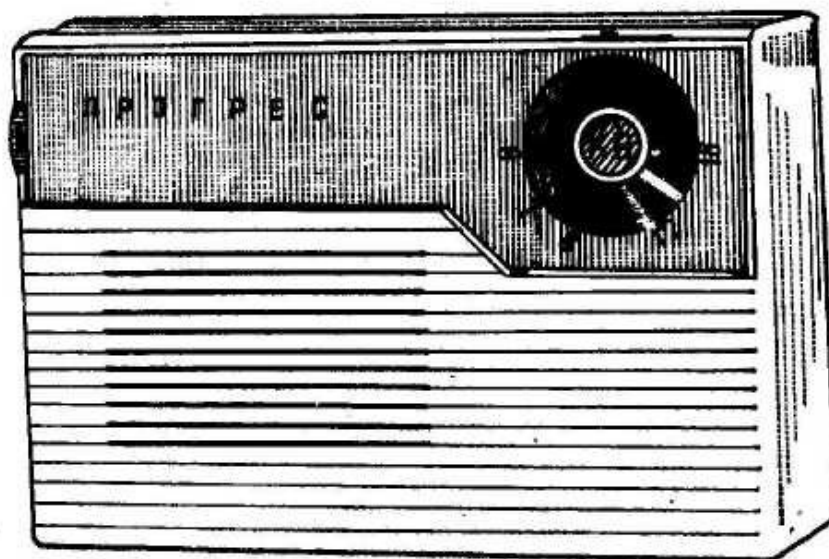


РАДИОПРИЕМНИК "ПРОГРЕС"



В Завода за малки радиоприемници в гр. В. Търново е усвоено вече производството на първия български преносим транзисторен радиоприемник „Прогрес“,

Радиоприемникът е разработен на печатен монтаж и е оформен в пластмасова кутия, поместена е кожена калъфка. Захранва се с две последователно свързана батерийки от по 4,5 в, който му осигуряват непрекъсната сто часова работа.

Технически данни:

1. Честотен обхват: (520 — 1620) kHz
2. Захранване 9 V
3. Консумация без сигнал 120 mW
4. Консумация за изходна мощност 150 mW — 420 mW
5. Средна чувствителност 800 μ V /m
6. Избирателност по съседен канал при разстройка ± 10 kHz, измерена при честота 1 MHz — 20 dB.
7. Изходна нискочестотна мощност 150 mW при коефициент на нелинейните изкривявания 5 %
8. Размери: 201 x 131 x 64,5 mm.
9. Тегло с батериите : 1200 g.

Приемникът се пуска на пазара в два варианта — с транзистори чехословашко и италианско производство. Електрическият монтаж е изцяло разположен върху платка от фолиран гетинакс.

Принципната схема на приемника е показана на **фиг. 1.**

Приемникът работи с феритна антена. Във входния трептящ кръг се индуцира ЕДС, която се прехвърля към базата на преобразователния транзистор трансформаторно. Входният кръг има високо резонансно съпротивление, а входното съпротивление на първия транзистор е ниско. За да се съгласуват тези две съпротивления, преводното

отношение на навивките на бобината на трептящия кръг към навивките на бобината за свързка е 10:1 (80:8 навивки).

Преобразувателното стъпало работи по схема на самоосцилиращ смесител. Осцилаторният трептящ кръг се образува от елементите: L_4 , C_{15} и едната секция на променливия кондензатор. За да се получат оптимални осцилаторни напрежения е необходимо да се работи с емитерен ток от 0,5 до 1 mA. Такъв режим на стъпалото се постига посредством съпротивленията R_1 , R_2 , R_3 , от които най-важно е да се подбере подходящо R_1 . Междинната честота на приемника е 468 kHz.

Сигналът с междинна честота се подава на тризвенеен филтър със съсредоточена селективност, който се състои от три капацитивно свързани помежду си трептящи, кръга (L_5 - C_4 , L_6 - C_7 , L_7 - C_8). Този филтър осигурява затихване по съседен канал около 20 dB при пропускана честотна лента 7 kHz.

Усилвателят на междинна честота се състои от две RC усилвателни стъпала. По-голямо усилване се получава от второто МЧ стъпало, тъй като неговият товар неколкостранно превишава по стойност товара на първото МЧ стъпало. Товарът на T_2 по променлив ток е R_5 и включеното паралелно към него входно съпротивление на T_3 . Режимът на първото МЧ стъпало се определя освен от съпротивленията R_4 , R_9 и R_{10} , още и от действието на АРУ. При наличието на сигнал, върху R_{10} се създава падение на напрежението с поляритет обратен на този от токозахранващия източник. Това напрежение се подава чрез R_{10} на базата T_2 и предизвиква намаляването на колекторния ток на транзистора, а от там и усилването на стъпалото спада. Когато липсва сигнал, напрежението, взето от съпротивлението R_9 и R_{10} се подава на базата на T_2 , като определя колекторен ток от порядъка на 0,5 mA (оптимален режим на транзистора). В това се състои действието на АРУ в приемника. Второто стъпало на МЧ усилвателя работи с автоматично преднапрежение, което се определя от съпротивлението R_6 .

Детекторът е изпълнен по обикновена схема с германиев диод. Товарният му импеданс се състои от потенциометъра за ръчно регулиране на усилването и филтровите елементи R_8 , C_{12} и C_{13} .

Нискочестотният усилвател се състои от предусилвател, драйверен усилвател и крайно стъпало. Предусилвателят представлява стъпало с RC - връзка. Транзисторът е свързан както другите транзистори в схема със заземен емитер. Подходящият режим, осигуряващ необходимото усилване при добри качествени показатели, се осъществява чрез товарното съпротивление R_{13} и съпротивлението в базисната верига R_{12} . Този режим се характеризира с колекторно постоянно напрежение в границите от 3 до 6,5 V и колекторен постоянен ток от 0,5 до 1,5 mA.

Подходящ режим на драйверното стъпало се осигурява от съпротивленията R_{15} и R_{16} . Двата крайни транзистора са свързани по противотактна схема. Оптималният режим, при който имаме максимална мощност при допустим процент нелинейни изкривявания, се осъществява чрез съпротивленията R_{21} , R_{18} и R_{19} .

Изходният трансформатор Tr_2 съгласува нискоомния товар (3-омов малобааритен високоговорител) с изходния импеданс на стъпалото. Драйверът и крайното стъпало са обхванати от отрицателна обратна връзка. Веригата на отрицателната обратна връзка се състои от съпротивленията R_{20} , и R_{17} .

Токоизточникът се включва от ключа на потенциометъра R_{10} . В неговата верига са включени филтрови елементи C_{23} , R_{14} , C_{19} , R_3 и C_3 .

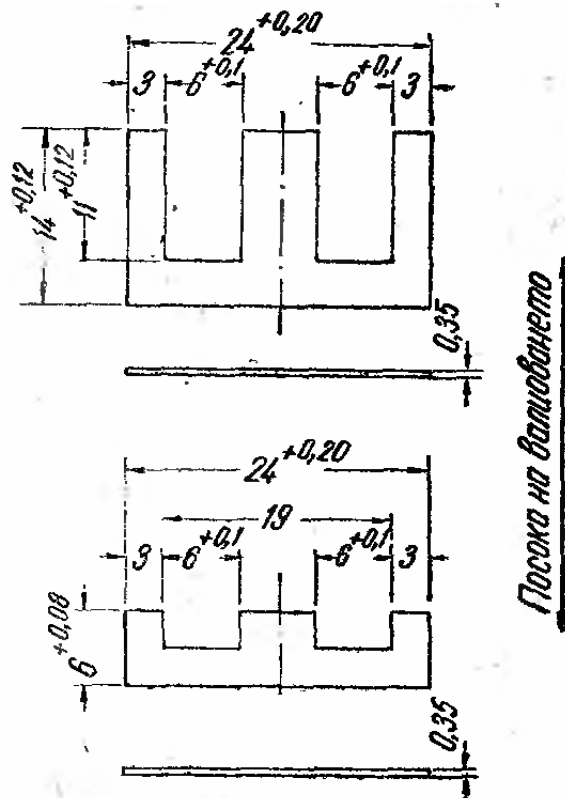
Феритната антена се състои от феритна пръчка, изработена от феромагнитен материал с голяма магнитна проникваемост MAN 240-6012-10 с размери 160 x 8 mm.

Високоговорителят е миниатюрен, елиптичен с номинална мощност при 400 Hz — 0,5 W. Честотен обхват от 230 до 8000 Hz. Активно съпротивление на трептящата бобинка — 3 Ω .

Четири броя междинчестотни филтри са навити на пластмасови тела. Настройката се извършва с феритни сърцевини, а за повишаване на качествения фактор на бобините, върху тях се поставят феритни чашки. Целият филтър е екраниран с алуминиева ширмовка.

Намотките се навиват по равно в двете секции на тялото. Първо се навива L_4 , а след това L_3 .

Формата и размерът на ламелите на изходния трансформатор са дадени във **фигура**.

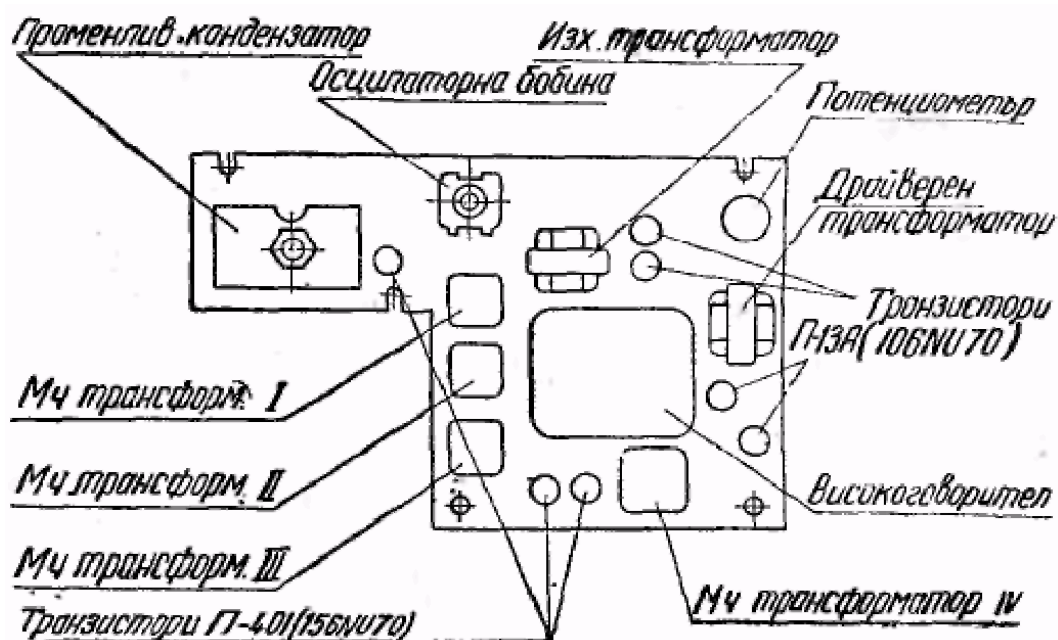


Фиг. 2. Ламели на изходния и драйверния трансформатори

Първичната намотка има 580 навивки с проводник ПЕЛ 0,18 и има среден отвод. Над нея се навива вторичната с 44 навивки — проводник ПЕЛ 0,44.

Ламелите на драйверния трансформатор са същите, както на изходния. Първичната намотка има 1800 навивки с проводник ПЕЛ 0,09. Вторичната е навита над нея и се състои от две по 400 навивки от ПЕЛ 0,09, навити паралелно една над друга. Ламелите на двата трансформатора са от електротехническа ламарина с дебелина 0,35 mm.

Променливият кондензатор е миниатюрен, двоен, с въздушев диелектрик. Максималният капацитет на всяка една от секциите му е 215 pF.



Фиг. 3. Поглед върху монтажа

Бобина	Брой нав.	Ширина намотка	Вид проводник	Диаметър на проводника	Вид на намотката
L_1	80	32 мм	ЛВФ	15 × 0,05	еднослойна
L_2	8	2 мм	ПЕЛКЕ	0,15	"

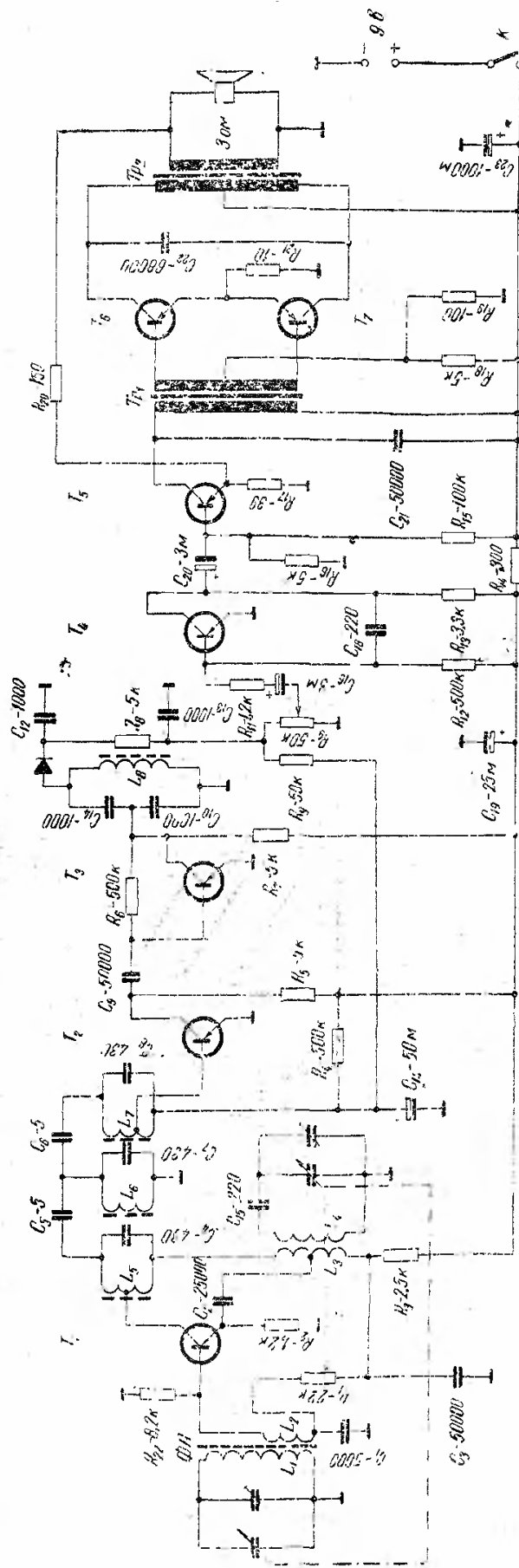
Табл. 1. Данни за входните бобини

МЧ филтри	Брой на навивките	Брой навивки между начало и отвод	Вид проводник	Индуктивност мкХн
1	90	45	ЛВФ 7 × 0,05	27
2	90	—	ЛВФ 7 × 0,05	27
3	90	10	ЛВФ 7 × 0,05	27
4	90	—	ЛВФ 7 × 0,05	27

Табл. 2. Данни за междинчестотните филтри

Бобина	Навивки бр.	Брой навивки между начало и отвод	Вид проводник
L_4	120	—	ПЕЛКЕ 0,13
L_3	14	6	ПЕЛКЕ 0,13

Табл. 3. Данни за осцилаторната бобина



Фиг. 1.

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	$T_6 - T_7$
Чехозлобаши производств	156NU70	156NU70	156NU70	106NU70	106NU70	$2 \times 106NU70$
Италински производств	SFT308	SFT308	SFT308	SFT321	SFT321	$2 \times SFT321$

Забележка: При приемници с италиански транзистори, поларитетът на батериите и на C_{14} , C_{19} , C_{20} и C_{23} е обратен, т.е. е по-висок на земята.

ЗА СХЕМНОТО РЕШЕНИЕ НА РАДИОПРИЕМНИКА "ПРОГРЕС"

Особеностите на схемата се дължат преди всичко на свойствата на полупроводниците. Ниското входно съпротивление на транзисторите (0,5 - 5) k Ω налага някои промени в построяването на схемата в сравнение със схема, изпълнена с лампи. Докато високото входно съпротивление на лампите позволява да се оразмери входният, резонансен кръг с коефициент на прехвърляне по голям от единица, ниското входно съпротивление на транзисторите налага слаба връзка с резонансния кръг, при която коефициентът на прехвърляне е от порядъка (0,05 – 1). Следователно, за да има еднаква чувствителност с ламповия приемник, транзисторният се нуждае от по висок коефициент на усилване.

При разпределяне общия коефициент на усилване между нискочестотната и високочестотната части на приемника, са валидни следните съображения:

1. Междинчестотният усилвател да осигури достатъчна амплитуда на сигнала до демодулатора, за да може последният да работи в линейната част на своята характеристика (в такъв режим демодулаторът внася най-малки нелинейни изкривявания).

2. Не бива да се оставя много голям резерв от усилване до демодулатора, тъй като това изисква повече мерки за стабилизиране работата на отделните стъпала. Като нормално високочестотно напрежение на входа на демодулатора се счита (20 – 30) mV за 5 mW изходна мощност. За такова ниво е необходим коефициент на усилване на междинното стъпало (15 - 20).10³ за чувствителност на външна антена от порядъка на (30 – 40) mV.

3. В нискочестотната част на приемника може да се реализира по голям дял от общия коефициент на усилване, тъй като нейният работен режим може да се стабилизира по леко, отколкото на високочестотната част. Поради тази причина чувствителността на нискочестотния усилвател се движи от (2 – 5) mV, докато за ламповите приемници тя е около 30 mV.

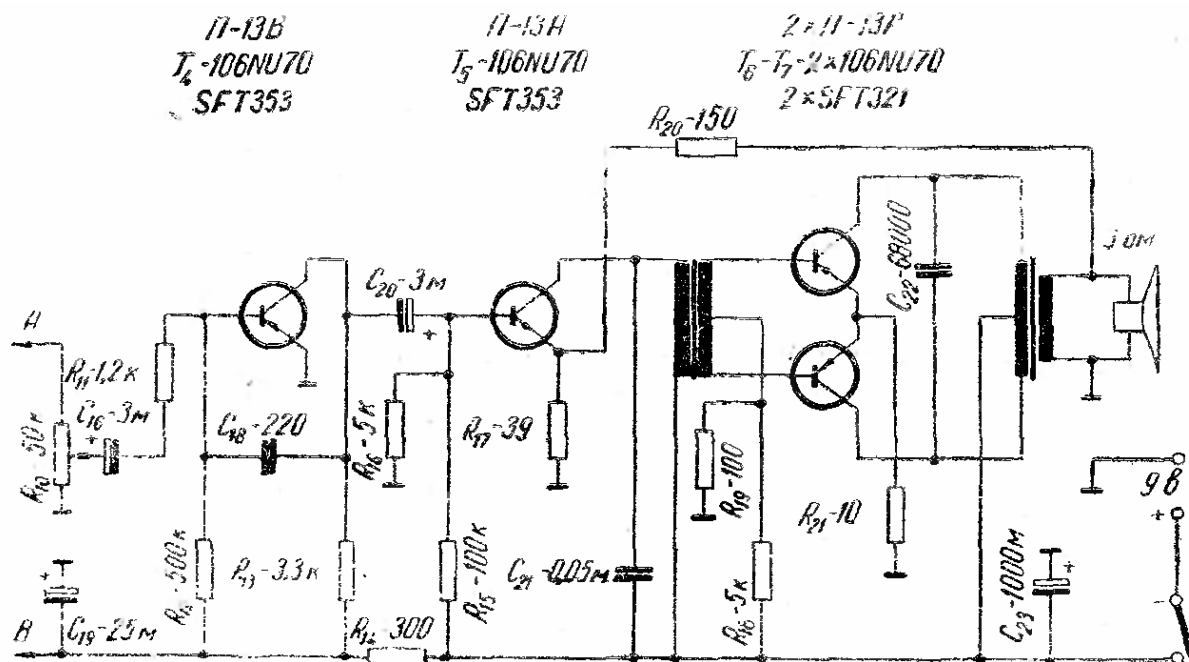
Нискочестотна част

Крайно стъпало

Крайното стъпало на приемника (**фиг. 1.**) е изпълнено в противотактна схема с трансформаторен изход. Подбира се противотактна схема, поради възможността, която тя предлага да се работи в режим клас **В**. Известно е, че при батерийно захранване е необходимо да се работи в икономичен режим на крайните стъпала, тъй като батериите имат ограничен живот. От гледна точка на нелинейните изкривявания и икономия от захранващия източник най-добър в случая се оказва режим клас **АВ**, съвсем близък до **В** режим. Той се гарантира от подобренията за целта съпротивления R_{18} и R_{19} .

Напасването на крайното стъпало с високоговорителя е извършено посредством изходен трансформатор. Тази схема, сравнена с безтрансформаторните схеми има следните предимства:

а) необходимата мощност за разколебаване при схема с изходен трансформатор е четири пъти по малка от тази при трансформаторна схема;



Фиг. 1.

б) върховото и действащото значение на колекторните токове е два пъти по малко за трансформаторна схема. От това следва, че наложените изкривявания ще бъдат по малки;

в) не е необходим двоен превключвател на батерията;

г) създава възможност да се работи с транзистори с по голяма разлика в параметрите им.

Недостатък на трансформаторната схема е наличието на по скъп възел, какъвто е трансформаторът и по големи честотни и фазови изкривявания.

Второ предусилвателно стъпало

Второто предусилвателно стъпало в системата на нискочестотния усилвател е предназначено да усили подадения от първия предусилвател нискочестотен сигнал до ниво, достатъчно за разколебаване на крайното стъпало. Поради противотактната схема на крайното стъпало, доставените от второто предусилвателно стъпало сигнали, на базите на крайните транзистори, трябва да бъдат равни помежду си по величина и противни по фаза. Това изискване лесно се реализира с избраната трансформаторна връзка между стъпалата. Тя дава възможност за съгласуване в известна степен на високоомния изход на предусилвателното стъпало с нискоомния вход на крайното стъпало. По такъв начин стъпалото ще работи при по голям коефициент на усилване по мощност. Необходимата работна точка на трансформатора за работата му в клас А е осъществена чрез съпротивлението за стабилизирано преднапрежение R_{15} и съпротивленията R_{16} и R_{17} . Колекторният ток на стъпалото при един такъв делител за преднапрежение е около 1,5 mA.

Първо предусилвателно стъпало

Нискочестотният сигнал след демодулатора се взема чрез плъзгача на потенциометъра за регулиране силата на звука и през електролитния кондензатор C_{16} и съпротивлението R_{11} се подава на входа на първия нискочестотен транзистор. Усиленият сигнал се отнема от колекторното съпротивление R_{13} . Ниското входно съпротивление на след-

ващото стъпало обуславя сравнително ниско товарно съпротивление по променлив ток, поради което коефициентът на усилване по напрежение е малък. Необходимият режим клас А се осигурява от съпротивлението R_{12} , включено между базата на транзистора и минуса на батерията. Неговата стойност се подбира така, че токът в колекторната верига да е от порядъка 1 mA. Връзката със следващото стъпало е реализирана чрез електролитния кондензатор C_{20} .

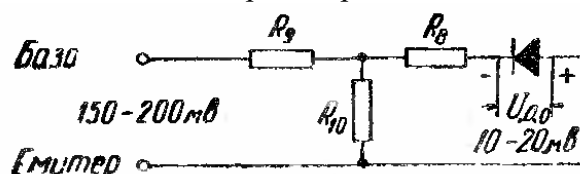
Ниските входни съпротивления на транзисторите налагат употребата на големи стойности на прехвърлящите капацитети при RC стъпалата, за да не се получи недопустимо затихване на ниските честоти.

Високочестотна част

Високочестотната част на приемника се състои от двустъпален МЧ усилвател и самоосцилиращ смесител, изпълнени с транзистори SFT308 (П401, 156NU70).

Амплитуден детектор

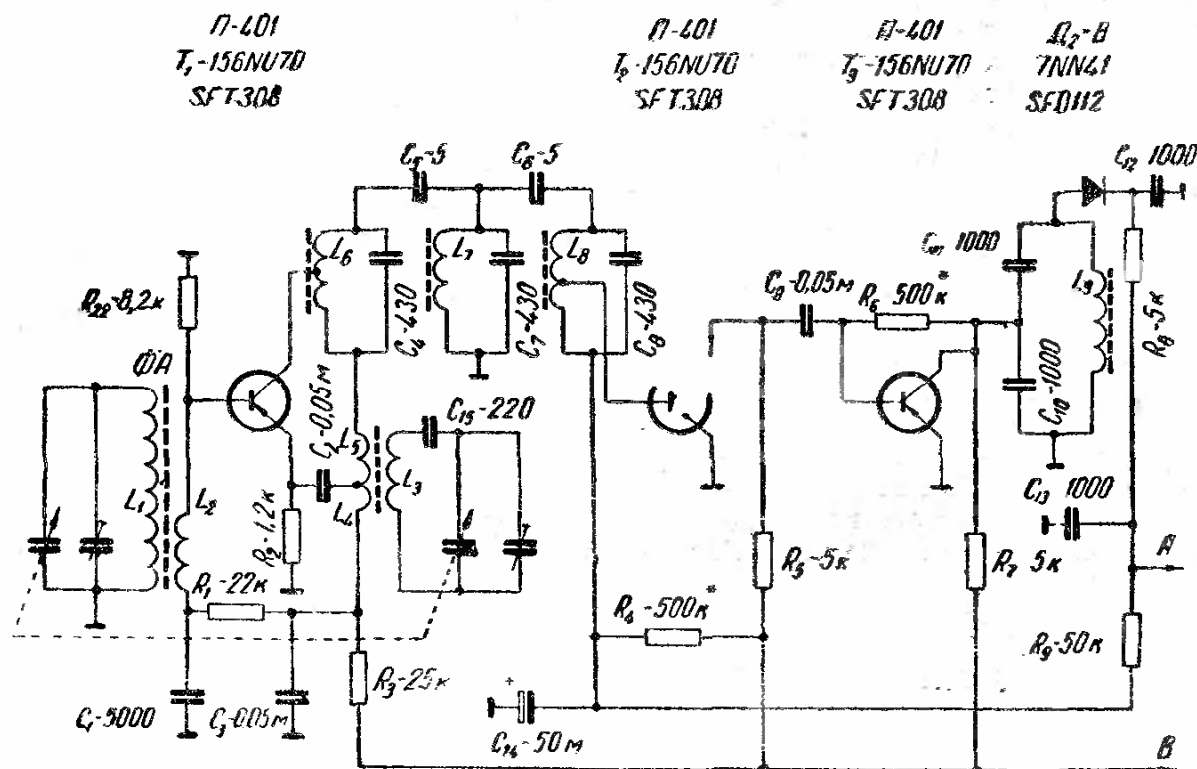
Характерно при амплитудните детектори (фиг.1 и фиг. 3) в транзисторните радиоприемници е, че товарното съпротивление по променлив ток е доста ниско, поради ниското входно съпротивление на транзистора от предусилвателното стъпало. За да бъде по малка разликата между постояннотоковия и променливотоковия товар, а следователно и по малки нелинейните изкривявания от диода, се употребяват потенциометри със значително по малки стойности, отколкото тези в ламповите приемници. Пак със същата цел с базата на предусилвателния транзистор серийно е свързано съпротивление R_{11} . При горно положение на плъзгача на потенциометъра R_{10} последното се шунтира от съпротивление R_{11} и входното съпротивление на транзистора T_4 , което е от порядъка на 1 k Ω . Загубата, която става в съпротивление R_{11} на нискочестотната компонента, е почти напълно компенсирана от увеличеното усилване на транзистор T_3 , поради повишеното входно съпротивление на детектора. Това е благоприятно и от друга гледна точка — амплитудният детектор внася по малки нелинейни изкривявания при подаването на входа му на по големи ВЧ амплитуди. Друга особеност, която се явява при амплитудните детектори в транзисторните радиоприемници, е положителното преднапрежение на диода при покой и малки сигнали. Това увеличава коефициента на прехвърляне на детектора и до известна степен намалява нелинейните изкривявания за малки сигнали. От еквивалентната схема по постоянен ток (фиг. 2) се вижда начинът, по който диодът получава положително преднапрежение.



Фиг. 2.

Постоянното напрежение, което съществува между база и емитер на транзистора T_2 се явява включено, както е показано на еквивалентната постояннотокова схема (фиг. 2), от която върху диода се получава положително напрежение от порядъка на 10 до 20 mV. При това положение, като се подаде на входа на амплитудния детектор ВЧ сигнал от порядъка на 20 mV, към входа на предусилвателния транзистор T_4 се подава НЧ компонента от порядъка на 1 до 2 mV, която е напълно достатъчна за разколебаване на

нискочестотната част на приемника до 5 mW изходна мощност (130 mV на шпулката на високоговорителя).



Фиг. 3.

Преддетекторно междинночестотно стъпало

То е фактически RC усилвателно стъпало, тъй като в колекторната му верига е включено омическо съпротивление 5 kΩ. Нискоомният товар представлява почти късо съединение за източника на ток, какъвто се явява изходът на транзистора (изходно съпротивление 100 до 200 kΩ за дрейф-транзистори и над 20 kΩ за сплавно - дифузионни транзистори от типа на 156NU70 и италианските SFT308). Това позволява да се избегне сложната и трудно приложима в масовото производство неутрализация на вътрешните обратни връзки в транзистора. Същевременно обаче усилването, което може да се реализира, е значително по малко, отколкото това при сравнително напасваните стъпала. Намалването на усилването се компенсира, като се употребят по високочестотни транзистори — с гранична честота над 13 MHz, което позволява да се постигне същото усилване, както при съгласуваните стъпала, но изпълнени с транзистори с гранична честота от 3 до 7 MHz.

Трептящият кръг, образуван от индуктивността L_9 и кондензаторите C_{10} и C_{11} , е силно затъпен и има честотна лента от около 30—40 kHz. Ролята му е да позволи постояннотоковото заземяване на диода, без да се шунтира допълнително изходът на транзистора. От колектора на транзистора T_3 до диода има два пъти повдигане на напрежението. За изходна мощност 5 mW, подаденото напрежение на базата на транзистор T_3 от сигналгенератор е около 400 μV. Постояннотоковият режим на стъпалото се осъществява чрез т. нар. „автоматично преднапрежение“ — съпротивление R_6 . При намаляване на колекторния ток по каквато и да е причина, се повишава минусът на колектора и от там базисният и колекторният ток. Следователно такова захранване има стабилизиращо действие за работната точка.

Първо МЧ стъпало

Това е МЧ стъпало, в което се извършва автоматичното регулиране на усилването. Постояннотоковият режим на това стъпало се определя от съпротивителния делител R_4 и R_9 , R_{10} . При положение на покой съпротивленията са така регулирани, че колекторният ток е 0,5 до 0,8 mA. Най-добро усилване и най-добро АРУ се постига, когато транзисторът, поставен в това стъпало, е с възможно по-голям коефициент на усилване по ток. При увеличаване силата на приемания сигнал детектираната постояннотокова компонента върху съпротивление R_{10} , благодарение подходящото направление на включване на диода, води до намаляване отрицателния потенциал на базата на транзистор T_2 . С това се намалява постоянният колекторен ток. Пропорционално с неговото намаление се намалява и стръмността S (y_{21}), а от там и усилването на стъпалото. За добро филтриране на НЧ компонентата се поставя електролитен кондензатор $C_{14} = 50 \mu F$.

Филтър със съсредоточена селективност (ФСС)

Тук се осигурява цялата селективност на приемника по съседен канал. Филтърът е двузвучен, трикръгов, с резонансни кръгове, осъществени от бобините L_6 , L_7 , L_8 и кондензаторите C_4 , C_7 и C_8 . При тези стойности на вложените капацитети филтърът има характеристично съпротивление около 60 k Ω , което е съгласувано с ниското входно съпротивление на транзистор T_2 чрез включването му към определена малка част от навивките на бобината на последния трептящ кръг. Необходим е качествен фактор на кръговите бобини по голям от 130, тъй като в противен случай забележимо се увеличава затихването в кръговете и се влошава чувствителността. Теоретическата и реално постижимата селективност при разстройка ± 10 kHz е около 28 dB при лента на пропускане 6 kHz. Елементите, които определят селективността, са капацитетите C_5 , C_6 и положението на отвода от последната кръгова бобина. Затихването от филтъра на основната междинна честота е 6 dB, или два пъти, при качествен фактор на кръговете 150.

Преобразувателно стъпало

Изпълнено е по схемата на самоосцилиращ смесител. Транзисторът като осцилатор фактически работи по схема с обща база, тъй като индуктивността L_2 е много малка (10 навивки). Индуктивността L_3 заедно с капацитета C_{15} и едната секция на променливия кондензатор образуват трептящия осцилаторен кръг, който се включва трансформаторно чрез бобините L_4 и L_5 , съответно между колектор — емитер и колектор — земя. По такъв начин бобината L_5 се явява включена в колекторната верига, а L_4 — в емитерната верига. Ясно е, че от броя на навивките на тези две самоиндукции ще се определя величината на осцилаторното напрежение. Препоръчително е ВЧ напрежение между емитер и земя да е в границите (150 — 300) mV, което се получава за съветските транзистори П401 при навивки $n_4 = 6$ и $n_5 = 4$, а за чешките транзистори 156NU70 при навивки $n_4 = 6$ и $n_5 = 10$, при качествен фактор на кръга около 60. По големи стойности на осцилаторното напрежение предизвикват самовъзбуждане, а по малки — нестабилна работа при намалено захранващо напрежение. За големината на осцилациите от значение е и качественият фактор на кръговата бобина. По голям качествен фактор предизвиква по големи осцилаторни напрежения. Съпротивленията R_1 , R_2 и R_{22} определят стабилен постояннотоков режим, съвсем слабо зависим от параметрите на транзистора. Кондензаторът C_2 отделя емитера от високия отрицателен потенциал на колектора постоянно-токово. Кондензаторът C_1 заземява долния край на бобина L_2 променливотоково. Входният кръг е осъществен с бобина, навита на феритната пръчка. Използван е литценд-

ратен проводник 15 x 0,05, за да се получи висок, качествен фактор на празен ход на трептящия кръг. С това се увеличава коефициентът на прехвърляне на напрежение на входния кръг и чувствителността на приемника. Поради ниското входно съпротивление на транзистор T_1 (1 до 5 k Ω), връзката с входния кръг се подбира слаба, така че работният качествен фактор да е от порядъка на 70, при което се изпълняват удовлетворително противоречивите изисквания за ширина на пропусканата лента и избирателност по междинна честота в огледален канал.

Заменяемост на транзисторите

В таблица 1 са дадени възможните замени на транзисторите в отделните стъпала. Посочени са транзистори, които могат да се намерят на пазара. При това в първия ред са дадени най-подходящите транзистори от дадената фирма. Кой са основните съображения при замяната на типове транзистори в отделните стъпала.

№	T_1	$T_2 - T_3$	T_4	T_5	$T_6 - T_7$	Фирма
1	П401	П401	П13В	П13А	П13А	Съветски
2	П402; П403; SFT3 7 SFT319; SFT320 SFT308; SFT316	П402; П403; SFT319 SFT315; SFT319 SFT316; SFT308	П13А; П14 SFT353 SFT351; SFT352 SFT321; SFT322	П14 SFT353 SFT351; SFT352 SFT321; SFT322	SFT321 SFT351; SFT352 SFT322; SFT323	Френски („CSF“)
3	156NU70	156NU70	SFT323 106NU70 101NU70 103NU70	SFT323 106NU70 101NU70 103NU70	106NU70 101NU70 103NU70	Чешки Tesla
4	OC170	OC170	OC70	OC70	OC72	Valvo
5	OC44 OC614 OC613	OC44; OC45 OC614 OC613; OC612	OC71 OC602 OC603; OC604	OC71 OC602 OC603; OC604	OC74; OC79 OC602 _s ez OC604 _{spez}	Telefunken

Табл. 1.

Крайно стъпало

Тук могат да се вложат по принцип всякакви нискочестотни транзистори, които имат допустима разсеяна мощност на колектора 150 mW и повече. Характерно е, че при замяна на транзистори П13А с транзистори от други фирма твърде често се налага да се поставя съпротивление около 10 Ω в общата емитерна верига на пушпулното стъпало. В противен случай може да се получи самовъзбуждане (тази нестабилност най-силно се проявява при поставяне на транзистори с по големи коефициенти на усилване по ток).

Драйверно и предусилвателно стъпало

Тук се използват нискочестотни транзистори с допустима разсеяна мощност на колектора 50 mW. Ако няма такива транзистори, могат да се поставят транзистори с допустима разсеяна мощност 150 mW. При всички случаи трябва, в зависимост от коефициента на усилване по ток на транзистора, който ще поставяме в предусилвателното стъпало, да избираме така стойността на съпротивление R_{12} , че токът в колекторната верига да е от 0,5 до 1 mA. По големи стойности на коефициента на усилване по ток ще изискват по големи стойности на съпротивление R_{12} , и обратно. За предусилвателното стъпало е най-добре да се поставя такъв тип транзистор, който има гарантиран коефициент на шума под 8 dB (П13В, OC70 и др.).

Междинночестотен усилвател (транзистори T_2 и T_3)

Необходимо е транзисторите, включвани в това стъпало, да имат гранична честота по голяма от 12 MHz. Най-добре е да се използват дрейфови транзистори от типа на П401, П402, П403, SFT319, SFT315, ОС 170 и други, които имат по висока гранична честота. При замяната на транзистор в тези стъпала трябва също да се внимава колекторният ток да не е извън границата 0,5 до 1 mA. Ако се случи такова нещо, трябва чрез подходяща подмяна на съпротивления R_4 и R_6 да се получи ток в препоръчаните граници.

Преобразователно стъпало

Освен изискването за граничната честота на транзистора, желателно е да се постави транзистор с коефициент на шума под 8 dB. Такава гаранция по данни на каталозите се дава за типовете транзистори П401, SFT308, ОС44, ОС613 и други. При замяна на транзистор П401 с транзистор сплавно - дифузионен тип (например ОС44), се налага корекция в навивките за обратна връзка на осцилаторната бобина, за да се осъществят необходимите осцилаторни напрежения.

Всички диоди от високочестотен тип (точкови) могат да се заменят. Трябва да се внимава да не се включи диодът в посока, обратна на тази, която е означена в схемата, тъй като става обратно командване на преднапрежението на транзистор T_2 , АРУ престава да действа и приемникът се възбужда при приемане на станцията. При поставяне на транзистори от тип $n-p-n$ (само чешките транзистори са тип $n-p-n$) трябва да бъдат обърнати поляритетът на захранващия източник, електролитните кондензатори и посоката на диода.

сп. Радио и телевизия, кн. 1 — 1963г.

инж. Ив. Стоянов инж. Ив. Кръстанов

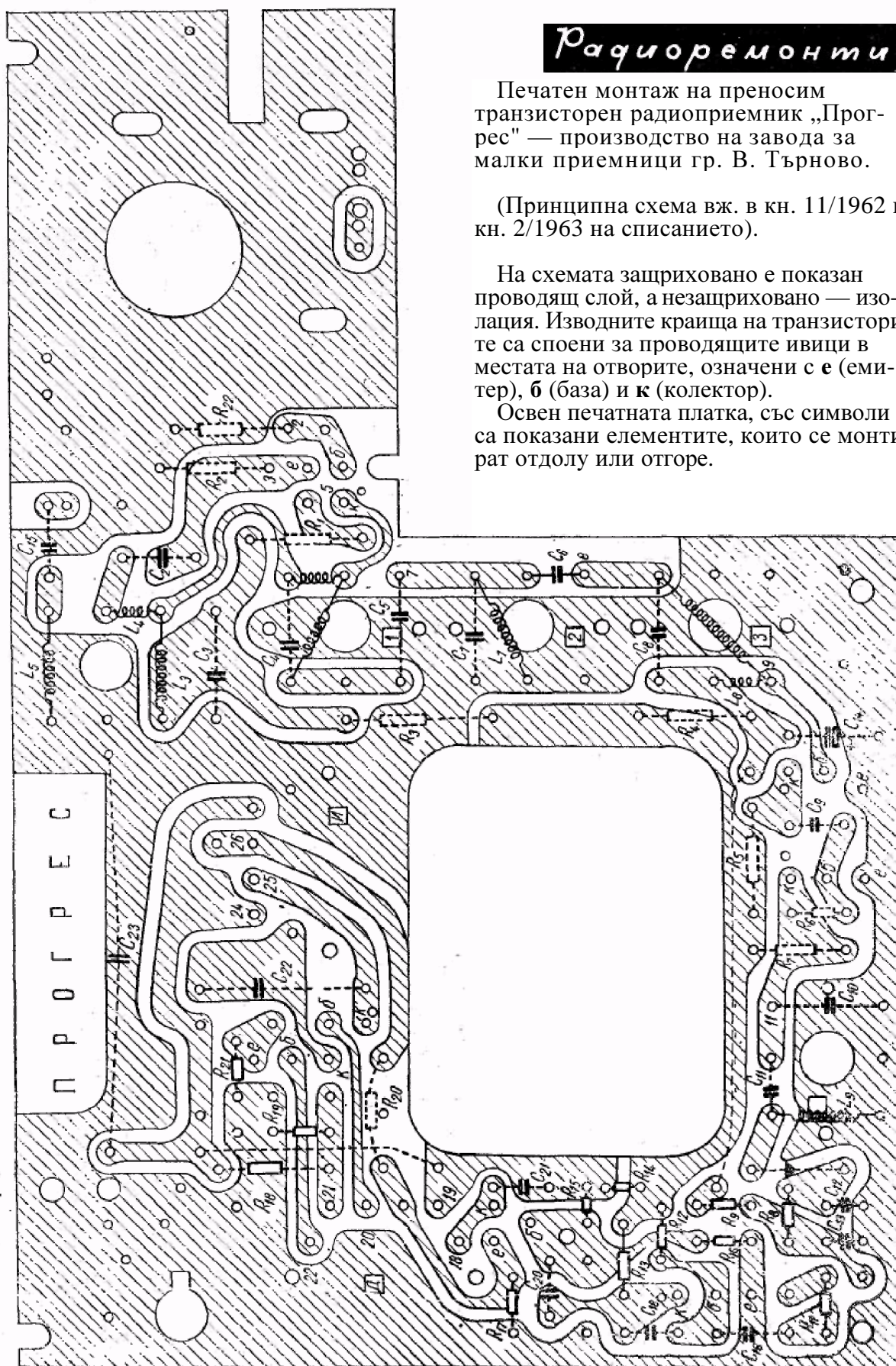
Радиоремонти

Печатен монтаж на преносим транзисторен радиоприемник „Прогрес“ — производство на завода за малки приемници гр. В. Търново.

(Принципна схема вж. в кн. 11/1962 и кн. 2/1963 на списанието).

На схемата заштриховано е показан проводящ слой, а незаштриховано — изолация. Изводните краища на транзисторите са споени за проводящите ивици в местата на отворите, означени с **е** (емитер), **б** (база) и **к** (колектор).

Освен печатната платка, със символи са показани елементите, които се монтират отдолу или отгоре.



ХАРАКТЕРНИ ПОВРЕДИ В РАДИОПРИЕМНИК „ПРОГРЕС“

Радиоприемникът не работи — не се чува никакъв звук във високоговорителя

1. Прекъснато захранване.

а) прекъсване на многожилните проводници, свързващи перата на полиетиленовото легло за батериите с печатната платка (фолиран гетинакс). Проводникът може да се откачи или от самото легло, или от перата на печатната платка. Проверката се прави чрез оглед, а още по сигурно — като се провери дали съществува напрежение върху перата на печатната платка, където са свързани проводниците.

б) ключът на потенциометъра не включва. Дават се накъсо перата от ключа на потенциометъра, или се проверява с веригопроверител дали дават връзка. Обикновено това се чувства по начина на щракане на ключето при завъртане оста на потенциометъра.

2. Откачен проводник, свързващ високоговорителя с печатната платка. Проверява се чрез оглед. Ако прекъсването е в шпulkата на високоговорителя и има съмнение, че дефектът е именно там, следва проверка чрез веригопроверителя.

3. Късо в захранващите вериги. Тук малко вероятно е късо в електролитния кондензатор C_{23} (вж. монтажна схема в кн. 3/1963 г.), но независимо от това можем чрез откачването му да проверим дали приемникът ще заработи.

Късо съединение в захранването предизвиква загряване на батериите, което лесно се познава с пипане. Когато има съмнение, че в захранващите вериги нещо не е в ред, съвсем уместна е една проверка на консумацията на приемника с милиампермер. Включването на милиампермера трябва да става първоначално на най-големи обхвати за токове по-големи от 1 А, а след това да превключваме към по-ниските, с цел да не повредим уреда при евентуално късо съединение. Приемникът е в нормален режим, ако консумацията при мълчание не надвишава 15 mA.

Причината за късо съединение трябва да се търси чрез оглед за наличие на чужди тела, спояване на фолиите по печатната платка, или дефект на крайните транзистори. В последния случай откачаме транзисторите и консумацията се намалява.

При докосване на плъзгача на потенциометъра не се чува характерният шум в изхода

1. Дефектът е в драйверното стъпало, когато крайното стъпало работи, а сигнал в изхода не се чува при докосване на базата на драйверния транзистор T_5 (бяла изолация на извода на транзистора), или при подаване сигнал от тонгенератор. Трябва да се помни, че ако не сме в близост с някаква мрежа с индустриален ток и изобщо в магнитни полета с честота 50 Hz, докосването на базите на НЧ транзистори не предизвиква характерното „бръмчене“ в изхода, както е при ламповите приемници. В такива случаи трябва да внимаваме да не сгрешим с изводите си при докосване базите на НЧ транзистори. Тук се чува малко по своеобразен шум, а при краткотрайно докосване — пукане във високоговорителя. След като огледаме внимателно монтажа около драйверното стъпало и се убедим, че няма видимо прекъсване, налага се да прибегнем до измерителен уред, позволяващ измерването както на напрежения до 10 V, така и на токове от порядъка на милиампери. При захранващ източник 9 V напрежението на колектора на транзистор T_5 спрямо земя трябва да бъде около 8,5 V. При положение, че на първичната на драйверния транзистор, откъм страната на минуса на батерията, има напрежение

9 V, а на другата страна, откъм колектора, не съществува напрежение, прекъснала е първичната намотка на трансформатора, или преходът на транзистора T_5 е изгорял. Ако последното е вярно, би следвало да грее съпротивление R_{17} , което може да се установи чрез докосване или, още по точно и по сигурно, чрез измерване падението на напрежението върху съпротивлението R_{17} . Ако това падение е над 100 mV, трябва да проверим дали се запазва тази стойност и след изваждането на транзистора T_5 . Ако не се запазва, това означава, че е изгорял транзисторът, а ако остане същото — че съществува късо съединение на връзката между съпротивления R_{17} и R_{20} към минус.

След изваждане на транзистора можем вече с абсолютна сигурност да установим дали има прекъсване в драйверния трансформатор. Ако има такова прекъсване, в т. 18 няма да съществува никакво напрежение. Нормалният режим на работа на транзистора е с около 1,5 mA колекторен ток.

2. Дефект в предусилвателното RC стъпало.

Приемникът работи от базата на драйверното стъпало, но от плъзгача на потенциометъра не работи.

а) прави се оглед на печатната платка откъм страната на фолирания гетинакс за евентуални къси съединения с калай, които могат да бъдат причинени при невнимателна работа с поялника. След това се подръпват елементите с пинцети, като се внимава да не се прекъсне графитният слой на съпротивленията. Те не бива да се прихващат в самите керамични тела, а в изводите. Ако не се забележи студена спойка, откъснат извод или късо съединение — допир между различни оголени елементи, трябва да проверим работния режим на транзистора. За целта измерваме напрежението върху съпротивление R_{13} . То трябва да бъде в границите между 1,5 и 3,5 V. Ако не се отчита никакво напрежение или се отчита съвсем малко напрежение, следва, че не тече колекторен ток, или пък той е недопустимо малък. Причината може да е в транзистора — прекъснат извод, прекъснато съпротивление в базисната верига R_{12} , или връзката му с базата или минуса.

За да се убедим дали причината е във веригата на базата, най-сигурно е при откачен транзистор да проверим дали съществува напрежение между земя и горния край на R_{12} . Ако не съществува напрежение, по тази верига има прекъсване. Но ако измерим падение от 9 V върху съпротивление R_{12} , това показва, че има късо съединение между горния му край и земя. В такъв случай трябва да се огледат печатната платка и монтажът. Ако не се установи дефект, насочваме вниманието си към транзистора. Ако разполагаме с изправен НЧ транзистор, можем да го включим в схемата на мястото на извадения транзистор и да проверим дали приемникът ще заработи.

3. Върху съпротивление R_{13} измерваме напрежение повече от 5 V.

В този случай най-вероятният дефект е стирофлексното блокче C_{18} да е дало накъсо. Отпояваме единия му край от платката и отново измерваме падението на напрежението върху съпротивление R_{13} . Ако то е станало нормално, ще подменим блокче C_{18} — очевидно то е дало късо. При положение, че блокче C_{18} не е включено, приемникът може да работи, но с известни изменения на нискочестотната крива (започва да възпроизвежда предимно по високите честоти).

Ако при откачане на блокче C_{18} приемникът не се оправи, трябва да проверим изправността на транзистора — дали няма пробит преход.

Когато при горно положение на плъзгача на потенциометъра приемника престава да работи по НЧ от плъзгача на потенциометъра, а при по долно положение работи, почти със сигурност може да се каже, че е дало накъсо стирофлексното блокче C_{13} .

Радиоприемникът работи по ниска честота, чува се характерният шум в изхода, но станции не приема

В този случай търсим дефекта в МЧ стъпала и преобразуватели заедно с входното устройство. Препоръчително е да се направи щателен външен оглед на монтажа на приемника. Най-напред оглеждаме проводниците, идващи от феритната пръчка към платката — дали не е прекъснал някой от тях. След това проверяваме качеството на спойките (при разместване на елементи може да е станало късо съединение).

Ако до тук не сме установили дефект, пристъпваме към локализиране на повредата. Най-добрият начин е, ако разполагаме със сигналгенератор с междинна честота, да "опипваме" базите със сигнал с междинна честота и да установим точно кое стъпало не работи. Ако нямаме сигналгенератор, можем да докосваме базите с пинцети или отвертка.

1. При докосване базата на преддетекторното стъпало (транзистор T_3), не се чуват характерното пукане и шум в изхода.

Дефектите могат да бъдат следните:

- а) студена спойка или откачен край на елемент. Проверява се чрез оглед;
- б) дефектирало блокче C_{12} или C_{13} .

При положение, че е дефектирало блокче C_{12} при докосване на горния край на потенциометъра ще се чува характерният шум в изхода, а при докосване на C_{12} — няма да се чува (блокче C_{12} е дало късо). Следва отпояването му, за да се провери дали дефектът се отстранява;

в) при подаване сигнал на колектора на транзистора T_2 на изхода не се чува нищо — дефектирало е стирофлексно блокче C_{10} . Проверяваме напрежението на колектора на транзистора спрямо земя. При дефектирало блокче то ще е нула. Тъй като отварянето на МЧ трансформатор, където е монтирано това блокче, е трудно, правим още една проверка, която ни гарантира, че повредата е в блокчето. Отпояваме колектора на транзистора и ако при това положение в т.11 няма напрежение спрямо земя, а върху съпротивление R_7 има падение около 8 V, трябва да отворим междинния трансформатор и да проверим блокчето.

Ако се окаже, че напрежението между т.11 и земя е от порядъка на 8 V при откачен колектор на транзистора, а по малко от 3 V при закачен, трябва да проверим изправността на транзистора.

Нормалният постоянен ток на работа на това стъпало е от 0,5 до 1 mA колекторен ток, при което трябва да измерим падение на напрежението върху колекторното съпротивление R_7 от 2,5 до 5 V. Необходимо е при отклонение на тока от тези граници да се измени така стойността на съпротивление R_6 , че да се вкара в тези граници (увеличаването на съпротивление R_6 намалява колекторния ток, и обратно).

2. Приемникът не работи от базата на транзистор T_2 . След внимателно оглеждане на монтажа, проверяваме постоянен токовия режим на транзистора — падението на напрежението върху съпротивление R_5 трябва да бъде в границите между 2,5 и 5 V.

а) отчитаме падение на напрежението 0 V или от порядъка на няколко миливолта — дефектирал транзистор или прекъснало съпротивление R_4 ;

б) отчитаме падение на напрежението от порядъка на 8 V — дефектирал транзистор (пробит преход).

3. Приемникът не работи от базата на преобразователния транзистор. При подаване сигнал с честота 468 kHz от сигналгенератора или докосване с отвертка в изхода не се чува характерният шум.

а) след направения оглед по монтажа, проверяваме постоянен токовия режим на транзистора. Върху съпротивление R_2 трябва да има падение на напрежението в границите между 0,6 и 1,2 V. Ако не отчетем никак-

во напрежение, трябва да търсим дефекта по следните места: откачен край на транзистор от спойката или прекъснат извод вътре в транзистора; прекъсване на захранващата верига от т.2 към минуса (прекъсване в бобина L_2 , или връзката между съпротивления R_1 и R_3 , или прекъсване на самите съпротивления). Ако напрежението върху съпротивление R_2 е много голямо, търсим дефекта в транзистора ;

б) постояннотоковият режим е в предписаните граници, но първото стъпало въпреки това не работи по междинна честота. Дефектът трябва да се търси в междинночестотните филтри — късо съединение в стирофлексните кръгови кондензатори C_4 , C_7 , C_8 , или късо в монтажа на самите МЧ трансформатори.

До отваряне на МЧ трансформатори прибягваме само след като сме се убедили окончателно, че повредата е именно там. Трябва да се припомни, че отварянето на МЧ трансформатори, и особено изваждането им от платката, твърде често довежда до дефекти на самата печатна платка. Препоръчва се изваждане само на ширмовката чрез отпояване на двете ѝ уши от платката. При това е необходимо предварително да се уточни в кой МЧ трансформатор е дефектът. Това по сигурно се установява със сигналгенератор, като подаваме достатъчно голяма амплитуда с честота 468 kHz в точки 9, 8, 7, 6.

Ако от т.9 сигналът се възпроизвежда в изхода на приемника, а от т.8 — не, насочваме се към стирофлексното блокче C_8 или монтажа на третия МЧ кръг. Ако от т.8 се възпроизвежда сигнал на изхода, а от т.7 — не, ще търсим късо във втория МЧ кръг. Аналогично и за т.6 можем да направим извода, че дефектът е в първия МЧ кръг.

Радиоприемникът работи по междинна честота, но осцилаторът не работи

При такъв дефект при почукване или по продължително докосване на базата на транзистор T_1 се чува шум в изхода, но при въртене на променливия кондензатор радиопредавателни станции не се приемат. Такива дефекти са по редки и могат да се случат най-вече при производството на приемника. Трябва да търсим късо в променливия кондензатор и по специално в монтирания на него тример (късо на винта към ушенцата на медната регулируема пластина).

Други евентуални дефекти тук могат да бъдат прекъсвания в осцилаторната бобина, които обаче в повечето случаи се проявяват като своеобразно самовъзбуждане, отчетено на изхода като твърде силен шум.

Приемникът приема станции, но възпроизвежда с много големи изкривявания

1. Най-вероятна е повредата в единия транзистор от крайното стъпало. В експлоатационната практика това най-често се случва при включване на захранващия източник с обратен поляритет. Проверка може да се направи като видим изправността на транзисторите.

Ако се окаже, че транзисторите са изправни, търсим прекъсване в драйверния или изходния трансформатор. Това може да се извърши с обикновен веригопрверител. Постоянните напрежения между точки 23, 24 и земя трябва да бъдат еднакви. Същото се отнася и за напреженията между т. 21 и минусовия полюс на батерията и т. 20 и минусовия полюс.

2. Прекъснато съпротивление R_{18} .

3. Изтощен токоизточник. Винаги трябва да се проверява състоянието на токоизточниците. Важно е да се знае, че радиоприемникът може да приема станции при спадане на батериите до 4,5 V. Под 6 V приемникът възпроизвежда с по големи нелинейни изкривявания.

4., Дефектен високоговорител. Внимателно се натиска мембраната и се следи за свободното ѝ и леко придвижване.

Радиоприемникът работи, но има малка чувствителност

Причината за тази слаба чувствителност се установява сравнително лесно със сигналгенератор. Проверката на чувствителностите от базите на различните високочестотни транзистори ще ни насочи към дефектното стъпало. Чувствителността по междинна честота от базите трябва да бъде $(3 - 9) \mu V$ на входа на смесителя, $(20 - 70) \mu V$ на входа на първото МЧ стъпало и $(300 - 800) \mu V$ на второто МЧ стъпало.

Следва да проверим дали се извършва настройка на IV МЧ трансформатор. Препоръчително е при въртене на сърцевината предварително да се затопли отвертката, за да се разтопи компаудната маса, с която е залята.

Без сигналгенератор може да се провери настройката, когато приемникът приема някаква станция. Трябва да се провери режимът на транзистор T_3 . Ако колекторният ток е под $0,5 \text{ mA}$ или над 1 mA , чрез подмяна на съпротивление R_6 се вкарва в тези граници. Слабо усилване от транзистор T_2 може да се получи само при неправилен постояннотоков режим (колекторният ток трябва да бъде в границите между $0,5$ и 1 mA)

Слабо усилване от транзистор T_1 може да има при следните дефекти; неправилен постояннотоков режим на транзистора, не настроени междинночестотни филтри, прекъснато блокче C_5 или C_6 , прекъснат блок C_2 или C_1 .

Описаните дефекти могат да се случат по принцип във всеки транзисторен радиоприемник. Голяма част от тези дефекти са най-вероятни при самото производство на тези приемници.

сп. Радио и телевизия, кн. 7 — 1963г.

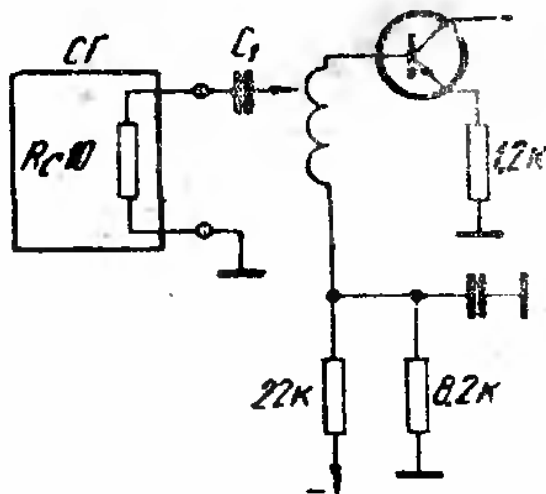
инж. Ив. Стоянов

НАСТРОЙКА НА РАДИОПРИЕМНИК „ПРОГРЕС" И ИЗМЕРВАНЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ МУ

Прецизна настройка на радиоприемника се извършва със сигналгенератор, като се използва за изходомер уред, позволяващ отчитане на напрежения от порядъка на (200 – 500) mV.

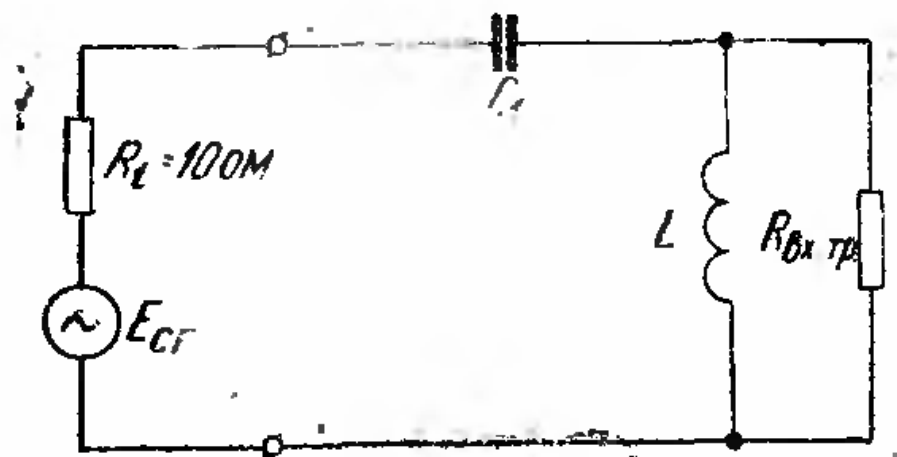
При напълно изправна НЧ част на приемника чувствителността от плъзгача на потенциометъра не трябва да бъде по лоша от 2 mV за транзистори П13А и от 1 mV за транзистори SFT353 при изходно напрежение на шпулката на високоговорители 130 mV, което съответства на изходна мощност 5 mW. Ако не разполагаме с тонгенератор и лампов волтмер за отчитане на такива ниски напрежения, проверката на изправността на нискочестотната част се извършва чрез пипане с пинцети или отвертка на плъзгача на потенциометъра. Ако сме заобиколени с уреди или апаратури, работещи от мрежата, се чува характерното бръмчене при ламповите приемници, а в противен случай — шум с не толкова ясно подчертан брум.

Правилната настройка се извършва със сигналгенератор. При това, за да бъде отчетена чувствителността на отделните МЧ стъпала, коаксиалният кабел на сигналгенератора се присъединява към базите на транзисторите през блок, по голям от 50000 pF. Както се вижда от **фиг. 1**, ако свържем сигналгенератора директно към базата, тя се затваря веднага през вътрешното съпротивление на сигналгенератора към земя (от 10 до 70 Ω) и режимът на транзистора се изменя рязко (фактически базата остава без необходимата отрицателна поляризация). Транзисторът при това положение не усилва.



Фиг. 1.

При положение че вземем блокчето C_1 със стойност от порядъка 200 pF, ще се получи делител на напрежение, както е показано на **фиг. 2**. При това в базите на преобразователното и първото МЧ стъпало лежат малки индуктивности (10 навивки), които представляват извънредно малки съпротивления за $f_M = 470$ kHz и следователно много голяма част от подаденото от сигналгенератора напрежение ще падне върху C_1 . При положение, че разполагаме със сигналгенератор, непозволяващ отчитане на подаденото напрежение, е без значение какъв блокиращ кондензатор ще поставим, стига, разбира се, сигналгенераторът да има достатъчно големи напрежения.



Фиг. 2.

Настройката започва, като включим сигналгенератора към базата на транзистор T_3 . Подаваме достатъчно силен сигнал, който при напълно отворен регулатор за силата да се чува в изхода на приемника. След това въртим сърцевината на IV МЧ трансформатор, като съответно с увеличение силата на звука намаляваме силата на подадения сигнал. Настройката приключва при установено максимално отклонение на стрелката на изходомера. Отчетената чувствителност от атентатора на сигналгенератора за 130 mV изходен сигнал не трябва да превишава 500 μV за дрейфови транзистори (30 MHz гранична честота) и 1000 μV за транзистори с гранична честота 12 MHz.

След това включваме сигналгенератора към базата на транзистор T_2 и донастройваме отново IV МЧ трансформатор. Чувствителността от това стъпало не трябва да бъде по-лоша от 40 μV за дрейфови транзистори и от 70 μV за сплавно-дифузионни.

Следва включване на сигналгенератора към базата на преобразувателя — транзистор T_1 . Настройваме филтъра със съсредоточена селективност. Подаваме достатъчно силен сигнал, такъв, че да се чува в изхода на приемника. Последователно настройваме трети, втори и първи МЧ трансформатор и повтаряме отново, докато се получи максимално отклонение на волтмера, включен на изхода. При това в процеса на настройката намаляваме входния сигнал така, че винаги да се получава нормално изходно напрежение от порядъка на 100 до 500 μV . Чувствителността на това стъпало е от порядъка на (1 – 3) μV за дрейфови транзистори и до 10 μV за сплавно-дифузионни. След така извършената настройка на МЧ канал е желателно да се провери изправността на АРУ. Това може да стане много просто, като се измерва падението на напрежението във колекторното съпротивление на транзистор T_2 — R_5 . (вж. схемата в кн. 1/1963).

Настройката на осцилаторния и входния кръгове се извършва със стандартна рамкова антена. За настройка и за измерване на портативни радиоприемници (които нямат извод за външна антена), а също и на приемници с извод за външна антена, на които желаем да измерим чувствителността от феритната антена, е необходимо създаване на магнитно поле. Когато искаме да бъдем прецизни и да отчитаме точно създаденото магнитно поле и от там чувствителностите в дименсия $\mu V / m$, трябва да използваме приетата у нас стандартна рамкова антена. Тя представлява квадратна рамка със страна 380 x 380 mm от една навивка от меден проводник с дебелина (4 – 5) mm. Дебелината на проводника се диктува единствено от съображение за по-голяма механическа устойчивост.

Сериенно с извивката се включва съпротивление 80 Ω . При това положение, ако свържем изхода на един сигналгенератор с вътрешно съпротивление (10 – 20) Ω към горепосочената рамка, на 1 m по ос, перпендикулярна на плоскостта на рамката, от

нейния център се създава поле, изразено в $\mu V / m$, равно на микроволтите, отчетени от сигналгенератора, разделени на числото 10. При положение, че се използва сигналгенератор с по високо вътрешно съпротивление (фирмата RFT произвежда сигналгенератори с вътрешно съпротивление 70Ω), трябва да се намали разстоянието между измерителната рамка и центъра на феритната антена на измервания приемник. При това оста на феритната антена обезателно трябва да се насочи перпендикулярно към плоскостта на рамката. Може да се конструират и пригодят и други рамкови антени, като се използва следната формула:

$$E = 18,85 \cdot n_1 \cdot r^2 \cdot U / d^3 \cdot Z$$

Където:

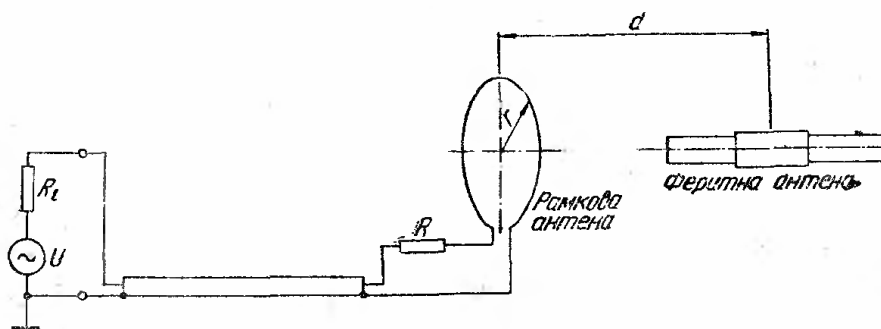
r — радиус на рамката (фиг. 3),

n_1 — броят навивки на рамката,

U — напрежение, отчетено от атенюатора на сигналгенератора

Z — импедансът, включен към изхода на сигналгенератора, включително и собствено-то му вътрешно съпротивление R_1

d — разстоянието между плоскостта на рамката и центъра на феритната пръчка.



Фиг. 3.

При положение, че не разполагаме с точен сигналгенератор или не желаем точно отчитане на чувствителността, настройката може да се извърши като се дадат накъсо двата края на коаксиалния кабел и така импровизираната рамка се доближи повече или по малко до феритната пръчка, като се спази най-изгодното взаимно разположение (може да се надене тази навивка накъсо на самата феритна пръчка).

Подава се сигнал с честота 520 kHz с достатъчно силно ниво. Поставя се въздушният кондензатор в затворено положение. Върти се сърцето на осцилаторната бобина, докато се приеме подаденият сигнал. След това се подава сигнал с честота 1600 kHz и се отваря напълно въздушният кондензатор. Върти се тримерът, който се намира откъм по отдалечената страна на оста на кондензатора, докато се приеме подаденият сигнал. След това се проверява долната точка от обхвата (520 kHz) и се донастройва, ако има нужда. С това настройката на осцилатора се приключва. Настройката на входния кръг се извършва на 600 kHz и 1540 kHz. Подава се от сигналгенератора сигнал с честота 600 kHz, чрез завъртане на въздушния кондензатор той се приема от приемника. Внимателно се придвижва бобината, разположена на феритната пръчка, до максимално приемане на подадения сигнал. При това с увеличение силата на сигнала на изхода следва да намаляваме силата на подадения сигнал на входа, за да предотвратим за действие на автоматичното регулиране на усилването, с което може да се наруши правилната настройка. След това сменяме честотата на подадения сигнал на 1540 kHz и отново го приемаме с приемника чрез отваряне на въздушния кондензатор (може да се

наложо да увеличим значително силата на подадения сигнал, за да можем да го „уловим“).

Чрез въртене на тримера, монтиран към близката до оста на въздушния кондензатор страна, извършваме настройката за горната част на обхвата. Тука трябва да се внимава за т.нар. обратни връзки между осцилатора и входа, които се явяват през съпротивлението и капацитета между емитера и базата на транзистора. Те се появяват най-вече при употребата на транзистори в преобразователното стъпало с гранична честота под 13 MHz (156NU70, SFT308).

Ефектът е такъв, че с изменение честотата на настройката на входния кръг се изменя и честотата на осцилатора, с което сигналът „избягва“ от точната настройка на приемника. Ето защо едновременно с въртенето на тримера на входния трептящ кръг се налага внимателно да изместваме честотата от сигналгенератора, като гоним максимални изходни напрежения.

След неколkokратна настройка на 600 kHz и 1540 kHz, можем да проверим получената чувствителност от приемника по описания по горе начин. При положение, че в приемника са вложени дрейфови транзистори с гранична честота над 13 MHz, трябва да се получи чувствителност, не по-лоша от 300 $\mu\text{V}/\text{m}$, а за другите транзистори с гранична честота до 13 MHz — 1000 $\mu\text{V}/\text{m}$ за изходно напрежение 130 mV.

С това приключва настройката на приемника и следва зафиксирание положението на всички сърцевини и бобината върху феритната пръчка с восък или подходяща компактна маса.

сп. Радио и телевизия, кн. 9 — 1963г.

инж. Ив. Стоянов

На следващите страници са показани схеми на радиоприемника от различни източници.

Останалите данни са, както при „Прогрес“ с френски транзистори

$$M_4 = 468 \text{ KXII}$$

Чувствительност: 800 мкВ/м

Изх. мощность: 150 мвт