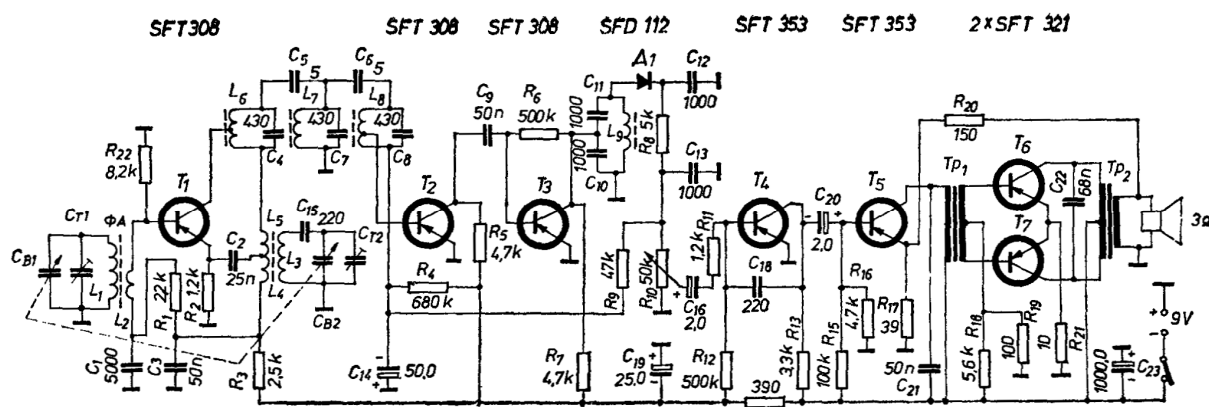


РАДИОПРИЕМНИЦИ „ПРОГРЕС“ И „В. ТЪРНОВО“



С портативните радиоприемници „Прогрес“ и „В. Търново“ различаващи се само по външното оформление, нашата радиоелектронна промишленост постави началото на едно модерно и изключително перспективно направление в битовата радиоелектроника — транзисторизирането на радиоприемниците, а впоследствие и на телевизионните приемници. Миниатюризацията постави на изпитание както нашите най-добри конструктори, така и редица заводи, доставчици на голяма част от елементите. Всичко това намери отражение в „разнообразието“ при изпълнението на електрическата схема — в нея се срещат съветски, френски, италиански, чехословашки (пък и други) транзистори, кондензатори, диоди и т. н.

Принципната схема на „Прогрес“ е дадена на **фиг. 4.1**.



Фиг.4.1 Принципна схема на радиоприемник „Прогрес“

Входният кръг е осъществен с бобината L1 навита на феритната пръчка, едната секция на променливия кондензатор CB1 и тримера CT1. Използвана е трансформаторна връзка на трептящия кръг със самоосцилиращия смесител T1 посредством свързващата бобина L2. Поради ниското входно съпротивление на транзистора T1, (няколко килоома) връзката е избрана слаба. Качественият фактор е около 70, с което се удовлетворяват противоречивите изисквания относно избирателността по междинна честота и по огледален канал и необходимата ширина на пропусканата лента. За високочестотния сигнал T1 е свързан по схема OE. Резисторите R1, R2 и R22 определят стабилен постояннотоков режим, слабо зависим от параметрите на транзистора. Тъй като индуктивността на L2 е много малка (10 навивки), осцилаторът работи по схема ОБ. Трептящият кръг се образува от L3, втората секция на променливия кондензатор CB2, C15 и тримера CT2. Индуктивната обратна връзка се осъществява от навивките на L4 и L5, а тяхното отношение определя амплитудата на осцилаторното напрежение, ефективността на смесване и равномерността на осцилациите по обхвата. Осцилаторното напрежение върху емитера трябва да бъде в границите 150 - 300 mV ($n_4 = 6$, $n_5 = 4$ за съветски транзистор П401 и $n_4 = 6$, $n_5 = 10$ за чехословашкия транзистор 156NU70) при качест-

вен фактор на кръга около 60. По-голям качествен фактор би дал и по-голямо осцилаторно напрежение и опасност от само възбуждане, а по-малък - нестабилна работа при намалено захранващо напрежение. Кондензаторът С1 заземява високочестотното долния край на L1, а кондензаторът С2 отделя емитера от високия отрицателен потенциал на колекторната верига по постоянен ток. С3 и R3 образуват развързващ филтър.

В резултат от смесването на входния сигнал и генерираните трептения (приложени към прехода база - емитер) се получава междинночестотният сигнал с $f_m = 470 \text{ kHz}$:

$$f_m = f_x - f_c,$$

където f_c е честотата на входния сигнал, а f_x - честотата на осцилатора (хетеродина).

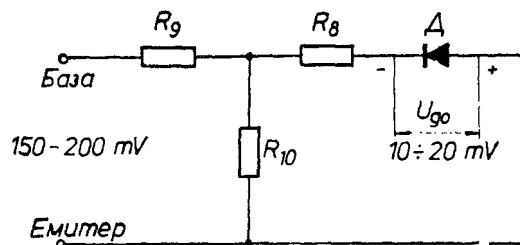
За товар на преобразователното стъпало служи филтър със съсредоточена селекция (ФСС), осигуряващ цялата селективност на приемника по съседен канал. Трите му кръга са реализирани с бобините L6, L7, L8 и съответно кондензаторите С4, С7 и С8. Характеристичното съпротивление на филтъра е около $60 \text{ k}\Omega$. За съгласуване на ниското входно съпротивление на транзистора Т2, той е включен частично към малка част от навивките на бобината L8. Затихването на филтъра за основната междинна честота е 6 dB при качествен фактор на кръговете 150. Елементите, които определят избирателността (селективността), са кондензаторите С5, С6 и навивките, свързани към базата на Т2 от последната кръгова бобина L8. Реалната избирателност при разстройка $\pm 10 \text{ kHz}$ е около 28 dB при лента на пропускане 6 kHz.

Междинночестотният усилвател (МЧУ) е двустъпален. Първото стъпало е изградено с транзистора Т2. То предствлява обикновен RC - усилвател с товарен резистор R5 със съпротивление $4,7 \text{ k}\Omega$. Това стъпало е удобно за масово производство, тъй като позволява избягването на трудно приложимата при него неутрализация на вътрешните обратни връзки в транзистора. По-малкото усилване се компенсира чрез употреба на транзистори с по-висока гранична честота — над 13 MHz. В това стъпало се извършва и автоматичното регулиране на усилването (APY). Постояннотоковият режим на транзистора се определя от делителя R4, R9, R10. Когато се увеличи силата на детектирания сигнал, неговата постояннотокова съставяща, която минава през резистора R9, води до намаляване на отрицателния потенциал на базата на Т2, а оттам до намаляване на усилването на цялото стъпало. Нискочестотната съставяща се филтрира посредством електролитния кондензатор С14 ($50 \mu\text{F}$).

Второто междинночестотно усилвателно стъпало е също един RC - усилвател с товарен резистор L7 ($4,7 \text{ k}\Omega$), притъпяващ силно резонансната крива на трептящия кръг (L9, С10 и С11). Той има честотна лента около 40 kHz. От колектора на транзистора Т3 до диода има повдигане на напрежението около два пъти и постояннотоково заземяване на диода-детектор Д1. Автоматичното преднапрежение за транзистора Т3 се подава посредством резистора R6. Кондензаторът С9 отделя високия потенциал на предното стъпало и пропуска междинночестотния сигнал към базата на Т3. Кондензаторите С12 и С13 създават път за високочестотните съставящи към земя.

Характерно за амплитудните детектори в транзисторните радиоприемници е сравнително ниското товарно съпротивление по постоянен ток (няколко десетки килоома) поради ниското входно съпротивление на следващото предусилвателно стъпало. С това се цели да се постигне по-малка разлика между постояннотоковия и променливотоков товар, а оттам и по-малки нелинейни изкривявания, предизвикани от диода. За същата цел е поставен и резисторът R11 след разделителния електролитен кондензатор С16. Загубата, която се получава в R11, се компенсира от увеличеното усилване на транзистора Т3 вследствие повишеното входно съпротивление на детектора.

Друга характерна особеност на амплитудните детектори в транзисторните приемници (за намаляване на нелинейните изкривявания) е малкото положително преднапрежение на диода при покой и слаби сигнали. Еквивалентната постояннотокова схема на диодната верига е дадена на **фиг. 4.2**.



Фиг. 4.2 Еквивалентна постояннотокова схема на диодната верига.

Първото предусилвателно стъпало е изградено с транзистора Т4, работещ, както и всички останали, по схема ОЕ. Нискочестотният сигнал от потенциометъра за регулиране на силата R10 през C16 и R11 постъпва на базата на Т4. Товар на стъпалото е резисторът R13, от който усиленият сигнал се прехвърля през C20 (също разделителен) към базата на второто предусилвателно стъпало - транзистора Т5. Резисторът R15 осигурява работата в режим клас А. Неговото съпротивление се подбира така, че колекторният ток да бъде около 1 mA. За подобряване на честотната характеристика е включен и кондензаторът C18.

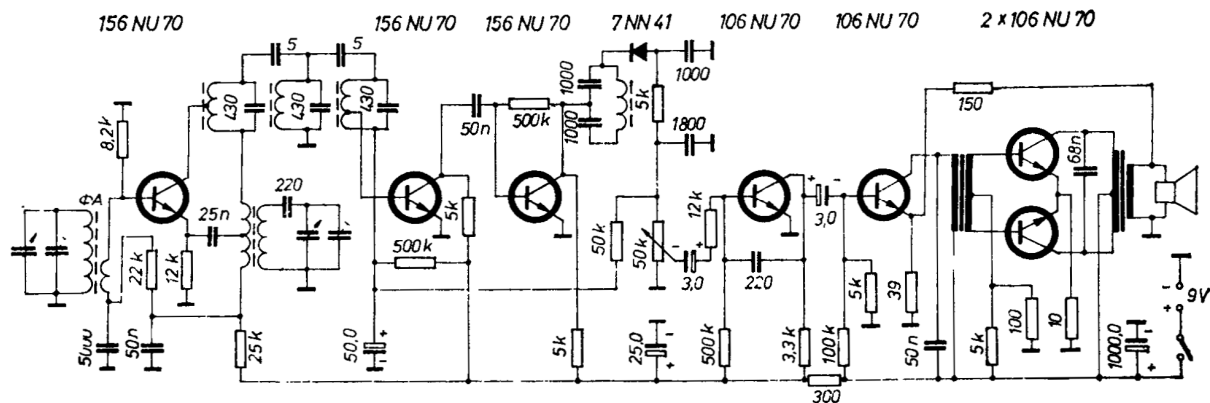
Поради опасността от недопустимо затихване за ниските честоти, понеже входните съпротивления на транзисторите са ниски, в транзисторните приемници се използват изключително електролитни прехвърлящи кондензатори. Тяхното качествено действие по отношение на постоянния ток е от решаващо значение за целия приемник. Ако то не е добро, се нарушава постояннотоковият режим на стъпалата, които разделят. Резисторът R17 стабилизира температурно транзистора Т5, а неговият постояннотоков режим за работа в режим клас А се осигурява от резисторите R15, R16 и R17.

Основното предназначение на второто предусилвателно стъпало е да усили подадения му нискочестотен сигнал до ниво, достатъчно за нормална работа на транзисторите Т6 и Т7. В колекторната му верига е включен драйверният трансформатор Тр1 съгласуващ в известна степен високоомния изход на пред-усилвателното стъпало с нискоомния вход на крайното стъпало и подаващ сигнали, равни по големина, но противоположни по фаза към базата на Т6 и Т7

Крайното стъпало на приемника е изпълнено по класическата противотактна схема с трансформаторен изход, работеща в режим, близък до клас В, изключително икономичен и от решаващо значение за и без това ограничения живот на батериите. Необходимият режим се осигурява от резисторите R18 и R19, като е съобразен с възможността за сравнително по-малки нелинейни изкривявания, характерни за клас В. Приетата схема позволява да се работи с транзистори с по-голяма разлика в параметрите им, но в сравнение с безтрансформаторните крайни стъпала е по-скъпа за изпълнение и внася по-големи честотни и фазови изкривявания.

Последните две стъпала са обхванати от отрицателна обратна връзка посредством резистора R20, отразяваща се благоприятно върху устойчивостта на усилвателя. Импедансът на използвания високоговорител е 3 Ω. В захранващата верига на приемника е включен развързващият филтър R14, C23 против обратна връзка между стъпалата през токоизточника. Токоизточникът представлява две батерии по 4,5V, свързани последователно.

Разгледаната принципна схема е изпълнена с транзистори PNP. Отделни серии са изпълнени и с транзистори чехословашко производство NPN - **фиг. 4.3**.



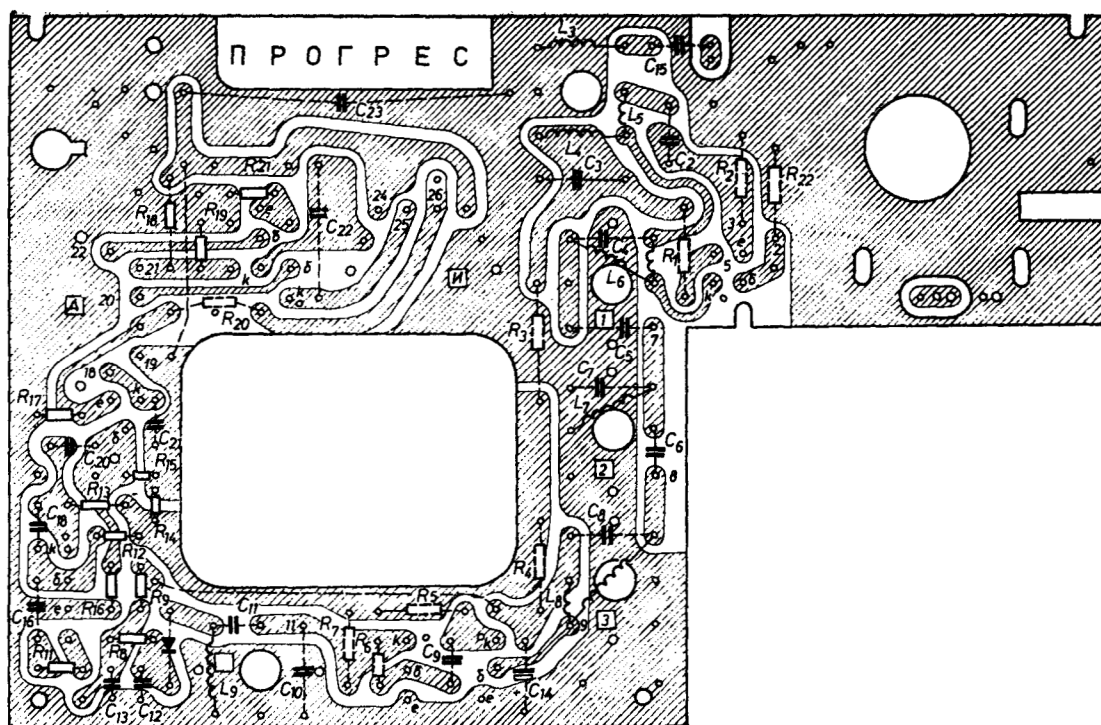
Фиг.4.3 Принципна схема на радиоприемник „Прогрес” с п – р – п транзистори.

Основната разлика между двете изпълнения е обърнатият поляритет на захранването („минус” на маса), диода и електролитните кондензатори.

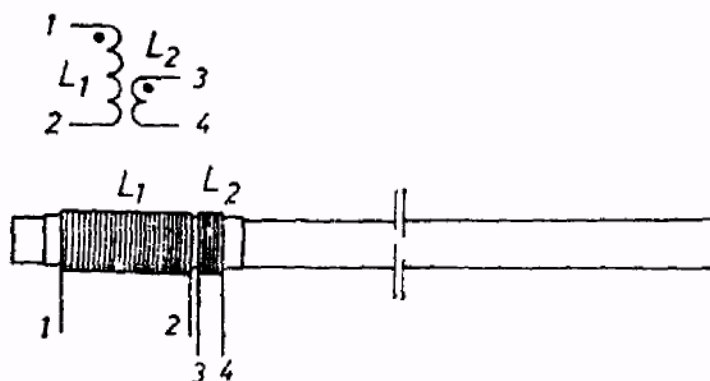
Заменяемостта на транзисторите в радиоприемник „Прогрес” е дадена в табл. 4.1, а печатната платка с разположението на елементите - на фиг. 4.4.

Заменяемост на транзисторите в радиоприемник „Прогрес”		
Транзистор	Тип на транзистора	Производство на
T1	П401, П402, П403 SFT319, SFT320, SFT316 156NU70 OC170, OC44 OC614, OC613	СССР Франция – CSF Чехословакия Valvo Telefunken
T2, T3	П401, П402, П403 SFT319, SFT315, SFT317, SFT316, SFT308 156NU70 OC170, OC44, OC45 OC614, OC613, OC612	СССР Франция – CSF Чехословакия Valvo Telefunken
T4	П13В, П13А, П14 SFT353, SFT351, SFT352, SFT323, SFT321, SFT322 106NU70, 101NU70, 103NU70 OC70, OC71 OC602, OC603, OC604	СССР Франция – CSF Чехословакия Valvo Telefunken
T5	П13А, П14 SFT353, SFT351, SFT352, SFT323, SFT321, SFT322 106NU70, 101NU70, 103NU70 OC70, OC71 OC602, OC603, OC604	СССР Франция – CSF Чехословакия Valvo Telefunken
T6, T7	П13А SFT351, SFT352, SFT323, SFT321, SFT322 106NU70, 101NU70, 103NU70 OC72, OC74, OC79 OC602SPEZ, OC604SPEZ	СССР Франция – CSF Чехословакия Valvo Telefunken

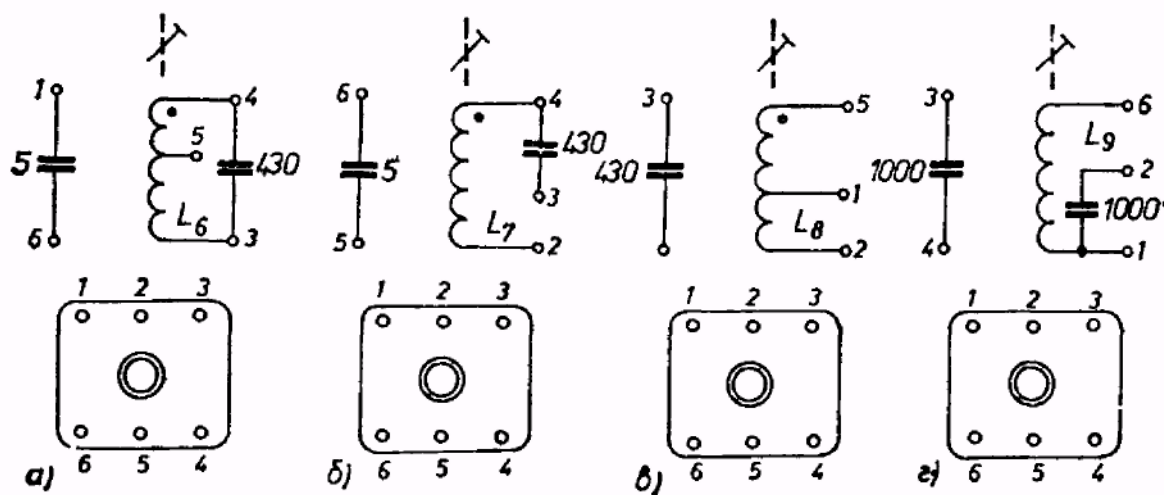
Таблица 4.1



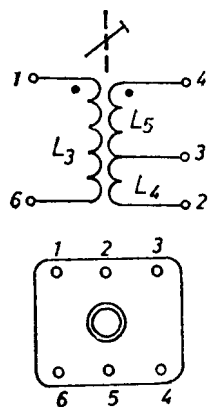
Фиг.4.4 Печатна платка със схематично означение на разположението на елементите на радиоприемник „Прогрес”.



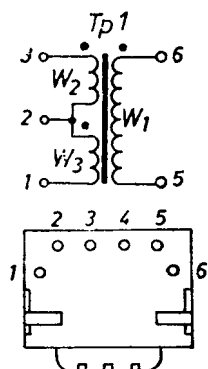
Фиг.4.5. Разположение на изводите на входните бобини на радиоприемник „Прогрес”



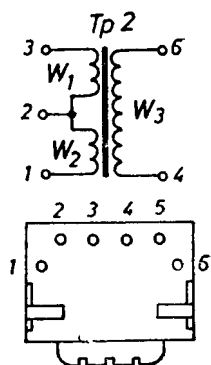
Фиг.4.7. Разположение на изводите на МЧТ на радиоприемника „Прогрес”



Фиг.4.6. Разположение на изводите на хетеродинната бобина на радиоприемника „Прогрес“



Фиг.4.8. Драйверен трансформатор на ра-диоприемник “Прогрес”
W1,W2,W3 1800/400/400 навивки, проводник ПЕЛ 0,08 mm/0,10 mm/0,10 mm W2,W3 се навиват едновременно (бифилярно) за да бъдат напълно симетрични



Фиг.4.9.Изходен трансформатор на радиоприемник „Прогрес”
W1,W2,W3 290/290/45 навивки, проводник ПЕЛ, 0,15 mm / 0,15 mm / 0,65 mm W1,W2 се навиват едновременно (бифилярно)

Настройка на радиоприемник „Прогрес“

След проверка на захранващото напрежение (9 V) и постояннотоковите режими се установява изправността на нискочестотната част на приемника. Чувствителността не трябва да бъде по-лоша от 1 mV за транзистори SFT 353 при изходно напрежение на шпунката на високоговорителя 130 mV, което съответства на изходна мощност 5 mW. Проверката се извършва, като се включат тонгенератор на входа (към плъзгача на потенциометъра) и електронен волтметър на изхода (паралелно на високоговорителя).

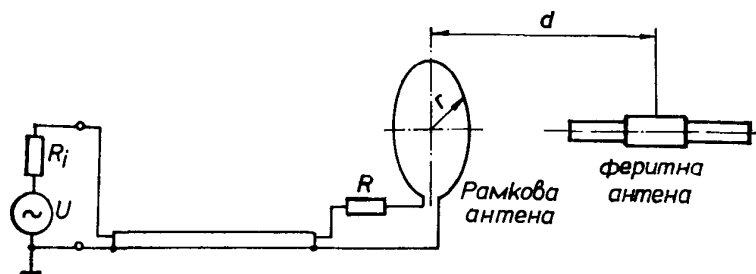
Проверката на амплитудния детектор и настройката на МЧФ започва с подаване на сигнал от сигналгенератор с честота, равна на междинната (470 kHz), към базата на транзистора Т3 през кондензатор с капацитет 0,1 μ F. Регулаторът на силата е отворен напълно и нивото на сигнала е такова, че да се чува на изхода на приемника. След това се върти ядрото на IV м.ч. трансформатор (L9), като същевременно се намалява нивото на сигнала. Чувствителността, отчетена от атенюатора на сигналгенератора, не трябва

да превишава $500\text{ }\mu\text{V}$ при напрежение 130 mV на изхода (за дрейфови транзистори с гранична честота около 30 MHz) и $1000\text{ }\mu\text{V}$ за транзистори с гранична честота 12 MHz .

Настройката на междинчестотния тракт продължава, като се подава същият сигнал през кондензатора ($0,1\text{ }\mu\text{F}$) към базите на T2 и T1 и последователно се въртят ядрата на бобините L9, L8, L7, L6. Чувствителността от базата на T2 не трябва да бъде по-лоша от $40\text{ }\mu\text{V}$ за дрейфови и $70\text{ }\mu\text{V}$ за сплавно-дифузни транзистори. Настройката трябва да се повтори няколко пъти в същия ред. Нивото на сигнала трябва да бъде такова, че да не се товари усилвателят - на изхода е необходимо поддържане на напрежение от порядъка на $100 \div 500\text{ mV}$. Чувствителността от базата на T1 е от 1 до $3\text{ }\mu\text{V}$ за дрейфови и до $10\text{ }\mu\text{V}$ за сплавно-дифузни транзистори.

Изправността на АРУ се проверява чрез измерване на падението на напрежението в колекторния резистор R3 на регулируемия транзистор при различни входни нива на сигнала.

Настройката на входния и осцилаторния кръг се извършва със стандартна рамкова антена (фиг. 5.23).



Фиг.5.23. Стандартна рамкова антена

Въздушният кондензатор се затваря, а от сигналгенератора се подава напрежение с честота 520 kHz и се върти ядрото на осцилаторната бобина L4 до приемане на подадения сигнал. След това се подава сигнал с честота 1600 kHz , а въздушният кондензатор се отваря напълно. Чрез въртене на тримера Ст2 подаденият сигнал се приема отново - показанията на изходомера са максимални.

Аналогична е настройката на входния кръг. От сигналгенератора се подава напрежение с честота 600 kHz и след въртене на въздушния кондензатор до приемане на сигнала (на изхода отново се получава максимално напрежение) чрез внимателно придвижване на L1 върху феритната пръчка се търси ново повишение на изходния сигнал. Тъй като системата на АРУ не е изключена, а нейното задействане ще наруши правилната настройка на приемника, постоянно трябва да се намалява входният сигнал.

След това се подава сигнал с честота 1600 kHz , въздушният кондензатор се отваря, докато се получи максимално приемане и чрез въртене на тримера Ст1 на изхода отново се търси максимално напрежение. Настройката на 600 и 1600 kHz трябва да се повтори няколко пъти в същата последователност.

Ако в приемника са употребени дрейфови транзистори, трябва да се получи чувствителност, не по-лоша от $800\text{ }\mu\text{V/m}$.

След настройката всички ядра и бобини върху феритната пръчка трябва да бъдат фиксирани.

Литература:

1. Транзисторни радиоприемници 1976 А.Почепа – допълнена от инж. Ангел Н. Борисов с част II - „Български транзисторни радиоприемници” - изд. „Техника” 1976 г.
Обработка: инж. Любомир Божков гр.В.Търново 2013 г.