Kenwood TS-820S – strojenie PA i drivera

Uwagi ogólne.

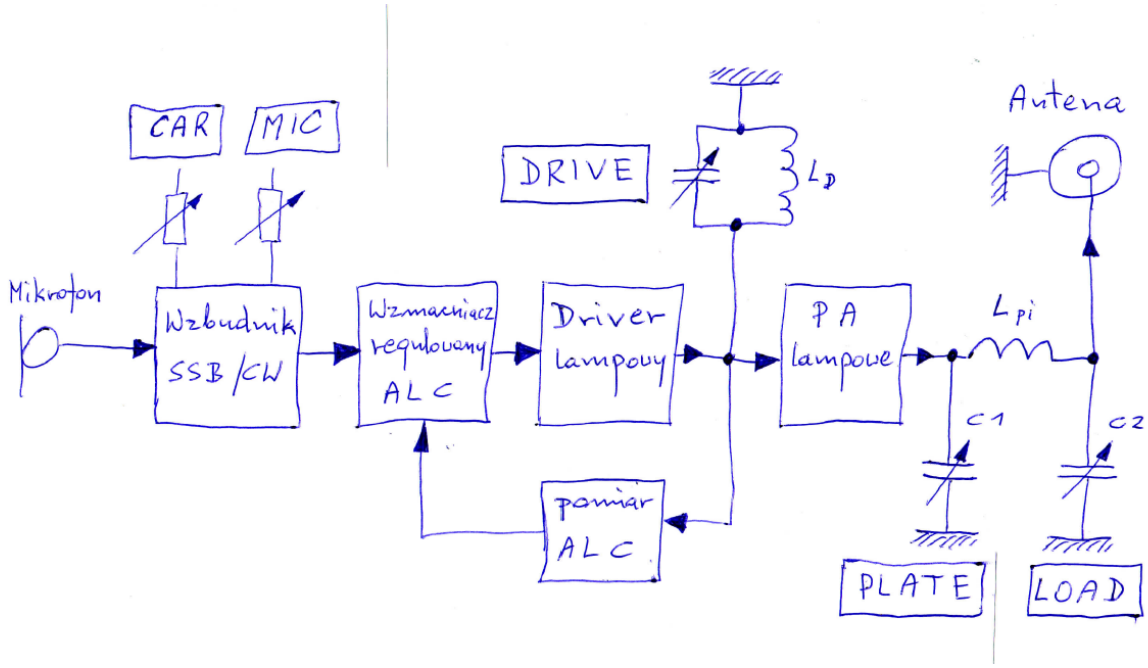
Dostępność za bezcen, lamp GU29, GU50 i innych, kiedyś i teraz, nie sprzyjała wykształceniu u krótkofalowców naszego regionu, prawidłowych nawyków strojenia obwodów we wzmacniaczach mocy sprzyjających długiej żywotności lamp. Potwierdzeniem jest choćby to, że w konstrukcjach home made spotykało się niestrojony kondensator antenowy pi-filtru (LOAD), zawyżało się napięcia anodowe i siatki drugiej, a na pasmach często słychać tzw. radziecką modulację z urządzeń hybrydowych lub z dopalaczem lampowym. Przy emisjach CW i SSB rozsądne zawyżenie napięcia anodowego jest celowe i stosowane także w transceiverach fabrycznych. Wymusza to jednak ostrożność w czasie strojenia. Była i jest nadal stosowana przez „hamsów" procedura strojenia na maksimum mocy wyjściowej w miejsce prawidłowego strojenia na moc nominalną czyli 100 Watów w przypadku TS-820. Tymczasem strojenie zgodne z zasadami sztuki jest celowe i wbrew pozorom nieskomplikowane, choć wydaje się trudne na początku. Wymaga ono tylko zrozumienia zależności między mocą wyjściową i prądem lamp stopnia mocy, by stroić na podstawie dostępnych w transceiverze odczytów miernika. Wyjaśniają to wykresy na końcu. Opanowanie procedury strojenia jest ważne, bo dobrze zestrojone PA pracuje liniowo czyli z niskimi zniekształceniami i z katalogową mocą w antenie co daje dobre raporty od korespondentów . TS-820 zestrojony na maksa da 115 Watów na wyjściu z intermodulacją o 10 lub więcej decybeli gorszą niż przy mocy 100W. Lampy też pożyją krócej. Najlepszym sposobem jest wcześniejszy spokojny trening strojenia na różnych pasmach na antenę sztuczną i następnie na rzeczywistą. Prawidłowe zestrojenie oszczędza trudno dostępne lampy PA w czasie pracy. Sprawność procedury strojenia też oszczędza lampy bo na początku strojenia cała moc dostarczona wydziela się w PA (głównie w lampach) i łatwo o przegrzanie. Filtr typu „pi" między lampami a anteną daje możliwość dopasowania do anten, które odbiegają od optymalnych w dość szerokich granicach, typowo 20 do 150 Ω.

Proste transceivery tranzystorowe bez tzw. autotunera w tych samych warunkach niedopasowania by nie przegrzać lub nie przebić napięciowo tranzystorów PA, redukują moc. Dodatkowo rosnące przy niedopasowaniu straty w fiderze powodują, że do anteny może docierać ledwie kilka watów zamiast pełnej setki. Nawet tranzystorowe PA z autotunerem mimo dostarczania pełnej mocy do fidera i wygody użycia, wnoszą z zasady, większe zniekształcenia intermodulacyjne, a co za tym idzie jakością sygnału nie są w stanie dorównać tej z prawidłowo zestrojonych lampowych PA z pi-filtrem. Reasumując w TS-820S jest pewna niewygoda używania, ale też mogą być korzyści na jakości sygnału. Mimo zalet transceivera TS-820 i innych hybrydowych, na dzień dzisiejszy optymalnym rozwiązaniem byłby transceiver z tranzystorową końcówką pracującą nie przy zasilaniu 12V ale przy 28V (tak jak np. TS-930S, TS-940S) lub jeszcze lepiej 50V (takich chyba się nie produkuje dla amatorów), by miał niską intermodulację, uzupełniony o sprzężony z nim automatyczny tuner antenowy tzw. coupler umieszczony bezpośrednio przy antenie, by zminimalizować straty w fiderze. Opis takiego uproszczonego tunera - chińczyka typu CG-3000 za 1200 zł jest w Świat Radio nr. 04/2015r..

W Internecie piszą, że prawidłowo używany zestaw lamp powinien wytrzymać u przeciętnie aktywnego krótkofalowca 10 lat lub więcej. Z TS-820, który do mnie trafił wyjąłem zestaw lamp, które tam były od nowości, czyli ponad 35 lat. Dawały one nawet na najgorszym paśmie 28 MHz

jeszcze 80% mocy w stosunku do lamp nowych. Nawet nowe lampy, dając pełną moc, wymagają większego wysterowania na 28 MHz niż na niższych pasmach.

Jakkolwiek do prawidłowego zestrojenia wiedza teoretyczna nt. budowy toru nadawczego transceivera nie jest konieczna, to poniżej warto prześledzić bardzo uproszczony schemat blokowy toru nadawczego by zrozumieć później logikę strojenia.



Jak widać zarówno driver jak i PA obciążone są równoległym obwodem rezonansowym. W driverze jest to prosty obwód strojony kondensatorem zmiennym, uziemiony jednym końcem. W PA jest to obwód rezonansowy gdzie w miejsce jednego kondensatora są dwa połączone szeregowo i uziemione jest miejsce połączenia tych kondensatorów. Taka konfiguracja nazywana jest pi-filtrem. Oprócz dostrojenia do rezonansu umożliwia on transformację impedancji lamp PA (około 1,75 kom w TS-820) do impedancji anteny (20 do 150 om). Przekładnia pi-filtru jest proporcjonalna do reaktancji kondensatorów czyli odwrotnie proporcjonalna do ich pojemności, co w tym przypadku oznacza, że kondensator PLATE jest mniejszej pojemności a kondensator LOAD kilkakrotnie większej. Oznacza to także, że kondensator PLATE stroi się ostro do rezonansu a LOAD szeroko. Praktycznie oznacza to także, że jeżeli po uprzednim przetrenowaniu będziemy mieli zapisaną lub zapamiętaną przybliżoną pozycję gałki LOAD dla danej anteny i dla danego pasma lub jego części (jeżeli antena nie stroi jednakowo w całym paśmie) wystarczy dostroić do rezonansu kondensator DRIVE i PLATE, co zabiera 2 do 5 sekund. Oznacza to też, że jeżeli zmienimy pozycję gałki LOAD konieczne jest skorygowanie dostrojenia gałką PLATE. Strojenie DRIVE jest całkowicie niezależne od PLATE i LOAD i wymaga podstrajania tylko wraz ze zmianą pasma i ewentualnie miejsca na paśmie dla dolnych pasm. Zresztą jego zgrubne dostrojenie możliwe jest na S-meter w czasie odbioru. Wystarczająco dokładne jest też ustawienie DRIVE z tabeli czy z pamięci. Nieprecyzyjne dostrojenie DRIVE obniża tylko moc wyjściową i nie pociąga żadnych negatywnych skutków dla PA. W pewnym zakresie niedostrojenie DRIVE jest niwelowane przez układ ALC. Można więc je w pośpiechu pominąć. Pozostaje strojenie PLATE, konieczne jako jedyne „na ostro" w czasie nadawania. Sporządzając tabelę wygodnie jest zapisać pozycje gałek w postaci godziny na tarczy zegarowej wskazywaną przez wskazówkę godzinową np. 9.00; 12.00; 1.30 itp. Gałka DRIVE powinna wskazywać godz. 12.00 dla

częstotliwości: 1,9 MHz, 3,750, 7,150, 14,175, 21,225, 28,500. Są to w mniemaniu producenta środki najczęściej używanych fragmentów pasm 160 – 10 m. W urządzeniach innych firm gałki DRIVE i LOAD miewają opisane podziałki i stosowanie mnemotechniki zegarowej jest niepotrzebne.

Procedura strojenia

W czasie strojenia używamy wskaźnika, przełączników i gałek jak na zdjęciu poniżej.

Pełne strojenie składa się z trzech etapów. W pierwszym bezpiecznym etapie pośpiech i/lub przerwy nie są wymagane. Odbywa się to w pozycji TUNE. Wtedy obniżone jest napięcie siatki drugiej lamp mocy tak, że maksymalny prąd lamp i moc dostarczona do PA są trzykrotnie mniejsze. Etap drugi to strojenie w pozycji CW czyli na pełnej mocy z gałką LOAD w skrajnym lewym położeniu lub położeniu zapisanym wcześniej w tabeli. Etap trzeci to strojenie na pełnej mocy tak by uzyskać moc wyjściową 100 Watów ale nie więcej. Etap drugi i trzeci przeprowadzamy w cyklu 5 sekund strojenia na 5 sekund przerwy.

Etap I.

- Ustaw przeł. MODE (8) na TUNE,
- Ustaw gałkę LOAD (3) skrajnie w lewo lub w pozycję z wcześniej sporządzonej tabeli,
- Ustaw gałkę PLATE (4) na strojone pasmo ze skali obok gałki,
- Ustaw pomiar (1, 2) na ALC,
- Ustaw gałkę CAR (6) w pozycję zależnie od pasma tzn. 2,25 dla 40m do 3,5 dla 10m,
- Umieść palce lewej ręki na przełączniku SEND (7) a prawej na gałce DRIVE (5),
- Włącz nadawanie lewą ręką i prawą podstrój na maksimum wskazania miernika. Jeżeli miernik wybija poza skalę zmniejsz wysterowanie gałką CAR (6). Optymalne jest takie ustawienie CAR by wskazanie maksimum o 2 do 3 mm przekraczało skalę ALC, będzie to odpowiadało z grubsza pożądanemu odczytowi ALC (wskazówka w pionie) przy strojeniu na pełnej mocy i nie będzie już potrzebna korekcja gałką CAR przy późniejszym strojeniu na CW,

- Przełącz pomiar na IP (2),
- Włącz nadawanie i zestrój gałką PLATE (4) na minimum. Będzie to „dołek” w okolicy pasma opisanego na skali obok tej gałki.

  Uwaga: Jeżeli do strojenia użyjemy położenia gałki LOAD z tabeli możemy licząc się z niewielkim niedostrojeniem zawołać korespondenta pomijając dalsze etapy strojenia.

Etap II

- Ustaw MODE (8) na CW oraz pomiar (1,2) na IP,
- Włącz nadawanie i gałką PLATE znajdź dołek,
- Odczytaj wartość IP w środku dołka. Celem jest tu wartość 225 mA dla mocy katalogowej 100W przy emisjach SSB i CW lub o 1/3 mniej tzn. 150 mA dla emisji cyfrowych (FSK),
- Można przełączyć pomiar na RF i dodatkowo sprawdzić wychylenie na max gałkami DRIVE i PLATE. Maksimum RF pokrywa się z minimum IP przy strojeniu pi-filtru.

  Uwaga: Jeżeli w dołku, IP ma wartość w pobliżu 225 mA, strojenie jest zakończone. Na prawo i lewo od dołka dla dobrych lamp RCA 6146B wartość IP powinna wynosić 270 mA.

Etap III

- Jak w etapie II Mode na CW i pomiar na IP,
- Jeżeli w etapie II stroiliśmy z gałką LOAD (3) w skrajnym lewym położeniu to z pewnością uzyskany dołek IP jest poniżej wartości docelowej 225 mA. Należy więc przestawić gałkę LOAD powiedzmy o 10 stopni w prawo i ponowić strojenie PLATE jak w etapie II.
- Powtórzyć punkt poprzedni odpowiednią ilość razy do uzyskania 225 mA w dołku,
- Jeżeli dołek IP jest bardzo płytki i przekracza 225 mA należy przestawić LOAD o 5-10 stopni w lewo i powtórzyć strojenie PLATE.

Po prawidłowym zestrojeniu w pozycji CW wskazanie ALC jest w połowie całej skali miernika czyli wskazówka w pionie, prąd IP równy 225 mA, wskazanie RF około 2/3 skali miernika. Na antenie rzeczywistej wartość RF może być inna. Jeżeli nie udało się uzyskać dołka IP równego 225 mA przy żadnym ustawieniu LOAD, znaczy to, że w danym paśmie reaktancja systemu antenowego (fider + antena) odbiega od dopuszczalnych wartości 20 – 150 Ω i należy zaniechać nadawania.

Strojenie w pozycji CW jest dokładniejsze, więc po obyciu się z procedurą i sporządzeniu tabeli wstępnych nastaw gałek, jak najbardziej celowe jest stosowanie jednoetapowej uproszczonej procedury strojenia na pełnej mocy. Wygląda to tak, że pomiar ustawiamy na RF, przełącznik MODE dajemy na CW a gałki CAR, LOAD, PLATE i DRIVE ustawiamy na wartości z tabeli. W tym czasie gdy lewą ręką załączamy SEND, prawą ręką dostrajamy DRIVE i PLATE lub tylko PLATE na maksimum odczytu RF. Ewentualnie sprawdzamy IP przy tym zestrojeniu. Jeszcze lepiej byłoby nastawić odczyt na ALC (DRIVE) lub IP (PLATE) i dodatkowo użyć zewnętrznego reflektometru do pomiaru RF.

Do pracy SSB przestawić należy z CW na LSB dla pasm 160-40m i na USB dla pozostałych pasm 20 – 10m. Ustawić w czasie mowy do mikrofonu gałkę MIC (wymowa „maik”) tak by ALC dochodziło do

połowy całej skali miernika czyli do maksimum skali ALC. Nie ma znaczącego powodu by dla SSB lub CW stroić na moc dużo mniejszą niż 100 watów bo nie wydłuży to zauważalnie żywotności lamp a obniży raporty. Nie warto stroić powyżej 100W, bo to z kolei jest dla lamp niezdrowe i zwiększa zniekształcenia sygnału, a niewielkiego wzrostu mocy o 15 watów korespondent nie zauważy. Aby korespondent mógł zauważyć naszą zmianę mocy konieczny jest co najmniej czterokrotny (6 dB) jej spadek lub wzrost co jest równoważne 1S na S-metrze. Praktycznie ze 100W na 25W lub na 400W.

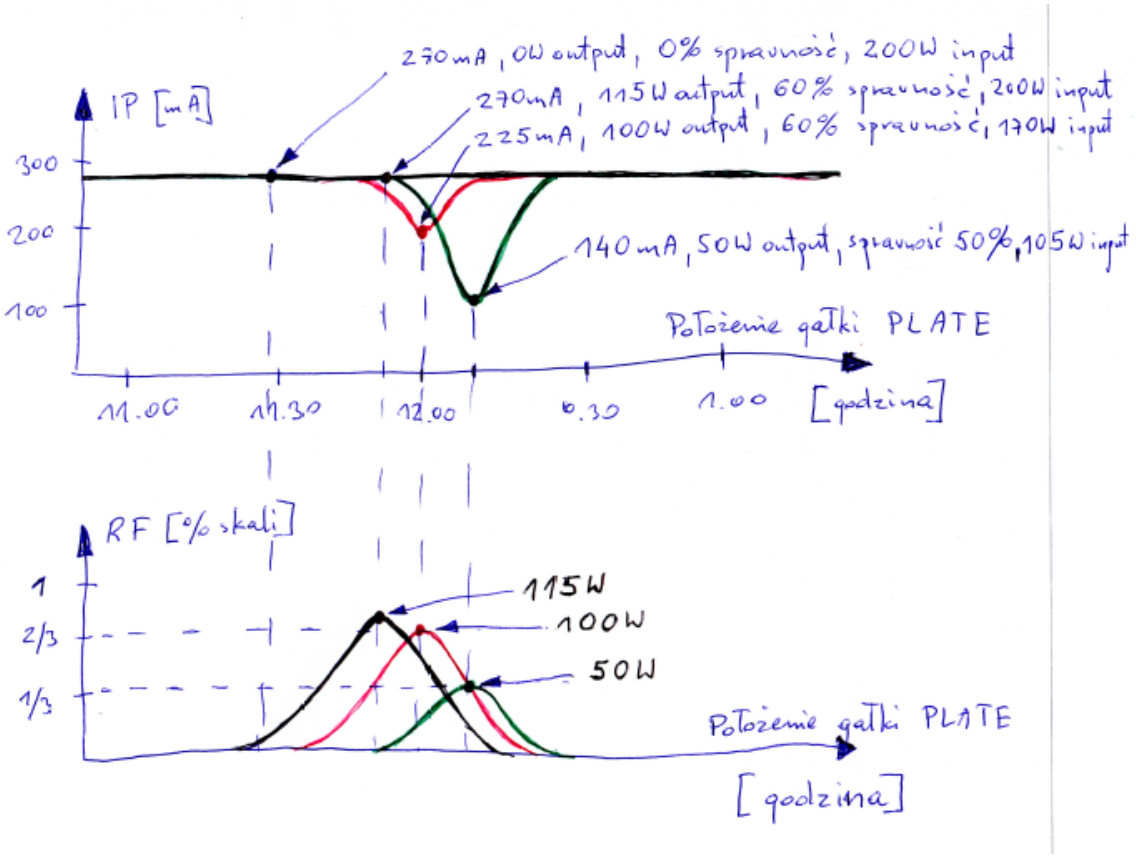
W trakcie gdy włączone jest SEND nie należy przełączać pasm i rodzaju emisji. Można przełączać pomiar i kręcić gałkami CAR, LOAD, PLATE, DRIVE.

Inne drobiazgi

Po wymianie lamp konieczna jest neutralizacja. Wykonuje się to przez otwór w pokrywie obudowy PA używając niemetalowego śrubokręta płaskiego. Potrzebny jest też dodatkowy odbiornik/transceiver lub oscyloskop i odłączenie napięcia Us2 przełącznikiem z tyłu urządzenia. Można używać odpowiedników 6146B i zbliżonych typów lamp: 6146W, QE05/40, 6146A, S2001A, 6146. Z powyższych S2001A i 6146A i 6146 mają odrobinę mniejszą moc, a 6146 dodatkowo ma inną mniej trwałą katodę. Dla tych lamp w trakcie strojenia na CW prąd IP poza rezonansem wynosi 245 mA gdy dla 6146B jest to 270 mA. Należy je w związku z tym stroić na dołek IP o wartości 205 mA zamiast 225 mA. Jest tu galimatias z lampami S2001A bo niby jest to odpowiednik 6146B a stroi się bardziej jak 6146A. Jest też galimatias z militarną odmianą 6146W, bo z produkcji do 1964 roku były to zamienniki 6146 i 6146A a po 1964 roku 6146B. Widać to po włożeniu w transceiver, problem jest przy kupnie. Transceiver TS-820S, po neutralizacji, dobrze się czuje na wszystkich wyżej wymienionych typach lamp. Uwaga jest o tyle ważna, że w necie można znaleźć wiele opinii o trudnościach w zamienności ww. lamp. Negatywne opinie są związane z bardzo starymi transceiverami amerykańskimi projektowanymi do najstarszych lamp 6146 i tylko do nich mają zastosowanie. Dostępne są też odpowiedniki 6146B z innym napięciem żarzenia. Przykładowo 6159B, 6159W jest na napięcie 6,3V oraz 6883B na napięcie 26V/0,3A. Przeróbka żarzenia w TS-820S jest prosta. Lampy w PA hybrydowych transceiverów pracują równolegle i nie muszą być parowane. Dokładne parowanie jest celowe we wzmacniaczach przeciwsobnych w tym akustycznych HiFi gdzie ten typ lamp był i jest stosowany i dlatego są dostępne fabryczne pary. Tutaj wystarczy, że lampy są jednego typu, pochodzą od jednego producenta i są jednakowo stare jeżeli są używane.

Transceiver jest równie dobrym testerem lamp jak specjalizowane przyrządy. Lampy przeważnie tracą emisję katody stopniowo i bardzo powoli. Można na nich bez szkody dla transceivera pracować aż moc całkiem spadnie. Należy jedynie odczytać prąd IP poza rezonansem jeżeli np. spadnie on do 200 mA należy stroić obciążenie o 30 - 40 mA mniej tzn. 160 - 170 mA w tym przypadku. Praca na maksimum tego co mogą dać lampy, jak próbowałem wyjaśnić wcześniej, jest dla nich niezdrowa, choć właśnie tak stroi większość krótkofalowców i wykańcza lampy. Najprostszym i najpewniejszym sposobem by ocenić, że czas wymiany się zbliża jest sprawdzenie czy prąd IP nie opada z czasem strojenia lub pracy. Stroimy więc na pełnej mocy na dołek IP i odczytujemy to IP. Robimy 5 sekund przerwy w strojeniu i w chwili ponownego załączenia SEND odczytujemy IP. Dla lamp 100% emisji nie będzie zauważalnej różnicy. Jeżeli będzie różnica 10 mA to jest to początek końca lamp, gdy wyraźnie więcej czas na wymianę. Czasami powodem podobnego zachowania może być utrata pojemności kondensatorów elektrolitycznych w zasilaczu anodowym. Można to ocenić po tym, gdy pod obciążeniem pomiar HV będzie wyraźnie poniżej 750V. Podobny też efekt może dać kończąca się

lampa drivera 12BY7A. By to sprawdzić przełączamy pomiar na ALC i sprawdzamy podobnie jak wyżej, czy odczyt jest stabilny. Lampy 12BY7A są dostępne po 25 złoty na polskim Allegro.



Wykresy zawierają przybliżone wartości. Nie powinny one jednak zbytnio odbiegać od rzeczywistych. Zaznaczone cztery punkty pokazują kolejno od lewej: zupełne rozstrojenie PA, zestrojenie na maks. mocy wyjściowej, zestrojenie na 100W i zestrojenie na 50W outputu.

Tabela strojenia TS-820S na antenę sztuczną 50Ω

Pasmo [MHz]	CAR [działki]	LOAD [godz.]	PLATE [godz.]	DRIVE [godz.]	Pomiar IP/RF
1,900	2,5	10.00	00.30	01.00	225/255
3,750	2,75	11.30	10.30	12.00	225/265
7,150	2,25	10.30	10.30	12.00	225/260
14,175	2,5	11.30	01.00	12.00	225/260
21,225	2,5	11.30	02.00	12.00	225/280
28,500	3,5	12.00	02.30	00.45	225/285

Tabela strojenia ……

Pasmo [MHz]	CAR [działki]	LOAD [godz.]	PLATE [godz.]	DRIVE [godz.]	Pomiar IP/RF