

*Željko Vrzan*  
Zex inženjering Petrinja  
aloha.zeljko@gmail.com

00-00

## CIJEVNI RADIO APARATI RADIOINDUSTRIJE ZAGREB

**Sažetak:** Nakon što je u NR Hrvatskoj odobrena proizvodnja radio prijamnika 1952. godine, Radioindustrija Zagreb - RIZ kreće s proizvodnjom radio aparata, pa tako 1953. godine plasira na tržište radio aparat MAKSIMIR. U razdoblju od 1953. do 1965. u RIZ-u su proizveli 28 osnovnih modela radio aparata prilagođenih tadašnjoj potražnji na tržištu, kupovnoj moći i dostupnosti elektroničkog materijala.

**Ključne riječi:** radio aparat, elektronska cijev, Radioindustrija Zagreb

### Uvod

U ovom radu se prikazuje razvoj Radioindustrije Zagreb na konstrukciji i izradi radio prijamnika s elektronskim cijevima. To su modeli radio aparata koji obilježavaju početni period hrvatske radio industrije nakon završetka 2. svjetskog rata u periodu od 1953. do 1965. godine. U početku, bilo je to vrijeme kada je bilo jako teško doći do sastavnih dijelova, nešto se dijelova počelo proizvoditi u Srbiji, a pokretala se i proizvodnja u samom RIZ-u.

Iako osnovna namjera osnivanja Radioindustrije Zagreb nije bila proizvodnja radio prijamnika, već odašiljača, te opreme za potrebe Radio Zagreba, u kratkom vremenu, entuzijasti, stručnjaci i tehničari prihvatili su izazov i započeli proizvodnju radio aparata. Svakim novim modelom proizvedenog radio aparata se odjel proizvodnje radio aparata u Božidarevićevoj 13, Zagreb, širio i tehnički i kadrovski napredovao.

Izazovi koji su se javljali prilikom konstruiranja i proizvodnje radio aparata bili su izuzetno veliki. Od kronične nestašice materijala, uvjetovane niskim cijenama gotovog proizvoda, do ogromnog pritiska da se svake godine na tržište 'izbaci' barem jedan novi model radio aparata. Takav ogroman pritisak rezultirao je i modelima radio aparata skromnijih karakteristika, a ponekad i samo ugrađivanjem iste šasije u drugi oblik kutije, a sve samo da se održi korak s konkurencijom iz drugih republika.

Neosporna je činjenica kako se između republika bivše Jugoslavije, republika Srbija favorizirala, te se u tu republiku slijevalo najviše državnog novca kako bi se što više razvila. Sama politička situacija naginjala je tome, a iz Srbije se upravljalo na neki način razvojem industrija u ostalim republikama, koje su uglavnom dobivale 'mrvice', te su ograničavane u svom razvoju kako ne bi bile naprednije od Srbije.

Radioindustrija Zagreb nametnula se svojim proizvodima cijeloj bivšoj Jugoslaviji bez obzira na ograničenja koja su stavljena pred nju. Nećemo zamjeriti što su konstrukcije i izvedbe radio prijamnika proizvođača iz Europe tog vremena bile daleko ispred RIZ-ovih proizvoda. Radilo se s onim

što je bilo na raspolaganju, s puno truda i ljubavi, pa svima koji su sudjelovali u tome treba odati veliko priznanje.

## 1. Cijevni radio aparati RIZ - Radioindustrije Zagreb



RIZ kao Radioindustrija Zagreb, osnovan je 1948. godine dekretom Narodne Republike Hrvatske, u svrhu proizvodnje i popravaka odašiljača i opreme za Radio Zagreb, pa je već 1949. godine proizveden prvi 15 kW srednjevalni radio odašiljač. Razglasne uređaje i zvučnike RIZ je počeo proizvoditi 1949. godine. Svoje aparate RIZ je označavao skromnim, ali upečatljivim amblemima.



Prvi proizvod RIZ-a, radio odašiljač Učka počinje se serijski proizvoditi od 1952. godine. Električni gramofon s jednom brzinom počeo se proizvoditi 1953. godine, a s tri brzine 1957. godine.

Radio aparat Maksimir, prvi je RIZ-ov radio aparat, proizveden 1953. godine, dok je posljednji radio aparat s elektronskim cijevima proizveden 1965. godine. Do danas ostaju nepoznate količine proizvedenih pojedinih radio aparata. Tijekom vremena tvornice RIZ-a bile su diljem Hrvatske: Slunj (tvornica televizijskih prijamnika), Đurđevac (tvornica Elak za proizvodnju gramofona), Gornje Taborište (tvornica televizijskih prijamnika), Zagreb (tvornica poluvodiča i tvornica telekomunikacijskih uređaja).

Radio aparati s elektronskim cijevima proizvodnje RIZ-a:

Maksimir,  
Dubrava 54,  
Jadran,  
Dubrava 55,

Jadran 59A  
Jadran 59B,  
Jadran 59C,  
Jadran 59 UKV-A,

Tuškanac 56,  
Tuškanac 56M,  
RIZ 56,  
BU-357,  
BU-4/58,  
Pionir  
Jadran 57,  
Jadran 57A,  
RIZ 58,  
Jadran 58 UKV,

Jadran 59 UKV-B,  
Jadran 59 UKV-C),  
Jadran 60,  
Jadran 60G,  
Pionir 60,  
RIZ 594 UKV,  
RIZ 604 UKV,  
RIZ 604S,  
RIZ 614 i  
RIZ 634 [1].

### Radio aparat Maksimir



Sl.1.: Radio aparat MAKSIMIR [2]

Pritiskom tadašnjeg Radio Zagreba sa suradnicima, koji su tražili od Vlade Republike Hrvatske pokretanje proizvodnje radio prijamnika u Zagrebu, a koja je do tada bila centralizirana u Beogradu, donesena je odluka *Komiteta za vezu* iz Beograda 1952. Godine, kojom je dozvoljeno osnivanje i pokretanje proizvodnje radio prijamnika u Beogradu, Zagrebu i Ljubljani.

Početak proizvodnje cijevnih radio aparata tvornice RIZ, davne 1953. godine bio je sklapanjem radio aparata MAKSIMIR. Riječ je o gotovoj šasiji austrijske firme CZEIJA, model BEMONTE 315-2 koja se stavljala u drvenu kutiju. Tri detalja razlikuju radio aparat MAKSIMIR od radio aparata Bemonte 315-2. Prvi detalj je drugačiji zvučnik, kutija RA Maksimir proizvodila se lokalno i s zadnje strane se razlikuje neznatno od originala, pa je to drugi detalj a treći je oznaka na skala staklu.

Osjetljivost prijamnika:

kratki val  $20\mu\text{V}$ ,

srednji val  $10\mu\text{V}$ ,  
dugi val  $10\mu\text{V}$ .

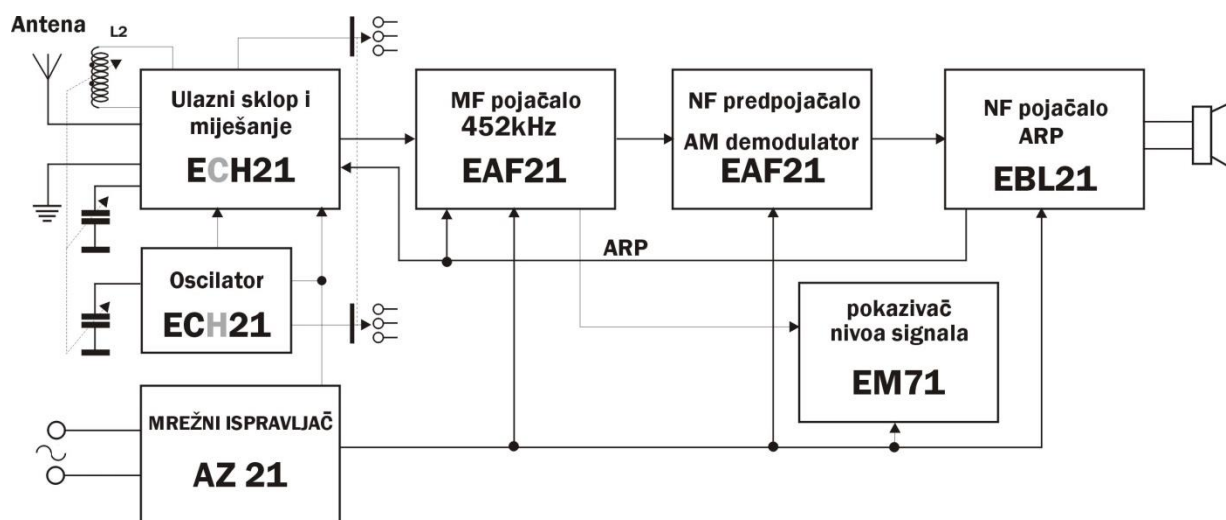
Kutija je ovalnog oblika, dimenzije  $46 \times 31 \times 20\text{cm}$ , težine devet kilograma.

Danas se radio prijamnik MAKSIMIR smatra rijetkim kolekcionarskim primjerkom, jer se proizvodio u maloj seriji i kroz kratak period. Na žalost, iza tvornica RIZ-a nije ostala potpuna kolekcija proizvedenih aparata, već se pojedini primjerci mogu vidjeti samo kao dio kolekcije pojedinog kolekcionara.

## Princip rada radio aparata MAKSIMIR

Pogledom na shemu radio aparata Maksimir, vidljivo je kako je riječ o ozbiljnom, koncertnom rado aparatu izvedenim kao superheterodin s jednim miješanjem i jednim MF pojačalom frekvencije  $452\text{kHz}$ . Upotrebene su elektronske cijevi ECH21 kao ulazni sklop, miješanje i oscilator, prva EAF21 za međufrekventno pojačalo i demodulaciju, druga EAF21 kao NF predpojačalo, EBL21 kao izlazno NF pojačalo i ARP, te EM71, "magično oko" kao atraktivni pokazivač jačine signala i AZ21 koja osigurava punovalno ispravljanje za cijeli radio aparat.

Katode upotrebljenih elektronskih cijevi griju se s  $6,3\text{V}$  izmjenično, dok je za katodu AZ21 potrebno  $4\text{V}$  izmjeničnog napona. Sama rješenja pojedinih sklopova su neuobičajena i za razumijevanje rada radio aparata MAKSIMIR (BEMONTE 315-2) potrebna je detaljnija analiza, što u nastavku slijedi.



S1.2.: Blok shema radio aparata MAKSIMIR [3]

Zbog ondašnje loše kvalitete napona gradske mreže, na primarnoj strani mrežnog transformatora omogućeno je biranje visine ulaznog napona u rasponu od  $110\text{V}$  pa do  $240\text{V}$ , preklopnikom s pet položaja na zadnjoj strani šasije.

Danas, oni vlasnici koji posjeduju reparirani radio aparat MAKSIMIR moraju selektor ulaznog napona prebaciti na  $240\text{V}$ , jer će time sačuvati mrežne i ostale kondenzatora, a i produžiti životni vijek elektronskih cijevi.

Proizvođač šasije Bemonte 315-2, austrijska firma Czeija predvidjela je mogućnost priključivanja vanjskog FM adaptera. S njime se mogao primati i FM opseg.

Riz nije proizvodio FM adapter za radio aparat MAKSIMIR, no kako je kupovao gotovu šasiju i ugrađivao je u svoju kutiju, ostavio je tu mogućnost.



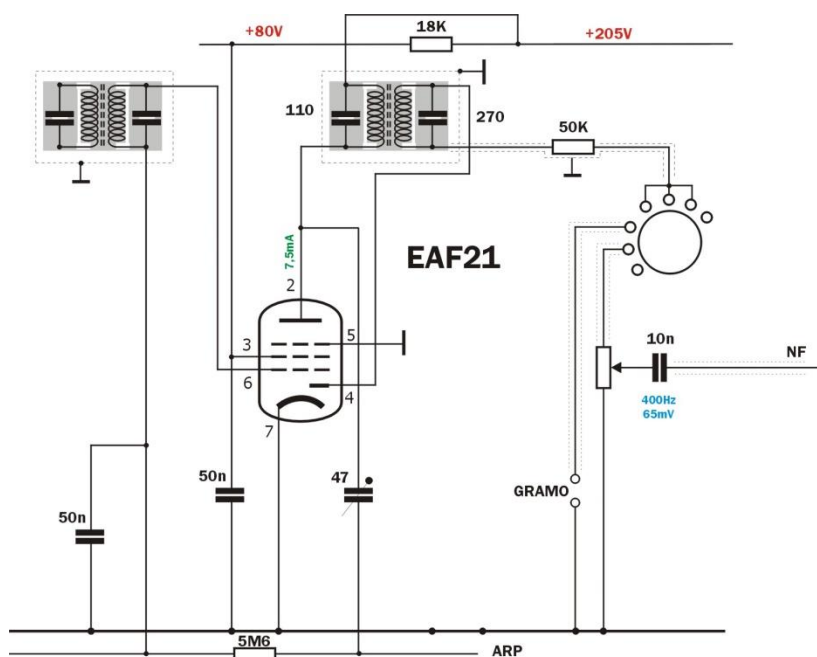


Napon automatske regulacije pojačanja ARP djeluje na prvu mrežicu heptode i mrežicu triode ECH21 regulirajući pojačanje elektronske cijevi.

## Međufrekventno pojačalo i demodulator radio aparata MAKSIMIR

Rezultat miješanja je odabrani antenski signal minus frekvencija lokalnog oscilatora frekvencije 452kHz se preko prvog MF transformatora dovodi inductivno na prvu mrežicu, pin 6, elektronske cijevi EAF21 koja u svome balonu sadrži VF pentodu i jednu diodu.

Zanimljivo je rješenje regulacije pojačanja EAF21 u ovom sklopu. Prva mrežica nije standardno uzemljena preko visoko omskog otpornika, već je preko sekundara prvog MF transformatora spojena na oslabljeni napon ARP-a, te se promjenom tog napona, koji izravno ovisi o jačini ulaznog signala, regulira pojačanje pentodnog dijela EAF21.



Sl.5.: Međufrekventno pojačalo i demodulator radio aparata MAKSIMIR [3]

Pojačan signal frekvencije 452kHz javlja se na anodi pentode EBF21, pin 2, gdje se dodatno filtrira kroz primar drugog MF transformatora. Preko trimer kondenzatora 47pF, slabom kapacitivnom vezom izlazna amplituda pentode EAF21 vodi se na liniju ARP pojačala stvarajući petlju koja se s cjelokupnim ARP-om vrlo učinkovito suprotstavlja jakim lokalnim signalima.

Na gornjem izvodu sekundara drugog MF transformatora inducirani signal 452kHz sadrži i NF komponentu. Taj signal se vodi na diodu EAF21, pin 4, koja demodulira NF komponentu iz VF signala.

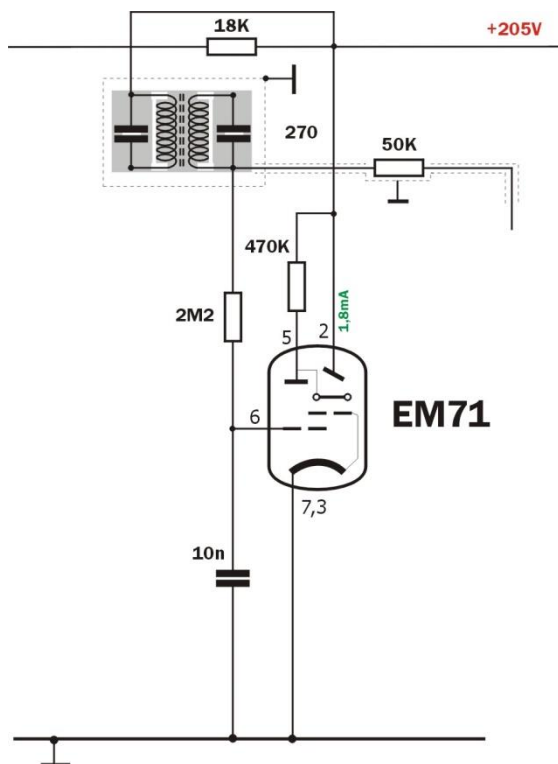
S donjeg izvodu sekundara drugog MF transformatora inducirani NF signal se vodi na sekciju preklopnika ulaza NF predpojačala.

## "Magično oko" radio aparata MAKSIMIR

Vanjski izgled radio aparata Maksimir oplemenjen je vizualnim pokazivačem nivoa ulaznog signala - "magičnim okom". Iako izuzetno atraktivan, sklop "magičnog oka" je izveden krajnje

jednostavno. Upotrijebljena je elektronska cijev EM71 s Loctal 8 podnožjem, indirektnim grijanjem katoda naponom 6,3V i sa svega tri pasivna elementa: dva otpornika i jedan kondenzator.

Otpornik 470K, pin 5, služi za omogućavanje statičkih radnih uvjeta, dok se NF signal, koji se snima s ulaza u NF predpojačalo, preko otpornika 2M2 vodi na upravljačku mrežicu, pin 6. Kondenzator 10nF s upravljačke mrežice prema masi služi za ublažavanje oscilacija ulaznog signala.



Sl.6: Međufrekventno pojačalo i demodulator radio aparata MAKSIMIR [3]

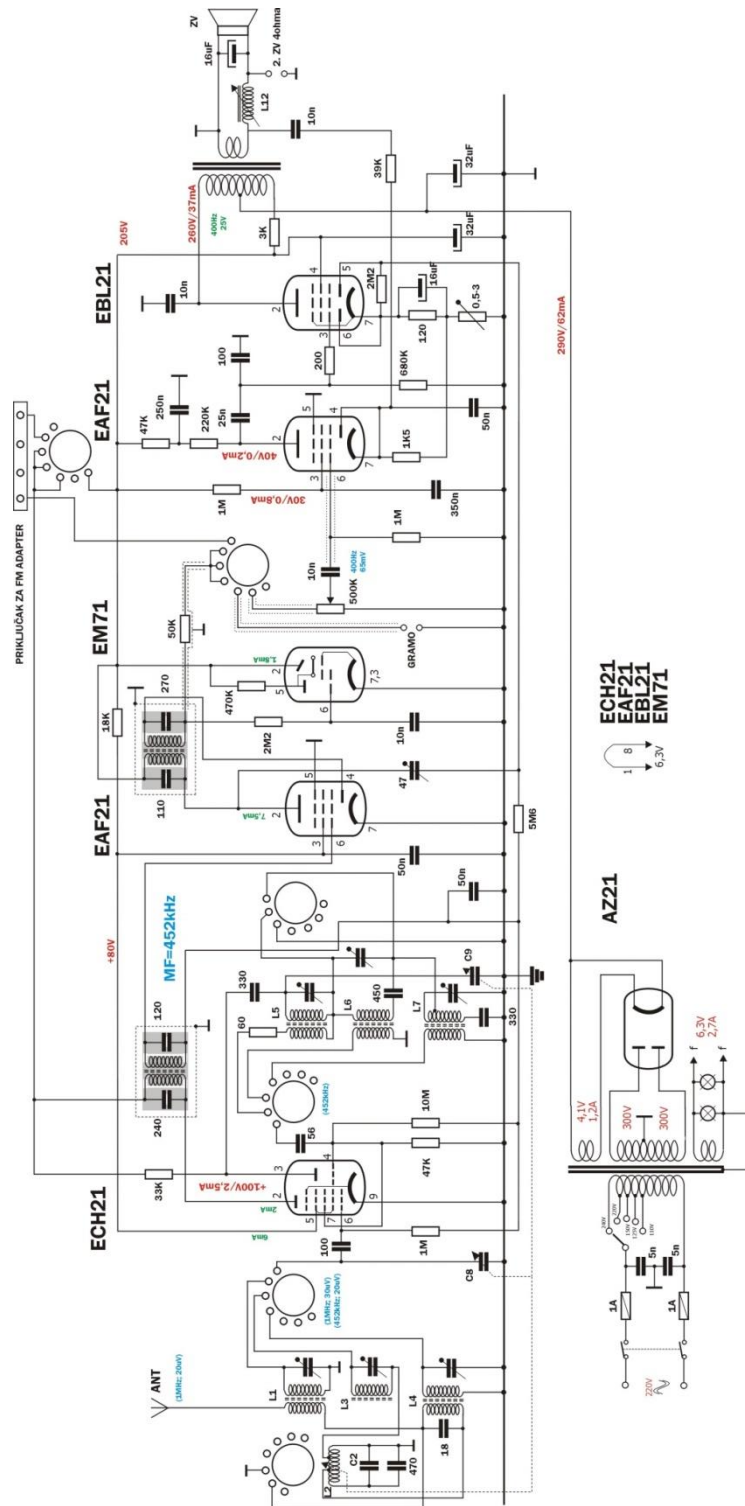
Elektronska cijev EM71 na svojoj upravljačkoj mrežici reagira na negativan dio amplitude signala iz demodulatora. EM71 se počela proizvoditi od 1938. godine i od tada se nalazi u mnogim boljim radio aparatima.

Svojim velikim, preglednim zaslonom bila je omiljeni svjetlosni pokazivač razine signala mnogim konstruktorima radio aparata.



povratnom vezom sa sekundara izlaznog transformatora. Neobičajeno, ali funkcionalno rješenje kojim se osigurava stabilan rad i sprečava pre velika pobuda izlaznog stupnja. Dioda EAF21 spojena je pinom 2 na katodu i neutralizirana je.

Izlazni stupanj NF pojačala izveden je s elektronskom cijevi **EBL21** koja radi u "A" klasi. Pentodni dio je u klasičnom spoju, dok se s obje diode i s katode pentode, pin 7, snima napon koji se koristi u automatskoj regulaciji pojačanja (ARP), koji regulira pojačanje prijemnog dijela.



Sl.9.: Shema radio aparata MAKSIMIR

U nastavku slijedi članak objavljen u časopisu Elektrotehničar 8-9/1957. godine s osnovnim podacima o radio prijamniku MAKSIMIR, te njegovu podešavanju (sl. 10 i 11).

# Isrobniki • MAKSIMIR •

Proizvod tvornice  
„Radioindustrija Zagreb“

## SERVISNI PODACI

Radioprijemnik »Maksimir« tvornice »Radioindustrija Zagreb« je super sa 6 elektronki, 6 ugodenih krugova i 3 valna područja.

Nakon ugađanja posljednjeg kruga, jezgre se MF zavojnice ne smiju više dirati. Jezgre je potrebno zaliti voskom.

### Tehnički podaci:

#### Valna područja:

Kratki val 16 do 50 m (18,75 do 6,0 MHz)

Srednji val 185 do 600 m (1622 do 500 kHz)

Dugi val 800 do 2600 m (375 do 150 kHz)

Međufrekvencija: 452 kHz, širina pojasa  $10 \pm 0,5$  kHz

Priključak za izmjeničnu mrežu napona: 110, 125, 150, 220 i 240 V.

Potrošak snage: cca 45 W.

Zvučnik: permanentno dinamički, promjer membrane 21,5 cm, impedancija titrajne zavojnice kod 400 Hz: 3,9 Ω.

#### Osjetljivost prijemnika:

Dugi val — 10  $\mu$ V

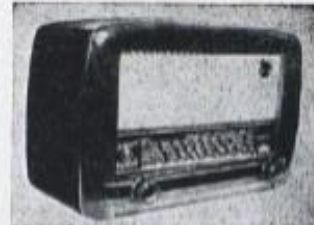
### Ulazni i oscilatorski krugovi

Prije nego što se pristupi ugadanju, potrebno je kontrolirati da li pri zatvorenom promjenljivoj kondenzatoru kazaljka stoji na 600 m. Nadalje treba regulator boje tona staviti u položaj »svijetlo«, a na priključke za drugi zvučnik staviti outputmeter.

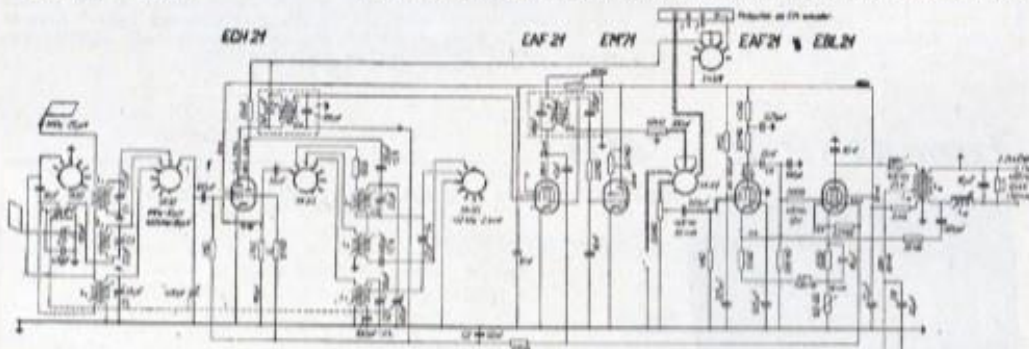
Ugađanje ulaznih i oscilatorskih krugova treba provesti tek nakon ugodenih i zalivenih jezgri MF transformatora.

### Dugi val

Kazaljku postaviti na točku skale koja odgovara 1760 m (170 kHz). Na antenski priključak priključiti preko normalne umjetne antene modularni signal 170 kHz. Prijemnik ugo-



ma C4 i C3. Ovo ugađanje ponoviti, a zatim promjenjivi kondenzator otvoriti do kraja. Klizač potačno iznad crte koja je obilježena na pertinaks ploči, po kojoj klizi. Paziti što je moguće točnije postavljanje ( $\pm 0,1$  mm). Zategnuti vijak za učvršćenje pertinaks ploče. Vijak se mora nalaziti točno na sredini utora. Zatim treba kazaljku postaviti ispod točke koja odgovara



Srednji val — 10  $\mu$ V

Kratki val — 20  $\mu$ V

Kutija: Ovalnog je oblika, dimenzije 40x31x20 cm, težina 9 kg.

### UGAĐANJE PRIJEMNIKA

#### Međufrekvencija

Prije samog ugađanja treba:

- valni preklopnik postaviti na srednji val
- otvoriti promjenjivi kondenzator do kraja
- potencijometar regulatora zvuka staviti na maksimum
- na izlaz za drugi zvučnik priključiti outputmeter
- odviti jezgre MF zavojnica

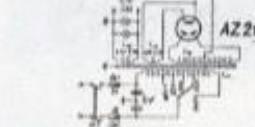
MF krugovi ugađaju se sljedećim redoslijedom:

L11, L10, L9, L8

dit na maksimalni izlaz prvo jezgrom zavojnice L7, a zatim jezgrom L4. Nakon toga postaviti kazaljku ispod točke koja odgovara valnoj duljini 900 m (375 kHz) i na antenski priključak priključiti modularni signal 375 kHz. Ugoditi na maksimalni izlaz prvo trimenom C6, a zatim trimenom C5. Ugađanje ponavljati tako dugo, dok ugađanje na jednoj frekvenciji nema utjecaja na drugu i obratno.

### Srednji val

Kazaljku postaviti ispod točke 550 m, te na ulaz staviti signal od 546 kHz. Ugoditi prijemnik na maksimalni izlaz prvo pomoću L6, a zatim pomoću L3. Poslije toga postaviti kazaljku na 200 m (1500 kHz), te ugađanje izvršiti trimeni-

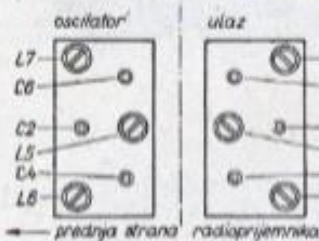


550 m (546 kHz). Ugađanje treba završiti trimenom C7. Opisano ugađanje treba ponavljati, sve dok ugađanje na jednoj frekvenciji ne smeta ugađanju na drugoj frekvenciji i obratno.

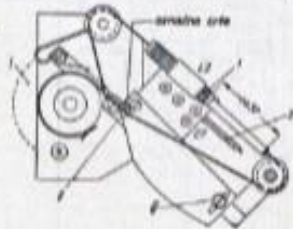


### Kratki val

Ugađanje se provodi na isti način kao kod dugog vala. Točke ugađanja su 42,9 i 20 m, t. j. frekvencije moduliranih signala 7 i 15 MHz. Ugađanje izvršiti s jezgrama zavojnica L5 i L4, kao i trimerima C2 i C1.



Po završenom ugađanju potrebno je sve trimere i jezgre zaliti voskom.



### MJERENJE OSJETLJIVOSTI

#### Tonfrekventna osjetljivost

Postaviti regulator zvuka na maksimum, a na krajeve potencio-

tra priključiti napon od 65 mV, frekvencije 400 Hz. Na priključke zvučnika staviti outputmetar, te na njemu očitati izlazni napon. Taj napon mora iznositi 0,44 V (50 mV). Isti napon izlaza mora pokazati outputmetar ako se na rešetku izlazne elektronke EBL21 dovede NF signal napona 1,2 V. Mijenjajući frekvenciju torgeneratora na outputmetru se čita odgovarajuća frekventna karakteristika, koja mora biti linearna u niskofrekventnom području.

#### Osjetljivost MF stupnja i ulaza

Kod ulaznog signala od 2,1 mV (452 kHz) na rešetki MF elektronke EAF 21, mora napon na izlazu iznositi 0,44 V; isti napon na izlazu mora se dobiti, ako se na prvu rešetku miješalice ECH 21 stavi napon 20  $\mu$ V, frekvencije također 452 kHz. Dovede li se na rešetku miješalice signal od 1 MHz, dobit ćemo na izlazu napon od 0,44 V onda, ako je vrijednost moduliranog ulaznog signala 30  $\mu$ V. Mjerenje osjetljivosti ulaza vrši se dovođenjem moduliranog signala preko umjetne antene na antensku priključnicu. Izlazni napon od 0,44 V postizava se kod ulaznog signala od 20  $\mu$ V.

### MEHANIČKI PODACI I ISPITIVANJE

1. Kontrolirati sve dijelove da li su dobro pričvršćeni; vijci i matice dobro pritegnute.
2. Zaključna mjesta moraju biti ispravna.

3. Kontrolirati sve spojeve Ohmmetrom. Svi vrući vodovi MF transformatora moraju biti blizu šastje.

4. Sva lezna mjesta moraju se kontrolirati, da ne postoji opasnost kratkog spoja, naročito kod dijelova R1, C8, C9 i C10.

5. Kontrola stalnog pogona.

Kazaljka treba da je potpuno ravna i bez mrtvog hoda, vrpca zategnuta i ne smije se ukrštavati. Dugme za traženje stanica mora se lako okretati i ne smije imati mrtvi hod. Pri zatvorenom kondenzatoru mora kazaljka stajati ispod crte 000 m. Vijak za pričvršćenje mora biti čvrsto zategnut na sredini utora. Kod otvorenog kondenzatora mora lijeva strana klizača biti iznad oznake naznačene na pertinaks klizaču.

6. Ispitivanje valnog preklopnika. Kružni segment valnog preklopnika ne smije imati mrtvi hod. Kontaktni segmenti moraju kod svakog položaja biti na sredini kontaktnih pera. Preklopnik se ne smije zaustaviti na nekom međupoložaju. Kontakti moraju biti svijetli i potpuno čisti. U suprotnom, očistiti benzinsom ili tetra-klorom, a zatim namazati uljem, koje ne sadrži kiseline.

7. Mrežni prekidač mora sigurno spajati i prekidati. Dugme za jakost zvuka, kao i za boju zvuka, mora se lako okretati.

Sl.11.: Servisna dokumentacija radio aparata MAKSIMIR [5]

### Radio aparat RIZ 594 UKV



Sl.12.: Radio aparat RIZ 594 UKV [6]

Početkom 1959. godine Radioindustrija Zagreb plasira na tržište tada daleko najkvalitetniji radio prijamnik RIZ 594 UKV (sl.: 12).

Riječ je o snažnom radio aparatu impresivnih gabarita, velike izlazne snage s ugrađena četiri zvučnika i 11 elektronskih cijevi! Težina radio aparata RIZ 594 UKV iznosi 17,5kg, dok je kutija dimenzija 700x360x260 mm.

Velika tipkovnica s deset tipki i regulacijom "boje tona" s svake strane smještena je ispod velikog skala stakla s preglednim ispisom frekvencija. Na skala staklu nalazi se prozor za vizualni pokazivač nivoa signala "magično oko".

Veliko platno iznad skala stakla skriva dva velika zvučnika proizvodnje RIZ, dok su preostala dva visokotonski zvučnici proizvodnje RIZ postavljena bočno iza ukusnih velikih otvora prekrivenih istim platnom kao i prednja strana radio aparata.

Radio prijamnik RIZ 594 UKV omogućava prijam četiri valna područja: dugi val, srednji val, kratki val i UKV i koncipiran je na superheterodinskom principu s dva stupnja MF pojačanja, dvije radne frekvencije MF pojačala, te veoma snažnim izlaznim stupnjem u AB klasi s dvije elektronske cijevi EL84.



Sl.13.: Radio aparat RIZ 594 UKV [6]

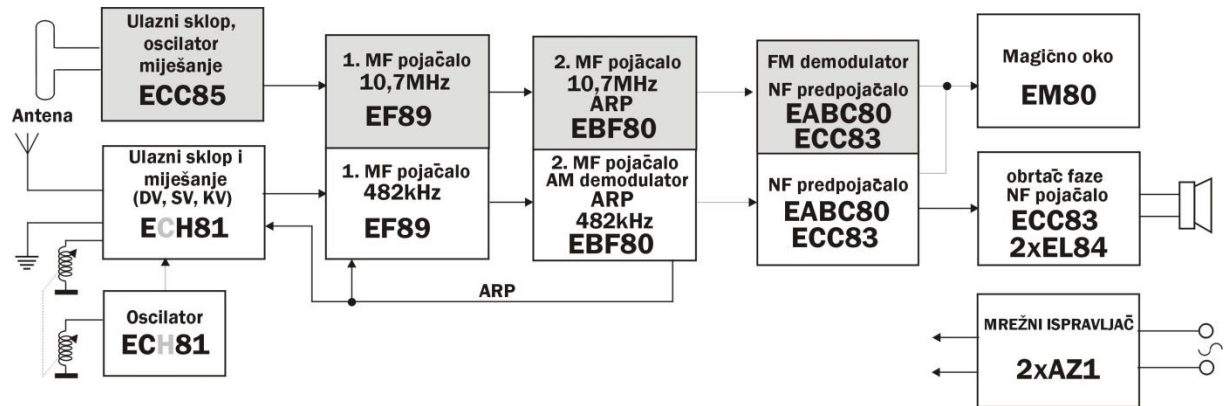
### **Princip rada radio aparata RIZ 594 UKV**

Svo znanje i iskustvo Riz-ovih stručnjaka, skupljeno kroz dugogodišnju proizvodnju radio prijamnika, slilo se u ovaj prijamnik. On je nešto najbolje i najkvalitetnije proizvedeno u Radioindustriji Zagreb na polju radio prijamnika.

Koristeći provjerena sklopovska rješenja ostvarena u radio aparatu Jadran 58UKV, posebno mislim na UKV ulazni sklop, samo koncepciju su poboljšali, drugačije su riješili ARP, a posebnu pažnju su posvetili MF pojačanju, radi poboljšanja selektivnosti i osjetljivosti, NF aktivnim filterima "boje tona" te izlaznim NF stupnjem velike snage u "AB" klasi.

Prijamnik radio aparata RIZ 594 UKV koncipiran je na superheterodinskom principu, kao jednostruki super (jedna konverzija frekvencije) s dva stupnja međufrekventnog pojačanja i to i kod AM vrste rada kao i kod FM vrste rada.

Za prijam UKV valnog područja iskorišten je već provjeren UKV ulazni sklop s elektronskom cijevi ECC85.



Sl.14.: Blok shema radio aparata RIZ 594 UKV [3]

Nakon miješanja signala lokalnog oscilatora i pojačanog ulaznog signala na izlazu ovog sklopa pojavljuje se signal frekvencije 10,7MHz. U FM vrsti rada, signal 10,7MHz se vodi na prvo MF pojačalo s elektronskom cijevi EF89. Nakon pojačanja vodi se na drugo MF pojačalo s kombiniranom elektronskom cijevi EBF80 gdje pentodni dio vrši dodatno pojačanje signala, jedna dioda generira ARP napon za regulaciju pojačanja, dok druga dioda nema posebnog utjecaja na FM demodulaciju.

Signal iz FM demodulatora vodi se na triodni dio elektronske cijevi EABC80 koja je prvi stupanj NF predpojačanja. Zašto dva stupnja NF predpojačanja? Zato što nakon prvog stupnja NF predpojačanja NF signal prolazi kroz sklop "boje tona", koji je kombinacija kondenzatora, otpornika i preklopnika i koji "guši" nivo NF signala, pa ga je potrebno podignuti u sljedećem stupnju NF predpojačanja.

Drugi stupanj NF predpojačanja ostvaren je s jednom triodom elektronske cijevi ECC83. Tako pojačan NF signal vodi se na drugu triodu elektronske cijevi ECC83, koja obavlja funkciju okretača faze i pobuđuje dvije izlazne pentode EL 84 u protufaznom sklopu, odnosno u "AB" klasi.

Izlazno NF pojačalo, budući da radi u "AB" klasi razvija preko 10W izlazne snage s zanemarivim izobličenjima na internim zvučnicima vlastite proizvodnje.

Napon ARP-a koji se generirao na diodi EBF80 preko preklopnika tipkovnice spaja se i na sklop vizualnog pokazivača nivoa koji prikazuje nivo ulaznog signala.

Za vrijeme AM vrste rada (dugi, srednji i kratki val) koristi se ulazni sklop, oscilator i miješanje izveden s elektronskom cijevi ECH81. Riječ je o kombiniranoj elektronskoj cijevi koja u svome balonu sadrži heptodu i triodu, a koja je konstruirana upravo za realizaciju ulaznog AM sklopa.

Heptodni dio elektronske cijevi ECH81 pojačava ulazni signal iz antene (odabrani titrajni krugovi tipkovnicom), te ga miješa s signalom lokalnog oscilatora, realiziranog s triodnim dijelom iste elektronske cijevi. Rezultat miješanja ta dva signala iznosi 482kHz i on se vodi u prvo MF pojačalo.

Isti sklopovi i iste elektronske cijevi obavljaju MF pojačanje. Međufrekventni transformatori su dvostruki, što znači da se u jednom kućištu nalaze titrajni krugovi rezonantne frekvencije 10,7MHz

i titrajni krugovi rezonantne frekvencije 482kHz, te su još k tome spojeni u seriju. Zavisno od ulazne frekvencije u MF transformator rezoniraju određeni parovi titrajnih krugova, dok drugi, ne aktivni titrajni krugovi nemaju utjecaja. Time je ostvareno da se mogu koristiti isti sklopovi na dvije dosta različite frekvencije.

Kako u drugom MF pojačalu jedna dioda generira ARP napon, druga dioda je iskorištena za demodulaciju AM signala. Dobiveni NF signal vodi se dalje u NF stupnjeve, ranije objašnjene.

Napon automatske regulacije pojačanja ARP generiran na diodi drugog MF pojačala direktno ovisi od nivoa ulaznog signala. Što je on viši, to je viši i napon ARP-a. A viši napon ARP-a, koji je negativnog predznaka "koči" prve mrežice heptode ECH81 i EF89, te im smanjuje pojačanje. Jednostavno, a veoma funkcionalno.

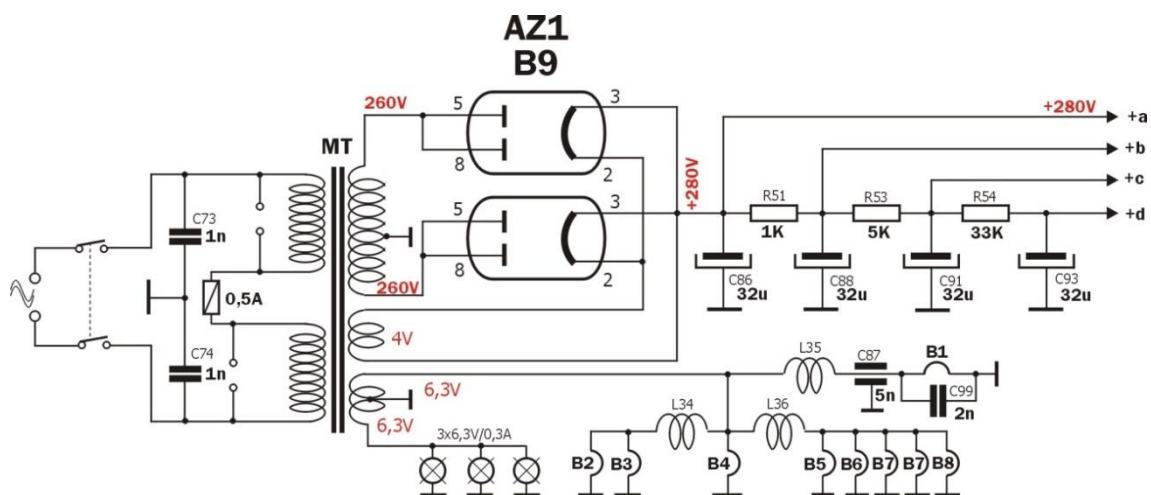
Ispravljački dio posebno je konstruiran, budući da mora osigurati napajanje 11 elektronskih cijevi i tri žaruljice. Jak mrežni transformator osigurava dovoljno struje za grijanje svih elektronskih cijevi, te ima mogućnost odabira ulaznog, mrežnog napona 110V/ 220V.

Ispravljanje anodnog napona ostvareno je do sada neuobičajenim sklopom, s dvije elektronske cijevi AZ1. Umjesto da jedna AZ1 punovalno ispravlja izmjenični napon, u ovom radio prijammniku, anode svake elektronske cijevi su spojene paralelno, pa se cijev se ponaša kao jedna dioda s dvostrukom strujom katode. Dvije cijevi spojene na ovaj način ostvaruju punovalno ispravljanje izmjeničnog napona uz dovoljno struje za pogonjenje svih elektronskih cijevi.

### Ispravljački sklop radio aparata RIZ 594 UKV

Nakon snažnog mrežnog transformatora s dvije elektronske cijevi AZ1 punovalno se ispravlja anodni napon. Kod svake elektronske cijevi AZ1 anode su spojene zajedno, pa je time cijev pretvorena u diodu s dvostruko većom katodnom strujom.

Dvije elektronske cijevi u spoju zajedničkih anoda punovalno ispravljavu izmjenični napon sekundara transformatora u istosmjerni napon +280V na prvom elektrolitskom kondenzatoru C86 (32uF/385V). Nakon prvog elektrolitskog kondenzatora, slijede tri serijski vezana otpornika R51 (1K), R53 (5K) i R54 (33K) stupnjevito smanjujući osnovni napon. Iza svakog od tih otpornika prema masi je spojem mrežni elektrolitski kondenzator dodatno filtrirajući istosmjerni napon.



Sl.14.: Ispravljački sklop RIZ 594 UKV [3]

U ovom ispravljačkom sklopu posebna pažnja je posvećena filtriranju sva četiri istosmjerna napona. Mrežni transformator, osim posebnog namotaja za grijanje direktno grijanih katoda

elektronskih cijevi AZ1 (4V/2,5A) posjeduje i dva namotaja izmjeničnog napona 6,3V. Jedan od tih namotaja koristi se za napajanje skala žaruljica, dok se drugi koristi za napajanje svih ostalih elektronskih cijevi.

Zbog sprječanja utjecaja prodora smetnji iz električne mreže u vlakna grijanja elektronskih cijevi, posebno elektronske cijevi B1 ECC85 u UKV ulaznom sklopu, dodane su prigušnice L34, L35 i L36, te kondenzatori C87 (provodni kondenzator na kućištu UKV modula 5nF) i C99 (2nF) spojen paralelno grijanju elektronske cijevi B1 ECC85.

Dvije elektronske cijevi AZ1 razvijaju znatnu toplinu, pa su zbog toga montirane na najvišem dijelu šasije radio aparata, odnosno na posebnom nosaču iznad mrežnog transformatora.

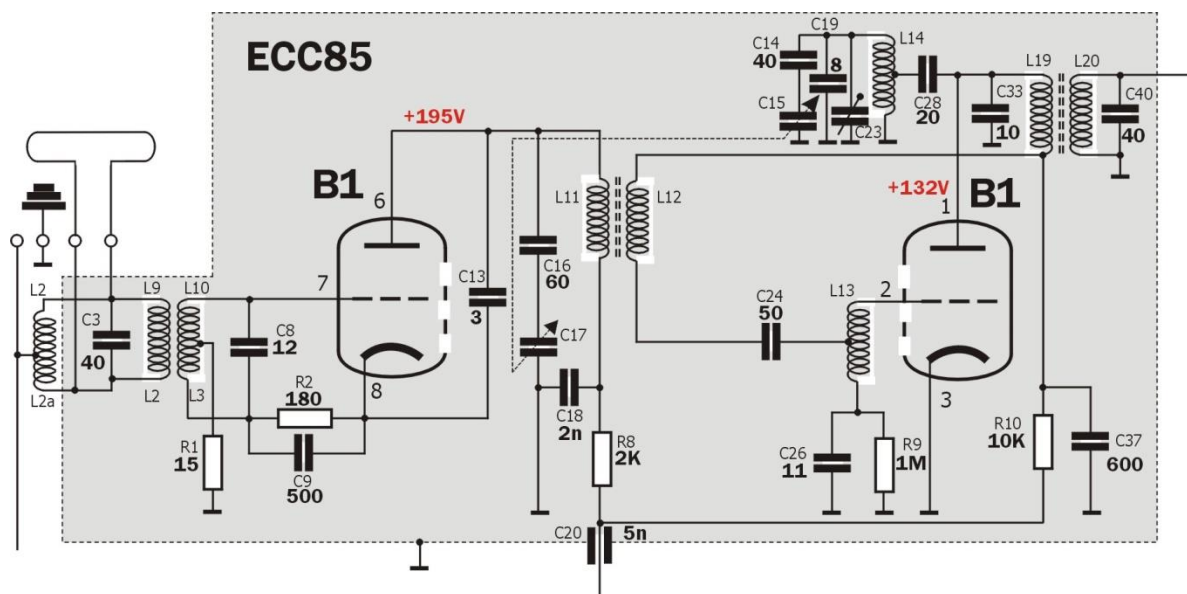


Sl.15.: Ispravljačke cijevi radio aparata RIZ 594 UKV postavljene na mrežni transformator [3]

### **Ulazni sklop, oscilator i miješanje radio aparata RIZ 594 UKV FM valno područje**

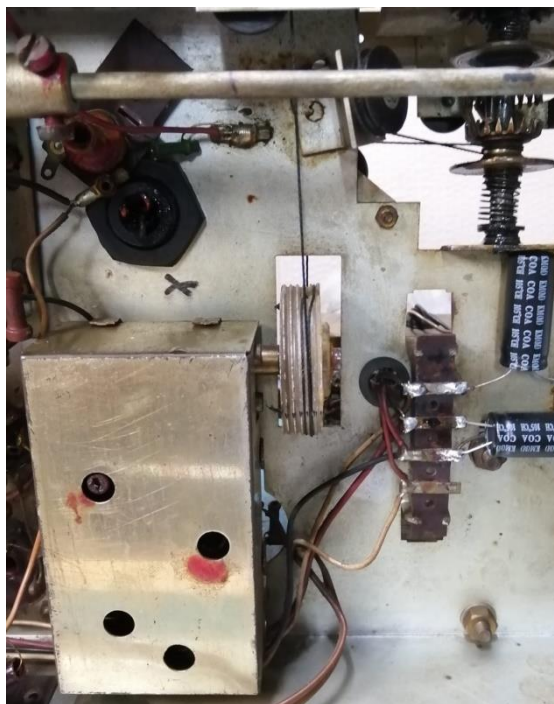
Pojavivši se prvi puta 1958. godine u radio aparatu Jadran 58 UKV, ovaj sklop, nepromijenjen, nastavlja se koristiti u svim radio aparatima Radioindustrije Zagreb. Kvalitetno mehaničko rješenje, odlične temperaturne karakteristike, te odlična osjetljivost, osnovna karakteristika su ovog sklopa.

Ulazni sklop, oscilator i miješanje izvedeno je s elektronskom cijevi B1 ECC85, visoko frekventnom dvostrukom triodom. Ova elektronska cijev stabilno radi, na tada, dosta visokim frekvencijama (reda 100MHz). Raspon frekvencije UKV sklopa iznosi od 87,2 - 100,2 MHz



Sl.16.: Ulazni sklop, oscilator i miješanje radio aparata RIZ 594 UKV FM valno područje [3]

Prvi triodni dio ECC85 vrši funkciju antenskog pojačala, odnosno pojačala ulaznog signala. Druga trioda osim što je lokalni oscilator, vrši i funkciju miješanja pojačanog ulaznog signala s signalom oscilatora, pa se tako dobiva signal međufrekvencije 10,7MHz. Promjena frekvencije ulaznog sklopa i frekvencije oscilatora izvedena je dvostrukim promjenjivim kondenzatorom (C17, C15) koji je sastavni dio FM modula.



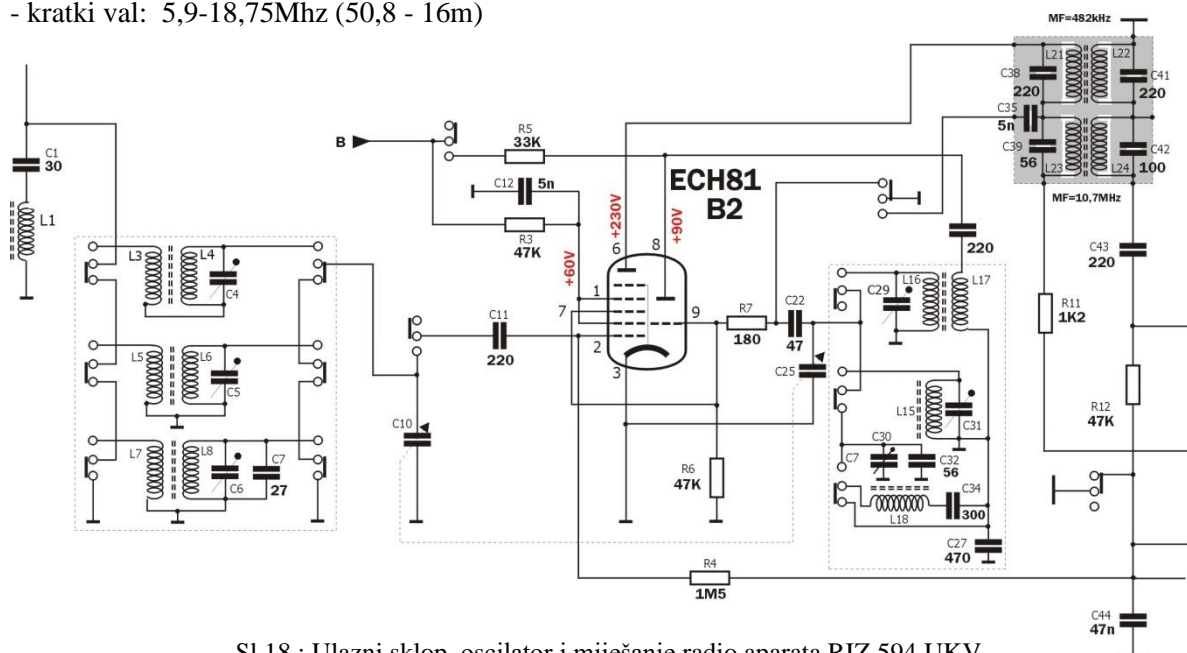
Sl.17.: FM modul radio aparata RIZ 594 UKV [3]

## Ulazni sklop, oscilator i miješanje radio aparata RIZ 594 UKV AM valno područje

Signal iz antene preko složenih kombinacija tipkovnice za odabir valnih područja, preko odabranog titrajnog kruga dovodi se na prvu polovinu dvostrukog promjenjivog kondenzatora C10, te preko kondenzatora C11 (220pF) na prvu mrežicu heptode ECH81, pin 2. Set odabranih ulaznih zavojnica za pojedino valno područje zajedno s kondenzatorom čine selektivni titrajni krug za odabir ulazne frekvencije. Na samom ulazu antenskog signala u prijamnik, nalazi se serijski titrajni krug (C3/30pF, L1), fiksne rezonatorske frekvencije 482kHz koji ne dozvoljava ulaz signala samo te frekvencije, radi sprječavanja smetnji koje unosi signal te frekvencije.

Frekvencije AM područja:

- dugi val: 150 - 375kHz (2000-800m), - srednji val: 520 - 1620kHz (576 - 183m)
- kratki val: 5,9-18,75Mhz (50,8 - 16m)



Sl.18.: Ulazni sklop, oscilator i miješanje radio aparata RIZ 594 UKV, AM valno područje [3]

Kako se set zavojnica ulaznog titrajnog kruga odabire tipkovnicom valnih područja, tako se paralelno preklapaju i setovi zavojnica lokalnog oscilatora. Odabrani set zavojnica oscilatora s drugom polovinom promjenjivog kondenzatora C25 čine titrajni krug koji određuje frekvenciju lokalnog oscilatora.

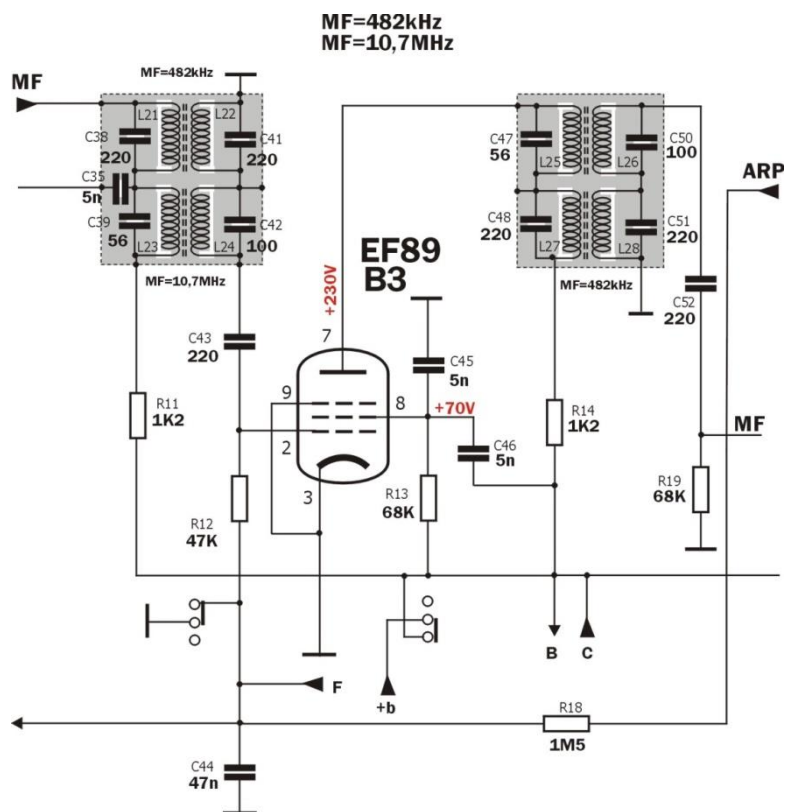
Heptodni dio ECH81 vrši ulogu pojačala ulaznog signala i miješanje tog pojačanog signala s signalom oscilatora koji je realiziran triodnim dijelom iste elektronske cijevi. Na anodi heptode (pin 6) pojavljuje se signal miješanja, frekvencije 482kHz koji se dodatno stabilizira, te filtrira na 1. MF transformatoru. Kondenzatorom C43 (220pF) MF signal se vodi u MF pojačalo.

ARP napon djeluje na prvu mrežicu heptode ECH81 (pin2) preko otpornika R4 (1M5) regulirajući pojačanje ulaznog sklopa.

### 1. međufrekventno pojačalo, radio aparata RIZ 594 UKV

Ulazni signal, s donjeg izvoda sekundarnog dijela prvog MF transformatora vodi se preko kondenzatora C43 (220pF) na upravljačku mrežicu pentode B3 EF89 (pin 2). Otpornikom R13 (68K) osigurava se radni napon druge mrežice EF89 (+70V), dok se anodni napon sa +b preko otpornika R14

(1K2), te serijskog spoja primarnih zavojnica 2. MF transformatora. Isto, napajanje heptode ECH81, ostvareno je preko otpornika R11 (1K2) i primarnih zavojnica 1. MF transformatora.



Sl.19.: 1. međufrekventno pojačalo RIZ 594 UKV [3]

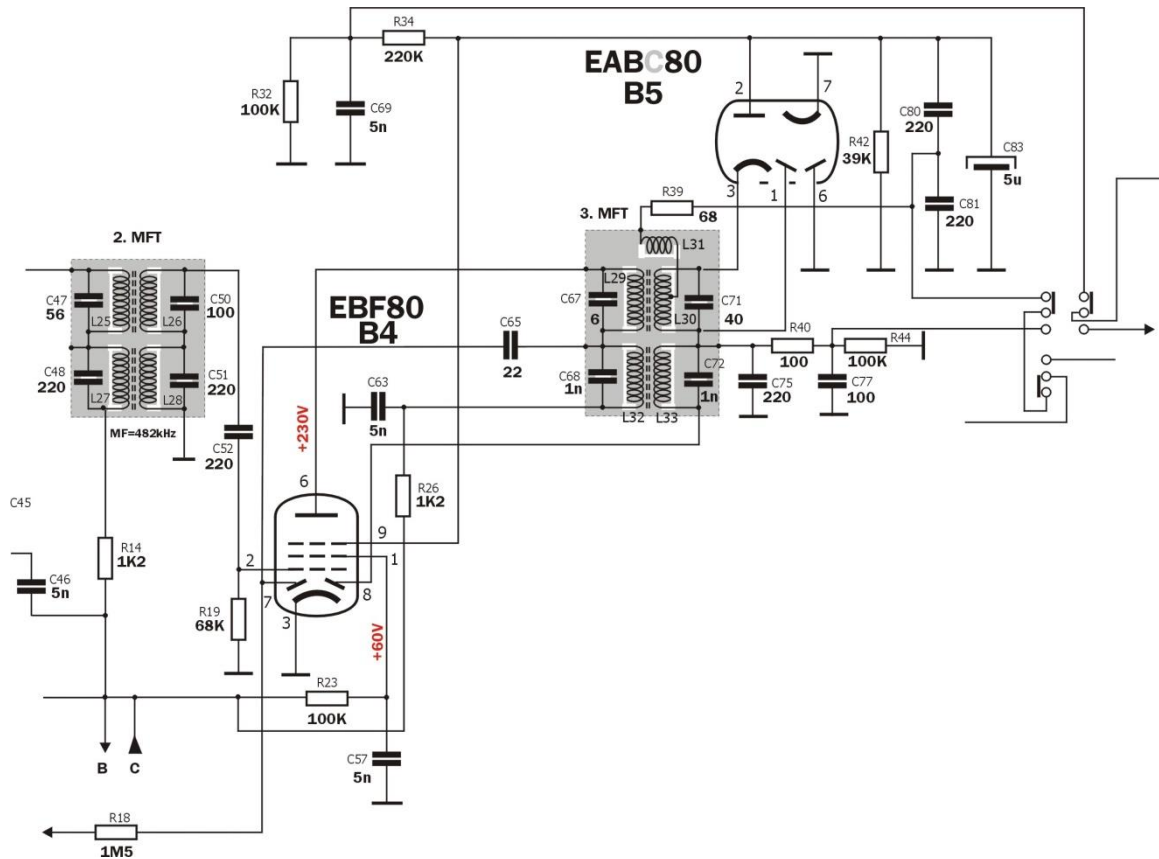
Pojačan MF signal javlja se na anodi pentode (pin7), koji se induktivnom vezom u drugom MF transformatoru vodi u sljedeći stupanj MF pojačanja. ARP napon djeluje na upravljačku mrežicu EF89 (pin 2) preko otpornika R12 (1K2) regulirajući pojačanje 1. MF pojačala zavisno od razine ulaznog signala.

Elektronska cijev EF89 radi u spoju s uzemljenom trećom mrežicom. Tim spojem njeno pojačanje je limitirano i ne radi s maksimalnim pojačanjem. Zavisno od ulazne frekvencije u 1. MF pojačalo, rezonira odgovarajući par titrajnih krugova u MF transformatoru. Time je riješena automatska promjena radne frekvencije MF pojačala bez preklopnika.

## 2. međufrekventno pojačalo i demodulatori radio aparata RIZ 594 UKV

Djelomično pojačan signal iz 1. MF pojačala preko kondenzatora C52 (220pF) vodi se iz sekundara 1. MF transformatora na upravljačku mrežicu B4 EBF80 (pin 2).

Elektronska cijev EBF80 u svom balonu sadrži pentodu i dvije diode. Pentodni dio EBF80 radi kao 2 stupanj MF pojačanja. S otpornikom R19 (68K) fiksiran je prednaponom prve mrežice. Pojačan signal aktivne međufrekvencije, javlja se na anodi pentode (pin 6). Pojačanje pentode EBF80 regulira se naponom koji se pojavljuje na katodi diode elektronske cijevi B5 EABC80 (pin 2) kada prijammnik radi u FM vrsti prijama kočeći treću mrežicu.



Sl.20.: 2. Međufrekventno pojačalo i demodulatori RIZ 594 UKV [3]

Za vrijeme AM vrste prijama, pojačanje EBF80 ostaje nepromijenjeno, definirano prednaponom prve mrežice, dok se ukupno pojačanje međufrekventnih pojačala regulira ARP naponom koji djeluje na upravljačku mrežicu pentode EF89.

Prva dioda elektronske cijevi EBF80 (pin 7) generira ARP napon kojim se regulira pojačanje elektronske cijevi B3 EF89 u prvom MF pojačalu. Druga dioda EBF80 (pin 8) vrši demodulaciju AM signala. NF signal pojavljuje se na točki C75 (220pF) i R43 (100) za obje vrste rada (AM, FM), te se vodi dalje u tonske stupnjeve.

Elektronska cijev B5 EABC80 u svom balonu sadrži triodu i tri diode. U ovom sklopu, jedna dioda se ne koristi, pa je neutralizirana (pin 6), dok se druge dvije diode (pin 3,2) i (pin 7,1) upotrebljavaju pri demodulaciji FM signala. Preklopnice na tipkovnici određuje se koji se NF signal vodi u tonski dio radio aparata RIZ 594 UKV.

Cjelovito promatrano svi radio aparati Radioindustrije Zagreb realizirani su sa samo jednim stupnjem MF pojačanja i s dva MF transformatora. Čak i radio aparati s UKV područjem.

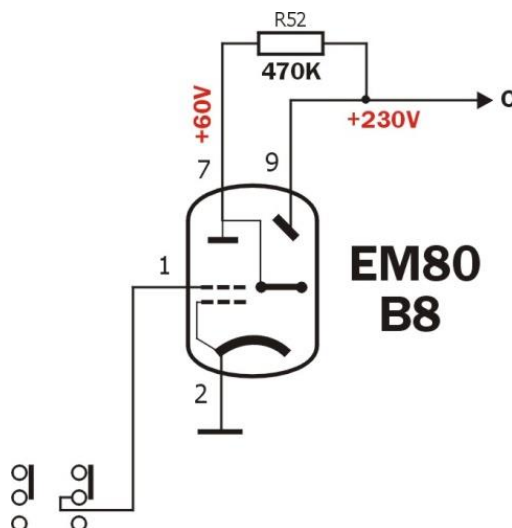
Konstruirajući ovaj radio aparat nastojalo se postići maksimum u kvaliteti prijama i reprodukcije zvuka. Budući da su imali izuzetno kvalitetno riješen ulazni sklop za UKV, te ulazni sklop za prijam dugih, srednjih i kratkih valova poboljšali su karakteristike međufrekventnog pojačala. I to na način da su dodali još jedan stupanj MF pojačanja, pa su tako dobili superheterodinski prijammnik s jednom konverzijom, ali dva stupnja MF pojačanja. No tu nije kraj, odvojena automatska regulacija pojačanja ARP, posebno za AM način rada i posebno za FM način rada dodatno je poboljšala performanse prijamnog dijela.

U odnosu na radio prijamnik Jadran 58 UKV, koji je svojom pojavom na tržištu tada predstavljao remek djelo Radioindustrije Zagreb, ovaj radio prijamnik nadogradnja je svog prethodnika, dovedena skoro do savršenstva, kada govorimo o samom prijammiku. Ne ulazeći u estetske detalje, velika osjetljivost, stabilnost, otpornost na jake signale lokalnih stanica, otpornost na smetnje električne mreže samo su dio njegovih odličnih performansi.

### "Magično oko" radio aparata RIZ 594 UKV

U radio aparatu RIZ 594 UKV kao vizualni pokazivač nivoa signala "magično oko" koristi se elektronska cijev B8 EM80. Sklop je krajnje jednostavan, bez obzira da li je radio prijamnik u AM ili FM vrsti prijama.

Preklopnikom koji je dio tipkovnice odabire se ulazni signal koji dolazi s diode elektronske cijevi EABC80 (pin 2) preko otpornika R34 (220K). Kondenzator C69 (5n) i otpornik R32 (100K), jednim krajem spojeni na masu poravnavaju amplitudu ulaznog signala radi dobivanja mirnog prikaza na zaslonu (elementi vidljivi na cjelokupnoj shemi). Katoda EM80 (pin2) je spojena na masu, jedna anoda (pin 9) spojena direktno na +230V, dok je druga spojena preko otpornika R52 (470K) na taj isti napon. Time su ostvareni statički radni uvjeti elektronske cijevi.

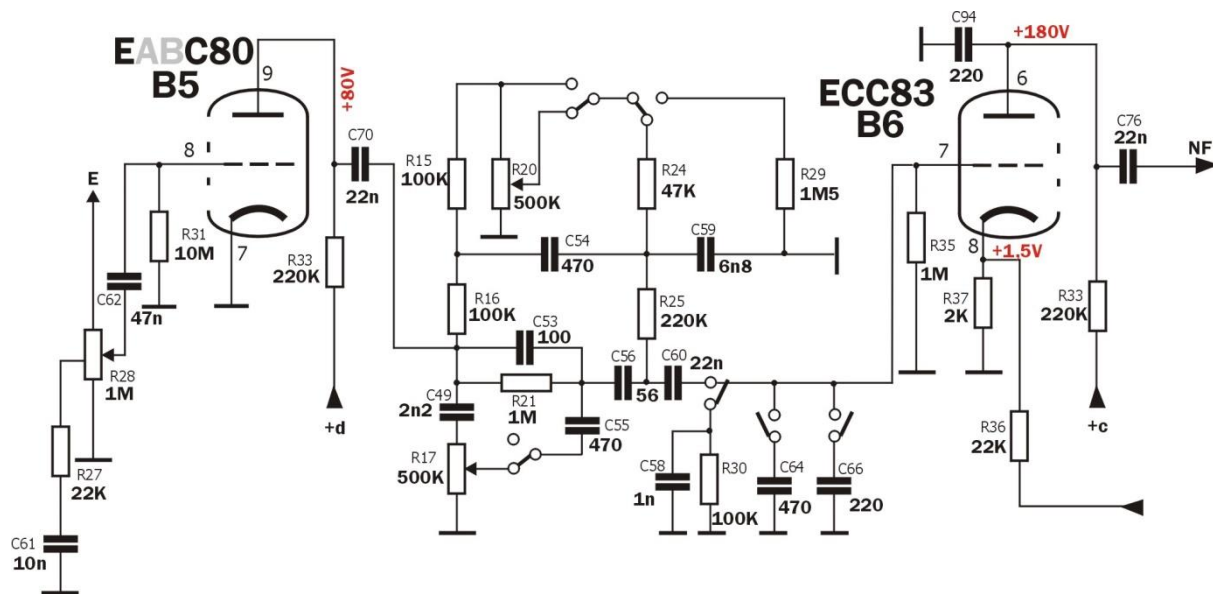


Sl.21.: "Magično oko" radio aparata RIZ 594 UKV [3]

### NF predpojačalo radio aparata RIZ 594 UKV

Triodni dio elektronske cijevi B5 EABC80 obavlja funkciju prvog stupnja NF pojačanja. NF signal iz demodulatora odabran preklopnicima na tipkovnici dovodi se na regulator glasnoće R28 (1M/log). Sam regulator posjeduje četiri izvoda, gdje se četvrti izvod koristi za poravnavanje frekventne karakteristike kroz cijeli raspon glasnoće. S klizača R28 signal se vodi na mrežicu elektronske cijevi EABC80 (pin 8) preko kondenzatora C62 (47n). Prednapon mrežice fiksiran je, određen otpornikom R31 (10M), pa je tako i pojačanje fiksirano. Kondenzatorom C70 (22n) pojačan NF signal se vodi na otporno kondenzatorsku mrežu koja omogućava kvalitetno podešavanje "boje tona" s dva regulatora, ali i s nekoliko preklopnika.

Preklopnici su vrijednostima kondenzatora definirani za pojedinu zvučnu sliku, dok dva regulatora omogućuju kontinuiranu regulaciju "boje tona".



Sl.22.: NF predpojačalo radio aparata RIZ 594 UKV [3]

Ovakav sklop regulacije "boje tona" Radioindustrija Zagreb u svojim radio prijammnicima nije do sada koristila, pa to predstavlja ogroman napredak prema visokoj vjernosti reprodukcije zvuka. Budući da ovaj sklop filtrirajući, odnosno izdizanjem i gušenjem pojedinih dijelova tonskog frekventnog pojasa značajno oslabi nivo NF signala, bilo je neophodno tako obrađen signal "podignuti" na nivo dostatan za pobuđivanje izlaznog tonskog stupnja.

Za dodatno pojačanje NF signala upotrebljena je polovina dvostruke triode elektronske cijevi B6 ECC83.

Kondenzatorom C60 (22nF) signal se vodi na mrežicu triode (pin 7) koja je uzemljena preko otpornika R35 (1M) čime joj je fiksirano pojačanje. Katoda triode (pin 8) osim što je uzemljena preko otpornika R37 (2K) dobiva dio izmjeničnog napona s sekundara tonskog transformatora koji ipak malo posredno regulira njeno pojačanje. Pojačan NF signal vodi se preko kondenzatora C76 (22n) u izlazni tonski stupanj.

### NF pojačalo radio aparata RIZ 594 UKV

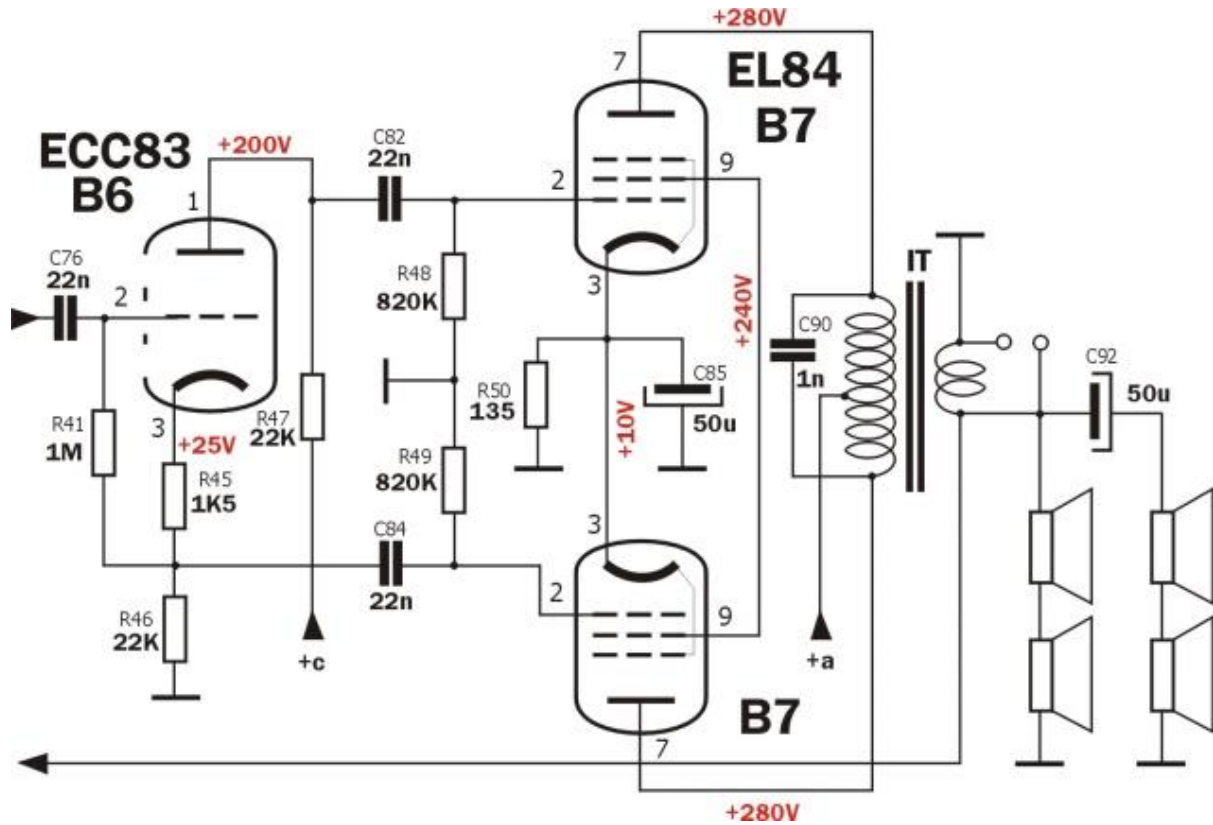
Zbog visokih performansi prijammnika i NF predpojačala, bilo je neophodno realizirati izlazni NF stupanj daleko više kvalitete i uzlazne snage, od do sada korištenih izlaznih stupnjeva.

Izbor je pao na izlazno NF pojačalo u protufaznom sklopu "AB" klase. Sklop se sastoji od dvije izlazne pentode B7 EL84 i "okretača faze", druga trioda elektronske cijevi B6 ECC83.

Ne ulazeći u analizu rada "AB" klase izlaznog pojačala, sklop radi načelno ovako:

Ulazni NF signal preko kondenzatora C76 (22n) se dovodi na mrežicu triode B6 ECC83 (pin 2). Na anodi triode (pin 1) pojavljuje se signal pozitivne poluperiode, dok se na katodi (pin 3) javlja signal negativne poluperiode. Signal pozitivne poluperiode se vodi preko kondenzatora C82 (22n) na upravljačku mrežicu (pin 2) jedne izlazne pentode EL84 koji ona pojačava. Za to vrijeme druga izlazna

pentoda nije aktivna. Dolaskom pojačanog signala negativne poluperiode, prva izlazna pentoda postaje neaktivna, a druga pojačava signal koji joj dolazi na upravljačku mrežicu (pin 2). Naizmjeničnim radom obje izlazne pentode dobija se dvostruka izlazna snaga u odnosu na snagu jedne pentode, pa je izlazna snaga ovog sklopa oko 10W sinusne snage. Četiri interna zvučnika: dva širokopojasna i dva visokotonska, savršeno reproduciraju zvuk.



Sl.23.: NF pojačalo radio aparata RIZ 594 UKV [3]

Dobivena reprodukcija zvuka jako je blizu visokoj vjernosti zvuka i opravdava sve uloženo u ovaj radio aparat.



## **Zaključak:**

Zbog obimnosti materijala, opisao sam samo prvi i jedan od zadnjih radio prijarnika proizvodnje Radioindustrije Zagreb. U knjizi koja slijedi, detaljno su opisani svi radio prijarnici s elektronskim cijevima Radioindustrije Zagreb.

Puno toga bi se moglo i trebalo napisati o Radioindustriji Zagreb. Plejada stručnjaka stvarala je RIZ, nosila se s problemima uzrokovanih onodobnom politikom, nestašicom elektroničkog materijala, rješavanjem sklopovskih, te drugih proizvodnih problema. Od skromnih početaka punih entuzijazma, ti neumorni trudbenici stvorili su moćnu i u svijetu priznatu tvornicu sa zamašnim asortimanom proizvoda široke potrošnje, ali i profesionalne elektronike. Na žalost, kako su teško i mukotrpno zbog politike počinjali, tako su zbog politike i završili. Tvornice su nepovratno ugašene kada su bile na vrhuncu svog stvaranja i proizvodnje.

Iza moćne tvornice Radioindustrija Zagreb, ponosa Hrvatske elektroničke proizvodnje, ostala su samo sjećanja, poneki radio aparat u kolekcijama kolekcionara i gorak okus prolaznosti.

## **Literatura:**

- [1] RIZ.hr/povijest tvrtke; Wikipedia RIZ
- [2] kolekcija Radio muzej Croatia
- [3] Zexinžinjerin Petrinja
- [4] The Valve museum
- [5] Elektrotehničar 8-9/1957
- [6] kolekcija Radio muzej Croatia

### **VACUUM TUBE RADIOS OF THE RADIO INDUSTRY ZAGREB**

**Summary:** After the production of radio receivers was approved in the People's Republic of Croatia in 1952, Radioindustrija Zagreb - RIZ started with the production of radio sets, and in 1953 it placed the radio apparatus MAKSIMIR on the market. In the period from 1953 to 1965, RIZ produced 28 basic models of radios adapted to the then market demand, purchasing power and availability of electronic materials.

**Keywords:** radio apparatus, electronic tube, Radioindustrija Zagreb

*Željko Vrzan*