

Учебникът е одобрен от МОНТ. Предназначен е за учениците от техникумите, изучаващи специалността радиотехника и телевизия.

Участието на авторите в разработването на учебника е както следва: Д. Георгиев – гл. 3 и 6; Ж. Желязков – гл. 1 и т. 4.1, 4.3, 4.4, 4.8 и 4.9; Х. Тихчев – гл. 2 и 5; И. Велков – т. 4.2, 4.5, 4.6, 4.7 и 4.10.

Второ стереотипно издание

ISBN 954-03-0428-8

© Димо Атанасов Георгиев
Живко Георгиев Желязков
Христо Генов Тихчев
Иван Станимиров Велков, 1989

373(075)

Част първа

ИЗМЕРВАНИЯ НА РАДИОПРИЕМНИТЕ, РАДИОПРЕДАВАТЕЛНИТЕ И ТЕЛЕВИЗИОННИТЕ УСТРОЙСТВА

ГЛАВА ПЪРВА

ИЗМЕРВАНИЯ НА ОСНОВНИТЕ ПАРАМЕТРИ НА РАДИОПРИЕМНИТЕ УСТРОЙСТВА

1.1. УВОД

1.1.1. Общи условия за измерванията на радиоприемните устройства

1. Параметри на радиоприемните устройства

Всички параметри на радиоприемника са взаимно свързани. Да се прецени резултатът от измерването на даден параметър е възможно, ако предварително се зададе стойността на друг параметър, от която непосредствено зависи измерваната величина. Например да се говори за неравномерността на амплитудно-честотната характеристика (АЧХ) е възможно само в случай, че е зададен обхватът на възпроизводимите честоти в изхода на радиоприемника. Следователно стойностите на едни параметри се измерват, а стойностите на други се задават при измерване на първите. Оттук следва и разделянето на параметрите на зададени и измервани.

Зададените параметри на свой ред може да бъдат номинални, нормални и стандартни.

Номиналните параметри определят границите, в които даден тип изделие отговаря на стандартните или на гарантираните от производителя показатели. За радиоприемниците номиналните параметри се задават при максимална стойност на дълбочината на модулацията на входния сигнал. Например номинална изходна мощност на радиоприемника е изходната мощност при 100% модулация на входния сигнал за ЧМ и 80% за АМ и при зададена стой-

* Б. Р. 100% модулация на сигнала за обхватите с честотна модулация съответства на максималната девиация ± 50 kHz за обхвата УКВ1 (64,5-74 MHz - норма по OIRT) и ± 75 kHz за обхвата УКВ2 (87,5-108 MHz - норма по CCIR)

ност на коефициента на хармоници (кларифактора) (примерно 0,5%). Номиналната изходна мощност се задава за измерването на други параметри (коефициент на хармоници, ниво на фона и др.). Ако всички параметри, при измерването на които се задава номиналната изходна мощност, съответствуват на нормите, следва, че радиоприемникът удовлетворява нормата и за номинална изходна мощност.

Нормалните параметри съответствуват на параметрите, измерени при 30% модулация на входния сигнал. Например нормалната изходна мощност приблизително е равна на една десета от номиналната изходна мощност.

Стандартните параметри за разлика от номиналните и нормалните са свързани с вида на измервания радиоприемник. Те са дадени в стандартите за съответните видове радиоприемници (стационарни, преносими, автомобилни). Чрез тях се осигурява възможност за сравнение на резултатите от измерванията на различните видове радиоприемници.

Всички зададени параметри са част от общите условия за измерване. Условията и методите за измерване на всички стандартни параметри на радиоприемниците са дадени в БДС 16184-85.

Най-важните параметри на радиоприемниците са: работни честотни обхвати, чувствителност, избирателност, изходна мощност, амплитудно-честотни характеристики, нелинейни изкривявания, стабилност на настройката, канално разделяне и др.

Освен тези параметри съществуват и други параметри, свързани с допълнителни изисквания (при специалните радиоприемници) или с въвеждането на модерни системи за управление на настройващите процеси в радиоприемника (синтезатори на честота, микропроцесорно управление, дистанционно управление и т.н.). Тези параметри няма да бъдат разглеждани по-нататък, тъй като са допълнителни характеристики на радиоприемника.

II. Класификация на битовите радиоприемници

В зависимост от условията на експлоатация и параметрите им радиоприемниците се разделят на следните видове и класове:

- стационарни монофонични: 3 класа (I, II и III);
- стационарни стереофонични: 2 класа (I и II);
- преносими: 4 класа (от I до IV);
- автомобилни: 3 класа (I, II и III);

Според вида на захранващия източник радиоприемниците се разделят на три групи:

- захранвани от мрежа 220 V, 50 Hz;
- захранване от химически токоизточници;
- с универсално захранване.

Обикновено от химически токоизточници се захранват преносимите и автомобилните радиоприемници. В БДС 1510-76 се препоръчва за преносими радиопри-

емници химически токоизточници с напрежение 12, 9, 6, 4,5 и 3 V, а за автомобилни радиоприемници - химически токоизточници с напрежение 13,2 V.

Електрическите параметри на радиоприемниците, измерени при стандартни климатични условия, трябва да съответствуват на посочените параметри в съответните стандартизационни документи за отделните видове радиоприемници.

Стандартните климатични условия са:

- температура на околната среда $20 \pm 5^\circ\text{C}$;
- относителна влажност на въздуха $60 \pm 15\%$;
- атмосферно налягане 96 ± 10 kPa.

Работният температурен интервал за различните видове радиоприемници е зададен в БДС 1510-76 и е:

- за стационарни радиоприемници — от 10 до 35°C ;
- за преносими радиоприемници — от минус 5 до 45°C ;
- за автомобилни радиоприемници — от минус 10 до 50°C .

При номинално захранващо напрежение в работния температурен обхват всички видове радиоприемници трябва да имат реална чувствителност, по-добра от зададената норма за реална чувствителност.

Захранващото напрежение освен с абсолютната си стойност се характеризира и с допустимите отклонения, при които радиоприемникът трябва да запазва нормалното си действие. Влиянието на колебанията на захранващото напрежение се установява чрез измервания на параметрите на радиоприемника при следните захранващи напрежения:

- за мрежови стационарни приемници — номиналното захранващо напрежение $\pm 10\%$ ($198 \text{ V} \div 242 \text{ V}$);
- за автомобилни радиоприемници — номиналното захранващо напрежение в режим на непрекъснато зареждане $\pm 15\%$, т.е. $13,2 \text{ V} \pm 15\%$;

— за радиоприемници, захранвани от сухи батерии — за минимално захранващо напрежение се приема напрежението с 33% по-ниско от номиналното. За да се отчете увеличението на вътрешното съпротивление на разредената батерия, намалението на захранващото напрежение се получава за сметка на резистор, включен последователно към токоизточника. Стойността на този резистор трябва да бъде такава, че токът, консумиран от радиоприемника, да създава върху него спадане на напрежението, съставляващо 33% от номиналното напрежение. При измерване на параметрите на радиоприемници със захранване от оловни акумулаторни батерии номиналното напрежение, измерено на изхода на батериите, трябва да бъде 2,4 V за всеки елемент на батериите. Пониженото напрежение се приема при 1,8 V за елемент, а повишено — при 2,6 V за елемент.

Радиоприемниците, захранвани от химически токоизточници, трябва да работят задоволително (допуска се влошаване на реал-

ната чувствителност и избирателност по съседни канали на изходната мощност не повече от 12 dB спрямо тези при нормално захранване) с едно зареждане при тричасов дневен режим, както следва:

- преносими радиоприемници I клас — 100 h,
- преносими радиоприемници II и III клас — 50 h,
- преносими радиоприемници IV клас — 20 h.

Изпитанието се извършва при ниво на входния високочестотен сигнал 1 mV (или по поле — 10 mV/m) за обхватите с АМ и 1,7 mV (при $R_{вх} = 75\Omega$) за обхватите с ЧМ и изходна нискочестотна мощност 10 mW.

При това ниво на входния сигнал и максимална изходна мощност коефициентът на полезно действие, изразяващ се в отношението на максималната изходна нискочестотна мощност към изразходваната мощност от химическия токоизточник, не трябва да бъде по-малък от 35%.

III. Някои специфични изисквания към измервателните лаборатории

Екранирани камери. Измерванията, свързани с необходимостта от подаване към входа на радиоприемника на малки напрежения, при наличие на външни смущения е желателно да се провеждат в екранирана камера (Фарадеев кафез). Екранираните камери трябва да осигуряват потискане на външните смущения най-малко с 60 dB. Да се определи ефективността на екранирането е възможно само чрез измерване напрегнатостта на полето (създавана примерно от местната радиостанция) вън и вътре в камерата. Стените на камерата се изработват от тънки стоманени листове или от два слоя метални решетки (1÷1,5 mm отвори) с разстояние между тях 40÷50 mm. Вратите на камерата трябва да имат добър електрически контакт по целия си периметър със стените на камерата. Захранващото напрежение за измервателната апаратура в камерата, осигурено от електрическата мрежа, трябва да бъде много добре филтрирано. За целта се използват специални мрежови филтри — например съветските ФП-1÷ ФП-18.

Акустични камери. Измерванията по звуково налягане се провеждат в акустични камери. Това са помещения, в които с помощта на специални звукопоглъщащи материали се осигуряват условия за разпространение на звука, съответстващи на условията в свободното пространство, т.е. такива условия, при които практически не съществува отражение на звука.

В свободно пространство звуковото налягане е обратнопропорционално на разстоянието до източника на звука. Камерата се смята годна за измервания, ако в зададен честотен обхват звуковото налягане в зависимост от разстоянието (с допустима малка неточност) се подчинява на този закон.

Поглъщането на звука се осъществява чрез облицоване на стените на камерата със специални звукопоглъщащи клинове с дължина от 0,5÷1,25 m и основа 0,2×0,2 m.

Общото ниво на акустичните смущения в честотния обхват на измервателния микрофон трябва да бъде поне с 12 dB по-ниско от нивото на най-малкия измерван сигнал.

В камерата трябва да се осигури и електромагнитна екипировка, разчетена така, че нивото на смущенията да бъде поне с 20 dB по-ниско от нивото на минималния измерван сигнал. Това не е трудно за осъществяване, тъй като нивото на

високочестотния сигнал при акустичните измервания е високо $(1 + 10 \frac{mV}{m})$.

IV. Нормални и номинални условия за измерване

Нормалните условия за измерване съответстват на нормална (еталонна) изходна мощност, равна на 0,1 от номиналната изходна мощност. Ако номиналната мощност на устройството е не повече от 150 mW при измерване в нормални условия, изходното напрежение трябва да съответствува на стандартна изходна мощност 5 mW. Ако приемното устройство е тунер, който няма регулатор на изходното ниво, параметрите му се измерват в нормални условия, като изходното (еталонно) напрежение може да бъде всяко напрежение, удобно за провеждане на измерването. Входният високочестотен сигнал при нормални условия на измерване е с 30% модулация. При нормалните условия на измерване се допуска и измерване с входен високочестотен сигнал, чиято модулация е различна от нормалната — например измерването на реалната чувствителност на обхвати УКВ1 и УКВ2 за Hi - Fi радиоприемниците се извършва при 80% модулация на сигнала и т. н. — тези отклонения обикновено се цитират в конкретните стандарти на изделията.

Номиналните условия на измерване съответствуват на номиналната изходна мощност, номиналното входно напрежение на входа на нискочестотния усилвател на радиоприемника и номиналната модулация на високочестотния входен сигнал на радиоприемника (100% модулация за обхвати УКВ1 и УКВ2 и 80% модулация за обхвати ДВ, СВ и КВ).

При нормалните и при номиналните условия на измерване нормите за нивата на високочестотните входни сигнали са еднакви. При измерване на изкривявания от кръстосана модулация и двусигнална избирателност нивото на входния високочестотен сигнал съответствува на удвоената номинална стойност ($2U_{ном}$), където $U_{ном}$ е равно на нормата за реална чувствителност. При едносигналните методи за измерване на избирателността входният високочестотен сигнал може да бъде намален до стойност, равна на максималната чувствителност. При измерване на останалите параметри освен на чувствителността, нивото на входния високочестотен сигнал е равно на 60 dB (спрямо $1\mu V$) и 80 dB (спрямо $1 \frac{\mu V}{m}$) в обхватите на ДВ, СВ и КВ и 40 dB спрямо 1 pW — в обхватите УКВ1 и УКВ2. При измерване параметрите на нискочестотния усилвател нивото на входния нискочестотен сигнал трябва да бъде с 10 dB по-малко от номиналната му стойност.

1.1.2. Антенни еквиваленти

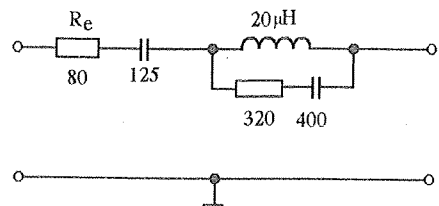
Особеност при работата на стационарните радиоприемници е голямото разнообразие на външни антени, използвани за обхватите ДВ, СВ и КВ при приемане на сигнали с АМ (от Т-образни ан-

тени с геометрична височина 10 м до стайни антени с геометрична височина 1 м). За осигуряване на сравнимост на резултатите при измерванията МЕК (Международна комисия по електротехника) препоръчва да се използва антенен еквивалент на външната антена за обхватите от 150 kHz до 30 MHz, който съответствува на външна антена с геометрична височина 5 м. Електрическата му схема е показана на фиг. 1.1.

С незначителна грешка при измерванията в обхвата на КВ като антенен еквивалент на външна антена може да служи резистор със съпротивление 400 Ω. Най-често сигнал-генераторите (СГ) за АМ сигнали имат изходно съпротивление $R_r=50\ \Omega$ (или $75\ \Omega$). Скалите на голяма част от тях са градуирани в електродвижещо напрежение (е. д. н.) E_r , т. е. при отворена верига на изхода. При едносигнален метод за измерване с такъв СГ и използване на антенния еквивалент от фиг. 1.1 е необходимо съпротивлението R_e да представлява сбор от изходното съпротивление на сигнал-генератора R_r и допълнителен резистор R_2 (както е показано на фиг. 1.2 а), така че $R_r+R_2=R_e=80\ \Omega$.

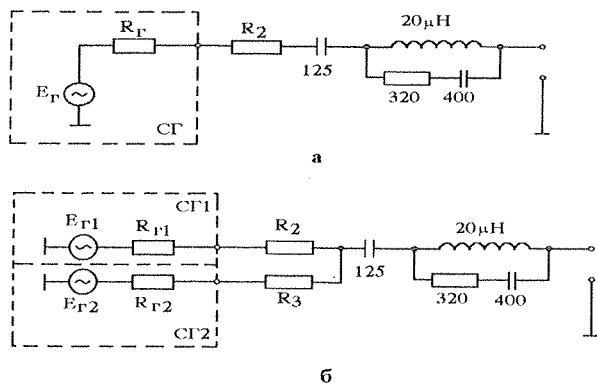
При двусигнален метод за измерване (единият сигнал-генератор имитира полезна приеман сигнал, а другият имитира смущаващия сигнал) антенният еквивалент се свързва към изходите на двата СГ (скалите на които са градуирани в е. д. н.) чрез два резистора R_2 и R_3 (фиг. 1.2б), като се спазват условията

$$R_{r1}+R_2=160\ \Omega;$$



Фиг. 1.1

При двусигнален метод за измерване (единият сигнал-генератор имитира полезна приеман сигнал, а другият имитира смущаващия сигнал) антенният еквивалент се свързва към изходите на двата СГ (скалите на които са градуирани в е. д. н.) чрез два резистора R_2 и R_3 (фиг. 1.2б), като се спазват условията



Фиг. 1.2

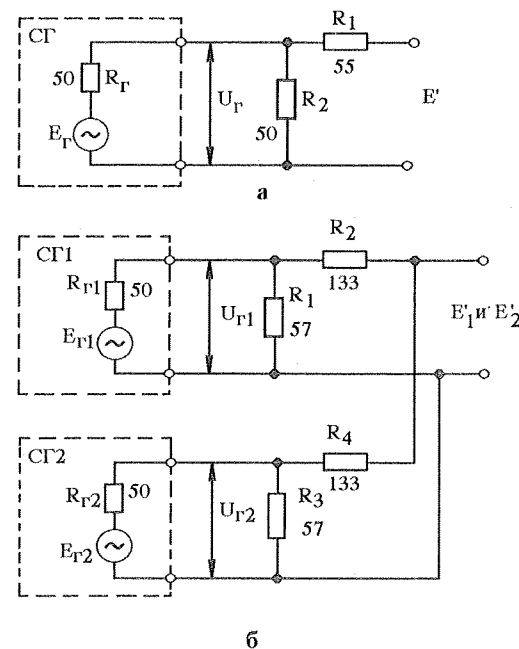
щавания сигнал) антенният еквивалент се свързва към изходите на двата СГ (скалите на които са градуирани в е. д. н.) чрез два резистора R_2 и R_3 (фиг. 1.2б), като се спазват условията

$$R_{r1}+R_3=160\ \Omega;$$

И в този случай активното съпротивление в електрическата схема на антенния еквивалент остава $80\ \Omega$ и двата сигнал-генератора са с отворени изходни вериги.

Произвеждат се и сигнал-генератори за АМ сигнали, скалите на които са градуирани в напрежение за съгласуван товар ($50\ \Omega$ или $75\ \Omega$). При свързване на антенния еквивалент за обхвати ДВ, СВ и КВ към такъв сигнал-генератор е необходимо резисторът R_e от фиг. 1.1 да се замени с два резистора, както е показано на фиг. 1.3 а. В този случай, отчитайки изходното съпротивление R_r , активното съпротивление в електрическата схема на антенния еквивалент не се променя и еквивалентното е. д. н. (E'), определящо нивото на входния сигнал, е равно на показанието на сигнал-генератора U_r .

При двусигналния метод на измерване резисторът R_e от фиг. 1.1 се замества от веригата R_1, R_2, R_3, R_4 (фиг. 1.3 б). И при този случай активното съпротивление в електрическата схема на антенния еквивалент е равно на $80\ \Omega$, а еквивалентното е. д. н., създа-



Фиг. 1.3

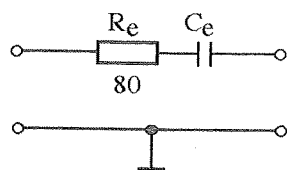
вано от всеки сигнал-генератор, е равно на $0,55 U_{Г}$, т.е. $E'_1 = 0,55 U_{Г2}$, $E'_2 = 0,55 U_{Г2}$.

В преносимите радиоприемници за приемане на програмите на радиопредавателите, работещи в КВ и УКВ обхват, най-често се използва телескопична антена. Схемата на антенния еквивалент на телескопичната антена за обхват КВ е дадена на фиг. 1.4. Капацитетът на кондензатора C_e зависи от дължината на антената и от капацитета на корпуса на радиоприемника спрямо земята. Колкото е по-къса антената и колкото са по-малки размерите на радиоприемника, толкова по-малък е капацитетът на кондензатора C_e в антенния еквивалент. За да се избегне изработването на специален антенен еквивалент за измерване на всеки преносим радиоприемник, преносимите радиоприемници са групирани в три групи, както е показано в табл. 1.1, и при измерване на радиоприемник от дадена група се използва антенен еквивалент със съответния капацитет на кондензатора C_e .

Таблица 1.1

№ на групата	Най-голям размер на корпуса на радиоприемника, см	Дължина на излизащата част на антената, mm	Стойност на C_e , pF
1	20÷27	700÷950	4,8
2	27÷33	900÷1050	6,1
3	33÷50	1000÷1200	6,8

При измерванията реалната телескопична антена се изключва и вместо нея сигналът се подава през антенния еквивалент. Определянето на е. д. н. E' става по същия начин както при по-горе описания антенен еквивалент на външна антена. Замяната на R_e

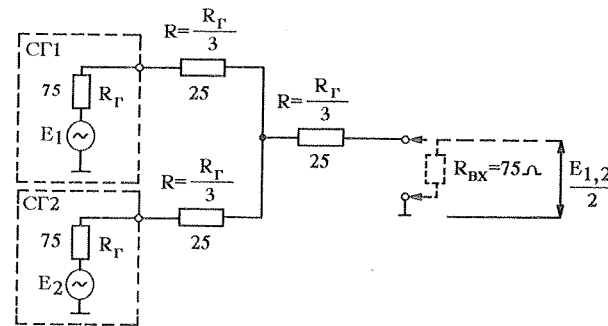


Фиг. 1.4

която за обхвата КВ е равна на половината от дължината на излизащата извън приемника част от телескопичната антена.

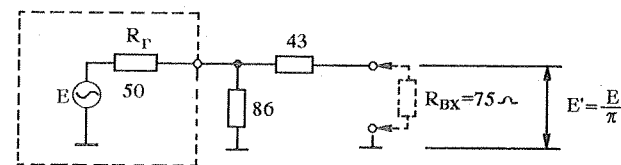
Номиналното входно съпротивление за обхвати УКВ на съвременните радиоприемници е най-често 75Ω и съответствува на изходното съпротивление на някои сигнал-генератори. В такъв случай при едносигнален метод на измерване сигнал-генераторът се свързва директно с входа на радиоприемника.

При двусигнален метод на измерване сигнал-генераторите с $R_{Г} = 75 \Omega$ се свързват с радиоприемника през верига от три резистора (с $R = 25 \Omega$), както е показано на фиг. 1.5. Напрежението на изхода на тази верига, създавано от всеки генератор, е равно на половината от неговото изходно напрежение.



Фиг. 1.5

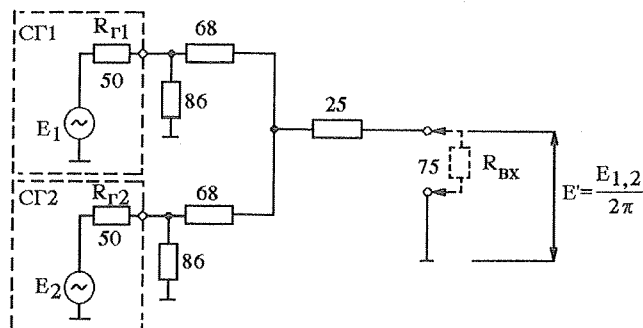
Последните модели на сигнал-генератори за обхвати УКВ имат изходно съпротивление 50Ω . Ако с такъв сигнал-генератор се измерват параметрите на радиоприемниците на обхвати УКВ, между сигнал-генератора и входа на радиоприемника е необходимо да се включи съгласуващо устройство. На фиг. 1.6 и 1.7 са дадени схемите на свързване на сигнал-генераторите към входа на радиоприемника съответно при едносигнален и двусигнален метод на измерване.



Фиг. 1.6

Схемата на антенния еквивалент на телескопична антена за обхвати УКВ е дадена на фиг. 1.8. Стойностите на R_e , L_e и C_e зависят от честотния обхват, от габаритите на корпуса на радиоприемника и от дължината на излизащата извън радиоприемника част на телескопичната антена. За да се съгласува антенният еквивалент с генератора, резисторът R_e се заменя с резисторите R_1 , R_2 и R_3 , свързани, както е показано на фиг. 1.9 а и б, съответно при едносигнален и двусигнален метод на измерване. Техните съпротивления се определят по табл. 1.2,

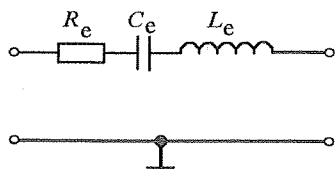
като се държи сметка за съпротивлението на генератора R_r . Стойностите на L_e , C_e и τ са дадени също в табл. 1.2.



Фиг. 1.7

Таблица 1.2

Честотен обхват, MHz	Най-голям размер на корпуса на радиоприемника, см	R_e, Ω	C_e, pF	$L_e, \mu\text{H}$	R_1, Ω		R_2, Ω		R_3, Ω		$\tau = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$	
					$R_r = 75 \Omega$	$R_r = 50 \Omega$	$R_r = 75 \Omega$	$R_r = 50 \Omega$	$R_r = 75 \Omega$	$R_r = 50 \Omega$	$R_r = 75 \Omega$	$R_r = 50 \Omega$
64,5÷74	22÷27	14	5,8	0,34	59	33	16	17	0	0	0,214	0,34
64,5÷74	27÷33	21	6,8	0,50	50	20	25	30	0	0	0,33	0,6
64,5÷74	>33	32	5,4	0,78	28	0	47	51	0	7	0,63	1
87,5÷108	22÷33	34	8,2	0,25	25	0	51	51	0	9	0,68	1

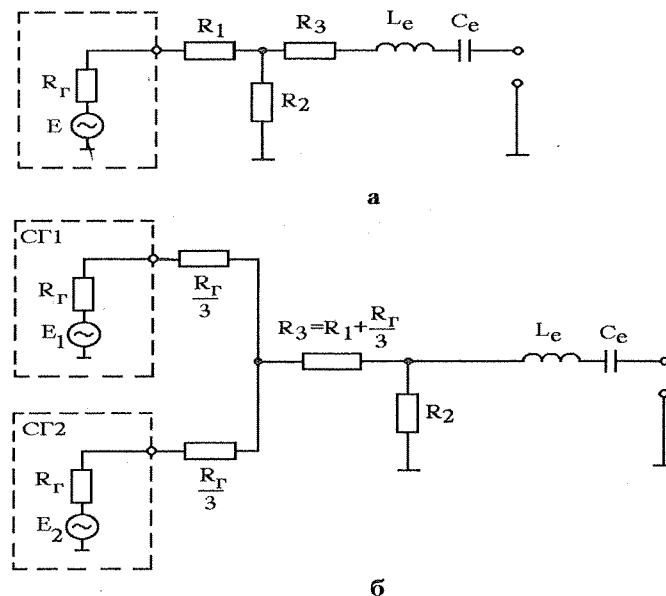


Фиг. 1.8

определи h_d по формулата

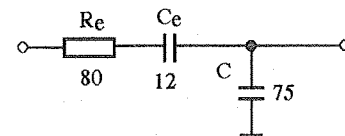
$$h_d = \frac{\lambda}{2\pi} \operatorname{tg} \frac{\pi l}{\lambda}, \text{ m,}$$

където λ е дължината на вълната, m , а l — дължината на излизащата извън радиоприемника част на телескопичната антена, m . В честотния обхват 87,5÷108 MHz (УКВ2), където обикновено $l = \frac{\lambda}{4}$, $h_d \approx \frac{\lambda}{2\pi} \cdot 0,5m$.



Фиг. 1.9

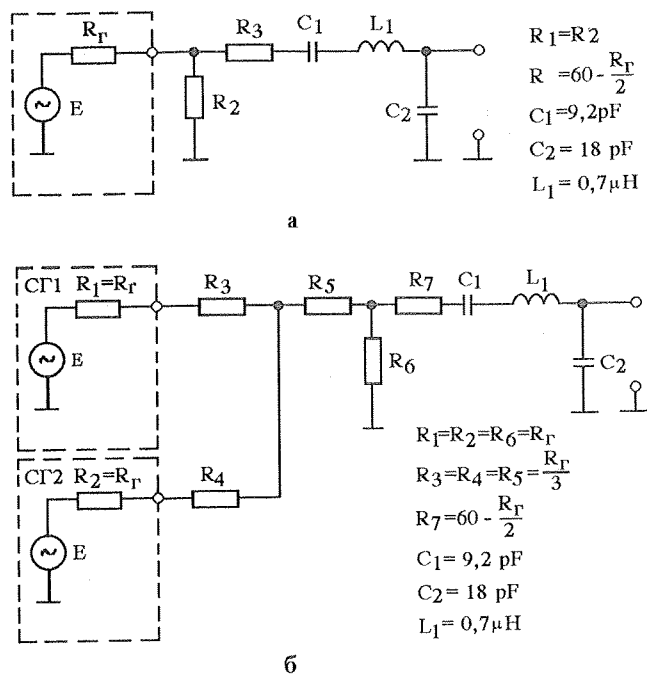
Антенният еквивалент на автомобилна антена за обхватите ДВ, СВ, КВ (фиг. 1.10) се различава от антенния еквивалент на телескопична антена за преносим радиоприемник на обхват КВ по наличието на кондензатор с капацитет 75 pF, еквивалентен на общия капацитет на коаксиалния кабел и на държателя на антената, а също така и по стойността на капацитета на самата антена. При определянето на този капацитет не се взема предвид капацитетът на корпуса на приемника спрямо земята, тъй като по време на работа корпусът на радиоприемника е свързан с шасито на автомобила.



Фиг. 1.10

Свързването на този антенен еквивалент със сигнал-генератора става по описаните вече начини (виж фиг. 1.2 и 1.3), като се знае, че в съпротивлението R_e се включва и съпротивлението на сигнал-генератора.

За УКВ обхвати (64,5÷74 MHz, 87,5÷108 MHz) се използва антенният еквивалент, даден на фиг. 1.11 а (за едносигнален метод на измерване) и фиг. 1.11 б (за двусигнален метод на измерване).



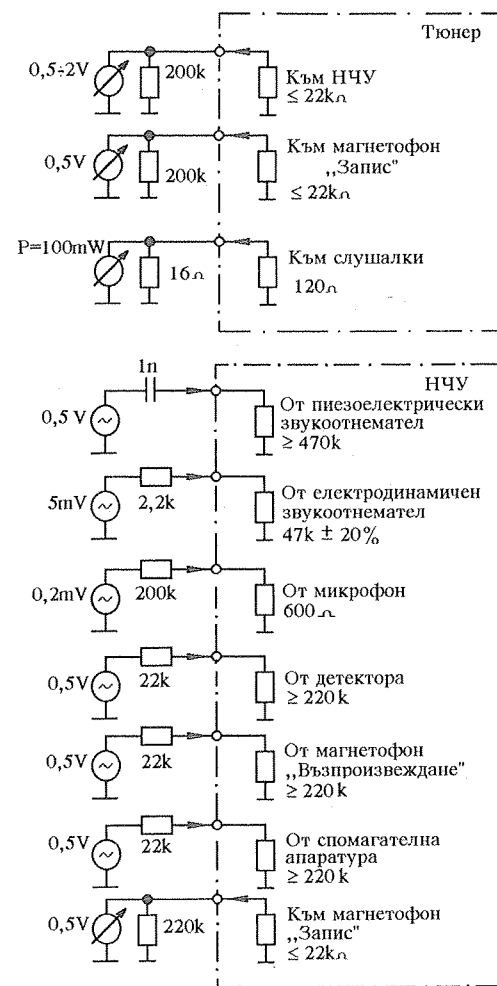
Фиг. 1.11

Еквивалентното е. д. н. E' при едносигналния метод се определя по показаниято U_Γ на сигнал-генератора, а при двусигналния метод — като $\frac{U_\Gamma}{2}$ (ако сигнал-генераторът е калибриран при $R_\Gamma = R_{\text{товар}}$, а не в е. д. н., т. е. при отворена верига на изхода си). Всички резистори, използвани в антенните еквиваленти, трябва да бъдат безиндуктивни.

1.1.3. Съгласуващи звена

Когато се измерват параметрите на нискочестотния усилвател на радиоприемника, сигналите се подават на различните му входове през съответни съгласуващи звена, представляващи най-често резистор или кондензатор. Съгласуващото звено се включва последователно на генератора, ако неговото изходно съпротивление е

значително по-малко от съпротивлението на съгласуващото звено. Трябва да се припомни, че под входен сигнал се разбира е. д. н. на входа на съгласуващото звено. На фиг. 1.12 са дадени стойностите на елементите на съгласуващите звена и препоръчаните стойности на съпротивленията на нискочестотните входове и изходи.



Фиг. 1.12

На фиг. 1.13 е дадена схема за сумиране на нискочестотните сигнали. Изходното ѝ съпротивление е 0,5 k Ω и то трябва да се вземе предвид при определяне на съпротивлението на съгласуващото звено.

В практиката често се налага да се използва съгласуващо звено при измерването на УКВ радиоприемник с входно съпротивление 240 до 300 Ω със сигнал-генератор, който е с изходно съпротивление 75 Ω (фиг. 1.14). Съгласуването на симетричния вход на приемника с несиметричния изход на сигнал-генератора се постига с подбор на съпротивленията на резисторите R_1 , R_2 и R_3 , така че да бъдат изпълнени равенствата:

$$\left. \begin{aligned} \frac{R_1 R_\Gamma}{R_1 + R_\Gamma} + R_2 + R_3 &= \rho \\ \frac{(\rho + R_2 + R_3) R_1}{\rho + R_1 + R_2 + R_3} &= R_\Gamma \end{aligned} \right\},$$

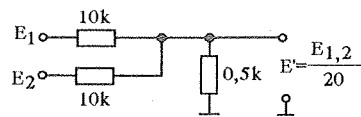
където $R_3 = \frac{\rho}{2}$, $R_2 = \frac{\rho}{2} - \frac{R_1 R_\Gamma}{R_1 + R_\Gamma}$ а ρ е вълновото съпротивление на симетричния кабел.

Като се решат първите две уравнения, се получава:

$$R_1 = \frac{\rho R_\Gamma}{R_2 + R_3},$$

а съвместното решаване на уравненията за R_Γ и R_2 позволява да се определи стойността на R_2 . При $R_\Gamma = 75 \Omega$ и $\rho = 300 \Omega$ се получава $R_1 = 87 \Omega$, $R_2 = 110 \Omega$ и $R_3 = 150 \Omega$.

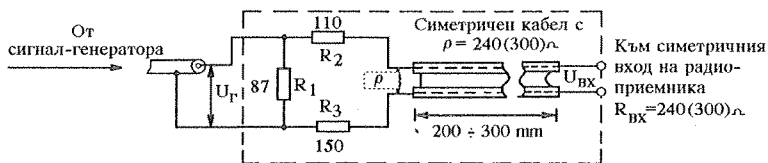
Всички резистори, влизащи в съгласуващото звено, трябва да бъдат безиндуктивни. Стойността на сигнала на входа на радиоприемника $U_{вх}$ зависи от градуировката на скалата на сигнал-генератора. Ако скалата на сигнал-генератора е градуирана при работа на съгласуван товар ($R_\Gamma = R_{\text{товар}}$), напрежението U_Γ се отчита направо върху скалата на изходния атенуатор и в изхода на съгласуващото звено напрежението $U_{вх}$ ще е равно на половината на U_Γ , т. е. $U_{вх} = \frac{U_\Gamma}{2}$. Ако скалата на сигнал-генератора е градуирана при отворена верига на изхода, т. е. в стойности на е. д. н., при натоварване със



Фиг. 1.13

съгласуващото звено стойността, отчетена по скалата на атенуатора, трябва да се раздели на две, т. е. $U_\Gamma = \frac{E}{2}$. В изхода на съгласуващото звено напрежението $U_{вх}$ е

половината от напрежението U_Γ , т. е. $U_{вх} = \frac{E}{4}$.

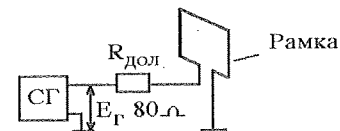


Фиг. 1.14

1.1.4. Устройства за създаване на стандартно електромагнитно поле

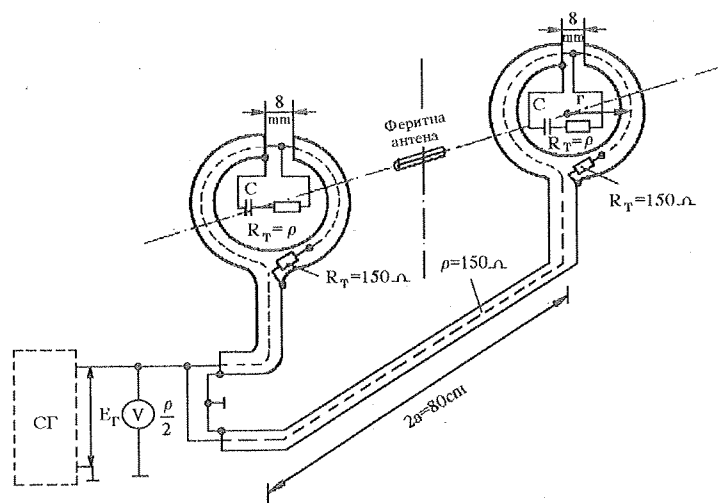
При измерването на радиоприемници с феритна или рамкова антена входният сигнал е стандартно електромагнитно поле, създавано от устройство, състоящо се от

излъчваща антена и включен към нея СГ. За обхватите ДВ и СВ стандартното електромагнитно поле може да бъде създадено от една измервателна рамка, както е показано на фиг. 1.15. Рамката, която най-често се среща на практика, представлява една отворена навивка с форма на квадрат с размери 380x380 mm, направена от меден проводник с диаметър 4,5÷5 mm. Рамката се свързва със СГ през безиндуктивен транзистор $R_{\text{доп}}$ (80 Ω).



Фиг. 1.15

На разстояние 1 m от рамката интензитетът на полето се оп-



Фиг. 1.16

ределя по формулата $E = \frac{E_\Gamma}{10}, \frac{\mu V}{m}$.

На разстояние 0,42 m от рамката (където интензитетът на полето е 10 пъти по-голям от този на 1 m от рамката) интензитетът на полето E е числено равен на е. д. н. E_Γ на изхода на СГ.

За измерване на параметрите на радиоприемници с феритна антена или с рамкова антена в обхватите ДВ и СВ се използва и устройство за създаване на помогенно стандартно електромагнитно поле, състоящо се от СГ и две рамкови антени (фиг. 1.16). Синфазно възбудените рамкови антени са с радиус $r = 20,4$ см, а максималното разстояние между тях е $2a = 80$ см. Двете рамкови антени създават ефект на равномерно поле на Хелмхолц. В обхвата $0,1 \pm 3$ MHz' и при разполагане средата на феритната антена на приемника на разстояние $a = 40$ см от всяка рамка интензитетът на полето в mV/m между рамките е $E = E_r$. Трябва да се припомни, че при измерванията чрез поле равнината на приемната рамкова антена трябва да бъде успоредна на равнината на измервателната рамка, а феритната антена трябва да бъде перпендикулярна на равнината на измервателната рамка.

1.1.5. Най-важни термини и определения, използвани при измерванията на радиоприемните устройства

Изходна мощност — мощността на синусоидален сигнал, измервана в изхода на радиоприемника върху еквивалентно товарно съпротивление (еквивалентен товар), което е равно на номиналното електрическо съпротивление на акустичната система на радиоприемника, при зададен коефициент на хармоници и при зададен коефициент на модулацията на входния високочестотен сигнал.

Стандартна (изпитвателна) изходна мощност — електрическата изходна мощност, препоръчвана за измерване на редица други параметри на радиоприемника. Основната стандартна мощност е 50 mW. При измерванията на радиоприемници с изходна мощност, по-малка от 150 mW, за стандартна мощност се приема мощността 5 mW.

Чувствителност — най-малката стойност на напрежението (интензитета на полето) на входния високочестотен сигнал, осигуряващо при определени условия зададената изходна мощност.

Избирателност — способността на радиоприемника да избира (да приема) честотната лента на полезния сигнал и да потиска действието на смущаващи сигнали извън тази лента.

Настройка на радиоприемника на приемания канал — състои се в настройване в средата на честотната лента на приемания полезен сигнал, ограничена от честоти, за които коефициентът на хармониците в изхода на радиоприемника достига стойност 10% при 100% модулация на сигнала за обхватите с ЧМ (УКВ1 и УКВ2) и 80% модулация на сигнала за обхватите с АМ (ДВ, СВ и КВ) при честота на модулацията сигнал 1 kHz. Настройката може да се извърши и по други методи (според индикатора за настройка, по максимума на изходното напрежение, по минимум на нелинейните изкривявания, по средата на пропускащата честотна лента, по симетричността на ограничаваня при голяма девиация на честотата), ако разликата между тези методи и основния не превишава 1 kHz в обхватите ДВ, СВ и КВ и 0,3 kHz от стойността на максималната девиация на честотата в обхватите на УКВ.

Паразитен канал за приемане — входен сигнал с честотна лента, чиято средна (носица) честота се отличава от честотата на настройката на радиоприемника. Този канал предизвиква изкривявания на приемания полезен сигнал или изменение на напрежението на изходния сигнал на радиоприемника при липса на полезен сигнал или при немодулиран полезен сигнал.

Допълнителни канали за приемане — паразитни канали на приемане, които могат да предизвикат поява на напрежение с междинна честота поради взаимодействието си с полезния приеман сигнал или с хармониците на хетеродинното напрежение в честотния преобразувател (смесителя) на суперхетеродинния радиоприемник.

Съседен канал — паразитен канал на приемане, имащ най-малката възможна разстройка по отношение на полезния сигнал при приетата система на радиоразпръскване.

Огледален канал — допълнителен канал на приемане, честотата на който се различава от честотата на настройката на суперхетеродинния радиоприемник с удвоената стойност на междинната честота.

Избирателност по огледален канал — способността на радиоприемника да отделя полезния сигнал, на който е настроен, при въздействие на смущаващ сигнал с честота, равна на тази на огледалния канал.

Избирателност по съседен канал — способността на радиоприемника да отделя полезния сигнал, на който е настроен, от другите съседни смущаващи сигнали.

Отслабване на сигнала с честота, равна на междинната (избирателност по междинночестотен канал) — определя се от отношението (изразено в децибели) на нивото на входния сигнал с междинна честота към нивото на входния сигнал с честота, на която е настроен радиоприемникът.

При измерванията сигналите се подават последователно и трябва да създават еднаква изходна мощност. Смущаващият сигнал трябва да бъде модулиран с такава дълбочина на модулацията и честота на модулацията сигнал, с каквато е модулиран и полезният приеман сигнал.

Блокировка — ефектът, в резултат на който се изменя (обикновено се понижава) нивото на напрежението на изходния сигнал на радиоприемника (нормата е от порядъка на 3 dB) при подаване на входа му на полезен високочестотен модулиран сигнал с дадено ниво, като ефектът е предизвикан от смущаващ немодулиран сигнал с близка честота (например от съседния канал).

Кръстосана модулация — въздействието на смущаващия сигнал, при което носещата честота на полезния сигнал се оказва модулирана от съставките на модулирания смущаващ сигнал.

Паразитна амплитудна модулация — амплитудна модулация, възникваща в стъпалата на радиоприемника в резултат на преминаването на ЧМ сигнал през избирателни вериги.

Динамичен коефициент на потискане на паразитната амплитудна модулация — характеризира способността на радиоприемника да потиска в изхода си съставките, породени от паразитната амплитудна модулация и интермодулацията, когато на входа му се подава сигнал, модулиран както честотно, така и амплитудно.

Статичен коефициент на потискане на паразитната амплитудна модулация — характеризира способността на радиоприемника да потиска съставките, породени от паразитната амплитудна модулация, когато на входа му се подаде сигнал, модулиран най-напред честотно, а след това — амплитудно.

Канално разделяне — отношение (изразено в децибели), характеризиращо способността на стереофоничния радиоприемник да потиска сигнала на единия от стереофоничните канали в нискочестотния изход на другия канал.

Нелинейни изкривявания — това е ефектът от появата в изходния сигнал на спектрални съставки, които липсват във входния сигнал на радиоприемника. Параметрите, чрез които най-често се оценяват нелинейните изкривявания на радиоприемника, са коефициентът на хармоници и коефициентът на интермодулационни изкривявания.

Коефициент на хармоници (коефициент на хармонични, клирфактор) — характеризира нелинейните изкривявания, когато входния нискочестотен сигнал или модулиращото напрежение на високочестотния входен сигнал са синусоидални.

Коефициент на интермодулационни изкривявания — характеризира нелинейните изкривявания, когато входния нискочестотен сигнал или модулиращото напрежение на високочестотния входен сигнал е сума от синусоидални напрежения с честоти F_1 и F_2 (като $F_1 \ll F_2$) и се изчислява с израз, в който делимо е средноквадратичната сума на спектралните съставки с честоти $F_1 \pm (n-1)F_2$, а делител — съставката на изходния сигнал с честота F_2 .

Амплитудно-честотна характеристика на целия радиоприемник — зависимостта на напрежението на изхода на радиоприемника от честотата на модулацията сигнал. На радиоприемника се подава модулиран високочестотен сигнал, чието ниво и коефициент на модулацията се поддържат постоянни.

Амплитудно-честотна характеристика на нискочестотния усилвател на радиоприемника — зависимостта на напрежението на изхода на радиоприемника от честотата на входното напрежение на нискочестотния усилвател при постоянно ниво на входното напрежение.

Акустична амплитудно-честотна характеристика — амплитудно-честотна характеристика на целия радиоприемник, при която измерването на изходното напрежение е заменено с измерване на акустичното налягане.

Акустична обратна връзка — връзката между високоговорителя и другите части на радиоприемника, която предизвиква изменение на големината и формата на изходния сигнал.

Микрофония — забележимо изкривяване на изходния сигнал или възбуждане, предизвикано от акустичната обратна връзка.

Фон — средноквадратична сума на спектралните съставки на изходния сигнал, възникващи в резултат на недостатъчна филтрация на захранващото напрежение.

Разбалансиране на амплитудно-честотните характеристики на стереоканалите — характеризира се със степеня на съответствие между амплитудно-честотните характеристики на десния и левия стереоканал.

Система за автоматична донастройка на честотата (АДЧ) — електронно устройство, осигуряващо с определена точност запазването на настройката на радиоприемника на честотата на приемания сигнал при въздействието на различни фактори (промяна на температурата, мрежовото напрежение и др.), които биха изменили честотата на хетеродина при липса на система за АДЧ.

Коефициент на АДЧ — коефициент, показващ колко пъти се намалява разстройката на радиоприемника вследствие действието на системата за АДЧ.

Обхват на захващане — честотна лента спрямо зададена честота на настройката на радиоприемника, в която входният сигнал задействува системата за АДЧ.

Обхват на задържане — честотна лента, в която изменението на честотата на входния сигнал предизвиква в резултат на действието на системата за АДЧ съответно изменение на честотата на хетеродина.

Тон-регулатори — регулатори, с които се коригира амплитудно-честотната характеристика на нискочестотния усилвател (НЧУ) на радиоприемника в областта на ниските, средните и високите звукови честоти.

Регулатор на стереобаланс — регулатори, с които може да се изравнят интензитетите на звука в двата стереофонични канала на радиоприемника.

Тон-компенсация — нарочно изменение на амплитудно-честотната характеристика на НЧУ в зависимост от интензитета на звука, компенсиращо нееднаквата чувствителност на човешкото ухо към сигнали с различни звукови честоти.

Система за автоматично регулиране на усилването (АРУ) — електронно устройство, осигуряващо при големи изменения на нивото на входния сигнал незначително изменение на нивото на изходния сигнал и запазване на формата на обвивната крива на подаваното към детектора междинночестотно напрежение.

Точност на градуировката на скалата — разликата между честотата на приемания сигнал и честотата, отчетена по скалата на радиоприемника.

Лекота на настройката — отношението на дължината на периферното измерване на дадена точка от органа за настройка към съответстващото изменение на честотата на настройката.

Стабилност на настройката — параметър, показващ с колко килохерца се променя честотата на настройката на приемника при изключена система за АДЧ в резултат на въздействието на каквито и да са дестабилизиращи фактори (изменение на захранващото напрежение, на температурата, на нивото на входния сигнал и т. н.).

Работни обхвати на радиоприемника — интервалите от честоти, на които радиоприемникът може да се настройва. Работните обхвати на съвременните радиоприемници се намират в границите от 150 kHz до 108 MHz.

Преемфазис — предварителна амплитудно-честотна корекция на модулиращите сигнали с високи звукови честоти в УКВ радиопредавател.

Деемфазис — амплитудно-честотна корекция на сигналите с високи звукови честоти, обратна на амплитудно-честотната корекция при преемфазиса, която се осъществява след честотния детектор при монофоничните УКВ радиоприемници или след стереодекодера при стереофоничните УКВ радиоприемници.

Антенен еквивалент — електрическа верига, която при измерванията заменя приемната антена и има еквивалентните ѝ параметри.

Съгласуващо звено — електрическа верига, която при измерването съгласува изходното съпротивление на измервателния сигнал-генератор с входното съпротивление на радиоприемника.

Симетриращо звено — електрическа верига, която се използва при подаване на сигнал от генератор с несиметричен изход на симетричния вход на радиоприемника и обратно. Съгласуващите и симетриращите звена могат да бъдат обединени.

Еквивалентен товар — активно съпротивление, равно на номиналното електрическо съпротивление на високоговорителя (акустична система).

Еквивалент на мрежата — устройство, което се включва към захранваща електрическа мрежа (разглеждана като източник на индустриални смущения) и служи за филтрация и потискане до регламентирана стойност на смущенията, проникващи през нея.

1.2. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА РАБОТНИЯ ОБХВАТ И ТОЧНОСТТА НА ГРАДУИРОВКАТА НА СКАЛАТА НА РАДИОПРИЕМНИКА

Работният обхват на радиоприемника се определя с помощта на СГ и цифров честотомер. Включва се радиоприемникът на съответния вълнов обхват (примерно СВ) и чрез органа за настройка

Таблица 1.3

Честотен обхват	Граници на честотния обхват
Дълги вълни (ДВ)	150÷350 kHz
Средни вълни (СВ)	520÷1600 kHz
Къси вълни (КВ)	
75 m	3,95÷4 MHz
	4,75÷4,995 MHz
60 m	5,05÷5,060 MHz
49 m	5,95÷6,2 MHz
41 m	7,1÷7,3 MHz
31 m	9,5÷9,775 MHz
25 m	11,7÷11,975 MHz
19 m	15,1÷15,45 MHz
16 m	17,7÷17,9 MHz
13 m	21,45÷21,75 MHz
11 m	25,6÷26,1 MHz
Ултракъси вълни	
УКВ1	64,5÷74 MHz
УКВ2	87,5÷108 MHz

се нагласява на едната, а след това на другата гранична честота на обхвата. На входа на радиоприемника през антенен еквивалент се подава сигнал на стандартен СГ, който се променя по честота, докато се получи точна настройка на радиоприемника за граничната честота на обхвата. Нивото на входния сигнал трябва да съответствува на номиналната чувствителност. След това с цифров честотомер се измерва честотата на СГ. Така измерените гранични честоти на приемания вълнов обхват трябва да се намират извън границите му, определени по БДС (табл. 1.3). Това измерване се прави за всички обхвати и подобхвати, на които радиоприемникът е предназначен да работи.

Точността на градуировката на скалата се проверява, като се измерят честотите в точките за настройка на радиоприемника и в средата на всеки вълнов обхват. Методиката за измерване е същата както при определяне на работния обхват на радиоприемника. Стрелката на радиоприемника се нагласява да сочи примерно честота 1000 kHz (СВ) по скалата и чрез изменение на честотата на СГ се извършва точна настройка на радиоприемника. Измерва се с цифров честотомер честотата на СГ. Отклонението на честотата на СГ от честотата 1000 kHz, отнесено към разликата между най-високата и най-ниската честота на работния обхват, представлява неточността на градуировката на скалата. Ако с цифровия честотомер е измерена честота на точна настройка 996 kHz, а стрелката сочи според скалата 1000 kHz, неточността на градуировката в тази точка е

$$\beta = \frac{(1000 - 996)\text{kHz}}{(1600 - 520)\text{kHz}} \cdot 100 = \frac{4}{1080} \cdot 100 \approx 0,4\%$$

1.3. ИЗМЕРВАНЕ НА ЧУВСТВИТЕЛНОСТТА

1.3.1. Измерване на чувствителността на ВЧ тракт на радиоприемника

Чувствителността е параметър на радиоприемника, числено равен на нивото на входния сигнал, осигуряващо при определени условия зададената изходна мощност. Чувствителността може да бъде реална, максимална и гранична.

Реална чувствителност е минималното ниво на входния сигнал, при което се достига определено отношение сигнал/шум при нормална или стандартна изходна мощност.

Максимална чувствителност е чувствителността, определена при предварително нормирана или стандартна изходна мощност и максимално отворен регулатор за интензитета на звука при отношение сигнал/шум, не по-малко от 3 dB.

Гранична чувствителност е нивото на входния сигнал, при което на изхода на приемника се получава отношение сигнал/шум, равно на 1 при максимално отворен регулатор на интензитета на звука.

Характерен параметър на радиоприемника е *реалната чувствителност*. Тя се определя от минималното ниво на входния сигнал, модулиран с коефициент на модулацията 30 %, при което се достига стойност на отношението сигнал/шум 20 dB за обхватите ДВ, СВ и КВ и 26 dB — за обхватите на УКВ при нормална изходна мощност.

Чувствителността на радиоприемниците зависи преди всичко от нивото на собствените им шумове, широчината на пропусканата лента и ефективността на антената.

При радиоприемниците за ЧМ сигнал, в случай че отношението сигнал/шум на входа на детектора е по-голямо от 2 и потискането на паразитната амплитудна модулация е практически пълно, чувствителността зависи от още три фактора.

Първият фактор е, че на изхода на честотния детектор различните съставки на шума ще бъдат толкова по-малки, колкото е по-малка честотната разлика между честотата на съответната шумова съставка преди детектора и моментната честота на сигнала. Следователно нискочестотните съставки на шума ще имат по-малка амплитуда. Намаляването на влиянието на шума с понижаването на честотата на неговите съставки на изхода на детектора води до подобряване на отношението сигнал/шум с $\sqrt{3}$ (4,8 dB).

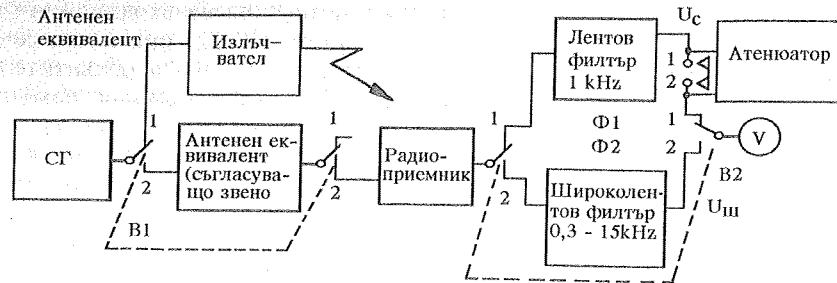
Вторият фактор е, че с увеличаване на честотната девиация при съответно разширяване на пропусканата лента на МЧУ се увеличава амплитудата на сигнала в изхода на радиоприемника. При това нивото на шума не нараства, тъй като възникващите допълнителни съставки на шума имат честота, по-висока от максималната честота на НЧУ. Увеличаването на честотната девиация води до подобряване на отношението сигнал/шум пропорционално на индекса на модулацията, т. е. на отношението на честотната девиация към максималната звукова честота на модулирания сигнал. При равни други условия колкото е по-голяма честотната девиация, толкова е по-голямо отношението сигнал/шум.

Третият фактор, от който зависи чувствителността на УКВ радиоприемник, е времеконстантата на веригата за десмфазис ($\tau = 50 \mu\text{s}$, а за САЩ и Канада — $75 \mu\text{s}$). Очевидно е, че при по-голяма времеконстанта отношението сигнал/шум ще бъде по-голямо.

При приемане на стереосигнали нивото на шума се увеличава в сравнение с приемането на моносигнали. При приетата у нас стереофонична система на радиоразпръскване FCC (с пилотен сигнал) влошаването е 23,6 dB. Реалната чувствителност при приемане на стереофонични сигнали се измерва при отношение сигнал/шум 46 dB.

Чувствителността се измерва в екранирани камери, изключващи влиянието на външни полета.

Основната структурна схема за измерване на чувствителността е дадена на фиг. 1.17. Чрез превключвателя *B1* сигнал-генераторът



Фиг. 1.17

торът (СГ) се свързва към антенния еквивалент или към излъчващата рамка (за радиоприемници с феритна антена). Сигнал-генераторът трябва да осигурява точност на нивото на входния сигнал, не по-малка от 10 %. Генераторите (ако се използва двусигнален метод на измерване) трябва да имат малки модулационни шумове и много малък коефициент на хармоници ($<0,1\%$).

Лентовият филтър за сигнала с модулираща честота 1 kHz трябва да пропуска честотна лента $900 \div 1100$ Hz и да има затихване на половин октава 30 dB, а на октава – най-малко 50 dB. Широколентовият филтър пропуска честотна лента $0,3 \div 15$ kHz. За сигнали с честоти под 200 Hz затихването трябва да бъде 18 dB на октава. При измерване на чувствителността на стереоприемници по системата FCC филтърът трябва да осигурява потискане на пилотния сигнал (19 kHz) поне с 50 dB. Волтметърът трябва да измерва с точност, не по-малка от 4%, ефективната стойност на напреженията на сигнала и шума.

В табл. 1.4 са дадени стойностите на звуковите честоти, които най-често се използват при измервания на електрическите и акустическите параметри на радиоприемниците, като са посочени интервалите между тях на цяла, половин и една трета октава.

Честотите на измерване на чувствителността се избират от табл. 1.5, като за обхватите ДВ, СВ и УКВ измерванията се извършват в три точки на обхвата. При скъсени КВ обхвати е достатъчно да се измери чувствителността в една точка на обхвата.

Ако е необходимо да се установи каква е неточността на спрягането между входния (респ. на ВЧУ) и хетеродинния кръг за даден честотен обхват, измерването на чувствителността се извършва за пет точки от честотния обхват (три от тях са честотите на точно спрягане).

Таблица 1.4

Честота, Hz	Интервал, октава			Честота, Hz	Интервал, октава			Честота, Hz	Интервал, октава		
	1	1/2	1/3		1	1/2	1/3		1	1/2	1/3
16	x	x	x	160			x	1600			x
18				180			x	1800			
20				200			x	2000	x	x	x
22,4		x		224			x	2240			
25			x	250	x	x	x	2500			x
28				280				2800			x
31,5	x	x	x	315			x	3150			x
35,5				355		x		3550			
40			x	400			x	4000	x	x	x
45		x		450				4500			
50			x	500	x	x	x	5000			x
56				560				5600			x
63	x	x	x	630			x	6300			x
71				710			x	7100			
80			x	800			x	8000	x	x	x
90			x	900				9000			
100			x	1000	x	x	x	10000			x
112				1120				11200			x
125				1250			x	12500			x
140	x	x	x	1400			x	14000			
160			x	1600			x	16000	x	x	x

Чувствителността на радиоприемника се измерва в следния ред (фиг. 1.17):

Радиоприемникът се настройва на честотата на СГ, като чрез регулатора за интензитета на звука се нагласява напрежението U_c на изхода на филтъра $\Phi 1$ да съответствува на нормалната изходна мощност. Превключвателят *B2* се намира в положение 1. След това се прекъсва модулацията и се измерва изходното напрежение $U_{ш}$ на изхода на филтъра $\Phi 2$ (превключвателят *B2* се поставя в долно положение 2). Изменят се напрежението на СГ и положението на регулатора за интензитета на звука дотогава, докато се изпълнят едновременно двете условия: при модулация да се постигне нормалната изходна мощност, а без модулация — зададеното отношение сигнал/шум.

Измерването ще бъде още по-точно, ако между точките 1 и 2 се включи атенуатор и се нагласи неговото затихване да бъде равно на зададеното отношение сигнал/шум; тогава при измерването както на сигнала, така и на шума волтметърът ще дава едно и също показание, което намалява грешката при измерването.

Таблица 1.5

Обхват 0,15÷30 MHz (ДВ, СВ, КВ)			Обхват 64,5÷74 MHz (УКВ1)			Обхват 87,5÷108 MHz (УКВ2)		
21 честоти	11 честоти	3 честоти	5 честоти	3 честоти	1 честота	11 честоти	3 честоти	1 честота
160 kHz	160 kHz		66 MHz	66 MHz		88 MHz	88 MHz	
200 kHz			67 MHz			90 MHz		
250 kHz	250 kHz	250 kHz	69 MHz	69 MHz	69 MHz	92 MHz		
315 kHz	315 kHz		71 MHz			94 MHz		
400 kHz			73 MHz	73 MHz		96 MHz		
560 kHz	560 kHz					98 MHz	98 MHz	98 MHz
360 kHz						100 MHz		
1 MHz	1 MHz	1 MHz				102 MHz		
1,25 MHz						104 MHz		
1,4 MHz	1,4 MHz					106 MHz		
1,6 MHz						108 MHz	108 MHz	
3,3 MHz								
4,0 MHz	4 MHz							
6,1 MHz								
7,2 MHz	7,2 MHz	7,2 MHz						
9,6 MHz								
11,8 MHz	11,8 MHz							
15,3 MHz								
17,8 MHz	17,8 MHz							
21,6 MHz								
25,8 MHz	25,8 MHz							

Тонрегулаторите на радиоприемника трябва да бъдат в положение, осигуряващо равномерна амплитудно-честотна характеристика. За измерване на максималната чувствителност тон-регулаторите се поставят в положение „тясна лента“, а регулаторът за интензитета на звука — на максимално усилване. Входният сигнал се увеличава, докато на изхода на радиоприемника се получи нормална изходна мощност. Ако при липса на входен сигнал изходната мощност, обусловена от шумовете, превишава нормалната изходна мощност, трябва да се извърши измерване, аналогично на измерването на реалната чувствителност, като отношението сигнал/шум трябва да бъде 3 dB.

Допуска се чувствителността да се измерва и по приблизителен метод — без филтрите $\Phi 1$ и $\Phi 2$. Редът на измерването е същият, като входният сигнал и регулаторът на интензитета на звука се променят, докато върху еквивалентния изходен товар на радиоприемника се получи нормалната изходна мощност при 30 % модулация на сигнала, а без модулация — необходимото отношение сигнал/шум.

В някои страни се използва като критерий за измерване на чувствителността не отношението сигнал/шум, а отношението $\frac{\text{сигнал} + \text{шум} + \text{изкривявания}}{\text{шум} + \text{изкривявания}}$ (методи SINAD). При този метод за измерване изискванията към коефициента на нелинейни изкривявания на СГ са много високи и у нас той не се прилага.

1.3.2. Измерване на чувствителността на НЧУ на радиоприемника

За разлика от високочестотния тракт на радиоприемника чувствителността на НЧУ на радиоприемника не се определя от шумовете. Под чувствителност на НЧУ се разбира минималното ниво на сигнала със звукова честота, подаден на вход „грамофон“ (респ. „магнетофон“), при което на изхода на радиоприемника се получава номиналната изходна мощност.

Чрез съгласуващо звено на входа „грамофон“ се подава сигнал с честота 1 kHz и амплитуда, при която върху изходния товар на радиоприемника се получава напрежение, съответстващо на номиналната изходна мощност.

Регулаторът за интензитета на звука е в положение на максимално усилване. Тонрегулаторите са поставени в положение, осигуряващо равномерна амплитудно-честотна характеристика.

1.4. ИЗМЕРВАНЕ НА ИЗКРИВЯВАНИЯТА НА ПРИЕМНИЯ СИГНАЛ

1.4.1. Видове и същност на изкривяванията

Всички изкривявания на приемания сигнал, създадени от радиоприемното устройство, могат да се разделят на линейни и нелинейни.

Линейните изкривявания отразяват неточното възпроизвеждане в изхода на радиоприемника на съотношенията между различните спектрални съставки на приемания сигнал. Появата на линейните изкривявания е обусловена както от активните четириполусници (усилватели, честотни преобразуватели и др.), така и от пасивните елементи (филтри, трептящи кръгове, съгласуващи устройства и др.). За степента на линейните изкривявания се съди както по електрическата амплитудно-честотна характеристика на радиоприемника (в частност — тунер), така и по амплитудно-честотната характеристика на целия радиоприемник (комплект с озвучителни тела), измерена по звуково налягане в акустична камера. Към линейните изкривявания могат да се отнесат и някои параметри, с които се оценява качеството на присманата стереофонична програма: например изменението на изходното напрежение при преминаване от моно - на стереорежим на работа или пък разликата в усилването на двата стереофонични сигнала (A и B) за различните възпроизвеждани честоти на сигнала.

Нелинейни изкривявания на приемания сигнал възникват преди всичко в активните четириполусници (усилватели, честотни преобразуватели и др.) и силно зависят от размаха (моментната

стойност) на входното напрежение и броя на спектралните му съставки. При наличието на такива изкривявания съществува нелинейна зависимост между входния и изходния сигнал на радиоприемника. В резултат на нелинейните изкривявания в спектъра на изходния сигнал се появяват нови съставки, които липсват в спектъра на входния сигнал. Тези нови съставки се наричат нелинейни продукти.

Главната причина за появата на тези нелинейни продукти е използването на електронни елементи (електровакуумни и полупроводникови) с нелинейна волт-амперна предавателна характеристика и нелинейни реактивни елементи (варикапи и елементи с ферити).

Използването на нелинейни елементи в стъпалата на радиоприемника довежда до появата на цяла редица нелинейни ефекти. Към тях се отнасят:

— нелинейните изкривявания на полезния сигнал (както на модулиращия сигнал, така и на сигнала с носеща честота) при отсъствие на смущения от други радиостанции;

— изкривявания на полезния сигнал при наличие на смущения от други радиостанции.

И двата вида нелинейни ефекти са вредни, тъй като водят до влошаване на верността на приемания сигнал, т. е. до некачествено радиоприемане.

Към параметрите, оценяващи радиоприемника според нелинейните изкривявания на полезния сигнал при отсъствие на смущения от други радиостанции (идеален случай), се отнасят: коефициентът на хармоници (клирфактори), коефициентът на интермодуляционни изкривявания, каналното разделяне (при стереофоничен радиоприемник), потискането на сигналите с надтонални честоти и техните комбинации със сигналите със звукови честоти, микрофонията, паразитните генерации и фонът от мрежата. Тези параметри могат да се измерват на изхода на радиоприемника както според звуковото налягане, така и според напрежението, измерено върху еквивалентен товар, като сигнал се подава или на входа на нискочестотния усилвател, или на антенния вход на радиоприемника.

Към нелинейните ефекти, водещи до изкривявания на полезния сигнал при наличие на смущения от други радиостанции (такава е реалната обстановка при радиоприемането), се отнасят: намаляването на амплитудата на радиосигнала и блокировка на радиоприемника, кръстосаната модулация, взаимната модулация (интермодулация) и паразитната амплитудна модулация.

Много често (особено в обхват КВ) нивото на смущаващите сигнали на входа на радиоприемника достига единици и даже десетки волтове. Когато честотата на смущаващия сигнал е близка до честотата на настройка на радиоприемника, се наблюдава намаляване на усилването на радиоприемника. Намаляването на усилването на радиоприемника и съответното отслабване на полезния сигнал под действието на смущаващия сигнал с близка до настройката на радиоприемника честота се нарича

блокировка на радиоприемника, а честотната лента, в която се наблюдава това явление, се нарича *честотна лента на блокировката*.

Ако силният смущаващ сигнал е модулиран, то коефициентът на усилване на радиоприемника може да се изменя в съответствие със закона на модулацията на смущаващия сигнал и следователно полезният сигнал се оказва допълнително модулиран, т. е. върху полезния приеман сигнал се пренася модулацията на смущаващия сигнал. В този случай се говори за изкривяване вследствие *кръстосана модулация*. Поради наличие на реактивни елементи в схемата на високочестотните усилватели на радиоприемника се пораждат два вида кръстосана модулация: амплитудна кръстосана модулация и честотна кръстосана модулация. *Амплитудната кръстосана модулация* е известна отдавна и доскоро под понятието кръстосана модулация се разбираше именно амплитудната кръстосана модулация. *Честотната кръстосана модулация*, както и амплитудната кръстосана модулация изчезват, ако смущаващият сигнал е без модулация. Разликата между блокировка и кръстосана модулация е именно в това, че блокировката на радиоприемника е възможна както при модулиран смущаващ сигнал, така и при немодулиран смущаващ сигнал, докато кръстосаната модулация е възможна само при наличие на модулация на смущаващия сигнал.

И двата вида изкривявания са особено забележими, когато честотата на смущаващия сигнал се намира в лентата на пропускане на избирателната система, включена пред нелинейния активен елемент (високочестотен усилвател, честотен преобразувател и др.). Ако високочестотното усилвателно стъпало е широколентово (например при активните автомобилни антени), тези изкривявания са най-забележими. С други думи, за правилна оценка на радиоприемника е важно не само нивото на смущаващия сигнал, предизвикващ кръстосана модулация или блокировка, но и честотната лента, в която тези явления се проявяват, т. е. и двата вида нелинейни ефекти са свързани с избирателните качества на радиоприемника.

Влиянието на силни смущаващи сигнали се изразява и в образуването на нови съставки на входния сигнал. Например при въздействие на първия нелинейен активен елемент в радиоприемника (високочестотния усилвател) с два или повече силни смущаващи сигнала е възможно да възникнат процеси, подобни на тези в преобразувателното стъпало, т. е. единият от смущаващите сигнали да изпълнява ролята на хетеродин, а другият — на сигнал. Действително, ако на входа на радиоприемника освен полезния сигнал U_c (или без него) попаднат и два смущаващи сигнала U_{cm1} и U_{cm2} с честоти f_{cm1} и f_{cm2} , то поради нелинейността на високочестотното усилвателно стъпало се образуват нови съставки с честоти $\pm n f_{cm1}$ и $\pm m f_{cm2}$, където n и m са цели положителни числа. В този случай се говори за т. нар. *високочестотни интермодуляционни изкривявания*. От всички възможни комбинации най-опасни са следните: $f_{cm1} + f_{cm2} = f_c$; $f_{cm1} - f_{cm2} = f_c$; $2f_{cm1} + f_{cm2} = f_c$. Очевидно е, че първите две комбинации са възможни само при коефициент на покритие на обхвата, по-голям от две (например в средновълновия обхват). Най-опасен е смущаващият сигнал с честота $(2f_{cm1} - f_{cm2})$, тъй като може да се окаже, че $f_{cm1} \approx f_{cm2} \approx f_c$, и смущаващите сигнали няма да бъдат потиснати от входното устройство на радиоприемника.

Да предположим, че в мястото на радиоприемане работят две мощни УКВ радиостанции на честоти $f_{cm1} = 70,8 \text{ MHz}$ и $f_{cm2} = 69 \text{ MHz}$, и входното устройство на УКВ радиоприемника е ненастройваемо, т. е. приема целия честотен обхват от 64,5 MHz до 74 MHz. Поради нелинейната волт-амперна характеристика на високо-

честотното усилвателно стъпало възникват комбинациите: $2f_{cm1} - f_{cm2} = 2.70,8 - 69 = 72,6$ MHz и $2f_{cm2} - f_{cm1} = 2.69 - 70,8 = 67,2$ MHz, т. е. в точките на настройка на честоти 67,2 и 72,6 MHz ще се приемат смущения във вида на едновременно работещи две радиостанции. При възникване на втория хармоник във високочестотното усилвателно стъпало девиацията на сигнала се удвоява и затова възникващото в изхода на радиоприемника смущение е с удвоена амплитуда на модулацията на тази радиостанция. Ако честотният детектор няма възможност да детектира такава голяма девиация, то радиоприемането се съпровожда с допълнителни нелинейни изкривявания. Очевидно е, че степента на високочестотните интермодуляционни изкривявания силно зависи както от нелинейността на предавателната характеристика на активния елемент, така и от лентата на пропускане на избирателната система, включена пред нелинейния активен елемент. Ето защо в съвременните радиоприемници честотната лента на пропускане на входното устройство на високочестотния усилвател се прави възможно най-тясна (т. е. избираемостта на радиоприемника е голяма), а така също като активни елементи се използват полупроводникови елементи с по-линейна предавателна характеристика (полєви транзистори).

Към нелинейните ефекти, водещи до изкривявания на полезния сигнал при наличие на смущения от други радиостанции, може да се отнесе, макар и частично, и т. нар. *паразитна амплитудна модулация* на полезния честотно модулиран сигнал. Паразитната амплитудна модулация възниква в стъпалата на радиоприемника в случаите:

— при преминаване на честотно модулирания сигнал през недостатъчно добре оразмерени или неправилно настроени избирателни вериги — на склона на резонансната им характеристика възникват допълнителни амплитудно модулирани съставки на сигнала;

— при действието на силни амплитудно модулирани или импулсни смущаващи сигнали (например телевизионните сигнали и хармониците им), които, прониквайки през високочестотното усилвателно стъпало, модулират сигнала от хетеродина на УКВ блока. Очевидно е, че степента на изкривяванията на честотно модулирания полезен сигнал вследствие на възникналата паразитна амплитудна модулация силно зависи от избирателните качества на веригите, включени преди честотния преобразувател на радиоприемника.

Целият комплекс от въпроси, свързани с отделянето на честотната лента, в която се съдържа енергията на полезния сигнал, с помощта на приемния тракт, включващ освен честотноизбирателните вериги и усилвателните и преобразователните стъпала се обхваща с термина *ефективна избирателност*. Ефективна избирателност се нарича способността на радиоприемника да различава полезния приеман сигнал (на който е настроен радиоприемникът) от смущаващите сигнали (с честоти извън границите на лентата на пропускане), които са с такава нива, че създават по-горе описаните нелинейни ефекти при едновременно действие на полезния и смущаващите сигнали. Ето защо параметрите, оценяващи радиоприемника според изкривяванията на полезния сигнал при наличие на смущения от други радиостанции и методите на измерването им, ще бъдат разгледани в раздела „Измерване на избирателността“.

Нелинейността на волт-амперните характеристики на усилвателните и преобразователните стъпала на радиоприемника е причината, ограничаваща максималната амплитуда на входния сигнал. Минималната амплитуда на входния сигнал на

радиоприемника, както е известно, се ограничава от нивото на собствените шумове на радиоприемника, т. е. от граничната му чувствителност.

Отношението на максималната амплитуда на приемания радиосигнал, при която нелинейните изкривявания са равни на допустимите за съответния вид радиоприемник, към неговата минимална амплитуда, при която отношението сигнал/шум на изхода на радиоприемника е равно на зададеното, се нарича динамичен обхват. *Динамичният обхват* е параметърът, определящ границите, в които радиоприемникът на практика е линейно устройство. Различават се два вида динамичен обхват на радиоприемниците — по основен и по съседен канал. Определението за динамичен обхват по основен канал (това е каналът на приемания полезен сигнал) не се отличава от общото определение за динамичен обхват, дадено по-горе. Динамичният обхват по съседния канал е зависим от ефективната избирателност на радиоприемника и представлява отношението на максималната амплитуда на смущаващия сигнал в съседен канал, при която нелинейните изкривявания на полезния сигнал са равни на допустимите за съответния вид радиоприемник, към минималната амплитуда на полезния сигнал, при която отношението сигнал/шум на изхода на радиоприемника е равно на зададеното.

По-долу ще бъдат дадени методите за измерване на най-важните параметри, оценяващи линейните и нелинейните изкривявания на радиоприемника.

Таблица 1.6

f, Hz	30	400	1000	2000	5000	7000	10000	15000
$\tau = 50\mu s$	0 dB	0 dB	-0,4 dB	-1,4 dB	-5,4 dB	-7,6 dB	-10,4 dB	-13,7 dB
$\tau = 50\mu s$	0 dB	dB	-1 dB	-3 dB	-8 dB	-11 dB	-14 dB	-17 dB

1.4.2. Измерване на линейни изкривявания

I. Измерване на електрическата амплитудно-честотна характеристика на целия радиоприемник

На входа на радиоприемника се подава:

а) за обхватите с АМ (ДВ, СВ, КВ) — високочестотен амплитудно модулиран сигнал с коефициент на модулацията 30% и модулираща честота 1 kHz.

б) за обхватите с ЧМ (УКВ1 и УКВ2) — честотно модулиран сигнал с 30% модулация и модулираща честота 1 kHz.

Входният сигнал на радиоприемника е с ниво $60 \text{ dB}/\mu V$ (за външна антена), $80 \text{ dB} \frac{\mu V}{m}$ (за феритна антена) или $40 \text{ dB}/pW$ (за УКВ обхватите) и с честота, избрана от табл. 1.5 за съответния приеман обхват.

Чрез регулатора на интензитета на звука на изхода на радиоприемника се установява нормална изходна мощност.

Тонрегулаторите се поставят в положение, съответстващо на линейна амплитудно-честотна характеристика. Изменя се честотата на модулиращия сигнал от най-ниските до най-високите звукови честоти, като се запазва постоянна дълбочината на модулация на сигнала. Ако за някоя от честотите на възпроизвеждания звук обхват се получи претоварване на електрическата част на приемника (ограничение на сигнала, наблюдаван с осцилоскоп върху еквивалентния товар на радиоприемника), трябва да се регулира изходната мощност, така че да се избегне претоварването.

Графиката на зависимостта на изходното напрежение върху еквивалентния товар от честотата на модулиращия сигнал е амплитудно-честотната характеристика (крива на верността) на целия усилвателен тракт на радиоприемника.

При измерване на обхвати УКВ1 и УКВ2 е необходимо да се вземе предвид влиянието на „деемфазиса“ (табл. 1.6) и се коригира сметата амплитудно-честотна характеристика.

II. Измерване на електрическата амплитудно-честотна характеристика на НЧУ на радиоприемника

На входа на НЧУ се подава напрежение със звукова честота 1 kHz. Регулаторът на интензитета на звука се поставя в положение на максимално усилване, а тонрегулаторите – в положение, съответстващо на линейна амплитудно-честотна характеристика. При честота 1 kHz с изменение на напрежението на входа на НЧУ се установява нормална изходна мощност.

Изменя се честотата на сигнала от най-ниските до най-високите звукови честоти.

Графиката на зависимостта на изходното напрежение върху еквивалентен товар на НЧУ на радиоприемника от честотата на входния сигнал е електрическата амплитудно-честотна характеристика на НЧУ.

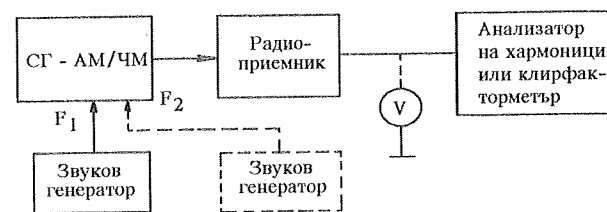
При измерване на честотната характеристика на НЧУ от вход „грамофон с електродинамичен звукоотнемател“ трябва да се има предвид необходимата амплитудно-честотна корекция (по RIAA) за този вид звукоотнематели.

1.4.3. Измерване на нелинейни изкривявания

I. Измерване на коефициента на хармониците

Този коефициент характеризира нелинейните изкривявания на изходния сигнал за случая, при който входният нискофrequentен сигнал или модулиращото напрежение на високочестотния сигнал е синусоидално напрежение.

Структурната схема за измерване на коефициента на хармониците на целия радиоприемник по електрическо напрежение е дадена на фиг. 1.18.



Фиг. 1.18

На входа на радиоприемника се подава сигнал с честота 200 kHz (за ДВ), 1 MHz (за СВ), 69 MHz (за УКВ1) или 98 MHz (за УКВ2) и ниво 60 dB/μV (1, mV), съответно 80 dB/μV (10 mV/m) — за обхвати ДВ и СВ, и 40 dB/pW (1,7 mV) — за обхвати УКВ (при $R_{вх}=75 \Omega$). Извършва се точна настройка на радиоприемника. Сигналят на СГ се модулира със сигнал със звукова честота F_1 , като се установява 80% модулация за обхватите ДВ и СВ и 100% модулация за обхватите УКВ1 и УКВ2. Тонрегулаторите се поставят в положение, съответстващо на най-равномерна амплитудно-честотна характеристика.

Чрез регулатора за интензитет на звука при всяка измервателна честота се установява върху еквивалентния товар номинална изходна мощност. Коефициентът на хармоници на целия радиоприемник се измерва с измервател на нелинейни изкривявания (клирфактормер) или с анализатор на хармоници.

При използването на широко разпространените измерватели на нелинейни изкривявания (клирфактормери) степента на тези изкривявания се оценява с коефициент, представляващ отношение на средноквадратичния сбор на ефективните стойности на хармониците на изходното напрежение към средноквадратичния сбор на ефективната стойност на сигнала с основна честота и хармониците на изходното напрежение:

$$k = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} U_n^2}}{\sqrt{\sum_{n=1}^{\infty} U_n^2}} \cdot 100, \%$$

където U_n е напрежението на n -тия хармоник. Коефициентът на хармониците се изразява в проценти.

При използване на анализатор на хармоници и когато коефициентът на хармониците е по-малък от 10%, може да се използва формулата:

$$k = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + \dots + U_n^2}}{U_1} \cdot 100, \%,$$

където U_1 е амплитудата или ефективната стойност на сигнала с основна честота, а $U_2, U_3, U_4, \dots, U_n$ ($n=2, \dots, \infty$) са амплитудите или ефективните стойности на висшите му хармоници.

По резултатите от измерванията могат да се построят таблици, отразяващи:

— зависимостта на коефициента на хармоници от изходна мощност при постоянна честотата на сигнала;

— зависимостта на коефициента на хармоници от честотата при постоянна изходна мощност;

— зависимостта на коефициента на хармоници от нивото на входния ВЧ сигнал при постоянна изходна мощност;

— зависимостта на коефициента на хармоници от дълбочината на модулацията;

— зависимостта на коефициента на хармоници от разстройката спрямо носещата честота.

Коефициентът на хармоници на НЧУ на радиоприемника се измерва по следния начин. Подава се на входа на „грамофон” сигнал със звукова честота от нискочестотен сигнал-генератор. Регулаторът за интензитета на звука се установява на максимално усилване, а тонрегулаторите — в положение, съответстващо на най-равномерна амплитудно-честотна характеристика. Чрез изменение на напрежението на СГ при всяка измервателна честота върху еквивалентния товар на изхода на НЧУ се установява номинална изходна мощност. Коефициентът на хармоници се измерва с анализатор на хармоници или с измервател на нелинейни изкривявания.

Ако усилвателят или радиоприемникът е стереофоничен, измерването на коефициента на хармоници става по описания вече начин с тази особеност, че при всяка от зададените честоти се измерва коефициентът на хармоници на изхода на всеки от двата канала. При измерването на хармоничните съставки в левия канал, в десния канал трябва да бъде прекъсната модулацията на сигнала и обратно.

II. Измерване на коефициента на интермодуляционни изкривявания

Условията и схемата на измерване съответствуват на тези, които са описани при измерване на коефициента на хармоници, но е необходим още един звуков генератор (показан на фиг. 1.18 с прекъсвана линия). За обхватите с АМ сигналът на СГ е модулиран амплитудно с двата сигнала със звукова честота F_1 и F_2 , като се установява модулация 64% за сигнала с честота F_1 и 16% за сигнала с честота F_2 .

Честотата F_1 се избира да е по-голяма с 1/3 октава от долната гранична честота на обхвата от възпроизвеждани честоти, а честотата F_2 се избира в интервала на честоти от $6F_1$ до горната гранична честота на обхвата от възпроизвеждани честоти и се посочва в стандартизационния документ на всеки радиоприемник. Чрез анализатор на спектъра се измерва изходното напрежение при честота F_2 и при комбинационните честоти $F_2 \pm F_1, F_2 \pm 2F_1$. Коефициентът на интермодуляционни изкривявания от 2-ри и 3-ти порядък $k_{им2}, k_{им3}$ (%) се определя по формулите

$$k_{им2} = \frac{U_{F_2-F_1} + U_{F_2+F_1}}{U_{F_2}} \cdot 100,$$

$$k_{им3} = \frac{U_{F_2-2F_1} + U_{F_2+2F_1}}{U_{F_2}} \cdot 100,$$

където $U_{F_2-F_1}, U_{F_2+F_1}, U_{F_2-2F_1}, U_{F_2+2F_1}$ са напреженията, съответстващи на честотите, предизвикани от взаимна модулация, измерени на изхода на радиоприемника в mV, а U_{F_2} е напрежението в mV с висока звукова честота.

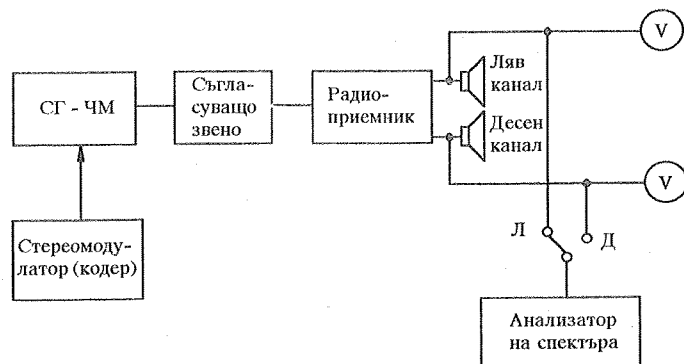
За резултата от измерването се приема стойността на коефициента на интермодуляционни изкривявания (при зададените звукови честоти) в %, определен от формулата

$$k_{им} = \sqrt{k_{им2}^2 + k_{им3}^2}.$$

За обхватите с ЧМ сигналът на СГ се модулира честотно аналогично на предния случай — със сигнали с две звукови честоти F_1 и F_2 , само че модулацията за сигнала с честота F_1 е 80%, а модулацията за сигнала с честота F_2 е 20%. По-нататък измерването и определянето на $k_{им}$ е аналогично на обхватите с АМ.

III. Измерване на каналното разделяне в режим на стереоприемане

Каналното разделяне се измерва по структурната схема, дадена на фиг. 1.19.



Фиг. 1.19

Радиоприемникът се включва в режим на стереоприемане. Входният сигнал със стандартна измервателна честота (69 или 98 MHz), честотно модулиран със сигналите на левия и десния стереоканали при 30% модулация и честота на модулиращия сигнал 1 kHz, се подава на входа на радиоприемника. Нивото на входния сигнал е 40 dB/pW.

Радиоприемникът се настройва според минималната стойност на коефициента на хармоници. На изходите на десния и левия стереоканал се установява напрежение, съответстващо на зададената номинална мощност. Тонрегулаторите са в положение, съответстващо на най-равномерна амплитудно-честотна характеристика.

Прекъсва се модулацията в левия канал и се измерва на изхода му с анализатор на хармоници напрежението с честота 1 kHz, обусловено от въздействието на десния канал. Аналогично измерване се извършва в десния канал. Измерванията се повтарят при препоръчаните честоти за модулация 300, 5000 и 10 000 Hz и при разстройка на радиоприемника спрямо приеманата честота в двете страни с 25 kHz. Допуска се вместо анализатор на хармоници да се използва волтметър и набор половиноктавни филтри.

Каналното разделяне се определя чрез отношението на изходното напрежение, съответстващо на номиналната изходна мощност в единия канал, към напрежението на изхода на другия канал, изразено в децибели.

IV. Определяне на отношението сигнал/фон

В изходния сигнал на радиоприемник, захранван от мрежата, могат да се появят съставки със звукова честота, внесени от източника на захранване. Тези съставки обобщено се наричат фон.

Нивото на фона се обуславя най-вече от недостатъчна филтрация на захранващото напрежение, а също и от паразитни връзки между захранващия източник и елементите на приемния тракт. Отношението сигнал/фон се определя като логаритъм от отношението на напрежението на фона към напрежението, съответстващо на номиналната изходна мощност, и се нормира както откъм антенния вход на радиоприемника, така и откъм входа на НЧУ.

Измерване на нивото на фона от вход „грамофон“ и по канала за възпроизвеждане на звукозаписи. При измерването към входа „грамофон“ на НЧУ се свързва резистор със съпротивление, равно на съпротивлението на звукоотнемателя (дозата); електродвигателят на грамофона се включва, а звукоотнемателят се поставя на стойката.

На входа се подава сигнал от СГ с честота 1 kHz и ниво, съответстващо на номиналната чувствителност. Тонрегулаторите на радиоприемника се поставят в положение, съответстващо на най-равномерна амплитудно-честотна характеристика, а регулаторът за интензитета на звука — в положение, осигуряващо изходна мощност, равна на номиналната. След това СГ се изключва и към вход „грамофон“ се свързва еквивалент на звукоотнемателя ($R_E = 200 \text{ k}\Omega$ за пиезоелектрически и 1 kΩ — за електродинамичен). Измерват се напреженията на фона с честоти 50, 100, 150, 200 Hz — U_{50} , U_{100} , U_{150} и U_{200} , върху еквивалентния товар в изхода на НЧУ с електронен волтметър и с помощта на $\frac{1}{3}$ -октавни филтри или с анализатор на хармоници. При наличие в радиоприемника на многолендова акустична система напрежението на съставките на фона се измерва на звуковата бобина (звуковите бобинки), възпроизвеждаща ниските звукови честоти, или върху еквивалентен товар. Схемата за измерване е дадена на фиг. 1.20.

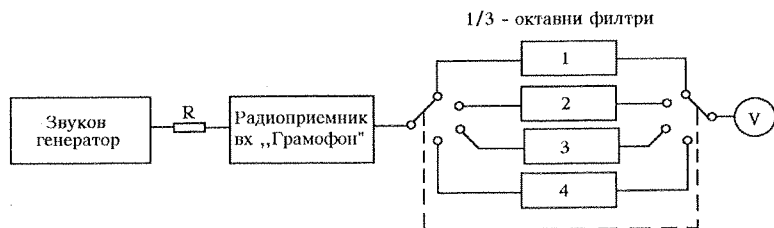
Отношението на средноквадратичната стойност на съставките на фона към изходното напрежение при номинална мощност е

$$U_{\phi} = 20 \lg \frac{\sqrt{U_{50}^2 + U_{100}^2 + U_{200}^2}}{U_{F_{ном}}}, \text{ dB.}$$

Измерване на нивото на фона от антенния вход на радиоприемника. Откъм антенния вход се подават сигнали с честоти 1 MHz (СВ) и 69 MHz (УКВ1) или 98 MHz (УКВ2). Входният сигнал с ниво 80 dB/μV (10 mV) за СВ и 40 dB/pW (3,5 mV) за УКВ ($R_{вх} =$

300 Ω) е модулиран 80% за СВ и 100% за УКВ със сигнал с честота 1 kHz. Тонрегулаторите са поставени в положение, съответстващо на най-равномерна амплитудно-честотна характеристика.

Регулаторът за интензитета на звука се поставя в положение, осигуряващо номиналната изходна мощност.



Фиг. 1.20

Прекъсва се модулацията на входния сигнал и се измерват напреженията на съставките на фона с честоти 50, 100, 150 и 200 Hz по описания вече начин.

При измерване на показателите на стереоприемници, работещи по системата с пилотен сигнал, се подава пълен стереосигнал (100% синфазна модулация в левия и десния канал с честота 1 kHz). Прекъсва се модулацията на входния сигнал, измерват се напреженията U_{50} , U_{100} , U_{150} и U_{200} и по формулата, дадена по-горе, се определят резултатите за нивото на фона.

Както бе споменато, основната причина за появата на фон е недостатъчната филтрация на запазващото напрежение. За осигуряване на изискванията по БДС коефициентът на филтрация трябва да бъде не по-малък от 0,02% за III клас и 0,002% за Hi-Fi радиоприемник.

За избягване на паразитните връзки между мрежовия трансформатор и приемния тракт е необходимо трансформаторът да бъде отдалечен най-малко на 25 cm от веригите на височестотната част на радиоприемника и на не по-малко от 15 cm от детектора. Нивото на фона от антенния вход е от 46 dB (за III клас радиоприемници) до -60 dB (за първокласни радиоприемници). При радиоприемниците от класа Hi-Fi измерването се осъществява спрямо стандартна мощност 50 mW, а не спрямо номиналната изходна мощност.

1.5. ИЗМЕРВАНЕ НА ИЗБИРАТЕЛНОСТТА

1.5.1. Общи сведения

Избирателността на радиоприемника е параметър или по-точно съвкупност от параметри, характеризиращи способността на радио-

приемника да потиска смущаващите сигнали с честоти извън честотната лента на приемания полезен сигнал. Тя се определя от три групи параметри: параметри, зависещи от избирателните свойства на трептящите кръгове (или пиезофилтрите) на междинночестотния усилвател; параметри, зависещи от взаимодействието на силни смущаващи сигнали (пomeжду им или пък с приемания полезен сигнал); параметри, зависещи от суперхетеродинния принцип на приемане.

Към първата група параметри се отнасят *избирателността по съседен канал*, *широчината на пропусканата честотна лента*, *стръмността на склоновете на резонансната характеристика на междинночестотния усилвател* (МЧУ).

В обхватите ДВ и СВ честотите на носещите сигнали на радиопредавателите са разпределени със стъпка 9 kHz, а в обхват КВ — 5 kHz. В обхват УКВ2 (87,5÷108 MHz) носещите честоти на радиопредавателите са разпределени със стъпка 100 kHz, но силни смущения от съседни станции са възможни при разстройка 300 kHz. За обхват УКВ1 (64,5 ÷ 74 MHz), приет първоначално у нас, минималното честотно отстояние между носещите честоти на радиопредавателите е 120 kHz.

Избирателността по съседен канал за обхватите ДВ и СВ се измерва задължително при разстройка ± 9 kHz, като допълнително могат да се направят измервания при разстройка ± 18 kHz (ако радиоприемникът има регулатор „широка лента“) и ± 5 kHz (близък канал) за обхват КВ.

Избирателността по съседен канал може да бъде измерена по едносигнален и по двусигнален метод. Избирателността, измерена по едносигналният метод (едносигналната избирателност), а така също стръмността на склоновете на резонансната характеристика на МЧУ и широчината на пропусканата честотна лента характеризират линейната избирателност на радиоприемника. Резултатите от измерването на избирателността по-съседен канал по едносигналният метод са валидни само при приемане на слаби входни сигнали. При измерване по двусигналният метод се взема предвид влиянието на взаимодействията на полезния и смущаващия сигнал в нелинейните елементи на радиоприемника. Тъй като за радиослушателя е важно да се потискат смущенията от съседните станции не при липса на полезен приеман сигнал, а тогава, когато съседната станция смущава приемания полезен сигнал, МЕК препоръчва измерването на избирателността по съседен канал да става по двусигнален метод. У нас се допуска измерването да се осъществи и по двата метода.

Към втората група параметри (зависещи от взаимодействието на силни смущаващи сигнали помежду им или с приемания полезен сигнал) се отнасят *блокировката*, *кръстосаната модулация и взаимната модулация* (интермодулация) *между няколко сигнала*, в резултат на което възниква нов сигнал, който се приема от радиопри-

емника. Към тази група параметри може да се отнесе и *степенна на потискане на паразитната амплитудна* модулация на честотно модулирания сигнал в УКВ радиоприемниците.

Както бе споменато в т. 1.4, всички тези параметри характеризират т. нар. ефективна избирателност на радиоприемника, която се измерва само с двусигнални методи и дава представа за честотната избирателност на радиоприемника в режим на приемане на силни входни сигнали.

Към третата група параметри (зависещи от суперхетеродинния принцип на приемане) се отнасят: *потискането на сигнали с междинна честота, избирателността по огледален канал и други допълнителни канали, потискането на смущения, възникнали за сметка на интерференцията между хармониците на сигнала и хармониците на напрежението на хетеродина.*

В най-общия случай допълнителните канали на приемане се образуват, когато е изпълнено равенството $f_{m,ч} = \pm n_1 f_c \pm n_2 f_{см1} \pm \dots \pm m f_x$, където n и m са цели числа, f_c — честотата на настройката, f_x — честотата на хетеродина, $f_{m,ч}$ — междинната честота, $f_{см1}$ — честотата на смущаващия сигнал.

Към допълнителните канали на приемане се отнасят и интерференционните свистове, възникващи без влиянието на смущаващите сигнали, когато освен полезния сигнал $f_{m,ч} = f_x - f_c$ възникват и смущаващи сигнали $f_{m,ч} = \pm(mf_x - nf_c)$.

Измерването на тази трета група параметри може да се осъществи както с едносигнални, така и с двусигнални методи. Когато избирателността по допълнителните канали на приемане се измерва по двусигнален метод, най-често се използва способът на Биене, тъй като с увеличаване нивото на смущаващия сигнал биенето между напрежението с междинната честота на полезния сигнал и напрежението с междинната честота на смущаващия сигнал възниква по-рано, отколкото се появяват на изхода на радиоприемника съставките на модулацията на смущаващия сигнал.

1.5.2. Измерване на избирателността по съседен канал

Едносигнален метод за измерване на избирателността по съседен канал за обхватите с АМ. Към входа на радиоприемника се подава сигнал с честота, равна на средната честота на приемания обхват, модулиран със сигнал с честота 1 kHz при коефициент на модулацията 30% и с ниво, съответстващо на максималната чувствителност на радиоприемника. Радиоприемникът се настройва по един от известните методи: по максимална изходна мощност, по минимален коефициент на хармоници и т. н.

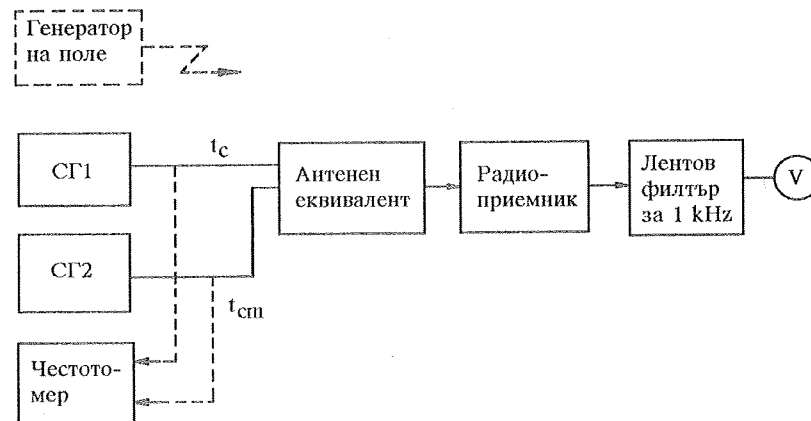
С регулатора за интензитета на звука се установява нормална изходна мощност. Без да се изменя настройката на радиоприемника, честотата на сигнала от генератора се разстройва с ± 9 kHz от честотата на точна настройка и с атенюатора на СГ се установява отново нормална изходна мощност. Отношението на нивото на входния сигнал при разстройка ± 9 kHz към нивото при точна наст-

ройка, изразено в dB (средноаритметична стойност), определя едносигналната избирателност по съседен канал на радиоприемника.

При наличие на регулатор за широчината на пропусканата лента измерванията се извършват при най-тясна лента. При най-широка лента на пропускане разстройката може да бъде ± 18 kHz.

Едносигналният метод за измерване на избирателността по съседен канал може да доведе до значителна грешка поради натоварване на входните и междинночестотните кръгове със силно намаленото входно съпротивление на ВЧУ и МЧУ в транзисторните радиоприемници при наличие на ефективна система на АРУ. Ето защо се препоръчва да се използва двусигналният метод за измерване.

Двусигнален метод за измерване на избирателността по съседен канал за обхватите с АМ. На фиг. 1.21 е дадена схемата за измерване по двусигнален метод на избирателността по съседен канал за обхватите с АМ.



Фиг. 1.21

Двата високочестотни сигнала се подават към радиоприемника с помощта на съответния антенен еквивалент. Най-напред се подава полезен сигнал (примерно от СГ1) с честота, равна на средната честота на приемания честотен обхват, модулиран ($m=30\%$) със сигнал с честота 1 kHz и с ниво, съответстващо на удвоената стойност на нормата за реална чувствителност на радиоприемника, като с регулатора за интензитета на звука се наглася изходната мощност да бъде равна на нормалната. Прекъсва се модулацията на полезния сигнал. Едновременно с полезния немодулиран сигнал от СГ2 се подава сигнал, модулиран ($m=30\%$) със сигнал с честота 1 kHz, и смущаващ сигнал с посеща честота, различаваща се с ± 9 kHz от носещата честота на по-

лезния сигнал*. Нивото на смущаващия сигнал се повишава дотогава, докато в изхода на радиоприемника се получи изходна мощност, с 20 dB по-малка от нормалната.

При измерването трябва да се провери влиянието на смущаващия сигнал върху изходната мощност на полезния сигнал. За целта се прекъсва модулацията на смущаващия сигнал. Модулира се отново полезният сигнал. Ако в присъствието на смущаващия сигнал изходната мощност се окаже по-малка отколкото в началото на измерването, когато смущаващият сигнал е изключен, чрез регулатора за интензитета на звука изходната мощност се увеличава до първоначалната си стойност — нормалната изходна мощност, и измерването продължава по гореописания метод.

При прекъсване на модулацията на смущаващия сигнал нивото на изходното напрежение на радиоприемника трябва да се понижи с повече от 10 dB, което показва, че шумът, фонът и биенето между сигналите не влияят на резултатите от измерването.

Двусигналната избирателност по съседен канал е отношение на нивото на смущаващото напрежение при разстройка с ± 9 kHz към нивото на полезния сигнал, изразено в dB (средноаритметична стойност).

При измерването по двусигнален метод може да се използва анализатор на хармоници или други избирателни средства, за да се отдели модулиращият сигнал с честота 1 kHz от съставката с честота на биене, предизвикана от смущаващия сигнал.

Двусигналната избирателност по съседен канал на радиоприемника е с около 10÷20 dB по-малка от едносигналната.

Едносигнален метод за измерване на избирателност по съседен канал за обхват УКВ. Едносигналната избирателност по съседен канал на радиоприемник за ЧМ сигнали се измерва при подаване на неговия вход (чрез съответния антенен еквивалент и съгласуващо звено) на честотно модулирано напрежение от СГ с девиация 15 kHz (за обхват 64,5÷74 MHz) или 22,5 kHz (за обхват 87,5÷108 MHz). Посещата честота на този сигнал трябва да е равна на средната честота на съответния УКВ обхват. Радиоприемникът се настройва на тази честота. Регулира се нивото на входното напрежение така, че да съответствува на нормата (удвоената стойност за реална чувствителност).

Характерна особеност на едносигналния метод за измерване на избирателността по съседен канал на УКВ радиоприемника е това, че не се използва за индикация изходната мощност на радиоприемника, тъй като при разстройка на входния сигнал с ± 300 kHz е възможно да се получи странична настройка (поради S-кривата на честотния детектор) и резултатът за избирателността по

съседен канал да бъде крайно погрешен. Ето защо най-често се използва волтметър (мултицет), който се свързва към определени точки на дробния детектор или честотния дискриминатор, и настройката на приемника се извършва по максимума на измереното постоянно напрежение (при дробен детектор) или по неговия минимум (при честотен дискриминатор). След като СГ се разстройва последователно в двете страни от резонансната честота (с разстройка ± 300 kHz), нивото на входния сигнал се повишава дотогава, докато показанията на волтметъра станат същите както при честотата на точна настройка на приемания полезен сигнал. При това настройката на радиоприемника не се променя. Показател за избирателността е отношението на нивото на входния сигнал при разстройка с ± 300 kHz към нивото на полезния приеман сигнал, изразено в dB (средноаритметична стойност).

Ако МЧУ на УКВ радиоприемник е реализиран с интегрална схема и честотният детектор е квадратурен, едносигналната избирателност по съседен канал се измерва със селективен високочестотен волтметър, който се свързва на входа на интегралната схема (преди квадратурния детектор). Процедурата на измерването е аналогична на описаната.

Двусигнален метод за измерване на избирателността по съседен канал за обхват УКВ. У нас е възприето близкият съседен приеман канал да отстои на 120 kHz от посетата честота на полезния сигнал, като при това двата сигнала имат синфазна модулация (т. е. приема се една и съща радиoproграма). Другият близък съседен приеман канал е на отстояние 180 kHz от полезния сигнал, като двата сигнала имат различна модулация (т. е. приемат се различни радиoproграми). Мрежата от радиопредаватели и ретранслатори у нас е изградена така, че близките съседни станции не могат да бъдат в една зона с приеманата станция. В една зона се допуска да действуват радиопредаватели, чиито посетци честоти се различават най-малко с 300 kHz.

Измерването на двусигналната избирателност по съседен канал на обхват УКВ се извършва при три разстройки: ± 120 kHz, ± 180 kHz и ± 300 kHz.

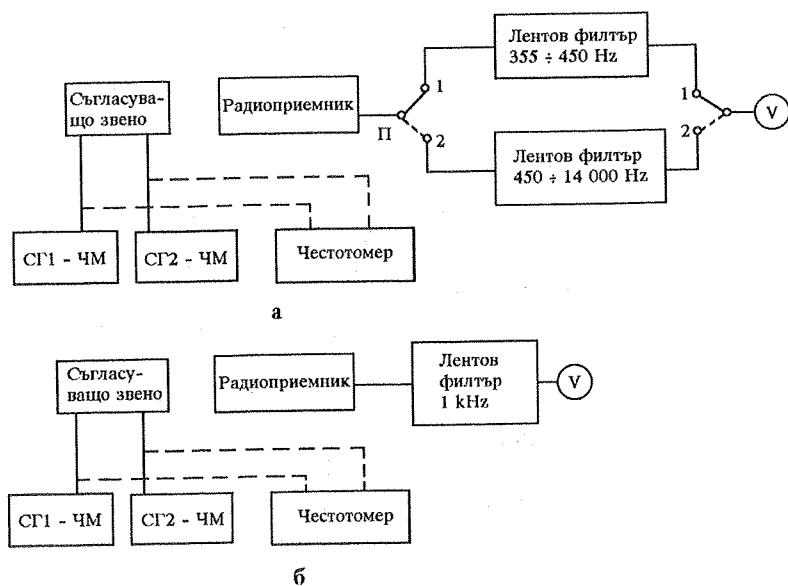
Схемата за измерване на двусигналната избирателност по съседен канал на обхвати УКВ е дадена на фиг. 1.22 а и б.

При измерването се използват специални лентови филтри. Потискането на сигналите с честоти, намиращи се на половин октава от граничните честоти, определящи лентата на пропускане на филтрите, трябва да бъде по-голямо от 30 dB. Освен това потискането на сигнала с честота 400 Hz (за филтъра, пропускащ сигнали с честоти 450 ÷ 14 000 Hz) трябва да бъде не по-малко от 46 dB спрямо сигнала с честота 1000 Hz.

Към входа на радиоприемника чрез вече описаното съгласуващо звено се включват едновременно СГ1, имитиращ полезния сиг-

* За късовълновите обхвати избирателността по съседен канал се измерва при разстройка ± 5 kHz.

нал, и СГ2, имитиращ смущаващия сигнал. Полезният сигнал с носеща честота, равна на средната честота на приемания УКВ обхват, се модулира честотно със сигнал с честота 400 Hz при 100% модулация (максимална девиация). Нивото на полезния сигнал трябва да бъде равно на удвоената стойност на реалната чувствителност ($2U_{ном}$). Напрежението на смущаващия сигнал от СГ2 е



Фиг 1.22

нула. Регуляторите на тембъра на звука са поставени в положение, съответстващо на най-равномерна амплитудно-честотна характеристика. Системата за автоматична донастройка на честотата е изключена. С регулатора за интензитета на звука се установява изходно напрежение на радиоприемника, съответстващо на нормална изходна мощност. Разстройва се СГ2 на ± 120 kHz спрямо честотата на полезния сигнал и се подава смущаващ сигнал с напрежение, равно на напрежението на полезния сигнал ($2U_{ном}$), модулиран честотно със сигнал с честота 400 Hz при 100% модулация ($\pm \Delta f_{max}$). При едновременното действие на двата сигнала (синфазно модулирани) радиоприемникът се настройва на честотата на полезния сигнал (точната настройка се определя по минималното напрежение на изхода при положение 2 на превключвателя II). След това, изключвайки СГ2, трябва да се установи, че приемникът е настроен на честотата на полезния сигнал.

Превключвателят II се поставя в положение 1. Регулаторът за интензитета на звука се нагласява така, че изходното напрежение да съответства на нормална изходна мощност. След това превключвателят II се поставя в положение 2 и се променя нивото на смущаващия сигнал, така че да се получи на изхода на радиоприемника напрежение, съответстващо на ниво на изходната мощност, с 30 dB по-ниско от нормалното. При това трябва да се вземе под внимание и коефициентът на затихване на филтъра. За да се отчете влиянието на смущаващия сигнал върху изходната мощност на полезния сигнал, превключвателят II последователно трябва да се поставя в положения 1 и 2, да се регулира интензитетът на звука и да се променя нивото на смущаващия сигнал, докато в положение 1 се запази нормалната изходна мощност, а в положение 2 се получи изходна мощност, с 30 dB по-малка от нормалната.

Ако коефициентът на хармоници за честота 400 Hz е по-голям от 10%, отношението полезен сигнал/смущаващ сигнал в изхода на приемника трябва да стане по-малко от 30 dB.

Измерването се повтаря при разстройка -120 kHz.

Двусигналната избирателност по съседен канал при разстройка ± 180 kHz се измерва в същата последователност както при разстройка ± 120 kHz. Единствената разлика е тази, че смущаващият сигнал е модулиран честотно със сигнал с честота 1000 Hz (полезният и смущаващият сигнал са модулирани синфазно).

В резултат на измерването на двусигналната избирателност по съседен канал се определя отношението на стойността на напрежението на смущаващия сигнал при разстройка ± 120 kHz (± 180 kHz) към напрежението на полезния сигнал, изразено в dB (средноаритметична стойност).

Двусигналната избирателност по съседен канал на обхвати УКВ при разстройка ± 300 kHz се измерва според схемата, дадена на фиг. 1.19 б, в следния ред:

- радиоприемникът се настройва по един от известните методи на честотата на полезния сигнал, получен от СГ1; полезният сигнал е модулиран от сигнал с честота 1 kHz при 100% модулация ($\Delta f = \pm 50$ kHz за УКВ1 и ± 75 kHz за УКВ2);

- с регулатора за интензитета на звука се нагласява нормална изходна мощност, като системата за автоматична донастройка на честотата трябва да бъде изключена;

- подава се смущаващият сигнал (от СГ2), който е с носеща честота, различаваща се от честотата на точната настройка на радиоприемника с ± 300 kHz;

- прекъсва се модулацията на сигнала от СГ1; променя се нивото на смущаващия сигнал (модулиран с честота 1 kHz при 30% модулация до получаване на изходна мощност с ниво, с 30 dB по-ниско от това на нормалната изходна мощност).

Напреженията на свистене и фон не трябва да влияят при измерването. За тази цел се използва лентов филтър за честота 1000 Hz. При измерването трябва да се провери влиянието на смущаващия сигнал върху изходната мощност на полезния сигнал. Затова модулацията на смущаващия сигнал се прекъсва. С модулацията остава само полезният сигнал. Ако смущаващият сигнал влияе на изходната мощност на полезния сигнал, тя трябва да бъде нагласена на първоначалното ниво (нормална изходна мощност) с регулатора за интензитета на звука.

1.5.3. Измерване на нивото на смущаващия сигнал, предизвикващ блокировка на радиоприемника

На входа на радиоприемника се подават едновременно полезният приеман сигнал, модулиран с нискочестотен сигнал с честота 1 kHz при 30% модулация (за обхватите с АМ и с ЧМ) и с ниво, равно на стойността на реалната чувствителност, и немодулиран смущаващ сигнал с носеща честота, отстояща от честотата на полезния сигнал на ± 9 kHz за обхватите с АМ и на ± 300 kHz — за обхватите с ЧМ. Нивото на смущаващия сигнал се увеличава дотогава, докато изходната мощност, достигната при подаване само на полезния сигнал (обикновено това е нормалната изходна мощност), се намали с 3 dB. Резултат от измерването е полученото ниво на смущаващия сигнал. По-нататък измерването може да продължи при по-големи разстройки, за да се установи честотната лента на блокировката.

1.5.4. Измерване на смущения от кръстосана модулация

Осъществява се чрез два СГ, единият от които имитира полезния сигнал, а другият — смущаващия. Схемите за измерване трябва да съответствуват на тези, дадени на фиг. 1.21 и 1.22.

Включва се СГ1, имитиращ полезния приеман сигнал с ниво, равно на удвоената стойност на реалната чувствителност, и се установява нормалната изходна мощност. След това се прекъсва модулацията на полезния сигнал от СГ1. Нивото на смущаващия сигнал от СГ2 (модулиран по амплитуда със сигнал, чиято честота е 1 kHz при 30% модулация за обхватите с АМ, или модулиран честотно със сигнал, чиято честота е 1 kHz при 80% модулация за обхватите с ЧМ) се установява равно на 100 dB спрямо 1 μ V (или 120 dB спрямо 1 $\frac{\mu V}{m}$) за обхватите с АМ и на 60 dB спрямо 1 μ W за обхватите с ЧМ. Честотата на смущаващия сигнал се увеличава и намалява спрямо честотата на точната настройка на радиоприемника в границите:

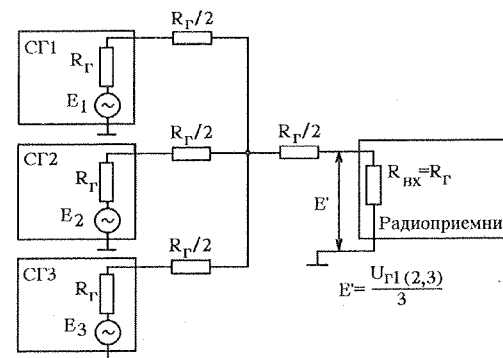
- от 9 до 50 kHz в обхвата на ДВ;
- от 9 до 200 kHz в обхвата на СВ;
- от 9 до 500 kHz в обхвата на КВ;
- от 1 до 2,5 MHz в обхвата на УКВ.

Установява се честотата на най-голямото въздействие на смущаващия сигнал. За да е сигурно, че появата на смущение е предизвикано от кръстосаната модулация, е необходимо да се изключи полезният сигнал (СГ1). Смущаващият сигнал в този случай се намалява не по-малко от 3 dB. Включва се носещият сигнал СГ1. Напрежението на смущаващия сигнал се изменя до получаване на изходна мощност, с 20 dB по-малка от тази, постигната при подаване на полезния модулиран сигнал от СГ1. Изменя се честотата на СГ2 дотогава, докато изходната мощност не се намали с 6 dB, и при по-нататъшното разстройване не се увеличава.

За резултат от измерването се приемат минималните стойности на напрежението на входния смущаващ сигнал, получени при разстройване над и под честотата на точна настройка в милivolти (или милivolти на метър) и стойността на честотната лента на въздействие на кръстосаната модулация (ограничавана се от честотите, за които изходната мощност на смущенията от кръстосана модулация се намалява с 6 dB).

1.5.5. Измерване на взаимната модулация (интермодулация)

Схемата за измерване е подобна на схемата от фиг. 1.21 (за обхватите с АМ) и фиг. 1.22 б (за обхватите с ЧМ), като разликата между нея и двете схеми е във включването на генератори към входа на радиоприемника, тъй като измерването на



Фиг. 1.23

взаимната модулация се осъществява по трисигнален метод. На фиг. 1.23 е дадена схемата на свързване на генераторите при трисигнални методи за измерване на избирателността. Както е известно, най-опасна за радиоприемника при взаимна модулация на смущаващите сигнали е комбинацията $(2f_{cm1} - f_{cm2}) \approx f_c$, затова измерването на взаимната модулация се извършва за тази комбинация. Честотите на смущаващите сигнали се избират такива, че разликата между тях и честотата на полезния приеман сигнал f_c да бъде по-голяма от честотната лента на пропускане на междинночестотния усилвател, но същевременно да е сравнима с честотната лента на пропускане на входното устройство на радиоприемника. За обхватите с АМ следователно е необходимо: $9 \text{ kHz} < (f_{cm1(2)} - f_c) < 20 \div 50 \text{ kHz}$, а за обхватите с ЧМ $0,3 \text{ MHz} < (f_{cm1(2)} - f_c) < 2,2 \text{ MHz}$.

В процеса на измерването към входа на радиоприемника отначало се подава полезен сигнал с 30% модулация и честота на модулацията сигнал 1 kHz; нивото на сигнала е равно на удвоената стойност на нормата за реална чувствителност на радиоприемника. С регулатора за интензитета на звука се установява в изхода на радиоприемника нормалната изходна мощност. След това се включват да работят генераторите, имитиращи смущаващите немодулирани сигнали с честоти f_{cm1} и f_{cm2} . Тези сигнали трябва да са с еднакви нива. Прекъсва се модулацията на полезния сигнал и се донастройва единият от генераторите, имитиращ смущаващ сигнал, докато се получи сигнал на биене с честота 1 kHz. Променят се едновременно нивата на двата смущаващи сигнала, докато се достигне такава стойност на изходното напрежение на радиоприемника, която съответствува на нормалната изходна мощност

на полезния сигнал (за обхватите с АМ) или с 30 dB по-малка от нея (за обхватите с ЧМ).

Резултат от измерването е нивото на смущаващите сигнали.

1.5.6. Измерване на коефициента на потискане на паразитната амплитудна модулация

Паразитната амплитудна модулация възниква в стъпалата на радиоприемника най-често в резултат на преминаването на ЧМ сигнал през недостатъчно добре изчислени избирателни вериги или при действието на силни амплитудно модулирани или импулсни смущения, които модулират сигнала на хетеродина на УКВ блока. Потискането на паразитната амплитудна модулация в радиоприемника за ЧМ сигнали се характеризира с динамичния и статичния коефициент на потискане.

Динамичният коефициент на потискане на паразитната амплитудна модулация е число, изразяващо способността на радиоприемника да потиска в изхода си съставките, породени от паразитната амплитудна модулация и интермодулацията, когато на входа се подава сигнал, модулиран едновременно по амплитуда и по честота.

През антенен еквивалент или съгласуващо звено на входа на радиоприемника се подава честотно модулиран сигнал със 100% модулация и ниво, два пъти по-голямо от нормата за реална чувствителност; модулиращият сигнал е с честота 1 kHz. Чрез регулатора за интензитета на звука се нагласява изходната мощност да е равна на номиналната. С анализатор за хармоници се измерва изходното напрежение на сигнала с честота 1 kHz (U_1). Запазвайки честотната модулация, носещият сигнал на генератора се модулира амплитудно със сигнал с честота 400 Hz и коефициент на модулацията 30%. Измерват се с помощта на анализатора на хармоници изходните напрежения за честоти 400 Hz (U_2), 800 Hz (U_3) и интермодулационните им съставки: 600 Hz (U_4) и 1400 Hz (U_5). Динамичният коефициент на потискане на паразитната амплитудна модулация $\Pi_{ам}$ се определя по формулата

$$\Pi_{ам} = 20 \lg \frac{U_1}{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2}}, \text{ dB},$$

Статичният коефициент на потискане на паразитната амплитудна модулация е отношение в децибели, изразяващо способността на приемника да потиска съставките, породени от паразитната амплитудна модулация, когато на входа му се подаде сигнал, модулиран най-напред честотно, а след това — амплитудно. Статичният коефициент на потискане на паразитната амплитудна модулация се измерва по последователния метод при стандартна честота на измерване (най-често средната честота на приемания УКВ обхват).

През антенен еквивалент или съгласуващо звено на приемника се подава входен сигнал с ниво, равно на удвоената стойност на нормата за реална чувствител-

ност, модулиран честотно с 30% модулация и честота на модулиращия сигнал 1 kHz. Радиоприемникът се настройва и с регулатора за интензитета на звука се нагласява нормална изходна мощност. Тонрегулаторите трябва да са в положение на линейна амплитудно-честотна характеристика. Системата за автоматична донаторка на честотата се изключва.

Без да се променя нивото на сигнала, от честотна модулация се преминава на амплитудна модулация с дълбочина 30% и честота на модулиращия сигнал 1 kHz. След това генераторът плавно се разстройва по честота в двете страни с големина на разстройката, равна на максималната честотна девиация (± 50 kHz за обхвата 64,5÷74 MHz и ± 75 kHz за обхвата 87,5÷108 MHz).

В резултат на измерването се получава стойността на отношението на напрежението на ЧМ сигнал при точна настройка към най-голямо напрежение на АМ сигнал при разстройка в лентата ± 50 kHz (± 75 kHz), изразено в dB.

Измерването се повтаря при входно напрежение на полезния сигнал 50 mV. За коефициент на потискане на паразитната амплитудна модулация се приема по-малката стойност (в dB), получена от двете измервания.

1.5.7. Измерване на избирателността по огледален канал и други допълнителни канали на приемане

Едносигнален метод за измерване избирателността по огледален канал. На антенния вход на радиоприемника се подава сигнал с честота, равна на средната честота на приемания обхват, модулиран със сигнал с честота 1 kHz при 30% модулация, и с ниво, равно на стойността на максималната чувствителност. Радиоприемникът се настройва на честотата на входния сигнал, по максимума на изходното напрежение на радиоприемника, като чрез регулатора за интензитета на звука се нагласява нормална изходна мощност. След това честотата на СТ се изменя с удвоената стойност на междинната честота в посока към по-високите честоти при хетеродинна честота, по-висока от честотата на приемания сигнал, и в посока към по-ниските честоти при хетеродинна честота, по-ниска от честотата на приемания сигнал. Като се запазват неизменни модулацията на сигнала и положението на регулаторите на радиоприемника, СТ се настройва на честотата на огледалния канал, а нивото на входния сигнал се повишава, докато се достигне стойност, при която на изхода на радиоприемника се установява нормална изходна мощност.

Отношението на нивото на входния сигнал с огледална честота към нивото на входния сигнал с честота, на която е настроен радиоприемникът, изразено в dB, е показател за избирателността по огледален канал.

Едносигнален метод за измерване потискането на сигналите с честоти, равни на междинната честота и измерване точната стойност на междинната честота. На антенния вход на радиоприемника се подава сигнал, който има честота 315 kHz или 560 kHz съответно за обхватите ДВ и СВ и 66 MHz или 88 MHz съответно за двата УКВ обхвата, модулиран със сигнал с честота 1 kHz при 30% модулация и с ниво, съответстващо на стойността на максималната чувствителност. Тонрегулаторите се поставят в положение

ние "тясна лента", а регулаторът за интензитета на звука — в положение, съответстващо на нормална изходна мощност. Системата за автоматична донастройка на честотата е изключена.

Радиоприемникът се настройва на честотата на входния сигнал по максимум на изходното напрежение. Като се запазват неизменни модулацията на сигнала и положението на регулаторите на радиоприемника, СГ се настройва на междинната честота на приемника, а нивото на входния сигнал с междинна честота се нагласява така, че на изхода на радиоприемника отново да се получи нормална изходна мощност.

Отношението на нивото на сигнала с междинна честота към нивото на приемания полезен сигнал, изразено е dB, е показател за потискането на сигнала с честота, равна на междинната.

Точната стойност на междинната честота се определя с честотомер.

Двусигнален метод за измерване на избирателността по междинночестотен канал, по огледален и други допълнителни канали на приемане. Схемите за измерване трябва да съответствуват на тези от фиг. 1.21 и 1.22 б.

Полезният приеман сигнал е с честота, равна на средната честота на приемания обхват, за случаите, когато се измерва избирателността по огледален канал и другите допълнителни канали. Когато се измерва избирателността по междинночестотен канал, работната честота е 315 kHz или 560 kHz съответно за обхватите ДВ и СВ и 66 MHz или 88 MHz съответно за обхватите УКВ1 и УКВ2.

Нивото на полезния приеман сигнал е равно на удвоената стойност на нормата за реална чувствителност, честотата на модулиращия сигнал е 1 kHz, а коефициентът на модулация е 30%.

Прекъсва се модулацията на генератора, имитиращ полезния сигнал, и се включва генераторът, имитиращ смущаващия сигнал, като немодулираното напрежение на неговия изход се установява по-голямо от зададената норма за двусигнален избирателност по съответния канал (огледален, допълнителен и т. н.). Генераторът, имитиращ смущаващия сигнал, се настройва последователно на междинната честота, огледалния канал и другите допълнителни канали на приемане. За обхватите с АМ особено внимание трябва да се обръща на допълнителните канали на приемане с честоти: $2f_c+3f_{м.ч}$; $2f_c+f_{м.ч}$; $3f_c+4f_{м.ч}$; $3f_c+2f_{м.ч}$; $4f_c+5f_{м.ч}$; $4f_c+3f_{м.ч}$; $5f_c+6f_{м.ч}$; $5f_c+4f_{м.ч}$. За обхватите УКВ1 и УКВ2 на задължително измерване се подлагат допълнителните канали на приемане с честоти: $f_c+\frac{3}{2}f_{м.ч}$; $f_c+\frac{1}{2}f_{м.ч}$; $\frac{3}{2}f_c+f_{м.ч}$, където f_c е честотата на полезния приеман сигнал, а $f_{м.ч}$ — междинната честота.

При разстройка с ± 2 kHz относно честотата на измервания допълнителен канал се достига максималното напрежение на изхода на филтъра (фиг. 1.21 и 1.22), получено в резултат на биенето между напрежението с междинна честота на полезния сигнал и напрежението с междинна честота на смущаващия канал. За обхватите с АМ нивото на смущаващия сигнал се нагласява да бъде такова, че изходната мощност при неговото въздействие да бъде равна на изходната мощност, достигната при подаването на модулирания полезен сигнал, а за обхватите УКВ1 и УКВ2 тази мощност трябва да бъде с 30 dB по-малка от изходната мощност, достигната при подаване на модулирания полезен сигнал.

При измерването е необходимо да се провери влиянието на смущаващия сигнал върху изходната мощност на полезния сигнал. За това се изменя честотата на смущаващия сигнал и се модулира отново полезният сигнал. Ако смущаващият сигнал влияе на изходната мощност на полезния сигнал, тя трябва да бъде доведена с

регулатора за интензитета на звука до първоначалното ниво (нормалната изходна мощност).

Резултат от измерването се явява отношението на стойността на напрежението на смущаващия сигнал към стойността на напрежението на полезния сигнал на входа на радиоприемника за всяка честота от измервания канал, изразено в децибели.

1.6. ИЗМЕРВАНЕ НА СТАБИЛНОСТТА НА НАСТРОЙКАТА

До неотдавна стабилността на настройката се отъждествяваше със стабилността на хетеродина на радиоприемника. Съвременното тълкуване на параметъра стабилност на настройката обаче включва не само стабилността на хетеродина, но и стабилността на амплитудно-честотната характеристика на междинночестотния усилвател и стабилността на нулевата точка на S-кривата на честотния детектор (на обхват УКВ). Ето защо е по-правилно да се говори за стабилност на настройката.

Стабилността на настройката се проверява при въздействието на следните дестабилизиращи фактори:

- самонагряване в течение на 1 час;
- изменение на нивото на входния сигнал;
- изменение на околната температура;
- изменение на захранващото напрежение.

Дестабилизиращите фактори са така подбрани, че да съответствуват на реалните условия при експлоатация на радиоприемника. След включване на захранването на радиоприемника се променя температурата на елементите му (особено на ламповите радиоприемници). Възможно е да се промени в процеса на приемане и захранващото напрежение (особено при захранване с батерии), а също и нивото на входния сигнал (особено на КВ при фадинг).

Стабилността на настройката се измерва чрез цифров честотомер и сигнал-генератор за АМ и ЧМ сигнали. Ако не е специално посочено, измерването се извършва на честоти, за които се очаква най-голяма разстройка, като се предпочитат честотите, посочени в табл. 1.4. Системата за автоматична донастройка на честотата (ако има такава) трябва да бъде изключена.

Изместването на честотата на настройката се определя по необходимото изменение на честотата на СГ, за да съответствува тя на честотата на настройката на радиоприемника.

Измерване на отклонението на честотата на настройката по време на самонагряването на радиоприемника. Обикновено честотата, на която е настроен радиоприемникът, се измерва от момента на включване на радиоприемника, като измерването започва от този момент след включването, когато става възможно (при лампови радиоприемници), и продължава, докато честотата на настройката на радиоприемника се установи. Това отклонение на честотата може да бъде измерено само в случай че преди това радиоприемни-

кът се намира в изключено състояние за време, достатъчно да не се отличава температурата на всичките му детайли от температурата на околната среда. Отбелязва се максималното отклонение на честотата в течение на един час. Времето се измерва от момента на включване на радиоприемника. Графично се представя отклонението на честотата на първата до шестдесетата минута.

Измерване на отклонението на честотата на настройка, предизвикано от изменението на температурата на околната среда. Радиоприемникът се поставя в климатична камера. Бързо се изменя температурата на околната среда от 10 до 35°C. Фиксират се последвалите изменения на честотата на настройката в продължение на 60 min за всички обхвати.

Измерване на отклонението на честотата на настройка вследствие на промяната на захранващото напрежение. Изменението на захранващото напрежение с $\pm 10\%$ понякога довежда до изменение на честотата на настройка на радиоприемника. Този вид отклонение на честотата става доста бързо след изменението на захранващото напрежение.

Измерване на отклонението на честотата на настройка, обусловено от изменение на нивото на входния сигнал. Изменението на нивото на входния сигнал понякога води до изменение на честотата на настройка на радиоприемника. Като се изменя нивото на входния сигнал, подаван от радиоприемника, от ниво, съответстващо на реалната чувствителност, до $100 \text{ dB}/\mu\text{V}$ или $120 \text{ dB} \frac{\mu\text{V}}{\text{m}}$ за обхватите с АМ и до $100 \text{ dB}/\mu\text{V}$ за УКВ, се следи отклонението на честотата на настройка. Този вид отклонение на честотата на настройката може да бъде измерено вярно само след продължителна работа на радиоприемника, когато температурата му се установи.

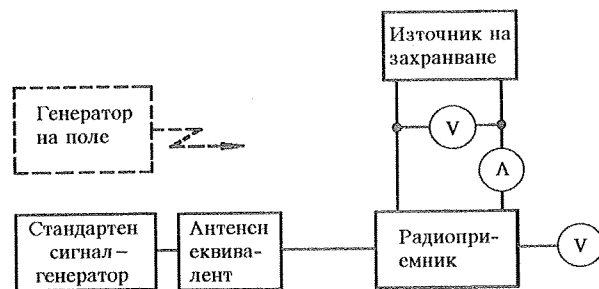
1.7. ИЗМЕРВАНЕ НА ДЪЛБОЧИНАТА НА АВТОМАТИЧНОТО РЕГУЛИРАНЕ НА УСИЛВАНЕТО

Дълбочината на автоматичното регулиране на усилването (АРУ) се измерва при нормални условия на обхват СВ при зададено изменение на входния сигнал (примерно 40 dB — от 100 mV до 1 mV). Измерва се изменението на нивото на изходния сигнал (допуска се изменение, по-малко от 10 dB). Аналогично е измерването и на обхват УКВ — входният сигнал се променя с 40 dB (от 50 mV до 500 μV), а изходният трябва да се променя по-малко от 5 dB. При всяка промяна на нивото на входния сигнал се извършва точна настройка на радиоприемника.

1.8. ИЗМЕРВАНЕ НА КОНСУМИРАНАТА МОЩНОСТ ОТ РАДИОПРИЕМНИКА

Този параметър е най-важен за радиоприемниците с автономно захранване, тъй като от него зависи продължителността на работа на радиоприемника с един комплект батерии. В съвременните преносими радиоприемници този параметър се нормира най-често при два режима на работа: при “среднослушателско” ниво на изходния сигнал, т. е. при изходна мощност, равна на 0,4 от номиналната изходна мощност, и при отсъствие на изходен сигнал (ток на покой).

При стационарните радиоприемници нормирането и измерването на консумираната мощност се извършва само при изходна мощност, равна на 0,4 от номиналната изходна мощност. Измерването се извършва според структурната схема, дадена на фиг. 1.24.



Фиг. 1.24

Входният сигнал с честота 1 MHz за СВ или 68 (98) MHz за УКВ, модулиран от сигнал с честота 1 kHz при 30% модулация, се подава на входа на радиоприемника. Нивото на сигнала е равно на удвоената стойност на номиналната чувствителност. Установява се измерваната изходна мощност.

Измерват се напрежението и токът във веригата на захранващия източник. Консумираната мощност е $P = UI$.

1.9. ИЗМЕРВАНЕ НА ИЗХОДНАТА МОЩНОСТ НА РАДИОПРИЕМНИКА

Изходната мощност е един от основните параметри на радиоприемника. Различават се две основни понятия за мощност: синусоидална изходна мощност и музикална изходна мощност.

Синусоидалната изходна мощност може да бъде: максимална, номинална, нормална, остатъчна и стандартна.

Максималната синусодална изходна мощност е тази мощност, при която ограничението на амплитудите на изходния синусодален сигнал (двустранно или едностранно) увеличава коефициента на хармониците (клирфактора) до стойност 10%. Ако при възпроизвеждане на звука от нискочестотния усилвател на радиоприемника коефициентът на хармоници надвиши 10%, се достига до недопустимо дразнене на човешкия слух.

Номиналната синусодална изходна мощност е тази зададена мощност, при която се достига предварително зададеният в техническата документация коефициент на хармоници и се осигурява едновременна работа на всички нискочестотни канали на радиоприемника в продължение на 10 min при температура на въздуха от 15 до 35°C, като към входа на нискочестотния усилвател на радиоприемника се подава номинален входен сигнал или на антенния вход на радиоприемника е подаден високочестотен сигнал с номинална модулация (100% за обхватите на УКВ или 80% за обхватите на ДВ, СВ и КВ).

Пример. На нискочестотния усилвател на радиоприемник с номинална изходна мощност $P_{\text{нхл}}=50 \text{ W}$, еквивалентен товар $R_{\text{екв}}=4\Omega$ и коефициент на хармониците $k=0,05\%$ се подава номинален входен сигнал от тонгенератора. С регулатора за интензитета на звука се установява изходно напрежение $U_{\text{вх}}=\sqrt{P_{\text{ном}}R_{\text{екв}}}=\sqrt{50\cdot4}=14,1 \text{ V}$ и се измерва коефициентът на хармоници — той трябва да е по-малък от 0,05%, за да се твърди, че радиоприемникът има $P_{\text{ном}}=50 \text{ W}$.

Нормална (еталонна) изходна мощност е мощността, която е равна на 0,1 от номиналната мощност. При измерване на нормалната мощност към антенния вход на радиоприемника се подава високочестотен сигнал с нормална модулация (30%).

Остатъчна изходна мощност е тази мощност, която все още може да се измери, когато регулаторът за интензитета на звука се постави в положение, съответстващо на минимално усилване. При измерване на остатъчната мощност към антенния вход на радиоприемника, се подава високочестотен сигнал с номинална модулация (100% за УКВ или 80% за обхватите на ДВ, СВ и КВ).

Стандартната изпитвателна изходна мощност е тази мощност, която се препоръчва за измерване на някои параметри и е равна на 50 mW за радиоприемници с номинална изходна мощност, по-голяма от 150 mW, и 5 mW за радиоприемници с номинална мощност, по-малка или равна на 150 mW. При електроакустични измервания стандартната изходна мощност е равна на 100 mW.

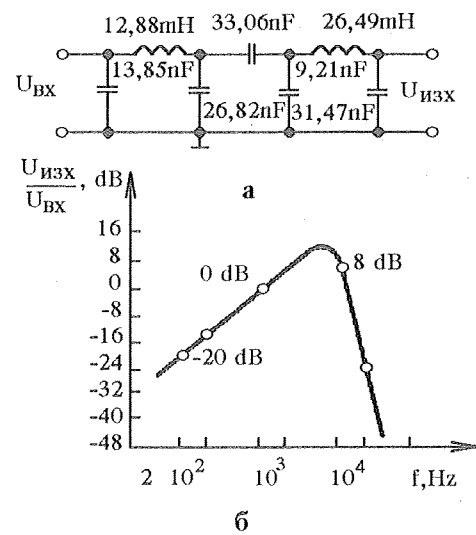
Тъй като едно музикално произведение (например оркестрово изпълнение на симфония) съдържа освен синусодални сигнали и импулсни сигнали, въведено е и понятието музикална мощност — това е мощността, която може да се отдаде от нискочестотния усилвател към акустичната система за кратък интервал от време (няколко десет-

ки ms) при номинален коефициент на хармониците и при положение че захранващото напрежение на нискочестотния усилвател на радиоприемника запазва стойността, която е имало преди да се подаде входният сигнал. Според вида на избраното нестабилизирано мрежово захранване на нискочестотния усилвател на радиоприемника, т. е. според вътрешното съпротивление на източника на захранване, музикалната мощност е с 20—50% по-голяма от номиналната мощност. Ако нискочестотният усилвател на радиоприемника се захранва от стабилизирани източник на напрежение, то номиналната и музикалната мощност са еднакви. В последно време се появи терминът *пикова музикална мощност* — при нея $U_{\text{вх}}$ се представя не с ефективната стойност на напрежението, а с върховата му стойност.

Синусодалната изходна мощност се измерва върху еквивалентен товар $R_{\text{екв}}$, равен на номиналното съпротивление на акустичната система на радиоприемника, с помощта на волтметър и измервател на нелинейни изкривявания (клирфакторметър). Скалата на волтметъра трябва да бъде градуирана в ефективни стойности за измерваното напрежение.

На входа на радиоприемника се подава сигнал с честота 1 MHz за обхвата СВ или 68 (98) MHz за обхвата УКВ1 (УКВ2) и ниво 1 mV (или $10\frac{\mu\text{V}}{\text{m}}$) за обхвата СВ или 1,7 mV (при $R_{\text{вх}}=75\Omega$)

за обхватите УКВ1 и УКВ2, модулиран от синусодален сигнал с честота 1 kHz. Както вече стана ясно, модулацията е 30% при измерване на нормалната и стандартната изходна мощност и 100% (за обхвати УКВ) или 80% (за обхвати ДВ, СВ и КВ) — при измерване на номиналната, максималната и остатъчната мощност. Тонрегулаторите на радиоприемника са поставени в положение, съответстващо на най-равномерната амплитудно-честотна характеристика на нискочестотния усилвател на радиоприемника. С регулатора за интензитета на звука се нагласява в изхода на радиоприемника сигналът



Фиг. 1.25

да има или зададения коефициент на хармоници (клирфактор) при измерване на максималната мощност, или зададената стойност на $U_{\text{изх}}$, съответстваща на номиналната мощност, гарантирана от производителя на радиоприемника, при зададен коефициент на хармоници. Във втория случай измерваният коефициент на хармоници трябва да е по-малък от зададения. Изходната мощност се пресмята по формулата

$$P_{\text{изх}} = \frac{U_{\text{изх}}^2}{R_{\text{екв}}}$$

При прецизно измерване на изходната мощност пред волтметра се включва т.нар. псофометричен филтър — това е филтър, с който се наподобява чувствителността на човешкото ухо (за различните честоти на изходния сигнал) на слушател с нормално слухово възприятие. Филтърът не трябва да изменя товара на радиоприемника. При определяне на изходната мощност трябва да се отчетат загубите, които филтърът внася за честотите на пропусканата лента. На фиг. 1.25 а, б са дадени схемата и характеристиката на псофометричния филтър. Волтметърът, в случай че се използва псофометричният филтър, трябва да бъде квазишпиков (двулярен).

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, Ю. П., Р. Ч. Барсков — Гросман, А. Ф. Ососков. Радиоприемници, радиолы, тюнеры. М., Связь, 1980.
2. Банк, М. У. Электрические и акустические параметры радиоприемных устройств. М., Связь, 1974.
3. Банк, М. У. Параметры бытовой приемно-усилительной аппаратуры и методы их измерения. М., Радио и связь, 1982.
4. БДС 1510-76. Радиоприемници битови, технически изисквания.
5. БДС 16182-85 (СТ на СИВ 4754-84). Радиоприемници битови. Методи за измерване параметрите на ЧМ канал.
6. БДС 16183-85 (СТ на СИВ 3192-81). Радиоприемници битови. Методи за измерване на параметрите на АМ канал.
7. БДС 16184-85 (СТ на СИВ 4752-84). Радиоприемници битови. Общи условия и методи за измерване.
8. БДС 6859-76. Радиоприемници битови стационарни. Основни параметри.
9. БДС 4902-76. Радио- и телевизионни приемници. Допустими нива на смущения.
10. Голубев, В. Н. Эффективная избирательность радиоприемных устройств. М., Связь, 1978.
11. Младенова, В., Н. Пенчев. Радиоприемни устройства. С. Техника, 1987.
12. Пенчев, Н., Ж. Желязков. Високочестотни устройства. С., Техника, 1980.

ГЛАВА ВТОРА

ИЗМЕРВАНЕ НА КАЧЕСТВЕНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА РАДИОПРЕДАВАТЕЛНИТЕ УСТРОЙСТВА

2.1. ОБЩИ СВЕДЕНИЯ ЗА РАДИОПРЕДАВАТЕЛНИТЕ УСТРОЙСТВА

2.1.1. Увод

Електромагнитната обстановка в радиочестотните подобхвати е доста сложна. В света работят милиони радиопредавателни станции. Голяма част от тях са предназначени за създаване на радиовръзки не само върху територията на собствената си страна, но и върху цялото земно кълбо. Това е наложило създаването на норми от международен орган за най-важните качествени показатели на радиопредавателите. Тяхното създаване и периодичното им актуализиране е в компетенцията на Международния консултативен комитет по радио (МККР).

2.1.2. Класификация на радиопредавателните устройства

Разнообразието на съвременните радиопредавателни устройства е много голямо. Дължи се на големите различия на техните основни качествени показатели. Така например произвеждат се радиопредаватели с изходна мощност от няколко миливата и до няколко мегавата. Докато първите могат да се побрат върху дланта на ръката, то последните се помещават в големи многоетажни сгради. Голямо е разнообразието им и по отношение на работната честота. Произвеждат се и се използват радиопредаватели в целия радиочестотен обхват. Едни от тях, например тези за връзка с подводници, работят в подобхвата на единиците килохерци, а честотата на други е единици терахерци. Различието в мощността и работната честота, а така също и в условията, при които се предвижда да работят, предопределя в голяма степен разнообразието в размерите, теглото и конструктивното и технологичното изпълнение на предавателите.

Въз основа на различни признаци се е утвърдила следната класификация:

а. Според изходната мощност радиопредавателите са:

- микромощни — $P \ll 1\text{W}$,
- маломощни — $1\text{W} \leq P \ll 100\text{W}$,
- средномощни — $100\text{W} \leq P \ll 10\text{kW}$,
- мощни — $10\text{kW} \leq P \ll 100\text{kW}$,
- свръхмощни — $P \gtrsim 100\text{kW}$.

б. Според работната дължина на вълната, респ. работната честота, съгласно с международно приетата класификация (табл. 2.1) радиопредавателите са:

- свръхдългавълнови СДВ — метраметрови вълни, респ. много ниски честоти МНЧ;
- дълговълнови ДВ — километрови вълни, респ. ниски честоти НЧ;
- средновълнови СВ — хектометрови вълни, респ. средни честоти СЧ;
- късовълнови КВ — декаметрови вълни, респ. високи честоти ВЧ;
- метрови вълни, респ. много високи честоти МВЧ;
- дециметрови вълни ДМВ, респ. ултрависоки честоти УВЧ;
- сантиметрови вълни СМВ, респ. свръхвисоки честоти СВЧ;
- милиметрови вълни ММВ, респ. крайновисоки честоти КВЧ;

- дециметрови вълни ДМВ, респ. хипервисоки честоти ХВЧ.
- в. Според вида на предаваната информация радиопредавателите са:
 - радиотелефонни — предаване на говор или музика;
 - радиотелеграфни — предаване на телеграми;
 - телевизионни (видеопредаватели) — предаване на подвижни изображения;
 - радиотелеграфни (радиотелефаксимилни) — предаване на неподвижни изображения: снимки, чертежи, документи, вестникарски страници;
 - радиолокационни — предаване на непрекъснатата поредица от сондиращи пространството импулси;
 - радионавигационни (радиофарове);
 - радиотелеметрични (вкл. метеорологични радиосонди);
 - за радиотелеуправление;
 - за предаване на еталонна честота, респ. еталонно време.

Таблица 2.1

№ на подобхвата	Честотен подобхват	Съкратено означение		Вълнов обхват	Наименование на вълните	Съкратено означение
		българско	английско			
4	3–30 kHz	МНЧ	VLF	100–10 km	мираметрови	СДВ
5	30–3.10 ² kHz	НЧ	LF	10–1 km	километрови	ДВ
6	300–3.10 ³ kHz	СЧ	MF	10–1 Hm	хектометрови	СВ
7	3–30 MHz	ВЧ	HF	10–1 dam	декаметрови	КВ
8	30–3.10 ² MHz	МВЧ	VHF	10–1 m	метрови	МВ
9	300–3.10 ³ MHz	УВЧ	UHF	10–1 dm	дециметрови	ДМВ
10	3–30 GHz	СВЧ	SHF	10–1 cm	сантиметрови	СМВ
11	30–3.10 ² GHz	КВЧ	EHF	10–1 mm	милиметрови	ММВ
12	300–3.10 ³ GHz	ХВЧ	–	1–0,1 mm	дециметрови	ДММВ

Забележка. Номерът N на подобхвата обхваща от $0,3 \cdot 10^N$ до $3 \cdot 10^N$ Hz, като изключва долната, а включва горната граница.

г. Според вида на модулацията радиопредавателите са:

- при хармонично (синусоидално) носещо трептене — с амплитудна модулация (АМ), честотна модулация (ЧМ), фазова модулация (ФМ);
- при импулсно носещо трептене — с амплитудно-импулсна модулация (АИМ), честотно-импулсна модулация (ЧИМ), фазово-импулсна модулация (ФИМ), наричана още позиционно-импулсна модулация (ПИМ), широчинно-импулсна модулация (ШИМ), кодово-импулсна модулация (КИМ) и делта-модулация или диференциална кодово-импулсна модулация.

В някои предаватели се използва и двукратна модулация. Терминът двукратна подсказва, че последователно се извършва два пъти модулация. Първичният модулиращ сигнал модулира едно подносещо трептене, а след това модулираното подносещо трептене модулира основното носещо трептене. При това двете модулации могат да бъдат различни. Като пример може да се посочи двукратната модулация КИМ-ФМ. Първо се извършва кодово-импулсна модулация, а след това така модулираното трептене модулира основното носещо трептене с фазова манипулация.

д. Според условията на работа радиопредавателите са:

- стационарни;
- возими;
- носими.

2.1.3. Видове работа на радиопредавателите

Радиопредавателите могат да имат само един вид работа, т.е. да могат да работят само с един вид модулация или чрез превключване да имат няколко вида работа с няколко вида модулация. Класификацията им по вида на работа съгласно с регламента на МККР от 1982 г. е прието да се извършва, като се използват за тези цели три основни и два допълнителни символа.

Първият символ е буква, която обяснява вида на модулацията на основното трептене, както следва:

- N — само немодулирано носещо трептене;
- A — нормална АМ с носещо трептене и две странични ленти;
- H — АМ с носещо трептене и една странична лента;
- R — АМ с частично потиснатото (–18 dB) носещо трептене и с една странична лента;
- J — АМ със силно потиснатото (–40 dB) носещо трептене и с една странична лента;
- V — АМ с носещо трептене и две независими странични ленти;
- F — честотна модулация (ЧМ);
- G — фазова модулация (ФМ);
- D — комбинирана амплитудна и ъглова (честотна или фазова) модулация;
- P — немодулирана импулсна поредица;
- K — амплитудно-импулсна модулация (АИМ);
- L — широчинно-импулсна модулация (ШИМ);
- M — позиционно-импулсна модулация (ПИМ);
- Q — ъглова модулация (ЧМ или ФМ) на радиочестотното запълване на импулсите;

V — комбинирана импулсна модулация.

Вторият символ е цифра, която показва характера на модулиращия сигнал: 0 — модулиращ сигнал отсъства; 1 — един дискретен сигнал без използване на модулирано подносещо трептене; 2 — един дискретен сигнал с използване на модулирано подносещо трептене; 3 — един аналогов сигнал; 7 — два или повече дискретни сигнали; 8 — два или повече аналогови сигнали; 9 — комбинация от дискретни и аналогови сигнали.

Третият символ е буква, която означава вида на предаваната информация: N — информация не се предава; A — телеграфия, предназначена за слухово приемане; B — телеграфия, предназначена за автоматично приемане; C — телефакс (фототелеграфия); D — предаване на данни, сигнали на телеметрия или телеуправление; E — звукови сигнали; F — телевизия (видеосигнали); W — комбинация от горните видове.

Четвъртият символ е буква, която дава допълнителна характеристика за предаваната информация, а петият символ, който е също буква, означава начина на уплътнение на каналите.

Измерването на качествените показатели на радиопредавателите при споменатите по-горе различни видове работа се извършва по различен начин.

2.1.4. Качествени показатели на радиопредавателите

Радиопредавателите се характеризират с редица качествени показатели. Те се дават както като параметри (цифрови величини), така и като характеристики, които представляват функционална зависимост на даден показател от променяща се в зададен интервал величина като честота, амплитуда на сигнала и т. н.

Качествените показатели на радиопредавателите се разделят на няколко групи:

- електрически;
- конструктивно-технологични;
- експлоатационни;
- специални.

2.2. ЕЛЕКТРИЧЕСКИ КАЧЕСТВЕНИ ПОКАЗАТЕЛИ НА РАДИОПРЕДАВАТЕЛИТЕ

Електрическите показатели са: изходна мощност, честота на носещото трептене, нестабилност на честотата на носещото трептене, вид на модулацията и качествени показатели, характеризиращи модулираното трептене в изхода на предавателя, общ (промишлен) КПД, вид на електрозахранването и параметри, които го характеризират, изходен импеданс, максимално ниво на висшите хармоници и на всички извънлентови съставки в честотния спектър на изходния радиосигнал.

а. Изходна мощност на радиопредавателя. Това е един от основните качествени показатели на всеки радиопредавател. Тя определя далечината на действие и надеждността на радиовръзката. Необходимата изходна мощност се определя от разстоянието, на което трябва да се осъществи радиовръзката, и от честотния (вълновия) обхват, в който работи радиопредавателят. Под изходна мощност се разбира мощността, отдавана в антенно-фидерното устройство. При различните видове работа на радиопредавателя тази мощност се дефинира по различен начин. При предаватели с обикновена амплитудна модулация АЗЕ под изходна мощност се разбира мощността в носещ режим, при еднолентова модулация ЈЗЕ — върховата (пиковата) мощност, при телевизионните предаватели на изображение (видеопредавателите) НЗФ — върховата мощност на ниво „синхросигнал” и т. н.

б. Честота на носещото трептене. Нарича се още работна честота на радиопредавателя. Изискванията към работната честота или работния честотен обхват на радиопредавателя се определят основно от необходимата далечина на радиовръзката и от условията на разпространение на радиовълните. В зависимост от предназначението си радиопредавателят може да работи на една или няколко фиксирани честоти или в непрекъснат честотен обхват в един или повече от изброените в табл. 2.1 подобхвати. Така например радиопредавателите, предназначени за далечни радиовръзки, работят в повечето случаи в целия декаметров подобхват (от 3 до 30 MHz), предавателите за УКВ—ЧМ качествено радиоразпръскване — в части от метровия подобхват (64,5—74 MHz и 87,5—108 MHz), телевизионните предаватели — в части от метровия подобхват (174—230 MHz за III ТВ обхват) и в части от дециметровия подобхват (470—960 MHz за IV и V ТВ обхвати), предавателите за радиорелейни линии, радиолокация и

спътникови радиовръзки и радиоразпръскване — в части от сантиметровия подобхват.

в. Нестабилност на честотата на носещото трептене и точност на нейното установяване. Този параметър в значителна степен определя надеждността на радиовръзката и бързината на установяването ѝ.

Нестабилността на честотата на предавателя и неточността на нейното установяване изискват увеличение на честотната лента на пропускане на радиоприемника, което води до влошаване на шумоустойчивостта и до загуба на време за донастройване на честотата на приемника. Нестабилността на честотата на предавателя и неточността на нейното установяване водят също така до смущения в съседния радиоканал. Поради това изискванията към тези показатели в съвременните радиопредаватели са много високи.

Различават се абсолютна нестабилност на честотата Δf , която е равна на разликата от моментната стойност f и номиналната стойност $f_{\text{ном}}$:

$$\Delta f = f - f_{\text{ном}}, \quad (2.1)$$

и относителна нестабилност

$$\Delta f / f_{\text{ном}}. \quad (2.2)$$

Като качествен показател на радиопредавателите по правило се използва относителната нестабилност на честотата, поради което прилагателното „относителна” обикновено се изпуска, но се подразбира. Ако някъде става въпрос за абсолютна нестабилност, това изрично се уточнява.

Нестабилността на честотата на радиопредавателя се определя преди всичко от генератора на носещото трептене. Нестабилността на честотата, получена в него, не може да се отстрани или намали в следващите стъпала на предавателя. Затова основните усилия за намаляване на нестабилността на честотата се концентрират върху генератора на носещото трептене. Нестабилността на честотата се дължи на различни дестабилизиращи фактори. По-важните от тях са: изменение на околната температура, нестабилност на захранващите напрежения, различни механични въздействия, като вибрации и удари, шумовите съставки в токовете на активния елемент на генератора и топлинните шумове в честотно-определящата трептяща система и др.

Различават се също така кратковременна и дълговременна нестабилност на честотата. Границата между тях е условна и зависи от времето на наблюдение t_n . Прието е при $t_n < 1s$ нестабилността на честотата да се счита за кратковременна, а при $t_n > 1s$ — за дълговременна. Максималната дълговременна относителна нестабилност на честотата на носещото трептене в съвременните радио-

предаватели е в границите $\pm 10^{-5} + \pm 10^{-7}$. В специални случаи, например при радиопредавателните станции, излъчващи еталонна честота и еталонно време, тя е от порядъка на 10^{-12} .

г. Вид на модулацията и качествени показатели, характеризиращи модулираното трептене в изхода на радиопредавателя. Изискванията към вида на модулацията и качеството на предаваните сигнали се определят от предназначението на предавателя. В изискванията към качеството на предаване на сигналите се указват максималната стойност на коефициента на модулация m_{\max} (при АМ), максималната девиация на честотата Δf_{\max} (при ЧМ), максималната девиация на фазата $\Delta \varphi_{\max}$ (равна на максималния индекс на модулация $m_{\max} = \Delta \varphi_{\max}$), широчината на честотната лента, подлежаща на предаване, допустимите честотни изкривявания, допустимият коефициент на хармониците, допустимото ниво на паразитна модулация.

д. Общ (промишлен) КПД. Той се определя като отношение на височестотната мощност, отдавана в антенно-фидерната система, към общата мощност, консумирана от всички токоизточници. Увеличението на к. п. д. на предавателя снижава консумираната от него мощност и позволява да се намалят неговите размери и маса. Общият к. п. д. на съвременните радиопредаватели се движи в границите до 40—50%.

е. Вид на електрозахранването и параметри, които го характеризират. В зависимост от мощността на радиопредавателя и от това, дали е стационарен, возим или носим, видът на електрозахранването е различен. При носимите и возимите радиопредаватели захранващият токоизточник най-често е галванична или акумулаторна батерия. Във возимите корабни и самолетни радиостанции източник на електрозахранване е бордовата електромрежа. При стационарните радиопредаватели захранващият токоизточник е еднофазна мрежа $U=220$ V, 50 Hz, ако предавателят е маломощен, и трифазна мрежа $U=220/380$ V, 50 Hz, ако е средномощен. Мощните и особено свръхмощните радиопредаватели се захранват от собствена подстанция, която има връзка с повече от един далекопровод. Определена е и допустимата нестабилност на напрежението на захранващия токоизточник, при която останалите качествени показатели не излизат извън допустимите норми.

Максимално ниво на висшите хармоници и на всички извънлентови съставки в спектъра на изходния сигнал. Нормите на този показател са различни за радиопредавателите, работещи в различните радиочестотни подобхвати. За количествена представа може да се посочи средната норма — 60 dB, спрямо нивото на изходната мощност, но не повече от 25 mW за подобхватите на метраметровите, километровите и хектометровите вълни и под 1 mW за подобхватите на метровите и дециметровите вълни.

2.3. ИЗМЕРВАНЕ НА ИЗХОДНАТА МОЩНОСТ НА РАДИОПРЕДАВАТЕЛИТЕ

2.3.1. Особености на измерването на мощността при различните видове работа

Както беше вече споменато, съвременните радиопредаватели се отличават с голямо разнообразие по отношение на изходната им мощност, която може да бъде единици миливата (при микромощните) и достига до единици мегавата (в непрекъснат режим) при свръхмощните. В импулсен режим изходната мощност на някои радиопредаватели достига до стотина мегавата. Измерването на мощността при различните видове работа на радиопредавателя (разгледани в т. 2.1.3) се определя от съответните стандарти. Така например мощността на радиопредавателите при обикновена АМ (вид на работа АЗЕ) се измерва в носещ режим, т. е. при липса на модулиращ сигнал. При телеграфен режим на работа А1А (амплитудна ръчна манипулация с един дискретен сигнал без използване на модулирано носещо трептене) мощността се измерва при натиснат морзов манипулатор. При еднолентова модулация (вид на работа ЈЗЕ) се измерва върховата (пиковата) мощност при максимален модулиращ сигнал, съответстващ на 100% дълбочина на модулация. Мощността на видеопредавателите (вид на работа НЗФ) се измерва при непрекъснато излъчване на ниво „черно“ (по-точно ниво, съответстващо на гасящите импулси) — $P_{\text{гас}}$. Тъй като номиналната мощност на видеопредавателите $P_{\text{ном}}$ се определя като върхова (пикова) мощност на нивото на синхроимпулсите, тя след това се изчислява чрез измерената:

$$P_{\text{ном}} = P_{\text{гас}} / 0,75^2 = 1,78 P_{\text{гас}}. \quad (2.3)$$

Мощността на импулсните радиопредаватели $P_{\text{и}}$ се определя, като се измери средната мощност $P_{\text{ср}}$, а след това се изчислява

$$P_{\text{и}} = P_{\text{ср}} / (F\tau), \quad (2.4)$$

където F е честотата на следване на импулсите, а τ — продължителността на радиоимпулса, измерен на ниво 0,5 от максималната стойност на обвиващата му.

2.3.2. Основни методи за измерване на мощността

На практика при радиопредавателите се използват два основни метода за измерване на мощност:

- измерване на поглъщаната мощност;
- измерване на преминаващата мощност.

При първия метод се измерва мощността, разсейвана в съгласуван активен товар (изкуствена антена), който като правило е съставна част на самия измервател на мощност, но може да бъде и отделно. Реалният товар (антената) се изключва и цялата мощност се поглъща от изкуствения товар.

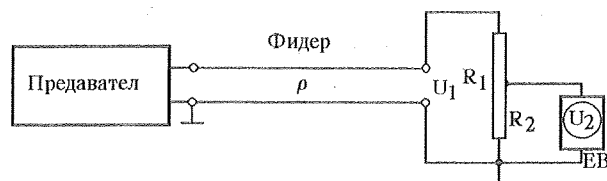
При втория метод през измервателя на мощност транзитно преминава основната част от мощността и само една малка част от нея се отклонява (например чрез използване на насочен отклонител) и се разсейва върху активен товар. При този начин измервателят на мощност консумира само една малка част от измерваната мощност.

2.3.3. Измерване на мощността чрез напрежението върху резистор

Ако изходът на радиопредавателя и резисторът R_1 (антенният еквивалент) са свързани чрез фидер с вълново съпротивление ρ и ако фидерът е съгласуван с антенния еквивалент, т.е. $\rho = R_1$, изходната мощност на предавателя се определя чрез израза

$$P_- = \frac{U_1^2}{\rho} = \frac{U_1^2}{R_1} = U_2^2 \frac{R_1}{R_2^2}, \quad (2.5)$$

където U_1 е напрежението върху резистора (фиг. 2.1).

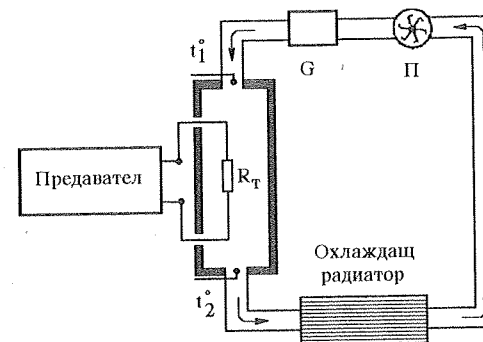


Фиг. 2.1

Самият резистор може да бъде реализиран по най-различен начин. Важно условие в случая е той да бъде чисто активен товар без паразитни реактивности (индуктивности и капацитети). При големи мощности електронният волтметър се включва към част от резистора, а не към двата му края. С това се увеличават границите на измерваната мощност при зададено максимално допустимо напрежение на електронния волтметър. Освен това включването на волтметър към част от резистора внася по-малка паразитна реактивност в измерваната верига, а следователно и по-малка грешка в измерването. Този метод намира широко приложение в подобхватите на мириаметровите, километровите, хектометровите и декаметровите вълни.

2.3.4. Калориметрични измерватели на мощност

Тези измерватели са най-използувани за измерване на високочестотна мощност до стотици киловати. Същността на измерването се състои в определяне на количеството топлина, която се получава в антенния еквивалент на изхода на радиопредавателя. Мощността на предавателя се определя чрез измервателната постановка на фиг. 2.2. Високочестотната мощност се разсейва върху резистора R_1 (антенен



Фиг. 2.2

еквивалент), поставен в затворен съд, през който тече течност, отнемаша отделената топлина. Течността се движи в затворен кръг чрез помпа $П$. На входа и изхода на съда, в който се намира антенният еквивалент, са поставени термометри, които отчитат разликата в температурите $\Delta t^\circ = t_1^\circ - t_2^\circ$. В затворения кръг на течността е включен уред G , измерващ дебита в cm^3/s . Мощността на предавателя е

$$P_- = 4,19GCD \Delta t^\circ, \quad (2.6)$$

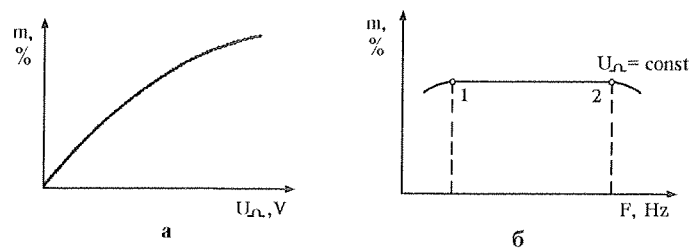
където C е топлоемкостта на калориметричната течност в $\text{cal/g}^\circ\text{C}$, D — плътността на течността в g/cm^3 , а Δt° — температурната разлика в $^\circ\text{C}$.

2.4. ИЗМЕРВАНЕ НА КАЧЕСТВЕНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ХАРАКТЕРИЗИРАЩИ МОДУЛИРАНОТО ТРЕПТЕНИЕ В ИЗХОДА НА РАДИОПРЕДАВАТЕЛЯ

Към тези качествени показатели спадат:

- коэффициент на модулация m при АМ, респ. девиация на честотата Δf при ЧМ;

б) амплитудна модулационна характеристика $m(U_{\Omega})$ ($F = \text{const}$) при АМ (фиг. 2.3 а), респ. $\Delta f(U_{\Omega})$ ($F = \text{const}$) при ЧМ, която има аналогичен вид на показаната на фиг. 2.3 а;



Фиг. 2.3

в) честотна модулационна характеристика $m(F)$ ($U_{\Omega} = \text{const}$) при АМ (фиг. 2.3 б), респ. $\Delta f(F)$ ($U_{\Omega} = \text{const}$) при ЧМ;

г) модулационна характеристика на нелинейните изкривявания, която представлява зависимостта на коефициента на хармониците k от коефициента на модулация m — $k(m)$ ($F = \text{const}$) при АМ, респ. $k(\Delta f)$ ($F = \text{const}$) при ЧМ;

д) ниво на паразитна амплитудна модулация, респ. ниво на паразитна честотна модулация.

Всички тези качествени показатели се измерват с помощта на професионални измервателни уреди: измервател на коефициент на амплитудна модулация, измервател на честотна девиация, измервател на нелинейни изкривявания, и измерванията с тях се извършват бързо и удобно.

Когато липсва необходимата измервателна апаратура в пълен комплект, някои от споменатите по-горе качествени показатели могат да се определят, макар и с по-малка точност, с помощта на осцилоскоп. Така например коефициентът на амплитудна модулация m може да се определи от екрана на осцилоскопа чрез величините, които са показани на фиг. 2.4, като се използва формулата

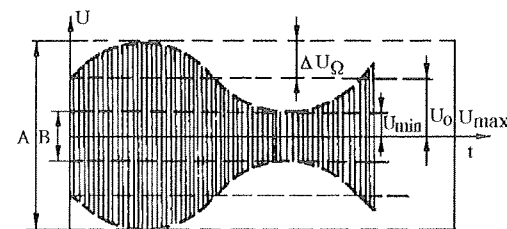
$$m = \frac{A-B}{A+B} \cdot 100\% \quad (2.7)$$

Чрез този индиректен метод може да се снемат амплитудната модулационна характеристика при АМ. За тази цел честотата на модулиращия сигнал се нагласява равна на $F = 1000$ Hz, амплитудата му U_{Ω} се изменя дискретно от нула до получаване на $m = 100\%$.

По аналогичен начин се снемат честотната модулационна характеристика при АМ. За тази цел най-напред се подава модулиращ

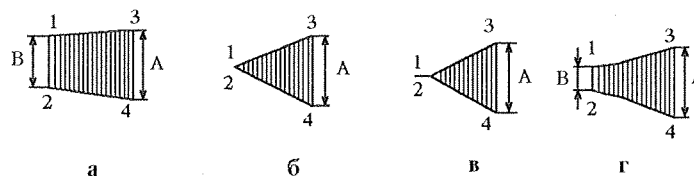
сигнал с честота $F = 1000$ Hz и се установява такава амплитуда, при която коефициентът на модулация $m \approx 50\%$. След това амплитудата се поддържа постоянна, а се променя честотата на модулиращия сигнал дискретно от 10 Hz до 20 kHz. За всяка стойност на F от екрана на осцилоскопа се определя m .

Освен това може да се добие приблизителна представа за нелинейните изкривявания също с помощта на осцилоскоп. За тази



Фиг. 2.4

цел модулираният сигнал се подава на вход Y (вертикално отклоняващия усилвател) на осцилоскопа. На вход X (горизонтално отклоняващия усилвател) се подава модулиращият сигнал U_{Ω} , като се изключва генераторът на вътрешното развиващо напрежение. Тогава на екрана на осцилоскопа се появяват фигури като тези, показани на фиг. 2.5. При нула модулиращ сигнал на екрана се получава правоъгълник. С увеличаване на U_{Ω} той се превръща в трапец (фиг. 2.5 а), при $m = 100\%$ се получава триъгълник (фиг. 2.5 б), а при преамодулация, т. е. при $m > 100\%$ — изображението, показано на фиг. 2.5 в. Ако в модулирания сигнал се появят нелинейни изкривявания, се получава изображение, подобно на фиг. 2.5 г, където страните на трапеца, респ. на триъгълника, вместо прави линии се получават повече или по-малко изкривени.



Фиг. 2.5

Ако има фазови изкривявания между обвиващата крива на модулирания и модулиращия сигнал, двете страни на трапеца, респ. на триъгълника, се превръщат в елипсоподобни затворени криви.

От гореизложеното следва, че с помощта на осцилоскоп може да се получи, макар и приблизително, добра представа за процесите и основните качествени показатели на едно амплитудно-модуляционно стъпало.

ЛИТЕРАТУРА

Тихчев, Х. Радиопредавателна техника и радиорелейни линии. С., Техника, 1989.

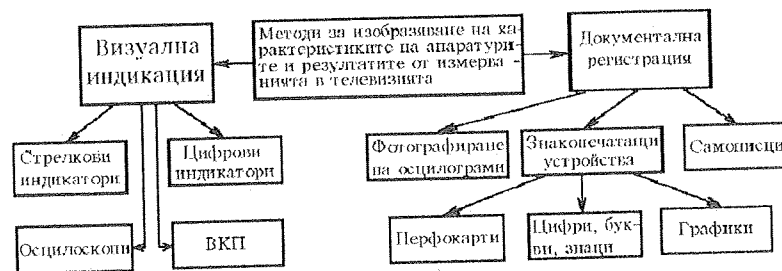
Глава трета

ИЗМЕРВАНИЯ В ТЕЛЕВИЗИОННАТА ТЕХНИКА

3.1. ОБЩИ СВЕДЕНИЯ ЗА ТЕЛЕВИЗИОННИТЕ ИЗМЕРВАНИЯ И ТЕЛЕВИЗИОННИЯ КОНТРОЛ

Към телевизионните измервания се отнасят измерванията на параметрите на телевизионните изображения, видеосигналите и електрическите параметри на различните телевизионни устройства, а също и на величините, характеризиращи техния режим и техническо качество на телевизионните изображения.

При телевизионните измервания се използват различни средства за индикация и регистрация на резултатите (фиг. 3.1). За наблюдение на видеосигналите и различните видове импулси като най-подходящ уред се е паложил осцилоскопът. За обща визуална оценка на качеството на предаваното изображение се използва видеоконтролният приемник (ВКП). Комплексата субективна визуална оценка на работата на телевизионните устройства се дава с помощта на различни телевизионни изпитвателни таблици (ТИТ), които се наблюдават на екрана на ВКП.



Фиг. 3.1

Контролно-измервателната техника има три основни направления:

– методи и устройства за лабораторни измервания в процеса на научните изследвания, като на първо място се поставя изискването за висока точност на измерванията и универсалността на методите;

– методи и апаратура за контрол и измерване на параметрите на телевизионни устройства в процеса на производството и по време на експлоатацията им, като най-често се сравняват резултатите от измерванията с предварително уточнени допустими норми;

– телевизионни измервателни информационни системи (ТИИС) за контрол, измерване и анализ на работата на телевизионни уст-