonalne do amplitudy oscylatora i zawiera się w granicach 8 do 10 V. Na oporniku R3 występuje spadek napięcia dzięki przepływowi przez ten opornik napięcia zasilającego siatkę heptody. Jego wzrost, względnie zmniejszenie, powoduje zmianę nachylenia charakterystyki lampy w sposób automatyczny, co zapobiega zmianom wielkości amplitudy. Ta prosta automatyka zapewnia utrzymanie poziomu wyjściowego dla niższych zakresów w granicach 1 do 2 dB, jako wielkości stałej.

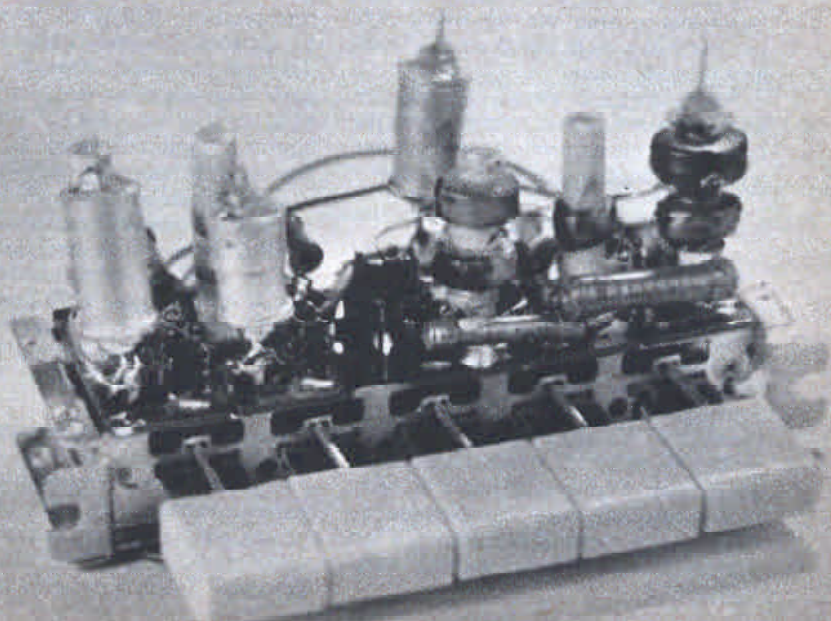


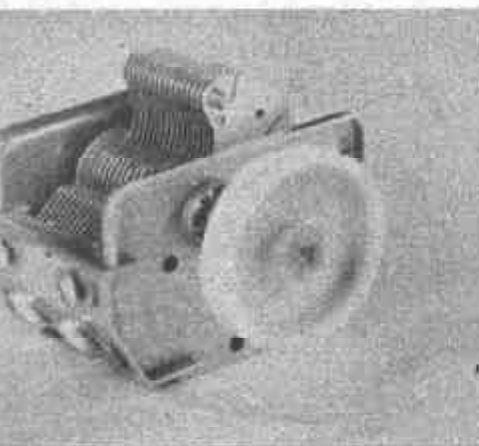
Rys. 2

W celu zapobieżenia przesterowaniom został zaprojektowany dzielnik napięciowy wielkiej częstotliwości złożony z kondensatorów, który pozwala na uzyskanie właściwej wielkości sygnałów.

Dławiki ($D1_1$ i $D1_2$) wykonane są na drewnianych rdzeniach (rys. 2). Natomiast transformator tonu (TrT) został nawinięty na rdzeniu od starego tran-

Fot. 1. Zespół cewek zmontowany na płytce przełącznika klawiszowego





Fot. 2 Pojedynczy kondensator zmienny zastosowany w modelowym generatorze

sformatora głośnikowego, którego przekrój kolumny środkowej wynosi około $2,5 \text{ cm}^2$. Pierwotne uzwojenie tego transformatora zostało nawinięte izolowanym drutem miedzianym o średnicy $0,12 \text{ mm}$. Ilość zwojów wynosi 2200. Uzwojenie wtórne ma natomiast 900 zwojów i nawinięte jest drutem o średnicy $0,18\text{--}0,2 \text{ mm}$.

Należy zwrócić uwagę, aby blachy transformatora były składane w jednym kierunku, a nie na przemian, tak jak jest wykonana większość transformatorów.

Układ modulacyjny

Napięcie modulujące jest doprowadzone do trzeciej siatki heptody. Dla osiągnięcia 30% głębokości modulacji wymagana jest wielkość napięcia tonu około 1 do $1,5 \text{ V}$. W celu zmniejszenia zniekształceń, siatka trzecia otrzymuje przedpięcie ujemne (około 6 V), które przez opornik (R14) płynie dalej do diody Zenera. Stabilizacja napięcia przez diodę jest niezbędna z tego powodu, że wzmożenie systemu heptodowego jest uzależnione od wielkości napięcia siatki trzeciej.

Napięcie modulujące jest wytwarzane w oscylatorze zbudowanym na jednym tranzystorze małej mocy. Wzmocnienie prądowe tego tranzystora nie powinno być mniejsze niż 30. Z wtórnego uzwojenia transformatora tonu, które jest obciążone opornością 15 kiloomów , otrzymujemy prawie dokładnie napięcie zmienne $1,5 \text{ V}$. Wartość tego napięcia nie może być przekroczona.

Zasilacz

Zasilacz sieciowy jest typowym zasilaczem dla odbiorników małej mocy. W prostowniku pracuje stos selenowy typu SPS 250/60 pokrywający w nadmiarze zapotrzebowanie na prąd stały. Filtr wygładzający składa się z dwóch kondensatorów (lub jednego podwójnego) o pojemności $16 \text{ mikrofaradów } 350 \text{ V}$, opornika $3,12 \text{ kilooma}$ i obciążalności nie mniejszej niż 5 W . Neonówka w obwodzie prądu stałego pełni funkcję stabilizatora napięcia. Na oporniku (R18) uzyskujemy spadek napięcia w granicach 60 V , a opornik (R17) wraz z diodą Zenera typu np. BZ1/C6V2 powodują, że trzecia siatka heptody i tranzystor modulatora otrzymują napięcie stabilizowane. Transformator sieciowy może być wykorzystany od jakiegoś małego odbiornika radiofonicznego (np. Twist, Irys itp.) lub nawinięty samodzielnie na rdzeniu o przekroju 6 cm^2 . Uzwojenie pierwotne (sieciowe) nawijamy drutem DNE o średnicy $0,18 \text{ mm}$. Ilość zwojów wynosi 1548. Uzwojenie anodowe (wtórne) — ilość zwojów 1790 drutem DNE $\varnothing 0,12 \text{ mm}$, a uzwojenie żarzenia i zasilania żarówki kontrolnej ma 49 zwojów nawiniętych drutem DNE $\varnothing 0,7 \text{ mm}$.

Obudowa i konstrukcja nośna generatora

Wymiary płyty czołowej generatora modelowego wynoszą $260 \times 135 \times 4 \text{ mm}$. Nie są one krytyczne i mogą być zmienione na bardziej odpowiednie dla wykonawcy. Za płytą czołową znajduje się

TABELA OBWODÓW REZONANSOWYCH

Zakres	L1 zwojów	L2 zwojów	Cp	Zt
I 150 — 450 kHz	350	100	5 — 30 pF	1000 Ω
II 450 — 485 kHz	50	18	2200 pF	1000 Ω
III 0,5 — 1,5 MHz	115	40	5 — 30 pF	68 pF
IV 4 — 10 MHz	15	9	5 — 30 pF	47 pF
V 10 — 26 MHz	5	8	5 — 30 pF	68 pF

centralne chassis oraz aluminiowe płyty umocowane na gwintowanych prętach o średnicy 6 mm. Do tych płyt przymocowane są prawie wszystkie elementy wchodzące w skład konstrukcji generatora.

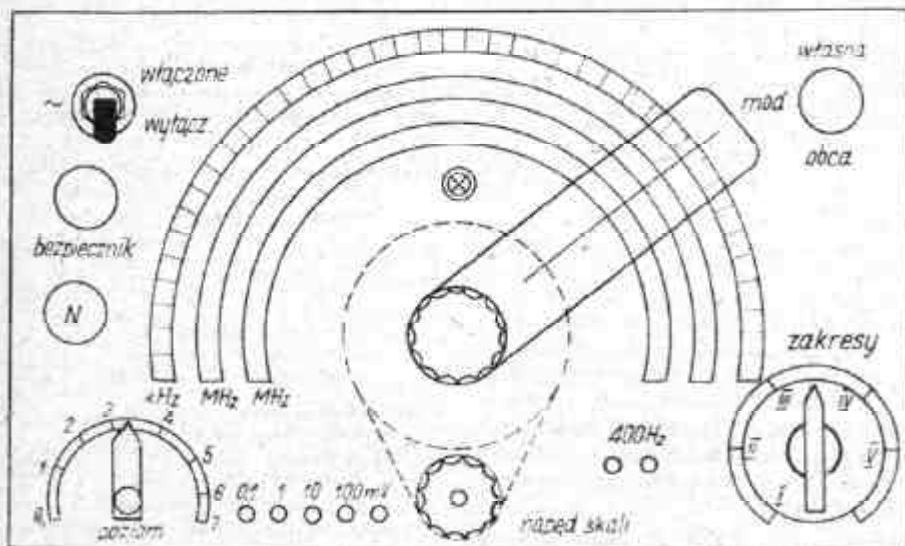
Obudowa generatora musi być bezwzględnie metalowa, połączona elektrycznie z chassis urządzenia. W przeciwnym wypadku przyrząd nie spełni swojego zadania, gdyż wpływ zakłóceń zewnętrznych oraz fal radiowych nie pozwoli na wyselekcjonowanie „czystego” sygnału w.c.z. niezbędnego do

strojenia odbiorników. Przykładowe rozmieszczenie elementów regulacyjnych na płycie czołowej zostało przedstawione na rys. 3.

Skalowanie generatora

Przed uruchomieniem generatora należy sprawdzić zgodność połączeń ze schematem ideowym (rys. 1) i w razie potrzeby dokonać poprawek. Następnie sprawdzimy, czy napięcia zasilające są właściwe. W przypadku stwierdzenia odchylek należy dokonać odpowiednich korekt.

Rys. 3



WYKAZ ELEMENTÓW

Oporniki:

- R₁ — 22 kΩ/0,5 W
- R₂ — 30 kΩ/0,5 W
- R₃ — 50 kΩ/0,25 W
- R₄ — 50 Ω/0,25 W
- R₅, R₆, R₇ — 25 Ω/0,5 W
- R₈, R₉, R₁₀, R₁₁ — 200 Ω/0,5 W
- R₁₂ — 20 kΩ/0,5 W
- R₁₃ — 470 Ω/0,5 W
- R₁₄ — 1 MΩ/0,25 W
- R₁₅ — 470 kΩ/0,25 W
- R₁₆ — 15 kΩ/0,5 W
- R₁₇ — 13 kΩ/0,5 W
- R₁₈, R₁₉ — 3,12 kΩ/5 W
- R₂₀ — 100 kΩ/0,25 W
- R₂₁ — 2 kΩ/0,25 W
- R₂₂ — 10 kΩ/0,25 W
- R₂₃ — 2 kΩ/0,25 W

Kondensatory:

- C₁ — 6800 pF, ceramiczny
 - C₂ — 180 pF, ceramiczny
 - C₃ — zmienny, powietrzny 10—485 pF
 - C₄ — trymer powietrzny 5—25 pF
 - C₅ — 82 pF, ceramiczny
 - C₆ — 5 pF, skręcony z drutu izolowanego
 - C₇ — 2200 pF, styrofleksowy
 - C₈ — 200 pF, ceramiczny
 - C₉ — 50 μF/12 V, elektrolityczny
 - C₁₀ — 30 nF, ceramiczny
 - C₁₁, C₁₂ — 0,1 μF, styrofleksowy
 - C₁₃, C₁₄ — 2 × 16 μF/350 V, elektrolityczny
 - C₁₅, C₁₆ — 5000 pF/1500 V, styrofleksowy
- Wszystkie kondensatory, nie mające podanego napięcia pracy, powinny być przewidziane na 500 lub więcej woltów.

Potencjometry:

- P₁ — 1—5 kΩ drutowy
- P₂ — 25 kΩ montażowy

Lampa ECH 81 z podstawką
Próstownik SPS 250/60 mA

Przełączniki:

- Pr₁ — obrotowy lub klawiszowy
- Pr₂ — obrotowy
- Pr₃ — błyskawiczny

Transformator sieciowy, wg opisu
Transformator tonu, wg opisu
Gniazda radiowe — 5 szt.
Diody Zenera BZ1/C6V2
Neonówka o napięciu zapłonu 220 V
Tranzystor TG 4 lub TG 5.

Prąd siatki oscylatora powinien wynosić na wszystkich zakresach 100 do 200 mikroamperów, niezależnie od położenia kondensatora strojeniowego. Większe rozbieżności mogą być poprawione przez odpowiednie dobranie wielkości tłumiącej (Zt). Zbyt mała amplituda drgań oscylatora może doprowadzić do wygaszenia neonówki, co będzie oznaczało, że prąd pobierany przez lampę jest za duży. Skalowanie generatora należy przeprowadzić dwutorowo. Przy porównywaniu generatora z nadajnikiem o znanej częstotliwości fali nośnej dokonujemy korekty, kiedy wskazówka jest ustawiona na początku skali (niższe częstotliwości — dłuższa fala) rdzeniami cewek, a przy ustawieniu wskazówki kondensatora strojeniowego na końcu skali (wyższe częstotliwości — krótsza fala) za pomocą trymerów cewek obwodów rezonansowych.

Dopiero po takim przygotowaniu można przystąpić do ostatniej fazy skalowania, kiedy po włożeniu konstrukcji do wnętrza obudowy wystąpi ponownie, nieznaczne rozstrojenie poszczególnych zakresów, wywołane zmianami pojemności (wynikającymi z nałożenia obudowy). Na ogół, przy starannym ekranowaniu, zmiany te są niewielkie i po ponownym wyjęciu konstrukcji z obudowy ustawiamy tak rdzenie i trymery cewek, że po założeniu obudowy otrzymamy właściwe częstotliwości dla danych zakresów.

Najlepsze wyniki osiąga się stosując do skalowania inny dokładny generator, względnie miernik częstotliwości, i na podstawie ich wskazań wykreślając krzywą korekcyjną dla wszystkich zakresów generatora (jeśli zajdzie tego potrzeba).

W podobny sposób można postępować korzystając ze znanych częstotliwości fal nośnych nadajników radiofonicznych, ale jest to trudniejsze i wymaga doświadczenia.

Inż. Jerzy Brdułak