



А. А П О С Т О Л О В

Телевизионни
приемници
Опера и Кристал

Т Е Х Н И К А

В книгата са разгледани подробно схемите и конструктивните решения на отделните стъпала в телевизионните приемници „Опера“ и „Кристал“. При описанието на отделните стъпала накратко се разглеждат съответните постижения на съвременната приемна телевизионна техника. Разглеждани са и характерните повреди в тези приемници, подредени по признак.

Предназначена е за обучаващите се в професионалните курсове на ДОО по телевизия, но може да ползува радиолюбители, сервизни телевизионни техници и специалисти в тази област.

Сканиране: LZ1WVM, обработка: LZ2WSG
2 ноември 2008 година, KN34PC

Редакционна колегия на обществени пачала :
Йорд. Боянов, М. Илиев, Н. Маслев, Д. Мишев, Ив. Петров,
П. Попов, Д. Рачев и В. Терзиев

ЦРЕДГОВОР

Редовните предавания на националния телевизионен прѐдплател в София започнаха през есента на 1959 год.

Не закъсняха да се появят на пазара и телевизионните приемници българско производство. Усилията на колектива от Слаботоковия завод в София се увенчаха с успех. Производството на българските телевизионни приемници започна през 1960 година със скромната цифра от 500 броя. През следващите години броят на произведените телевизионни приемници бързо нарасна и достигна през 1966 г. 80 000 броя годишно. Тази цифра далеч не е пределът за възможностите на нашата телевизионна промишленост. През настоящата година влизат в строя нови производствени мощности, за да се задоволят възникналите нужди за износ. На нашата млада телевизионна промишленост се падна честта първа от социалистическите страни да стъпи на американския континент. През 1966 год. България ще изнесе 6000 броя телевизионни приемници в тропическо изпълнение по стандарт FCC за героична Куба. Според правителствените споразумения до 1970 година в Куба ще бъдат изнесени 75 000 български телевизионни приемници. Това ще утвърди успеха ни на международния пазар. Опитът, който ще получим в Куба, ще бъде основа за износа ни във всички краища на света.

Първият разработен и внедрен у нас телевизионен приемник „Опера“ се оказа на високо техническо ниво. Той се произвежда вече 6 години и със своята стабилна работа и добри експлоатационни показатели се наложи като най-масов телевизионен приемник у нас. Вариантите „Опера 2“ и „Опера 3“ само допълниха основната разработка с някои съвременни достижения на телевизионната приемна техника.

Телевизионният приемник „Кристал“ беше първият опит у нас да се въведе сложната и капризна 110°-ова отклонителна техника. В този модел се изявиха модерната външна форма и техника.

Сложната телевизионна техника изисква квалифицирани кадри за нейното овладяване и поддържане. Отличното познаване на електро- и радиотехниката е само една необходима предпоставка за телевизионния техник. Заедно с редовното обучение в училища и техникуми се налага да се подготвят много любознателни и талантиви техници, които не могат да се отделят от производството.

Курсовете на ДОСО са една от добрите форми за обучение на радиолюбителите. С теоретичните и практически знания, получени от най-добрите наши специалисти, и упорита самостоятелна работа те могат да се вляят в младата армия на телевизионните техници.

В настоящата книга се описват подробно схемите и конструктивните особености на най-масовите засега у нас телевизионни приемници „Опера“ и „Кристал“. В сбита форма се излагат и принципните въпроси, засягащи отделните стъпала на телевизионните приемници.

Книгата е предназначена главно за радиолюбителите, следващи курсовете на ДОСО, но може да бъде ползувана и от сервизните техници и други специалисти, интересувани се от приемната телевизионна техника.

Авторът

Глава I

БЛОКОВА СХЕМА И ПОКАЗАТЕЛИ НА ТЕЛЕВИЗИОННИЯ ПРИЕМНИК

I-1. Блокова схема на съвременния телевизионен приемник

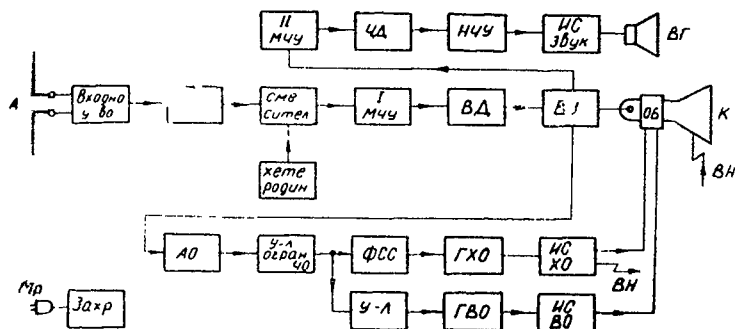
В телевизионния предавател от светлинните изображения чрез предавателната тръба и другите апаратури се получава комплектният телевизионен сигнал. С последния се модулират носещите колебания на високочестотното изходно стъпало, което чрез предавателната антена излъчва в околното пространство електромагнитни вълни. Приемната антена на телевизионния приемник, обратно, превръща енергията на електромагнитните вълни в електрически колебания, модулирани със сигналите на изображението.

Телевизионният приемник е устройството, което извлича модулационните сигнали на високочестотния комплексен телевизионен сигнал и чрез приемната тръба ги превръща обратно в изображение. Предаването и приемането на звуковия съпровод на телевизионното изображение става по допълнителен радиоканал.

На фиг. 1.1 е показана блоковата схема на телевизионния приемник, построен по метода на смесване на носещите честоти на изображението и звука. Този метод за отделяне на сигналите на звуковия съпровод е най-прогресивният и технически издържан. При него приемането на качествен звуков съпровод не зависи от честотната нестабилност на хетеродина в телевизионния приемник. Стабилното приемане зависи само от честотната разлика между носещите на изображението и звуковия съпровод в предавателя. Тази честотна разлика $f_{из} - f_{зв} = 6,5 \text{ MHz}$ се поддържа в предавателя с голяма точност и грешката не превишава $\pm 4 \text{ kHz}$.

Този метод за приемане на звуковия съпровод се нарича метод с общ канал за усилване на междинната честота

за изображението и звуковия съпровод. Както се вижда от фиг. 1.1, в I МЧУ се усилват всички сигнали, получени след смесителя, включващи цялата честотна лента на $f_{\text{мн}}$



Фиг. 1.1. Блокова схема на телевизионен приемник, построен по метода на смесване на носещите честоти на изображението и звука

и $f_{\text{мз}}$. След видеодетектора се прави смесване между двата междинночестотни сигнала. Като продукт се получава електрически сигнал с честота, равна на разликата между честотите на двете основни колебания. Ако по различни причини в хода на приемането се промени честотата на хетеродина f_x напр. с 250 KHz, то и двете носещи ще се изменят съответно със същата честотна промяна. Разликата им обаче ще бъде постоянна.

Другият метод за отделяне на звуковия съпровод с отделни канали няма да се разглежда. Той е несъвършен и неприложим в настоящия момент. Освен това ще се разглежда само въпросът за суперхетеродинните приемници поради непригодността на линейните приемници за III телевизионен обхват и многоканално приемане.

Входното устройство е разположено между антенния вход на телевизионния приемник и управляващия електрод на ВЧ усилвател. То служи да приспособи за съвместна работа антената и високочестотния усилвател (ВЧУ). Последният повишава нивото на полезния сигнал, за да се получи оптимално отношение сигнал/шум във входа на смесителното устройство.

Смесителното стъпало преобразува ВЧ сигнали, подадени във входа му ($f_{\text{вн}}$ и $f_{\text{нз}}$), винаги в едни и същи по

честота МЧ сигнали. Преобразуването се прави с помощта на местен хетеродин, чиято честота f_x се изменя съобразно приемания телевизионен канал. Зависимостите са следните:

$$f_{\text{ми}} = f_x - f_{\text{ни}},$$

$$f_{\text{мз}} = f_x - f_{\text{нз}}.$$

В изходната верига на смесителя се получават множество хармонични колебания, от които чрез селективни кръгове се отделят само полезните $f_{\text{ми}}$ и $f_{\text{мз}}$.

Първият междинночестотен усилвател (I МЧУ) усилва двата сигнала заедно с целия им модулационен спектър. Видеодетекторът служи да отдели модулационните сигнали от носещата междинна честота на изображението. В повечето случаи той има и допълнителна функция да служи за втори смесител, с който се осъществява смесването между междинните честоти на изображението и звуковия съпровод и се получава II МЧ сигнал на звука.

Видеоусилвателят служи да повдигне нивото на видеосигналите до необходимото ниво за модулиране на кинескопа. От изхода на видеоусилвателя комплектният видеосигнал се подава към амплитудния отделител.

Амплитудният отделител отделя от комплектния видеосигнал само синхронизиращите сигнали. Тези сигнали се усилват и ограничават, а след това се разделят на сигнали за синхронизация на хоризонталното и вертикалното отклонение на електронния лъч. Отделянето на импулсите за синхронизация на вертикалното отклонение се прави най-често чрез интегриращи вериги.

Генераторът за вертикално отклонение (ГВО) се синхронизира почти без изключение чрез директна синхронизация. Синхронизиращият генератор, на чийто изход се формира отклонителното напрежение, възбужда изходното стъпало за вертикално отклонение. Като товар на изходното стъпало служат отклонителните бобини за вертикално отклонение.

Синхронизацията на генератора за хоризонтално отклонение се прави инерционна, понеже е най-устойчива срещу смущения, но в редки случаи се използва и директна. От изходното напрежение на генератора се формира възбудителното напрежение за изходното стъпало за хоризонтално отклонение. Товарът на крайното стъпало са бобините за хоризонтално отклонение. В това стъпало се получава и необходимото високо напрежение за захранване на кинескопа.

От веригите на видеодетектора или видеоусилвателя се отделя чрез избирателни кръгове II МЧ сигнал за звука и се подлага по-нататък на усилване, ограничение и детектиране. Каналът за звуковия съпровод няма съществена разлика от съответните стъпала на радиоприемник за ЧМ сигнали и на него не ще се спираме подробно.

Захранващото стъпало осигурява променливи и постоянни напрежения с необходимата филтрация за нормална работа на всички стъпала на телевизионния приемник.

1-2. Технически показатели на телевизионните приемници „Опера“ и „Кристал“

Параметър	„Опера 3“	„Кристал“
1. Телевизионни канали	11+1 резервен	11+1 резервен
2. Антенен вход—симетричен	240 Ω	240 Ω
3. Чувствителност	$\leq 150 \mu V$	$\leq 100 \mu V$
4. Селективност за съседни канали	$> 30 \text{ dB}$	$> 35 \text{ dB}$
5. Междинни честоти :		
а) за изображението	38,9 MHz	38 MHz
б) за звука	32,4 MHz	31.5 MHz
6. Разделителна способност в хоризонтално направление	> 450 линии	> 450 линии
7. Ъгъл на отклонение на лъча (по диагонал)	90°	110°
8. Големина на скрана	365×270 mm	480×385 mm
9. Геометрични изкривявания на растера	$< 3 \%$	$< 3 \%$
10. Нелинейни изкривявания на развивката :		
а) в хоризонтално направление	$< 12 \%$	$< 12 \%$
б) във вертикално направление	$< 10 \%$	$< 10 \%$
11. Изходна звукова мощност	1,5 W ($K < 7 \%$)	2 W ($K < 5 \%$)
12. Лента на пропускане на звуковия канал	(100—10000) Hz	(80+12000) Hz
13. Фон	$> 36 \text{ dB}$	$> 36 \text{ dB}$
14. Напрежение на захранващата мрежа	220V ⁺⁵ ₋₁₀	220V ⁺⁵ ₋₁₀ %
15. Консумирана мощност	150 W	180 W
16. Лампи	20 бр. (31 функции)	19 бр. (27 функции) 7 броя
17. Германиеви диоди	—	7 броя
18. Кинескоп	AW 43—80	AW 59—90
19. Селенов изправител	E250C350	E250C 400
20. Високоговорител	3W (овален)	3 W(овален)
21. Размери	554×514×457 mm	610×500×355 mm
22. Тегло	29 kg	32 kg

Глава II

КАНАЛ НА ИЗОБРАЖЕНИЕТО НА ТЕЛЕВИЗИОННИЯ ПРИЕМНИК

II-3. Входни устройства на телевизионния приемник

Входното устройство изпълнява няколко функции. УКВ антената, която се явява източник на енергия и захранва телевизионния приемник, има сравнително ниско вътрешно съпротивление (генераторът е нискоомен). Обратно, входът на ВЧ усилвател има високо входно съпротивление (товарът е високоомен).

За да се получи максимално прехвърляне на енергията от антената във входа на приемника, е необходимо тяхното съгласуване. При режим на съгласуване товарът на генератора R_T се изравнява с вътрешното съпротивление R_i на последния. При това условие ($R_T = R_i$) генераторът отдава максимална мощност на товара при к.п.д. 50 %. Максималната мощност се определя от

$$P_{\max} = \frac{E^2}{4R_T}$$

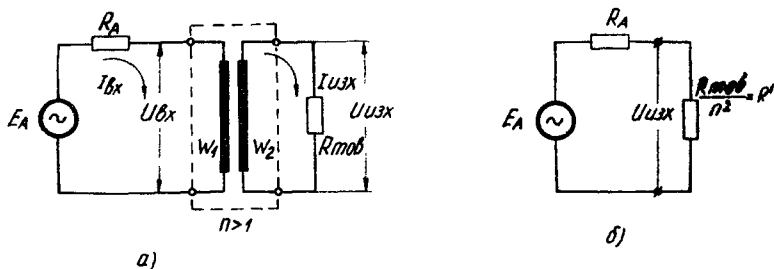
E — е.д.с. на генератора (антената).

При телевизионните приемници се прилага винаги съгласуване по мощност между антената и фидера, от една страна, и фидера и входа на телевизионния приемник — от друга. Това се прави, защото само при такъв режим половината от енергията на източника се поглъща изцяло от консуматора. Ако това не е така, една част от енергията започва да се движи между антената и входа на телевизионния приемник и причинява при достатъчно дълъг фидер многократност на изображението.

УКВ антените, които се използват за телевизионното разпръскване, представляват един симетричен източник на електрическа енергия. Обратно, входът на ВЧ усилвател е винаги

несиметричен. За да не се наруши симетрията на антената, също е необходимо единно междинно звено.

Следователно входното устройство има главно две предназначения:



Фиг. 3.1. Еквивалентна схема на трансформаторно входно устройство

а) да приспособи за работа в режим на съгласуване антената (генератора) и входа на ВЧ усилвател (товара).

б) да осигури симетрия на антената, ако е използван симетричен антенен отвод (фидер).

Входното устройство в телевизионния приемник фактически има задача да трансформира входния импеданс на ВЧУ както по вид, така и по стойност (в частния случай съпротивление). Трансформирането може да стане, като се използват различни начини.

На фиг. 3.1 е показана еквивалентната схема на трансформаторно входно устройство. Предполагаме, че трансформаторът е без загуби и има преводно отношение $n = \frac{W_2}{W_1}$.

За да се запази условието за съгласуване, трябва трансформираното към първичната страна ваходно съпротивление R_r да бъде равно на въгрешаото съпротивление на антената R_A :

$$R_A = R'_r = \frac{R_r}{n_c^2}$$

От този израз се определя стойността на преводното отношение n_c , за което се получава режим на съгласуване:

$$n_c = \sqrt{\frac{R_r}{R_A}}$$

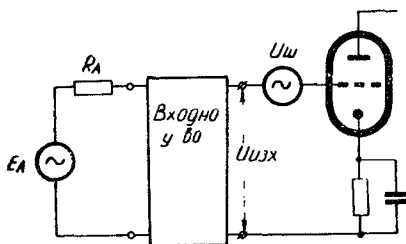
При коэффициент на трансформация, различаващ се от n_c в граници $\frac{n_c}{2} < n < 2n_c$, предизвиканото намаляване на изходящата мощност е по-малко от 20%.

Входното устройство се характеризира още с коефициента на усилване по напрежение:

$$K_A = \frac{U_{изх}}{E_A}$$

За телевизионния приемник коефициентът K_A трябва да бъде колкото е възможно по-голям. При приемането в УКВ обхвата собствените шумове на приемното устройство са винаги много по-големи от външните смущения. Границата за увеличаване на чувствителността на телевизионния приемник се определя от собствените шумове. За да се постигне по-голяма чувствителност, собствените шумове трябва да бъдат малки. На фиг. 3.2 е показана връзката на лампата с антената чрез входното устройство.

Шумовете, които възникват в анодната верига на лампата, се представят от усилените шумови напрежения $U_{ш}$ на еквивалентния шумов източник, включен в нейната решетъчна

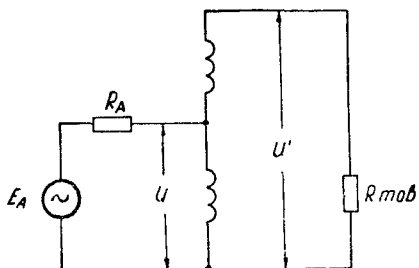


Фиг. 3.2. Връзка на лампата с антената чрез входното устройство

верига. Тогава във входа на радиолампата ще имаме два сигнала. Отношението на мощността на полезния сигнал P_c и мощността на шума $P_{ш}$ ще се изрази така:

$$\frac{P_c}{P_{ш}} = \frac{\frac{U_{изх}^2}{R_{вх А}}}{\frac{U_{ш}^2}{R_{вх А}}} = \frac{U_{изх}^2}{U_{ш}^2} = \frac{(K_A \cdot E_A)^2}{U_{ш}^2} = K_A^2 \cdot \left(\frac{E_A}{U_{ш}}\right)^2$$

Стъпалата след първото усилват еднакво сигнала и шума и почти не внасят допълнителен шум. От горния израз личи, че отношението сигнал/шум е толкова по-голямо, колкото K_A е по-голямо. Дори зависимостта е квадратична. Следователно K_A трябва да се увеличава до възможния максимум при едно поносимо несъгласуване по мощност.



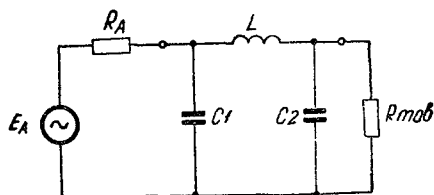
Фиг. 3.3. Еквивалентна схема на автотрансформаторното входно устройство

На фиг. 3.3 е показана еквивалентната схема на автотрансформаторно входно устройство. Може да се докаже, че и за тази схема важат разгледаните условия, като преводното отношение се определя от

$$n_c = \frac{U'}{U}.$$

На фиг. 3.4 е показана еквивалентна схема на капацитивно входно устройство. За тази схема важи условието

$$n_c = \frac{C_1}{C_2} = \sqrt{\frac{R_T}{R_A}}.$$

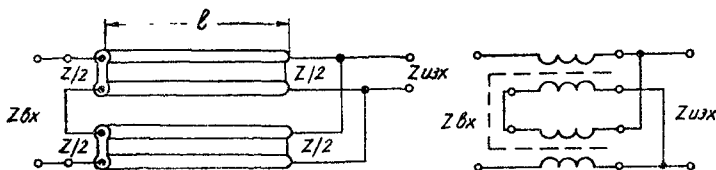


Фиг. 3.4. Еквивалентна схема на капацитивно входно устройство

На фиг. 3.5 е изобразен един интересен широколентов трансформатор на импеданса, наречен „Балунтрансформатор“. Той се състои от две двупроводни линии, които имат вълново съпротивление $\frac{Z}{2}$.

Ако тези два четириполюсника с вълново съпротивление $\frac{Z}{2}$ във входа се свържат последователно, входният импеданс ще бъде

$$Z_{вх} = 2 \frac{Z}{2} = Z.$$



Фиг. 3.5. Широкопелтов трансформатор на импеданс (балунтрансформатор)

Обратно, ако на изхода четириполюсниците се свържат в паралел, тогава

$$Z_{изх} = \frac{\frac{Z}{2}}{2} = \frac{Z}{4}.$$

Ако се разделят горните уравнения, се получава

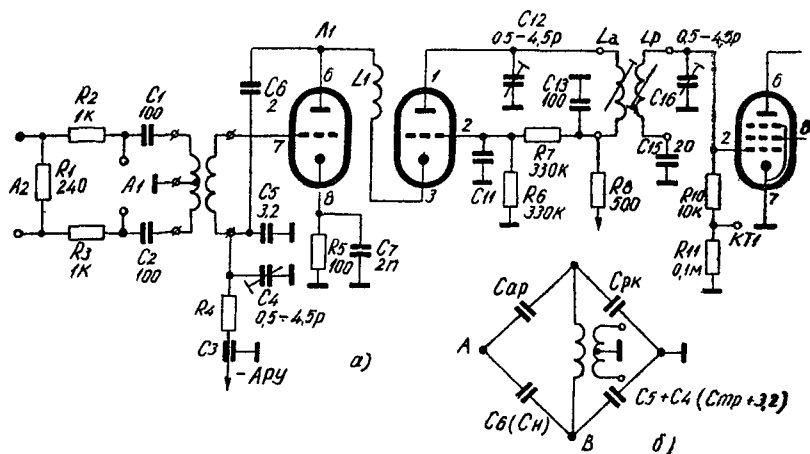
$$\frac{Z_{вх}}{Z_{изх}} = \frac{Z}{\frac{Z}{4}} = 4.$$

Балунтрансформаторът трансформира импедансите с отношение 4:1. Той е особено удобен за преминаване от симетричен вход към несиметричен изход и обратното, което често се налага при антенните устройства. Например симетричен импеданс 240 Ω се превръща чрез един балунтрансформатор в 60 Ω несиметричен и обратно. Това далеч не са всички възможности, които предлага този трансформатор.

Получаването на балунтрансформатора от линейни симетрични проводници, чиято дължина трябва да бъде $l > 3/8 \lambda$ от най-голямата дължина на вълната за приемания обхват, е неудобно. По-практично е решението чрез навиване на две бифиларни бобини без сърцевина с определена стъпка и разстояние между проводниците. Още по-добро е решението, когато бобините се навиват на едно общо феритно ядро.

И-4. Входно устройство на българския телевизионен приемник „Опера 3“

Входното устройство на българския телевизионен приемник „Опера 3“ е показано на фиг. 4.1 а.



Фиг. 4.1

а - входно устройство и В4 усилвател на българския телевизионен приемник „Опера 3“;
б) еквивалентна схема за неутрализацията на В4 усилвател

Входът A_1 на телевизионния приемник е симетричен, с вълново съпротивление 240Ω . Входът A_2 е направен за много силни сигнали, когато телевизорът работи в близост до телевизионния предавател. Простото пресмятане показва, че затихването на сигнала при подаване на антенния вход A_2 е 10 пъти, или 20 dB . Двата кондензатора C_1 и C_2 са разделителни и предпазват телевизора от електрически удар при манипулация с антенния вход, понеже шасито на телевизионния приемник има галванична връзка с електрическата мрежа. Кондензаторите са специални и отговарят на изискванията на международния стандарт за сигурност при експлоатация на устройството.

Входното устройство е от трансформаторен тип. Входната бонина $L_{\text{вх}}$ е заземена в средата, за да се запази симетрията от антенната верига. Входният трансформатор се състои от двойката индуктивно свързани бобини $L_{\text{вх}}$ и $L_{\text{р}}$, които се превключват за всеки телевизионен канал. За да се запази симетрията и на вторичната страна на трансфор-

матора, въведена е комбинацията от тримеркондензатора C_4 и паралелния му C_5 . По този начин, както се вижда от фиг. 4.1 б, и вторичната страна на трансформатора има заземена средна точка. Това става, разбира се, за сметка на усилването.

При равенство на капацитетите на кондензаторите $C_{рк}$ и $(C_4 + C_5)$ във входа на усилвателя ще постъпи само половината от напрежението, индуктирано във вторичната страна на входния трансформатор.

II-5. Високочестотен усилвател

В телевизионните приемници пред смесителното стъпало се поставя обязательно високочестотен усилвател (ВЧ усилвател). За да си обясним това, ще трябва да се запознаем със собствените шумове на телевизионния приемник.

В използвания за телевизията УКВ обхват собствените шумове на телевизионния приемник превишават значително паразитните външни сигнали, които могат да се пренебрегнат. Собствените шумови напрежения в телевизионния приемник се състоят от шумове на съпротивленията и лампите. От теорията за шумовете е известно, че във всяко съпротивление R , през което тече електричен ток, се създава шумово напрежение, определено от израза

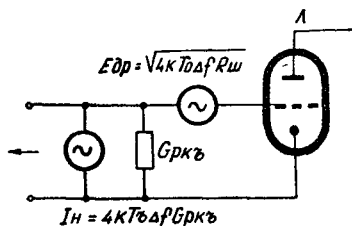
$$U_{ш}^2 = 4 K T_0 \Delta f \cdot R,$$

където T_0 е абсолютната температура в $^{\circ}K$;

K — константата на Болцман = $1,38 \cdot 10^{23}$ дж/град;

Δf — преминаващата лента от сигнали.

Шумовото напрежение на един резонансен LC кръг се пресмята от горния израз, като вместо R се постави резонансното съпротивление на кръга $R_{рез}$. Най-малки шумови напрежения се създават от триодните радиолампи. С увеличаването на броя на решетките на лампите се увеличава и собственият им шум. Причините за шума на лампите са две — флуктоации-



Фиг. 5.1. Еквивалентна шумова схема на лампата

те на анодния ток и наведените токове в решетъчната верига. За улеснение при разсъжденията често се приема, че лампата е идеална и не създава шумови напрежения, а причинителите се извеждат навън. Така се получава еквивалентната шумова схема на радиолампата, показана на фиг. 5.1. Дробовите шумове се заместват с един генератор на шумово напрежение с вътрешно съпротивление $R_{ш}$, който създава същото шумово напрежение, както анодният ток:

$$E_{др}^2 = 4KT_0 \Delta f R_{ш}.$$

Наведените шумове се заместват с един генератор на ток:

$$I_{шн}^2 = 4KT_0 \Delta f \cdot G_{ркг},$$

където $G_{ркг}$ е активната „наведена“ проводимост на лампата T_0 — абсолютната температура на катода на лампата.

Антената на телевизионния приемник има активна съставна компонента и също създава шумови напрежения:

$$E_{ша}^2 = 4KT_0 \Delta f \cdot R_A.$$

Нека приемем, че между антената и входа на телевизионния приемник има съгласуване, т. е.

$$R_{вх} = R_A.$$

Ще приемем, че нашият телевизионен приемник не създава собствени шумови напрежения (идеален приемник). Във входа на приемника освен полезния сигнал на антената ще пристигнат и нейните шумови напрежения. Максималната шумова мощност, която ще се получи във входа на приемника при съгласуване, ще се определи от израза

$$P_{шид} = \frac{E_{ша}^2}{4R_{вх}} = \frac{4KT_0 \Delta f \cdot R_{вх}}{4R_{вх}} = KT_0 \Delta f.$$

Тази шумова мощност може да се отнесе за единица пропускана лента от приемника:

$$\frac{P_{шид}}{\Delta f} = KT_0.$$

Понеже идеалният телевизионен приемник няма собствени шумове, мощността на шума в изхода му ще бъде същата. KT_0 представлява мощността на шума за единица пропускана лента в изхода на идеалния телевизионен приемник. Всеки реален телевизионен приемник ще има N пъти

по-голяма шумова мощност за единица лента в изхода си

$$\frac{P_{\text{шпр}}}{\Delta f} = N \cdot \frac{P_{\text{шиз}}}{\Delta f} = N \cdot K T_0.$$

N се нарича шумово число или коефициент на шума на телевизионния приемник. Често се използва терминът „гранична чувствителност“ на телевизионния приемник. Това е такава мощност на полезния сигнал, подадена на входа на телевизионния приемник, при която в изхода му се получава необходимият полезен сигнал, чиято мощност е равна на мощността на собствените шумове. Граничната чувствителност не намира голямо приложение при телевизионните приемници, защото образът, който ѝ съответствува, не е подходящ за наблюдение. Една картина със задоволително качество се получава при едно отношение на полезния сигнал и шума от 10 пъти (20 dB). Входният сигнал, който осигурява такова изображение, се нарича „чувствителност, ограничена от шума“ или „реална чувствителност“ на телевизионния приемник. Може да се изведе, че ако се свържат последователно няколко четириполусника, които имат собствени шумове, за общото шумово число се получава изразът

$$N = N_1 + \frac{N_2 - 1}{K_{m1}} + \frac{N_3 - 1}{K_{m1} \cdot K_{m2}} + \dots$$

N_1, N_2, N_3 са шумови числа съответно на първия, втория и третия четириполусник;

$K_{m1} K_{m2}$ е усилването по мощност на съответните четириполусници. Усилването по мощност е свързано с усилването по напрежение за даден четириполусник по следния начин:

$$K_n = \frac{P_{\text{изх}}}{P_{\text{вх}}} = \frac{\frac{U_{\text{изх}}^2}{R_{\text{изх}}}}{\frac{U_{\text{вх}}^2}{R_{\text{вх}}}} = \left(\frac{U_{\text{изх}}}{U_{\text{вх}}} \right)^2 \cdot \frac{R_{\text{вх}}}{R_{\text{изх}}} = K_n^2 \cdot \frac{R_{\text{вх}}}{R_{\text{изх}}}.$$

K_n е усилване по напрежение на четириполусника. Вижда се, че ако първият четириполусник има усилване по мощност $K_{m1} > 10$ и $N_2 \cong N_1$, общият шум ще бъде равен приблизително на шума на първото стъпало:

$$N \cong N_1 + \frac{1 \cdot N - 1}{10} \cong N_1.$$

Разсъжденията, направени за чегириполюсниците, важат и за стъпалата на телевизионния приемник. Ако не се постави ВЧ усилвател в телевизионния приемник, първото стъпало ще бъде смесителната лампа. Понастоящем смесителите се правят от пентодни лампи, които имат стабилна работа поради малкия капацитет $C_{ар}$. За разлика от триодите пентодите са пригодни и като МЧ усилватели при приемане на предаватели от VI и V обхват. Пентодните лампи обаче имат много по-голям шум от триодните. Това е наложило в телевизионните приемници да се поставят ВЧ триодни усилватели, които имат малък собствен шум. Досега считаме, че между входа и антената и между входното устройство и лампата има съгласуване. Едно по-прецизно изследване на проблема показва, че при съгласуване по мощност между антената и входа на приемника не се получава минимален шум. Обратно, минимален шум се получава при по-голям коефициент на трансформация от n_c . За да не се получи „многократно изображение“, се прави компромис, като преводното отношение се избира в границите

$$n_c < n < 2.$$

Подобен е случаят и при съгласуването на входното устройство и усилвателната лампа.

Като високочестотни усилватели на многоканалните телевизионни приемници за I и III ТВ обхват се използват триодни лампи. Могат да се използват усилватели със следното свързване:

- а) триод със заземен катод;
- б) триод със заземена решетка;
- в) каскодна схема на свързване с два триода.

На фиг. 5.2 е показана схема на ВЧ усилвател със заземен катод (УЗК) с директно включване на трептящия кръг и входът на следващата смесителна лампа.

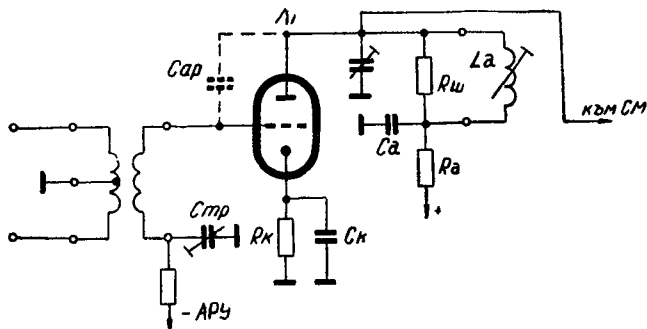
Усилването на триода при известни ограничаващи обстоятелства е

$$K = S \cdot R_{екв.}$$

$R_{екв.}$ е паралелното свързване на $R_{рез}$, $R_{ш}$ и $R_{вх}$ на смесителя.

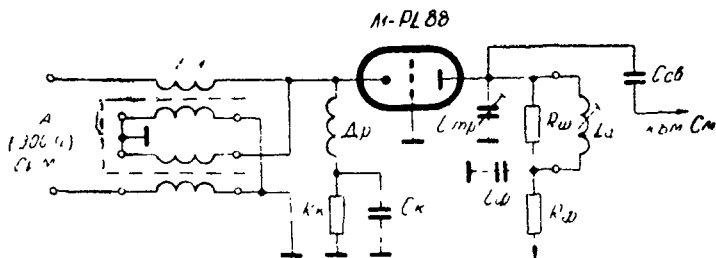
Ако триодът има същата стръмност, както пентодът, той ще даде същото усилване. Разликата е, че докато пентодният усилвател работи стабилно — без неутрализация, същата за триодния е задължителна поради голямата стойност на

капацитета C_{ap1} . Неутрализацията е капризна и трудна за практическо осъществяване при серийно производство. По тази причина УЗК самостоятелно не се използва за ВЧ усилвател в телевизионните приемници.



Фиг. 5.2. ВЧ усилвател със заземен катод (УЗК)

На фиг. 5.3 е показан усилвател със заземена решетка (УЗР). Във входа на усилвателя е включен един балунтрансформатор за трансформиране на симетричния антенен вход в несиметричен и включването му към входа на усилвателя. Необходимото преобразуване на импеданса е 4:1, както ще



Фиг. 5.3. ВЧ усилвател със заземена решетка (УЗР)

видим по-долу. ВЧ дросел Dp предпазва шунтирането на входа на усилвателя с групата $R_k C_k$, чрез която се получава преднапрежението на усилвателя.

Усилването на УЗР се пресмята по същия начин, както на УЗК.

Входното съпротивление на УЗР се дава с израза

$$R_{вх} = \frac{1}{S} \left(1 + \frac{R_{екв}}{R_i} \right).$$

Ако $R_{екв} \ll R_i$, което практически е винаги изпълнено, горният израз става

$$R_{вх} \cong \frac{1}{S}.$$

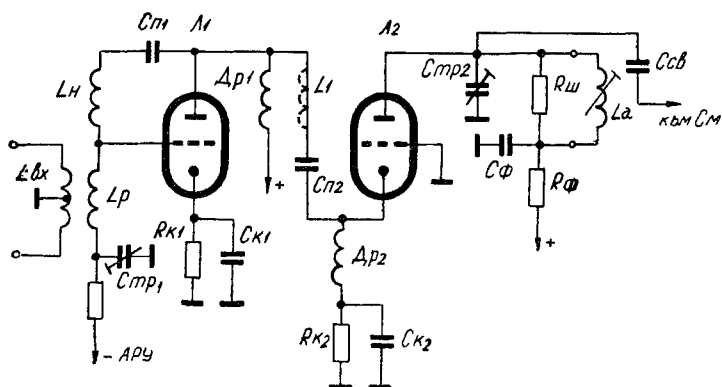
За радиолампата PC 88 стръмността е $S = 13,5 \text{ ma/V}$

и

$$R_{вх} = \frac{1}{S} = \frac{1}{13,5 \cdot 10^{-3}} = 75 \Omega$$

Вижда се, че входното съпротивление на УЗР е ниско. По тази причина на входа на усилвателя не може да се повиши напрежението, което идва от антената. Това е причината този усилвател, който работи много устойчиво, да не намира широко приложение. Употребява се само в най-непретенциозните модели. Във входа на усилвателя няма никакъв избиращелен елемент, а само широколентовият входен трансформатор.

Една сполучлива комбинация за ВЧ усилвател са тъй наречените каскодни усилватели. Усилвателите по каскодна



Фиг. 5.4. Каскоден ВЧ усилвател

схема се състоят от две последователни триодни стъпала. Понеже всеки от триодите може да бъде свързан по три начина (УЗК, УЗР и усилвател със заземен анод), въз-

можни са 9 вида каскодни схеми. Приложение в телевизионните приемници е намерил каскодът, състоящ се от последователното свързване на УЗК и УЗР. На фиг. 5.4 е показана схема на каскоден ВЧ усилвател. УЗК (първото стъпало) има за товар входното съпротивление на УЗР (второто стъпало).

Усилването по напрежение на УЗК ще бъде

$$K_{УЗК} = S \cdot R_{вх(УЗР)}.$$

Понеже знаем, че

$$R_{вх(УЗР)} = \frac{1}{S}, \text{ от (3.11) се получава}$$

$$K_{УЗК} \cong S \cdot \frac{1}{S} = 1.$$

Следва, че първото стъпало не усилва по напрежение. Затова ще работи стабилно и неутрализацията му не ще бъде проблем. Усилването по напрежение на каскодната схема ще се определя главно от УЗР:

$$K_{каскод} = K_{УЗК} \cdot K_{УЗР} = 1 \cdot K_{УЗР} = S \cdot R_{екв}.$$

Необходимо е да се изясни защо се поставя УЗК, щом в случая не се получава усилване по напрежение. Една от причините е, че голямото входно съпротивление на УЗК дава възможност чрез входното устройство да се получи усилване на антенното напрежение, постъпващо във входа на усилвателя.

Втората причина се крие във възможността да се намали излъченото от хетеродина напрежение през входа на приемника чрез една мостова неутрализация (виж фиг. 4.1 б).

Това се постига чрез добавянето на кондензатора C_6 . Напрежението, което се получава на анода на усилвателната лампа, не може да се върне във вторичната страна (бобината L_p) на входния трансформатор. По този начин достигналото до анода на ВЧ предусилвател осцилаторно напрежение не може да се прехвърли в антенния вход и да достигне антената. Смушченията на съседните радио- и телевизионни устройства се намаляват до необходимия минимум. Това се постига чрез капацитивния Витстонов мост, показан на еквивалентната схема (фиг. 4.1 б) на входното устройство. Вижда се, че бобината L_p лежи в единия диагонал на моста, докато напрежението $U_{ак}$ действа в другия диагонал. Условието за равновесие на моста е

$$C_{ap} (C_4 + C_6) = C_{pk} \cdot C_6.$$

Като се избере $(C_4 + C_5) = C_{рк}$ с оглед на симетрията на вторичната страна на входния трансформатор, условието за равновесие на моста става

$$C_{ар} = C_6.$$

Схемата се разглежда идеализирано, без да се вземат пред вид монтажните капацитети във веригите. Именно поради това C_6 е избран по-голям от $C_{ар}$, което по същество не изменя гореказаното. С добавянето на C_6 се постига и неутрализацията на вредното действие на капацитета $C_{ар}$. Неутрализацията се извършва чрез подаване на напрежение от анодната в решетъчната верига със същата амплитуда и противоположна фаза на това, прехвърлено чрез капацитета $C_{ар}$. Напрежението за неутрализацията поради симетрията на L_p се подава в противоположния ѝ край (т. В) на този, от който се взема напрежението за решетъчната верига (т. Р). Чрез неутрализацията на усилвателя се получава стабилна работа на същия не само за една честота, но за целия честотен диапазон, без да е необходимо превключване на неутрализиращия елемент.

Третата и най-важна причина е, че УЗК при каскодната схема не може да даде усилване по напрежение, но дава усилване по мощност. Усилването по мощност ще зависи от отношението $\frac{R_{вх}}{R_{изх}}$ - на усилвателя, както се вижда от израза, който свързва K_m и K_n .

Дори усилването по напрежение на УЗК да бъде $K_n = 1$, усилването по мощност K_m може да бъде $K_m \gg 1$.

Необходимо е усилването по мощност да бъде голямо, за да се получи малък шум от лампата.

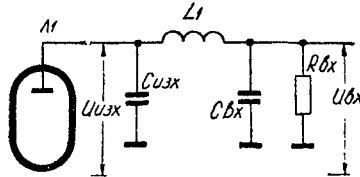
Съвременните лампи, разработени за каскодно включване, като PCC88, PCC189 и др., имат стръмност, сравнима с тази на пентода ($S = 12,5 \text{ ma/V}$). Каскодният усилвател дава усилване, равно на пентода, но с много по-малки шумове и задоволителна стабилност.

За да се увеличи усилването на първото стъпало на каскодния усилвател, между анода на УЗК и катода на УЗР се включва бобината L_1 (показана с пунктир на фиг. 5.4). Тази бобина образува един П-образен трансформатор (виж фиг. 5.5), като разделя двата капацитета $C_{изх}$ и $C_{вх}$, които вече не са паралелно на товара в анода на УЗК. Полученият резонансен кръг се настройва на средата на III ТВ обхват (около 200 MHz).

Усилването по напрежение на УЗК в този случай надвишава единицата с повече от 25%.

Усилването на УЗР, чийто товар е един лентов филтър, се дава от израза

$$K_{УЗР} = S \cdot R_{рез} \text{ (лф)},$$



Фиг. 5.5. П-образен трансформатор

където

$R_{рез} \text{ (лф)}$ е резонансното съпротивление на лентовия филтър. Последното се изразява със следната формула:

$$R_{рез} \text{ (лф)} = \frac{k \cdot Q_{ср}}{1 + (kQ_{ср})^2} \cdot \sqrt{R_{рез1} \cdot R_{рез2}};$$

k е коефициент на връзката между кръговете на лентовия филтър;

$Q_{ср} = \sqrt{Q_1 \cdot Q_2}$ — среден Q -фактор на лентовия филтър;

$R_{рез1}$ и Q_1 — резонансно съпротивление и Q -фактор на първичния кръг на лентовия филтър;

$R_{рез2}$ и Q_2 — аналогично за вторичния кръг на лентовия филтър.

Общото усилване по напрежение от антената до входа на смесителната лампа ще бъде

$$K_{общ} = K_A \cdot K_{УЗК} \cdot K_{УЗР}.$$

За един каскоден УВЧ в литературата са изчислени следните стойности (при употреба на лампа PCC84):

$$K_A = 2,05; \quad K_{УЗК} = 1,3; \quad K_{УЗР} = 6,9; \quad K_{общ} = 18,2.$$

II-6. ВЧ усилвател на „Опера 3“

Използуваният в телевизионния приемник „Опера 3“ ВЧ усилвател е построен по каскодна схема с лампата PCC88, разработена специално за тази цел (фиг. 4.1 а). Тя е с на-

прегната решетка, благодарение на което има голяма стръмност $S=12,5 \text{ mA/V}$, малко шумово съпротивление $R_{\text{ш}}=300\Omega$ и сравнително високо входно съпротивление $R_{\text{вх}}=2,8 \text{ k}\Omega$ (при $f=200 \text{ MHz}$). Радиолампата е предназначена да работи с малко анодно напрежение $U_a=90 \text{ V}$, което прави възможно последователното включване на двете системи по отношение на постояннотоковия източник.

Първата лампова система работи като усилвател със заземен катод (УЗК), а втората—като усилвател със заземена решетка (УЗР). Чрез съпротивителния делител R_6 и R_7 решетката на втората лампа получава фиксирано положително напрежение, равно на половината от напрежението на анодния токоизточник. За постояннотоковия режим вторият триод се явява като ден повторител, натоварен с голямото съпротивление на първата лампова система. Поради това катодният потенциал на втората лампа е по-висок от този на решетката с няколко волта и тази разлика не може да превишава запущащото напрежение на лампата. При този начин на свързване всяка лампова система получава по половина от захранващото напрежение.

Последователното свързване на двете стъпала от каскодната схема намалява двойно консумирания аноден ток и повишава значително ефикасността на действието на системата за АРУ върху това стъпало.

Първата система получава автоматично преднапрежение чрез катодното съпротивление R_5 , блокирано по висока честота с безиндуктивен керамичен кондензатор C_7 .

Неутрализацията на вредното действие на капацитета $C_{\text{ар}}$ е направено чрез кондензатора C_6 . Увеличаването на усилването на УЗК е направено чрез включване между двете системи на един П-филтър, образуван от бобината L_1 и съответните капацитети на лампите и монтажа. Гасящото съпротивление R_8 заедно с кондензатора C_{13} имат двойна функция. От една страна, служат за разделителен филтър на усилвателя към източника за постоянно напрежение и за установяване на необходимото за усилвателя напрежение. От друга страна, сравнително малкият капацитет на кондензатора C_{13} причинява едно слабо намаление на усилването за каналите от I ТВ обхват. Така се намалява значително разликата в усилването на усилвателя в I и III ТВ обхват. За товар на УЗР служи лентовият филтър, съставен от бобините L_a и L_p , които се настройват чрез месингови сърцевини. В първичната и вторичната верига на лентовия филтър

са поставени два тримеркондензатора C_{12} и C_{16} . Те служат за премахване на различията на капацитета на монтажа и радиоламбите при производството и сервиза. Решетката на УЗР е заземена по-висока честота с блокиращия високочестотен кондензатор C_{11} .

II-7. Преобразувател

Основната задача на преобразувателя е да преобразува ВЧ сигнал в междинночестотен. Това преобразуване трябва да стане, като се получи възможно най-голям сигнал в анодната верига на смесителя, т. е. голяма стръмност на смесване.

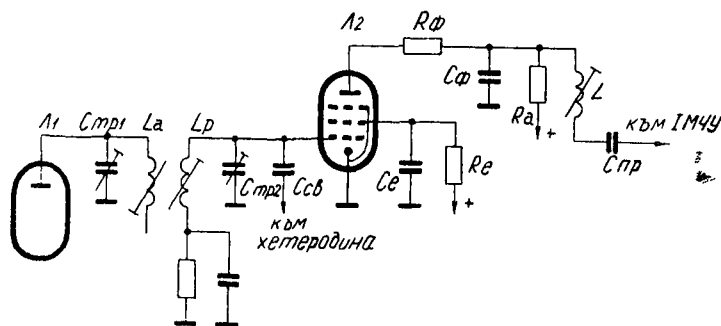
В първоначалното развитие на телевизионната приемна техника се използваха триодните смесители, които имат сравнително малки собствени шумове. За стабилната им работа е необходима неутрализация на вредното действие на капацитета $C_{ар}$, защото при появяването на телевизионни предаватели в IV и V ТВ обхват се наложи за приемането да се използва като МЧ усилвател и смесителят на приемника, предназначен за I и III ТВ обхват. Триодният смесител не отговаря на тези условия, защото въпреки неутрализацията работи неустойчиво като МЧ усилвател. Това е една от основните причини във всички съвременни телевизионни приемници да се използват пентодни смесители. По-големият им шум се компенсира от голямото усилване на стръмните триодни лампи, прилагани като ВЧ усилватели.

Като смесители се използват пентодните системи на комбинираните триод-пентодни лампи като *E/P/CF82*, *PCF80*, *61П*, *PCF86*, *PCF801* и др.

На фиг. 7.1 е показана схема на смесител с пентодна лампа.

Смесването става събирателно при подаването на двата сигнала към една решетка. Приеманият сигнал се подава от ВЧ усилвател, чиято вторична страна на лентовия филтър е свързана в решетъчната верига на смесителната лампа. Другият сигнал се подава от хетеродина чрез свързващия кондензатор C_{14} . Амплитудата на сигнала от хетеродина трябва да бъде достатъчно голяма, за да може да изменя стръмността на смесителната радиолампа от минимум до максимум. За да се получи смесване, характеристиката на анодния ток на смесителната лампа във функция от решетъчното напрежение трябва да бъде квадратична.

В анодния ток между многото хармонични колебания се съдържа и колебанието с честота, равна на разликата между честотите на двете подадени колебания. Чрез един



Фиг. 7.1. Смесител с пентодна лампа

резонансен кръг, настроен на тази честота и поставен в анодната верига на смесителя, може да се отдели само това колебание. Филтърът C_ϕ и R_ϕ в анодната верига е поставен за спиране на хармоничните колебания на хетеродина (f_x , $2f_x$, $3f_x$ и т. н.) към МЧ усилвател.

Смесителната стръмност при събирателното смесване е по-малка от тази на ламповата характеристика:

$$S_{cm} = 0,28 S.$$

Шумовото съпротивление на пентодния смесител се пресмята от израза

$$R_{mn} = \frac{12 + 17 \frac{I_a}{S}}{S}.$$

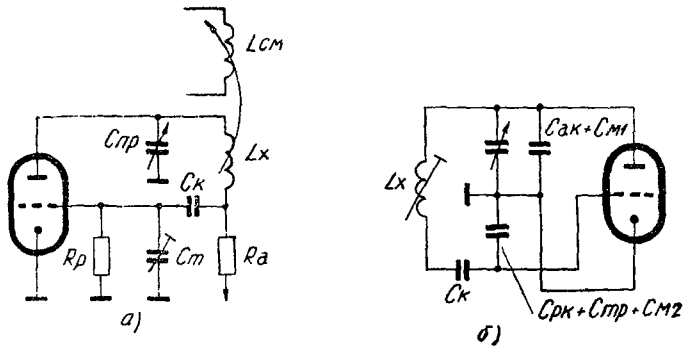
Стойностите S и I_a съответствуват при стойност на $U_{p1} = 0$.

За да се получи максимална смесителна стръмност, е необходимо напрежението на хетеродина да има величина над една определена стойност. За различните радиолампи и режими тази стойност е различна.

За радиолампата PCF82 при обикновено използвания режим е необходимо $U_x > 3 V_{en}$, за да се получи максимална смесителна стръмност.

За хетеродинна лампа се използва триодната част от комбинираната смесителка.

Хетеродинът в телевизионните приемници се реализира само по триточковата кондензивна схема на Колпитц. Причината е, че триточковата индуктивна схема се реализира



Фиг. 7.2. Хетеродин по триточкова кондензивна схема на Колпитц

трудно поради малкото навивки на бобините при високите честоти, използвани за телевизията. Освен това този генератор не работи така стабилно, както кондензивният, и изисква още един контакт за превключване на отвода от бобината. Схемата на хетеродин с индуктивна обратна връзка е неприложима поради сложността си и по-големия брой контакти, необходими за превключването (4 бр.). На фиг. 7.2 е показан хетеродин по триточкова кондензивна схема. От еквивалентната схема се вижда, че трептящият кръг се състои от бобината L_x , включена между решетката и анода. Кондензивният се състои от последователното свързване на две групи кондензатори. Едната група се състои от паралелното свързване на кондензатора с променливия кондензатор C_{20} , ламповия кондензатор C_{ak} и монтажния C_{m1} . Другата група обхваща кондензивната на тримеркондензатора C_{19} , ламповия кондензатор C_{pk} и монтажния C_{m2} . Кондензаторът C_{18} е преграждащ и засага ще го смятаме като късо съединение.

Обратната връзка се определя от съотношението на двете групи кондензатори. Изменението на честотата на колебанията на хетеродина се прави чрез кондензатора с променливия кондензатор C_{20} . Стойността му се изменя най-често в граници $(1 \div 5) pF$ и това е достатъчно за промяната на честотата на колебанието около $1 MHz$ в I обхват и около $3 MHz$ в III ТВ обхват.

Тримеркондензаторът C_{19} служи за изравняване на монтажните и ламповите капацитети при производствени условия и сервиза.

Бобината L_x има металическа сърцевина, с която честотата на хетеродина се настройва на даден канал. Подаването на хетеродинното напрежение в решетъчната верига на смесителя се прави най-често по капацитивен или индуктивен път.

Едно от най-важните качества на хетеродина е честотната стабилност на генерираните от него колебания. Причините за нестабилността на честотата на генерираните колебания са главно две:

- а) нестабилност, причинена от лампата;
- б) нестабилност, причинена от елементите на хетеродина (L , C , материали и др.).

Най-съществена е нестабилността, причинена от загряването на лампата. Капацитетите на кондензаторите на трептящия кръг са малки. Затова ламповите капацитети $C_{рк}$, $C_{ак}$ и $C_{ра}$ играят главна роля за нестабилността на хетеродина. Най-големи изменения причинява $C_{рк}$ при загряването, защото елементите, които го образуват, са най-близко до катода, чиято температура се изменя бързо. Загряването и температурното равновесие в радиолампата настъпват за 15—20 минути. При загряването капацитетите на радиолампата нарастват, а честотата на колебанията на хетеродина спада.

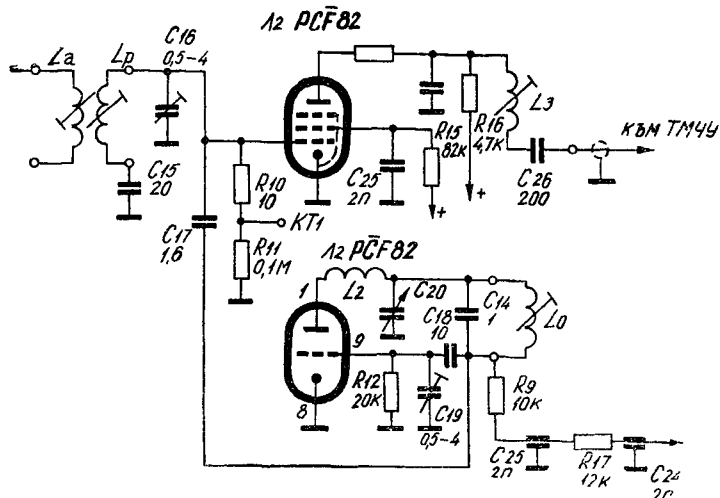
Измененията на ламповите капацитети от захранващите напрежения (анодно и отоллително) играят не по-малка роля за стабилността на хетеродина. Мерки против тези изменения са правилната конструкция на лампата и грижливото избиране режима на хетеродина. На последно място стабилизирането на захранващия токоизточник също дава добри резултати.

II-8. Преобразувател на „Опера 3“

Преобразувателното устройство на българския телевизионен приемник „Опера 3“ е направено с комбинираната триод-пентодна лампа $1CF82$. Подробната схема е показана на фиг. 8.1.

Смесителното устройство работи в режим на решетъчно детектиране, който компенсира вариациите на хетеродинното

напрежение, за да не се намалява смесителната стръмност. RC групата ($R_{10}+R_{11}$, C_{15}) в решетъчната верига се зарежда до върховата стойност на хетеродинното напрежение и може



Фиг. 8.1. Схема на преобразователното устройство на „Опера 3“

да служи за контрола върху работата на хетеродина. На контролната точка KT_1 чрез уред с високо входно съпротивление може да се измери постоянно отрицателно напрежение ($-2 \div -3$ V), което съответствува на детектираното напрежение на хетеродина. Утечното съпротивление е разделено на две части, поради което измерителният уред не шунтира пряко входа на смесителя. Екранната решетка получава напрежение чрез гасящо съпротивление. Тя е блокирана за променливото напрежение чрез кондензатора C_{25} . В анодната верига е поставен П-филтър за хетеродинното напрежение и хармоничните му колебания. Той се състои от кондензатора $C_{изх}$ на лампата и капацитета на монтажа, съпротивлението R_{13} и кондензатора C_{22} заедно с монтажния капацитет. Анодното напрежение на пентода се получава чрез съпротивлението R_{16} . То служи и като шунтиращо съпротивление за лентовия филтър, образуван от бобината L_3 и следващата част на МЧ усилвател. Кондензаторът C_{26} е разделителен за анодното напрежение. Хетеродинът е построен по известната ни триточкова капацитивна схема.

Съпротивлението R_{17} и кондензаторът C_{25} служат за подаване на необходимото постоянно напрежение и за деблокиране на хетеродинното напрежение и хармоничните му към захранващия източник. Съпротивлението R_9 премахва капацитивното шунтиращо действие на захранващия източник върху веригите на хетеродина.

Бобината L_2 намалява връзката на лампата с трептящия кръг главно в III ТВ обхват и по този начин увеличава амплитудата на колебанията на хетеродина.

Кондензаторът C_{20} има изменяем диелектрик и служи като команден орган на телевизионния приемник.

Кондензаторите C_{14} , C_{18} и тримеркондензаторът C_{19} са подбрани с такива температурни коефициенти, че при правилно изпълнение на монтажа се получава нестабилност от прогряването на лампата $< 250kHz$ от 10-тата до 120-тата минута от включването.

Връзката между хетеродина и смесителя е капацитивна и се осъществява чрез кондензатора C_{17} .

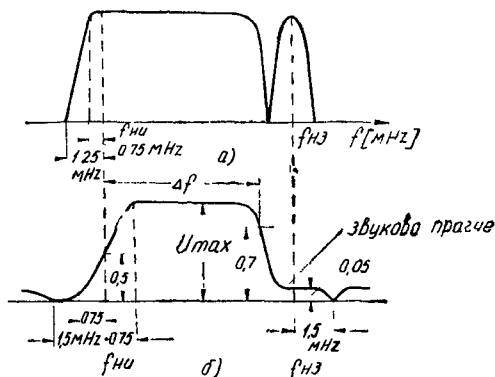
II-9. Междинночестотни усилватели на изображението

Тук се разглеждат само междинночестотни усилватели (МЧУ) за телевизионни приемници, построени с общ канал за изображението и звуковия съпровод. На фиг. 9.1 б е показана необходимата характеристика за един такъв усилвател в съответствие с излъчвания честотен спектър от телевизионния предавател. Последният работи при излъчване само на горната странична лента (еднолентово предаване) — фиг. 9.1а. Пълното подтискане на долната странична лента в предавателя е икономически негодно, затова цялостното ѝ подтискане се получава чрез специалната характеристика на телевизионния приемник (фиг. 9.1 б).

Понеже МЧ усилвател в телевизионния приемник има най-голям дял в усилването, то усилването, пропусканата лента и селективността спрямо съседните канали за целия телевизор се определят най-вече от него.

Поради смесването характеристиката на МЧ усилвател трябва да бъде огледална на тази от фиг. 9.1 б. За един предавател, който работи на даден телевизионен канал, могат да се явяват смущения от предаватели, работещи на съседните канали. Смущението на изображението на даден канал ще се предизвиква от разположения на $1,5MHz$ по-ниско

предавател за звуковия съпровод на съседния канал. Смущението на звука на дадения канал ще се предизвика от разположения на $1,5\text{MHz}$ по-високо предавател за изображението на съседния канал.



Фиг. 9.1

а) амплитудна характеристика на телевизионен предавател с еднолентово предаване; б) амплитудна характеристика на телевизионния приемник

Понеже лентата на пропускани честоти на ВЧ усилвател е широка, тези смущения ще проникват в МЧ усилвател и той единствен може да ги подтисне.

За да се получи оптимален режим на смесване при отделянето на втората МЧ, трябва носещата на звуковия съпровод да има ниво, 10 пъти по-малко от това на носещата на изображението. Понеже носещата на изображението има ниво 0,5, носещата на звука трябва да има ниво 0,05. Това е друго важно изискване към характеристиката на МЧ усилвател.

Усилването на МЧ усилвател ще се определи от изискваната чувствителност на телевизионния приемник. Ако се приеме за чувствителността около $U_{\text{вх}} = 100 \mu V$, усилването на МЧ усилвател трябва да бъде около 1000 пъти по напрежение.

Лентата на пропускане на МЧ усилвател се определя от необходимата разделителна способност на телевизионния приемник. Съществува простата зависимост

$$N = 92 \cdot \Delta f,$$

където N е разделителна способност в хоризонтално направление, отчитана по вертикалния клин на телевизионната изпитателна таблица (ТИТ);

Δf — пропускана честотна лента в (MHz).

Ако зададем една разделителна способност от $N=450$ линии, ще пресметнем съответната лента на пропускане:

$$\Delta f = \frac{N}{92} = \frac{450}{92} = 4,9 \text{ MHz.}$$

За да се получи лента на пропускани честоти $\Delta f = 4,9 \text{ MHz}$ от целия усилвателен канал, трябва МЧУ да има честотна лента $\Delta f > 5 \text{ MHz}$. За да се получи МЧ усилвател с честотна лента $\Delta f \geq 5 \text{ MHz}$ и усиление $k \cong 1000$ пъти, е необходимо той да бъде многостъпален. Отделните стъпала трябва да имат достатъчно широка честотна лента на пропускане.

Лампите, които са подходящи за широколентови високочестотни усилватели, трябва да имат голям коефициент на широколентност:

$$K_{ш} = K \cdot \Delta f = 2\pi \left(\frac{S}{C_{вх} + C_{изх}} \right)$$

Таблица 7.1

Лампа	S [mA/V]	Входно съпротивление [kΩ] 30MHz 100MHz	$C_{вх} + C_{изх}$ [pF]	$K_{ш}$
EF42	9,5	14 1,25	14	107
EF80	7,4	33 3	10,6	110
EF85	6,0	9(50MHz)	10,1	94
EF183	12,5	13(40MHz)	12,5	160
EF184	15,6	10(40MHz)	13,0	176
6AK5	5,1	90 8	6,8	117
6AC7	9	6 0,54	16	90

В табл. (7.1) са показани някои употребявани лампи за МЧ усилватели. Най-подходящи се явяват лампите EF80, EF85, EF183 и EF184. Последните две са с напрегнати решетки. EF183 е особено добра за АРУ, защото има дълга характеристика ($U_{pz} = -15V$).

Пресмятането показва, че при лента $\Delta f = 5 \text{ MHz}$ и коефициент $K_{ш} = 110$ (за EF80 например) е възможно да се получи усиление за 1 стъпало

$$K = \frac{K_{ш}}{\Delta f} = \frac{110}{5} = 22 \text{ пъти.}$$

В действителност усилването спада приблизително два пъти, като се вземат пред вид монтажните капацитети.

При усилване около 10 пъти ще бъдат необходими три стъпала с лампата EF80. Съществуват МЧ усилватели и с две стъпала, но обезателно с радиолампи от типа на EF183, 184 и 1CF86.

Изборът на МЧ се прави, като се вземат пред вид две обстоятелства. За отделянето на най-високите модулационни честоти е необходимо честотната разлика между тях и носещата (междинната) честота да бъде колкото е възможно по голяма. Изборът на висока МЧ е свързан с трудности при МЧ усилвател. Усилването спада с повишаване на честотата и трудно се постига стабилна работа на усилвателя. Освен това доближаването на междинната честота до честотния обхват на първите канали от I ТВ обхват води до нестабилна работа на целия приемник.

Изборът на висока МЧ има предимството, че хармоничните на същата попадат в по-малко канали от III ТВ обхват.

В Европа са стандартизирани понастоящем две междинни честоти за изображението. За стандарт ОИРТ $f_{ми} = 38\text{MHz}$, а за стандарт CCIR $f_{ми} = 38,9\text{MHz}$.

Средната честота на МЧУ се определя като средна геометрична на граничните честоти на пропускания обхват:

$$f_c = \sqrt{f_{дг} \cdot f_{гг}}$$

където

$f_{дг}$ — долна гранична честота на пропусканата лента, за която усилването на усилвателя спада на $1/2$ от максималното;

$f_{гг}$ — горна гранична честота на пропусканата лента при гореспоменатото условие.

На фиг. 9.2 е показан един 3-стъпален МЧ усилвател с единични трептящи кръгове. Усилването на едно стъпало при резонанс ще бъде

$$K = S \cdot R_{екв};$$

$$\frac{1}{R_{екв}} = \frac{1}{R_{рез}} + \frac{1}{R_{изх}} + \frac{1}{R_{вх}}$$

За пентодната лампа може да се пренебрегнат $R_{изх}$ и $R_{вх}$ като по-големи в сравнение с $R_{рез}$ и $R_{ш}$:

$$\frac{1}{R_{екв}} = \frac{1}{R_{рез}} + \frac{1}{R_{ш}}$$

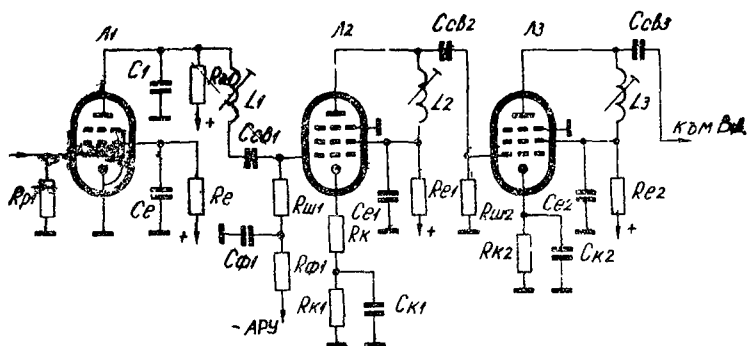
За да пропуска усилвателят необходимата честотна лента

$$\Delta f = f_{гг} - f_{дл},$$

необходимо е $R_{екв}$ да бъде

$$R_{екв} = \frac{1}{2\pi\Delta f \cdot C_{обш}};$$

$$C_{обш} = C_{взх} + C_{1х} + C_{кр} + C_{м},$$



Фиг. 9.9. Схема на МЧУ с 3 стъпала

където

$C_{взх}$ е изходният капацитет на лампата;

$C_{1х}$ — входният капацитет на следващата лампа;

$C_{кр}$ — капацитет на кръга, който обикновено липсва при МЧ усилватели за ТВ приемници;

$C_{м}$ — капацитет на монтажа.

От горните зависимости следва:

$$K = \frac{S}{2\pi\Delta f C_{обш}}.$$

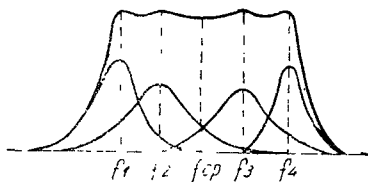
а) МЧ усилвател с разместени по честота единични резонансни кръгове

В литературата този тип усилвател обикновено се нарича с „разстроени кръгове“, което не е правилно, понеже кръговете са винаги настроени, но на различни честоти в сравнение със средната честота на обхвата.

Характеристиката на МЧ усилвател може да се получи чрез единични резонансни кръгове, разположени симетрично около средната честота f_c . Ако броят на настроените кръ-

гове е нечетен, един от тях се разполага точно на честотата f_c на пропускания обхват.

Схемата на усилвателя с три стъпала принципно е показана във фиг. 9.2. Тристъпалният усилвател ще има 4 настроени кръга. Допълнителният кръг е в анодната верига на смесителя. На фиг. 9.3 е илюстрирано получаването на МЧ характеристика чрез 4 разместени по честота резонансни кръга. Изчислението на един такъв МЧ усилвател е една тежка математическа задача.



Фиг. 9.3. Получаване на общата МЧ характеристика на 3-стъпален усилвател (4 разместени резонансни кръга)

Понеже собствените качествени фактори на бобиците са значително по-високи от необходимите, те се намаляват чрез външни шунтирани съпротивления.

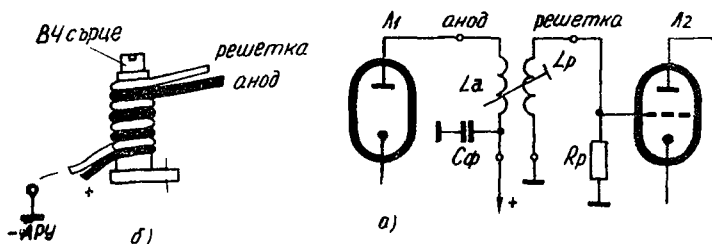
При разпределението на кръговете по различните стъпала трябва да се има пред вид, че кръгът с най-широка честотна лента трябва да бъде в анода на последното стъпало на МЧ усилвател, защото този кръг е най-силно шунтиран от видеодетектора.

При еднакъв брой стъпала усилвателят с разместени по честота единични резонансни кръгове дава по-голямо усиление и по-малки фазови изкривявания, отколкото биха се получили при настройване на кръговете на една и съща резонансна честота.

б) МЧ усилватели с бифиллярни кръгове

И двата вида усилватели (с настроени на една честота или разместени кръгове) имат общ недостатък, че се влияят силно от импулсни смущения. Причината за това са свързващите кондензатори $C_{св}$ на фиг. 9.2. Те се избират достатъчно големи, за да не се губи върху тях част от напрежението на ВЧ енергия. Кондензаторът $C_{св}$ с утечното съпротивление на лампата образува една RC група със съответна времеконстанта $\tau = C_{св} \cdot R_{ш}$. При смущение с достатъчна амплитуда и продължителност тази RC група може да се зареди до върховата стойност на смущаващия сигнал. До разреждането на групата усилвателят се оказва блокиран за

МЧ сигнал. Този недостатък на усилвателя се премахва, ако се употребят за връзка бифилиярно намотани двойка бобини — фиг. 9.4 а. Електрически бифилиярният трансформатор се отнася като единичен трептящ кръг (настройката се прави с



Фиг. 9.4. Бифилиярно намотана двойка бобини
а) принципна схема; б) практическо изпълнение

едно сърце). Все пак галванична връзка между първичната и вторичната бобина няма и това дава основание такъв кръг да се смята като лентов филтър с критична връзка между двата кръга. На фиг. 9.4 б е показано практическото изпълнение на бифилиярен трансформатор. Този начин на връзка между стъпалата е по-икономичен, понеже премахва прехвърлящия кондензатор.

в) МЧ усилвател в лентови филтри

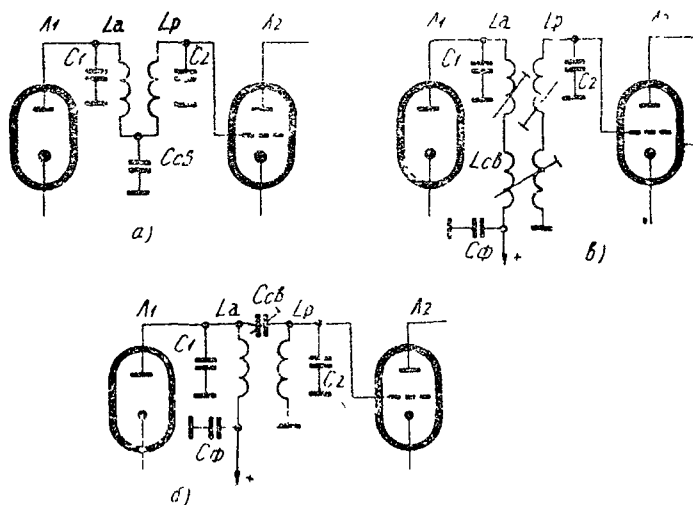
Този тип усилвател има редица предимства пред останалите.

Усилването на стъпало е 1,41 пъти по-голямо от това с единичен кръг.

При връзка между кръговете, която осигурява провал на характеристиката $< 25\%$, фазовите изкривявания са незначителни за целия пропускан обхват на лентовия филтър.

Връзката между двата кръга на лентовия филтър може да бъде най-различна. На фиг. 9.5 са дадени най-често прилаганите начини на връзка. Лентов филтър с вътрешнокапацитивна връзка (фиг. 9.5 а) се прилага между смесителя и първото стъпало на МЧ усилвател поради голямото разстояние между двете стъпала. Между тях винаги се поставя ВЧ коаксиален кабел, който има голям капацитет и би намалил усилването на стъпалото, ако се включи в кръговия капацитет. При филтър с вътрешна капацитивна връзка ка-

пацитетът на кабела служи за свързващ кондензатор и не увеличава кръговия капацитет. С този филтър се постига голямо усилване въпреки голямото разстояние на кабелната връзка между смесителя и МЧ усилвател. Големият капацитет



Фиг. 9.5. Различни начини на връзка между кръговете на лентовия филтър

а) вътрешна капацитивна връзка, *б*) външна капацитивна връзка; *в*) индуктивна връзка

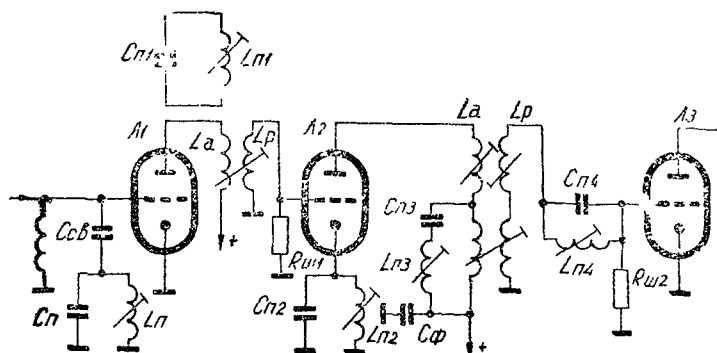
тет $C_{св}$ служи и за филтриране на остатъците на напрежението на хетеродина и неговите хармонични. Другите два варианта на връзка се прилагат също често.

На фиг. 9.5 б е показан усилвател с външна капацитивна връзка между двата кръга на лентовия филтър. Свързващият кондензатор $C_{св}$ е обикновено променлив тример-кондензатор. Тази схема е скъпа и неудобна за настройка.

Най-употребяваният начин е този с индуктивна връзка (фиг. 9.5 в) като по-икономичен. Както се вижда, връзката на този лентов филтър може да се изменя чрез бобината $L_{св}$. Тя също има сърцевина за настройка. Бобините за свързка се изпълняват чрез бифилирно навиване, като се спазва начинът за свързване, отразен във фиг. 9.4 б. Изводите, означени на тази фигура като „решетка“ и „анод“, се свързват сега към долните краища на бобините на лентовия филтър, свързани съответно с решетъчната и анодната верига.

При един тристъпален МЧ усилвател с лентови филтри три от тях се правят с връзка над критичната и получената характеристика е с два върха. Един от филтрите се прави с критична или близка до нея връзка, за да се получи характеристика, близка до тази на единичен кръг. С този кръг се изравнява общата характеристика и тя добива почти правоъгълна форма.

В началото на раздела споменахме, че МЧ усилвател трябва да осигурява подтискане на смущенията от съседните телевизионни предаватели. Тези смущения, които се явяват встрани на $1,5\text{MHz}$ от носещите на приемания предавател, в някои случаи са много силни. Това се случва, когато от приемания предавател има слаб сигнал, а смущаващият е местен с голяма мощност. Обикновените резонансни кръгове и лентови филтри не могат да осигурят необходимото подтискане на смущаващите сигнали. Като препоръчително подтискане на смущенията се дава стойността $> 46\text{dB}$. Тази стойност е определена и във връзка с използването на телевизионните приемници за черно-бяло изображение за приемане на цветна програма при съвместимите системи.



Фиг. 9.6. Начини на включване на поглъщащите кръгове в МЧУ

Постигането на такова голямо затихване на смущаващите сигнали се постига чрез специални резонансни кръгове, свързани към стъпалата на МЧ усилвател. Тези резонансни кръгове трябва да имат висок Q -фактор, за да се постигне изискваното голямо затихване. Това е необходимо и за да се намали влиянието им в пропусканата лента на усилвателя.

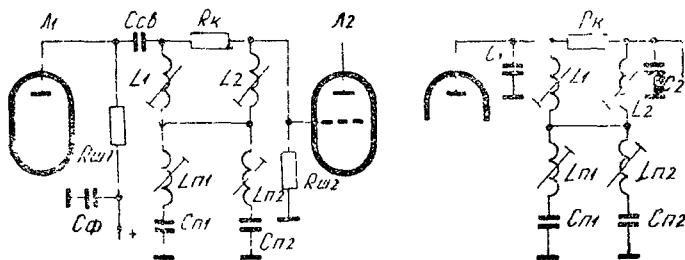
Поглъщащите кръгове биват с капацитивна или индуктивна връзка към основните кръгове. На фиг. 9.6 са показани няколко варианта на включване на поглъщащи кръгове.

В решетъчната верига на първото стъпало е свързан капацитивно поглъщащ кръг. В анодната верига е включен индуктивно към основния кръг друг поглъщащ кръг. Във второто стъпало поглъщащият кръг е свързан в катодната верига и създава отрицателна обратна връзка за резонансната честота. В анодната верига е включен лентов филтър. Последователният поглъщащ кръг е паралелно на свързващата бобина от лентовия филтър. При честотата, на която е настроен поглъщащият кръг, неговият импеданс рязко спада и намалява коефициента на връзката. В решетъчната верига на следващата лампа е свързан паралелен трептящ кръг. При резонансната честота на кръга импедансът му се повишава и действа като делител спрямо входния импеданс.

Резонансните кръгове в близост на областта на затихването причиняват големи фазови изкривявания на МЧ усилвател. Те се увеличават с увеличаването на избирателността и броя на поглъщащите кръгове.

г) МЧ усилвател с М-филтър

Недостатъците на поглъщащите кръгове за получаване на голяма избирателност се избягват при тъй наречения М-филтър. Той е изобразен на фиг. 9.7. Както се вижда от



Фиг. 9.7. МЧ-стъпало с М-филтър

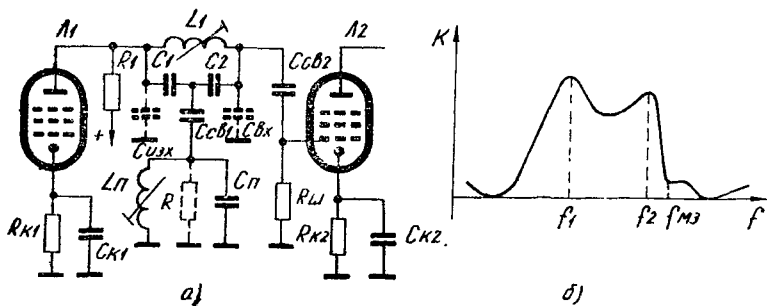
еквивалентната схема, М-филтърът представлява един лентов филтър с вътрешна връзка, състояща се от два последователни поглъщащи кръга (бобините L_1 и L_2 не са индуктивно свързани). Връзката на този филтър е променлива в обхвата

на пропускане. За областта на резонансните честоти на поглъщащите кръгове връзката се намалява и тези честоти не се пренасят в решетъчната верига на следващата лампа L_2 . Ако все пак смуцаващите честоти преминават в решетъчната верига, те ще бъдат компенсирани чрез едно противофазно напрежение със същата честота, което се подава чрез компенсиращото съпротивление R_k .

М-филтърът създава сам избирателност $> 50dB$ при сполучливо изпълнение и се прилага масово в телевизионните приемници. Главното му предимство освен голямата избирателност са значително по-малките фазови изкривявания, които причинява в близост до носещата на изображението. Този филтър има голяма избирателност и далеч извън спираната лента, което е много важно предимство.

д) МЧ усилвател с Т-стъпало

Този вид усилвател се използва поради голямата си простота и пригодност за серийно производство. Принципната му схема е показана на фиг. 9.8 а. От изобразената на фиг. 9.8 б честотна характеристика на Т-стъпалото се вижда, че тя е еквивалентна на лентов филтър със силно надкри-



Фиг. 9.8. МЧ-стъпало с Т-филтър
а) принципила схема, б) честотна характеристика

тична връзка. Това е най-главното предимство на тази схема. Само с един настройващ елемент L_1 се постига характеристиката на лентов филтър, което е съществено за масовото производство. В напрения клон на Т-стъпалото се включва поглъщащият кръг $L_n C_n$, който оформя звуковото прагче на характеристиката. Настройката на този кръг влияе съвсем

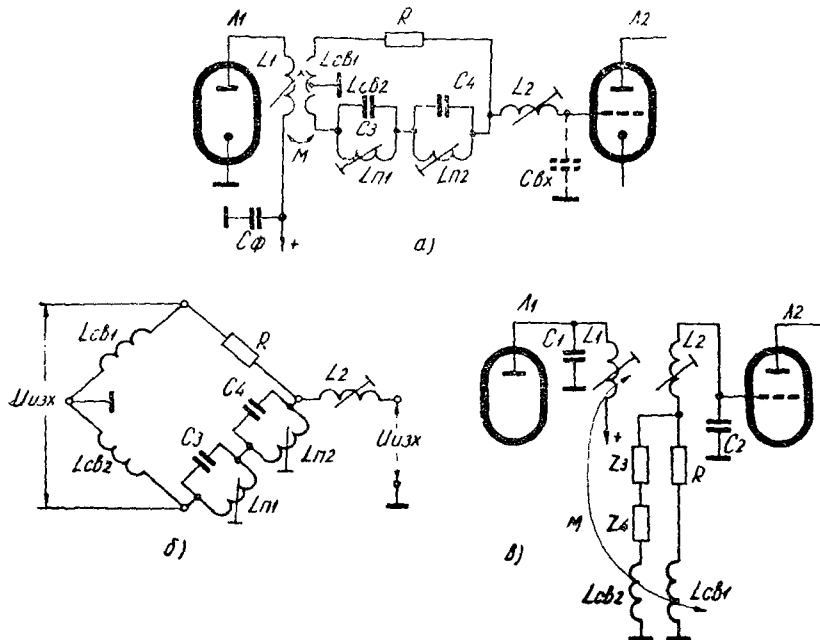
слабо на характеристиката в обхвата на пропускане поради характерното му непълно включване към основния трептящ кръг. Понякога кръгът за звуковото прагче се шунтира със съпротивление $R_{ш}$, имащо подходяща стойност, за да се получи по-плавно изменение на характеристиката в областта на звуковата площадка.

Т-стъпалото има стръмни склонове и позволява без включване на други поглъщащи кръгове да се получи селективност > 30 dB. Фазовите изкривявания на стъпалото са значителни, поради която причина не е получило широко приложение освен в евтините телевизионни приемници. Поради големия провал в характеристиката Т-стъпалото се използва винаги в комбинация с други кръгове, които имат резонансна характеристика без провал.

е) Междинночестотно стъпало с мостова схема

В основата си това стъпало има един честотозависим мост. Той се балансира за честотата, която трябва да се подтисне. Понеже смущаващите честоти са две, поставят се два елемента за настройка, за да може мостът да се балансира и на двете честоти. За пропускания честотен обхват мостовата схема се превръща в един обикновен лентов филтър с индуктивна връзка между двата кръга. Затова тази схема въпреки голямата избирателност има малки фазови изкривявания, равни на лентовия филтър. На фиг. 9.9 е показано стъпало с мостова схема. На фиг. 9.9 а е дадена принципната схема на мостовото стъпало. От бобината L_1 чрез индуктивна връзка ВЧ напрежение се прехвърля в бобината $L_{св}$. Нейната средна точка е заземена и по този начин се получават двете рамена на моста. Останалите две рамена се образуват от едно активно съпротивление R и поглъщащите кръгове за смущаващите честоти C_3L_3 и C_4L_4 . На фиг. 9.9 б е представен самият избирателен мост, който се образува за спиращите честоти. ВЧ напрежение се подава в единия диагонал на моста — краищата на бобините $L_{св1}$ и $L_{св2}$. Изходното напрежение се взема от другия диагонал на моста — общата точка на съпротивлението R и трептящия кръг $L_{ш2}C_4$ и заземената среда на $L_{св}$ ($L_{св1} + L_{св2}$). На фиг. 9.9 в е показана еквивалентната схема на мостовото стъпало за пропускания обхват. Импедансите на двата спиращи кръга са означени съответно със Z_3 и Z_4 . Както се вижда, връзката на лентовия филтър е сложна. Състои се от една постоянна, която се получава от взаим-

ната индуктивност между L_1 и $L_{сн1}$ и една променлива. Тя зависи от промяната на импеданса във веригата на $L_{св2}$, определена от изменението на Z_x и Z_4 .



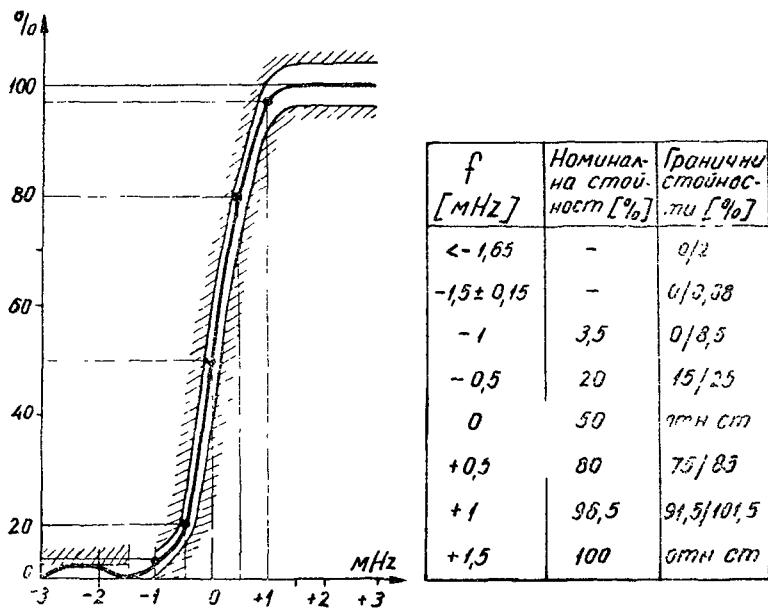
Фиг. 9.9. Стъпало с мостова схема

а) принципна схема, б) еквивалентна схема за погълчаните сигнали; в) еквивалентна схема за пропусканите сигнали

ж) Особенности на МЧ усилватели за изображението

МЧ усилватели се строят, като се използва комбинация от разглежданите по-горе основни схеми. В първоначалното развитие на телевизионната приемна техника, когато избирателността още не беше решаващ показател, се използваха най-вече усилватели с разместени по честота единични кръгове (преимуществено с бифиларно навити трансформатори). С увеличаване на броя на телевизионните предаватели изискванията за избирателност ставаха все по-високи. По-голямата избирателност водеше обаче до големи фазови изкривявания. Една идея за тяхното компенсирание в предавателите

доведе до създаването на „нормирана амплигудна характеристика“, към която трябваше да се стремят конструкторите на телевизионни приемници. Тази нормирана характеристика



Фиг. 9.10. Нормирана характеристика на „Найкуистовия склон“ на телевизионните стъпала

(показана на фиг. 9.10) е била уточнена след измерване на повече от 2000 типа телевизионни приемници. Естествено предизкривяването на предавателя не може да се направи по друг начин освен към едно усреднено изкривяване на телевизионния приемник. Това решение е задоволително само в рамките на една страна, но не обезпечава износа на телевизионни приемници в много страни.

Тогава се явява идеята за МЧ усилвател с „Линейна фазова характеристика“. Този тип телевизионни приемници се приспособяват най-добре към всеки тип предавател. Най-близка до линейната фазова характеристика се е оказала тази на МЧ усилвател с лентови филтри. За да се постигне голяма селективност в такъв усилвател, вмъква се един М-филтър или стъпало с мостова схема.

Добър резултат се получава и от усилвател с лентови филтри, в които поглъщащите кръгове се свързват паралелно на бобината за връзка (ниж третото стъпало на фиг. 9.6).

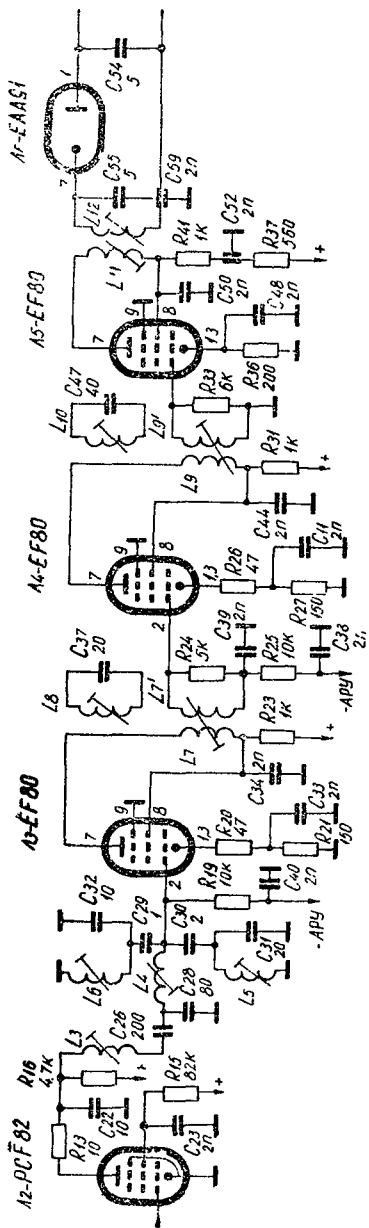
Автоматичното регулиране на усилването на телевизионния приемник се осъществява чрез намаляване на стръмността на лампите на ВЧ и МЧ усилвател. Понеже МЧ усилвател осъществява основното усилване, регулирането на последното става главно чрез намаляване на неговото усилване. При увеличаване на отрицателното преднапрежение на лампите намалява стръмността им и оттам — усилването на усилвателя. При увеличаване на преднапрежението на лампата се изменя и входният ѝ капацитет. При промяната на входния капацитет се разстройва кръгът, а оттам и целият усилвател.

За да се намали до възможния минимум това явление, необходимо е да се създаде една отрицателна обратна връзка (ООВ) за регулируемото стъпало. Това се прави чрез поставяне на неблокирано по висока честота съпротивление в катодната верига. За всеки тип лампа е необходима точно определена ООВ, за да бъде минимално изменението на входния капацитет. За *EF80* това съпротивление има стойност около 50 Ω .

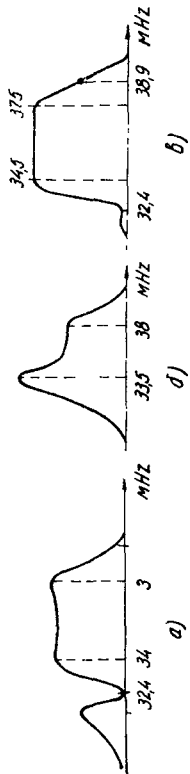
II-10. Общ МЧ усилвател на „Опера 3“

Общият ВЧ усилвател на телевизионния приемник „Опера 3“ е от комбиниран тип. Той е тристъпален усилвател с 2 лентови филтъра и 2 единични трептящи кръга с бифиларно навити бобини. Лампите са *EF80*, като първите две са обхванати от системата на АРУ. Схемата на усилвателя е показана на фиг. 10.1.

Между смесителя и първото стъпало е включен познатият ни лентов филтър с вътрешнокапацитивна връзка, състоящ се от бобините L_3 и L_4 . Капацитетът за връзка е образуван от $C_{1,8}$ заедно с капацитета на ВЧ коаксиален кабел. Кондензаторът C_{26} е преграждащ и предпазва решетката на слелващото стъпало от напрежението на източника за захранване. Съпротивлението R_{16} служи за шунтиране на първия кръг от лентовия филтър и захранва анода на *PCF82* с постоянно напрежение. Към вторичната страна на лентовия филтър са включени капацитивно два кръга за подтискане на смущаващите сигнали. Кръгът с бобина L_5 , кондензатор C_{11}



Фиг. 10.1. Общ МЧ усилител на „Опера 3“



Фиг. 10.2. Характеристики на лентовите филтри и обща характеристика на МЧ усилител на „Опера 3“

и свързващ кондензатор C_{30} е настроен на носещата на съседното изображение $f_{сн} = 30,9 \text{ MHz}$. Междинните честоти на „Опера 3“ са $f_{ми} = 38,9 \text{ MHz}$, $f_{мз} = 32,4 \text{ MHz}$. Другият кръг с бобина L_6 , кондензатор C_{32} и свързващ C_{29} е настроен на носещата на съседния предавател на звука ($f_{сз} = 40,4 \text{ MHz}$). Съпротивлението R_{19} е шунтиращо за вторичния кръг на лентовия филтър. Чрез него се подава на управляващата решетка напрежението на АРУ, което се филтрира от кондензатора C_{40} .

Първият усилвател е с бифиларно намотан свързващ кръг. Към него е свързан индуктивно поглъщащ кръг L_8 и C_{37} , настроен на честота $f_{сз} = 40,4 \text{ MHz}$. Вторичната страна на бифиларния трансформатор е шунтирана със съпротивление R_{34} . В катодната верига на L_1 е включена RC група за автоматично преднапрежение (R_{21} и C_{33}).

Съпротивлението R_{20} служи за намаляване изменението на входния капацитет. В анодната верига има разделителен филтър R_3 C_{34} към постояннотоковия източник. Второто стъпало е аналогично на първото с разлика, че поглъщащият кръг (L_{10} и C_{47}) е настроен на честота $f_{мз} = 32,4 \text{ MHz}$ и оформя звуковото прагче.

Второто стъпало също се регулира от системата на АРУ. Към веригата на АРУ има разделителен филтър R_{23} , C_{38} . Шунтиращото съпротивление на кръга е R_{33} .

Третото стъпало има лентов филтър с индуктивна връзка между кръговете (бобините L_{11} и L_{12}), с несиметрично натоварване на същите. В анодната верига има двоен разделителен филтър към захранващия източник (R_{41} , C_{50} и R_{37} , C_{52}).

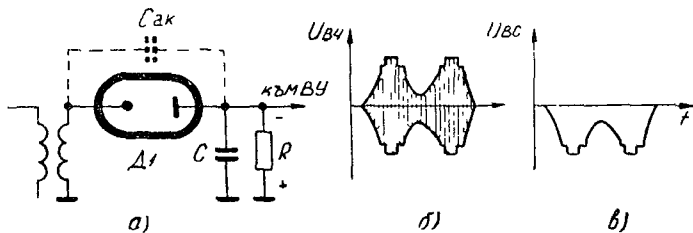
На фиг. 10.2 са показани характеристиките на двата лентови филтъра и общата характеристика на МЧ усилвател.

Лентовият филтър на третото стъпало има несиметрична характеристика и както се вижда, ниско ниво при носещата на изображението. Това се използва, за да може чрез предния единичен кръг да се регулира нивото на носещата на изображението в общата характеристика.

II-11. Видеодетектор

Видеодетекторът следва непосредствено след МЧ усилвател за изображението. Видеодетекторът е нелинеен елемент, в който става демодулацията на МЧ сигнал и се извлича модулационният сигнал. Освен това от смесването на двата

МЧ сигнала се получава П МЧ за звуковия съпровод. Като нелинеен елемент се използва диод-на лампа или германиев диод.



Фиг. 11.1. Принципна схема на лампов видеодетектор

Видеодетекторът трябва да изпълнява следните условия :

а) Да детектира целия модулационен честотен обхват линейно.

Ако детектирането не е линейно, получават се градационни изкривявания. Ламповите и полупроводниковите демодулатори имат линейна характеристика при напрежение, по-голямо от 1V. МЧ усилвател трябва да осигурява напрежение, по-голямо от това. Изходното напрежение на видеодетектора не трябва да зависи от честотата на модулационните колебания. Видеодетекторът трябва да подтисне остатъците от колебанията с междинна честота и хармоничните ѝ.

б) Видеодетекторът трябва да има голям коефициент на предаване на напрежението.

На фиг. 11.1 е показана принципната схема на видеодетектора с лампов диод.

За да се получи еднакво изходно напрежение за всички модулационни честоти, трябва съпротивлението на видеодетектора да бъде малко, за да не се шунтира при високите честоти от кондензатора С. Той се състои от съсредоточения кондензатор (ако има такъв), кондензатора на анода на диода спрямо шаси, монтажния кондензатор на схемата и входния на следното стъпало :

$$C = C' + C_{\text{ем}} + C_{\text{м}} + C_{\text{вх}}$$

Ако този кондензатор възлиза на $C = 20 \text{ pF}$, за честота $f_{\text{в}} = 5 \text{ MHz}$ той ще има кондензаторно съпротивление

$$\frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2 \pi f_{\text{в}} C} = \frac{1}{2 \pi \cdot 5 \cdot 10^6 \cdot 20 \cdot 10^{-12}} = 1590 \Omega.$$

Пресмятането показва, че за да не се намалява детектираното напрежение за високите модулационни честоти, товарното съпротивление трябва да бъде малко (няколко $k\Omega$) и схемата да има малък монтажен и съсредоточен капацитет.

За да се получи голямо напрежение в изхода на детектора при малкото товарно съпротивление, трябва и вътрешното съпротивление на проводимия нелинеен елемент да бъде колкото е възможно по-малко. Ламповите и полупроводниковите диоди, употребени във видеодетекторни схеми, имат вътрешно съпротивление няколкостотин ома. Например лампата $EA491$ има вътрешно съпротивление $R_i = 300\ \Omega$, а германиевият диод $OA160 - R_i \cong 100\ \Omega$. За да се получи голямо напрежение върху товарното съпротивление R , необходимо е по-голяма част от ВЧ напрежение да пада върху нелинейния елемент, а не върху товара R . За това е необходимо да се изпълни условието

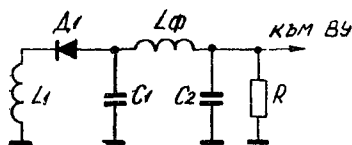
$$\frac{1}{\omega C_{ак}} \gg \frac{1}{\omega C} \quad \text{или} \quad C_{ак} \ll C.$$

Това условие се изпълнява особено добре от полупроводниковите диоди. Те имат капацитет $C_{ак} < 1\ pF$. Освен това при тях липсват и допълнителните капацитети на ламповите диоди ($C_{анод-отопление}$, $C_{катод-отопление}$). Те не внасят брум с мрежова честота в сигнала, както това става при ламповите. Монтажният капацитет на схемата също се намалява многократно при използването на полупроводникови диоди. Някои от тях имат извънредно ниско съпротивление в права посока и високо—в обратна. Това са германиевите диоди с позлатени изводни краища.

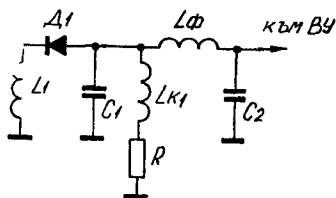
Недостатък на полупроводниковите диоди е влошаване на показателите им с повишаване на температурата. Съпротивлението в права посока се увеличава, а в обратна се намалява.

На фиг. 11.2 е показана схема на видеодетектор с полупроводников диод. В схемата е включен един нискочестотен П-филтър, съставен от кондензаторите C_1 и C_2 и бобината L_f . Този филтър пропуска ниските честоти (от модулационния обхват) и спира колебанията с висока (междинна) честота и техните хармонични. Тези хармонични на междинната честота са еднакво опасни за канала на изображението и канала на звука. Ако не се отфилтруват, те попадат във видеосуилвателя, достигат кинескопа и чрез него се излъчват в пространството. Те попадат във входа на собствения приемник и могат да причинят на определени канали смущение, подобно

на това от външен смущаващ предавател. Това смущение в канала на изображението се нарича Моар (от френското *Moire*) и се различава от външното, понеже интензивността и честотата му се менят в зависимост от честотата на соб-



Фиг. 11.2. Видеодетектор с полупроводников диод



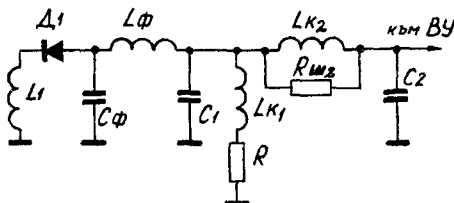
Фиг. 11.3. Видеодетектор с високочестотна корекция на характеристиката

ствения хетеродин на телевизионния приемник. Освен филтри във видеодетектора като мярка трябва да се използва старателно екраниране на видеодетектора и веригите на цялото последно МЧ стъпало заедно с лампата.

Съпротивлението на видеодетектора може да бъде увеличено при същото възпроизвеждане на високите модулационни честоти чрез прилагане схемата на фиг. 11.3. В тази схема последователно със съпротивлението R се поставя коригираща bobина $L_{\kappa 1}$. Тя се пресмята така, че резонансният кръг, образуван от паралелното свързване на $L_{\kappa 1}$ и C_1 , шунтиран от съпротивлението R , да се настрои в резонанс на честота, близка до горната гранична честота на получения видеосигнал.

Друг начин за още по-голямо увеличение на товарното съпротивление е показан на фиг. 11.4. Тук между товарното съпротивление и входа на следващото стъпало е поставена втора коригираща bobина $L_{\kappa 2}$. Тази bobина разделя капацитета C_1 от входния кондензатор на следващото усилвателно стъпало C_2 . Първият кондензатор C_1 заедно с bobината $L_{\kappa 1}$ извършва описаната по-горе корекция. Bobината $L_{\kappa 2}$ образува с капацитета C_2 един последователен трептящ кръг. Резонансната честота на този втори кръг се избира около честотата, на която нивото на видеосигналите намалява на 70% от максималното. При настъпилия резонанс напрежението върху C_2 се повишава, за да компенсира спадането от малката стойност на товарното съпротивление.

За да не се получат неравномерности в характеристиката, Q -факторът на този трептящ кръг трябва да се намали на подходяща стойност, по-малка от 1. Това става най-удобно

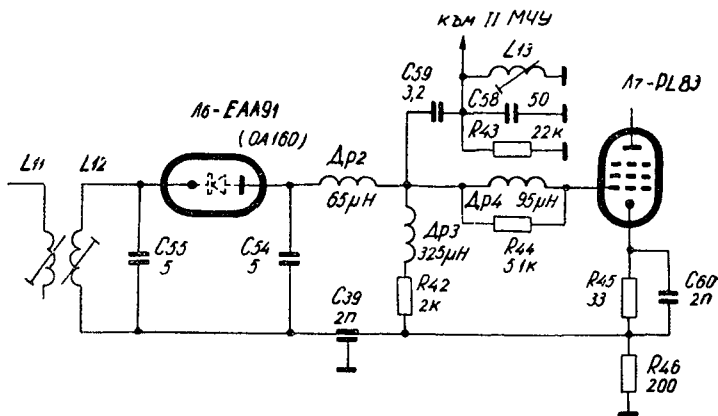


Фиг. 11.4. Видеодетектор със сложна ВЧ корекция на характеристиката

с включване на съпротивление R_{m2} , паралелно на коригиращата bobина L_{k2} .

II-12. Видеодетектор на „Опера 3“

Видеодетекторът на телевизионния приемник „Опера 3“ е изпълнен с ламповия диод $ЕАА91$ (или полупроводниковия диод $ОА160$) — фиг. 12.1. МЧ трансформатор, който захранва



Фиг. 12.1. Видеодетектор на „Опера 3“

видеодетектора, е един лентов филтър, включен към третото МЧ стъпало. На вторичната страна е включен кондензаторът C_{55}

за намаляване влиянието на монтажните капацитети и паразитния капацитет на видеодетекторната лампа ($C_{км}$, C_k , $C_{от}$).

Видеодетекторната лампа е включена така, че детектираното напрежение е с отрицателен поляритет поради едностъпалния видеоусилвател и задействването на амплитудния отделител с положителен по полярност видеосигнал.

След видеодетекторната лампа е включен познатият ниско-честотен П-образен филтър за премахване на остатъците от междинната честота и нейните хармонични. На входа на П-филтъра е включен концентриран капацитет $C_{б4}$. Към него, се добавят монтажният капацитет на схемата и капацитетът на лампата. Отдясно на дросела се разчита само на монтажния капацитет на схемата. За по-добро филтриране на МЧ остатъци лампата на видеодетектора е ширмована, а останалите елементи на видеодетектора и последният МЧ трансформатор конструктивно са оформени в екранираща металическа кутия. Екранирана е лампата и на последното МЧ стъпало, където нивото на МЧ сигнал е най-високо (около $2V_{эф}$). Товарното съпротивление $R_{12} = 2 k\Omega$. Направена е сложна паралелна и последователна корекция на характеристиката на видеодетектора чрез $L_{к1} = 325 \mu H$ и $L_{к2} = 95 \mu H$ паралелно със съпротивление $R_{14} = 5,1 k\Omega$. Сложната корекция в тази схема е особено необходима, понеже видеодетекторът е с лампов диод, който е причина за големия паразитен капацитет на схемата. Капацитетът се увеличава и от това, че видеодетекторът се използва и за втори смесител. Чрез биенето на носещите на изображението и звука се получава честотно и амплитудно модулираната им разлика, която като втора МЧ за звука се отделя чрез настроен кръг. Той е свързан капацитивно чрез кондензатора C_{59} към товарното съпротивление на видеодетектора и се състои от паралелното свързване на бобината L_{13} и кондензатора C_{68} . За да се получи необходимата лента на пропускане, е направено шунтиране със съпротивлението R_{13} .

II-13. Видеоусилвател

Видеоусилвателните стъпала в телевизионните приемници служат да повишат нивото на видеосигналите, получени от видеодетектора, до необходимата стойност за модулация на кинескопа. За съвременните кинескопи се счита, че напрежения от $25 \div 35 V$ са напълно достатъчни. Съществува тен-

денция за намаляване на това напрежение, но главно при кинескопи, предназначени за портативни телевизионни приемници.

От направените по-рано пресмятания се установи, че МЧ усилвател може да подаде на видеодетектора $2 \div 3 V_{\text{eff}}$ ВЧ напрежение. Усилването на видеоусилвателните стъпала ще трябва да бъде 25—30 пъти. Такова усилване може да се получи само с едно усилвателно стъпало. Такива едностъпални усилватели в настоящия момент са почти стандартизирани за телевизионните приемници. Едностъпалните усилватели имат предимство, че могат да се направят с галванична връзка между видеодетектора, от една страна, и кинескопа — от друга. По този начин се възпроизвеждат ниските честоти със съвсем незначителни изкривявания и не е необходимо да се възстановява постоянната съставна на видеосигналите.

По същество видеоусилвателните стъпала са RC усилватели с по-високи показатели. Видеоусилвателите трябва да изпълняват следните изисквания:

а) да усилват равномерно в целия честотен обхват на видеосигналите ($\Delta f \cong 0 \div 5 \text{ MHz}$);

б) да имат малки фазови изкривявания;

в) да имат добра преходна характеристика.

За видеоусилвателни стъпала се използват изключително пентодни лампи поради малкия им капацитет $C_{\text{ар}}$ и желаното голямо усилване.

Коефициентът на широколентност за RC -усилвателното стъпало се дава от познатия израз

$$K_{\text{ш}} = K \cdot \Delta f = \frac{S}{2\pi C_{\text{п}} R_{\text{а}}},$$

където

$$C_{\text{п}} = C_{\text{взх}} + C_{\text{вх}} + C_{\text{м}},$$

$C_{\text{вх}}$ и $C_{\text{взх}}$ са съответните капацитети на лампите;

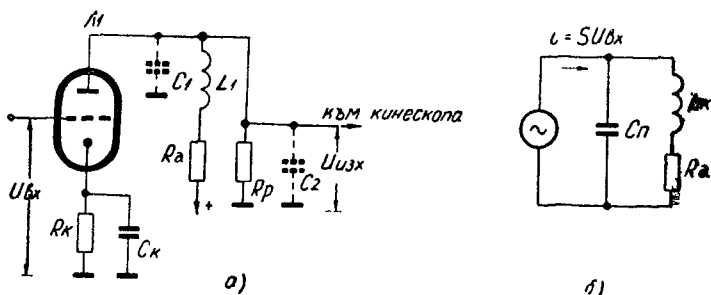
$C_{\text{м}}$ е неизбежният монтажен капацитет.

От уравнението може да се направи изводът, че коефициентът на усилването по пропусканата честотна лента на едно усилвателно стъпало е величина постоянна, която зависи само от параметрите на радиолампага. Разбира се също, че трябва да се стремим към намаляване на неизбежния монтажен капацитет.

Увеличаването на усилването на видеоусилвателните стъпала без влошаване на останалите параметри се постига чрез коригирани усилватели.

а) Усилвател с проста паралелна корекция

Схемата на един усилвател с проста паралелна компенсация е показана на фиг. 13.1.



Фиг. 13.1. Видеоусилвател с проста ВЧ корекция
а) принципна схема; б) еквивалентна схема за f_B

От еквивалентната схема се вижда, че с поставянето на коригиращата bobина товарът на усилвателя за високи честоти се превръща в един паралелен трептящ кръг, съставен от капацитета на усилвателя C_n , коригиращата bobина L_k и товарното съпротивление R_a на усилвателя. Стойността на коригиращата bobина може да се подбере така, че кръгът да влиза в резонанс при честота, за която усиляването без bobина спада на 70% от максималното. По такъв начин чрез резонанса ще се разшири пропусканата лента. Q -факторът на LC кръга се подбира със стойност около 0,64.

За коригирания усилвател при същата честотна лента може да се употреби по-голямо по стойност товарно съпротивление R'_a :

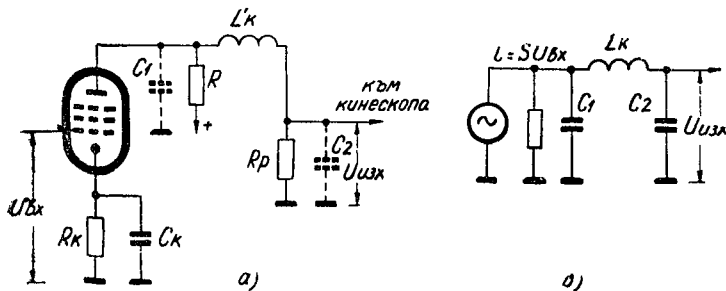
$$R'_a = 1,72 \cdot R_a.$$

Преходната характеристика на този усилвател ще бъде зависима също от Q -фактора на кръга.

За стойности на $Q < 0,64$ кръгът се превръща в апериодичен и в него не възникват колебания. Допустим е все още $Q = 0,8$, при което отскокът в предния фронт на преходната характеристика не превишава 2—3%.

б) Усилвател с последователна корекция

На фиг. 13.2 е показан един усилвател, в който е реализирана ВЧ корекция с помощта на коригиращата боби-на L'_k . Идеята, както се вижда от еквивалентната схема, е



Фиг. 13.2. Видеоусилвател с последователна корекция
а) принципна схема; б) еквивалентна схема за f_B

да се раздели на две части общият паразитен капацитет C_n , шунтиращ товарното съпротивление R_a . За ниски и средни честоти съпротивлението е шунтирано от целия капацитет $(C_1 + C_2)$, понеже импедансът на L'_k е малък. За високите честоти импедансът на L'_k нараства и се пресмята така, че в областта на горната гранична честота без коригиране L'_k и C_2 да влизат в последователен резонанс. Тогава напрежението върху тези елементи е Q пъти по-голямо от входното напрежение и по този начин лентата се разширява. При еднаква лента с тази на некоригираната схема усилването се увеличава до 2,2 пъти. В показаната схема е много важно съотношението между двата паразитни кондензатора C_1 и C_2 . Оптимален резултат се получава при $C_2/C_1 = 2$ и показателите на усилвателя се влияят съществено от отклонението на това отношение.

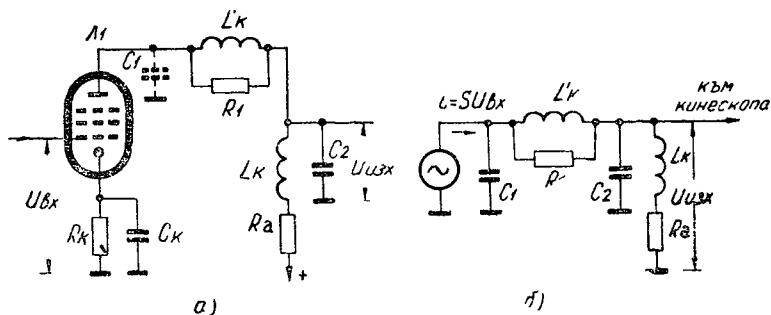
При големи отклонения на това отношение усилвателят се доближава по показатели до този с паралелната корекция.

При отношение $\frac{C_2}{C_1} = 2$ самоиндукцията се пресмята от израза

$$L'_k = \frac{2}{3} R^2 (C_1 + C_2).$$

в) Усилвател със сложна корекция

Друга схема с още по-високи показатели е тази със сложна последователно-паралелна ВЧ корекция. В нея се използват две коригиращи бобини. Схемата е показана на фиг. 13.3. За средните честоти тя не се отличава от пред-



Фиг. 13.3. Видеоусилвател със сложна корекция
а) принципна схема; б) сквивалентна схема за f_H

ните. За високите честоти бобината L'_k действа, както бе обяснено в схемата с последователна компенсация. Тук паралелната компенсация се прави с капацитета на паразитния кондензатор C_2 , L_k и R_a .

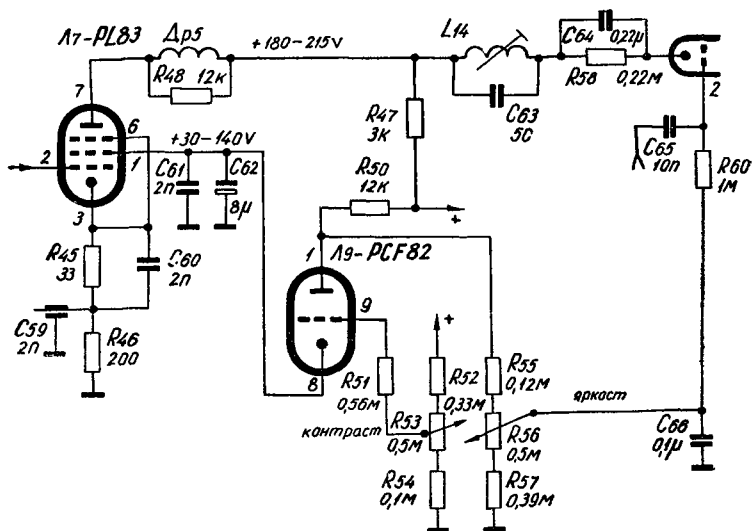
В настоящия момент в телевизионните приемници се употребява почти стандартизирано само тази схема.

II-14. Видеоусилвател на „Опера 3“

Видеоусилвателят на телевизионния приемник „Опера 3“ е едностъпален, с галванична връзка към видеодетекторното стъпало и кинескопа. При това свързване ниските честоти се възпроизвеждат без изкривяване, а постояннотоковата съставна се запазва и не е необходимо да се възстановява допълнително. Използвана е лампата PL 83, която се произвежда специално за телевизионни видеоусилватели.

На фиг. 14.1 е показана схемата на видеоусилвателя, изпълнена по сложна схема на последователно-паралелната корекция. Последователната корекция е направена с бобината L_b , която е шунтирана със съпротивлението R_{48} . Конструктивно бобината е навита върху шунтиращото съпротивление.

Паралелната корекция в първите произведени модели се правеше с втора коригираща бобина, направена по същия начин, както по-първата. Впоследствие товарното съпро-



Фиг. 14.1. Видеоусилвател на „Опера 3“

тивление R_{47} беше направено с индуктивност, равна на индуктивността на коригиращата бобина $L_k = 200 \mu H$, а самата бобина извърлена.

Във веригата, която води към катода на кинескопа, е поставен един паралелен трептящ кръг и една RC -група. Паралелният LC -кръг, съставен от бобината L_{14} и кондензатора C_{63} , е настроен чрез феритното ядро на бобината на междинната честота на звука ($6,5 MHz$), за да подтисне смущението от същата в изображението. Този кръг се нарича спиращ и е поставен в общ екран с кръга КМ31. Той осигурява достатъчна избирателност спрямо смущението на изображението от звука. RC -групата R_{58} , C_{64} служи да предпази кинескопа от недопустим ток на електронния лъч. При увеличението на този ток се създава по-голямо падение на напрежение в съпротивлението R_{58} , което служи като автоматично преднапрежение за кинескопа. Кондензаторът C_{64} шунтира съпротивлението за модулационните честоти.

Усилването на видеоусилвателя (изменението на кон-

траста) се изменя чрез екранното напрежение на PL_{83} . Чрез регулатора за контраста се изменя екранното напрежение в граници $+(30 \div 140) V$. Поради големия екранен ток на лампата едно непосредствено изменение на напрежението на екранната решетка чрез потенциометър изисква голяма мощност на последния (2—3) W .

Схемата е изпълнена с обикновен потенциометър, който командува една триодна лампа. Триодът е включен в схема на постояннотоков катоден повторител. Еквивалентното му съпротивление във веригата на екранната решетка се изменя в големи граници. Катодното напрежение на триодната лампа се изменя, като винаги следи решетъчното ѝ напрежение. Катодът на триодната част е свързан с екранната решетка на видеоусилвателната лампа PL_{83} . Кондензаторът C_{62} шунтира веригата на екранната решетка за колебанията от целия видеочестотен обхват. Електролитният кондензатор има индуктивност, която причинява обратна връзка за високите честоти. Поради това той се шунтира с един безиндуктивен кондензатор C_{61} . При изменение на контраста от максимум до минимум анодното напрежение на PL_{83} , а значи и катодното на кинескопа се изменят от $+(180 \div 220) V$. Това значи, че при всяко изменение на контраста ще се променя и яркостта, което довежда до необходимост от регулиране на регулатора за яркостта. За да се премахне този недостатък, потенциометърът за яркостта се захранва не от плюсовия източник, а от т. А. При регулиране на контраста се мени екранният ток, т. е. токът в анодната верига на триодната лампа. Това значи, че и потенциалът на точката А се изменя. Изменението на потенциала на т. А чрез подбор на съпротивлението R_{60} е установено да отговаря на изменението на анодното напрежение. Така схемата осигурява постоянна яркост независимо от регулирането на контраста на изображението.

В катодната верига са поставени две RC -групи. Едната, съставена от R_{45} и C_{60} , е предназначена за автоматично преднапрежение на пентодната част. Кондензаторът C_{60} причинява обратна връзка на усилвателя за ниски и средни честоти и я премахва за високите, като за тях се получава постепенен подем на честотната характеристика. Тази група коригира до известна степен фазовата характеристика на усилвателя.

Съпротивлението R_{46} служи да подаде видеосигнал за управление на ключовата лампа на системата за АРУ, която ще разгледаме след това.

Регулирането на контраста чрез екранното напрежение на усилвателя има предимството, че при регулирането се поддържа постоянно нивото на черно. При промяна на контраста се променя освен видеосигнала и екранното напрежение и се преминава на нова характеристика $I_a = f(U_p)$, така че нивото на черно винаги попада на коляното на горната характеристика.

II-15. Автоматично регулиране на усилването (APY)

Автоматичното регулиране на усилването има за задача да осигури нормална работа на телевизионния приемник при различни условия на приемане. Тези условия са много разнообразни поради използването за телевизионно разпръскване на широк честотен диапазон. Разпространението на радиовълните от УКВ обхвата (I и III ТВ обхват) се различава значително от това на дециметровия IV и V ТВ обхват. В зоната на големите градове, в които работят телевизионни предаватели, обикновено сигналът е силен. При приемане на далечен предавател, обратно — сигналът е слаб. За тези два случая все пак е възможно приемникът да се регулира ръчно и да се пригоди за оптимално приемане и на двата предавателя. Има обаче случайни изменения на полето на предавателя, които не се подчиняват на никакви закономерности. Така например при преминаване на самолет, влак или друго превозно средство с голяма маса полето в близките участъци се променя значително. Тези изменения на полето не могат да се компенсират с ръчно регулиране на усилването, понеже са случайни. Подобен е случаят и при приемането със стационарна антена, когато има движение на лице из помещението. Такива изменения могат да бъдат компенсирани само от едно APY с необходимата малка времеконстанта на регулиране.

APY се прави чрез промяна на усилването на ВЧ и МЧ усилвателни стъпала. Независимо от изменението на входния сигнал на телевизионния приемник видеодетекторът трябва да получава винаги постоянен по амплитуда МЧ сигнал, чиято стойност се установява по желание чрез ръчното регулиране на усилването.

Регулирането на усилването на ВЧ и МЧ усилватели се прави чрез изменение на стръмността на лампите им. Усилването е пропорционално на стръмността на лампата.

За да може да се изменя усилването в широки граници с малко регулационно напрежение, в телевизионните приемници се прилагат специални лампи с къси характеристики от типа на *EF-80*, 6Ж1П, *EF183*, *EF85* и др.

Лампата *EF-80* работи нормално при преднапрежение около $-2V$, а при $-6V$ е вече запушена. В телевизионните приемници се вземат мерки против нелинейните изкривявания, като се регулират само лампите с малко ниво на ВЧ сигнал. Почти никога не се регулира усилването на последното МЧ стъпало, при което сигналът има значителна амплитуда. В последните години се създадоха за МЧ усилвател лампите *EF-183* и *EF-184* с напрегната решетка и голяма стръмност. Първата от тези лампи е с плавно изменяща се регулируема характеристика и не внася нелинейни изкривявания при автоматичното ѝ регулиране. Тя изисква, разбира се, по-голямо напрежение за регулиране от порядъка на $-15 V$.

Изключително широко приложение поради редицата си предимства е получила ключовата схема за АРУ.

Напрежението за АРУ при тази схема се изработва пропорционално на ВЧ-напрежение, съответстващо на синхронизиращите сигнали. Стойността на полученото напрежение е достатъчна за осигуряване на стабилна работа на телевизионния приемник при сигнали до около $300 mV$.

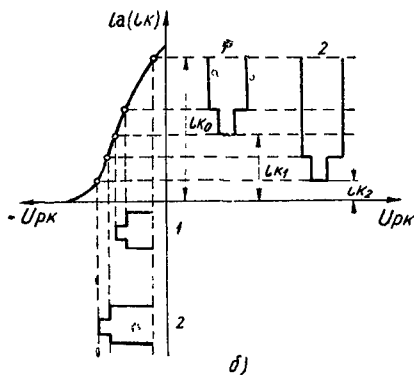
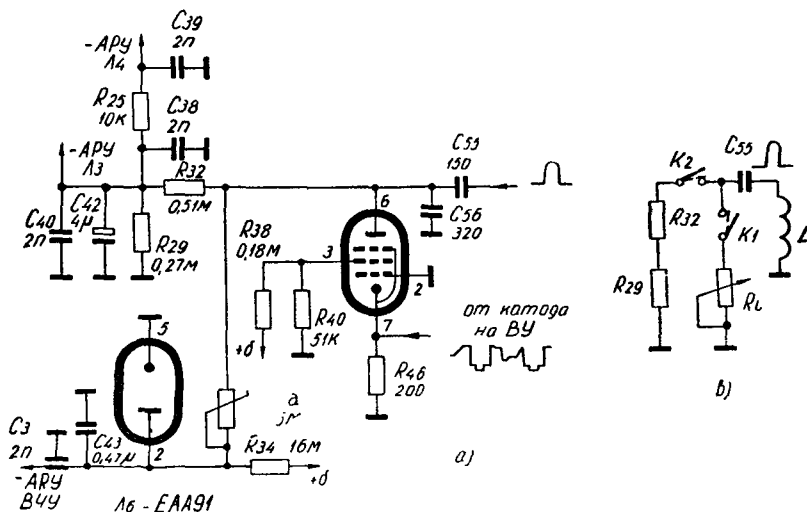
Времето на схемата е сравнима с времето за 1 ред ($64 \mu S$). Схемата е устойчива на смущения, понеже работи само през време на гасящите сигнали. Само смущения, които съвпадат по време със синхронизиращите импулси за редовете, могат да смущават схемата.

Принципното действие на ключовото АРУ ще бъде разгледано при конкретната схема, приложена в телевизора „Опера 3“.

За да не се влошава отношението сигнал/шум, ВЧ стъпала трябва да се регулират едва когато входният сигнал е достигнал определено ниво. То се определя от собствените шумове на смесителя. За един смесител те са от порядъка на $1 \div 2 mV$. При минимално усилване на ВЧ усилвател 10 пъти АРУ трябва да започне да регулира ВЧ усилвател при сигнали на входа също $1 \div 2 mV$, за да се осигури едно съотношение сигнал/шум > 10 пъти ($20 dB$). От тези разсъждения се вижда, че отначало при повишаване на входния сигнал на телевизионния приемник АРУ трябва да се прави само върху лампите на МЧ усилвател. АРУ на ВЧ усилвател трябва да се направи „закъснително“.

II-16. АРУ на „Опера 3“

В телевизионния приемник „Опера 3“ се използва ключова схема за АРУ. Схемата за АРУ е показана на фиг. 16.1 а. За ключова лампа е предназначена пентодната част на PCF82. Тя работи по схема със заземена решетка, като



Фиг. 16.1. Ключово АРУ на „Опера 3“

а) принципна схема; б) характеристика; в) еквивалентна система на АРУ

управлението ѝ се прави чрез изменение на катодното напрежение. Вместо анодно напрежение се подава ключово действащият импулс от обратния ход на хоризонталното отклонение. Необходимата стойност на импулса се получава чрез капацитивния делител C_{55} , C_{56} . На екранната решетка се получава положително напрежение чрез съпротивителния делител R_{38} , R_{40} . Съпротивлението R_{46} лежи в катодната верига на видеоусилвателната лампа L_7 . За товар на ключовата лампа служат последователно свързаните съпротивления R_{32} и R_{29} . Принципът на действие на схемата се разбира с помощта на фиг. 16.1 б. На нея е изобразена характеристиката на анодния и катодния ток на видеоусилвателната лампа в зависимост от решетъчното ѝ напрежение. През съпротивлението R_{46} тече катодният ток на видеоусилвателя. Нека този ток при липса на сигнал от предавателя да има стойност $i_{к0}$. Стойността на съпротивлението R_{46} е така подбрана, че този ток да създаде падение на напрежението $U_{рк}$, което да запуши ключовата лампа. Тя трябва да бъде запушена и при наличие на ключов импулс. Когато в антенния вход на телевизионния приемник пристига сигнал от предавателя, в зависимост от величината му трябва да се изработи съответно напрежение от схемата за АРУ. Ще се спрем на две нива на сигнала, които са достатъчно големи, за да се отпуши ключовата лампа. Ще считаме, че телевизионният приемник приема синхронизирано изображение. В този случай синхронизиращите импулси за редовете съвпадат по време с ключовите импулси. Нека в решетъчната верига на видеоусилвателя е пристигнал импулсът 1 (фиг. 16.1 б). Анодният ток през време на импулса ще се намали на стойност $i_{к1}$. Преднапрежението на ключовата лампа, което е пропорционално на $i_{к1}$, ще се намали също и тя ще се отпуши. Кондензаторът C_{55} ще започне да се зарежда през вътрешното съпротивление на лампата L_8 (R_{11}). Последователно свързаните съпротивления R_{32} и R_{29} са много по-големи от R_{11} и затова може да се смята, че веригата към тях е прекъсната (виж фиг. 16.1 в). Ще считаме, че ключът K_2 е отворен, а K_1 — затворен. Кондензаторът C_{55} се зарежда през вътрешното съпротивление на лампата L_8 с поляритет, показан на фигурата. При завършване на импулса на обратния ход лампата L_8 отново се запушва. Нейното вътрешно съпротивление $R_{изап}$ сега е много по-голямо от последователно свързаните съпротивления R_{32} и R_{29} . На фиг. 16.1 в, ключът K_1 е отворен, а K_2 — затворен. Кондензаторът C_{55} за-

почва да се разрежда през съпротивленията R_{32} и R_{29} , като образува падение на напрежението с поляритет, показан на чертежа. При увеличение на входния сигнал се увеличава и синхросигналът (импулс 2 на фиг. 16.1 б). Увеличението на синхросигнала предизвиква още по-малък ток $i_{к2}$ и вътрешно съпротивление R_{12} на лампата L_8 . Вътрешното съпротивление R на лампата е представено на фиг. 16.1 б като регулируемо. Кондензаторът C_{55} се зарежда до по-голямо напрежение. При разреждането му се получава и по-голямо отрицателно напрежение върху съпротивленията R_{32} и R_{29} . Полученото отрицателно напрежение служи за регулиране на усилването на МЧ и ВЧ усилватели.

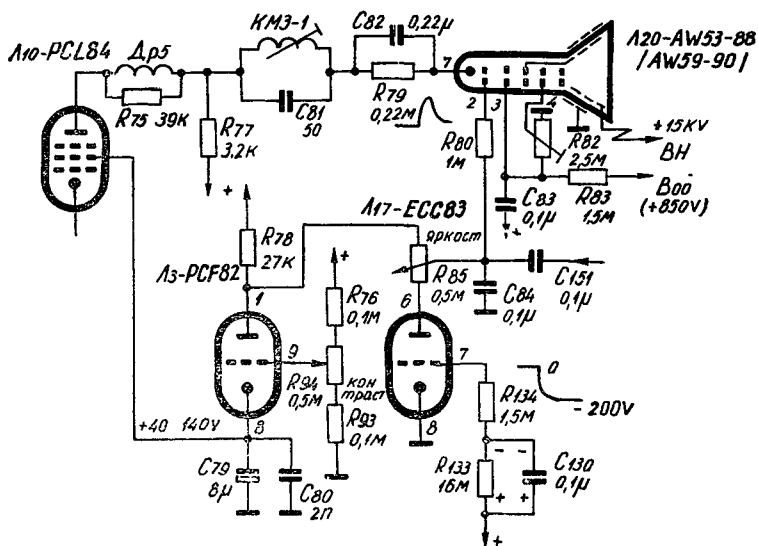
Отношението сигнал/шум в телевизионния приемник не трябва да се влошава от действието на АРУ. Следователно АРУ на ВЧ усилвател трябва да работи със закъснение. Закъснението се постига чрез ламповия диод L_6 (фиг. 16.1 а). Той получава положително напрежение от няколко волта през съпротивлението R_{31} . Диодът L_6 е отпушен и с малкото си вътрешно съпротивление дава „накъсо“ с шаси напрежението на АРУ за ВЧ усилвател. Когато отрицателното напрежение на АРУ надвиши положителното, подадено чрез съпротивлението R_{34} , диодът L_6 се запущва и ВЧ усилвател започва да се регулира от напрежението на АРУ. По този начин чрез добро оразмеряване на схемата на АРУ може да се постигне постоянно изходно напрежение за управление на кинескопа независимо от измененията на приемания сигнал. Пентодната ключова лампа намалява влиянието на напрежението на АРУ от измененията на захранващата мрежа и тока на лъча на кинескопа. Електролитният кондензатор C_{42} , шунтиран с ВЧ кондензатор C_{40} , служи за филтриране на напрежението на АРУ. Към регулируемите ВЧ и МЧ стъпала напрежението се подава чрез RC филтри против паразитните връзки и самовъзбуждане чрез веригите на АРУ.

II-17. Захранване на приемните електроннолъчеви тръби

Приемната телевизионна тръба (кинескопът) в телевизионния приемник извършва обратния процес на предавателната. Тя превръща електрическите видеосигнали в съответно светлинно изображение.

На фиг. 17.1 е представена една примерна схема за захранване на кинескоп със 110° -ово отклонение на лъча, при-

ложена в телевизора „Кристал“. Видеоусилвателното стъпало е по-обичайната за българските телевизори схема с регулиране на контраста чрез изменение напрежението на втората му решётка. Кинескопът се модулира чрез видеосигнали с



Фиг. 17.1. Схема на захранване на електроннолъчева тръба (кинескоп) с 110° ъгъл на отклонение на лъча с гасене на светлото петно (телевизионен приемник „Кристал“)

положителна полярност, подавани към катода му. Регулирането на яркостта и контраста са взаимно свързани (виж фиг. 17.1). Сега вместо съпротивление в долния край на потенциометъра е свързана една лампа Л₃. Големото утечно съпротивление на тази радиолампа ($1\text{ M}\Omega + 16\text{ M}\Omega$) е свързано с плюсовия източник и по този начин се създава почти нулево преднапрежение чрез решетъчния й ток. При работещ телевизор тази лампа представлява едно еквивалентно съпротивление, което участва като делител във веригата на яркостта. Решетъчният ток, който тече във веригата на утечното съпротивление, създава пад върху него с поляритет, посочен на фигурата, и стойност, незначително по-малка от напрежението на захранващия източник. С този поляритет се зарежда и кондензаторът C_{130} , паралелно свързан към по-голямото утечно съпротивление.

Понеже катодът на кинескопа е свързан галванично с анодната верига на видеоусилвателната лампа, той има положителен потенциал спрямо масата. За да се получи необходимото преднапрежение катод—управляващ електрод, последният също се свързва чрез подходящ делител към източника за постоянно напрежение. Делителят се състои от потенциометъра за яркостта и еквивалентното вътрешно съпротивление R_i на лампата L_{17} . Този делител се оразмерява така, че в долния край на потенциометъра да се получи запусване на кинескопа (анулиране тока на лъча), т. е. пълно загасване на светещия екран. В горния край на потенциометъра трябва да се получи ток на лъча около 200—300 μA , което отговаря на яркост, по-голяма от максималната използваема яркост на екрана. На втората решетка се подава положително напрежение 300÷400 V, а на фокусиращия електрод — изменяемо от 0 до 400 V спрямо катода. Тези по-високи от захранващия източник напрежения се получават от изходното стъпало за хоризонтално отклонение, с чието устройство ще се запознаем по-нататък. Същото се отнася и за високото напрежение 15 kV, което се подава на анода и двата фокусиращи електрода. Филтровият кондензатор, свързан към втората решетка на кинескопа, не се заемава към маса, а чрез източника за захранване. Причината е, че в този случай кондензаторът е подложен на напрежение с около 200 V (колкото е напрежението на постояннотоковия източник) по-ниско от приложеното на втора решетка. Разглеждане на схемата на свързване на кинескопа на телевизионния приемник „Опера 3“ не ще направим, защото не се различава по принцип от описаната. Разликата е само в типа на кинескопа AW43-80, който е също с електростатична фокусировка, но с ъгъл на отклонение на лъча 90°. При този тип кинескопи не е необходимо схемно гасене на обратния ход на хоризонталното отклонение, понеже той е по-краткотраен от гасящите импулси.

При изключването на телевизионния приемник от захранващата мрежа развивките на електронния лъч се прекратяват почти моментално, а в центъра на екрана се появява бавно изчезваща светла точка. Причината за това е побавното намаляване на напрежението на постояннотоковия източник поради голямата му времеконстанта.

Кондензаторът, който се образува между анода на кинескопа и външната метализация, е с малки загуби и остава зареден с високото напрежение понякога с дни след изключването на приемника.

Затопленият катод на кинескопа продължава още дълго време да излъчва електрони. Под влиянието на ускоряващото напрежение на анода тези електрони достигат луминифора. Понеже развиващите устройства вече не работят, електронният лъч попада в центъра на екрана и активира към светене само една точка (светлото петно). Токът, който трябва да понесе сега този светещ елемент, е хиляди пъти по-силен от нормалния и това довежда до разваляне на светещия слой на мястото на светещото петно. След известно време на това място се забелязва малка черна точка.

Схемите за гасене на светлото петно са по принцип два типа:

а) Схеми с отнемане на електроните от емитиращия катод чрез положително напрежение на управляващия електрод;

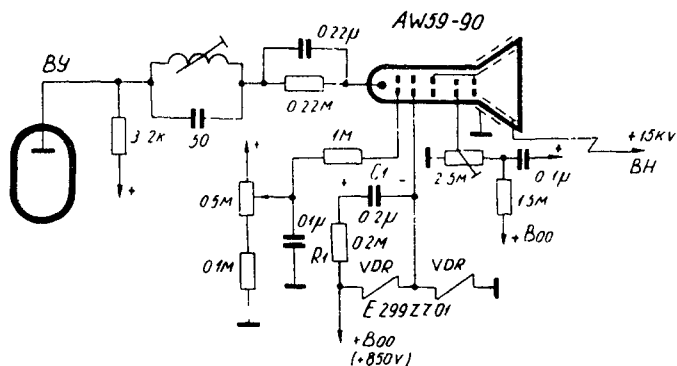
б) Схеми чрез запусване на електронния лъч със силно отрицателно напрежение на някои от управляващите електроди, което се задържа продължително време. На фиг. 17.1 е показана една схема от първия тип. Както вече обяснихме, кондензаторът C_{130} е зареден с постоянното напрежение на токоизточника. При изключване на телевизионния приемник лампата L_3 се запушва бързо от спадането на напрежението на постояннотоковия източник и заряда на кондензатора. Напрежението в решетъчната ѝ верига става силно отрицателно. Понеже напрежението на постояннотоковия източник намалява, но все пак в първия момент е налице, в анодната верига се получава положителен краткотраен импулс. Този положителен импулс „изсмуква“ електроните на катода. След изчезването на импулса не се образува светло петно, понеже няма вече достатъчно електрони.

На фиг. 17.2 е представена една схема от втория тип. Запусването на електронния лъч тук се прави чрез подаване на силно отрицателно напрежение (спрямо катода) на втората решетка на кинескопа. Напрежението за втората решетка на кинескопа се взема от повишеното напрежение (наричано бостърно) чрез един делител от две VDR -съпротивления. Названието на тези съпротивления е взето от английския език и преведено ще рече „съпротивление, зависещо от напрежението“. В зависимост от подаденото напрежение стойността на съпротивлението се мени в много широки граници. За избрания в схемата по-горе тип $E298ZZ/01$

съпротивления за напрежения $+800\text{ V}$ и $+550\text{ V}$ са съответно:

$$R_{800} = 800\text{ k}\Omega,$$

$$R_{550} = 5,5\text{ M}\Omega.$$



Фиг. 17.2. Схема за гасене на светлото петно с VDR чрез запушване на кинескопа

На двете съпротивления, които са еднакви, се подава повишеното напрежение със стойност $+850\text{ V}$. Образува се делител, като в средната му точка се получава половината от напрежението, с което се захранва втората решетка на кинескопа. При установения режим кондензаторът $C_1 = 0,2\text{ }\mu\text{F}$, свързан през съпротивлението $R_1 = 0,2\text{ M}\Omega$ паралелно на горното VDR-съпротивление, се зарежда с показания поляритет на фигурата до $1/2$ от повишеното напрежение.

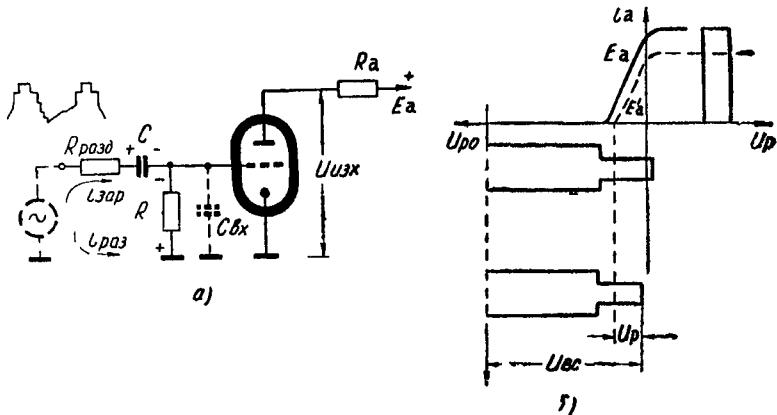
При изключване на телевизионния приемник от захранващата мрежа напрежението върху VDR-съпротивленията намалява, а тяхното съпротивление нараства многократно. Кондензаторът C_1 се „откъсва от масата“ и запушва кинескопа с отрицателното за случая напрежение, с което беше зареден при нормалната работа. Високоомната верига, в която се разрежда кондензаторът C_1 , осигурява надежно запушване на кинескопа за време, което е повече от необходимото за прекратяване на нежеланата в случая емисия на катода.

Глава III

КАНАЛ НА СИНХРОНИЗАЦИЯТА И ОТКЛОНЕНИЕТО

III-18. Амплитудни и честотни отделители

Синхронните и синфазните отклонения на електронния лъч в телевизионния приемник и телевизионния предавател се осигуряват чрез синхронизиращите сигнали. Синхронизи-



Фиг. 18.1. АО с триодна лампа

а) принципна схема; б) пояснение на действието на АО

ращите сигнали в комплектния телевизионен сигнал се предават над нивото на черно и заемат 25% от амплитудата му. За синхронизацията на отклонителните генератори в телевизионния приемник синхронизиращите сигнали трябва да бъдат отделени от комплектния видеосигнал. Отделянето става по амплитуден принцип в устройства, наречени амплитудни отделители (селектори).

На фиг. 18.1 а е показан отделител с триодна лампа. Лампата няма преднапрежение и при пристигане на видео-

сигнал с положителна полярност започва да тече решетъчен ток. Съпротивлението $r_{рк}$ е много по-малко от R и го шунтира. Кондензаторът C започва да се зарежда от решетъчния ток с показания на фигурата поляритет. След първия синхросигнал подаваното на лампата напрежение на видеосигнала е по-малко от това на синхросигнала, вследствие на което кондензаторът C почва да се разрежда през съпротивлението R и създава отрицателно преднапрежение на радиолампата (разрядният ток и полученият поляритет са означени с пунктир). Отрицателното преднапрежение на лампата от нула започва да нараства по експоненциален закон. Време-константата на RC -групата се избира голяма спрямо времето на следване на синхросигналите. След определено време ще настане нормален режим, като върховете на синхросигналите ще достигат до областта на възникване на решетъчен ток (фиг. 18.1 б). Чрез избора на време-константата $\tau = RC$ и анодното напрежение на лампата може да се постигне такъв режим, че в анодната верига да се получават само усилените синхронизиращи сигнали. Необходимо е нивото на отрязване да бъде винаги над нивото на черно, за да не попадат в канала на синхронизацията нито гасящите импулси, нито сигналите на изображението. Те смущават по различен начин изображението. Проникването на гасящите импулси причинява ветрилообразно разтрептяване на изображението в горния край. Сигналите на изображението причиняват разкъсване на няколко линии от изображението.

При направените теоретически и практически изследвания е установено, че време-константата $\tau = RC$ трябва да лежи в-границите $820 \mu S < RC < 14 mS$.

Амплитудният отделител (АО) получава видеосигнала от анодната верига на видеоусилвателя. Входната верига на АО има значителен капацитет, който се определя главно от входния капацитет на лампата и монтажния капацитет.

Ако към видеоусилвателя се включи този голям капацитет непосредствено, неговата честотна и преходна характеристика биха се влошили недопустимо. За да се намали този ефект, между видеоусилвателя и АО се свързва едно разделително съпротивление $R_{разд}$. От гледна точка за малко влияние върху качествата на видеоусилвателя е необходимо $R_{разд}$ да има колкото е възможно по-голяма стойност.

$R_{разд}$ обаче не може да се избере произволно голямо. При голямо $R_{разд}$ предните фронтове на синхросигналите получават значително интегриране (удължаване). Това довежда

до фазово отместване и нестабилност в синхронизацията на отклонителните генератори.

На практика съпротивлението $R_{\text{разд}}$ не надвишава 10—15 $k\Omega$. Във видеоусилвателя свързването на АО, макар чрез $R_{\text{разд}}$, се проявява като намаляване на товарното съпротивление, особено за високите честоти. Може да се пресметне, че усилването спада с около 15% за високите честоти, което трябва да се компенсира. Например това може да се направи сполучливо с честотнозависима обратна връзка в катодната верига чрез паралелна RC -група.

Смушченията в канала на синхронизацията имат много по-голямо влияние, отколкото в канала на изображението. Те в най-добрия случай могат да разкъсат изображението в продължение на много редове или да предизвикат вертикално прескачане на цялото изображение. В някои случаи смушченията, като нарушат синхронизацията, могат изобщо да провалят изображението. Тези смушчения са недопустими. За да се намалят смушченията в канала на синхронизацията и отклонението, прилагат се най-различни схеми на синхронизация, устойчиви на смушчения. В това число има редица схеми на АО, в които смушченията, ако не се премахват, се намаляват значително.

На фиг. 18.2 е показана схема на един АО, който намалява до голяма степен импулсни смушчения с голяма амплитуда и малка продължителност.

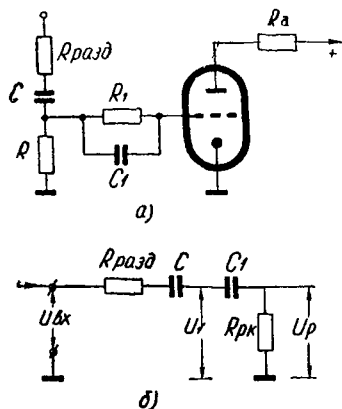
В решетъчната верига на АО е включена допълнително една паралелна група, състояща се от R_1 и C_1 . При пристигане на смушчаващ импулс съпротивлението R е шунтирано от малкото по стойност съпротивление $R_{\text{рк}}$. В еквивалентната схема по тази причина R липсва. За да работи добре, тази схема C_1 се избира много по-малка от C . Времоконстантата $\tau = R_1 C_1$ се избира също по-малка от периода H на един ред ($64 \mu S$):

$$C_1 R_1 = (0,2 \div 0,5) H = (0,2 \div 0,5) 64 = (12 \div 30) \mu S.$$

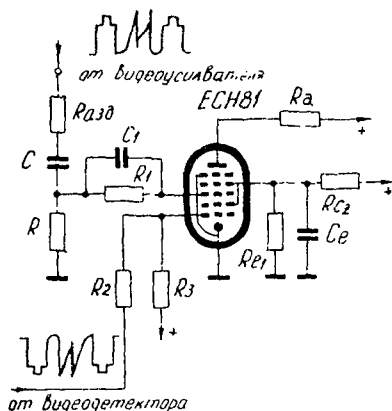
Времоконстантата общо на еквивалентната схема е малка в сравнение с периода H на редовете, защото $R_{\text{разд}} + R_{\text{рк}} \ll R$, а също $R_{\text{разд}} + R_{\text{рк}} \ll R_1$. Общият капацитет на еквивалентната схема е по-малък от C_1 и се получава от последователното му свързване с C :

$$C_{\text{общ}} = \frac{C_1 \cdot C}{C_1 + C}.$$

Поради общата малка времеконстанта на еквивалентната схема през нея ще протече ток, който бързо ще зареди кондензатора $C_{обш}$. Понеже $C_1 \ll C$, върху него ще падне по-голямата част от напрежението на смущаващия



Фиг. 18.2. АО, премахващ смущения с голяма амплитуда и малко времетраене



Фиг. 18.3. АО с двойно управление с лампа ECH81

импулс. От напрежението на импулса ще се зареди главно C_1 , който след това ще се разрежи бързо през R_1 , а кондензаторът C почти няма да промени заряда си. Разбира се, C_1 не може да се избира произволно малко, защото тогава капацитетът $C_{вх. общ}$ ще поеме част от смущаващото напрежение.

На практика C_1 се избира с капацитет, не по-голям от 200 pF , а R_1 около $100\text{--}200 \text{ k}\Omega$.

Друг по-ефикасен срещу смущенията АО е този с хептодна лампа и двойно управление. Хептодната лампа, както знаем, има две управляващи решетки I и III. Смущенията с голяма амплитуда и продължителност зареждат RC -групата за отделяне до голямо преднапрежение и преместват работната точка на АО далеч наляво. След отминаване на смущението синхросигналите се изгубват, докато трае разреждането на RC -групата до нормалното преднапрежение.

Идеята за двойното управление е да се заплуше лампата чрез втората управляваща решетка през времетраенето на смущаващите импулси, за да не може да се зарежда

групата RC в първата управляваща решетка. След преминаване на смущаващия импулс лампата се отпушва и режимът във веригата на първата управляваща решетка е запазен. При тази схема се загубват само синхросигналите, които съвпадат по време със смущаващия импулс. На фиг. 18.3 е показана схема на АО с двойно управление с лампата $ECH81$. За нейната работа са необходими два сигнала. Единият с голяма амплитуда и с положителен поляритет, както при обикновения АО, се подава на третата решетка на хептода. Вторият сигнал трябва да бъде с величина само няколко волта, но с отрицателна полярност. Такъв сигнал има на разположение в решетъчната верига на видеоусилвателното стъпало.

Режимът на лампата спрямо първата решетка трябва да бъде подбран така, че при наличие на синхросигнал лампата да остава незапушена с един резерв до запушването ѝ. При наличие на смущаващ импулс с амплитуда над определено ниво лампата се запушва.

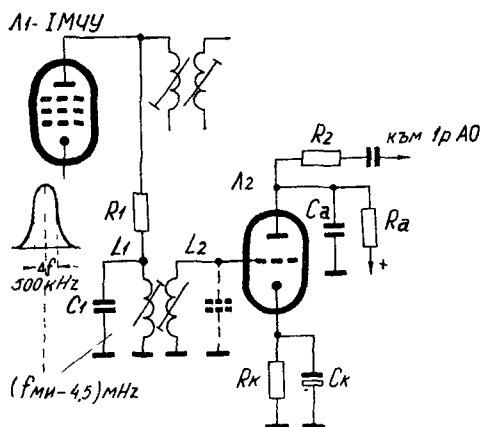
Смушението достига в обратен поляритет и до другата управляваща решетка, в която става отделянето, но то не може да измени потенциала ѝ, защото през това време лампата е запушена и не може да протече решетъчен ток през трета решетка за зареждане на RC -групата. Всички схеми, които отделят смущаващите импулси от полезния сигнал, по амплитуден принцип имат общ недостатък, че защитават синхронизацията само срещу смушения, които превишават определено амплитудно ниво.

Друга схема, премахваща смушенията в канала на синхронизацията, има в основата си отделяне на смушенията по честотен принцип. Тя се нарича инвертор или дефазатор на смушенията и управлява блокирането на АО.

Принципната схема е показана на фиг. 18.4.

От направените изследвания е установено, че докато спектърът на модулационните честоти при предаване на изображение спада бързо след 3 MHz , този на смушенията се запазва с постоянно ниво и много извън използвания обхват. Оттук е произлязла идеята за „честотното отделяне“ на смущаващите напрежения. Към последното стъпало на МЧ усилвател за изображението е свързан един лентов филтър, състоящ се от бобините L_1 и L_2 и съответните им кондензатори. Съпротивлението R_1 е разделително и служи за намаляване на връзката между двете стъпала. Лентовият филтър се настройва на честота около $(f_{\text{ми}} - 3,5)\text{ MHz}$, където спектърът на телевизионния сигнал е нищожен, но спектърът

на смущенията е равномерен. Лентовият филтър е теснолентов ($\Delta f = 500 \text{ kHz}$). Той е свързан с решетъчната верига на лампата L_2 , която работи като аноден детектор. При наличие на смущаващи импулси техният сигнал се отнема от



Фиг. 18.4. АО с дефазатор на смущенията

лентовия филтър и чрез анодния детектор се превръща в импулси. Тези импулси се подават на единия от управляващите електроди (първата решетка) на АО с отрицателна полярност и действуват подобно на схемата от фиг. 18.3.

Предимствата на дефазатора на смущенията пред останалите схеми е, че той отделя смущенията по честотен принцип и реагира на смущенията независимо от амплитудата им. Той може да запушва АО и през части от времетраенето на синхроимпулсите. Понякога последните се появяват на изхода нарязани на части, но това не е недостатък. Единственият недостатък на дефазатора на смущенията е, че е доста скъп. Той се използва нашироко в телевизионните приемници от по-висок клас.

Чрез АО от комплектния телевизионен сигнал се получават синхронизиращите сигнали за редовете и за полукадрите (полетата).

За да се получи безупречна синхронизация по полукадри, е необходимо към генератора за вертикално отклонение (ВО) да се подават само синхронизиращите сигнали

за полукадрите. В противен случай синхронизиращите сигнали за редовете в областта на задействиането на генератора могат да предизвикат преждевременното му сработване и нарушаване на презредната развивка на електронния лъч.

Обратно — преминаването на синхронизиращия сигнал за вертикално отклонение във веригата на генератора за хоризонтално отклонение предизвиква нестабилност на най-горните редове на изображението.

Разликата в продължителността на двата вида синхронизиращи сигнали е по-голяма от 30 пъти. Това прави възможно отделянето на двата вида сигнали чрез прости *RC*-вериги.

Отделянето на синхроимпулсите за редовете се прави чрез диференцираща верига. Нейната времеконстанта се подбира около $\frac{1}{3}$ от времетраенето на изравнителните синхроимпулси за редовете.

Получените след диференцирането игловидни импулси от предните и задните фронтове на всички синхросигнали служат за синхронизацията на генератора за хоризонтално отклонение, който не се влияе нито от положителните импулси с двойна честота, нито от негативните игловидни импулси с отрицателна поляриност.

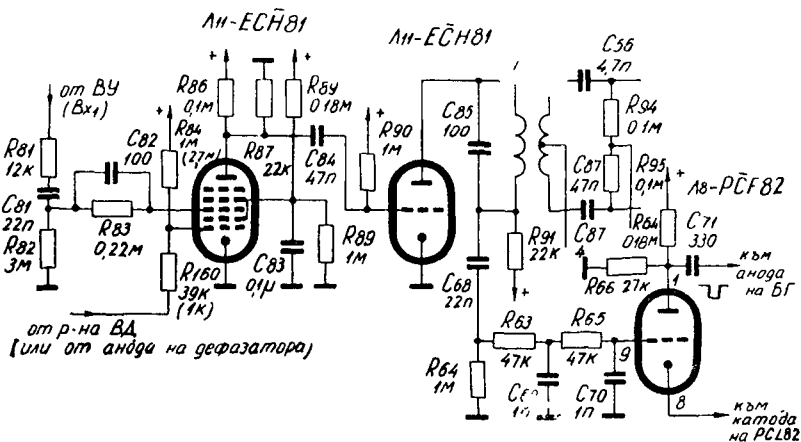
Отделянето на синхронизиращите импулси за полукадрите може да се направи с интегрираща верига. Нейната времеконстанта се взема неколкократно по-голяма от времетраенето на синхроимпулсите за редовете. Последните почти се изрязват, след като бъдат интегрирани при посочените условия.

Качествено презредно отклонение се получава при малък фронт на интегрирания синхроимпулс за полетата. Малък фронт се получава при малка времеконстанта на интегриращата верига. Малката времеконстанта на интегриращата верига обаче ще повиши нивото на интегрираните остатъци от синхросигналите за редовете. Вижда се, че една проста верига не може да удовлетвори тези две противоречиви изисквания. Много по-добро подтискане на вредните синхроимпулси за редовете се получава при многозвенните интегриращи вериги при почти един и същ фронт на интегрирания синхросигнал за полетата.

Тризвенната верига подтиска 2,5 пъти по-силно синхросигналите за редовете при еднакъв фронт на изходящия интегриран синхросигнал за полетата.

III-19. Амплитуден отделител и разделителни вериги на „ОПЕРА 3“

Амплитудният отделител на телевизионния приемник „Опера 3“ е изпълнен с комбинираната лампа $ECH81$ — хептод-триод. Хептодната система се употребява като АО с



Фиг. 19.1. Амплитуден отделител на „Опера 3“

двойно управление, а триодната система е един усилвател-ограничител на синхронизиращите сигнали. Отделянето на синхросигнала за полетата става чрез двузвонна интегрираща група, а синхросигналите за редовете се отделят чрез настроен в резонанс трансформатор.

На фиг. 19.1 е показана схемата на АО на „Опера 3“. На първия вход на АО (вх. 1) от анода на видеоусилвателя се подава позитивен видеосигнал през разделителното съпротивление R_{81} . RC -групата, с която се създава подходящ режим за отделянето, е R_{82} и C_{81} . Групата за намаляване на импулсните смущения е включена също във веригата на третата решетка и е съставена от кондензатора C_{83} и съпротивлението R_{83} . На първата управляваща решетка се подава видеосигнал с отрицателна полярност от решетъчната верига на видеоусилвателя. Съпротивлението R_{160} служи за намаляване влиянието на АО върху решетъчната верига на видеоусилвателя. Режимът на първа решетка се определя от поло-

жителното напрежение, което се получава през съпротивлението R_{84} , свързано към източника за постоянно напрежение. Насищането на анодния ток се постига с малкото екранно напрежение, което се получава чрез делителя R_{88} и R_{89} . Втората решетка е блокирана за променливо напрежение с кондензатора C_{83} . Анодното напрежение е намалено също чрез делител R_{86} , R_{87} . Както вече знаем, този АО с двойно управление премахва от синхросигнала само смущенията с по-голяма амплитуда от този на комплектния видеосигнал. Смущения с по-малка или равна амплитуда на комплектния видеосигнал остават в състава на синхросигнала. В анодната верига на хептодната част на АО се получават синхронизиращите сигнали за редовете и полетата, двустранно ограничени с отрицателна полярност. В триодната част на АО се прави усилване и ограничаване, като поляритетът на синхросигналите в анодната верига е отново позитивен. В анодната верига на триода се прави разделянето на синхронизиращите импулси. Товарът на триодната лампа е комбиниран. Състои се от един настроен трансформатор Tr_3 с индуктивност L_n и кондензатор C_{85} заедно със съпротивлението R_{91} . За синхроимпулсите на полетата индуктивното съпротивление ωL_n е много малко в сравнение със съпротивлението R_{91} . През прехвърлящия кондензатор C_{68} комплектният синхронизиращ сигнал се подава на двузвенната интегрираща група, съставена от съпротивленията R_{63} , R_{65} и кондензаторите C_{69} , C_{70} . Съпротивлението R_{64} е утечно за следващия усилвател, а кондензаторът C_{68} предпазва решетката му от положителното напрежение на захранващия източник. Преднапрежението на усилвателя се получава от делителя в катодната верига на изходното стъпало за вертикално отклонение. От анодната верига ограниченият синхросигнал за полетата през кондензатора C_{71} се довежда с отрицателна полярност до анодната верига на блокинг-генератора за ВО. В анодната верига на триодния усилвател на АО ($ECH81$) е свързана първичната намотка на фазосравнявания трансформатор. Той е настроен чрез кондензатора C_{85} на хармонична на основната честота 15625 Hz на синхронизиращите сигнали за редовете. По този начин за основната честота 15625 Hz този трансформатор има индуктивен характер и представлява голям импеданс. Полученото напрежение на първичната намотка на трансформатора се прехвърля във вторичната такава, която задействува фазосравняващата схема.

III-20. Отклонителни генератори

В телевизионните приемници се използват два вида отклонителни генератори:

- а) релаксационни генератори;
- б) генератори на синусоидално напрежение.

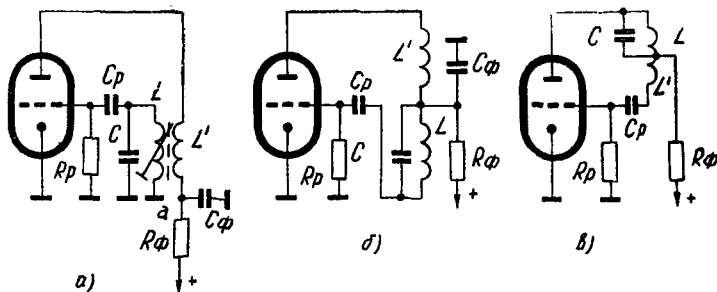
Към първите спадат блокинг-генераторът, мултивибраторът, фантастронът и др. Вторият тип са генератори с настроен трептящ LC -кръг.

Релаксационните генератори са особено удобни за директна синхронизация. Чрез импулси с по-малък период от този на собствените свободни колебания на релаксационния генератор и достатъчна амплитуда се създава принудително синхронизиран режим на колебания. Релаксационните генератори могат да се прилагат и при инерционна синхронизация. В такъв случай честотата им се променя чрез регулационното напрежение, изработено от фазосравняващата схема. Недостатъкът на релаксационните генератори е главно в по-голямата честотна зависимост на генерираните колебания от RC -елементите и лампите, които стареят в течение на експлоатацията. По-голяма е и нестабилността на честотата от захранващите напрежения на източника за постоянен ток.

LC -генераторите са подходящи за инерционна синхронизация. Те могат да се управляват чрез промяна на реактивен елемент (L или C на кръга). Това става обикновено с реактивна лампа, която чрез изработеното от фазосравняващата схема регулационно напрежение променя стойността на реактивния си елемент. Тези генератори не са удобни за директна синхронизация. В замяна на по-голямата сложност LC -генераторите имат голяма честотна стабилност. Честотата на колебанията се определя от кондензатора и бобината на LC -кръга. Температурният коефициент на капацитетата на кондензатора може да бъде така подбран, че да компенсира измененията в честотата на генератора, предизвикани от температурното изменение на самоиндукцията на бобината и елементите на лампата. Чрез стабилизиране на напрежението на захранващия източник може да се направи честотната нестабилност на LC -генератора незначително малка.

Синусовият генератор е един генератор с настроен трептящ кръг. От многото разновидности на LC -генераторите като генератори за хоризонталното отклонение се използват триточковият тип с капацитивна обратна връзка и типът с индуктивна обратна връзка. На фиг. 20.1 а е показан един

LC-генератор с индуктивна обратна връзка. Третият настроен кръг, състоящ се от L и C , се намира в решетъчната верига на лампата. Бобината L е индуктивно свързана с бобината L' за обратната връзка. C_p и R_p са съответно



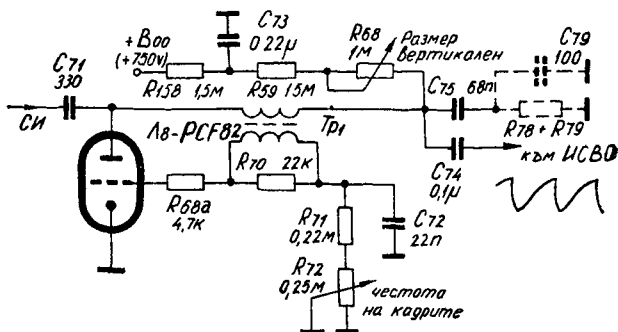
Фиг. 20.1. Генератор на синусоидални колебания
 а) с индуктивна ОВ; б) с индуктивна ОВ и една бобина с 3 извода

преграждащ кондензатор и утечно съпротивление. От фигурата се вижда, че „студеният“ край на третия LC -кръг в решетъчната верига е заземен. Точката „а“ на бобината за обратна връзка L' е заземена високочестотно чрез филтровия кондензатор C_ϕ . Ако „студеният“ край на третия LC -кръг се заземи високочестотно в същата точка „а“, действието на схемата няма да се измени. Това дава възможност вместо двете бобини L и L' да се премине към схемата от фиг. 20.1б с една обща бобина с три извода. В този си вид схемата се прилага широко в телевизионните приемници като генератор за хоризонтално отклонение. Понеже формата на напрежението, което се получава от LC -генератора, има синусоидална форма, този генератор е известен като „синусов“. На фиг. 20.1 в LC -кръгът е в анодната верига на генератора.

III-21. Отклонителни генератори на телевизионния приемник „Опера 3“

Генераторът за вертикално отклонение в „Опера 3“ е директно синхронизиран блокинг-генератор. След интегрирането синхроимпулсите за полетата се ограничават в лампов усилвател, в изхода на който поляритетът им е отрицателен. На фиг. 21.1 е показан блокинг-генераторът за вертикално

отклонение. През кондензатора C_{71} постъпва синхронизиращият сигнал. Поради отрицателния поляритет той се подава в анодната намотка на блокинг-трансформатора, който обръща поляритета му на положителен в решетъчната верига.



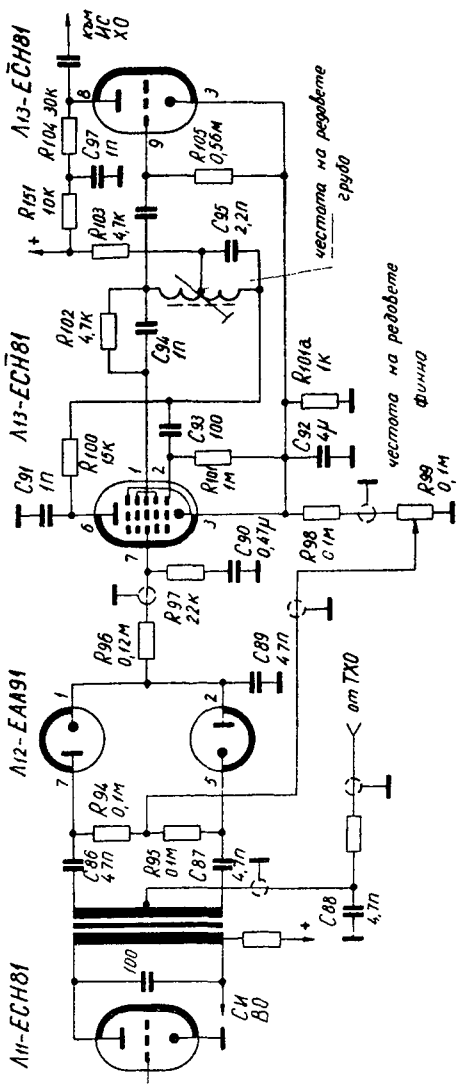
Фиг. 21.1. Блокинг-генератор на „Онера 3“

Захранването на блокинг-генератора е направено от източника на повишеното (бустерно) напрежение на изходното стъпало за хоризонтално отклонение. Целта е с по-високото напрежение да се получи по-добра линейност на трионообразното възбудително напрежение, необходимо за изходното стъпало за вертикално отклонение. Блокинг-генераторът има в решетъчната си верига RC -група, определяща честотата му. Съпротивлението е комбинация от едно постоянно със стойност $220\text{ k}\Omega$ (R_{71}) и едно променливо $250\text{ k}\Omega$ (R_{72}). Чрез променливото съпротивление се получава необходимото изменение на честотата на колебанията на генератора.

Кондензаторът C_{73} е със стойност 22 nF . Решетъчната намотка на блокинг-трансформатора е шунтирана със съпротивлението R_{70} .

Така се премахват възникналите колебания на трептящия паразитен LC -кръг от удара при началото на блокинг-процеса. Съпротивлението R_{68a} служи за подобряване на презредното отклонение (точно фиксиране момента на синхронизацията).

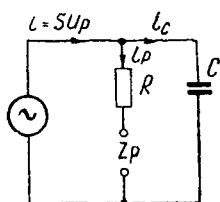
В тази схема блокинг-генераторът се използва в качеството на разрядна лампа при образуването на трионообразното отклонително напрежение. При запущена лампа конден•



Фиг. 21.2. Фазосравняваща схема с реактивна и формираща лампа

заторът C_{75} започва да се зарежда от източника през съпротивленията. $R_{68} + R_{159}$ и напрежението му нараства по експоненциален закон.

При постъпването на синхросигнал лампата се отпушва и кондензаторът C_{75} за кратко време се разрежда през нея.



Фиг. 21.3. Еквивалентна схема на реактивна лампа — индуктивност

След запусването на лампата кондензаторът C_{75} отново ще започне да се зарежда. Полученото трионообразно напрежение ще бъде толкова по-близо до линейната форма, колкото по-високо е напрежението на постояннотокския източник. В телевизионния приемник кондензаторът C_{75} не е свързан към шаси с единия си край, а към катодната верига на изходното стъпало за вертикално отклонение. По този начин се въвежда една параболична компонента, която дава желаната обща форма на възбудителното напрежение. Чрез

променливото съпротивление R_{68} се изменя времеконстантата на зарядната верига и оттам на амплитудата на трионообразното напрежение. С този регулатор в крайна сметка се изменя вертикалният размер на изображението.

Генераторът за хоризонтална развивка е синусоиден. Автоматичното регулиране на честотата на колебанията му се прави чрез реактивна лампа. Последната се командува от напрежението на фазосравняващата схема. На фиг. 21.2 е показана фазосравняващата схема на генератора, реактивната и формиращата лампа. Хептодната система на *ECH81* се използва за генератор и реактивна лампа. За генератор се използват катодът, първата решетка и екранните решетки, които служат за анод на генератора. Генераторната схема има настроен колебателен кръг в решетъчната верига и бобина за индуктивна обратна връзка в анодната верига. Действието на реактивната лампа е по-особено поради електронната ѝ връзка с генераторната схема. За реактивна лампа фактически се използва системата катод—трета решетка — анод на хептодната система.

На фиг. 21.3 е показана еквивалентната схема на реактивната лампа. Вътрешното съпротивление R_i на лампата е пренебрегнато. Паралелно на кръга, който е в решетъчната верига, се свързва веригата на реактивната лампа. Импедансът,

който се включва допълнително към третия кръг в рещетъчната верига, ще означим с Z_p . Лампата е представена като генератор на ток със стойност SU_p . За еквивалентната схема важи условието $SU_p = i_c + i_p$, където i_c е токът през кондензатора, а i_R е токът, протичащ в клоната със съпротивлението R . Токът на еквивалентния генератор се разделя на два тока: i_c и i_R , които са обратно пропорционални на съпротивленията на клоновете, в които протичат:

$$i_R = \frac{1/j\omega C}{R}; \quad i_c = i_R j\omega CR.$$

Импедансът в точките 1 и 2 ще бъде $Z_p = \frac{U_p}{i_p}$.

За да се определи импедансът, необходимо е да се изрази i_p във функция на напрежението U_p и параметрите на схемата. Изразът за i_c се замества в уравнението, свързващо i_c и i_p :

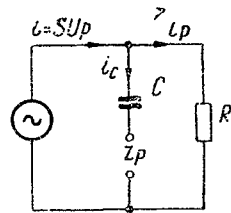
$$SU_p = i_p \cdot j\omega CR + i_p = i_p (1 + j\omega CR); \quad i_p = \frac{SU_p}{1 + j\omega CR}.$$

Чрез заместване на i_p изразът за Z_p добива вида

$$Z_p = \frac{U_p}{SU_p} = \frac{1 + j\omega CR}{S} = \frac{1}{S} + j\omega \frac{CR}{S} = R_c + j\omega L_e.$$

От израза за Z_p личи, че той представлява една еквивалентна индуктивност със стойност $L_e = \frac{CR}{S}$. Този израз не може да послужи за изчисление на еквивалентната индуктивност поради редицата опроставяния, които са приети при изводите. Той показва, че включеният към третия кръг импеданс има индуктивен характер. По аналогичен път чрез рефлексно използване на хептодната радиолампа може да се получи и реактивен елемент с капацитивен характер.

На фиг. 21.4 е показана схема на един задаващ генератор с реактивна лампа, еквивалентна на капацитет. По аналогичен начин, както при по-горния случай, ще потърсим еквивалентния импеданс, който се включва към третия кръг:



Фиг. 21.4. Еквивалентна схема на реактивна лампа — капацитет

$$SU_p = i_R + i_p; \quad \frac{i_R}{i_p} = \frac{1/j\omega C}{R}; \quad i_R = \frac{i_p}{j\omega CR};$$

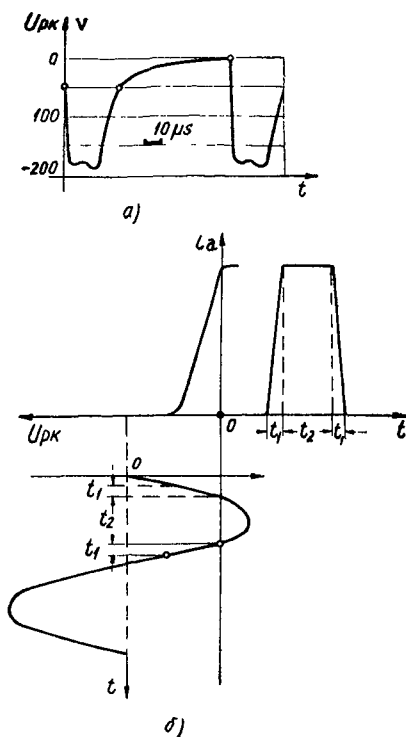
$$SU_p = \frac{i_p}{j\omega CR} + i_p = i_p \left(1 + \frac{1}{j\omega CR}\right); \quad i_p = \frac{SU_p}{1 + \frac{1}{j\omega CR}};$$

$$Z_p = \frac{U_p}{i_p} = \frac{U_p}{\frac{SU_p}{1 + 1/j\omega CR}} = \frac{1 + 1/j\omega CR}{S} = \frac{1}{S} + \frac{1}{j\omega CRS} = R_e + \frac{1}{j\omega CRS};$$

$C_e = C \cdot RS$. Еквивалентната самоиндукция или капацитет, които се внасят в колебателния кръг от реактивната лампа, зависят от нейната стръмност. Промяната на стръмността спрямо третата решетка става от регулационното напрежение, което се произвежда от фазосравняващата схема.

Генераторът служи за създаване на необходимото входно напрежение за изходното стъпало за хоризонтално отклонение. Входното напрежение трябва да има точно определена форма, показана на фиг. 21.5. Тази форма се получава чрез една зарядна RC група и формираща лампа. Формиращата лампа се командва чрез синусоидалното напрежение на генератора. На триодната част от комбиниранията лампа $ECH81$ се подава чрез диференциращата група C_{96} , R_{105} синусоидално напрежение със стръмни фронтове в решетъчната верига. Лампата няма преднапрежение и при положителния полупериод в решетъчната верига протича силен ток. Решетъчният ток зарежда кондензатора C_{96} до върховата стойност на синусоидалното напрежение с показания на фиг. 21.2 поляритет. При отрицателния полупериод на напрежението този кондензатор се разрежда през захранващия източник и утечното съпротивление R_{105} . Той създава силно отрицателно преднапрежение на лампата и я запущва. Лампата се отпушва при този режим само при върховете на положителните полупериоди на синусоидалното напрежение (виж фиг. 21.5 б). В резултат на това в анодната верига се получават отрицателни импулси с почти правоъгълна форма и малка продължителност. По подобен начин, както при блокинг-генератора, една зарядна RC група се разрежда през лампата и се получава трионообразно напрежение. Поради по-специалната форма на необходимото входно напрежение се използва и по-сложна зарядна група. Тя се състои от съпротивленията R_{151} и R_{104} и кондензатора C_{97} , свързан между тях. Можем да смятаме, че групата R_{151} и C_{97} съз-

дава трионообразно напрежение, което се сумира с почти правоъгълните импулси на формиращата лампа, получени върху съпротивлението R_{104} .



Фиг. 21.5

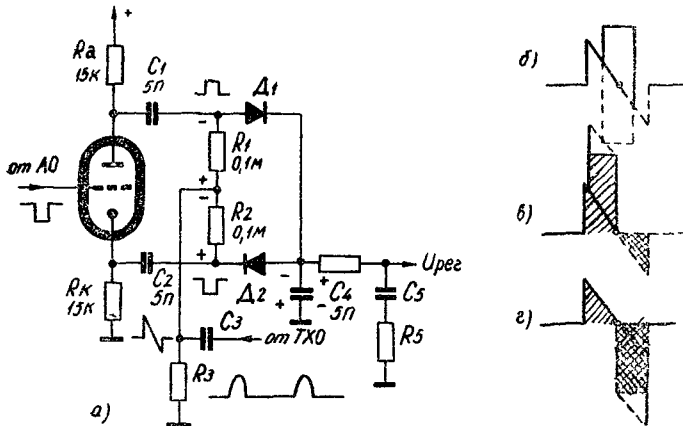
а) форма на входното напрежение на изходното стъпало за ХО; б) получаване на входното напрежение чрез разрядна лампа

III-22. Видове синхронизация в телевизионните приемници

При разглеждането на релаксационните генератори стана ясно, че те могат да се синхронизират директно чрез импулси. Последните трябва да имат по-висока честота от собствената на генератора и подходяща амплитуда, която да стигне над нивото на отсечката на тока. Тази синхронизация се нарича директна. Недостатъците на директната син-

хронизация са, че може да бъде смушавана от периодични и неперидични импулсни смушения от какъв да е вид, които имат честота, сравнима с честотата на генераторите за отклонение. Смушенията предизвикват в хоризонталното отклонение нарушение на синхронизацията на група редове. Получава се така нареченото „избиване“ на редовете, което представлява нарушение на вертикалните линии на изображението в определени участъци. Смушенията в синхронизацията на полетата се изразява в моментно задвижване на изображението във вертикална посока. Това смушение се нарича често „прескачане“ на изображението. Защитата срещу импулсни смушения при директната синхронизация не е ефикасна. Това важи особено за смушения, които се различават незначително от амплитудата на синхронизиращите сигнали.

Много по-ефикасна срещу смушения е инерционната система на синхронизация на генератора за хоризонтално отклонение. Тази схема сравнява честотно и фазово синхронизиращите сигнали за редовете от предавателя с импулсите на обратния ход на генератора за хоризонтално отклонение. Сравняването се извършва чрез фазосравняваща схема. На



Фиг. 22.1. Фазосравняваща схема

а) принципно устройство; б, в, г и д) начин на действие

фиг. 22.1а е показана една фазосравняваща схема. Лампата L_1 е с еднакви товари в анодната и катодната верига. Синхросигналите за хоризонталното отклонение се подават в решетъчната верига с отрицателна полярност. Върху съ-

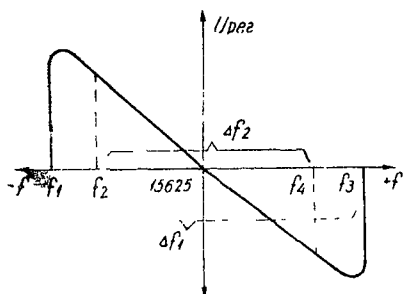
противлението R_a се получава синхросигнал с положителна полярност, а върху R_k — с отрицателна. С една и съща фаза към двата диода се подава и трионообразното напрежение. То се получава чрез диференциране на импулсите от обратния ход на хоризонталното отклонително стъпало. Това трионообразно напрежение се подава на двата диода чрез съпротивленията R_1 и R_2 и за него двата диода са включени противоположно. Когато единият се отпушва, другият се запущва и обратно. Времеkonстантата ($R_1C_1 = R_2C_2 = 100 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^{-9} = 500 \mu S$) е така подбрана, че е много голяма в сравнение с времетраенето на трионообразното напрежение (максимум $14 \mu S$). Това значи, че заредените от синхроимпулсите кондензатори C_1 и C_2 ще се рязреждат през паузите и ще установят върху съпротивленията R_1 и R_2 напрежения с указания във фигурата поляритет. Тези напрежения ще запущат двата диода, които ще се отпушват само при върхови напрежения, превишаващи това преднапрежение. На двата диода се подават противофазно синхронизиращите импулси. Схемата е такава, че ако се подава само трионообразното напрежение, през кондензатора C_4 се получават два противоположни тока и резултантното напрежение е нула. Същото се получава при подаване само на синхроимпулсите. При едновременно подаване на трионообразното напрежение и синхроимпулсите могат да се получат следните 3 случая:

1. Импулсите съвпадат по честота и фаза помежду си (виж фиг. 22.1 б). През първия полупериод на трионообразното напрежение кондензаторът C_4 се зарежда до напрежение, пропорционално на площта над оста t . През това време работи диодът D_1 , а D_2 е запущен. През втория полупериод кондензаторът C_4 се зарежда до напрежение, пропорционално на площта под оста t . Сега работи диодът D_2 , а D_1 е запущен. При еднаква честота и фаза на трионообразното напрежение и синхроимпулсите площите над и под оста t са еднакви. Зареждането на C_4 от положителния и отрицателния ток ще бъде еднакво, но с противоположен знак. Времеkonстантата на филтъра R_4 , C_5 и R_6 е много голяма в сравнение с времетраенето на един ред, така че във времето двата заряда се сумират. Зарядът на C_4 и на филтъра при случая 1 ще бъде нула.

2. Честотата на синхроимпулсите остава същата, а честотата на трионообразното напрежение се намалява (фиг. 22.1 в). От фигурата се вижда, че в този случай площта над оста е по-голяма и следователно зарядът на C_4 ще бъде положи-

телен. На изхода на филтъра ще се получи положително напрежение за регулиране.

3 Честотата на синхроимпулсите остава същата, а честотата на триообразното напрежение се е увеличила.



Фиг 22.2. Регуляционна характеристика на генератор с инерционна синхронизация

Получава се, както се вижда на фиг. 22.1 з, обратният случай на т. 2. Кондензаторът C_1 и филтърът се зареждат с отрицателно напрежение за регулиране.

С изработеното напрежение от фазосравняващата схема се регулира автоматично честотата на генератора за хоризонтално отклонение. Автоматичното регулиране на релаксационните генератори се прави, като регуляционното напре-

жение (понякога усилено) се подава в решетъчната им верига и изменя момента за отпушване на лампата. При генераторите на синусоидалното напрежение регуляционното напрежение изменя стръмността на реактивната лампата и оттам честотата на генератора. Филтърът след фазосравняващата схема има времеконстанта, която е стотици пъти по-голяма от времетраенето на един ред. По този начин измененията на честотата на генератора стават бавно (инерционно). Това е причината един или няколко смущаващи импулса да не могат да повлияят на изходното напрежение на филтъра на фазосравняващата схема и тя е устойчива на смущения.

Приемаме, че имаме синхронизирано изображение на екрана на телевизионния приемник. Подбираме собствената честота на генератора чрез регулатора, изведен навън, точно равна на честотата на синхроимпулсите. Поради това регуляционното напрежение е нула — фиг. 22.2. При движението на регулатора от средното положение към едно от крайните регуляционното напрежение $U_{\text{рег}}$ нараства по абсолютна стойност. При достигането на определена стойност реактивната лампа не може повече да поддържа принудителното равенство на честотите и синхронизацията пропада. След нарушаването на синхронизацията честотата на собствените колебания се променя със скок, например на f_1 . Ако сега регулаторът се върти обратно, синхронизирането на изоб-

ражението ще настъпи при собствена честота на генератора по-висока от тази, при която е пропаднала синхронизацията (т. f_2 на фиг. 22.2).

По същия начин могат да се определят две точки, които отговарят при повишение на честотата на генератора (f_3 и f_4 на фиг. 22.2). Честотното отклонение $\Delta f_1 = f_3 - f_1$ се нарича обхват на задържане на инерционната синхронизация, а $\Delta f_2 = f_4 - f_2$ се нарича обхват на захващане. Обхватът на захващане характеризира способността на телевизионния приемник да се връща в синхронизация при резки промени в честотата на синхросигналите или собствените колебания на генератора — например при преминаването от студийно на извънстудийно предаване, „Интервизия“ или при превключване от един канал на друг на телевизионния приемник. При увеличаване на Δf_2 се намалява способността на приемника да подтиска смущенията и обратно.

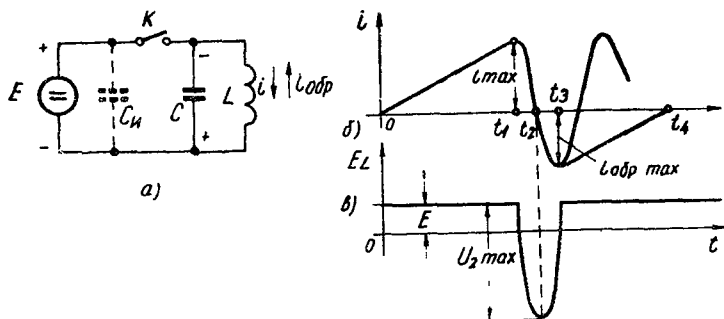
III-23. Синхронизация на генератора за ХО в телевизионния приемник „Опера 3“

Синхронизацията на генератора за хоризонтално отклонение в „Опера 3“ е инерционна.

Диодите са лампови (ЕАА91). Синхронизиращите сигнали с различна полярност и еднаква амплитуда се получават чрез трансформатор със симетрична вторична намотка (виж фиг. 21.2). Сравняващият сигнал се подава с еднаква фаза към двата диода чрез средната точка на вторична намотка на симетриращия трансформатор. Чрез изменение на подаваното от катодната верига преднапрежение се регулира в малки граници честотата на генератора. Преднапрежението се подава чрез общата точка на двете съпротивления R_{94} и R_{97} , за да не се наруши симетрията на фазосравняващата схема. Двата кондензатора C_{86} и C_{87} между трансформатора и диодите заедно с двете съпротивления R_{94} и R_{95} определят времето за отпущване на двата диода на фазосравняващата схема. Кондензаторът C_{89} е заряден на фазосравняващата схема. Филтърът след него е сложен, съставен от съпротивленията R_{96} , R_{97} и кондензатора C_{90} . От неговата времеконстанта се определя инертността и способността на синхронизацията да подтиска смущенията. С увеличаването на времеконстантата на филтъра смущенията се подтискат по-добре.

III-24. Изходно стъпало за хоризонтално отклонение

За да може лъчът на кинескопа да се отклонява линейно по екрана, необходим е ток през отклонителните бобини със същия линеен закон. При съвременните отклонителни



Фиг. 24.1. Еквивалентна схема за получаване на отклонителен ток с линейна форма

блокове индуктивността на хоризонтално отклонителните бобини е около 3 mH , а активното им съпротивление — около $8\ \Omega$. Ако се пресметне индуктивното съпротивление на отклонителните бобини за честотата на редовете, ще се види, че активното им съпротивление може да се пренебрегне. С достатъчна точност може да се счита, че отклонителните бобини нямат активно съпротивление.

Приложеното напрежение към отклонителните бобини трябва да бъде постоянно, за да протече през тях линейно нарастващ ток. На фиг. 24.1 а е представена схема за свързване на отклонителни бобини със самоиндукция L към един източник за постоянно напрежение. Към бобината е поставен кондензатор C , който представлява неизбежният паразитен капацитет. При включване на ключа K в бобината L протича ток с линейна форма (виж участъка $0-t_1$ на фиг. 24.1 б) и показаната посока. В момента t_1 ключът K се отваря. Токът през бобината L запазва посоката си и намалява по косинусоидален закон, докато достигне нулева стойност. През този интервал запасената магнитна енергия на бобината се превръща в електростатична на кондензатора.

Полярността на напрежението върху кондензатора е показана на чертежа. В момента t_2 започва разреждане на кондензатора C , което предизвиква протичане на ток през

бобината. Този ток, както се вижда от полярността на заредения кондензатор, ще бъде в обратна посока на първоначалния ток i . Токът $i_{\text{обр}}$ бързо достига максималната си стойност $|i_{\text{обр max}}| = |i_{\text{max}}|$ и тогава електростатичната енергия на кондензатора C се е превърнала в магнитна запасена в бобината L . Ако ключът K не би се затворил отново, ясно е, че в колебателния кръг настъпват свободни незатихващи колебания с честота f_c , определена от Томсоновата формула $f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$. С пунктир на 24.1 б е показана

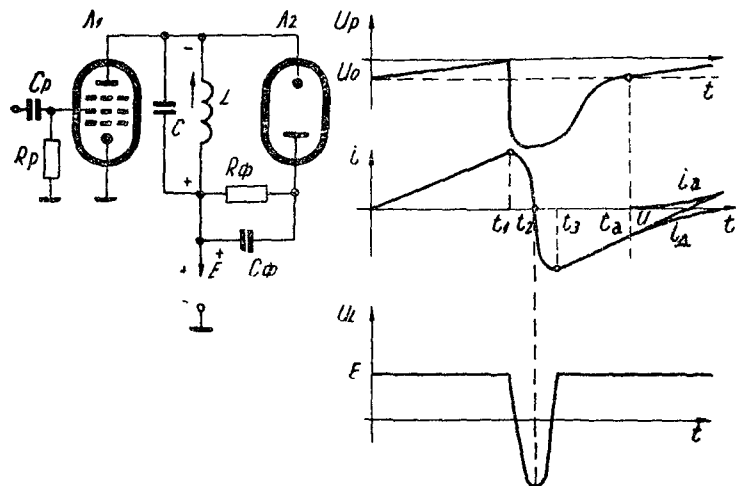
формата на колебанията на тока, ако не е затворен ключът K . В момента t_3 ключът K се затваря отново. Сега към бобината L се оказват свързани два кондензатора в паралел. Това са кондензаторът C и кондензаторът на източника C_n . Последният е неизмеримо по-голям от C . По тази причина сега запасената магнитна енергия в бобината L ще се отдава на кондензатора на източника C_n , а не, както при отворен ключа K , на кондензатора C . Енергията, която се отдава на бобината през интервала $0-t_1$, се връща на източника през интервала t_3-t_4 . Токът през този интервал се изменя по линеен закон, понеже колебанията се прекратяват при добавянето на $C_n \gg C$ след затварянето на ключа K . На фиг. 24.1 в е показана графиката на напрежението върху бобината L и кондензатора C .

През време на краткия обратен ход се получава напрежение на бобините U_{max} , което е многократно по-голямо от напрежението на захванващия източник E .

Идеалната схема на фиг. 24.1 а може да се направи на практика, като ключът K се замени с лампа, която да работи синхронизирано в ключов режим.

Схемата е показана на фиг. 24.2. Лампата L_1 периодично се запущва и отпушва чрез входно напрежение с подходяща форма. За лампа се използва пентод, защото неговото запущващо напрежение почти не се влияе от повишаването на анодното напрежение, което се явява при обратния ход. Паралелно на отклонителните бобини е свързан демпферният диод L_2 последователно с паралелно свързаните R_ϕ и C_ϕ . Когато лампата L_1 е отпушена от входното напрежение, в бобината L протича линеен ток. Предполагаме в началото, че демпферният диод е запушен от напрежението $U_R > U_L = E$. В момента t_1 лампата L_1 се запущва от входното напрежение. В трептящия кръг възникват колебания, като при първия полупериод напрежението върху от-

клонителната бобина още повече запушва диода L_2 . В края на първия полупериод на свободното колебание (момента t_3) токът през бобините започва да тече през диода L_2 . Токът

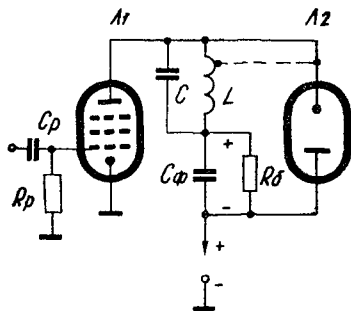


Фиг. 24.2. Практическа схема за получаване на тринообразен ток

i_L сега се определя от тока на диода i_D (за интервала $t_3 - t_a$, $i_L = i_D$). През това време се зарежда кондензаторът C_ϕ с означения на фигурата поляритет. В момента t_a лампата L_1 отново се отпушва, а диодът L_2 започва да се запушва, като токът му намалява бавно. В този интервал токът на бобината i_L се сумира от анодния ток на лампата L_1 и от тока на диода i_D $|i_L = i_a + i_D|$. Макар двата тока i_a и i_D да не са с линейна форма, сумата им е един линеен ток.

Тук диодът се използва за демпфване, без да консумира енергия при правия ток. Енергията, която се губи, се използва за получаване на запушващото напрежение върху групата $R_\phi C_\phi$. С това напрежение се запушва диодът през време на правия ход и първия полупериод на свободното колебание. Една много по-съвършена схема е тази, която използва енергията на демпферния диод за повишаване напрежението на хранящия източник. Схемата е показана на фиг. 24.3. Тук напрежението върху групата $R_\phi C_\phi$ се поставя последователно със хранящия източник, като пови-

шава захранващото напрежение на ключовата лампа L_1 . Схемата се нарича „с обратна връзка по захранване“. Когато средният ток I_a е еднакъв с I_d на демпферния диод, съпротивлението R_ϕ може да отпадне. Досега смятахме, че отклонителните бобини L са включени като товар на лампата L_1 . В този случай върху бобините L се получава повишаване на напрежението от обратния ход, което, както видяхме, може да надвиши многократно напрежението на захранващия източник. Конструкцията на бобини, които да понесат такова напрежение, е трудна и скъпа. За тази цел отклонителните бобини се включват трансформаторно или още по-добре—автотрансформаторно.

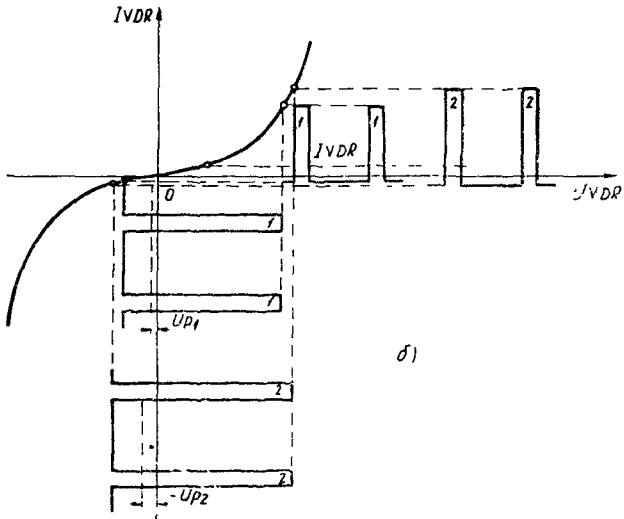
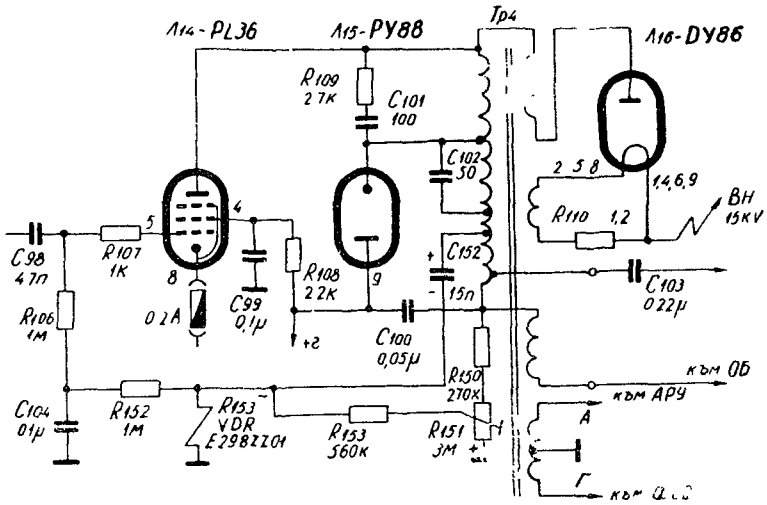


Фиг. 24.3. Изходно стъпало за ХО с „обратна връзка по захранване“

Наличието на високо напрежение от обратния ход на хоризонталното отклонение дава възможност за получаването на високото ускоряващо напрежение за кинескопа. За тази цел към товарната бобина L се добавя една повишаваща бобина. Полученото високо напрежение около 15 kV се изправя с помощта на специална токоизправителна лампа.

III-25. Изходно стъпало за хоризонтално отклонение на телевизионния приемник „Опера 3“

Изходното стъпало за хоризонтално отклонение на „Опера 3“ е направено по схема с отрицателна обратна връзка по захранване. За ключова лампа е използвана $PL\ 36$, а за демпферна диодът $PY\ 83$. В изходното стъпало е осъществена схема за стабилизиране на размера на изображението в хоризонтално направление. Стъпалото служи и за получаване на високо постоянно напрежение за кинескопа. Изправянето се прави с високоволтовата изправителна лампа $DY\ 86$. На фиг. 25.1 а е изобразена схема на изходното стъпало на „Опера 3“. Във входа на ключовата лампа $PL\ 36$ през прехвърлящия кондензатор C_{98} постъпва входното напрежение,



Фиг. 25.1

- в) изходно стъпало за ХО на „Опера 3“ ;
 б) принцип на действие на стабилизацията чрез VDR

получено от формиращата лампа и зарядната RC верига. Формата и амплитудата на напрежението са показани в общата схема на приемника (диаграма 12). Преднапрежението, което се получава от тока на първата решетка, е около 50 V . Екранната решетка получава постоянно напрежение чрез съпротивлението R_{108} . Филтрирането се прави чрез кондензатора C_{99} . Автотрансформаторът на крайното стъпало е навит върху феритното ядро от материал с $\mu=1100$. Феритното ядро се състои от две симетрични половини с U -образна форма и квадратно сечение. Между двете половини се оставя въздушна междина, която е около 50 микрова. Демпферният диод е свързан към част от навивките на автотрансформатора, за да не се получи претоварването му по напрежение. Чрез мястото на включване се командуват моментът на отпушване на диода и линейността на отклонителния ток. Чрез кондензатора C_{10} , еквивалентният капацитет на LC кръга се настройва на необходимата честота (около 70 kHz), за да се получи желаното времетраене на обратния ход на отклонението. RC групата R_{109} , C_{101} премахва паразитните колебания на част от навивките на автотрансформатора, които заедно с монтажните капацитети влизат в резонанс при прекъсване на отклонителния ток. Те причиняват навълняване върху линейната форма на отклонителния ток и изменят скоростта на движение на лъча. На екрана това явление се възприема като няколко вертикални светли и тъмни ивици. Повишеното напрежение за хранване на крайната лампа $PL36$ се получава по познатия начин чрез добавяне към източника на напрежението на повишаващия кондензатор C_{100} . Повишеното напрежение (нарисано бустърно) е $+750\text{ V}$ при ток на лъча $0\text{ }\mu\text{ A}$. За да се намалят излъчванията на хармонични на колебанията с честота 15625 Hz , отклонителните бобини се свързват симетрично към автотрансформатора $L_{отв}=(L_1+L_2)$, като средната точка на навивките им е заземена чрез източника на хранване. Цялото изходно стъпало е добре екранирано заедно с лампите. Отклонителният блок има алуминиев екран. Напрежението, което се получава върху анода на ключовата лампа L_1 през време на обратния ход, се повишава чрез намотката $L_в$, която е автотрансформаторно свързана и повишава анодното напрежение до необходимата стойност 15 KV . Полученото пулсиращо напрежение се изправя чрез високоволтовия диод $DY36$. За филтриране на високото напрежение се използва капацитетът на кинескопа, който за тръбата $AW43-80$

е $C_k \cong (1250 \div 2500) \text{ pF}$. Отопленieto на лампата се осигурява чрез една навивка, която обхваща потока, създаден от автотрансформатора. Нагласяването на точната стойност на напрежението за отопление (токът) е направено чрез включване на едно допълнително съпротивление R_{110} последователно с отоплителната верига на лампата.

Стабилизирането на хоризонталния размер на изображението се прави чрез една схема с нелинейно съпротивление R_{154} (VDR). Изменението на размера става главно при изменението на високото ускоряващото напрежение за кинескопа. Отклонението на лъча на кинескопа зависи обратно пропорционално с квадрата на ускоряващото напрежение. Колкото ускоряващото напрежение е по-високо, толкова по-малко ще бъде отклонението на лъча при един и същ отклонителен ток през отклонителните бобини и обратно. Зависимостта на размера на изображението от тока на лъча и мрежовото напрежение е право пропорционална. При изменение на високото напрежение на кинескопа се изменя по същия начин и повишеното напрежение на крайното стъпало. Една схема за стабилизиране на размера чрез изменението на импулса на обратния ход е възприета в „Опера 3“ (виж фиг. 25.1 а). На нелинейното съпротивление, зависещо от напрежението (VDR), се подава постоянно напрежение $U_{п1}$, чрез което се определя работната му точка А (фиг. 21.1 б). Напрежението $U_{п1}$ се получава чрез делителя, образуван от съпротивлението R_{150} и тример-потенциометъра R_{151} . Чрез кондензатора C_{152} към VDR се подава импулс на обратния ход (около $1200 V_{ss}$) с положителна полярност. Схемата за получаване на регулационното напрежение е ключова. Кондензаторът C_{152} се зарежда от импулса на обратния ход за хоризонталното отклонение през нелинейното съпротивление R_{154} , съпротивленията R_{151} , R_{150} и намотката на трансформатора. Степента на зареждането на кондензатора (с поляритет, показан на фиг. 25.1 а) зависи от стойността на нелинейното съпротивление. То намалява при наличие на импулс на обратния ход и е много по-малко от съпротивлението на паралелната верига, състояща се от R_{153} и R_{151} . При правия ход на лъча (импулсът на обратния ход липсва) нелинейното съпротивление се увеличава и е по-голямо от съпротивленията R_{153} и R_{151} . Кондензаторът C_{152} се разрежда през намотката на трансформатора, съпротивленията R_{150} , R_{151} и R_{153} , като образува върху последните две отрицателно напрежение, показано във фигурата. С това отрицателно на-

прежие се зарежда кондензаторът C_{104} през съпротивлението R_{162} . На фиг. 25.1 б е показано действието на нелинейното съпротивление. При нарастване на импулса на обратния ход (например от повишаване на тока на лъча или мрежовото напрежение) от стойност 1 на стойност 2 се получава увеличение на отрицателното регулационно напрежение. Това по-голямо отрицателно напрежение намалява тока на изходната лампа за хоризонтално отклонение и възстановява отново нормален размер на изображението. При тази схема се получава стабилизиране на повишеното (бустърно) напрежение. Чрез захранване на задаващия генератор за вертикално отклонение от този източник се стабилизира и вертикалният размер на изображението.

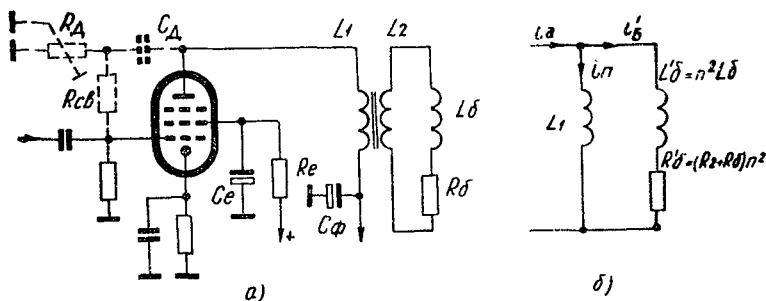
Схемата стабилизира размерите на изображението в границите на 4% при изменения на захранващата мрежа с $\pm 10\%$.

III-26. Изходно стъпало за вертикално отклонение

В телевизионния приемник за вертикалното отклонение на лъча е необходима много по-малка мощност, отколкото за хоризонталното му отклонение. Колебанието на енергията за вертикалното отклонение е 50 Hz, докато за хоризонталното отклонение е 15 625 Hz. Мощностите за отклонение се отнасят право пропорционално на честотата на колебанието на енергията. Отношението на честотата на редовете и полетата е около 300 пъти. Освен това тълът на отклонение на лъча във вертикално направление е по-малък от този в хоризонтално направление. Това значи, че отношението на двете мощности се увеличава над 300 пъти.

Малката консумирана мощност за вертикално отклонение на лъча е направила безпредметно прилагане на по-ефективни схеми за изходни стъпала. Първоначално прилаганите схеми са с непосредствено включване на отклонителните бобини в анодната верига на изходната лампа. Ограниченият аноден ток (особено на триодите) е предизвикал отначало отклонителните бобини да имат десетки хиляди навивки, за да се получат необходимите ампернавивки. Неудобството на тази схема е отместването на лъча от началния ток, което трябва да се компенсира. Схемата с дросел и кондензатор позволява паралелно захранване на отклонителните бобини. Необходимият дросел трябва да има стойност на самоиндукцията, равна на отклонителните бобини. Последната схема

няма предимства пред трансформаторната, която ще разгледаме по-долу (виж фиг. 26.1 а). В тази схема се прилага пентод, за да се избегне реакцията на анодното напрежение при повишението му през обратния ход върху решетъчната верига.

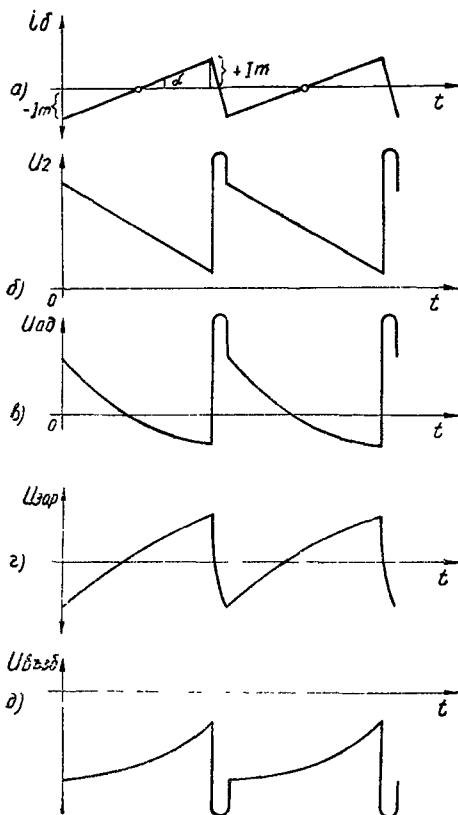


Фиг. 26.1

а) изходно стъпало за ВО — принципна схема, б) еквивалентна схема

Трансформаторът съгласува импеданса на бобините с оптималния товар на изходната лампа. Изходното стъпало има функция, подобна на изходно стъпало за нискочестотен усилвател. Лентата на пропускане е по-малка от 1000 Hz, като се вземат пред вид хармонични колебания до $20 f_{\text{осн}}$ ($f_{\text{осн}} = 50 \text{ Hz}$). Ниската честота на усилваните напрежения дава възможност да се пренебрегнат загубите в желязото на трансформатора и разсеяните самоиндукции. Капацитетът на схемата е незначителен и заедно с индуктивността създава трентяц кръг с много висока честота в сравнение с усилваните колебания. Еквивалентната схема на стъпалото може да се счита, че е съставена от идеален трансформатор, включен в анодната верига на лампа, чието вътрешно съпротивление е R_i . В еквивалентната схема на фиг. 26.1 б с L'_B е изобразена приведената в първичната страна на трансформатора индуктивност на отклонителните бобини. В приведеното на първичната страна на трансформатора съпротивление R'_B е включено освен съпротивлението на отклонителната бобина R_B и съпротивлението на вторичната^a намотка. Формата на възбудителното напрежение в решетъчната верига на крайната лампа, за да се получи необходимият за отклонението линеен ток в отклонителните бобини, трябва да бъде точно определена

За да се получи линеен ток в отклонителните бобини, анодният ток на лампата поради индуктивното натоварване трябва да има квадратичен (параболичен) характер.



Фиг. 26.2. Получаване на възбудително напрежение за изходното стъпало за ВО

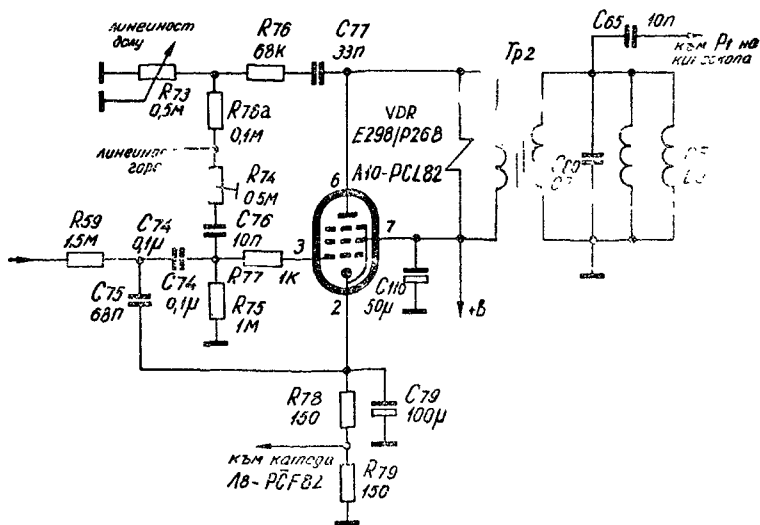
Ако характеристиката на лампата е линейна, възбудителното напрежение в решетъчната верига ще има формата на анодния ток. При разглеждането на формиращото стъпало се вижда, че полученото възбудително напрежение е в най-добрия случай трионообразно с леко изпъкнало чело. Съществуват много начини да се оформи възбудителното напрежение от трионообразното напрежение на разрядната

верига. Ние ще разгледаме само най-употребявания и най-ефикасен метод чрез диференциране на върнатото от анода напрежение за обратна връзка. Този начин е показан с пунктир на принципната схема на фиг. 26.1 *a*. Напрежението на анода на лампата има падащ линеен характер (фиг. 26.2*b*). Чрез кондензатора C_d напрежението на анода се подава на съпротивлението R_d , което е променливо. Тук не е налице едно чисто диференциране на напрежението от математическа гледна точка. Обратно, целта е да се получи напрежение с експоненциален характер, което да направи входното възбудително напрежение с желаната квадратична форма. Съпротивлението R_{sv} довежда квадратичното диференцирано напрежение в решетъчната верига. На фиг. 26.2 е илюстрирано получаването на квадратично от падащото анодно напрежение u_3 . Във веригата на обратната връзка има винаги най-малко един променлив или полупроменлив елемент (обикновено съпротивление). Чрез изменението му се постига оптимална линейност на отклонението. Този начин на получаване на квадратичното напрежение обхваща измененията в елементите на стъпалото, стареенето на лампата и заговата се е наложил в настоящия момент във всички телевизори.

III-27. Изходно стъпало за вертикално отклонение на „Опера 3“

Изходното стъпало на „Опера 3“ е по принцип еднакво с разгледаното в предния параграф. Отклонителните бобини, свързани в паралел, се включват към изходното стъпало чрез съгласуващ трансформатор. Отклонителните бобини са нискоомни $R_b = 8 \Omega$, $L_b = 12 mH$. Схемата на изходното стъпало е показана на фиг. 27.1. Паралелно на вторичната страна на трансформатора е поставен кондензатор C_{80} . Той препятства проникването на напрежението от обратния ход на хоризонталното отклонение чрез паразитната индуктивна връзка между двата чифта отклонителни бобини в стъпалата на вертикалното отклонение. Това проникване разваля добрата презредна развивка, ако не се подтиска достатъчно. На първичната страна на трансформатора е включено VDR съпротивление, което при повишено напрежение на обратния ход намалява стойността си и предпазва от пренапрежение и пробив изходния трансформатор. Преднапрежението на изходната лампа

(пентодната част на PCL82) се получава автоматично. То се филтрува с кондензатора C_{79} . Катодното съпротивление е разделено на две части (R_{78} , R_{79}). Долното съпротивление изработва преднапрежение за усилвателя на синхросигналите



Фиг. 27.1. Изходно стъпало за ВО на „Онра 3“

за полетата. Зарядният кондензатор C_{75} не е заземен, а свързан с катода на изходната лампа с цел да се добави част от наличното в катодната верига параболично (квадратично) напрежение. Желаната квадратична форма на възбудителното напрежение се получава чрез диференциране на напрежението на обратната връзка от анодната верига. Диференцирането се извършва чрез кондензатора C_{77} и съпротивленията R_{76} и R_{73} (променливо). Диференцираното напрежение се въвежда в решетъчната верига чрез съпротивленията $R_{76a} + R_{74}$ (полупроменливо). Кондензаторът C_{76} е разделителен, за да не се шунтира утечното съпротивление R_{75} от обратната връзка. Кондензаторът C_{74} е прехвърлящ за възбудителното напрежение на изходното стъпало. Съпротивлението R_{77} в решетъчната верига на изходната лампа служи да предпазва последната от паразитни автоколебания с висока честота, които могат да извадят от строя лампата без наличие на друга повреда. От вторичната намотка на изходния трансформатор чрез кондензатора C_{65} се подава импулсът на обратния ход за гасене на лъча на кинескопа.

Глава IV

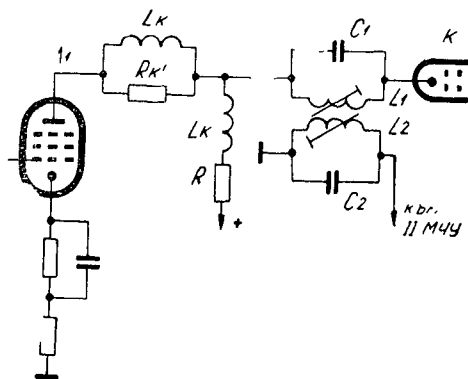
КАНАЛ НА ЗВУКОВИЯ СЪПРОВОД

В началото се каза, че в книгата ще се разглеждат само приемниците с общ канал за изображението. Двата МЧ сигнала за изображението и звуковият съпровод се усилват в общия канал. Чрез специалната форма на характеристиката на МЧ усилвател (виж фиг. 7.1 б) се получава необходимото съотношение на амплитудите на двата сигнала. Понеже носещата на изображението е на ниво 0,5 от максималното, МЧ сигнал за звука трябва да бъде с 10 пъти (20 db) по-малко ниво, т. е. звуковото стъпало е на 5%. То е необходимо, за да се получи правилно съотношение на двата сигнала при смесването им във видеодетектора, за получаването на II МЧ за звуковия съпровод.

IV. 28. Отделяне на сигнала за звуковия съпровод

За отделяне на сигнала на звуковия съпровод се използва методът на смесване (второ диодно смесване) между носещите на изображението и звуковия съпровод. От този метод са получили името си телевизионните приемници с общ канал. За да се получи второто смесване, е необходимо единият от сигналите да бъде амплитудно по-голям, за да изменя стръмността на нелинейния елемент. Това е „хетеродинното напрежение“, чиято роля се изпълнява от МЧ сигнал за изображението. МЧ сигнал за изображението не трябва да бъде никога нула, защото ще изчезне звуковият съпровод. По тази причина в предавателя не се прави 100% амплитудна модулация. Това е недостатъкът на този метод. При използване то на видеодетекторния диод смесването не може да се направи с най-добри показатели, защото товарът му се определя от други съображения. В случая се прави компромис между смесването и качествата

на видеодетектора. При смесването между двете носещи честоти се получава и разликата им $\Delta f = f_{ми} - f_{мв}$, която ще бъде честотно модулирана със сигналите на звуковия съпровод и паразитно амплитудно модулирана със сигналите на изображението.



Фиг. 28.1. Схема за отделяне на II МЧ за звука

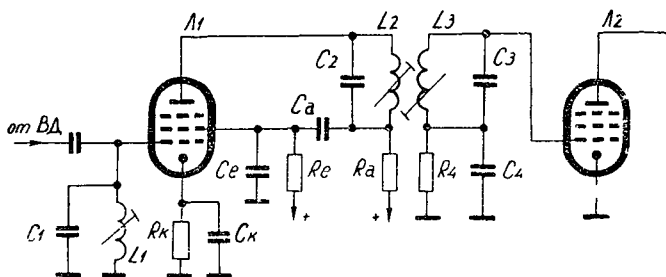
а) отделяне в решетъчната верига на ВУ, б) отделяне в анодната верига на ВУ

Отделянето на втора МЧ се прави чрез настроен резонансен кръг. Той може да е поставен във веригата на видеодетектора или в анодната верига на видеоусилвателя. Във втория случай се постига допълнително усилване на МЧ сигнал и могат да се намалят следващите усилвателни стъпала. На фиг. 12.1 (гл. I, II-12) е даден един начин за отделяне на МЧ сигнал на изображението. Паралелно на товарното съпротивление на видеодетектора е включен през свързващия кондензатор C_{69} кръгът $L_{13}C_{68}$, настроен на втората МЧ за звука. Напрежението от този кръг се подава на МЧ усилвател за звука. Фиг. 28.1 показва отнемане на II МЧ за звука чрез един настроен трептящ кръг, индуктивно свързан с поглътящия кръг в анодната верига на видеоусилвателя. Разбира се, съществуват още много други възможности за отнемане на МЧ за звука. Например спирацията кръг може да бъде в решетъчната верига на усилвателя, а кръгът за отнемане на звука да бъде индуктивно свързан с него, както е във фиг. 28.1. Обратно, от анодната верига също може да бъде отнет МЧ сигнал чрез свързващ кондензатор и на-

строен кръг (виж фиг. 12.1). Напрежението на МЧ може понякога да се вземе автотрансформаторно от настроения кръг в зависимост от избора на стъпалото.

IV-29. МЧ усилвател на звука

Междинночестотният усилвател има за задача да усилва сигнала на междинната честота до необходимото за демодулатора ниво. МЧ сигнал за звука е честотно модулиран.



Фиг. 29.1. МЧ усилвател за звука

Телевизионният предавател за звуковия съпровод работи с девиация $\pm 50 \text{ kHz}$, а не $\pm 75 \text{ kHz}$, както при УКВ/ЧМ радиопредаватели. В такъв случай лентата на МЧ усилвател трябва да бъде по-широка от 100 kHz . За стабилна работа на усилвателя лентата се увеличава на $150 \div 200 \text{ kHz}$. В МЧ усилвател се използват стъпала с товар единични кръгове и лентови филтри. Много често се употребява комбиниран усилвател с единичен кръг в решетъчната верига и лентов филтър в анодната (фиг. 29.1). Тук може да се използва лентов филтър с критична или надкритична връзка между двата кръга. В съответствие с това се оразмерява входният кръг в решетъчната верига на усилвателя. При лентов филтър с надкритична връзка се получава по-голямо усилване. При МЧ усилвател за звуковия съпровод не е възможно да се използва максималното усилване поради опасността от самовъзбуждане на усилвателя. Причината за това е капацитетът C_{ap1} , който, макар и твърде малък, не може да се пренебрегне. Освен това трябва да се държи сметка и за капацитета, който се добавя паралелно на C_{ap1} от схемата и цокъла на лампата. Така например при рационална конструк-

ция на едно стъпало с лампа от 9-цифровите (цокъл Новал) се получава стойност за този капацитет около $0,02 \text{ pF}$ (ако средният щифт на цокъла е заземен). При поставяне на допълнителен екран между крачетата на самия цокъл (или специалната му конструкция) стойността на този монтажен капацитет спада на $0,002 \text{ pF}$, който все още не може да се пренебрегне в сравнение с ламповия капацитет $C_{\text{ар}}$.

За МЧ усилвател за звука ще бъдат подходящи лампи, за които отношението $\frac{S}{C_{\text{ар}}}$ е най-голямо.

За да работи устойчиво МЧ усилвател, неговото усилване не трябва да превишава границата на стабилното усилване. В действителност, понеже от изхода на МЧ усилвател се изисква напрежение с постоянна амплитуда, неговите стъпала трябва да работят и като двустранни ограничители. При такъв режим усилването спада и под тази стойност, която е необходима за устойчивата работа на усилвателя.

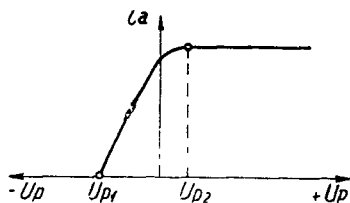
В някои по-евтини телевизионни приемници се използва МЧ усилвател за звука с товар единичен трептящ кръг поради по-малкото желано усилване, но това не е много подходящо за получаването на добро ограничение на паразитната амплитудна модулация.

Изменението на амплитудата на честотномодулирания сигнал при демодулацията предизвиква изкривявания на звуковия съпровод.

Измененията на амплитудата на сигналите с честотна модулация се причиняват от най-различни причини. Най-често това са смущения от мълнии, електрически устройства, запалителните устройства на автомобилите, интерференции със сигналите на други радиостанции, шума на радиолампите и др. В телевизионен приемник, който работи с общ канал, основният източник на паразитна АМ е самият ПМЧ сигнал за звука, получен чрез смесването на двата МЧ сигнала във видеодетектора.

За да се премахнат тези амплитудни изменения на ЧМ сигнал, правят се амплитудни ограничители. Тяхната задача е да подадат на честотния демодулатор сигнал, който има само честотна модулация, но не и амплитудна. В противен случай демодулаторът ще причинява изкривявания на звуковия съпровод. При някои типове демодулатори за ЧМ колебания е възможно да се работи без ограничение на сигнала (например дробния детектор). При тези демодулатори не е безусловно необходимо ограничително стъпало, но е желателна употребата му.

На фиг. 29.2 е показана общата характеристика на едно ограничително стъпало. От нея се вижда, че ако сигналът на входа на стъпалото има амплитуда, по-голяма от $U_{p1} + U_{p2}$, анодният ток няма да се променя. Такава характеристика с



Фиг. 29.2. Характеристика на ограничително стъпало

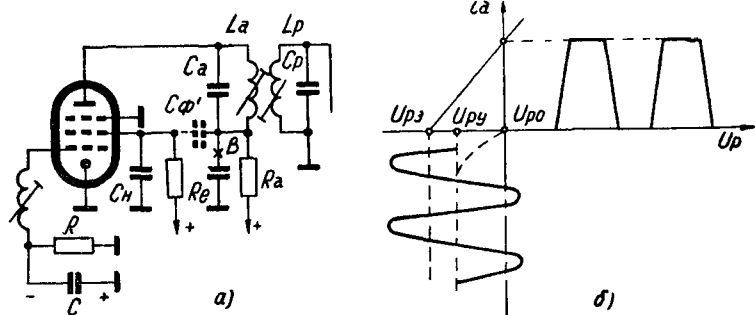
участък на ограничение се постига с намаляване на екранното или анодното напрежение на пентодния усилвател. Вследствие на насищането на анодния ток при увеличаване на напрежението в решетъчната верига ще се получи изкривяване на синусоидалната форма. Усилвателят ще работи с отсечка на анодния ток. Понеже кръгът в анод-

ната верига е настроен на носещата честота и лентата му е тясна, всички хармонични колебания попадат извън усилвания обхват. Това е основната причина, която позволява да се работи при ограничителя, без да е от значение формата на колебанието в решетъчната верига на ограничителя. Тук се открива още една възможност: да се направи ограничение и в решетъчната верига. На фиг. 29.3 е показана схема на ограничително стъпало, в което ограничението става в решетъчната верига. Ще разгледаме процеса, като считаме, че анодното и екранното напрежение са нормални и характеристиката на анодния ток няма насищане (виж фиг. 29.3 б). В решетъчната верига е поставена RC -група и преднапрежение на лампата не се подава. При положителния полупериод на входния сигнал възниква решетъчен ток. Той зарежда кондензатора C , като полярността е показана на фигурата. При отрицателния полупериод кондензаторът се разрежда през съпротивлението R . Времеконстантата RC се избира с такава стойност, че до следващия положителен полупериод на приемания сигнал да не е станало чувствително разреждане на кондензатора C през съпротивлението R .

Напрежението в решетъчната верига от нулевата си стойност U_{p0} започва да се увеличава и по експоненциален закон се доближава до равновесната стойност U_{py} . Устойчивото напрежение на равновесие U_{py} се намира между двете гранични стойности на преднапрежението U_{p0} и U_{p3} (запушващо напрежение, при което $i_a = 0$).

Стойността на U_{py} зависи от величината на входния сигнал. При увеличаване на сигнала U_{py} се приближава към

$U_{pз}$ и при много големи сигнали може да го превиши. В телевизионните приемници последният случай не се получава поради наличието на АРУ. Възможността за ограничение в решетъчната верига създава предпоставка да не се прави



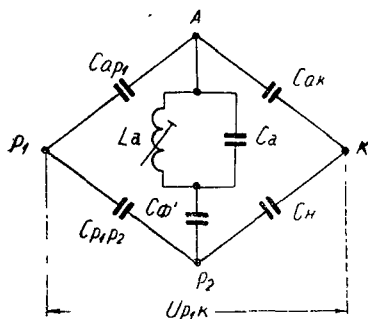
Фиг. 23.3. Ограничител с решетъчно сграницие

голямо ограничение чрез екранното и анодното напрежение. Това ще повиши усилването на стъпалото, което в телевизионните приемници не се използва само като ограничител но най-вече като усилвател на МЧ сигнал за звука. При наличие на две стъпала в МЧ усилвател могат да се използват две групи в решетъчните вериги. Едната ще се избира с времеконстанта, която да реагира на бързи импулсни изменения на входния сигнал, а другата, обратно — на бавни изменения. Например първата се избира с $\tau_1 = (1 \div 2,5) \mu s$, а втората — с $\tau_2 = (5 \div 25) \mu s$.

Ограничителят, който разгледахме, ограничаваше максималния аноден ток отгоре за сметка на решетъчния ток. Ограничение на анодния ток има и отдолу поради запушването на лампата. Казва се, че ограничителят ограничава „отдолу и отгоре“. Режимът на ограничителя се определя експериментално, като се съобразим с характеристиките на избраната лампа. За да се постигне по-голямо усилване от стъпалото, без да се появи самовъзбуждане, се прави неутрализация на вредното действие на C_{ap1} . Неутрализацията се нарича „анодно-екранна“ и се разбира от фиг. 29.3 а (виж кондензатора, означен с пунктир C_f) и фиг. 29.4. При тази неутрализация „студеният“ (долният) край на анодната bobина L_a не се заземява чрез C_f към шаси, а чрез C_f се свързва към екран-

ната решетка. Кондензаторът C_{ϕ} в случая е излишен и се представяме, че веригата му е прекъсната в т. В.

От фиг. 29.4 се вижда, че сега е възможно изходният кръг на стъпалото да се постави в диагонала на един мост,



Фиг. 29.4. МЧ усилвател с „анодно-екранна неутрализация“

а) принципна схема; б) еквивалентна схема

съставен от капацитетите C_{ap1} , C_{p1p2} , C_{ak} и C_n . Кондензаторът C_{ϕ} се избира колкото е възможно по-голям (но безиндуктивен), за да представлява почти късо съединение за $f_{мз}$. При уравновесен мост напрежението от анодния кръг не може да проникне в решетъчната верига. За да се уравновеси мостът, е необходимо да се избере подходяща стойност за кондензатора C_n . От условието за равновесие на моста следва

$$C_n \cdot C_{ap1} = C_{p1p2} \cdot C_{ak}, \text{ а отгук}$$

$$C_n = \frac{C_{p1p2} \cdot C_{ak}}{C_{ap1}}.$$

При избрана лампа всички величини в дясната част на равенството са известни и могат да се намерят в каталозите ѝ.

Неудобството се състои в това, че за всеки усилвател с определена конструкция ще се включат към рамената на моста специфичните капацитети на монтажа. По тази причина след пресмятането на C_n по формулата трябва добре да се експериментира и доуточни стойността му.

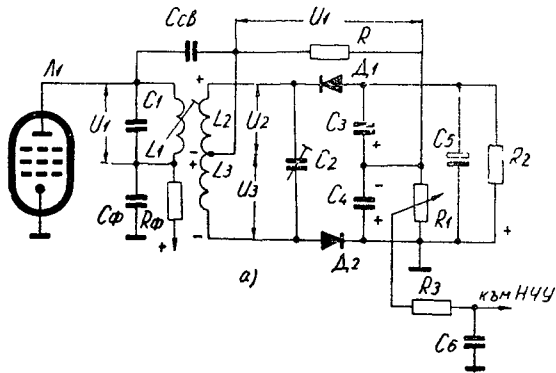
IV-30. Честотни демодулатори

Честотният демодулатор трябва да извлече модулационното напрежение на честотно-модулирания сигнал. В изхода на честотния демодулатор трябва да се получава ниско-честотно напрежение, което да е пропорционално на честотното отклонение на ЧМ сигнал. Качествата, които трябва да притежава един честотен демодулатор, са главно следните:

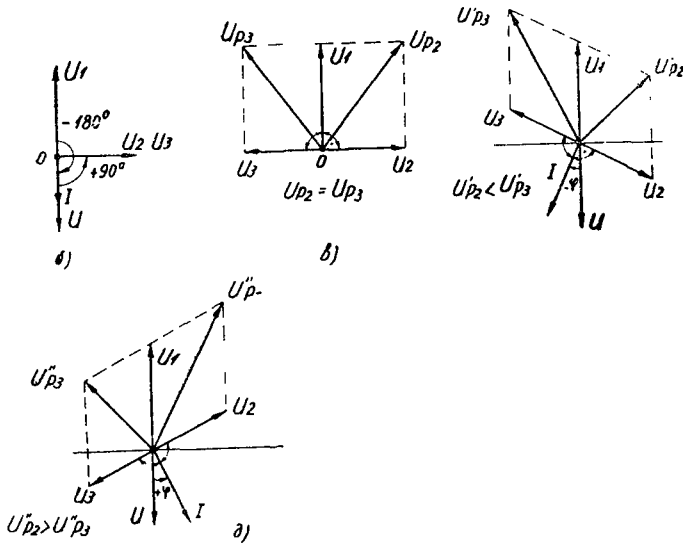
1. Голяма чувствителност — разбира се НЧ напрежение в изхода на демодулатора при определено честотно отклонение $\pm \Delta f$ на носещата честота.

2. Малки нелинейни изкривявания на НЧ сигнал.
3. Подтискане на АМ — това условие не е безусловно необходимо, но е желателно.

Дробният детектор има преимущество пред дискриминатора по отношение на ограничението на АМ. Принципно



Фиг. 30.1. Дробен детектор
а) принципна схема



Фиг. 30.1. Дробен детектор

б + в) векторни диаграми на токовете и напреженията в схемата

възможно е дробният детектор да работи без ограничително стъпало, макар това на практика да не се прави точно така. Все пак при схема с дробен детектор и ограничително стъпало се получава много по-добро ограничение на АМ, отколкото при аналогичната комбинация с дискриминатора. На фиг. 30.1 а е показана схема на един дробен детектор. Напрежението U_1 от анодния кръг се подава чрез свързващия кондензатор $C_{св}$ и съпротивлението R в еднаква фаза към двата диода D_1 и D_2 . Във вторичната страна се индуцира напрежението U , което е винаги дефазизирано на 180° от U_1 . Към всеки диод се подават две напрежения: за D_1 — $(U_1 + U_2)$, а за D_2 — $(U_1 + U_3)$, геометрично сумирани. Характерно е, че диодите са свързани така, че постоянните напрежения, които предизвикват в товарните си вериги, се сумират.

Действието на дробния детектор ще разгледаме чрез три характерни случая:

1. Пристигащият сигнал е с честота $f_c = f_{мз}$, която съвпада с резонансната честота на кръговете L_1C_1 и $(L_2 + L_3)C_2$. При резонанс напрежението и токът в трептящия кръг L_1C_1 са във фаза, а кръгът представлява чисто активно съпротивление. Това е изразено във векторната диаграма на фиг. 30.1 б. Индуцираното напрежение във вторичния кръг $U = U_2 + U_3$ е дефазизирано спрямо напрежението U_1 на първичния кръг винаги на 180° . Токът I , който протича в бобините на вторичния кръг, съвпада фазово с предизвикалото го напрежение (можем да си мислим, че индуцираното напрежение е един генератор, свързан в серия с бобината и кондензатора във вторичната страна). Напреженията U_2 и U_3 ще остават на 90° спрямо тока I , следователно са дефазизирани с 90° спрямо напрежението U_1 на първичния кръг. Съгласно схемата спрямо средната точка U_2 и U_3 са дефазизирани помежду си на 180° . На диода D_1 се подава напрежението, което е векторна сума от U_1 и U_2 , а на диода D_2 — $(U_1 + U_3)$. Постоянните напрежения, които се предизвикват в случаи на резонанс върху кондензаторите C_3 и C_4 , са еднакви и имат еднакви полярности. В резултат на изхода на дискриминатора (R_4, C_5) НЧ сигнал ще бъде нула (липсва честотна модулация).

2. Пристигащият сигнал ($f_c > f_{мз}$) не съвпада с резонансната честота на кръговете L_1C_1 и $(L_2 + L_3)C_2$.

Напрежението на вторичната страна U ще бъде отново дефазизирано на 180° спрямо U_1 . Токът I във вторичната страна ще бъде дефазизиран спрямо напрежението U . При увели-

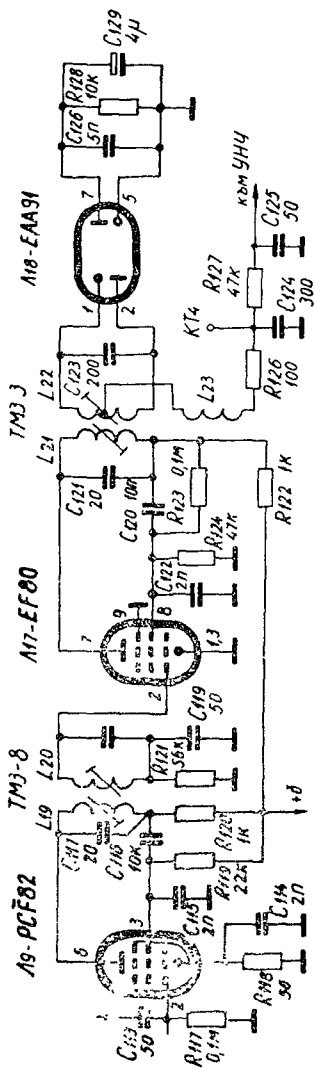
чената честота ($f_c > f_{мз}$) реактивното съпротивление на бобината на трептящия кръг нараства, а реактивното съпротивление на кондензатора намалява. В резултат общото съпротивление на трептящия кръг не е вече само активно съпротивление, а има и реактивна компонента с индуктивен характер. По тези причини токът I ще изостава спрямо напрежението U с ъгъл φ . Напреженията U_2 и U_3 ще бъдат отново дефазирани на ъгъл 90° спрямо тока I (виж фиг. 30.1 г). Сега вече върху двата диода ще действуват различни напрежения, които са пропорционални на двата вектора U'_{p2} и U'_{p3} . По-голямото напрежение на диода D_2 ще предизвика и по-голямо изходно постоянно напрежение върху кондензатора C_4 . Обратното важи за диода D_1 , който ще изработи и по-малко изходно напрежение върху C_3 .

Обратното се случва при съотношението $f_c < f_{мз}$, което е показано на фиг. 30.1 д.

Паралелно на двата кондензатора C_3 и C_4 е включена една RC -група с много голяма времеконстанта $\tau = (0,1 \div 0,4) s$. Тази RC -група не може да си изменя заряда дори при най-ниските честоти от звуковия спектър. Зарядът на тази група се изменя само при трайни изменения на МЧ сигнал. Групата $R_2 C_5$ се зарежда до средната стойност на сигнала $f_{мз}$ много време след настъпилото изменение. Тази група поддържа постоянно напрежението върху двата кондензатора C_3 и C_4 . При честотното изменение на $\Delta f_{мз}$ може да се промени само отношението между напреженията върху C_3 и C_4 , но не и сумата им. С това се обяснява защо дробният детектор ограничава АМ и се нарича често „детектор на отношението“. Постоянното напрежение, което се получава върху съпротивлението R_2 , може да се използва за АРУ, понеже то зависи само от бавните изменения на полето, но не зависи от напрежението на модулацията. НЧ сигнал при този тип дробен детектор е удобно да се вземе от кондензатора C_4 , понеже единият му край е заземен, както това е необходимо за усилвателя на нискочестотните колебания.

IV-31. МЧ канал на звука и честотен демодулатор на „Опера 3“

МЧ усилвател на българския телевизионен приемник „Опера 3“ е двустъпален. Отделянето на втората МЧ на звука се прави чрез смесване във веригата на видеодефектора. Сигналът на втората МЧ на звука се отделя чрез резонансен кръг в решетъчната верига на видеоусилвателя. Честотният демодулатор е несиметричен дробен детектор с лампови диоди.



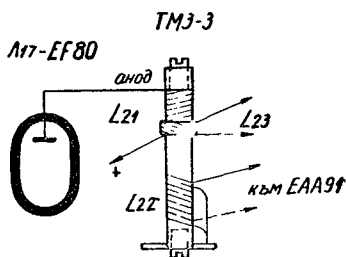
Фиг. 31.1. МЧ усилвател за звука с дробен детектор на „Опера 3“

МЧ усилвател на българския телевизионен приемник „Опера 3“ е двустъпален. Отделянето на втората МЧ на звука се прави чрез смесване във веригата на видеодефектора. Сигналът на втората МЧ на звука се отделя чрез резонансен кръг в решетъчната верига на видеоусилвателя. Честотният демодулатор е несиметричен дробен детектор с лампови диоди. На фиг. 31.1 е показана пълната схема на МЧ усилвател на звук с дробния детектор на „Опера 3“. В първото стъпало на МЧ усилвател за звука е използвана пентодната система на лампата PCF82. Тя има автоматично преднапрежение, което се получава чрез RC-групата R_{118} , C_{114} , включена в катодната верига, и се подава в решетъчната верига чрез утечното съпротивление R_{117} .

Екранното напрежение на усилвателя се получава чрез гасящото съпротивление R_{119} . Кондензаторът C_{115} заземнява високочестотно екранната решетка. Товарът на усилвателя е един лентов филтър с надкритична връзка, за да се получи максимално усилване. За да не се получи самовъзбуждане чрез кондензатора C_{ap1} , направена е „анодно-екранна неутрализация на стъпалото“. За тази цел кондензаторът в екранната решетка е $2nF$, а кондензаторът, който свързва

„студения“ край на анодната бобина L_{19} към екранната решетка, е голям C_{116} ($10nF$) и безиндуктивен (керамичен). Съпротивлението R_{120} е разделително към източника за постоянно напрежение. Кондензаторите на кръговете C_{117} и C_{118} на лентовия филтър са избрани $20 \mu F$, за да не се влияе настройката на усилвателя при смяна на радиолампите. Вдълбнатината на характеристиката на стъпалото се изравнява чрез единичния резонансен кръг, с който се отделя II МЧ сигнал за звука.

Второто стъпало на МЧ усилвател служи и за ограничител на амплитудните колебания. Ограничаването е двойно (отгоре и отдолу) и се прави чрез решетъчната верига. Стъпалото работи с решетъчен ток, чрез който се образува едно изменение се преднапрежение в RC -групата R_{121} и C_{119} ($\tau \approx 2,5 \mu s$). Този тип ограничител беше разгледан подробно. Тук допълнително ограничение се прави чрез паяленото напрежение на екранната решетка и предизвиканото насищане на анодния ток. Намаляването на екранното напрежение става чрез делителя R_{123} и R_{124} . И в това стъпало е направена анодно-екранна неутрализация, за да бъде стабилен усилвателят. Второто стъпало подава сигнала към веригите на дробния детектор. Последният е малко различен от разгледания по-рано. Разликата се състои главно в подаването на напрежението във вторичната верига, което трябва да бъде във фаза с първичното на трансформатора. За да се поясни по-добре това, ще разгледаме конструкцията на трансформатора на дробния детектор ТМЗ-3 (виж фиг. 31.2). Бобината L_{23} е поставена върху долния край (свързан към захранващия източник) на анодната бобина L_{21} . По този начин е постигната максималната възможност на връзка между първичния кръг и бобината L_{23} . Индуцираното напрежение от първичния кръг в L_{23} следователно е във фаза с първичното, макар да е $(4 \div 6)$ пъти по-малко от него. Бобината L_{23} замества свързващия кондензатор $C_{св}$ и R от фиг. 30.1. Друга особеност на трансформатора е устройството на бобината L_{22} на вторичната страна. За да не се настройва вторичният кръг с тримеркондензатор, бобината е бифиларно навита. Свър-



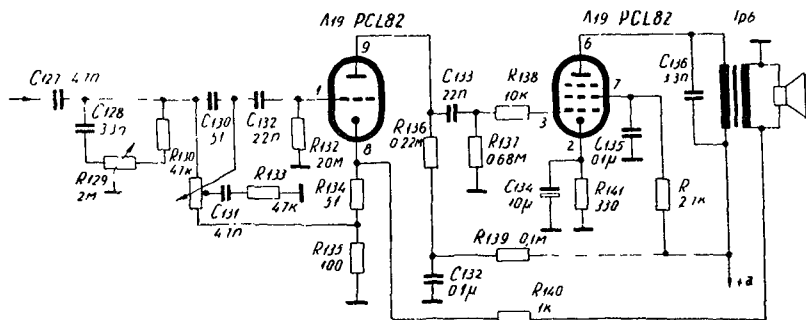
Фиг. 31.2. Практическо изпълнение на ТМЗ-3 на „Опера 3“

зването е показано на фиг. 31.2. Сега вече при настройка на бобината с феритното ядро няма да се разваля симетрията на двете ѝ половини, както това би се получило с обикновена бобина. Чрез тази конструкция на трансформатора се постига икономия на скъпите тримери и постоянен кондензатор, необходими за дробния детектор от фиг. 30.1а.

Отнемането на НЧ сигнал става чрез кондензатора C_{124} , през който вследствие симетрията на схемата се изравняват постоянните токове през двата диода (когато $f_c \neq f_{мз}$). Върху групата R_{128} и C_{129} се образува постоянно напрежение, което съответствува на средната стойност на МЧ сигнал и служи за ограничение на АМ. Времеконстантата на тази група $\tau = RC = 4 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^3 = 0,04s$ е взема по-малка от $0,1 \mu s$, защото кондензаторът C_{129} има производствен толеранс до $+100\%$. Кондензаторът C_{126} шунтира за високите честоти електролитния поради индуктивността му. Групата R_{127} и C_{125} намалява подчертаването на високите модулационни честоти, направено в предавателя с цел да се получи по-добро отношение сигнал/шум.

IV-32. Нискочестотен усилвател на „Опера 3“

Нискочестотният усилвател на телевизионния приемник „Опера 3“ не се различава съществено от подобните усилватели в радиоприемниците. Тук ще се спрем само върху



Фиг. 32.1. НЧ усилвател на „Опера 3“

най-характерните особености на НЧУ на телевизионния приемник „Опера 3“. Схемата е изобразена на фиг. 32.1. Усилвателят се състои от НЧпредусилвател и изходно стъпало,

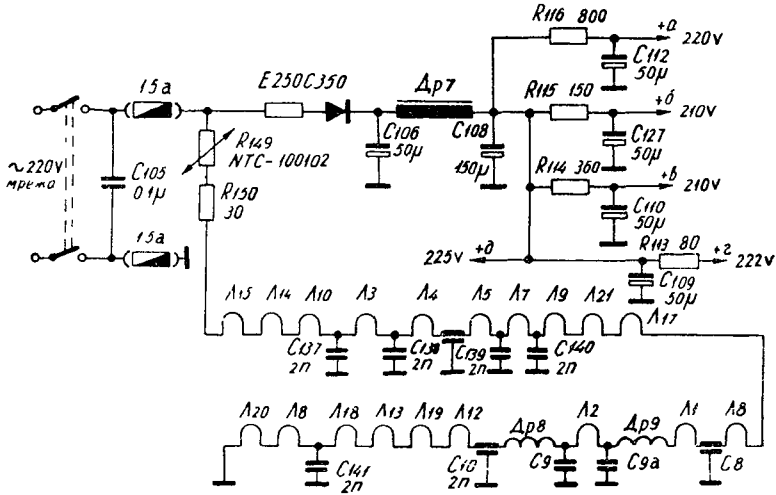
направени с комбинираната лампа *PCL82*. Предусилвателят, изходното стъпало и изходният трансформатор са обхванати от отрицателна обратна връзка (ООВ). Напрежението за ООВ се взема от вторичната намотка на изходния трансформатор. Усилването на усилвателя е съобразено с физиологическите особености на човешкото ухо. Този ефект, както е известно, се постига с *RC*-групата (C_{131} , R_{133}), свързана на специалния извод на потенциометъра за силата на звука. Регулаторът за силата е свързан със заземителния си край в катодната верига на предусилвателя. По този начин се получава една допълнителна ООВ в триодния усилвател, чиято дълбочина е зависима от положението на потенциометъра за регулиране на силата. При намаляване на усилването се увеличава ООВ, което прави още по-ефективно самото регулиране.

Тонкоректорът се състои от един потенциометър R_{129} и *RC*-групата C_{128} и R_{130} . При крайно ляво положение на потенциометъра кондензаторът C_{128} е включен напълно към входа на НЧ усилвател и намалява амплитудно високите честоти. При крайно дясно положение този кондензатор е напълно изключен от входа на усилвателя и сега не само че високите честоти не се намаляват, а напротив, се подчертават. За това допринася кондензаторът C_{130} . За ниските честоти той е голямо съпротивление, а за високите — малко и те преминават направо в решетъчната верига, като се избягва деленето чрез потенциометъра. Той намалява нивото на останалите съставни на сигнала (ниски и средни честоти) освен в крайно дясно положение (максимално усилване). Преднапрежението на усилвателя се получава чрез решетъчен ток през високоомното утечно съпротивление и отчасти чрез катодните съпротивления на обратната връзка. Пентодната част е усилвател на мощност и няма нищо особено в схемата

Глава V

V-33. ЗАХРАНВАЩО СЪПЛАЛО НА „ОПЕРА 3“

Телевизионният приемник „Опера 3“ е предназначен за захранване от мрежа с напрежение 220 V. В страната вече няма други напрежения на захранващите мрежи. Това направи



Фиг. 33.1. Захранващо съплато на „Опера 3“

възможно да се употреби безтрансформаторно захранване на телевизионния приемник. Употребените лампи са пригодени за последователно захранване с отоплителен ток $i_{от} = 300\text{mA}$ и се свързват направо към захранващата мрежа. Понеже необходимото напрежение за захранване на отоплителните вериги на всички лампи е по-малко от мрежовото, поставя се едно допълнително съпротивление R_{150} (виж фиг. 33.1). Това съпротивление създава падение и намалява променливото

мрежово напрежение до необходимата стойност. При студено състояние съпротивлението на отоплителните жички на лампите е многократно по-малко от съпротивлението при загрято състояние. При включване на телевизионния приемник към захранващата мрежа се получава голям ток „удар“, който скъсява живота на лампите. Не са редки случаите на изгаряне на отоплителната жичка в някои от последователно включените лампи. За да се предпазят лампите от токовия удар, в отоплителната верига се поставя едно съпротивление с отрицателен температурен коефициент (*NTC*-съпротивление). Това съпротивление при студено състояние има стойност от $(3 \div 5) \text{ k}\Omega$, а при загреването от отоплителния ток понижава съпротивлението си до $(45 - 50) \Omega$.

Чрез него началният ток „удар“ се премахва и загреването става значително по-бавно. Както се вижда от фиг. 33.1, лампите в отоплителната верига са подредени по особен начин. При подреждането се спазват някои основни съображения:

Напрежението, което може да издържи изолацията между отоплителната жичка и катода на лампите, зависи от конструкцията им. Този показател се дава в каталозите за лампите. При включването на лампата в отоплителната верига трябва да се внимава напрежението на отоплителната жичка да не надвишава допустимото напрежение $U_{\text{отк}}$ (катодът в повечето схеми има потенциал нула или съвсем незначителна положителна стойност).

Някои лампи трябва да се предпазват от проникване във веригите им на напрежение с мрежова честота 50 Hz . Това е например НЧ предусилвател, в който проникването на напрежението с мрежова честота предизвиква неприятно бръмчене в звуковия съпровод, наричано често „брум“. Проникването на мрежово напрежение в лампата, която служи като генератор за хоризонтално отклонение, предизвиква геометрични изкривявания на растера. За да се премахнат тези недостатъци, трябва чувствителните към проникване на мрежово напрежение лампи да се поставят на възможно най-ниско мрежово напрежение между катода и отоплителната жичка.

При последователно захранване има опасност при пробив в една от радиолампите между катода и отоплителната жичка да се повредят лампите, намиращи се преди неизправната. Понеже катодите на лампите обикновено са свързани с масата, при пробив между катода и отоплението на дадена лампа по-горните радиолампи се подлагат на цялото мрежово напрежение 220 V . През тези лампи ще протече недо-

пустимо голям ток. Той ще бъде толкова по-голям, колкото неизправната радиолампа лежи по-горе във веригата на последователното свързване. При такъв дефект прегаря отоплителната жичка на една от последователно свързаните радиолампи пред радиолампата с пробива. Най-скъпият елемент в телевизионния приемник е кинескопът. За да се предпази най-добре от пробивите на радиолампите пред него, той се поставя най-често на последно място в последователно свързаните лампи. Освен това трябва да се държи сметка, че катодът на кинескопа има постоянно напрежение спрямо шасито, респективно отоплителната жичка, около $+200\text{ V}$.

Необходимото постоянно напрежение за захранване на стъпалата се получава чрез изправяне на мрежовото напрежение със селенов изправител. Типът му е $E250C400$, което значи, че е пригоден за работа при променливо напрежение до 250 V и за постоянен ток, не по-голям от 400 mA . Пред изправителния елемент е поставено съпротивлението R_{112} . То намалява напрежението в момента на включването и предпазва селеновия изправител от токовия удар на първоначалното зареждане на електролитния кондензатор C_{106} . При тази схема на пряко изправяне на мрежовото напрежение е необходимо да се постави електролитен кондензатор с голяма стойност, за да се получи изправено напрежение с необходимата величина. Изправеното напрежение при известен селенов изправител, определена консумация на постоянен ток и дадено мрежово напрежение зависи в голяма степен от стойността на първия електролитен кондензатор след изправителния елемент. Изправеното пулсиращо напрежение се филтрира чрез LC филтър. Бобината е дросел с желязна сърцевина, чиято въздушна междина се подбира с оглед да се получи максимална индуктивност при консумирания постоянен ток от телевизионния приемник. От втория „плюс“ след LC филтъра се захранва видеоусилвателното стъпало. Останалите стъпала се захранват чрез разделителни RC филтри, като по този начин се премахват нежеланите връзки чрез захранващия източник между различните стъпала на телевизионния приемник. Кондензаторът C_{105} , свързан паралелно на мрежовото напрежение, намалява излъчването към мрежата на колебания с честота на редовите ($f=15625\text{ Hz}$) или нейни хармонични. Тези паразитни сигнали при липса на кондензатори проникват в захранващата мрежа и смущават други радиоустройства (радиоапарати, телевизионни приемници, професионална апаратура и др.).

За да се избягнат нежелателни обратни връзки между отделните стъпала, чрез отоплителната верига се поставят блокиращи кондензатори. Най-голяма опасност от обратна връзка чрез отоплителната верига има за ВЧ и МЧ стъпала. Техните отоплителни вериги са най-старателно блокирани. Кои стъпала трябва да бъдат блокирани, се определя най-вече по експериментален път.

VI. КОНСТРУКТИВНО ОФОРМЛЕНИЕ И ВАРИАНТИ НА „ОПЕРА“

VI-34. Конструктивно оформление на телевизионния приемник „Опера 3“

Телевизионният приемник „Опера 3“ има кинескоп с екран 43 см, ъгъл на отклонение 90° , електростатична фокусировка и магнитно отклонение на лъча. Типът на кинескопа е АW 43—80. Конструкцията на кутията е с прави линии в симетрично изпълнение. Дървената кутия е с естествен орехов фурнир, сполучливо комбинирана на лицевата част с бял яворов фурнир. Всички регулатори на телевизионния приемник са разположени на лицевата предна стена и са леснодостъпни за манипулация. Регулаторите са разделени на групи:

а) Основни, които се състоят от два тройни регулатора, разположени в долния десен, съответно ляв, ъгъл на лицевата стена. Лявата тройка обхваща регулаторите включване, изключване и сила на звука, тонкоректор и контраст на изображението. Дясната тройка — превключване на каналите, фина настройка на хетеродина и яркост на изображението.

б) Спомагателни, които са разположени в ниша на лицевата стена между основните регулатори, така че остават скрити за наблюдателя. Спомагателните регулатори са 5 на брой. Отляво надясно те следват така: честота на редовете (синхронизация по редове), фокусировка, линейност във вертикално направление, размер на изображението във вертикално направление, честота на полетата (синхронизация по картини). На страничните стени на кутията са разположени две декоративни розетки, зад които са закрепени два високоговорителя с мощност по 1,5 W. В по-новите партидите са заменени с един ширококолов овален високоговорител с мощност 3 W и много по-голяма чувствителност.

Задната страна на кутията е загворена с капак от жакардов картон. Тук е разположен антенният вход за силен и

слаб сигнал, а така също и съединителят за приставката за далечно командване на телевизионния приемник. От задния капак излиза шнурът с щепсела за мрежовото захранване.

Електрическите и механическите детайли на телевизионния приемник са разположени върху метално шаси. То е с хоризонтално разположение и се състои от едно основно, към което е скрепена една дълга предна плоча с 4 винкела. Към предната плоча между двата винкела е монтиран телевизионният канален превключвател. В противоположния край на предната плоча между другите два винкела е скрепена ламаринена пластинка с монтажа на лампата за звука *PCL 82* и двойния потенциометър. Потенциометърът за контраста е свързан към оста на двойния потенциометър чрез две ролки, които се движат с корда. По същия начин към оста на каналния превключвател е свързан потенциометърът за яркостта.

На основното шаси са разположени всички стъпала, с изключение на каналния превключвател и отклонителния блок на кинескопа. Последното стъпало на общия МЧ усилвател заедно с видеодетекторните елементи е разположено в металическа кутия, която е добре заземена. По този начин се намаляват вредните смущения от хармоничните на МЧ сигнали. Лампите на III МЧ усилвател и видеодетекторът са също добре екранирани. Екранирана е и лампата на последното стъпало на МЧ усилвател за звука и дробния детектор. Трансформаторът за хоризонтално отклонение е разположен върху основното шаси и е поставен в перфориран екран заедно с трите лампи (*PL36*, *PY88* и *DY86*). Екранът се поставя, за да се ограничат излъчванията на хармоничните колебания с честота на редовете ($f_p = 15625 \text{ Hz}$). Перфорацията е необходима за охлаждане на възела. Дроселът от захранващата група, изходните трансформатори за вертикално отклонение и за звука са поставени по такъв начин, че разсеяните им полета да не причиняват геометрични изкривявания и други смущения на растера.

Отклонителният блок е разположен върху шийката на кинескопа и е притегнат със затягаща скоба. На шийката са поставени центрацията магнит и йонният уловител. Метализацията на кинескопа е свързана с основното шаси чрез многожичен проводник, който се притиска към метализацията чрез обтягащи пружини. Кинескопът е обхванат от металическа шина с амортизатори. Чрез подходящи уши шината се закрепва към дървени трупчета, хванати към двете странични стени на кутията от вътрешната страна.

Отклонителният блок на българския телевизионен приемник „Опера 3“ е предназначен за ъгъл на отклонение 90° . Бобините за хоризонтално отклонение (ХО) са от седловинен тип с анастигматично разпределение на навивките ($\cos^{1,5} \varphi$), а за вертикалното отклонение (ВО) — тороидален тип със същото разпределение на навивките. Двете бобини за хоризонтално отклонение са свързани последователно, а за вертикално отклонение — паралелно. Двата чифта бобини са монтирани на една бакелитова основа, която позволява да се нагласяват точно перпендикулярно един към друг. При този отклонителен блок поради сравнително неголемия ъгъл на отклонение (90°) не са необходими коригиращи магнити. Целият комплект на отклонителния блок се поставя в алуминиев екран, за да се намалят излъчванията на хармонични колебания на тока за ХО ($f_p = 15625 \text{ Hz}$). Изводните краища на блока са изведени с гъвкави проводници върху 6-изведен съединител. Феритният пръстен, върху който се навиват тороидалните бобини, е от материал с $\mu = 1100$.

Данните на отклонителния блок са:

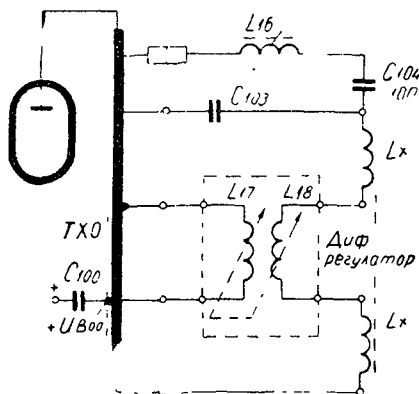
$$\begin{aligned} L_{\text{ВБ}} &= 12 \text{ mH}; R_{\text{ВБ}} = 7 \Omega; \\ L_{\text{ХБ}} &= 3,3 \text{ mH}; R_{\text{ХБ}} = 5,4 \Omega. \end{aligned}$$

VI-35. Телевизионен приемник „Опера“

Основно различие между „Опера“ и „Опера 3“¹ няма. Първият наш телевизионен приемник беше конструиран, когато в столицата все още имаше захранваща мрежа с напрежение 150 V. По тази причина той беше с мрежов трансформатор и възможност за захранване от мрежи с напрежение 150 и 220 V. Лампите на „Опера“ са E-серия с напрежение за отопление 6,3 V. Външният вид на „Опера“ се отличава със заоблените си форми. Регулаторите са на същите места, със същото предназначение, както в „Опера 3“.

В електрическата схема на „Опера“ се забелязват някои характерни особености. ВЧ усилвател е по познатата каскодна схема, но с лампата 6С84. В целия МЧ и видеоканал няма разлика с „Опера 3“ освен това, че липсва усилвател-дефазаторът на смущенията. Управлението на АО е двойно, но на амплитудния принцип. Управляващото първата решетка на АО напрежение се взема чрез съпротивлението $R_{160} = 39 \text{ k}\Omega$ от решетката на видеодетектора. Съответните

типове лампи от *P*-серия са заменени със съответните еквиваленти *E*-серия. Фазосравняващата схема работи със сравняващ импулс, получен чрез диференциране на напрежението от обратния ход. Диференцирането се извършва чрез кон-



Фиг. 35.1. Диференциален регулатор за хоризонталния размер на изображението на „Опера“

дензатор и съпротивление. Работата на устройството е същата по принцип. Обхватът на захващане е значително по-тесен: $\pm 150\text{Hz}$ срещу $\pm 650\text{Hz}$ за „Опера 3“. Изходното стъпало за хоризонтално отклонение е с лампи *EL81* и *EY81(83)* без стабилизация на хоризонталния размер на изображението. Размерът на изображението се регулира с диференциален ръчен регулатор, който е достъпен само след сваляне на задния капак. Закрепен е върху стената на екрана на трансформатора за хоризонтално отклонение. Диферен-

циалният регулатор се състои от двете бобини L_{17} и L_{18} (фиг. 35.1). Те са навити на едно тяло една до друга. В отвора на тялото се движи феритно ядро. Когато ядрото влиза в едната бобина, излиза от другата. Самоиндукцията на L_{17} при движението на ядрото се намалява, а в същото време на L_{18} расте и обратно. Бобината L_{17} е включена галванически паралелно към TXO. Бобината L_{18} е включена между двете половини на отклонителната бобина за хоризонтално отклонение. Когато бобината L_{17} расте, падението на напрежение върху нея се увеличава, а хоризонталният размер намалява. Товарът на TXO намалява поради увеличения импеданс на веригата на отклонителната бобина. В същото време бобината L_{18} намалява, тя товари повече TXO и неговото натоварване остава постоянно. Бобината L_{16} служи за коригиране линейността в хоризонтално направление. Изправителната група на „Опера“ е по схема на удвояване на напрежението със селенов изправител *V125C350* със среден извод.

VI-36. Телевизионен приемник „Опера 2“

Това беше един вариант, в който се измени главно външният вид на приемника. Кутията беше с прави линии и не се различава от тази на „Опера 3“. В по-късното производство на „Опера 2“ беше внедрена фазосравняваща схема със сравняващ импулс, получен чрез интегриране. Интегрирането се прави на напрежението от обратния ход на хоризонталното отклонение с негативна полярност. Обхватът на захващане е $\pm 650\text{Hz}$, както при „Опера 3“. В последните модели беше премахната линеаризиращата бобина поради слабото ѝ действие и добрата линейност на хоризонталното отклонение.

VII. ОПИСАНИЕ НА ТЕЛЕВИЗИОННИЯ ПРИЕМНИК „КРИСТАЛ“

VII-37. Електрическа схема

При описанието ще се използва електрическата схема на приемника от приложението към книгата. Входното устройство и ВЧ усилвател са напълно идентични по изпълнение с „Опера 3“. Различие съществува в схемата на хетеродина. Тук се използва също триточкова схема на Колпитц. Бобината на кръга е L_0 . Кондензаторите в капацитивния делител са $C_{16} + C_{ак} + C_{м1}$ и $C_{19} + C_{рк} + C_{м2}$ + капацитета на германиевия диод OA180. Фината настройка в тази схема се прави чрез промяната на капацитета на запущен германиев диод. На този диод чрез делителя на напрежението $R_{18} - 47k\Omega$ $R_{9б} - 500\Omega$ (потенциометър) и $R_{9в} - 470\Omega$ се подава положително напрежение. При регулиране на потенциометъра за фина настройка това напрежение се променя в граници $+(2,4 + 5,2)V$. При такова изменение на напрежението запущеният диод OA180 променя капацитета си с ΔC_d , което е достатъчно за изменение честотата на хетеродина с $\Delta f > 0,9\text{MHz}$ за I ТВ обхват. Кондензаторът C_{18} ($6pF$) служи да доведе изменението ΔC_d до необходимото за настройката на хетеродина. Германиевият диод OA180 е със златни изводи и малко вътрешно съпротивление. Той е направен с малко изменение на капацитета на запирания слой, за да може да се използва за високи честоти. Дроселът l и кондензаторът C_{24} ($2nF$) служат като „Г“-филтър за спиране на хетеродинните колебания и хармоничните им към захранващия из-

точник. Дроселът I е навит на керамично тяло от съпротивление $0,25 \text{ W}$. Кондензаторът C_{25} филтрира постоянното напрежение за диода.

Общият МЧ усилвател е тристъпален с лампи $EF80$. Между смесителя и първото стъпало е свързан един лентов филтър с вътрешнокапацитивна връзка подобно както при „Опера 3“. Второто стъпало е с един М-филтър, който беше вече разгледан. Останалите две стъпала имат лентови филтри с индуктивна връзка между кръговете.

Видеодетекторът е с германиев диод $OA160$ със сложна ВЧ корекция. Тук ще обърнем внимание върху корекцията на характеристиката на видеоусилвателя. За корекцията са изведени в командния блок два клавиша. Тези два клавиша комутират два дросела $Dr6$ и $Dr7$ в катодната верига на видеоусилвателя. При ненатиснати клавиши в катодната верига е включен само дроселът $Dr7$ и характеристиката на видеоусилвателя е нормална. При натискане на клавиша „рязко“ се включва $Dr7$ и се получава повдигане на високите видеочестоти. Такава характеристика е необходима при силен ВЧ сигнал, получен от ретранслатор, за да се подобри разделителната способност на телевизора при влошен сигнал с голяма стойност или студийно предаване. При натискане клавиш „меко“ се стеснява лентата на пропускане на усилвателя, като се намалява усилването за високите видеочестоти. Това става с повишението на OOB за високите честоти чрез включването на коригиращия дросел $Dr6$. Ръчното регулиране на контраста е по същия принцип, както при „Опера 3“, като се променя напрежението на екранната решетка на радиолампата $PCL84$ (пентодната част). Запазен е и принципът за свързаното регулиране на контраста и яркостта. АРУ на приемника е ключово, като за ключова лампа се използва триодът на комбинираната видеоусилвателна лампа $PCL84$.

За задържане на АРУ на ВЧ усилвател се използва пространството трета решетка — катод на лампата L_4 ($EF80$) от канала на звука. Лампата L_{11} ($EF80$) служи като дефазатор на смущенията по честотен принцип. Бобините L_{19} и L_{20} образуват лентовия филтър, който е свързан към вторичната страна IV МЧ трансформатор за изброяването през разделителното съпротивление R_{89} ($27K\Omega$).

МЧ канал за звука е напълно идентичен на този на „Опера 3“. Дробният детектор тук е с германиеви диоди $OA172$, които се подбират по чифтове поради големите то-

леранси при производството им. НЧ усилвател е двустъпален с радиолампата *ECC83*. В първото стъпало е приложена ООВ по ток и напрежение. ООВ по напрежение се осъществява чрез кондензаторите $C_{45}(1nF)$, $C_{44}(1nF)$, съпротивленията $R_{31}(0,27M\Omega)$ и $R_{32}(0,56M\Omega)$. Част от напрежението в анодната верига се връща в решетъчната — напрежителна, ООВ. Токовата ООВ се получава чрез съпротивлението $R_{33}(2K\Omega)$, включено в катодната верига, без да е шунтирано с кондензатор. Регулирането на силата на звука е компенсирано (съобразно с физиологическите особености на човешкото ухо). Потенциометърът е с четвърти извод, на който е включена *RC* групата $R_{90}(22K\Omega)$ и $C_{85}(10nF)$. Корижирането на тона е стъпално и се прави с комутиране чрез два клавиша. При натиснати клавиши „ниски“ и „високи“ се получава широка честотна лента на пропускане в НЧ стъпала. При натискане на клавиша „ниски“ кондензаторът $C_{91}(2nF)$ се включва в решетъчната верига на първия НЧ усилвател и служи като делител на ниските честоти, като намалява нивото им спрямо средните. При натиснат клавиш „високи“ се включва паралелно на потенциометъра за регулиране на силата кондензаторът $C_{85}(2,2nF)$, който намалява товара на НЧ усилвател за високите честоти спрямо средните. При натиснати и двата клавиша „ниски“ и „високи“ се получава тясна лента, удобна за приемане на говор. Крайното стъпало е с лампата *PL82*, която има по-голяма изходна мощност от пентодната система на *PCL82*. Крайното стъпало на „Кристал“ има изходна мощност $2W$ при клирфактор $K < 5\%$. Високоговорителят е с мощност $3W$, широка лента на пропускане ($80 \div 12\,000\text{ Hz}$) и овална форма. Амплитудният отделител е с лампата *ECH84*, която е специално разработена за тази цел. Тя е пригодена за двойно управление, подобно на *ECH81*. Схемата на АО по принцип е същата. Фазосравняващата схема работи с интегриран сравняващ импулс, както в „Опера 3“. Отрицателният импулс на обратния ход се взема от специална намотка на ТХО (виж осцилограма 11). Във фазосравняващата схема са използвани германиеви диоди *OA161*. Те нямат предимство в тази схема пред ламповите, а дори обратно — съпротивлението им в запушено състояние е многократно по-ниско от това на ламповите.

За генератор на ХО е използвана също лампата *ECH84*. Принципната схема е същата, както при „Опера 3“. Не правят изключение и реактивната лампа и формиращото

стъпало. Разликата е в получаването на отрицателното преднапрежение за реактивната лампа. Тук катодът на хептодната система е заземен. Преднапрежението за реактивната лампа се взема от решетъчната верига на формиращата лампа (триода на J_{13} —*ECH84*). Нейното утечно съпротивление е разделено на две части. Горната се състои от съпротивлението R_{118} ($0,47M\Omega$), а долната — от потенциометъра R_{84} ($0,1M\Omega$). Чрез изменението на подаденото напрежение се получава необходимото изменение на честотата на генератора за ХО (честота на редовете). При тази схема няма обратно въздействие върху източника за постоянното преднапрежение на реактивната лампа и затова се получава по-голям обхват на синхронизация. Като изходна лампа за ХО се използва *PL36*, а за демпферна *PY88*, понеже за 110° ъгъл на отклонение е необходима по-голяма мощност на отклонение. Схемата на стъпалото е с обратна връзка по захранване. Приложена е стабилизация на изходното стъпало с *VDR* и оттам се стабилизира размерът на изображението в хоризонтално направление. Бобините за хоризонтално отклонение на лъча (свързани в паралел) са симетрично включени към ТХО. Бобините за вертикално отклонение са свързани последователно. ТХО и ОБ са пригодени за кинескоп с ъгъл на отклонение на лъча 110° . Бобините за хоризонтално отклонение са седловинни и са изнесени далеч напред, като обхващат коническата част на кинескопа и имат големи чела. Те са обхванати от феритно ядро с $\mu=1100$ и специална коническа форма. Върху ядрото са навити тороидалните бобини за вертикално отклонение. Изменението от загряването им е компенсирано с *NTC* съпротивление (*B832020*). Бобините са навити така, че дават бъчвообразно поле ($\cos 1,5\varphi$), което причинява изкривявания тип възглавница на растера върху плоския екран. Коририрането става с два кръгли въртящи се магнита, скрепени на кожуха на ОБ близо до активната част на бобините за ХО. Още един чифт коригиращи магнити са поставени близо до активната част на ВО бобини. Те са пръчковидни феритни магнити от същия материал, както по-горе споменатите. Двата чифта бобини могат да се движат един спрямо друг при настройка. За да се получи добра геометрия на растера при блок за ъгъл на отклонение на лъча 110° , се изисква от техника добра подготовка и голям опит. Към ОБ е скрепен центрацията агрегат. Изво-

дите на ОБ завършват с 6-цифтов съединител. Данните на отклонителния блок са:

$$L_{XB} = 3,3 \text{ mH}; \quad R_{XB} = 5,4 \Omega,$$

$$L_{BB} = 12 \text{ mH}; \quad R_{BB} = 7 \Omega.$$

Феритното U -ядро на ТХО е от материал с $\mu = 2200$ и кръгло сечение, за да може да се получи по-голяма самоиндукция на трансформатора. Поради по-големия обратен ход ($\leq 22\%$), който се допуска при кинескопите с ъгъл на отклонение на лъча 110° и отношение на страните на кинескопа 5:4, повишаващата бобина е направена с редова намотка и има по-голяма връзка с бобината на трансформатора. Към трансформатора за ХО е свързан цокълът за повишаващия изправител $DY86$.

Схемата за вертикално отклонение по принцип е еднаква с „Опера 3“. Тук синхроимпулсите за полукадрите се усилват чрез лампа L_{17} ($ECC83$). Другата система на лампата служи за гасене на светлото петно. Преднапрежението на усилвателя се получава чрез делител от постояннотоковия източник, състоящ се от R_{146} ($0,18 M\Omega$) и R_{145} ($10 K\Omega$). Кондензаторът C_{140} ($4 \mu F$) е филтров и премахва обратната връзка на усилвателя. Генераторът за ВО е блокинг и използва триодната част на $PCL85$. Анодното напрежение на блокинггенератора се взема от повишеното и стабилизирано напрежение $U_{BO} = +950 V$. Намаляването на необходимата стойност се прави със съпротивителен делител R_{156} ($1 M\Omega$) и R_{168} ($2,2 M\Omega$). Кондензаторът C_{144} ($0,1 \mu F$) е филтров. Чрез това захранване се постига стабилизация и на вертикалния размер на изображението. При вариации на мрежата $\pm 5\%$ размерите на изображението не се изменят повече от 4% . В изходното стъпало за ВО се използва по-мощната $PCL85$, която работи по принципно същата схема, както при „Опера 3“. Изходният трансформатор е с един стандарт по-голям пакет на желязното ядро (стандарт 5). При кинескопите със 110° ъгъл на отклонение на лъча, които са без йонен уловител, е задължително гасенето на светлото петно, което се явява при изключване на телевизионния приемник. Схемата, която се използва в „Кристал“, разгледахме подробно при принципното разглеждане на този въпрос. При тези кинескопи се налага освен гасенето на обратния ход за вертикално отклонение гасене и на обратния ход за хоризонтално отклонение. При по-го-

лемия обратен ход на хоризонталното отклонение (около 21 %) се изрязва част от информацията на хоризонталния размер. Ако липсва гасене на обратния ход, краищата на образа ще бъдат осветени неприятно. Гасенето на обратния ход се прави чрез негативните импулси на обратния ход на хоризонталното отклонение. Разколебаванията, които има около тези импулси, могат да причинят яркостна модулация на изображението в хоризонтално направление и по време на правия ход. Това става, понеже гасенето се прави, като импулсите се подават във веригата на първата решетка на кинескопа. При изменение на потенциала на тази решетка по време на правия ход се променя яркостта на изображението. Импулсът за гасене на обратния ход за вертикално отклонение съдържа също трионообразна съставна, която може да причини яркостна модулация на изображението във вертикално направление. Чрез поставянето на диод във веригата на гасенето, който е запушен за импулсите на обратния ход, може да се елиминират колебанията на импулсите. При появяване на положителни колебания диодът се отпущва и ги дава „накъсо“. Гасящите импулси за хоризонтално отклонение се подават чрез съпротивлението R_{171} (10K Ω) в точката, в която е включен германиевият диод OA161. По същия начин чрез едно съпротивление R_{132} (10K Ω) се въвежда и импулсът за гасене на обратния ход за вертикално отклонение. Съпротивленията R_{132} и R_{171} предотвратяват даването накъсо на отклонителните бобини, когато е отворен диодът. Двата импулса през прехвърлящия кондензатор C_{151} (0,1 μF) се подават свободни от колебания към първата решетка на кинескопа. Същият кондензатор предпазва диода от високото постоянно напрежение на първата решетка на кинескопа.

Захранването на телевизионния приемник е от мрежа за променливо напрежение 220V без трансформатор и е по принцип същото, както на „Опера 3“.

VII-38. Конструктивно оформление на „Кристал“

Телевизионният приемник „Кристал“ е със симетрична форма на дървената кутия, с леко закръглени форми. Всичките регулатори заедно с клавишите на видео- и тонкоректорите и клавиша за включване и изключване са оформени в команден блок. Той е поставен в долния край на лицевата стена и е покрит с красива

декоративна капачка от пластмаса. При спуснатата капачка навън стават само регулаторите за сила на звука и яркост заедно с клавишите. В този команден блок са намерили място регулаторите за яркост, размер вертикален, честота на картините, фина настройка на хетеродина, честота на редовете, контраст и сила на звука. Задният капак е профилен и позволява да се намали много от дълбочината на дървената кутия на приемника. На двете странични стени са поставени две декоративни розетки. Зад дясната се намира високоговорителят. За шаси на „Кристал“ е използвано това на „Опера“. Премахнати са малкото шаси за НЧ усилвател и предната страница с 4 винкела, а каналният превключвател е скрепен над основното шаси върху платформата. Копчето за превключване на каналите е извадено на дясната стена под розетката на високоговорителя. Екранировката на ТХО е направена оригинално и се отваря и сменя просто при повреда в този възел. Захващането и снемането на целия ТХО също е опростено.

Отклонителният блок е скрепен със скоба с каучукова подложка към гърлото на кинескопа. Командният блок се свързва към шасито чрез два 9-щифтови щепселни съединителя. Кутията под шасито е напълно освободена с цел за удобен ремонт. Останалите възли и детайли са разположени подобно както в „Опера 3“.

VII-39. Варианти на телевизионния приемник „Кристал“

Телевизионният приемник „Кристал“ се произвежда масово с екран 53 ст по диагонал и се означава като Т 53-24. Схемата, която е дадена в приложението, се отнася за този телевизионен приемник. През последната година от схемата на „Кристал“ отпадна дефазаторът на смущенията поради подобренията на параметрите на схемата на хоризонталната синхронизация. Двойното управление на АО е запазено, като импулсът се взема от решетъчната верига на видеоусилвателя.

Телевизионният приемник „Кристал“ е произвеждан в незначителни количества и с 59 ст екран като тип Т 59-20. Схемните разлики са незначителни и затова няма да се описват. Този телевизионен приемник е разработен и по стандарт ССIR. Малки количества са произведени и от този телевизионен приемник главно като мостри за международни изложби и панаири. Той се означава като Т 59-21.

Известно количество телевизионни приемници „Кристал“ в стоящо оформление със звуков агрегат с 8 W високогорител са произвеждани под тип Т 59-22.

VIII. ПОВРЕДИ НА ТЕЛЕВИЗИОННИТЕ ПРИЕМНИЦИ

VIII-40. „Опера 3“ и „Кристал“

Повредите в телевизионните приемници се локализируют по признаците, които ги съпровождат. Чрез логичното обсъждане на различните признаци се създава методиката, която помага за бързо локализиране на мястото (стъпалото) на повредата. За откриването на повредите и отстраняването им са необходими някои измерителни уреди, телевизионен сигнал, модулиран с изпитателна таблица, и известен опит от поправящия. Развитието на тези въпроси излиза от рамките на тази книга. Тук във формата на таблица информативно ще бъдат посочени иякои от повредите на българските телевизионни приемници. Обхващането изцяло на този въпрос е една непостижима задача. Тя е необхватна поради неизброените комбинации, които могат да се появят при множеството R , L и C елементи на телевизионния приемник.

Повреди на „Опера 3“

№	Признак на повредата	Причина за повредата
1	2	3
1	Екранът не свети. Не се чува характерното свистене на хоризонталната развивка	Повредена лампа Л13, 14, 15 или 16. Пробит кондензатор С 100. Изгорял предпазител 0,3 А. Пробив на кондензатора С 87 и изгоряло съпротивление R 151. Прекъснато съпротивление R 105. Липсва възбудително напрежение в т 12. Пробив на ОБ или липсващата бобина
2	Ярка, светла хоризонтална ивица на екрана	Повреда във вертикалната развивка. Неизправна лампа Л 10. Прекъсната първичната намотка на тр. 2. Не работи блокинггенераторът. Прекъсната верига на ВОб
3	Неединство на изображението във вертикално направление. Образът осветен в долния край	Утечка на кондензатора С 74. Регулаторите R 74 и R 73 не компенсират изменението. Загубил капацитета си кондензатор С 110
4	Изображението се движи във вертикално направление. Регулаторът „честота кадри“ не подобрява положението	Прекъснати С 68, R 63, R 64 и R 65. Прекъснато R 67 или С 71. Погрешно нагласено R 35 а. Неизправна триодната част на Л18
5	Малка яркост на екрана или напълно затъмнен. Високо напрежение нормално	Увеличена стойност на R 55 или пълно прекъсване Прекъсване на потенциометъра R 53 или на съпротивлението R62
6	Изображението не се синхронизира по редове	Неизправна лампа Л 14. Прекъснато съпротивление R 93, R 94 или R 95. Загубил капацитета си кондензатор С 86 или С 87. Пробив на кондензатора С 91
7	Голям шум в изображението	Прекъснато съпротивление R 32 или R 34. Неизправна лампа Л 6. Утечка на кондензатора С 26
8	Затъмняване на екрана при поставяне на антената или излизане от синхронизация на изображението	Неизправност във веригата на АРУ Неизправна лампа Л 8 (пентодът), прекъснато съпротивление R 38. Загубил капацитета си С 55.

9	Няма изображение, намалена сила на звука Липсва изображение и звук. Екранът свети	Прекъснато съпротивление R 15 Неизправна лампа Л1, Л2, Л3, Л4, Л5 или Л6. Прекъснато съпротивление R 6
Повреди на „Кристал“		
Повредите в телевизионния приемник „Кристал“ са аналогични на изброените в „Опера 3“. Разбира се, трябва да се съобразяват схемата и номерацията на елементите, които съответствуват в схемата на телевизионния приемник „Кристал“, дадени с приложението. Тук ще добавим по-нататък само на допълнителните схеми, липсващи в „Опера 3“.		
1	Вертикалните краища на изображението са силно осветени (изображението е подгънато)	Неизправен диод за гасене на обратния ход (O 4161), прекъснато съпротивление R 171 или загубил капацитета си кондензатор C 151
2	Изображението с осветено с наклонени хоризонтални линии (не се гаси обратният ход на вертикалното отклонение)	Прекъснато съпротивление R 132
3	При изключване на телевизионния приемник се появява ярка светла точка	Неизправност в схемата за гасене на светлото петно. Загубил капацитета си или късо съединение на кондензатора C 130. Неизправна лампа Л17 (ECC 83)
4	Изображението размазано или „с провикване на звука“. Регулаторът R 93 не действа	Неизправен диод OA 180, прекъснато съпротивление R 18 или R 96. Късо съединение на C 25

ИСПОЛЗУВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Линейные каскады радиоприемников — А. А. Куликовский — Госэнергоиздат, 1958.
2. Расчет коэффициента шума радиоприемников — А. П. Белоусов — Оборонгиз, 1959.
3. Вопросы теории и расчета УКВ каскадов радиовещательного приемника — И. М. Айнбиндер — Госэнергоиздат, 1958.
4. Усилители промежуточной частоты для телевизоров — Я. И. Эфриссн — Госэнергоиздат.
5. Широкополосные усилители — Г. И. Бялик, Госэнергоиздат, 1951.
6. Телевизионные присмики и приемные телевизионные антенны — Г. Манн, Г. Фишер — Энергия, 1964.
7. Основы техники телевидения — А. А. Клопов, Советское радио, 1953.
8. Телевидение — Н. К. Игнатъев — Связьиздат, 1952.
9. Синхронизация генераторов, телевизионной развертки — В. Ф. Самойлов — Госэнергоиздат, 1961.
10. Генераторы пилообразного тока в телевизоре — В. Ф. Самойлов — Связьиздат, 1960.
11. Техника частотной модуляции в радиовещании — С. В. Новоковский и Г. П. Самойлов — Госэнергоиздат, 1952.
12. Стабильные диапазонные автогенераторы — Г. Т. Шитиков, Советское радио — 1965.
13. Каскодные усилители — А. П. Ложников и Е. К. Сонин — Энергия, 1964.
14. Телевизионни приемници — Б. Боровски, Медицина и физкультура, 1959.
15. Наръчник по телевизионна техника — Д. Мишев, Ем. Филков — Медицина и физкультура, 1963.
16. Fernsehempfänger — Herbert Lennartz — Verlag für Radio — Foto — Kinotechnik GMBH — Berlin.
17. Aufbau und Arbeitsweise des Fernsehempfänger — W. Dillenburger — Fachverlg Schiele & Schön — Berlin.
18. Описание на „Опера“ — СЗС — София.
19. Описание на „Кристал“ — СЗС — София.

СЪДЪРЖАНИЕ

Предговор

Глава I

Блокова схема и показатели на телевизионния приемник	5
I-1. Блокова схема на съвременния телевизионен приемник	5
I-2. Технически показатели на телевизионните приемници „Опера“ и „Кристал“	8

Глава II

Канал на изображението на телевизионния приемник	
II-3. Входни устройства на телевизионния приемник	9
II-4. Входно устройство на българския телевизионен приемник „Опера 3“	14
II-5. Високочестотен усилвател	15
II-6. ВЧ усилвател на „Опера 3“	23
II-7. Преобразувател	25
II-8. Преобразувател на „Опера 3“	28
II-9. Междинчестотни усилватели на изображението	30
II-10. Общ МЧ усилвател на „Опера 3“	44
II-11. Видеодетектор	46
II-12. Видеодетектор на „Опера 3“	50
II-13. Видеоусилвател	51
а) Усилвател с проста ВЧ корекция	53
б) „ с последователна корекция	54
в) Усилвател със сложна корекция	55
II-14. Видеоусилвател на „Опера 3“	55
II-15. Автоматично регулиране на усилването (АРУ)	58
II-16. АРУ на „Опера 3“	60
II-17. Захранване на приемните електроннолъчеви тръби	62

Глава III

Канал на синхронизацията и отклонението	67
III-18. Амплитудни и честотни делители	67
III-19. Амплитуден делител и разделителни вериги на „Опера 3“	74
III-20. Отклонителни генератори	76
III-21. Отклонителни генератори на телевизионния приемник „Опера 3“	77
III-22. Видове синхронизация в телевизионните приемници	83
III-23. Синхронизация на генератора за ХО в телевизионния при- емник „Опера 3“	87
III-24. Изходно стъпало за хоризонтално отклонение	88
III-25. Изходно стъпало за хоризонтално отклонение на телеви- зионния приемник „Опера 3“	91

III-26. Изходно стъпало за вертикално отклонение	95
III-27. Изходно стъпало за вертикално отклонение на „Опера 3“	98

Глава IV

Канали на звуковия съпровод	
IV-28. Отделяне на канала за звуковия съпровод	100
IV-29. МЧ усилвател на звука	102
IV-30. Честотни демодулатори	106
IV-31. МЧ канал на звука и честотен демодулатор на „Опера 3“	110
IV-32. Нискочестотен усилвател на „Опера 3“	112

Глава V

V-33. Захранващо стъпало на „Опера 3“	114
---	-----

Глава VI

Конструктивно оформление и варианти на „Опера“	
VI-34. Конструктивно оформление на „Опера 3“	117
VI-35. Телевизионен приемник „Опера 3“	119
VI-36. Телевизионен приемник „Опера 2“	121

Глава VII

Описание на телевизионния приемник „Кристал“	
VII-37. Електрическа схема	121
VII-38. Конструктивно оформление на „Кристал“	126
VII-39. Варианти на телевизионния приемник „Кристал“	127

Глава VIII

Повреди на телевизионните приемници	
VIII-40. Повреди на „Опера 3“ и „Кристал“	128

ТЕЛЕВИЗИОННИ ПРИЕМНИЦИ
„ОПЕРА“ И „КРИСТАЛ“

ИНЖ. АПОСТОЛ МИЛЧЕВ АПОСТОЛОВ

* * *

Редактор доц. инж. *Марин Николов*
Художник *Веска Краваева*
Худ. редактор *Лили Басарева*
Технически редактор *Цветана Шаркова*
Коректор *Димитрина Стоилова*

* * *

Далена за набор на 24 VIII. 1965 г. Подписана за печат на 19 XI. 1965 г.

Печатни коли 9,5 Издаателски коли 7,89

Тематичен № 211 Издаателски № 4911 Лиз. група III-1

Формат 59/84/16 Тираж 7580

Цена 0,47 лева

* * *

Държавно издаателство „Техника“ бул. „Руски“ 6, София
Държавна печатница „Т. Димитров“, кл. 4, София, пор. № 10625

Цена 0,47 лв.