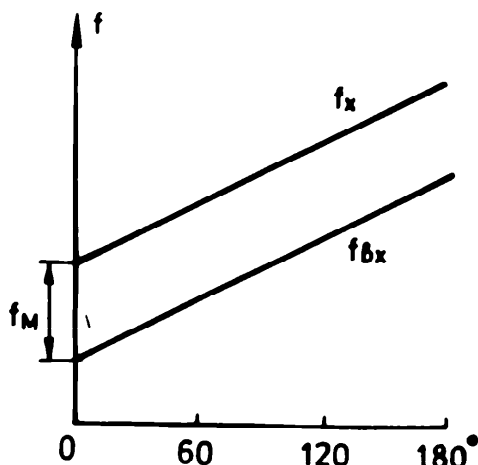


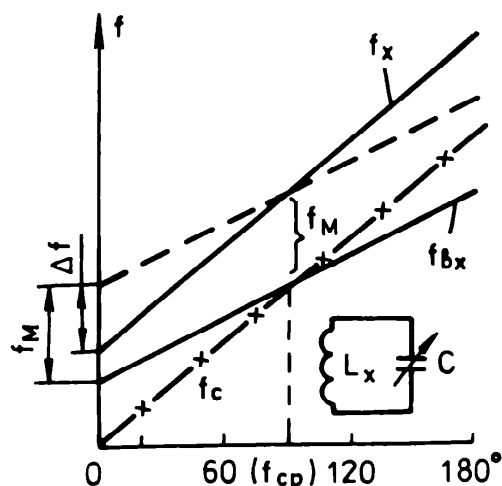
ЗА НЕТОЧНОСТТА НА СПРЯГАНЕТО НА НАСТРОЙКИТЕ

При пренастройване на суперхетеродинен приемник трябва едновременно да се пренастройват кръгът на хетеродина и кръговете на входа на приемника, т.е. настройващите кондензатори на тези кръгове трябва да бъдат обединени на една ос. Входният кръг трябва да бъде настроен на честота $f_{вх}$ на приемания сигнал ($f_{вх} = f_c$), а хетеродинният – на честотата на входния плюс стойността на междинната честота: $f_x = f_{вх} + f_m$. При завъртане на копчето на кондензаторния блок за настройка едновременно ще се пренастройват и хетеродинният, и входният кръг. Естествено при пренастройването разликата между настройките на кръговете $f_x - f_{вх} = f_m$ не трябва да се изменя (фиг. 42). Но в действителност не става така. Разбира се, ако кръговете биха били настроени на една и съща честота, биха се пренастройвали съвършено еднакво. Но те са настроени на различни честоти и това е причината при един и същи ъгъл на завъртане на настройващите кондензатори пренастройването им да се извършва различно. Причината е в това, че на по-висока честота кръгът като че ли е "по-чувствителен" към изменението на капацитета. За да потвърдим това, ще извършим малко изчисление. Тъй като в процеса на настройката на приемника се изменя само капацитетът на кондензатора на кръга от C_{min} до C_{max} , а индуктивността и другите параметри на кръга си остават неизменни, то след като приемем $C_{min} = 10 \text{ pF}$, а $C_{max} = 490 \text{ pF}$, можем да запишем

$$n \quad f_{max}/f_{min} = \sqrt{C_{max}}/\sqrt{C_{min}} \quad \sqrt{490}/\sqrt{10} = \sqrt{49} = 7.$$



Фиг. 42. Идеална форма на изменението на честотата на настройката на хетеродинния и входния кръг



Фиг. 43. Спрягане на настройките на хетеродинния и входния кръг на честота f_{cp}

Отношението $n = f_{\max}/f_{\min}$ се нарича *препокриване по честота* и в дадения случай е равно на 7. Затова, ако честотата $f_{\max} = 1500 \text{ kHz}$ (при средновълновия обхват), то честотата $f_{\min} = f_{\max}/7 = 1500/7 \approx 214 \text{ kHz}$. Следователно изменението на капацитета с 480 pF в средновълновия обхват предизвиква изменение на настройката на кръга с 1286 kHz . Ако се приеме $f_{\max} = 15000 \text{ kHz}$ (при късовълновия обхват), при същото изменение на капацитета 480 pF минималната честота на кръга $f_{\min} = f_{\max}/7 = 15000/7 = 2140 \text{ kHz}$, т.е. изменението на честотата на настройката на кръга представлява вече $12\,860 \text{ kHz}$. Десет пъти повече!

По условие честотата на хетеродинния кръг на суперхетеродинния приемник е почти с 500 kHz по-висока от честотата на настройката на входния високочестотен кръг: $f_x = f_{bx} + f_M$. Следователно при едно и също изменение на капацитета честотата на настройката на хетеродинния кръг се изменя повече отколкото честотата на настройката на входния кръг. Затова, ако в средата на обхвата чрез съответен подбор на индуктивностите двата кръга се настройват по такъв начин, че да бъде спазено съотношението $f_x - f_{bx} = f_M$, на нискочестотния край на обхвата честотата на хетеродина ще се приближи към честотата на настройката на входния кръг, а на високочестотния край честотата на хетеродина, обратно, ще се отдалечи от честотата на настройката на входния кръг (фиг. 43).

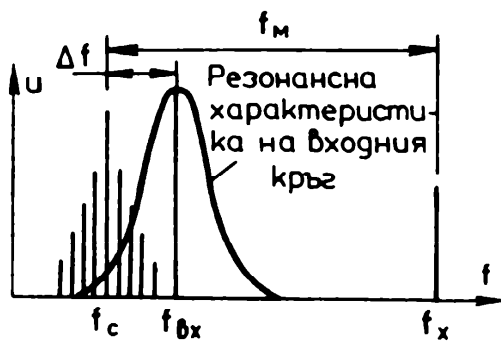
Приемникът приема без изкривявания радиостанцията, работеща на честота f_c , ако честотата на хетеродина f_x е по-висока от честотата на радиостанцията с междинна честота f_M . Това условие трябва да се изпълнява във всички точки на обхвата. При това

входният кръг трябва да бъде настроен точно на честотата на радиостанцията: $f_{вх} = f_c$. Обаче това не се получава. Ако при пренастройването на приемника по обхвата честотата на хетеродинния кръг би се изменяла така, както е показано на фиг. 43 с прекъсната линия, т.е. ако би следвала точно изменението на честотата на настройката на входния кръг, входният кръг винаги би бил настроен на честотата на приеманата радиостанция ($f_{вх} = f_c$), а хетеродинът – на честота f_x , която с f_m е по-висока от честотата f_c . Но, както изяснихме, честотата на хетеродинния кръг се изменя не така, както честотата на настройката на входния кръг. Ако на средната честота на обхвата $f_{ср}$ кръговете са настроени по такъв начин, че е спазено съотношението $f_x - f_{вх} = f_m$ (при което $f_{вх} = f_c$), в краищата на обхвата това съотношение се нарушава.

Разбира се, приемникът и в този случай ще приема сигналите на радиостанцията, работеща на честота f_c , тъй като трептенията на хетеродина образуват със сигнала на радиостанцията биения с междинна честота – нали съотношението $f_x - f_c = f_m$ е спазено! Не бъркайте честотата на приеманата радиостанция f_c с честотата на настройката на входния кръг $f_{вх}$. Съотношението $f_x - f_c = f_m$ е задължително условие за приемане на дадена радиостанция, работеща на честота f_c . А съотношението $f_x - f_{вх} = f_m$ е желателно условие, но приемането на радиостанция, работеща на честота f_c , е възможно и при неспазване на това условие, т.е. когато честотата на настройката на входния кръг $f_{вх}$ не е равна на честотата на приеманата радиостанция f_c .

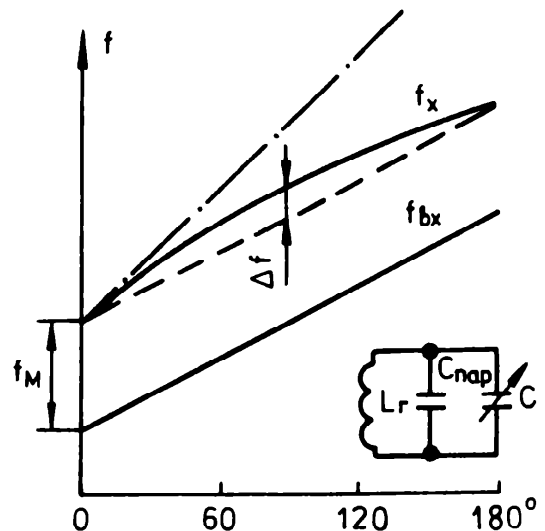
При пренастройване на приемника по обхвата честотата на хетеродина f_x се изменя линейно (фиг. 43). Ако на графиката за всяка стойност на честотата на хетеродина f_x се посочат честотите, на които е възможно приемането на радиостанцията, те ще се разположат по правата на f_c . Както се вижда, тази права пресича правата, характеризираща настройката на входния кръг ($f_{вх}$), в средата на обхвата. Само тук входният кръг ще бъде настроен точно на честотата на приеманата радиостанция f_c , т.е. съотношенията $f_x = f_c + f_m$ и $f_x - f_{вх} = f_m$ ще бъдат спазени едновременно. Във всички пък останали точки на обхвата входният кръг ще се окаже разстроен спрямо честотата на приеманата радиостанция.

Да разгледаме какво ще стане в този случай. Да вземем за пример нискочестотния участък на обхвата. Тук честотата на настройката на входния кръг се е доближила до честотата на настройката на хетеродинния кръг и разликата между честотите на настройките им е станала по-малка от f_m . Тъй като честотата, на която суперхетеродинният приемник може да приеме радиостанцията, обезателно трябва да бъде с f_m по-ниска от честотата на хетеродина, при дадена-



Фиг. 44. Неточност на спрягането Δf на настройките на хетеродинния и входния кръг

Фиг. 45. Включване на кондензатора $C_{\text{пар}}$ в хетеродинния кръг



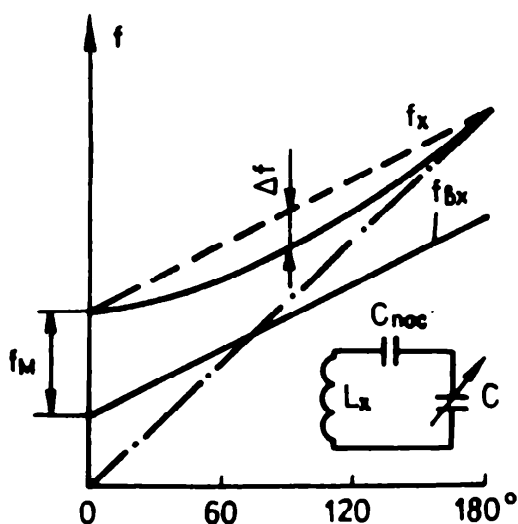
та настройка на хетеродина приемникът ще приема радиостанцията на честота f_c (фиг. 44). Но тъй като честотата на настройката на входния кръг се е приближила до честотата на хетеродина, входният кръг ще се окаже разстроен по отношение на честотата f_c с Δf . Разбира се, приемникът пак ще приема радиостанцията на честота f_c , но сигналът ѝ ще бъде много отслабен и изкривен от входния кръг. Ако пък разстройката Δf е много голяма (което се случва на края на обхвата), а входният кръг има голям качествен фактор, той до такава степен ще потисне сигнала на радиостанцията, че приемането на честотата f_c въобще ще бъде невъзможно. На височестотния участък на обхвата, на който честотата на настройката на входния кръг ще се отдалечи от честотата на хетеродина с честота, по-висока от f_m , разстройката Δf ще има друг знак.

Следователно настройката на входния кръг трябва точно да следва настройката на хетеродинния кръг, за да бъде разликата между честотите на настройките им винаги равна на f_m . По-добре е да се формулира тази задача иначе: да се застави настройката на хетеродинния кръг да следва настройката на входния, за да остане разликата между тях винаги равна на f_m . Практически да се "завърже" настройката на хетеродинния кръг към настройката на входните кръгове е по-лесно, макар и затова, че хетеродинният кръг в приемника е един, а кръговете, настройвани на честотата на сигнала, могат да бъдат няколко. Това именно "завързване" всъщност е спрягането на кръговете.

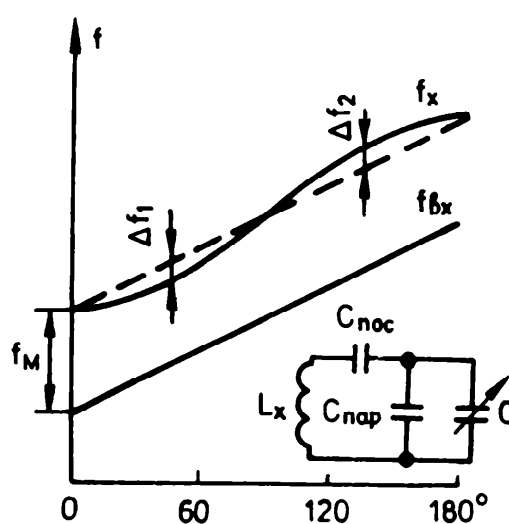
Ще започнем от това, че ще извършим спрягане на настройките на кръговете на нискочестотния участък на обхвата. За тази цел ще поставим блока от настройващи кондензатори в положение на максимален капацитет и ще настроим хетеродинния кръг с помощта на бобината (чрез изменяне на броя на навивките на бобината или

чрез изменение на положението на ядрото) по такъв начин, че честотата на хетеродина да бъде по-висока от честотата на настройката на входния кръг точно с f_m . По-нататък чрез завъртане на копчето за настройка на приемника ще намалим капацитета на кондензаторния блок, т.е. ще настроим приемника на по-висока честота от обхвата. При това честотата на настройката на хетеродинния кръг ще нараства по-бързо (линията с черти и точки на фиг. 45) от честотата на входния кръг. За да не нараства честотата на хетеродинния кръг толкова бързо, трябва да се намали скоростта на изменение на капацитета на настройващия кондензатор на хетеродинния кръг, а за това трябва да се включи паралелно кондензатор с малък постоянен капацитет $C_{\text{пар}}$ и съответно така да се измени индуктивността на хетеродинния кръг L_x , че включването на $C_{\text{пар}}$ да не доведе до изменение на спрягането на нискочестотния край на обхвата. Тогава според намаляването на капацитета на настройващия кондензатор влиянието на този паралелен кондензатор ще започне да се проявява все по-силно и в резултат повишаването на честотата на хетеродина ще се забави. Капацитетът на кондензатора $C_{\text{пар}}$ може да се подбере така, че и на високочестотния край на обхвата да се извърши точно спрягане. По този начин с помощта на кондензатора $C_{\text{пар}}$ се получава точно спрягане вече в две точки на обхвата. Най-голяма неточност на спрягането Δf ще има в средата на обхвата, но по абсолютна стойност тя е значително по-малка от неточността, показана на фиг. 43.

Възможен е обаче и друг начин за спрягане в две точки на обхвата: да се включи в хетеродинния кръг последователен кондензатор $C_{\text{пос}}$ (фиг. 46). При това отначало ще поставим блока от настрой-



Фиг. 46. Включване на кондензатора $C_{\text{пос}}$ в хетеродинния кръг



Фиг. 47. Включване на кондензаторите $C_{\text{пос}}$ и $C_{\text{пар}}$ в хетеродинния кръг

ващи кондензатори в положение на минимален капацитет (на високочестотния край на обхвата) и чрез регулиране на индуктивността ще настроим хетеродинния кръг на честотата на точното спрягане. След това ще вкарваме докрай пластините на блока от настройващи кондензатори. Ако не беше включен кондензаторът $C_{\text{пос}}$, изменението на честотата на хетеродина би ставало така, както е показано с линията от черти и точки на фиг. 46. Но наличието на кондензатора $C_{\text{пос}}$ намалява общия капацитет на кръга на хетеродина (ако два кондензатора са включени последователно, общият им капацитет ще бъде по-малък от капацитета на по-малкия от тях). Затова според увеличаването на капацитета на настройващия кондензатор C влиянието на кондензатора $C_{\text{пос}}$ започва да се проявява все повече и честотата на хетеродина няма да се намалява така интензивно както без този кондензатор. Капацитетът на кондензатора $C_{\text{пос}}$ може да се избере така, че на нискочестотния участък на обхвата също да има точно спрягане на настройките на хетеродинния и входния кръг. Знакът на неточността на спрягането Δf при това е различен в сравнение със знака при спрягане с помощта на кондензатора $C_{\text{пар}}$, т.е. при спрягане с помощта на кондензатора $C_{\text{пар}}$ действителната междинна честота превишава номиналната стойност на f_m , а при спрягане с помощта на кондензатора $C_{\text{пос}}$, обратно, е по-висока от номиналната стойност на f_m . Ако се обединят двата начина на спрягане – да се включат в хетеродинния кръг двата кондензатора $C_{\text{пар}}$ и $C_{\text{пос}}$, може да се получи спрягане в три точки на обхвата: в средата с помощта на съответен избор на индуктивността L_x (избирането ѝ става при средно положение на ротора на настройващия кондензатор C , когато приемникът е настроен на средната честота на обхвата), с помощта на кондензатора $C_{\text{пос}}$ и на високочестотния с помощта на кондензатора $C_{\text{пар}}$ (фиг. 47). Кривата на спрягането при това има S-образна форма с максимуми на неточността на спрягането Δf_1 и Δf_2 от двете страни на средната точка на спрягане. Абсолютните стойности пък на неточността на спрягането Δf в този случай са по-малки отколкото при спрягането в две точки.

Да разгледаме сега спрягането на настройките от гледна точка на появяването на изкривявания на радиопредаването. Очевидно е, че в точките на точното спрягане не възникват никакви изкривявания: честотата на настройката на входните кръгове $f_{\text{вх}}$ точно съответствува на честотата на носещия сигнал на приеманата радиостанция f_c и ако пропускащата лента на входните кръгове е достатъчна, за да пропусне на входа на преобразувателя всички съставки на спектъра на радиостанцията, то всичко е в ред. А пък в тези точки на обхвата, в които няма точно спрягане, е възможно да се появят изкривявания и да се намали чувствителността на приемника. На

пръв поглед може да изглежда, че въобще не трябва да се допуска никаква неточност на спрягането. Но не трябва да се забравя, че входният кръг има определена пропускана лента, при това тя зависи както от качествения фактор на кръга, така и от честотата, на която той работи. Например на късовълновия обхват и при малък качествен фактор на входния кръг неговата пропускана лента е около 100 kHz. Естествено разстройката Δf на резонансната честота $f_{вх}$ на входния кръг спрямо честотата на приеманата радиостанция f_c ще се отразява само в такъв случай, ако тази честота излезе извън границите на пропусканата лента на входния кръг, т.е. когато Δf е по-голяма от половината пропускана лента $2\Delta f_{0,7}$ на входния кръг.