

METODY DOBORU LAMP ZASTĘPCZYCH

1. Wprowadzenie

Od początku rozwoju radiotechniki doskonalono lampy elektronowe. Na rynek wprowadzano nowe typy lamp o coraz lepszych parametrach, różniące się sposobem i wartością napięcia żarzenia, wyprowadzeniem na zewnątrz elektrod oraz rodzajem cokołu. Dlatego wybór właściwej lampy zastępczej nie jest sprawą łatwą, tym bardziej, że nie każdą lampę można zastąpić bezpośrednio inną.

Dla kolekcjonerów, którzy chcą zachować dawny styl odbiornika wszelkie zmiany wyglądu wnętrza odbiornika stają się nie do przyjęcia. Odstępstwa od oryginału podczas stosowania lamp zastępczych mogą dotyczyć przede wszystkim zmian w wyprowadzeniu siatki sterującej lampy oraz ewentualnej zamiany podstawki, natomiast w mniejszym stopniu przecokołowania lampy.

Są jednak sytuacje, w których zastosowanie lampy zastępczej staje się nieuniknione, ponieważ tylko niewielka część wyprodukowanych lamp w stanie sprawności dotrwała do naszych czasów. Znaczna część odbiorników radiowych trafiała na strychy i do piwnic z powodu niesprawności przynajmniej jednej lampy, którą już wtedy trudno było zdobyć. Epoka odbiorników lampowych odeszła od nas w tempie, którego nikt nie był w stanie przewidzieć. Kosmiczne tempo ucieczki jakże pięknej ery „lampowców” w otchłań historii spowodowało spore zainteresowanie kolekcjonerstwem starych odbiorników radiowych. Bakcylem kolekcjonerstwa odbiorników retro zarażają się coraz częściej ludzie młodzi, dla których lampa radiowa stanowi relikwium przeszłości.

Podobny los podzieliły również książki dotyczące radiotechniki lampowej. Biblioteki w ramach odnawiania księgozbioru masowo pozbywały się książek z tej dziedziny. Obecnie tylko Biblioteka Narodowa ma obowiązek przechowywania i udostępniania literatury technicznej z tamtego okresu.

Na aukcjach internetowych wystawiane na sprzedaż lampy pochodzą głównie z ostatniego okresu ich produkcji zarówno krajowej jak i zagranicznej. Dominują jednak najczęściej lampy produkcji byłego ZSRR.

Wybór lampy powinien być dokładnie przeanalizowany pod kątem pełnionej funkcji w odbiorniku. Najpopularniejsza aukcja internetowa, gdzie można nabyć lampy to:

[sprzęt RTV i AGD Elektronika > Elektronika > Części elektroniczne > lampy.](#)

Po wstępnych uwagach należy zatem zadać dwa podstawowe pytania:

Czy należy stosować lampy zastępcze?

Kiedy trzeba stosować lampy zastępcze ?

2. Rodzaje najpopularniejszych lamp odbiorczych i okres ich produkcji

Tabela 1. Oznaczenia popularnych lamp elektronowych produkcji europejskiej

Pierwsza Litera(seria lamp)	Sposób zasilania obwodu żarzenia	Druga litera	Cyfry	Rodzaj cokołu
A	Napięcie żarzenia 4V doprowadzane równolegle	Dioda detekcyjna	1÷10	Cokół bocznostykowy
B	Żarzenie szeregowo 180mA	Pod wojna dioda	1÷10	
C	Żarzenie szeregowo 200mA	Trioda napięciowa	1÷10	Cokół bocznostykowy
D	Napięcie żarzenia 1,4V doprowadzane równolegle	Trioda mocy		
E	Napięcie żarzenia 6,3V doprowadzane równolegle. Żarzenie pośrednie z sieci prądu przemiennego lub akumulatora	Tetroda mocy	1÷99	Cokół bocznostykowy, seria stalowa, rimlok, nowal, heptal
K	Napięcie żarzenia 2V doprowadzane równolegle. Żarzenie bezpośrednie	Oktoda	1÷10	Cokół nóżkowy, bocznostykowy
P	Żarzenie szeregowo 300mA	Układy specjalne	80÷9 9	Cokół nowalowy (lampy telewizyjne)
U	Żarzenie szeregowo 100mA	Brak oznaczenia	1÷99	Cokół bocznostykowy(cyfry od 21 do 29), seria stalowa (cyfry od 11 do 19), nowal,
V	Żarzenie szeregowo 50mA	Brak oznaczenia	1÷19	XXXX, seria stalowa, cokół wtyczkowy
Seria oktalowa	Żarzenie równoległe – oznaczenie wartości napięcia za pomocą pierwszej cyfry	Jedna litera lub dwie	Litera lub litery	Cokół oktalowy

Tabela 2.Okres produkcji poszczególnych rodzajów lamp

Seria lampy	Początek produkcji	Zakończenie produkcji
Nóżkowa	Produkcja od 1920r	1945r.
A	Produkcja od 1933r.	Produkowane na Węgrzech, w Czechosłowacji, NRD do końca lat 50.
B, C	Produkcja od 1933r.	1945r.
D		
E	Seria stalowa od 1937r, seria loktalowa od 1938r, seria rimlok i nowalowa od lat 50	Seria stalowa produkowana w NRD do lat 60. Seria rimlok i nowalowa do lat 70.
K	W wersji nóżkowej od 1920r. W wersji bocznostykowej od 1933r.	1945r.
P	Od lat 50	Do lat 70÷80.
U	loktalowa od 1938r. Nowalowa od lat 50	Seria loktalowa do lat 70. Seria nowalowa do lat 70÷80.
V	Od połowy lat 30	1945r.
Seria oktalowa	W USA od 1934r. W Europie od 1937r	W ZSRR produkowano do połowy lat 70.

3. Ogólna charakterystyka lamp

Jak wspomniano uprzednio dobieranie lamp zastępczych nie jest czynnością prostą, ponieważ związane jest najczęściej z wykonaniem drobnych z pozoru przeróbek w układzie odbiornika, a niekiedy bardziej złożonych. Jedno ze znaczących utrudnień wynika stąd, że część lamp była żarzona w układzie równoległym (serie oparte na oznaczeniach literowych i cyfrowych typu nóżkowego, jak np. **RES**, **REN** oraz lampy serii **A**, **E**, **K**, lampy oktalowe). Pozostała grupa, to lampy żarzone w układzie szeregowym serii **C**, **P**, **U**, **V**.

Ponadto należy wyodrębnić, z punktu doboru lamp zastępczych dodatkowy podział lamp na dwie odrębne grupy. Do pierwszej grupy można zaliczyć następujące rodzaje lamp:

- lampy najstarszej generacji czyli lampy serii nóżkowej o napięciu żarzenia 4V, w których anoda lub siatka sterująca były wyprowadzane w cokole lampy,
- lampy starszej generacji czyli lampy serii nóżkowej o napięciu żarzenia 4V, w których anoda lub siatka sterująca były wyprowadzane w postaci metalowej główki lub zacisku gwintowanego z nakrętką na bańce lampy lub z boku na cokole,

- lampy o wyprowadzonej siatce sterującej w postaci metalowej główki o średnicy 9,5mm (lampy serii A i C o cokole bocznostykowym oraz niektóre typy lamp serii E). Jest to tak zwana seria czerwona wprowadzona na rynek przez firmę Philips (lampy serii E wyposażone w cokół bocznostykowy)
- niektóre rodzaje lamp serii oktalowej posiadające wyprowadzenia siatki sterującej w postaci metalowej główki o średnicy 6,5mm.

Do drugiej grupy należą pozostałe typy lampy, w których siatka sterująca posiada wyprowadzenie w cokole. Do tej grupy należą a niektóre rodzaje lamp serii **D, E, K, P, U, V**.

Niektóre lampy głośnikowe na ogół miały wyprowadzone siatki sterujące w cokole, z wyjątkiem niektórych rodzajów jak np. **ABL1, EBL1, VL4**.

4. Zasady dobierania lamp zastępczych w odbiornikach ze wzmocnieniem bezpośrednim

4.1. Właściwości lamp stosowanych w odbiornikach o bezpośrednim wzmocnieniu

Jak wiadomo podstawowymi parametrami lamp są : nachylenie charakterystyki S_a , oporność wewnętrzna ρ_a i współczynnik wzmocnienia (amplifikacji) K oraz pojemność anoda-siatka dla triod pracujących we wzmacniaczu wielkiej częstotliwości. Dla triod dawnych typów nachylenie charakterystyki nie przekraczało na ogół wartości 2 mA/V, oporność wewnętrzna wynosiła ok. $10 \div 15 \text{ k}\Omega$, a współczynnik amplifikacji rzadko przekraczał wartość 20 V/V. Triody te charakteryzowały się również zbyt dużą pojemnością anoda - siatka, powodującą pasożytnicze sprzężenia i oscylacje. Triody odbiorcze małej mocy, pochodzące z lat pięćdziesiątych miały pojemność anoda - siatka od 2,2 do 8 pF, natomiast triody wielkiej częstotliwości, z okresu schyłku produkcji lamp odbiorczych, miały pojemność C_{as} nawet poniżej 2pF. W tabeli 3 zestawiono orientacyjne wartości parametrów triod małej mocy.

Triody napięciowe dawnego typu nie wiele się od siebie różniły i łatwo można je wzajemnie zastępować. Istotne różnice występują między triodą napięciową a triodą mocy. W odbiornikach wyposażonych w głośnik magnetyczny można triody mocy wzajemnie zastępować bez wyraźnego pogorszenia jakości odbioru, zmieniając jedynie ich punkt ich pracy lampy.

Tabela 3. Orientacyjne wartości współczynników charakterystycznych triod

Rodzaj żarzenia	Zastosowanie	Nachylenie Charakterystyki S_a [ma/V]	Współczynnik Wzmocnienia K [V/V]	Oporność wewnętrzna ρ_a [k Ω]
Pośrednie	lampa wyjściowa	2,5 ÷ 10	5 ÷ 15	1 ÷ 5
	wzmacniacz w.cz. lub detektor	3,5 ÷ 6,5	15 ÷ 90	4 ÷ 20
Bezpośrednie	lampa wyjściowa	2 ÷ 4	2 ÷ 10	1 ÷ 4
	wzmacniacz m.cz.	0,9 ÷ 1,8	10 ÷ 35	4 ÷ 12
	wzmacniacz w.cz. lub detektor	0,7 ÷ 1,5	15 ÷ 50	20 ÷ 80

4.2. Dobór lamp zastępczych

Aby uruchomić odbiornik starszego typu można skorzystać z triod produkcji rosyjskiej o cokole oktalowym serii E o napięciu żarzenia 6,3V. Nie występują one w asortymencie zbyt licznym w porównaniu z pentodami, ale mają siatki wyprowadzone w cokole, jak dawne lampy. Polecam triody: **6C4 (6F5)**, **6C4C**, **6C5C (6C5)**, **6C6 (6B4G)** oraz triodę **6C1II** o cokole nowalowym. Można również wykorzystać jedną połowę podwójnej triody, to jest lampy: **6H7C**, **6H8C**, **6H9C** lub podwójne triody o cokole nowalowym: **6H2II**, **6H3II**, **6C8II**. Nachylenia charakterystyk tych lamp nie różnią się znacznie od nachyleń lamp dawnych. Natomiast mają one większą oporność wewnętrzną i współczynnik wzmocnienia. Większa oporność wewnętrzna mniej tłumia obwód rezonansowy, co poprawi selektywność odbiornika. Punkt pracy dla lampy należy wybrać na prostoliniowej części charakterystyki, zarówno dla lampy pracującej, jako wzmacniacz w. cz., jak również dla lampy detekcyjnej z reakcją.

Dodatkowe trudności mogą wystąpić przy uruchamianiu odbiornika jeżeli skorzystamy z triod serii heptalowej (siedmio-nóżkowej), przykładowo takich jak: **EC 92**, **EC 93**, **EC 95** itd. oraz lamp serii nowalowej **ECC81**, **ECC82**, **ECC88**. Znacznie lepsze parametry tych lamp w porównaniu z parametrami lamp starej generacji mogą powodować łatwe wzbudzenie się odbiornika.

W przypadku odbiorników bateryjnych należy postępować ostrożniej, ponieważ dawne lampy serii K miały żarzenie 2V, a najnowszej generacji lampy bateryjne serii **D** 1,2 lub 1,4 V oraz popularne lampy bateryjne stosowane w odbiorniku Szarotka. W numerze 11 miesięcznika Radioamator z roku 1965 podano tabelę radzieckich odpowiedników lamp nóżkowych serii **R**. Natomiast w numerze 9 z 1959 roku zamieszczony jest artykuł pt. "Parametry pentody pracującej jako trioda". Umożliwia on obliczenie podstawowych parametrów pentody, która może pracować jako trioda.

W odbiornikach prostych, pochodzących z drugiej połowy lat trzydziestych, powszechnie stosowano pentody o cokole bocznostykowym serii **A, C, E** i stosunkowo rzadko **V**. Nie należy stosować w odbiornikach prostych pentod regulacyjnych, ponieważ mogą wystąpić znaczne zniekształcenia podczas pracy odbiornika spowodowane przesunięciem charakterystyki w nieliniowy zakres pracy lampy.

Ostatnim zagadnieniem jest zastępowanie triod napięciowych i mocy (głośnikowych) lampami najnowszej generacji. Triody mocy w najstarszych typach odbiorników współpracowały z głośnikiem typu magnetycznego o oporności kilkunastu kiloomów. Asortyment triod mocy najnowszej generacji spełniający taki warunek nie jest zbyt liczny. W tym przypadku istnieje możliwość zastosowania pentody w układzie pracy triody. Tak są fabrycznie dostosowane następujące lampy: **EF96, 6F6G, EL 50, 6SJ7**. Do tego celu można również zastosować dosyć popularne pentody mocy, które mają siatkę trzecią nie połączoną bezpośrednio z katodą (np. **EL34, E80L, EL81, E81L, EL83**). Przy zastępowaniu w odbiornikach prostych triod detekcyjnych lampami współczesnymi należy wybierać lampy o dużej oporności wewnętrznej, aby jak najmniej tłumili wejściowe obwody rezonansowe, co poprawia selektywność odbiornika.

Zastępowanie starszych typów lamp współczesnymi lampami można dokonać jedynie przez zamianę podstawki lampowej lub przez przecokołowywanie.

5. Zasady dobierania lamp zastępczych w odbiornikach superheterodynowych

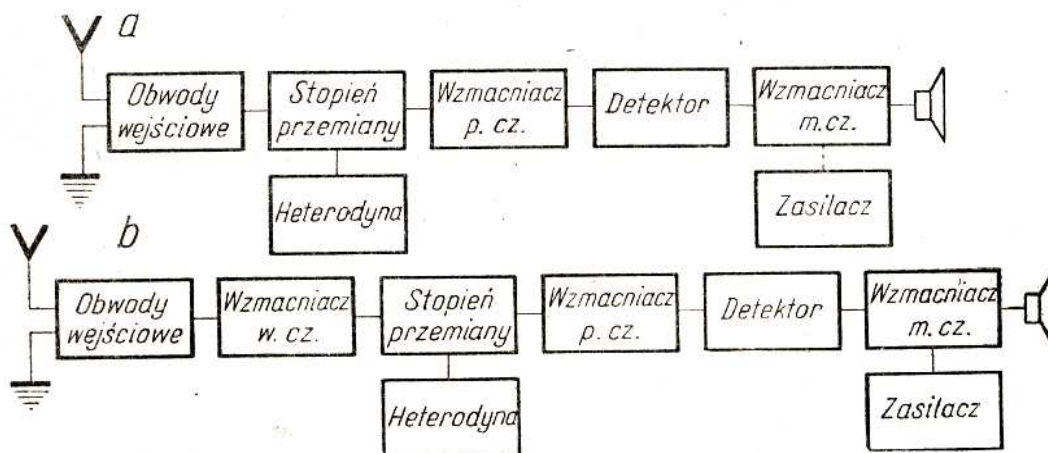
5.1 Budowa odbiornika superheterodynowego

Pierwsze odbiorniki z przemianą częstotliwości były wyposażone w lampy serii nóżkowej. Układy przemiana częstotliwości i wzmacniacza sygnałów częstotliwości pośredniej były

zbudowane na heptodach (np. **RENS 1224**, **RENS 1234**). Punktem przełomowym w rozwoju konstrukcji tych odbiorników było wprowadzenie lamp wielosiatkowych i podwójnych z serii bocznostykowej a następnie oktalowej i loktalowej oraz elektronowego wskaźnika dostrojenia.

O wiele trudniej jest dobrać lampy zastępcze do odbiorników superheterodynowych niż do odbiorników prostych. W celu łatwiejszego omówienia tej problematyki skorzystamy ze schematu blokowego odbiornika superheterodynowego przedstawionego na rysunku 1. Odbiornik superheterodynowy wyższej klasy jest wyposażony we wzmacniacz wielkiej częstotliwości, dodatkowy wzmacniacz pośredniej częstotliwości z obwodem automatycznej regulacji wzmocnienia, elektronowy wskaźnik dostrojenia oraz rozbudowany wzmacniacz małej częstotliwości (układ przeciwsobny).

Odbiorniki superheterodynowe starszej generacji (pochodzące głównie z produkcji do końca lat czterdziestych) były przystosowane wyłącznie do odbioru sygnałów z modulacją amplitudy.



Rys. 1. Schemat blokowy odbiornika superheterodynowego

a. odbiornik bez wzmacniacza w.cz.

b. odbiornik ze wzmacniaczem w.cz.

Dopiero wraz z wprowadzeniem emisji na UKF (pod koniec lat czterdziestych) rozpoczęto produkcję odbiorników przystosowanych dodatkowo do odbioru tego zakresu częstotliwości.

5.2. Dobieranie lamp zastępczych w poszczególnych blokach odbiornika

5.2. 1. Wzmacniacz wielkiej częstotliwości

Głównym celem stosowania takiego wzmacniacza było zwiększenie czułości i selektywności oraz zmniejszenie szumów na wyjściu odbiornika.

Odbiorniki z przemianą częstotliwości wyposażone we wzmacniacz w. cz. (zazwyczaj selektywny) można łatwo rozpoznać, ponieważ mają przeważnie potrójny kondensator strojeniowy. Jednym ze znanych wyjątków jest odbiornik produkcji krajowej "Eroica". Jest on bowiem wyposażony w szerokopasmowy rezystancyjny wzmacniacz w. cz. i dlatego ma tylko podwójny kondensator strojeniowy. Poprawa parametrów odbiornika została osiągnięta przez zastosowanie nisko szumiących pentod w. cz., zwanych selektodami. Odbiorniki niższej klasy, w których obwody wejściowe dołączane są wprost do mieszacza mają niewielką czułość ze względu na dużą oporność szumową wieloelektrodowych lamp przemiany częstotliwości (heptoda, oktoda). Najmniejszą oporność szumów mają triody (około 500Ω), ale ich stosowanie jest utrudnione ze względu na dużą własną i szkodliwą pojemność siatka-anoda. Powoduje ona bowiem zmniejszanie wzmocnienia wraz ze wzrostem częstotliwości. Neutralizacja tej pojemności C_{as} jest utrudniona w odbiornikach przystosowanych do odbioru sygnałów z modulacją AM, ponieważ do są w nich zbyt mocno "rozciągnięte" podzakresy odbieranych częstotliwości. Triody znalazły zastosowanie dopiero w zakresie UKF dlatego, że zakresy przestrajanych częstotliwości są węższe i można łatwo zneutralizować szkodliwą pojemność C_{as} , wykorzystując cenną zaletę triody, jaką jest niska rezystancja szumów.

Do budowy wzmacniaczy w. cz. w odbiornikach zakresu długofalowego, średniofalowego i krótkofalowego zastosowano pentody regulacyjne (selektody) o nie wielkiej oporności szumów ($1 \div 5k\Omega$) w stosunku do lamp przemiany częstotliwości ($70k\Omega$). Parametr ten jest bardzo ważny, ponieważ opór szumów lampy jest jednym ze składowych całkowitego oporu szumów obwodu i warunkuje poprawny odbiór sygnałów od dalekich stacji. Wraz ze wzrostem częstotliwości szum anteny i obwodów wejściowych jest mniejszy od szumu lampy we wzmacniaczu wstępnym.

Odbiorniki 1 klasy produkowało wiele firm już w latach trzydziestych, zanim problematyka szumów w lampach doczekała się należytego rozpoznania (rok 1939). Potrafiono już wtedy produkować niskoszumne pentody (np. **RENS 1234**, **RENS1234**, **EF 13**) oraz niskoszumne heksody (**EH 1**, **EF 8**). Heksoda **EF 8** była produkowana tylko przez firmę Philips

i stosowana w odbiornikach ich produkcji, a występująca w nazwie litera F sugeruje, że jest to pentoda, a nie heksoda (obecnie stanowi ona rarytas kolekcjonerski i trudno ją zastąpić inną lampą).

Drugim ważnym parametrem lamp pracujących we wzmacniaczu w cz. Jest zdolność do odbioru sygnałów o małej i dużej amplitudzie. Taką właściwość posiadają pentody o zmiennym nachyleniu charakterystyki, zwane pentodami regulacyjnymi lub selektodami.

Wzmocnienie wzmacniacza w. cz. w odbiorniku nie jest zbyt duże. Wynosi około $15 \div 20V/V$ i maleje w zakresie fal krótkich, chociaż współczynnik amplifikacji lampy może wynosić kilka tysięcy. Nachylenie charakterystyki tych lamp nie jest duże i wynosi około $1,3 \div 4,4$ mA/V. Duża wartość oporności wewnętrznej, rzędu miliona omów, przyczynia się do poprawy selektywności. Jednocześnie wartość pojemności siatka-anoda jest zwykle mniejsza od 0,01pF, co pozwala na uzyskanie dużej stabilności pracy wzmacniacza.

Najczęściej stosowanymi w odbiornikach pentodami regulacyjnymi są: **AF 3, CF 3, EF 3, EF 5, EF 9, EF 11, EF 13, EF 22, EF 89**. Do mniej popularnych należą: **EF 81, EF 82, EF 85, EF 92, EF 93**. Należy podkreślić, że lampy **EF 13 i EF 89** są najbardziej udanym i niskoszumnymi pentodami regulacyjnymi.

Do najpopularniejszych pentod regulacyjnych produkcji rosyjskiej(również amerykańskiej europejskiej) należą: **6K3 (6SK7), 6K4 (6SG7), 6K4II, 6K7, 6K9**.

Do najpopularniejszych heksod stosowanych we wzmacniaczach wstępnych w. cz. należą: **REN 1824, RENS 1224, RENS 1384, AH 1, CH 1, EH 1** oraz **EF 8**. Najbliższym odpowiednikiem heksody **EF 8** jest heksoda produkcji rosyjskiej **6J17**.

Spośród wymienionych typów pentod regulacyjnych najbardziej dostępne są: **EF 22, EF 89** oraz pentody produkcji rosyjskiej: **6K3, 6K4, 6K4II, 6K7**. Jako lamp regulacyjną we wzmacniaczu w.cz. powinno się wybrać pentodę regulacyjną o dużym stosunku S_a/C_{as}

5.2.2. Realizacja praktyczna zamiany lamp

W najprostszym przypadku procedura zamiany lampy ogranicza się do wstawienia innej lampy do podstawki i przeprowadzenia zmian w jej obwodzie żarzenia (np. zamiana lampy **AF 3** na lampę **EF 7** lub **6K7** pociąga za sobą konieczność podwyższenia napięcia żarzenia z 4V na 6,3V). Przy zamianie lamp tego samego rodzaju, ale o odmiennych cokołach zaleca się jednak zmienić podstawkę, jeżeli mamy co najmniej jedną w pełni sprawną lampą danego typu zastępującą lampę oryginalną .

Można również wykonać cokół przejściowy, do którego wkładamy nową lampę. Cokół przejściowy ma tę zaletę, że nie trzeba dokonywać w większości przypadków przeróbek w odbiorniku, co w niektórych typach odbiorników może być bardzo trudne do wykonania. Przebudowa stopnia wzmacniacza w cz. wiąże się z doбором nowych napięć zasilających anodę, siatki, a czasem i napięcia żarzenia. Zastępując starszy typ lampy we wzmacniaczu w. cz. nowoczesną lampą **EF 89** można skorzystać z typowego rozwiązania zastosowanego w bardziej nowoczesnych odbiornikach, gdzie ten typ lampy był stosowany. W przypadku lamp **EF 22** czy **EF 89** należy koniecznie do cokołu starej lampy wstawić podstawkę lokalową (lampa **EF 22**) lub nowalową (lampa **EF 89**) i wykonać odpowiednie połączenia elektrod. Połączenia należy wykonywać starannie oczyszczonym i wstępnie ocynowanym drutem o średnicy $0,4 \div 0,5\text{mm}$ w koszulce izolacyjnej, najlepiej tzw. "olejowej". Źle wykonane połączenie lutowane może utrudnić uruchamianie odbiornika. Przed włożeniem lampy należy sprawdzić wszystkie połączenia omomierzem. Do nóżek lamp lokalowych i nowalowych nie można bowiem przylutować przewodów bez użycia kwasu. Podczas takiego przylutowania przewodu można uszkodzić lampę przegrzewając zbyt mocno jej nóżkę lampy.

Przewody obwodu siatki sterującej i anody powinny być od siebie odsunięte, ponieważ o wartości szkodliwej pojemności pasożytniczej siatka-anoda decydują również pojemności montażowe.

W przypadku odbiorników, które były wyposażone w lampy serii **C** lub **V**, z powodu ogromnych trudności w zdobyciu w pełni sprawnych lamp tych serii, polecałbym zastąpienie ich lampami produkcji rosyjskiej. Wiązałoby się to oczywiście z całkowitą wymianą podstawek lampowych. Lepiej jest dokonać zdecydowanych przeróbek i zamienić podstawki, ponieważ i tak trzeba zmienić układ zasilania i wstawić transformator sieciowy o wymaganej mocy. Ostateczna decyzja dotycząca wyboru lampy zastępczej zależy od rodzaju wyprowadzenia siatki sterującej, aby zachować ten sam styl odbiornika.

5.3. Stopień przemiany częstotliwości i wzmacniaczu pośredniej częstotliwości

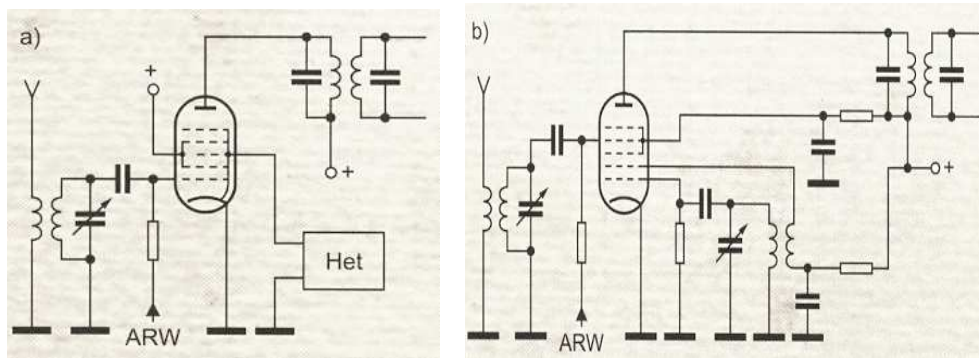
5.3.1. Uwagi ogólne

Stopień przemiany częstotliwości jest głównym blokiem odbiornika superheterodynowego, ponieważ od niego w dużym stopniu zależy jakość odbieranych audycji. W stopniu

przemiany odbiorników długo, średnio i krótkofalowych stosowane były lampy wielosiatkowe, których asortyment nie był zbyt liczny w porównaniu z innymi typami lamp odbiorczych. Lampy niektórych serii (np. **CCH1**, **CK2**, **EK3**, **VCH11** itd.) są bardzo trudne do zdobycia.

W odbiornikach lampowych można spotkać następujące układy uzyskiwania sygnału o częstotliwości pośredniej:

- układ mieszacza z odrębną lampę generacyjną (heterodyną),
- układ z mieszaczem i heterodyną umieszczonymi w jednej bańce lampy ze wspólnym strumieniem elektronów emitowanych z katody,
- układ z mieszaczem i heterodyną umieszczonymi w jednej bańce lampy, ale rozdzielonymi strumieniami elektronów.



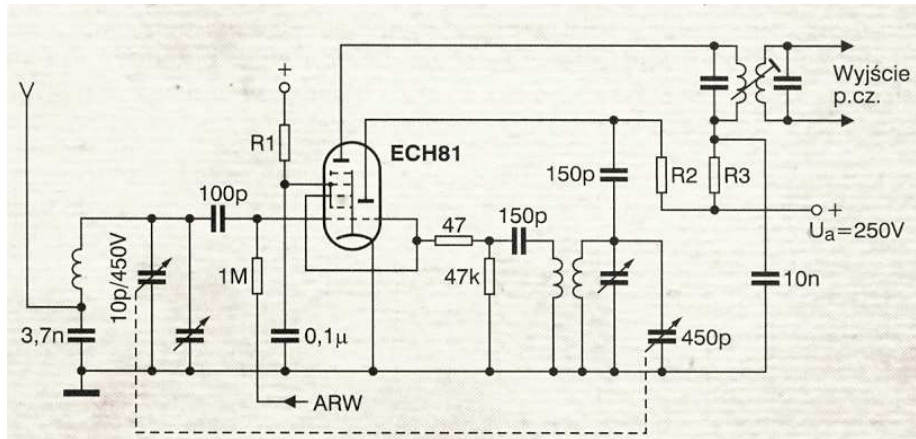
Rys.2. Układ przemiany dwusiatkowej z heptodą

a. z heterodyną zewnętrzną

b. z heterodyną własną

W odbiornikach AM stosowany był układ przemiany dwusiatkowej, w którym na jedną siatkę podawane było napięcie sygnału pochodzącego z obwodów wejściowych, a na drugą napięcie sygnału heterodyny. Podstawową zaletą przemiany dwusiatkowej jest zmniejszenie sprzężenia między sygnałem przychodzącym z obwodu wejściowego a sygnałem z heterodyny. Jest to zrealizowane przez wprowadzenie dodatkowej siatki ekranującej umieszczonej pomiędzy siatkami sygnałowymi. Przemiana dwusiatkowa mogłaby więc być zrealizowana na pentodzie, która ma trzy siatki. Takie układy były stosowane np. przez firmę Telefunken. Sygnał radiowy z obwodów wejściowych był podawany na siatkę S_1 pentody **RENS 1894**, a sygnał z heterodyny doprowadzany do katody. Po zastosowaniu heksod (np. **RENS 1824**) sygnał z obwodów wejściowych był doprowadzony do siatki S_1 , a heterodyna była zbudowana z użyciem siatek S_3 i S_4 . Rolę ekranu pełniła siatka S_2 . Układ przemiany realizowany na heksodzie ma istotną wadę,

polegającą na zrywaniu drgań heterodyny przy zbyt dużej ujemnej polaryzacji siatki S_1 . Drugą wadą takiego układu przemiany jest jego mała oporność wewnętrzna, powodująca silne tłumienie obwodu selektywnego pośredniej częstotliwości, włączonego w obwód anodowy lampy.



Rys. 3. Typowy układ przemiany dwusiatkowej z rozdzielonym strumieniem elektronów zrealizowany na triodzie heptodzie

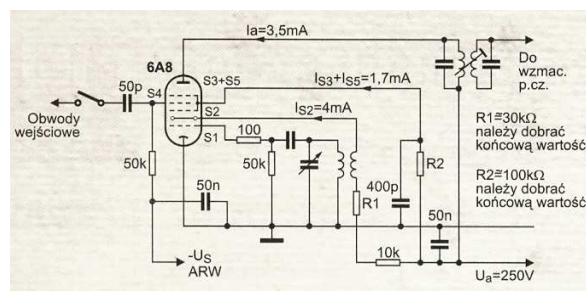
Lampy czterosiatkowe (heksody np. **RENS 1824**) były stosowane, jako lampy mieszające tylko w najstarszych typach odbiorników. Natomiast stosowano je często we wzmacniaczu w. cz. (np. **RENS 1834**). Heksoda jest w pewnym sensie lampą uniwersalną i w zależności od sposobu wyprowadzenia siatek i ich wzajemnych połączeń może pracować, jako mieszacz albo jako wzmacniacz w. cz. (np. siatka 2 i 4 mogą być połączone wewnątrz lampy). Heksodami stosowanymi tylko w starszych typach odbiorników są: **E448 (RENS1224)**, **E449 (RENS 1234)**, **AH1**, **CH1**). Obecnie te lampy należą do rarytasów kolekcjonerskich. Heksody nie znalazły jednak szerszego zastosowania, jako oddzielne lampy mieszające. Dopiero powszechnie zastosowane w układach mieszania i przemiany znalazły lampy mające pięć siatek (heptody) i lampy z sześcioma siatkami (oktody).

Układy przemiany, w których były stosowane oddzielne lampy generacyjne (heterodyny) występowały dość często w odbiornikach wysokiej klasy produkowanych w byłym ZSRR i USA. Były one realizowane najczęściej na pięciosiatkowych heptodach, jako lampach mieszających: **6A7 (6SA7)**, **6J17**, **6A2II (EK90)**. Lampą generacyjną była zwykle trioda napięciowa np. **6J5 (6C2C)**.

Inna odmiana heptody (lampy pięciosiatkowej), nazywana pentagridem, znalazła szerokie zastosowanie w układach przemiany częstotliwości w odbiornikach produkowanych głównie w byłym ZSRR i USA. Podstawowa różnica między zwykłą heptodą a pentagridem polega na tym, że w pentagridzie siatka piąta S_5 nie jest połączona z katodą (jak w zwykłej heptodzie), lecz jest połączona z siatką trzecią S_3 (wewnątrz lampy). W ten sposób na pentagridzie można zbudować jednocześnie mieszacz i generator lokalny (heterodynę).

Na rysunku nr 2 przedstawiono przykłady najczęściej stosowanych układów z heptodą, jako mieszaczem (z oddzielną heterodyną) i heptody (pentagrid) jako układu przemiany z wewnętrzną heterodyną.

Układ przemiany zbudowany na pentagridzie pracuje ze wspólnym strumieniem elektronów emitowanych przez katodę. Zatem w takim układzie jednolampowej przemiany można wyróżnić dwa układy lampowe ze wspólnym strumieniem elektronów. Pierwsza lampa jest heterodyną (K, S_1, S_2). Siatki S_3 i S_5 pełnią rolę ekranów neutralizujących wpływ siatki S_4 na siatkę S_1 . Zadaniem siatki S_3 jest także zmniejszenia pojemności występującej pomiędzy siatkami S_1 i S_4 . Drugą lampę pracującą jako tetroda (występuje efekt dynatronowy) tworzą siatki S_4, S_5 i anoda pentagridu. W tym przypadku rolę katody pełni chmura elektronów (emitowanych z katody), która znajduje się pomiędzy siatką S_3 i S_4 w wyniku występowania ujemnego potencjału na siatce S_4 . Typowy schemat układu przemiany zbudowany na pentagridzie 6A8 pokazany jest na rysunku 4.



Rys.4. Schemat układu przemiany częstotliwości na pentagridzie 6A8

Na strumień elektronów z katody wpływa siatka S_1 a tym samym na ładunek przestrzenny znajdujący się pomiędzy S_3 i S_4 , czyli oddziałuje na niego z częstotliwością drgań heterodyny. Przy zbyt silnych sygnałach przychodzących na siatkę S_4 może wystąpić znane w odbiornikach reakcyjnych zjawisko przeciągania, polegające na oddziaływaniu sygnału z siatki S_4 na częstotliwość drgań heterodyny (wpływ na prąd anodowy).

Na siatce heterodyny w układzie pentagridu (S_1), powinien występować sygnał (napięcie) o dostatecznie dużej amplitudzie i dlatego obwód strojony powinien być włączony do obwodu S_1 a nie S_2 . Wadą tego typu układów przemiany jest trudność uzyskania wystarczająco dużych amplitud drgań heterodyny w zakresie krótkofalowym. Wada ta wynika ze zbyt dużej oporności wewnętrznej i małego nachylenia charakterystyki części triodowej utworzonej z **K**, **S₁**, **S₂**. Regulacja wzmacnienia (np. przez ARW) może być stosowana jedynie na falach długich i średnich. Na falach krótkich może być obserwowany jej wpływ na częstotliwość heterodyny. Najpopularniejszym pentagridem jest lampa produkcji rosyjskiej 6A8. Również pod taką samą nazwą występowała ta lampa w USA i wielu krajach europejskich.

Udoskonaloną lampą przemiany stała się oktoda poprzez dodanie do heptody jeszcze jednej siatki zwanej siatką zerową (jest na potencjale katody). Popularne oktody **AK1**, **AK2**, **EK2** miały konstrukcję podobną do heptod. Wprowadzenie siatki S_6 spowodowało usunięcie efektu dynatronowego w części tetrodowej lampy, ponieważ tetroda zmieniła się w pentodę. Wzrosła oporność wewnętrzna lampy, co spowodowało zmniejszenie tłumienia obwodu rezonansowego filtra pośredniej częstotliwości w obwodzie anody lampy. Wzrosło zatem wzmacnienie lampy.

Przełomowym krokiem w konstrukcji układów przemiany było opracowanie tak zwanej oktody strumieniowej (**EK3**, **CK3**). Przez odpowiednie ukształtowanie elektrod stworzono oktodę o rozdzielonych strumieniach elektronów tworzących prąd anodowy w części generacyjnej lampy i części przemiany. Przez odpowiednie ukształtowanie strumienia elektronów wyeliminowano niekorzystny wpływ dwóch siatek czynnych na siebie w wyniku wyeliminowania chmury elektronów w postaci ładunku przestrzennego. Układ przemiany zbudowany na oktodzie strumieniowej ma zatem podobnie właściwości jak układ mieszania z oddzielną heterodyną. Możliwa jest, zatem pełna regulacja wzmacnienia przez zmianę ujemnego potencjału siatki S_4 (brak wpływu na pracę heterodyny). Lampa ta odznaczała się dobrymi właściwościami i stałością pracy na falach krótkich.

Trzecim i najpopularniejszym układem przemiany, który był stosowany aż do końca produkcji lampowych odbiorników był układ zbudowany na jednej lampie o całkowicie rozdzielonych strumieniach elektronów emitowanych z katody. Skonstruowano najpierw triody – heksody (**ACH 1**, **ECH 3**, **ECH 11**, **6K8**), a następnie triody – heptody (**ECH4**, **ECH 21**, **UCH 21**, **ECH 81**, **UCH 81**). W tych lampach nie występuje praktycznie wpływ siatek czynnych triody i heksody czy heptody na siebie. Opracowanie triod – heptod przyczyniło się prawdopodobnie do zaniechania produkcji na skalę masową oktod strumieniowych, ponieważ pod względem technologicznym były one trudniejsze w produkcji od triod – heptod.

5.3.2 Parametry układów przemiany

Układy przemiany częstotliwości charakteryzuje się następującymi właściwościami:

- Amplituda napięcia sygnału na wyjściu stopnia przemiany jest w przybliżeniu proporcjonalna amplitudy sygnału odbieranego. Ta liniowa zależność zachowana jest dla małych napięć sygnałów i obowiązuje dla dowolnego kształtu charakterystyk lampowych. Możliwy jest odbiór bez zniekształceń zarówno stacji dalekich jak i bliskich.
- Napięcie wyjściowe pośredniej częstotliwości występujące na anodzie lampy przemiany jest wprost proporcjonalne do amplitudy napięcia na siatce heterodyny. Im większą amplitudę ma napięcie doprowadzane z heterodyny do siatki lampy przemiany lub siatki lampy mieszającej, tym większe jest napięcie wyjściowe pośredniej częstotliwości przy niezmiennych pozostałych warunkach.
- Podwyższanie amplitudy napięcia zmiennego na siatce heterodyny jest uzasadnione tylko do pewnej granicy. Powyżej tej granicy napięcie pośredniej częstotliwości na anodzie lampy przemiany lub mieszającej zaczyna maleć.
- Wartość nachylenia charakterystyki przemiany S_p może wynosić zaledwie od 0,5 do 0,25 wartości nachylenia charakterystyki danej lampy S_a . Najczęściej wartość S_p wynosi 0,25 S_a . Należy o tym pamiętać podczas korekty punktu pracy dla nowej lampy zastępczej.

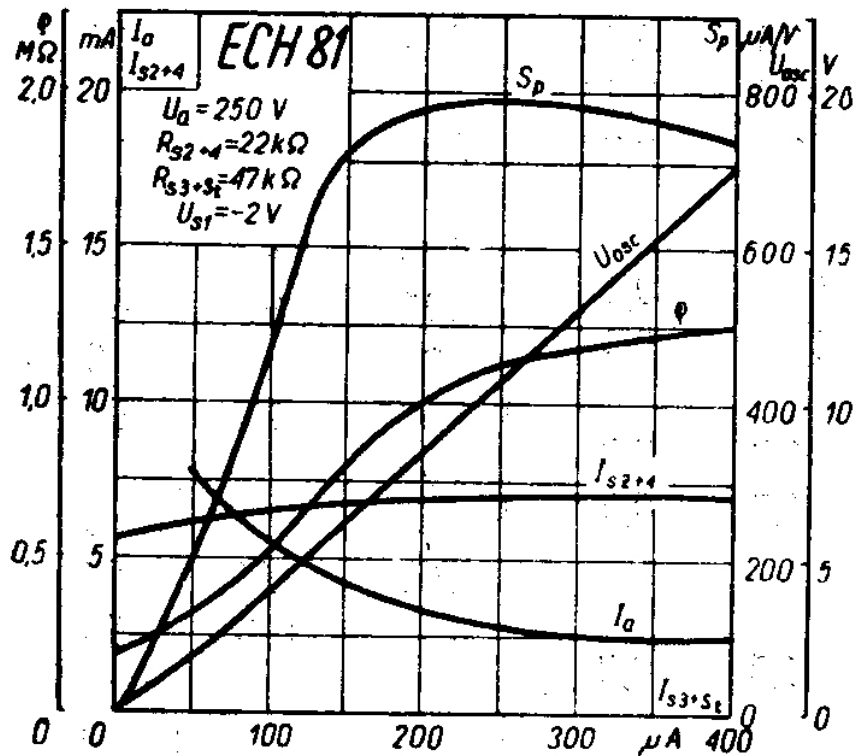
Spośród wszystkich lamp stosowanych w układach mieszania i przemiany częstotliwości najmniejsze zastosowanie znalazły heksody. Stosowano je początkowym okresie produkcji odbiorników superheterodynowych, później wykorzystywano do wzmacniania sygnałów wielkiej częstotliwości.

6. Rodzaje heterodyn stosowanych w układach przemiany i mieszania

Prawidłowa praca heterodyny zależna jest od wartości prądu siatki, którą można określić korzystając z charakterystyk lampy przemiany w funkcji prądu siatki heterodyny (np. zależność S_p od I_{s3} [μ A] dla lampy **ECH 81** pokazana jest na rysunku 5).

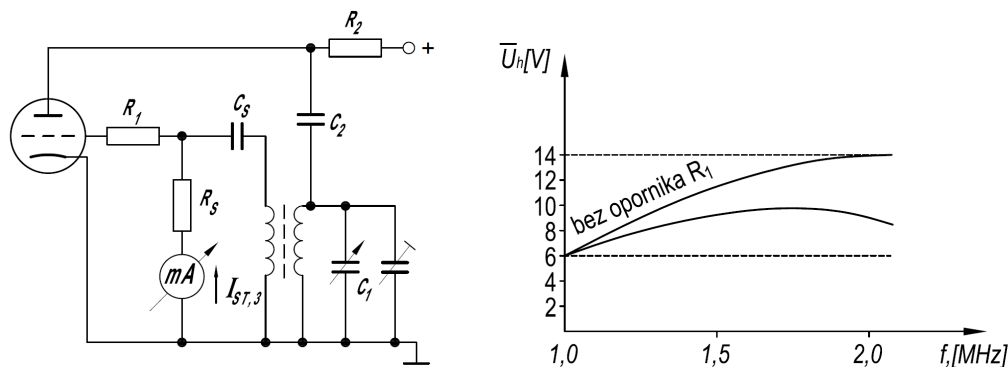
Aby zapewnić odpowiednie warunki pracy dla układu, należy wybrać punkt pracy zbliżony do klasy B. Praktycznie heterodyna powinna pracować w zakresie prądu siatki od 150 do 250 μ A. Sygnał z heterodyny będzie miał wtedy minimalną zawartość harmonicznych. Przepływ prądu siatki przez opornik siatkowy R_s wywołuje spadek napięcia stanowiący ujemne przedpięcie w lampie generacyjnej. Napięcie zmienne występujące na siatce

heterodyny jest w przybliżeniu równe ujemnemu napięciu polaryzacji siatki sterującej. W układach przemiany zbudowanych na triodzie- heksodzie na ogół amplituda heterodyny ma tendencję wzrostową wraz ze wzrostem częstotliwości.



Rys.5. Charakterystyki lampy przemiany w funkcji prądu siatki heterodyny dla przemiany dwusiatkowej

Chcąc ograniczyć tą tendencję należy wstawić niewielką rezystancję (dobraną doświadczalnie) w obwód siatki sterującej heterodyny. Powstanie wtedy dzielnik napięcia złożony z tej rezystancji i pojemności siatka- katoda, który będzie zmniejszał amplitudę napięcia dostarczaną na siatkę ze wzrostem częstotliwości. Ilustruje to rysunek 6. Dobór optymalnych warunków pracy heterodyny nie jest łatwo przeprowadzić, szczególnie po zmianie lamp, bo układy były projektowane dla określonego typu lampy.



Rys.6. Zależność amplitudy napięcia heterodyny U_h od częstotliwości dla układu z rezystorem R_1 i bez rezystora

7. Dobieranie lamp zastępczych

W najstarszych typach odbiorników w układach przemiany pracowały heksody. Były to lampy o cokole łożkowym, żarzone napięciem 4V i miały siatkę czynną S_1 wyprowadzoną na zewnątrz w górnej części bańki lampy. Taką lampę ta można zastąpić heptodą (pentagridem) **6A8** produkcji rosyjskiej, zachowując ten sam styl odbiornika. W pentagridzie **6A8** siatką czynną jest siatka S_4 wyprowadzona w górnej części bańki i dlatego nie należy dokonać zamiany wyprowadzeń siatek lamp w układzie, a tylko zmianę napięcia żarzenia z 4V na 6,3V. Lampę **6A8** należy przecokołować, a w przypadku braku cokołu przejściowego należy wymienić podstawkę w odbiorniku. Oczywiście najważniejszą sprawą jest dobór optymalnego punktu pracy nowej lampy. Pentagrid **6A8** ma nachylenie przemiany 0,5 mA/V. W odbiornikach produkcji europejskiej z drugiej połowy lat trzydziestych ubiegłego wieku, powszechnie stosowano jako lampy przemiany oktody typu: **AK 1**, **AK 2**, **CK 1**, **EK 2**, oktody strumieniowe **EK 3**, **CK3** oraz triody- heksody typu **ACH 1**, **ECH 3**, **6K8**. Oktody miały wyprowadzoną siatkę czynną S_4 w górnej części bańki lampy w postaci kapturków. Produkowane były również odpowiedniki oktod (np. **KK 2**) do odbiorników zasilanych z baterii.

Chcąc zachować ten sam styl odbiornika przy braku lamp oryginalnych, można zastosować w miejsce oktod zastosować pentagrid **6A8**, a w miejsce triod-heksod triodę-heksodę **6K8** (obie lampy produkcji rosyjskiej). Należy tylko pamiętać o zmianie napięcia żarzenia. Trioda-heksoda **6K8** posiada nachylenie charakterystyki przemiany trochę mniejsze od **6A8** i wynoszące 0,35 mA/V. Różni się ona od innych triod-heksod tym, że napięcie sygnału

z obwodów rezonansowych jest podawane na siatkę S_3 , a nie na siatkę S_1 , jak w innych układach przemiany z triodą-heksodą. Pomimo wcześniej opisanych wad lampy **6A8** ma ona dość wysoką wartość nachylenia przemiany jak dla lampy starszej generacji i była powszechnie stosowana w odbiornikach produkowanych w ZSRR i USA i wielu krajach europejskich, również dla potrzeb wojskowych. W celu uzyskania jak najlepszych parametrów układu przemiany lub mieszacza należy dla lampy zastępczej dobrać punkt pracy na podstawie danych katalogowych. Wartość uzyskanego nachylenia przemiany zależy bezpośrednio od punktu pracy lampy i przede wszystkim od jej wartości nachylenia jej charakterystyki w punkcie pracy. Na rysunku 4 przedstawiono schemat typowego układu przemiany zbudowanego na pentagridzie **6A8**, wraz z wartościami elementów.

Pod koniec lat trzydziestych w Niemczech wprowadzono triodę-heksodę **ECH11** i triodę-heptodę **ECH21** (seria lokalowa), a pod koniec lat czterdziestych triodę-heptodę **ECH81** (seria nowalowa). Lampę przemiany **ECH11** można łatwo zastąpić np. lampą **ECH21** lub najbardziej obecnie dostępną lampą **ECH81**. W obu przypadkach należy bezwzględnie skorygować punkt pracy nowej lampy. Na rysunku 5 pokazano schemat typowego układu przemiany częstotliwości (wraz z wartościami elementów), jaki może być zastosowany po zamianie lampy **ECH11** na lampę **ECH21** lub **ECH81**. Wartości elementów podane w nawiasach odnoszą się do lampy **ECH21**. Lampa **ECH 81** jest obecnie najbardziej dostępną lampą, ponieważ była produkowana aż do końca produkcji lamp odbiorczych. Przy zamianie Lampy **ECH11** na **ECH 81** (jak również **VCL11** na **ECL80**) można wykonać ładny cokol przejściowy, którego fotografię zamieszczono w punkcie 15 (zastosowania praktyczne).

8. Dobieranie lamp zastępczych we wzmacniaczu pośredniej częstotliwości

Wzmacniacz pośredniej częstotliwości jest zaliczany do wzmacniaczy wielkiej częstotliwości i dlatego jest również bardzo istotnym elementem odbiornika, ponieważ od jego pracy zależy czułość i selektywność. We wzmacniaczach p. cz. stosowano przeważnie jeden lub dwa stopnie wzmocnienia z pentodami regulacyjnymi.

Obciążeniem wzmacniacza jest filtr transformatorowy składający się z cewek komórkowych o małej pojemności. W odbiornikach stosowane były różne rozwiązania konstrukcyjne filtrów pośredniej częstotliwości - od prostych filtrów transformatorowych do filtrów złożonych z możliwością ręcznej regulacji pasma przenoszonego. W takich filtrach najczęściej

stosowanym elementem strojeniowym jest rdzeń ferrytowy. W starszych typach odbiorników jako elementy strojenowe były stosowane trymery. Poprawna pracą wzmacniacza p. cz. może zapewnić dobranie odpowiedniej lampy zastępczej (przy braku oryginalnej) oraz poprawne zestrojenie obwodów.

W układach wzmacniaczy p. cz. stosowane były pentody regulacyjne wszystkich niemal serii, począwszy od nóżkowej: (**E447 - RENS 1294, RENS 1894**), serii bocznostykowej (**AF 2, AF 3, CF3, EF 3, EF 5**), serii stalowej (**EF 11, EF 13**), serii loktalowej (**EF22**), serii nowalowej (**EF85, EF89**), heptalowej (**EF93**), oraz serii oktalowej produkcji rosyjskiej (**6K7, 6K9, 6SK7**). Większość z wymienionych typów jest obecnie bardzo trudno zdobyć. Pentody regulacyjne starszych typów miały siatki sterujące wyprowadzone w górnej części balonu lampy, a nowszych typów w cokole lampy.

Łatwo dostępne są obecnie następujące lampy: **EF22, EF89, 6K7, 6SK7**. Spośród wymienionych lamp tylko pentoda regulacyjna **6K7** ma siatkę sterującą wyprowadzoną w górnej części lampy i tylko ona może służyć, jako lampa zastępcza za lampy z siatkami wyprowadzonymi w górnej części balonu, oczywiście po dostosowaniu do nowej wartości napięcia żarzenia. Pentody **EF22** lub **EF89** można wstawić do odbiornika wraz z cokołem przejściowym również po ewentualnej korekcie napięcia żarzenia.

9. Dobieranie lamp zastępczych w stopniu detekcyjnym, zastępczego elektronowego wskaźnika dostrojenia, we wzmacniaczu małej częstotliwości oraz w zasilaczu

Propozycja dobierania lamp w stopniu detekcyjnym może wydawać się trochę niezrozumiałą, ponieważ w większości odbiorników superheterodynowych układ detekcji był realizowany zwykle na diodzie, znajdującej się w jednej bańce z triodą, pentodą napięciową lub pentodą mocy i w tym przypadku możliwości jakiegokolwiek innego wyboru są bardzo ograniczone. Tak było w odbiornikach bardziej współczesnych, w których duodiody występowały łączne z triodą napięciową (**ABC1, EBC3**), pentodą regulacyjną (**EBF11, EBF89**) lub w połączeniu z pentodą mocy (**EBL1, EBL21, UBL21**).

Nie należy zapominać o dużej liczbie wyprodukowanych przed 1945 rokiem odbiorników wysokiej klasy, które jeszcze dotrwały do naszych czasów, w których dioda detekcyjna oraz dioda obwodu ARW były umieszczane w oddzielnych lampach (np. **AB1, AB2, CB2, EB11**).

Detekcja diodowa, jako najbardziej sprawna była stosowana wyłącznie w odbiornikach superheterodynowych, ponieważ ten rodzaj detekcji wymaga, aby napięcie wyjściowe ze wzmacniacza p. cz. miało dużą amplitudę.

10. Dobieranie lamp zastępczych w układzie detekcyjnym

Dioda detekcyjna i dioda automatycznej regulacji wzmocnienia znajdowały się zwykle w lampie podwójnej, łącznie z triodą wzmacniacza małej częstotliwości (np. **ABC1**, **EBC3**, **EBC11**, **EABC80**, **6Q7** i jej rosyjski odpowiednik **6Г7**) lub z pentodą regulacyjną (np. **EBF2**, **EBF11**, **6Б8**, **EBF89**), albo z pentodą głośnikową (np. **ABL1**, **EBL1**, **EBL21**, **UBL21**).

Diodę detekcyjną i diodę ARW należy traktować tak, jak każdą inną lampę w odbiorniku. Od ich stanu emisji zależeć będzie w dużym stopniu praca odbiornika. Podczas detekcji przebiegu zmodulowanego amplitudowo otrzymuje się na obciążeniu detektora napięcie stałe, napięcie zmienne małej częstotliwości i napięcie zmienne wielkiej częstotliwości. Z tych trzech składowych sygnałów po detekcji użyteczne jest tylko napięcie małej częstotliwości, które po odfiltrowaniu powinno być podane do wzmacniacza małej częstotliwości i do obwodu ARW.

Pewien problem może wystąpić wtedy, gdy trioda lub pentoda w lampie podwójnej pracuje poprawnie, natomiast występuje wyraźna usterka w diodzie detekcyjnej lub diodzie obwodu automatycznej regulacji wzmocnienia. W tym przypadku najlepszym rozwiązaniem jest odłączenie uszkodzonej diody od obwodu i zastąpienie jej diodą półprzewodnikową po skorygowaniu stałej czasowej detektora, jeżeli chcemy uniknąć wymiany lampy.

Duodiody, które występowały w dawnych odbiornikach wyższej klasy jako odrębne lampy, można z powodzeniem zastąpić duodiodami współczesnymi (**EAA91**, **6X2II**), po korekcie napięcia żarzenia. Najstarsze diody np. (**AB1**) miały cokół nóżkowy, co przy braku cokołu przejściowego wymaga zamiany podstawki lampy.

11. Dobieranie zastępczych elektronowych wskaźników dostrojenia (oka magiczne)

W połowie lat trzydziestych opracowano elektronowy optyczny wskaźnik dostrojenia, z powodu swojego wyglądu zwany okiem magicznym. Oprócz innych obwodów w odbiorniku (regulacja barwy dźwięku, selektywności, ciche strojenia) był on elementem ułatwiającym strojenie i przede wszystkim elementem bardzo dekoracyjnym. W odbiornikach stosowano następujące typy lamp oka magicznego: **AM1, AM2, EM1, EM11, EM4, EM34, 6E5C, EFM1, EFM11, EM80, EM84**. Niektóre z nich, takie jak: **AM1, AM2, EM1, EFM1** należą obecnie do rarytasów kolekcjonerskich. Najłatwiejsze do zdobycia są obecnie lampy: **EM4, EM80 i EM84**, które można nabyć na bazarach elektronicznych i na aukcjach internetowych.

Wszystkie oka, z wyjątkiem **EM80 (6E11I)** i **EM 84**, miały świecący ekran umieszczony w górnej części lampy i cztery listki sterujące (tylko lampa produkcji rosyjskiej **6E5C** miała dwa listki sterujące). Lampy te z wyjątkiem **EM80 i EM84** były mocowane w specjalnym uchwycie w pozycji prostopadłej do czoła skrzynki lub skali odbiornika.

Oka magiczne typu **EM80 (6E1P)** i **EM84** (tylko te były instalowane w odbiornikach produkcji krajowej i importowanych) miały mniejsze gabaryty niż inne i dwa listki sterujące umieszczone w bocznej części bańki lampy. Zastępowanie starszych typów wskaźników wysterowania wiąże się przede wszystkim ze zmianą sposobu mocowania lampy do skrzynki odbiornika. Jeżeli w odbiorniku dawne oko było wkomponowane w skalę odbiornika, to należy się liczyć z koniecznością wykonania odpowiedniego uchwytu do mocowania nowej lampy. Pod względem elektrycznym zamiana lamp nie jest trudna. Wymaga jedynie wymiany podstawki lampowej na nowalową oraz zmiany wartości rezystancji kilku rezystorów. Lampy **EM80 i EM84** wymagają bowiem wyższego ujemnego napięcia do pełnego wysterowania listków wskaźnika. Można również wykonać dwa częściowe ekrany z cienkiej folii metalowej, przysłaniającej zbędną część otworu po dawnej lampie, która posiadała większą średnicę.

Oka magiczne typu **EFM1 i EFM11** są bardzo trudne do zdobycia i nie posiadają odpowiednika.

12. Dobieranie lamp zastępczych we wzmacniaczu napięciowymi wzmacniaczu mocy

Stopnie wzmacniające sygnały małej częstotliwości we wzmacniaczu napięciowym można podzielić na oporowe, dławikowe i transformatorowe. Wzmacniacze dławikowe i transformatorowe małej częstotliwości często występowały w starszych odbiornikach reakcyjnych. Autor chciałby zwrócić uwagę na obwody pomocnicze, takie jak: regulacji barwy tonu, ujemnego sprzężenia zwrotnego, które występują w tych wzmacniaczach. Mogą powodować wzbudzenie się wzmacniacza po zastosowaniu lamp zastępczych z powodu lepszych parametrów nowej lampy. Dobierając lampy zastępcze należy mieć na uwadze, że wzmacniacz napięciowy i wzmacniacz mocy muszą spełniać dość rygorystyczne wymagania. Dotyczą one wszelkiego rodzaju zakłóceń i szumów.

Bardzo dokuczliwe zniekształcenia nieliniowe zależą od wybranego punktu pracy. Wstawiona nowsza lampka w miejsce starszej powinna mieć identyczny lub zbliżony punkt pracy jak lampka oryginalna.

Asortyment lamp zastępczych, jakie można stosować we wzmacniaczach napięciowych małej częstotliwości, jest wyjątkowo liczny. Mogą być stosowane wszelkiego rodzaju triody (napięciowe pojedyncze i podwójne) oraz pentody napięciowe. Odpowiednimi zamiennikami dla triod mogą być podwójne triody serii oktalowej (produkcji rosyjskiej np. **6H5C,6H8**) albo np. podwójna trioda serii nowelowej **ECC82**. Można również zastosować pentodę **EF86** w układzie triody. Jako lampy zastępcze dla lamp: **ABC1, EBC3, EBC11** można zastosować duodiode-triodę produkcji rosyjskiej **6Г2, 6Г7** oraz lampę **EABC80**. Natomiast za duodiode-pentodę regulacyjną, pracującą we wzmacniaczu napięciowym typu **EBF2, EBF11**, można zastosować również duodiode- pentodę regulacyjną produkcji rosyjskiej **6Б8** oraz duodiode pentodę **EBF89**. W odbiornikach produkcji polskiej z lat czterdziestych (AGA, Syrena, Stolica) w układzie wzmacniacza napięciowego pracowała pentoda regulacyjna **EF22** i pentoda napięciowa **EF21**.

W odbiornikach reakcyjnych produkowanych w drugiej połowie lat trzydziestych stosowano popularne pentody napięciowe typu **AF7, EF7, CF7**. Można je z powodzeniem zastąpić pentodą napięciową produkcji rosyjskiej **6Ж7**. Pentodę napięciową **EF12** można zastąpić pentodą **6Ж8** lub nawet **6Ж1**. We wzmacniaczach mocy odbiorników wysokiej klasy stosowano często wzmacniacze przeciwobne. W pozostałych odbiornikach stosowano pojedyncze pentody mocy (np. **AL4, EL3, EL11, EL12**), a w popularnych odbiornikach

lampy podwójne: trioda napięciowa i pentoda mocy w jednej bańce (**VCL11, ECL11, ECL82, ECL86**). Przebojową lampą była trioda mocy **AD1**, która była stosowana również w układzie przeciwsobnym, ale niestety nie posiada europejskiego odpowiednika. Dobranie lampy zastępczej do takiego wzmacniacza wymaga wymiany transformatora głośnikowego. Warunkiem uzyskania maksymalnej mocy wyjściowej przy minimalnych zniekształceniach jest dopasowanie oporności głośnika do oporności wyjściowej (obciążenia) lampy. Do tego celu służy transformator głośnikowy o odpowiedniej przekładni uzwojeń. W tabeli 4 zestawiono optymalne oporności obciążenia dla pentod mocy starszych typów, a w tabeli 5 dla pozostałych typów lamp głośnikowych. W tabeli 6 rozszerzono dane o pozostałe parametry lamp.

Tabela 4. Optymalne oporności obciążenia R_o dla lamp starszej generacji

Typ lampy	Oporność obciążenia [kΩ]	Typ lampy	Oporność obciążenia [kΩ]
RES 164	10	RENS 1823d	10
RES 174d	6	E 443H	7
RE 304	5,2	B 409	12
RES 364	15	B 443	22
RE 604	3,5	RENS 1384	8
RES 964	7	C 443	15
RES 1374d	16	RES 374	15

Po wybraniu lampy zastępczej, która spełnia wymagania dotyczące dopasowania oporności obciążenia, należy jej moc porównać z mocą wyjściową lampy oryginalnej. Jej moc wyjściowa nie może być mniejsza od mocy lampy oryginalnej. Prąd anodowy lampy zastępczej nie może być większy od prądu anodowego lampy oryginalnej, ponieważ wtedy ulegnie uszkodzeniu transformator głośnikowy. Transformatorowy obwód wyjściowy był najczęściej stosowany, gdyż, zapewniał najmniejsze zniekształcenia. Przy wyjściu transformatorowym używane były głośniki dynamiczne niskoomowe ($3 \div 15\Omega$). Natomiast obwód wyjściowy bezpośredni był stosowany dla wysokoomowych głośników. Był on

stosowany w odbiornikach najniższej klasy (np. odbiornik **DKE 1938** produkcji niemieckiej i wiele innych).

W odbiornikach wyższej klasy, z lampami mocy w układzie pojedynczym i przeciwsobnym, dołączane były zespoły głośników o różnych zakresach przenoszenia pasma. Należy pamiętać, że nie należy włączać odbiornika bez sprawdzenia jego prawidłowych połączeń we wzmacniaczu mocy. Wszelkie nieprawidłowości mogą prowadzić do zniszczenia końcowych lamp mocy.

Tabela 5. Optymalne oporności obciążenia R_0 dla popularnych typów lamp głośnikowych

Typ lampy	Oporność Obciążenia [kΩ]
CL6, CBL6, 25L6, EL86*, PL84*, UL84*	2
AD1	2,3
6L6, 6Ď3, EL86*, PL84*, UL84*	2,5
EL34, ECL84, PCL84	3,0
AL5, EL5, EL6, EL12, UBL21	3,5
CL4, CBL1, UCL11	4,5
PCL86*	4,7
6V6, PL83, EL83	5,0
EL84*	5,2
ECL83*	5,5
ECL82, UCL82, PCL82, PCL86*	5,6
AL1, AL4, EL3, EL11, ECL11, EBL21, E80L, EL86, 6Ď9, ECL86*, EL84*	7,0
ECL83*	7,5
AL2, VL1	8,0
VL4, EL85*	9,0
KL2, ECL86*	10
ECL80, EL85* ⁶	11
E81L	15
VCL11	17

Jest pewna grupa lamp, która w zależności od punktu pracy (napięcie anodowe, napięcie na siatce pierwszej) może pracować przy różnych opornościach obciążenia. Do tej grupy należą między innymi lampy: **ECL83, EL85, EL86, PCL86, EL84, UL84**. W tabeli 5 oznaczono je dodatkowo gwiazdką. Wartość rezystancji obciążenia jest uzależniona od wartości napięcia anodowego i wartości rezystancji opornika w katodzie. W katalogu podane są szczegółowe dane dotyczące punktu pracy lampy dla wybranej oporności obciążenia.

W przypadku zastępowania lamp pracujących układach przeciwsobnych należy dobrać inne oporności obciążenia niż oznaczane katalogu.

Tabela 6. Tabela lamp głośnikowych z uwzględnieniem punktu pracy

Typ lampy	Żarzenie	U _a [V]	U _{s2} [V]	J _a [mA]	J _{s2} [mA]	U _s [V]	R _k [Ω]	R _a [kΩ]	Moc wyjściowa [W]
ABL1	4v	250	250	36	5	-6	150	7000	4,3
AD1	4v	250		60		-45		2300	4,2
AL1	4v	250	250	36	6,8	-15	340	7000	3,1
AL2	4v	250	250	36	5	-25	610	7000	3,8
AL4	4v	250	250	36	5	-6	150	7000	4,5
AL5	4v	250	275	72	7,5	-14	175	3500	8,8
B443	4v	250	150	12	2,4	-19		20000	1,35
C443	4v	300	200	20	4,5	-25		15000	2,8
CL1	0,2A	250	250	32	3,3	-19	540	7000	2,8
CL2	0,2A	200	100	40	5	-19	420	5000	3,0
CL4	0,2A	200	200	45	6	-8,5	170	4500	4,0
CL6	0,2A	200	100	45	5,5	-9,5	235	4500	4,0
EL2	6,3	250	250	32	5	-18	490	8000	3,6
EL3	6,3	250	250	36	5	-6	150	7000	4,3
EL6	6,3	250	250	72	8,5	-8	90	3500	8,5
EL11	6,3	250	250	36	4	-6	150	7000	4,5

EBL1	6,3	250	250	36	4	-6	150	7000	4,5
EBL31	6,3	250	250	36	4	-6	150	7000	4,2
ECL11	6,3	250	250	36	4	-6	150	7000	3,8
KL2	2v	135	135	18	2	-12		6000	0,6
		90	90	11	0,9	-7,5		6000	0,4
KL4	2v	135	135	6,5	1	-5		19000	0,44
		90	90	4,7	0,7	-2,6		19000	0,16
DL21	1,4v	120	120	5	0,9	-4,8		24000	0,27
DL41	1,4v	120	120	5	0,82	-5,8		24000	0,3
UBL1	0,1A	200	200	55	11	-11,5	175	3500	5,2
UBL21	0,1A	180	180	61	10	-10	140	3000	4,8
UCL11	0,1A	200	200	45	6	-8,5	170	4500	4,0
VCL11	0,05A	200	200	12	0,7	-4,5	350	17000	0,8
6F6	6,3v	250	250	34	6,5	-16,5	410	7000	3,0
6V6	6,3v	250	250	45	4,5	-12,5	240	5000	4,25
6L6	6,3v	250	250	75	5,4		170	2500	6,5

13. Dobieranie lamp zastępczych w zasilaczu sieciowym

Począwszy od połowy lat trzydziestych, kiedy co kilka lat wprowadzano nową serię lamp (**A**, **C**, **E**, **U**, **V**), wraz z lampami odbiorczymi powstawały nowe lampy prostownicze, gdyż coraz więcej odbiorników było zasilanych z sieci energetycznej. Dotyczyło to przede wszystkim lamp żarzonych w układzie szeregowym (seria **C**, **U**, **V**).

Do dzisiaj pozostało z tamtych lat najwięcej lamp serii **A** (**AZ 1**, **AZ 11**) oraz serii nowalowej **E** (**EZ 80**, **EZ 81**). Stosunkowo łatwo są również dostępne lampy prostownicze produkcji rosyjskiej o nietypowym napięciu żarzenia 5V (np. **5И4С**).

Najtrudniejszy może być zakup lamp prostowniczych starszej generacji, które pracowały w odbiornikach wysokiej klasy (**1561**, **RGN 2004**, **RGN 2504**). Prąd anodowy pobierany z zasilacza przekraczał niekiedy wartość ponad 120mA. Można je zastąpić lampami **AZ 4**,

AZ 12, AZ 50, EZ 4, EZ 12. Również bardzo trudno jest kupić lampy prostownicze serii **C** (jednokierunkowa **CY 1**, dwukierunkowa **CY 2**) oraz serii **V** (jednokierunkowe **VY 1, VY 2**). Lampa prostownicza **VY 2** mimo, że była stosowana w bardzo popularnym odbiorniku DKE 1938 produkcji niemieckiej jest trudna do zdobycia.

W większości dostępnych odbiorników, wyposażonych w lampy serii **A, E**, całkowity prąd anodowy pobierany przez lampy nie przekraczał 100mA i w zasilaczach tych odbiorników powszechnie stosowana była lampa prostownicza dwukierunkowa **AZ 1**.

Lampy serii **U** były stosowane w popularnych w Polsce odbiornikach Talizman (produkcji czeskiej) oraz Pionier rodzimej produkcji. Stosowane były w nich lampy prostownicze jednokierunkowe typu **UY1N**, które były produkowane w kraju. Są to jedyne, stosunkowo łatwo dostępne na aukcjach internetowych lampy z serii lamp uniwersalnych szeregowo żarzonych.

Problem zamiany lamp prostowniczych występuje najczęściej gdy mamy do czynienia z odbiornikami wyposażonymi w lampy serii **C, V**. Lampy prostownicze jednokierunkowe można zastępować prostownikiem selenowym, a lampy prostownicze dwukierunkowe mostkiem prostowniczym. W lampowych odbiornikach produkowanych w latach sześćdziesiątych stosowano często prostowniki selenowe typu **SPS-5B-250-100** lub **SPB-6B-250-100** w układzie mostkowym. Problematyka zamiany lamp **VY2** i **CY2** na prostowniki selenowe i ich przecokołowywania oraz innych rodzajów lamp i lamp prostowniczych jest omówiona w następujących numerach pisma Radioamator: nr 7/8; 9;12 z 1951 roku oraz w nr 1 i 3 z 1952r.

Zastępowanie lamp prostowniczych diodami półprzewodnikowymi jest w przypadku odbiorników starszych typów, wyposażonych w transformator sieciowy trochę ryzykowne. Transformator sieciowy w odbiorniku, który przeleżał nieużywany przez kilkadziesiąt lat w nieznanych warunkach może mieć (w wyniku złego przechowywania) nadwyrężoną izolację między uzwojeniami. Po włączeniu odbiornika do sieci, zanim lampy uzyskają zdolność emisji i popłynię przez nie prąd anodowy, na zaciskach transformatora pojawi się znacznie wcześniej zbyt wysokie napięcie. W takim przypadku podczas kolejnego włączania odbiornika, na przykład przy uruchamianiu, może dojść do przebicia izolacji i trwałego uszkodzenia transformatora. Dlatego nie polecam stosowania diod półprzewodnikowych w układzie prostowniczym w starych odbiornikach. Lepsze są prostowniki selenowe, ponieważ rezystancja prostownika selenowego jest mniejsza od rezystancji wewnętrznej lampy prostowniczej, ale jest większa od rezystancji diod półprzewodnikowych.

14. Przykłady realizacji praktycznych

Na rysunku 7 i 8 pokazany jest przegląd najpopularniejszych typów lamp radiowych wraz z podstawowymi typami elektronowych wskaźników strojenia.



Rys. 7. Fotografie lamp radiowych od typu nóżkowego do heptalowego



Rys. 8. Podstawowe typy elektronowych wskaźników strojenia

Już wyglądu lamp załączonych na fotografiach wynika, że dobór lamp zastępczych nie jest sprawą prostą, pomijając nawet specyfikę parametrów tych lamp.



W ten sposób zbudowany cokół przejściowy do zamiany lampy serii E11 na lampę nowalową może być zastosowany dla następujących lamp nowalowych:

ECH11 → ECH81, EBF11 → EBF89

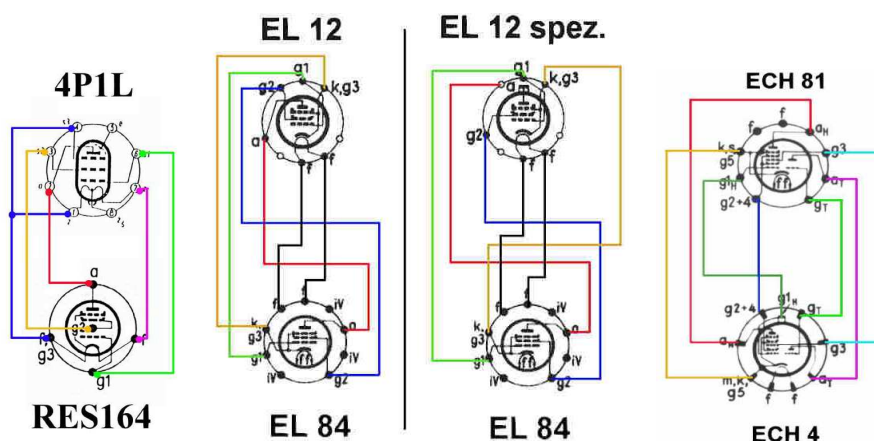
EF11 → EF89 ECL11 → ECL86

UCL11 → PCL86.

Odpowiednikiem lampy ECL11 jest lampka ECL86. Przy tej zamianie nie ma potrzeby dokonywania korekty punktu pracy.

W przypadku zamiany lampy UCL11 na lampkę PCL11 należy zmienić wartość napięcia żarzenia stosując odrębny transformator do żarzenia lampy.

Rys. 9 Przykładowy cokół przejściowy dla lampy serii E11 i serii nowalowej



Rys. 10. Przykładowe schematy przecokołowań lamp

Na rysunku 10 pokazano bardzo proste przykłady zamiany lamp poprzez przecokołowywanie. W odbiornikach szczególnie najstarszych typów stosowano lampy, które obecnie nie są osiągalne i nie posiadają bezpośrednich zamienników w innej serii. Do takich najpopularniejszych lamp należy trioda mocy **AD1** oraz pentoda głośnikowa **BL2**. Jej napięcie żarzenia wynosi 30V przy prądzie pobieranym 180mA. Była on stosowana w odbiornikach wielu firm, jak np. Graetz (odbiornik 34 G III, 35 GS), Körting (odbiornik Miros S 3220 GL, Trixor R 2200 GL), firmy Mende i wiele innych.

Zamiana lampy Głośnikowej **BL2** na inną wymagać będzie wykonania przeróbek w odbiorniku. Lampa ta, podobnie jak trioda mocy **AD1**, zaliczana jest do przysłowiowych „białych kruków” i jest praktycznie nieosiągalna.

Zamiana lamp bardzo często związana jest wstawieniem niewielkiego transformatora do żarzenia nowej lampy w przypadku odbiornika z szeregowym układem żarzenia lamp oraz włączaniem w obwód równoległego żarzenia lamp dodatkowych rezystorów korygujących prąd. W tych sytuacjach należy pamiętać o doborze właściwej wartości napięcia żarzenia lamp lub znamionowej wartości prądu żarzenia. W tabeli 7 i 8 pokazano graniczne wartości znamionowe napięć żarzenia lamp oraz graniczne wartości prądu żarzenia.

Należy pamiętać, że odbiorniki wyprodukowane kilkadziesiąt lat temu były przystosowane do zasilania napięciem 220V +10% -15%. Obecnie wartość napięcia wynosi 230V i przy tolerancji +10% napięcie wzrośnie do 253V, co już przekracza dopuszczalną tolerancję napięć i prądów w obwodzie żarzenia.

Tabela 7 Graniczne wartości napięć żarzenia

$U_{\text{żarz.}} [V]$	$U_{\text{żarz.}} [V]$	$U_{\text{żarz.}} [V]$
Znamionowe	Minimalne	Maksymalne
1,25	0,9	1,55
1,4	1,1	1,5
2	1,75	2,3
4	3,8	4,2
5	4,75	5,25
6,3	5,985	6,615
12,6	11,97	13,23
20	19	21
25	23,75	25,25
35	33,25	36,75
50	47,5	52,5
55	52,25	57,75

Kolorem czerwonym zaznaczono wartości tolerancji napięć żarzenia dla lamp żarzonych bezpośrednio.

Tabela 8. Graniczne wartości prądów żarzenia

Graniczne wartości prądów żarzenia dla lamp żarzonych szeregowo		
$I_{\text{żarz}}$ [mA] Znamionowe	$I_{\text{żarz}}$ [mA] Minimalne	$I_{\text{żarz}}$ [mA] Maksymalne
25	22,5	27,5
50	45	55
100	90	110
200	180	220
300	270	330

Jak wspomniano wcześniej zastosować można kilka rodzajów lamp oktalowych produkcji rosyjskiej, które siatki sterujące mają wyprowadzone w górnej części lampy w postaci metalowej główki, jako lampy zastępcze zamiast lamp serii tzw. czerwonej o cokole bocznostykowym. Można również zastosować jako lampy zastępcze za lampy serii A. Będzie to wymagało podwyższenia napięcia żarzenia z 4V na 6,3V. Na rysunku 11 pokazane są fotografie przystosowania lamp serii oktalowej, jako lampy zastępcze za lampy serii tzw. czerwonej po zastosowaniu cokołu przejściowego i pierścienia mosiężnego, który zainstalowany na metalową główkę lampy powoduje, że nie trzeba zamieniać oryginalnego kapturka.



Rys. 11. Przystosowanie lampy serii oktalowej do zamiany na lampę serii bocznostykowej

W ten sposób możliwa jest zamiana następujących lamp oktalowych za lampy o cokole bocznostykowym:

6A8 → **EK2, EK3, ECH 4, (AK2, ACH1).**

6B8 (6B8) → **EBF2**

6K7 → **EF5, EF9, (AF3).**

6Q7 (6Γ7) → **EBC3, (ABC1).**

6Ж7 → **EF6, (AF7).**

Po przecokołowaniu należy skorygować punkt pracy nowej lampy. Obwody rezonansowe należy ponownie przestroić.

W przypadku konieczności zamiany lampy głośnikowej o oporności obciążenia $7k\Omega$ spowodzeniem można wykorzystać lampę oktalową **6Π9, 6Π6 (6F6)** po przecokołowaniu i korekcie punktu pracy.

Obecnie bardzo trudno jest zdobyć lampę **VCL11**, która byłaby w pełni sprawna. Lampy te nabywane przez internet mogą okazać się wadliwymi, jeżeli mają tendencję do wzbudzania się, co często ma miejsce.

Chcąc uruchomić odbiornik **DKE 1938** można lampę **VCL11** zastąpić lampą **ECL80** po zainstalowaniu miniaturowego transformatora do żarzenia tej lampy wmontowując jednocześnie pod chassis miniaturowy prostownik półprzewodnikowy, pozostawiając w podstawie nawet uszkodzoną lampę prostowniczą **VY2** dla ozdoby. Należy tylko dokonać korekty punktu pracy lampy. Oporność obciążenia lampy **ECL80** przy zasilaniu napięciem anodowym około 250V wynosi $17k\Omega$, czyli akurat wynosi tyle samo, co dla lampy **VCL11**.

Dobór lamp zastępczych za lampy **AD1** i **BL2** jest zagadnieniem znacznie trudniejszym.

Lampa **AD1** posiada zamienniki, które są już dawno stały się nieaktualne.

Najbliższymi zamiennikami dla lampy **BL2** są lampy **CL4** i **CL6**, które obecnie mogą być uznane za „białe kruki”, ponieważ ich produkcja zakończyła się w 1945 roku.

Przy wyborze zastępczych lamp głośnikowych należy bezwzględnie zwrócić uwagę na wartości maksymalne prądu anodowego, który będzie płynął przez uzwojenie pierwotne transformatora głośnikowego. Lampa źle dobrana może być przyczyną uszkodzenia transformatora.

Numerze 10 Radioamatora z 1960 roku zamieszczono zestawienie odpowiadających sobie lamp odbiorczych produkcji europejskiej, rosyjskiej i amerykańskiej. Z kolei w numerze 11 Radioamatora z 1965 roku zamieszczono rosyjskie odpowiedniki lamp serii nóżkowej **R (Rens, Re)**.

Problematyka zastępowania lamp odbiorczych w przypadku odbiorników uniwersalnych z układem żarzenia lamp typu szeregowego jest bardziej skomplikowana, ponieważ lampy serii **B, C, P, U, V** różniły się wielkością prądu żarzenia. Zatem konieczne są niekiedy skomplikowane przeróbki obwodu żarzenia lamp. Dodatkowo asortyment lamp jakie są wystawiane na giełdach nie jest zbyt liczny. W numerze 3 Radioamatora z 1959 roku przedstawione są przykłady obliczeń dodatkowych rezystorów przy zamianie lamp żarzonych szeregowo.