

КАК РАБОТИ СУПЕРХЕТЕРОДИНЪТ¹

В линейния радиоприемник възможността за усилването на високочестотни трептения е ограничена поради опасността от появата на паразитни трептения (самовъзбуждане), особено в обхвата на късите вълни.

Освен това необходимостта от пренастройване на всички трептящи кръгове при преминаване от една радиостанция към друга усложнява много високочестотния усилвател. Тези две затруднения могат да се отстраният по един и същ начин — чрез преобразуване на приеманите трептения с каквато и да е честота в трептения с една и съща фиксирана честота.

Този метод е използван в суперхетеродинните радиоприемници. Фиксираната честота, която се получава в суперхетеродина, се нарича обикновено *междинна честота* (съкратено се пише МЧ).

Принципът на преобразуване на трепте-

нията на приеманата честота в трептения с междинна честота се състои в следното.

Ако се вземат две трептения с различна честота и се съберат, в резултат ще се получат така наречените биения. Този процес е показан графично на фиг. 7-34. Кривите *A* и *B* съответстват на две хармонични трептения с различна честота, а кривата *B* дава биенията, получени в резултат на събирането ѝ на тези две трептения *A* и *B*.

В кривата *B* лесно се забелязва периодът на биенията, който е отбелаязан на фигурата с буквите *T*. Вижда се, че периодът на тези трептения е по-голям, отколкото периода на всяко от събираните трептения и следователно честотата на биенията е по-малка, отколкото честотата на всяко от събираните трептения.

Честотата на биенията е равна на разликата от честотата на двете събиращи трептения. Колкото по-голяма е разликата между тези

¹ По различни източници.

честоти, толкова по-голяма е честотата на биенията.

Така, ако вземем трептения с честоти 1000 kHz (вълна 300 m) и 1465 kHz (вълна 205 m), биенията, които ще се получат в резултат на събирането на тези трептения, ще имат честота 465 kHz ($1465 - 1000 = 465$), което съответствува на вълна 652 m.

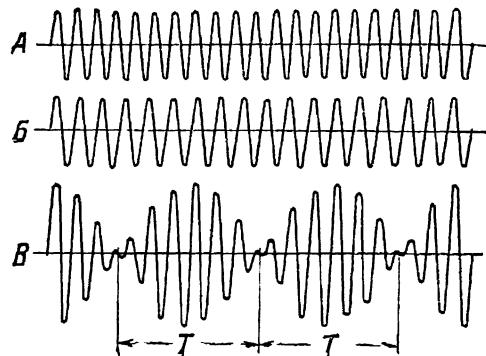
Въпреки че получените биения имат период, съответстващ на междинната честота, те не представляват хармонични трептения с МЧ. За да се получат тези трептения, необходимо е биенията да се детектират. Също както от модулираните трептения при детектирането им се отделят трептения с честотата на модулацията, така и от биенията при детектирането им се отделят трептения с честота, равна на разликата от двете събиранни честоти. Този метод на преобразуване на честотата се нарича *метод на смесване или метод на хетеродиниране*.

Как се реализира този метод при приемане на радиостанция?

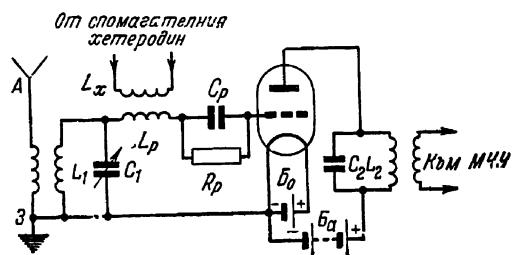
Нека кривата A (фиг. 7-34) представя трептенията, приемани от предавателната станция. Да създадем в приемника спомагателни високочестотни трептения (крива B на фиг. 7-34) чрез хетеродин (генератор с електронна лампа — вж. статията *От микрофона до антена, гл. II*) и да подберем честотата им така, че разликата в честотите на A и B да бъде например 465 kHz. Да съберем получените трептения и да ги пропуснем през детекторната лампа. Тогава в трептящия кръг, включен в анодната верига на лампата и настроен на разликата от честотите, ще получим трептения с разликата от честотите — 465 kHz. Тези трептения се усилват с високочестотен усилвател, който в този случай се нарича *усилвател на междинна честота* (УМЧ).

За преобразуване на честотите може да се използува схемата, дадена на фиг. 7-35. Пристигащите трептения се улавят от приемната антена и през бобината L_1 попадат на решетката на лампата на смесителя. В бобината L_p върху тях се наслагват трептенията със спомагателната честота от бобината L_x на хетеродина. Трептящият кръг L_2C_2 в анодната верига на лампата на смесителя е настроен на разликата от честотите. Получените в резултат на детектирането трептения с разликата от честотите се насочват от този трептящ кръг за по-нататъшно усилване в междинночестотния усилвател.

В съвременните суперхетеродини възбудждането на спомагателните трептения и детектирането на биенията на дълги, средни и къси вълни обикновено се изпълнява от комбини-



Фиг. 7-34. При събиране на две трептения с различни честоти се получават биения



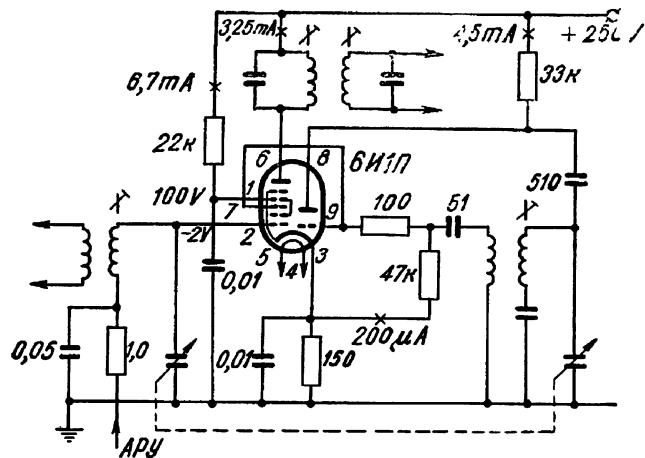
Фиг. 7-35. Опростена схема на честотния преобразувател на хетеродина

раната лампа — триод-хептод или триод-хексод. Схемата на преобразувателя на честота с триод-хептод 6И1П е дадена на фиг. 7-36. Триодната част на лампата работи в хетеродина (обновено той се конструира по схемата с индуктивна връзка, подобна на схемата от фиг. 2-11). В хептодната част на лампата трептенията на приеманата честота се смесват с трептенията на честотата на хетеродина и от получените биения се отделят трептенията с разликата от честотите или с междинната честота. За тази цел трептенията на приеманата честота се подават на първата решетка на хептода, а трептенията от хетеродина — на третата решетка на същата лампа.

Трептящият кръг във веригата на анода на хептодната част на лампата, който е настроен на междинната честота, отделя трептенията на тази честота. По-нататък тези трептения се подават на междинночестотния усилвател.

Използването на комбинирани лампи опростява конструкцията на суперхетеродина с това, че съкраща броя на лампите.

При приемането на модулирани трептения, понеже трептенията на хетеродина имат постоянна амплитуда, биенията, а също така и треп-



Фиг. 7-36. Схема на честотен преобразувател с триод-хептод

тенията с междинна честота, се модулират така, както са модулирани и приеманите трептения. Трептенията с междинна честота след усилването им се подават към втория детектор, а получените след него нискочестотни трептения се насочват в слушалките или в нискочестотния усилвател.

Междинночестотният усилвател съдържа едно, а понякога и две стъпала на резонансно усилване, обикновено с трансформатори. Обикновено се настройва не само едната, а и двете намотки на трансформаторите, с което се постига по-изгодна по отношение на избирателността форма на резонансните криви. Такива трансформатори с две настроени намотки са получили наименованието *лентови филтри*.

Всички филтри чрез донастройващите кондензатори или магнитните ядра се настройват веднаж завинаги на междинната честота, за да може целият междинночестотен усилвател да дава достатъчно усилване и възможно по-голяма избирателност.

Честотата на трептенията на хетеродина може да се изменя в необходимите граници и всеки път тя се подбира така, че заедно с пристигащите трептения да се получава една и съща фиксирана междинна честота. Така при настройката на суперхетеродина честотата на усилваните трептения се «нагажда» под постоянната настройка на резонансния усилвател на междинна честота. В това се изразява едно от най-важните предимства на суперхетеродина, понеже вместо настройка на много междуулампови трептящи кръгове се налага да се настройват само трептящият кръг на хетеродина, входният трептящ кръг на приемника и трептящият кръг на високочестотния усилвател (ако има такъв), т.е. настройката се опростява много.

За да се получи фиксирана междинна честота при каквато и да е вълна, намираща се в обхвата на приемника, необходимо е очевидно обхватът на хетеродина да бъде изместен по отношение на обхвата на входния трептящ кръг на приемника на честота, равна на междинната честота.

Междинната честота се избира обикновено около 465 kHz (по-рядко 110 kHz) и с тази стойност обхватът на хетеродина трябва да се различава от обхвата на входния трептящ кръг на приемника.

Трептенията с междинна честота се детектират с диод и в резултат се получават трептения с ниска честота.

Резонансното усилване на междинната честота само по себе си осигурява голяма чувствителност и избирателност на суперхетеродина, а преобразуването на честотата на приеманите трептения още повече повишава избирателността му поради това, че близколежащите вълни на приеманата и смущаващата станция след преобразуването на честотата се разделяват. Да поясним с пример как става това.

Нека междинната честота е равна на 465 kHz, честотата на приеманата станция 1000 kHz, а честотата на смущаващата станция 1010 kHz, т.е. приеманата и смущаващата станция се различават по честота с 1%.

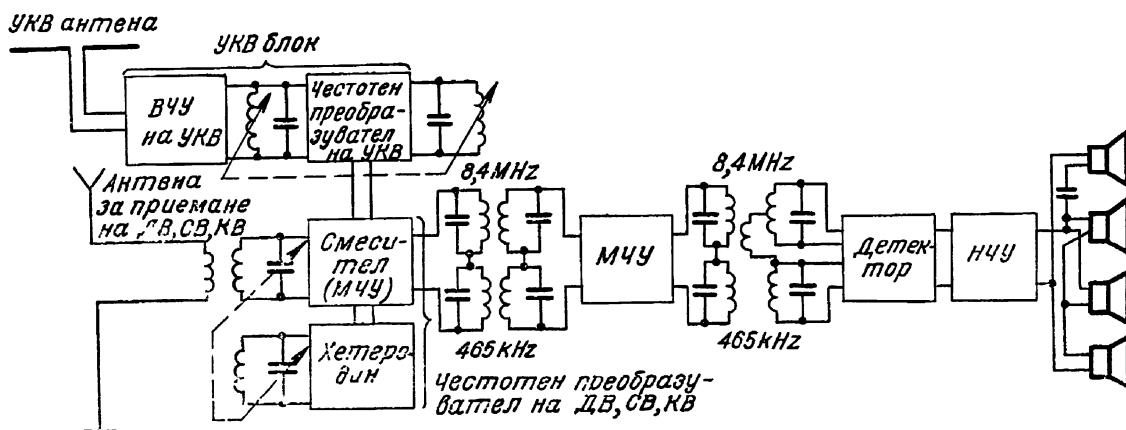
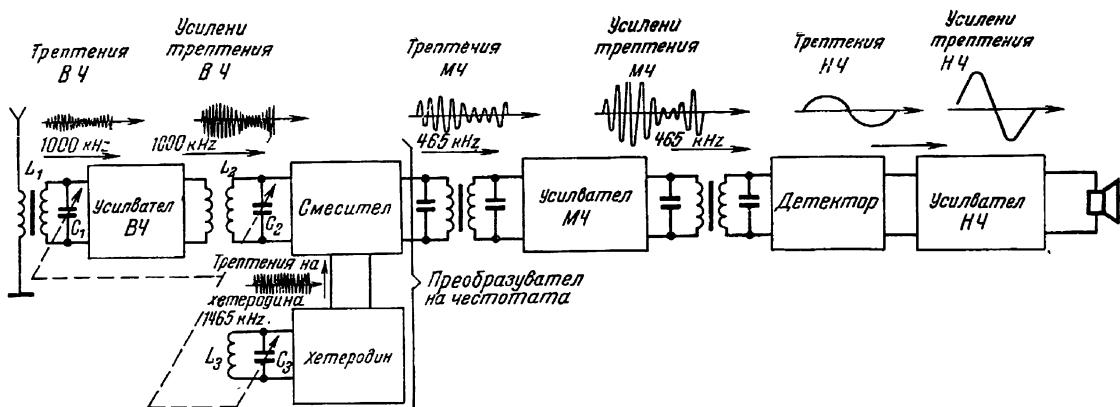
За да се получи в дадения случай междинна честота 465 kHz, необходимо е хетеродинът да се настрои на честота 1465 kHz. Тогава смущаващата станция ще даде трептения с междинна честота 455 kHz, попеже 1465—1010=455.

Сега сигналите на смущаващата станция се различават по честота от сигнала на приеманата станция с повече от 2%. Вследствие на преобразуването на честотата вълните на приеманата и смущаващата станция се различават повече, относителната разстройка се е увеличила и отдалечаването от смущаващата станция се е облекчило.

Като повишава общата избирателност на приемника обаче, преобразуването на честотата открива възможност за проникване на сигнали на смущаваща станция, ако тази станция работи на някая опасна честота.

Това се дължи на обстоятелството, че може да се получи една и съща междинна честота, ако честотата на приеманите сигнали е *по-малка* или *по-голяма* от честотата на хетеродина с необходимата междинна честота. Да поясним това със същия числен пример, който вече разгледахме.

Ако хетеродинът е настроен на честота 1465 kHz, а междинната честота е 465 kHz, трептения с необходимата междинна честота



могат да се получат както от радиостанция, работеща на честота 1000 kHz, така и от радиостанция, която работи на 1930 kHz. И в двета случая разликата в честотите е 465 kHz.

Когато се приема обаче радиостанция, работеща на честота 1000 kHz, на същата честота се настройва входният трептящ кръг на приемника и поради това сигналите на смущаващата радиостанция, работеща на 1930 kHz, ще бъдат значително по-слаби от сигналите на приеманата радиостанция. Суперхетеродинният приемник има изобщо голяма избирателност, по отношение на това така наречено огледално смущение ще има ниска чувствителност.

Огледалното смущение може да се отслаби още повече, като се използува високочестотно усилвателно стъпало.

Типичната блокова схема на суперхетеродин има вида, показан на фиг. 7-37.

В суперхетеродин без високочестотен усилвател е необходимо да се настройват на радио-

станцията два трептящи кръга (входният и хетеродинният). В схемата с високочестотен усилвател броят на настройваните трептящи кръгове се увеличава до три, понеже се прибавя и трептящият кръг на високочестотния усилвател. За да може радиоприемникът да се настройва с едно копче, използват се удвоени и утроени кондензатори с променлив капацитет.

Вследствие на това, че дори при наличността на високочестотен усилвател в суперхетеродина има всичко само три трептящи кръга с променлива настройка, задачата за покриване на широк вълнов обхват се опростява.

Схемата на суперхетеродина с УКВ обхват е по-сложна. В него се прибавя високочестотно усилвателно стъпало и още един честотен преобразувател, които се използват само през време на приемането на УКВ. Те образуват така наречения УКВ блок на приемника (фиг. 7-38). В преобразувателя обикновено

работи един от триодите на двойния триод (например 6Н3П): вторият триод работи във високочестотния усилвател. В резултат на смесването на трептенията на приеманата честота с генерираните в самия приемник трептения се получават трептения с междинна честота 8,4 MHz. Те постъпват на първата решетка на хептодната част на триод-хептода. Тази лампа през време на приемането на УКВ работи като допълнително междинно-честотно усилвателно стъпало, понеже при това се изключва анодното захранване на хетеродина (триодната част на триод-хептода). В анодните вериги на лампите, които усилват междинно-честотните трептения, се включват допълнително лентови филтри, настроени на честота 8,4 MHz.

Нискочестотните трептения се получават от трептенията с междинна честота чрез *декектора на отношенията* (той се нарича още и *дробен детектор*), в който работят два диода. Един от тези диоди се използва също така за детектиране на трептенията с междинна честота 465 kHz за приемане на радиопрограми на дълги, средни и къси вълни.

Както се вижда от изложеното дотук, суперхетеродините имат големи предимства пред линейните приемници.

Общото усилване, което може да се получи от добър суперхетеродин, е извънредно голямо.

Ето защо всички съвременни високочествени радиоприемници се правят по суперхетеродинната схема.