

Настроювання, регулювання та обслуговування РЕА

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

**НАСТРОЮВАННЯ, РЕГУЛЮВАННЯ
ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ РЕА**

Навчальний посібник

Вінниця
ВНТУ
2015

УДК 621.396.2

ББК 32.84

НЗ2

Автори:

Ю. В. Крушевський, М. А. Шутило, А. О. Семенов, К. О. Коваль

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (протокол № 5 від 27.12.2012 р.).

Рецензенти:

С. М. Злепко, доктор технічних наук, професор

В. С. Осадчук, доктор технічних наук, професор

А. П. Бондарев, доктор технічних наук, доцент

НЗ2 **Настроювання, регулювання та обслуговування РЕА: навчальний посібник** / [Ю. В. Крушевський, М. А. Шутило, А. О. Семенов та ін.]. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 160 с.

У навчальному посібнику розглянуто теоретичні питання настроювання, регулювання та технічного обслуговування радіоелектронної апаратури. Наведено структурні схеми лабораторного обладнання та викладено методику проведення регулювальних робіт пристроїв електроживлення, підсилювальної, приймальної, передавальної, телевізійної та радіолокаційної апаратури. Систематизовано питання пошуку несправностей та особливості ремонту радіоапаратури.

УДК 621.396.2

ББК 32.84

ЗМІСТ

Вступ.....	6
I Загальні зауваження та підготовчі роботи перед регулюванням	7
1.1 Призначення та особливості регулювальних робіт	7
1.2 Організація регулювальних робіт в умовах виробництва і експлуатації РЕА	10
1.3 Підготовчі роботи перед регулюванням.....	12
1.4 Запитання для самоконтролю	15
2 Регулювання пристроїв електроживлення.....	16
2.1 Перевірка параметрів та регулювання нестабілізованих пристроїв електроживлення.....	16
2.2 Регулювання стабілізованих пристроїв електроживлення	17
2.3 Основні несправності в пристроях живлення і способи їх усунення.....	20
2.4 Запитання для самоконтролю	21
3 Регулювання приймальної радіоапаратури.....	22
3.1 Задачі і порядок регулювання приймальної радіоапаратури	22
3.2 Регулювання підсилювача низької частоти	23
3.3 Регулювання детектора і схеми автоматичного регулювання підсилення.....	29
3.4 Регулювання підсилювача проміжної частоти	38
3.5 Регулювання і контроль високочастотної частини приймача.....	44
3.6 Контроль основних параметрів радіоприймачів.....	50
3.6.1 Визначення перекриття частот діапазону і перевірка точності градуювання шкали.....	54
3.6.2 Визначення чутливості.....	56
3.6.3 Характеристики вибірності.....	58
3.6.4 Вибірність за дзеркальним каналом.....	60
3.6.5 Вибірність за проміжною частотою.....	60
3.7 Характерні несправності	62
3.8 Запитання для самоконтролю	65
4 Задачі і порядок регулювання передавальної радіоапаратури	66
4.1 Завдання регулювання передавальної радіоапаратури	66
4.2 Регулювання задавальних генераторів	68
4.3 Регулювання буферного каскаду, помножувачів і підсилювачів	72
4.4 Регулювання вихідного каскаду і кіл модуляції.....	75
4.5 Запитання для самоконтролю	78
5 Регулювання імпульсних пристроїв	79
5.1 Регулювання мультівібраторів	79
5.2 Регулювання блокінг-генераторів.....	82
5.3 Запитання для самоконтролю	83
6 Задачі і порядок регулювання телевізійної апаратури	84
6.1. Задачі регулювання телевізійної апаратури.....	84
6.2 Регулювання відеопідсилювачів передавальної телевізійної апаратури.....	85
6.3 Регулювання синхрогенератора	88

6.4	Регулювання блока розгортки.....	90
6.5	Регулювання блока передавальної трубки	92
6.6	Комплексне регулювання відеотракту.....	94
6.7	Регулювання телевізійних передавачів.....	95
6.8	Особливості телевізійних приймачів	97
6.9	Регулювання звукового каналу.....	99
6.10	Регулювання каналу зображення	101
6.11	Регулювання кіл розгортки і синхронізації телевізорів	103
6.12	Регулювання високочастотної частини телевізійного приймача.....	106
6.12.1	Загальні відомості про селектори телевізійних каналів.....	107
6.12.2	Селектор каналів метрових хвиль СК-М-15	107
6.12.3	Селектор каналів метрових хвиль СК-М-24-1	109
6.12.4	Селектор каналів метрових хвиль СК-М-24-2	112
6.12.5	Селектор каналів дециметрових хвиль СК-Д-24	112
6.12.6	Селектор каналів всехвильовий СК-В-41	115
6.12.7	Метрова частина селектора.....	117
6.12.8	Дециметрова частина селектора.....	118
6.12.9	Регулювання селектора каналів СК-М-24-2.....	120
6.12.10	Регулювання селектора каналів СК-Д-24.....	123
6.13	Основні несправності телевізійних приймачів та особливості ремонту радіоапаратури	128
6.13.1	Види несправностей.....	128
6.13.2	Техніка безпеки	129
6.13.3	Підготовка до ремонту	130
6.13.4	Аналіз зовнішніх ознак.....	131
6.13.5	Візуальна перевірка	133
6.13.6	Перевірка модулів	134
6.13.7	Перевірка транзисторів, тиристорів, діодів	135
6.13.8	Перевірка ІС.....	137
6.13.9	Відмови конденсаторів	137
6.13.10	Особливості заміни напівпровідникових приладів, ІС і радіоелементів	138
6.13.11	Ремонт друкованих плат.....	139
6.14	Запитання для самоконтролю	140
7	Задачі і порядок регулювання радіолокаційної апаратури	141
7.1	Регулювання антенно-фідерних систем	142
7.2	Регулювання синхронізаторів.....	144
7.3	Регулювання індикаторних пристроїв	146
7.4	Регулювання приймального пристрою	149
7.5	Регулювання передавального пристрою.....	151
7.6	Комплексне регулювання радіолокаційної апаратури.....	153
7.7	Запитання для самоконтролю	155
	Література.....	156
	Глосарій.....	157

ВСТУП

Конструкція радіоелектронної апаратури (РЕА) складається із безлічі елементів, які входять у її склад зі строго регламентованими зв'язками, утворюючи систему з певною структурою й із властивостями, *не рівними сумі властивостей елементів*.

Конструкція сучасної РЕА – це комплекс різних за природою деталей, певним чином об'єднаних електрично й механічно один з одним і призначених виконувати задані функції в заданих умовах і режимах експлуатації.

Від правильного вибору цих деталей, матеріалів, з яких вони виготовлені, правильного їхнього розміщення, закріплення й об'єднання залежать найважливіші характеристики РЕА (швидкодія, об'єм, маса, споживання потужності, припустимі умови експлуатації, надійність, вартість і т. д.).

Широке впровадження РЕА в усі сфери людської діяльності визначає необхідність розробки таких зразків РЕА, які б мали широкі можливості застосування, малу вартість, невелику тривалість етапу розробки й впровадження її у виробництво, максимальну технологічність і т. д. Основними операціями над готовою продукцією є настроювання та регулювання РЕА.

Під настроювальними й регулювальними операціями (НРО) розуміють комплекс робіт з доведення параметрів РЕА до величин, що відповідають вимогам технічних умов (ТУ), і забезпечення допуску розкиду параметрів, що гарантує ефективне функціонування апаратури в умовах експлуатації.

Проведення НРО необхідне, щоб усунути погрішності виготовлення деталей, елементів і складання вузлів, у тому числі визначених заздалегідь, наприклад, при завищенні допусків на окремі параметри з метою зменшення собівартості виробів або неможливості реалізації необхідної точності. НРО включають настроювання різних резонансних систем, узгодження електричних параметрів окремих вузлів і всієї апаратури в цілому, установа певна режимів блоків і вузлів і т. д. Як етап виробництва настроювання та регулювання – це ряд операцій, що не змінюють схему й конструкцію виробу, а лише компенсують неточність виготовлення й складання елементів РЕА власного виробництва й комплектуючих елементів.

Сутність регулювальних робіт зводиться до того, що для заданої функції, як правило, функція багатьох змінних $\varepsilon = f(x, y, z, \dots)$. Кожний з вихідних параметрів виробу являє собою функцію багатьох змінних, тобто

$$\varepsilon_1 = f(x, y, z, \dots);$$

$$\varepsilon_2 = f(x, y, z, \dots);$$

.....

$$\varepsilon_n = f(x, y, z, \dots);$$

де x, y, z - параметри деталей, які входять до схеми, елементів, вузлів.

Мета регулювання – дотримання умови по всіх параметрах $|\varepsilon_{oi} - \varepsilon_i| \leq \Delta_{\text{доп}}$, де ε_{oi} - номінальне значення вихідного параметра за техніч-

ними умовами, ε_i - фактичне значення i -го параметра, отримане в результаті регулювання, $\Delta_{\text{доп}}$ - допустиме значення похибки i -го параметра.

Розглядаючи НРО як об'єкт регулювання виробу в цілому, можна НРО подати як процес оптимізації, що здійснює пошук екстремуму деякої узагальненої функції якості Q виробу j , обумовленої або сукупністю значень варійованих параметрів $\rho_j\{x_j, y_j, z_j, \dots\}$, або сукупністю часткових функцій якості q . До сукупності q можна віднести такі показники, як статистичну похибку системи, середньоквадратичну похибку у певному режимі роботи, час перехідного процесу й т. д. Якщо $Q = \sum_{i=1}^n q_i$, тоді часткові функції якості бажано вибирати так, щоб вони визначалися одним-двома варійованими параметрами ρ_j : $Q = \sum_{j=1}^n q(\rho_j) \rightarrow \text{extr}$.

Розрізняють експлуатаційне й заводське регулювання. При дослідному виробництві процес регулювання може супроводжуватися частковою зміною схеми й конструкції зразка. У серійному виробництві процес регулювання розбивають на ряд простих операцій з попереднім регулюванням окремих складальних одиниць, що дозволяє скоротити трудомісткість робіт і оснастити процес регулювання спеціальними приладами. При регулюванні допускається метод передбаченого схемою підбору резисторів, конденсаторів та інших елементів. Підбір електронних, напівпровідникових, механічних приладів для одержання оптимальних параметрів не допускається. Регулювання проводять на спеціалізованих установках по вимірювальних приладах або порівнянням виробу, що налаштовується, з еталонним зразком (метод електричного копіювання). У серійному й масовому виробництві частіше застосовують метод електричного копіювання з використанням більш простої вимірювальної апаратури.

Технологічний процес регулювання РЕА розбивають на ряд етапів. На першому етапі виріб піддають трясці на вібраційному стенді для видалення сторонніх предметів і виявлення наявних нещільних з'єднань. На другому етапі перевіряють правильність монтажу. Для цього попередньо розробляють карти або таблиці, що охоплюють всі кола пристрою, який перевіряється. На третьому етапі перевіряють режими роботи інтегральних мікросхем (ІМС), напівпровідникових приладів. Перевірку режимів починають із джерел живлення. На четвертому етапі перевіряють функціонування пристрою в цілому й регулювання для одержання заданих характеристик за ТУ.

Види й перелік документації, необхідної для проведення регулювальних робіт, визначаються програмою випуску й складністю виробу. В одиничному виробництві регулювання можна проводити за електричною схемою з урахуванням вимог ТУ. Для регулювання складних виробів і в масовому виробництві створюють документацію, що виключає помилки й скорочує трудомісткість виконуваних робіт.

1 ЗАГАЛЬНІ ЗАУВАЖЕННЯ ТА ПІДГОТОВЧІ РОБОТИ ПЕРЕД РЕГУЛЮВАННЯМ

1.1 Призначення та особливості регулювальних робіт

Під *регулювальними роботами (regulation works)* розуміють комплекс робіт із доведення параметрів радіотехнічного (radio engineering) пристрою (device) до величин, відповідних вимогам технічних умов, держстандартів або зразків, прийнятих за еталон, із заданим ступенем точності.

Ці роботи включають налаштування різних *резонансних систем (resonance systems)* на задану частоту (frequency) або *діапазон частот (frequency band)* з одночасним отриманням заданого підсилення, смуги пропускання, форми резонансних кривих і т. д.; спряження електричних, радіотехнічних і кінематичних параметрів всього пристрою і окремих приладів; установлення (підгонку) режимів окремих каскадів і всього пристрою; приведення параметрів у відповідність з вимогами технічних умов або держстандартів; контроль за правильністю виконання монтажних і регулювальних робіт.

Мета регулювання радіопристрою – одержати такий розкид параметрів, який гарантував би роботоздатність апаратури в умовах експлуатації. Параметри і їх розкид залежать від групи і призначення радіотехнічного пристрою і визначаються вимогами експлуатації. Ці вимоги для більшої частини пристроїв виявляються вельми жорсткими, оскільки радіоапаратура повинна нормально працювати у важких кліматичних умовах (висока вологість, великі плюсові і мінусові температури і їх різкий перепад, знижений атмосферний тиск навколишнього середовища і ін.) і при значних механічних діях ззовні (удари, трясіння, вібрація).

Важкі умови роботи змінюють параметри елементів (ємності конденсаторів, індуктивності котушок і ін.), внаслідок чого змінюються вихідні дані всього пристрою. Тому для нормальної роботи в будь-яких умовах експлуатації і для підвищення надійності потрібно зменшувати допуск на вихідні дані радіотехнічного пристрою при його виготовленні.

Необхідність регулювальних робіт в процесі виробництва викликана також неминучими (можливими) коливаннями величин окремих елементів. Ці коливання при регулюванні компенсуються за допомогою *регульованих елементів (regulating elements)*.

Параметри радіотехнічного пристрою змінюються під впливом різних чинників. Наприклад, частота опорного генератора залежить не тільки від величин індуктивності і ємності схеми і транзисторів, але і від режимів роботи транзисторів, температури навколишнього середовища і т. д.

Таким чином, вихідні параметри окремих елементів і пристрою у цілому є функцією декількох змінних, тобто

$$M = P(x, y, z, \dots),$$

де M – вихідний параметр;

x, y, z, \dots – чинники, від яких залежить параметр.

Коливання величини параметра визначається формулою

$$\Delta M = \phi_1(\Delta x) + \phi_2(\Delta y) + \phi_3(\Delta z) + \dots,$$

де ΔM – повне змінення вихідного параметра;

$\phi_1(\Delta x), \phi_2(\Delta y), \phi_3(\Delta z) \dots$ – змінення параметра, викликані коливаннями чинників x, y, z, \dots ;

$\Delta x, \Delta y, \Delta z \dots$ – коливання чинників (допуск).

Звідси випливає, що повне змінення вихідного параметра рівне сумі змінень параметрів, викликаних коливаннями чинників, від яких залежить цей параметр. При даному методі виготовлення і певних обставинах коливання величини параметра, що знаходиться в полі розсіювання, береться за допуск. Допуск на вихідний параметр залежить від вибору допуску на окремі елементи пристрою.

Повна взаємозамінність і відмова від регульовальних робіт можливі тільки в тому випадку, коли допуск на вихідний параметр є більшим за суму або рівний сумі змінень параметрів, викликаних допуском на окремі елементи, тобто

$$\delta_M \geq \phi_1(\delta_x) + \phi_2(\delta_y) + \phi_3(\delta_z) + \dots,$$

де δ_M – допуск на вихідний параметр;

$\delta_x, \delta_y, \delta_z \dots$ – допуски на окремі елементи, що впливають на величину вихідного параметра.

Іншими чинниками, які впливають на роботу пристрою, є довжина і розташування монтажних проводів, конструкція і якість кріплення деталей та вузлів і їх взаємний вплив один на одного, а також неминучий розкид параметрів деталей, вузлів і пристрою в цілому. Необхідний допуск на вихідний параметр досягається зменшенням допуску на окремі елементи, що впливають на даний вихідний параметр. Проте цей шлях є нераціональним і економічно недоцільним, оскільки він пов'язаний із значними витратами. Крім того, велика частина вимірювальних приладів недостатньо точно вимірює деякі параметри елементів радіотехнічного пристрою, а величини індуктивності і ємності монтажу не можуть бути наперед визначені з достатнім ступенем точності.

Мета регульовальних робіт – забезпечення заданих параметрів пристрою при найменших витратах, а при необхідності виявити і усунути всі несправності, допущені при складанні, монтажі або розробленні схеми.

При виборі технології регулювальних робіт передбачається найбільш раціональна і довершена методика, послідовність і точність проведення вимірювань. Для компенсації коливань параметрів окремих елементів пристрою слугують різні регулювальні органи, якими користуються при експлуатації або в процесі регулювання при ремонті чи виготовленні в умовах виробництва. Для зручності експлуатації кількість експлуатаційних регулювальних органів, що виносяться на передню (лицьову) панель, обмежують. Регулювальні органи, вживані при ремонті, розташовують на бічній і задній стінках приладу, а призначені для регулювальних робіт в процесі виготовлення – в безпосередній близькості від елементів або на самих елементах в місцях, зручних для їх доступу.

Характер і об'єм регулювальних робіт визначаються їх призначенням, конструкцією пристрою, видом і об'ємом виробництва, оснащеністю технологічного процесу.

Регулювання радіотехнічних пристроїв в процесі виготовлення відрізняється від регулювання в умовах експлуатації. У першому випадку досягають якнайкращих показників всіма регулювальними органами при їх середньому положенні, а в другому – тільки експлуатаційними, винесеними на передню панель.

При виготовленні дослідних зразків оптимальні параметри можна одержати не тільки за допомогою передбачених регулювальних органів, але і шляхом часткового змінення схеми або конструкції зразка. У такому виробництві технологічний процес слабо оснащений спеціальними регулювальними засобами, що ускладнює процес регулювання.

У серійному виробництві оптимальних параметрів досягають всіма передбаченими в апаратурі регулювальними органами. При цьому процес регулювання розбивають на ряд простих операцій, а також виконують попереднє регулювання окремих вузлів, що дозволяє скоротити трудомісткість робіт і використовувати регулювальників нижчої кваліфікації. Крім того, є велика можливість оснастити процес спеціалізованими регулювальними приладами, що забезпечують ідентичність регулювання всіх зразків. В процесі регулювання допускається установа методу підбору наперед передбачених схемою резисторів, конденсаторів і інших елементів.

Отримання оптимальних параметрів підбором електронних, напівпровідникових, електромеханічних і інших приладів в серійному виробництві не допускається, оскільки це ускладнює ремонт апаратури в умовах експлуатації.

У масовому виробництві регулювальні роботи розбивають на дрібні операції, які передбачають отримання одного або декількох пов'язаних один з одним параметрів із застосуванням мінімальної кількості приладів і інструментів. Заміна постійних елементів при цьому є винятком; процес ведеться, як правило, на спеціалізованих установках.

Регулювання складних радіотехнічних пристроїв, що складаються з великої кількості приладів, блоків і вузлів, проводять в два етапи: спочатку регулюють окремі прилади, блоки і вузли, а потім здійснюють комплексне регулювання. Характер і об'єм регулювальних робіт на кожному етапі визначається видом виробництва.

У серійному і масовому виробництвах кожен ступінь пристрою відпрацьовують до отримання необхідних показників і лише після цього приступають до комплексного регулювання. Це дозволяє якнайповніше і точно виявити всі недоліки кожного ступеня і дає можливість вести регулювання приладів, блоків і вузлів паралельно, скорочуючи тривалість циклу. Найбільший питомий об'єм регулювальних робіт припадає на перший етап. В таких виробництвах широке застосування як джерела живлення і індикатори регулювальних схем одержали наперед відрегульовані окремі прилади і блоки (разом з нормалізованими і спеціальними пристроями).

У одиничному виробництві кожний ступінь пристрою заздалегідь регулюють до забезпечення роботоздатності, а остаточне регулювання ведуть в комплексі. При цьому основна питома вага регулювальних робіт припадає на другий етап регулювання.

При виконанні регулювальних робіт необхідно не тільки знати, в якій послідовності виконуються операції, але й уміти користуватися складними вимірювальними приладами і методами вимірювань. Тому регулювальні роботи зазвичай доручають висококваліфікованим працівникам.

1.2 Організація регулювальних робіт в умовах виробництва і експлуатації РЕА

Основні чинники, які впливають на організацію регулювальних робіт – це об'єм виробництва, габарити і складність апаратури, що випускається, вид і конструкція радіотехнічного пристрою, оснащеність регулювальних робіт вимірювальною і регулювальною апаратурою.

У разі малого об'єму виробництва і невеликої складності апаратури доцільно регулювальні роботи виконувати безпосередньо в складальних цехах або цехових лабораторіях. Регулювання складної апаратури і в масовому виробництві слід здійснювати на окремих ділянках або в спеціальних цехах. При цьому велика питома вага припадає на регулювання окремих вузлів і блоків, які на остаточне складання надходять у відрегульованому вигляді. У масовому виробництві ці роботи виконують на окремих монтажних робочих місцях потоку (конвеєра), а при незначному об'ємі виробництва – на регулювальних ділянках. Для невеликої за вагою і габаритами апаратури характерне рухоме регулювання, при якому вимірювальна і регулювальна апаратура розміщується на постійному робочому місці, а регульований об'єкт переміщується від одного робочого місця до іншого. Така форма широко застосовується для регулювання приймачів і телевізорів.

При комплексному регулюванні апаратури великого розміру і ваги застосовується так звана стаціонарна організація робіт, при якій регульований об'єкт встановлюється нерухомо, а вимірювальна і регульовальна апаратура розміщується на рухомих стендах.

Коли регульовальні роботи оснащені універсальною вимірювальною апаратурою, проводять безпосередній відлік вихідних параметрів, що ускладнює організацію масового виробництва. Застосування ж спеціальної цехової апаратури дозволяє здійснити метод порівняння із зразком або метод електричного копіювання, що значно спрощує регульовальні роботи і не потребує висококваліфікованих регульовальників. Спеціальна цехова регульовальна апаратура є регульовальними стендами або централізованими генераторами. Застосування стендів покращує організацію робочого місця і підвищує продуктивність праці, а використання централізованих генераторів, крім того, покращує і спрощує контроль за справністю апаратури і підвищує точність регульовальних робіт.

Регульовальні робочі місця організуються так, щоб результати регулювання на них не впливали один на одного, і щоб забезпечувалося якнайповніше і точніше регулювання при високій продуктивності, економічності і зручності виконання робіт.

Щоб уникнути впливу індустриальних і інших заводів при регулюванні деяких видів апаратури, робочі місця розташовують в спеціальних екранованих приміщеннях (кабінах), які надійно заземлені в одній точці. У середині приміщень встановлюють робочий стіл з комплектом регульовальної апаратури. Можливі проникнення перешкод через проводи живлення усувають введенням цих проводів в екрановану камеру через фільтри.

На робочих місцях повинні знаходитися карти технологічних процесів або інструкції з регулювання, якими керуються при виконанні робіт.

Регульовальну і вимірювальну апаратуру, що знаходиться на робочих місцях, періодично перевіряють в заводській лабораторії і забезпечують відповідними паспортами з вказанням поправок, встановлених в результаті цих перевірок.

Окрім технічної документації регульовальники повинні добре знати інструкцію з техніки безпеки, яка визначає заходи попередження травм і способи швидкої ліквідації виниклої небезпеки поразки електричним струмом і дії електромагнітного поля надвисоких частот.

Для забезпечення безпеки робіт необхідно:

- а) застосовувати живлення напаяльників напругою 36 В;
- б) тримати робоче місце, інструменти і прилади в належному порядку;
- в) надійно заземляти корпуси регульовальних приладів, апаратури і інструменту;
- г) за наявності високої напруги проводити роботи, стоячи на гумовому килимку.

Послідовність виконання регулювальних операцій в першу чергу залежить від виду радіотехнічного пристрою. Регулювальні роботи починають з перевірки правильності виконання складально-монтажних операцій, а потім регулюють пристрої живлення. Після цього виконують операції, що забезпечують основні параметри радіотехнічного пристрою.

Правильність організації регулювальних робіт визначається технологічними документами.

1.3 Підготовчі роботи перед регулюванням

а) перевірка складання і монтажу пристроїв

Перевірка складання і монтажу радіотехнічних пристроїв включає такі основні операції: підготовку; перевірку відповідності складальних креслень; перевірку надійності *електричних контактів* (electrical contact); перевірку правильності електричних з'єднань; перевірку надійності ізоляції монтажу і відсутності замикань елементів схеми.

Мета підготовчої операції – видалити з приладу сторонні предмети, що потрапили туди в процесі складання або монтажу, і, тим самим, запобігти виходу з ладу апаратури при експлуатації. Такі предмети як шматочки проводів, ізоляції і припою, металеві ошурки, шайби, гайки і т. д. видаляють струшуванням приладу і обдувом стислим повітрям. Залежно від конструкції приладу застосовують різні способи струшування. За наявності на приладі чутливих елементів (стрічкових і інших вимірювальних приладів) струшування проводять вручну. Якщо немає чутливих елементів, то сторонні предмети видаляють трясінням на вібраційній машині (тим самим одночасно перевіряють міцність кріплення деталей і вузлів). Потім прилад продувають стислим повітрям для видалення пилу і дрібних предметів, які залишилися після струшування. Відповідність монтажу кресленню перевіряють зовнішнім оглядом. При цьому звертають увагу на міцність кріплення і плавність ходу змінних елементів (конденсаторів, резисторів, варіометрів і т. д.).

При перевірці надійності електричних контактів через зовнішній огляд звертають увагу на якість з'єднань. Найчастіше застосовуються з'єднання за допомогою паяння, якість якого перевіряють у певній послідовності. Це дозволяє виявити пропущені паяння. Погане паяння може бути при неякісній підготовці поверхонь (погане лудіння), а також при недогрітому або перегрітому паяльнику. Дефекти визначають смиканням і похитуванням проводу за допомогою пінцета. Слід також переконатися у відсутності надломів проводу поблизу паяння. Після цього ретельно перевіряють надійність ізоляції проводів, особливо в місцях проходів через металеві стінки і кріплення скобами. Не допускаються також великі оголення проводу поблизу паяння і напливи припою, що призводять іноді до замикання схеми.

При перевірці апаратури, виконаної на друкованій платі, необхідно звертати увагу на можливі замикання на доріжках, а також на відсутність обривів і коротких замикань в моткових виробках.

Правильність електричних з'єднань перевіряють згідно з перевіреними картами. Спочатку перевіряють опір кіл при вимкненому живленні, і потім напругу – при увімкненні приладу у мережу. Методика такої перевірки залежить від виду виробництва. У одиничному і дрібносерійному виробництві таку перевірку проводять за допомогою багатопікових вольтметрів за принциповою схемою. Проте такий метод малопродуктивний, тому монтаж перевіряють на спеціальних стендах. У масовому виробництві ці стенди автоматизовані кроковими шукачами для перемикання кіл і мають еталонний комплект ламп, на яких вимірюють їх режими.

При перевірці надійності ізоляції монтажу визначають опір ізоляції і її електричну міцність. Опір ізоляції перевіряють мегаомметрами, а електричну міцність – на пробійній установці. При наявності стендів для перевірки монтажу на них проводиться перевірка і цих параметрів.

Електричну міцність перевіряють подачею на електричне коло змонтованого приладу протягом 1-3 хв. підвищеної постійної напруги (не менше двократною робочою напруги) згідно з інструкцією. При цьому недопустимим є пробій або перегорання ізоляції. Якщо в схемі є конденсатори з робочою напругою меншою випробувальної, їх необхідно відімкнути, а ті, що залишилися увімкненими – після випробувань розрядити.

Ретельна перевірка якості складання і монтажу перед регулюванням значно скорочує трудомісткість регулювальних робіт і виключає вихід з ладу деталей і вузлів приладу.

б) підготовка пристроїв до регулювання електронпараметрів

Від ретельного проведення підготовчих робіт залежать якість і трудомісткість регулювання пристроїв. Регулювання значно спрощується, якщо всі деталі і вузли, що входять до пристрою, заздалегідь піддати перевірці. Особливо ретельно необхідно перевірити лампи, *напівпровідникові* (semiconductor) та інші прилади. Несправність цих вузлів може викликати помилкове уявлення про дефекти монтажу або схеми і утруднить пошук дійсних причин несправностей пристрою.

Після попередньої перевірки встановлюють робочий комплект ламп. Слід переконатися в надійності електричного контакту ніжок ламп з пелюстками панелі. Лампи повинні щільно, але без великого зусилля вставлятися в панель і надійно фіксуватися спеціальними лампотримачами.

Перед регулюванням необхідно добре ознайомитися з технічними умовами, принциповою схемою, інструкціями і іншою документацією. Це особливо важливо при регулюванні пристрою, що раніше не випускався. В цьому випадку робота доручається висококваліфікованому регулювальнику.

Ознайомлення з документацією дозволяє правильно вибрати устаткування, робоче місце і метод регулювання. У тих випадках, коли схема недостатньо відпрацьована або є випадкова залежність параметра від співвідношення параметрів окремих деталей, а установлення регульованих вузлів недоцільна, регулювання ведуть методом заміни окремих деталей деталями з іншими параметрами. При цьому потрібно мати на робочому місці набір деталей (резисторів, конденсаторів і т. д.) різних номінальних величин. Такий метод може застосовуватися для апаратури масового виробництва. Проте кількість підібраних деталей повинна бути обмеженою. Такі деталі позначаються на принциповій схемі спеціальним значком (наприклад, зірочкою). Велика кількість підібраних при регулюванні деталей свідчить або про неправильний вибір технологічного процесу, або про недоробку *схеми* (circuit).

Якщо в схемі передбачені регульовані вузли, то задані параметри пристрою досягають зміненням параметрів цих вузлів. Для цієї мети в схему вводять змінні резистори, підстроювальні конденсатори і регульовані *індуктивності* (inductance).

Регулювання можна проводити також методом компенсації, який полягає в тому, що змінення одного параметра компенсується зміненням іншого. Наприклад, при настроюванні контурів задана частота може бути одержана або зміненням індуктивності, або зміненням *ємності* (capacity).

Вибір устаткування, необхідного для регулювання пристроїв, визначається методикою проведення робіт. Правильний вибір апаратури і приладів забезпечує високу продуктивність, задану точність і об'єктивність регулювання, та залежить від типу радіотехнічного пристрою і виду виробництва. Так, при регулюванні каскадів підсилювача проміжної частоти в супергетеродинних приймачах можна застосовувати генератори стандартних сигналів і вольтметри або світл-генератори з осцилографом, які забезпечують велику наочність процесу та значно скорочують і спрощують регулювання.

Ознайомившись з приладом, необхідно переконатися в нормальній роботі системи блокавання і сигналізації. Для цього, не вмикаючи живлення, спочатку оглядають зовнішній монтаж і "продзвонюють" кола, а потім вмикають живлення приладу і приступають безпосередньо до регулювання. В деяких випадках (наприклад, при регулюванні передавачів) спочатку подають занижену напругу живлення, щоб не вивести з ладу лампи і інші елементи унаслідок розузгодження опорів кіл при значному розстроюванні і можливому виникненні на деяких з них напруги, що перевищує допустиму (див. рис. 1.1).

При розробленні нових зразків проводять граничні випробування, в ході яких визначають сумісний і роздільний вплив різних чинників на вихідний параметр пристрою і встановлюють номінальне значення параметрів деталей і вузлів. До таких чинників відносяться коливання номінальних значень величин окремих деталей і вузлів, напруги живлення, змінення зовнішніх умов, заміна транзисторів і т. ін.

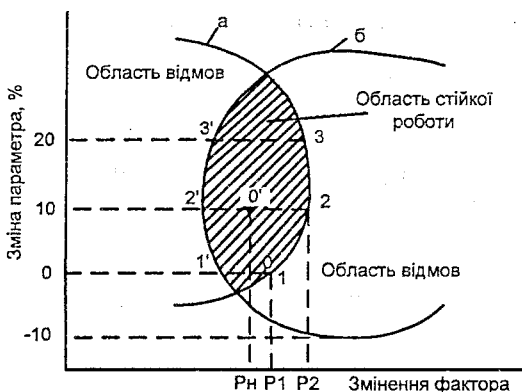


Рисунок 1.1 – Характерні графіки граничних випробувань

Для проведення граничних випробувань вибирають основний параметр, який характеризує роботу і, змінюючи його при різних значеннях параметрів деталей і вузлів, визначають область надійної роботи. На рис. 1.1 подані характерні графіки граничних випробувань. Для побудови цих графіків задаються величиною параметра деталі або вузла і визначають, при якому значенні чинника (наприклад, температури) вихідний параметр виходить із заданих меж (точка 1). При інших параметрах досліджуваного елемента визначають точки 2, 3 і т. д. В результаті одержують криву а. Аналогічно при дії іншого чинника (наприклад, напруги живлення) будують криву б. Точка 0' відповідає номінальному значенню одного чинника P_n при середньому значенні досліджуваної величини. Щоб робота стала стійкішою, необхідно параметр досліджуваного елемента збільшити на 10% (точка 0'). В цьому випадку збільшаться межі змінення чинника, що впливає на пристрій.

1.4 Запитання для самоконтролю

1. Призначення регулювальних робіт в умовах виробництва.
2. Особливості регулювальних робіт в умовах одиничного виробництва.
3. Особливості регулювальних робіт в умовах крупносерійного виробництва.
4. Послідовність підготовчих робіт перед регулюванням РЕА.
5. Особливості організації регулювальних робіт в умовах ремонту РЕА.
6. Особливості граничних випробувань при регулюванні РЕА.

Література [1-6]

2 РЕГУЛЮВАННЯ ПРИСТРОЇВ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ

2.1 Перевірка параметрів та регулювання нестабілізованих пристроїв електроживлення

Перевірку параметрів нестабілізованих випрямлячів виконують при номінальній напрузі живлення за схемою, наведеною на рисунку 2.1.

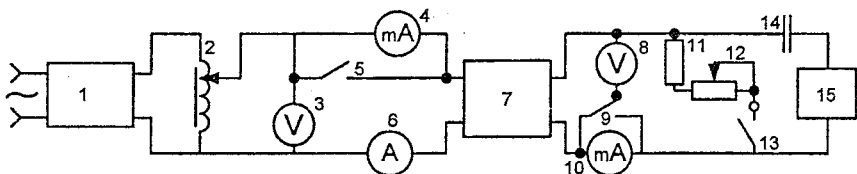


Рисунок 2.1 – Схема перевірки випрямляча (rectifier)

Стабілізатором напруги мережі 1 служать ферорезонансні стабілізатори, але оскільки ці пристрої спотворюють форму напруги, то застосовуються вони при значних нестабільностях напруги мережі. Автотрансформатор 2 використовується для установлення заданої величини вхідної напруги, вимірюваної вольтметром 3. При вимірюванні споживаного струму амперметром 6 ключ 5 шунтує міліамперметр 4, який вимірює малий струм холостого ходу. Величину випрямленої напруги вимірюють вольтметром 8; а випрямлений струм - міліамперметром 10. Перемикач 9 дозволяє вряховувати струм, що протікає через вольтметр 8, і спад напруги на міліамперметрі 10. Навантаженням випрямляча 7 є постійний опір 11 і змінний 12, який дає можливість знімати вольт-амперну (навантажувальну) характеристику. Вимикач (switch) 13 відмикає навантаження при вимірюванні напруги (voltage) і струму (current) холостого ходу (open-circuit). Електронний вольтметр або осцилограф 15 слугує для вимірювання змінної складової випрямленої напруги і відмикається через перехідний конденсатор 14. При цьому осцилограф (oscilloscope) дозволяє не тільки вимірювати малі значення напруги пульсації, але і спостерігати на екрані їх характер.

Коефіцієнтом пульсації випрямленої напруги називається відношення напруги змінної складової до випрямленої напруги, виражене у відсотках

$$K_p = \frac{U_{\Pi}}{U_B},$$

де U_{Π} – ефективне значення напруги змінної складової (напруга пульсації), В; U_B – випрямлена напруга, В.

Напругу і коефіцієнт пульсації вимірюють при номінальному навантаженні випрямляча. Напругу пульсації у високовольтних випрямлячах вимірюють ємнісним подільником. Ємність подільника повинна бути меншою за ємність фільтра випрямляча не менше ніж в 10 разів.

При знятті вольт-амперної характеристики, яка показує залежність випрямленої напруги від струму навантаження, змінюють опір навантаження і визначають струм в навантаженні і випрямлену напругу. У масовому виробництві випрямлена напруга, яка повинна знаходитись в межах, обумовлених інструкцією або ТУ, зазвичай перевіряють при заданих струмах навантаження.

Невідповідність *випрямленої напруги* (rectified voltage) заданій інструкцією або ТУ може бути викликана несправністю вентиля (кенотрона, селенового стовпця, напівпровідникових діодів і т. д.) або невідповідністю величини опору дроселя, ємності конденсаторів фільтра і напруги обмотки *трансформатора* (transformer).

Причиною великого струму холостого ходу можуть бути: нещільність складання пакета осердя трансформатора, недостатня ізоляція окремих пластин між собою і стяжних шпильок з осердям, наявність короткозамкнутих витків в будь-якій обмотці трансформатора.

Підвищену пульсацію випрямленої напруги можуть викликати: недостатня ємність конденсатора фільтра, наявність короткозамкнутих витків в дроселі, велика асиметрія плечей обмотки трансформатора в двопівперіодному випрямлячі. Асиметрію визначають вимірюванням напруги на будь-якій з половин і на всій обмотці трансформатора.

2.2 Регулювання стабілізованих пристроїв електроживлення

Стабільність параметрів радіотехнічних пристроїв залежить від постійності напруги живлення, що досягається застосуванням ферорезонансних стабілізаторів, стабілізаторів на стабілітронах, на електронних і напівпровідникових приладах (електронних стабілізаторів).

Коефіцієнтом стабілізації K_c називається відношення процентного змінення напруги мережі живлення до процентного змінення напруги на навантаженні, тобто

$$K_c = \frac{\alpha}{\beta},$$

де, α і β – відповідно змінення напруг живлення мережі і на навантаженні, %.

Ферорезонансні стабілізатори напруги, призначені для стабілізації напруги мережі живлення, виконуються за різними схемами залежно від потужності. Наприклад, простим ферорезонансним стабілізатором, розрахованим на потужність до 60 Вт, слугує схема з конденсатором, увімкненим послідовно з первинною обмоткою трансформатора. Ємність конденсатора

вибирається залежно від потужності трансформатора. Такі стабілізатори не потребують регулювання і перевіряються разом з випрямлячем.

Для потужніших пристроїв живлення застосовують схеми ферорезонансних стабілізаторів (рисунок 2.2). Стабілізована вихідна напруга $U_{\text{вих}}$ знімається з послідовно увімкнених назустріч одна одній обмоток дроселя і компенсаційної. Дросель D_r виконує роль автотрансформатора. Такі стабілізатори регулюють підбором витків обмоток. Повітряний зазор осердя дроселя підбирається на дослідних зразках. Випрямлячі з електронною стабілізацією дають можливість одержувати коефіцієнт стабілізації в межах від 50 до 1000.

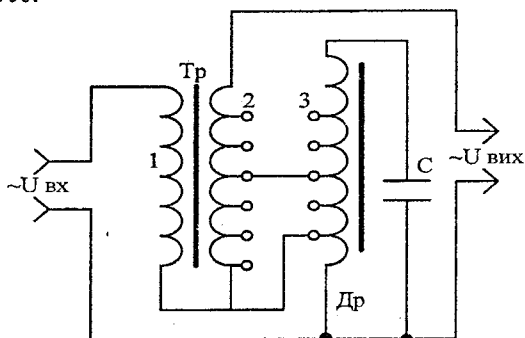


Рисунок 2.2 – Схема ферорезонансного стабілізатора напруги з дроселем: 1 – первинна обмотка трансформатора; 2 – компенсаційна обмотка; 3 – стабілізаційна обмотка

Стабілізацію напруги в стабілізаторі (рисунок 2.3) на напівпровідникових приладах виконує складений транзистор (integral transistors) VT_1 і VT_2 . Застосування схеми складеного транзистора дозволяє одержувати стійкий коефіцієнт підсилення по струму α близький до одиниці, і дуже велике підсилення по потужності. Транзистор VT_3 є підсилювачем постійного струму. Стабілітрони VD_1 і VD_2 є джерелом опорної напруги. Стабілітрон VD_2 , ввімкнений в пряму напругу, використовується для зменшення дрейфу вихідної напруги. Резистори R_7 , R_8 , R утворюють подільник вихідної напруги, з якого знімається частина напруги для порівняння з постійною опорною напругою. Регулювання електронних стабілізаторів зводиться до перевірки основних параметрів і установлення робочої точки регулюючого елемента. Це досягається зміщенням зміщення на базі підсилювача постійного струму (транзистора VT_3) за допомогою резистора R .

Для вимірювання стабільності вихідної напруги застосовують метод компенсації (рисунок 2.4), який має достатню точність.

Після увімкнення досліджуваного випрямляча з змінним резистором R встановлюють стрілку вимірювача стабільності 7 на нуль шкали. Потім, змінюючи напругу мережі в заданому інтервалі за допомогою автотрансформатора 1, визначають змінення вихідної напруги. Нестабільність вихідної напруги обчислюють за формулою

$$K_U = \frac{U'}{U_H},$$

де U' – показник вимірювача стабільності, В;

U_H – номінальна випрямлена напруга, В.

Вимірювачем стабільності може бути будь-який низьковольтний вольтметр постійного струму (у тому числі і електронний) не нижче за клас 1,0 з нулем у середині шкали. Якщо вольтметр має нуль на початку шкали, то необхідно передбачити перемикач полярності.

2.3 Основні несправності в пристроях живлення і способи їх усунення

Відсутність напруги розжарення за наявності інших напруг живлення може відбуватися при обриві і короткому замиканні кола розжарювання. В цьому випадку слід відімкнути навантаження і переконатися в наявності дефекту самого пристрою живлення. Для усунення несправності необхідно ретельно перевірити надійність контактів всіх кіл і переконатися в справності трансформатора.

Відсутність випрямленої напруги і інших напруг, що видаються випрямлячем, свідчить про несправності кіл увімкнення в мережу. Необхідно перевірити наявність напруги в мережі, цілісність з'єднувальних проводів і первинної обмотки трансформатора, справність блока ванна і вимикачів та усунути виявлені несправності. Якщо перегорє запобіжник, то при відімкненому навантаженні перевіряють на коротке замикання обмотки трансформатора, електроди кенотрона, напівпровідникові діоди або елементи фільтра і надійність блокування. Якщо запобіжник перегорє при відімкнених напівпровідникових діодах, причиною несправності є наявність короткозамкнутих витків в обмотках трансформатора. Такий трансформатор замінюють достовірно справним. Перегорання запобіжника при ввімкнених напівпровідникових діодах може бути викликане міжелектродним замиканням цих елементів, пробоем конденсаторів фільтра і недостатньо хорошою ізоляцією між обмоткою дроселя і його осердям.

Справність напівпровідникових діодів визначають вимірюванням прямого і зворотного опорів, співвідношення яких повинно бути не менше 1:10.

При пробі конденсаторів фільтра різко падає їх опір витоку (до десятків Ом), що легко виявляється тестером. Несправні елементи повинні бути замінені справними.

Занижена випрямлена напруга при нормальній напрузі мережі спостерігається при завищенні прямого опору діода, зменшенні ємності або великому струмі витоку конденсаторів фільтра. В цьому випадку потрібно послідовно перевірити діоди і конденсатори і замінити несправні.

Погану фільтрацію випрямленої напруги можна виявити, спостерігаючи за її пульсацією на осцилографі. Якщо частота пульсації рівна частоті електромережі, то несправними є кола випрямляча до фільтра. Однією з причин цього може бути вихід з ладу плеча випрямляча в двонапівперіодному випрямлячі (наприклад, пошкодження діода).

Частота пульсації, рівна подвійній частоті мережі живлення, свідчить про несправності в елементах фільтра. В цьому випадку необхідно перевірити величину ємності, справність конденсаторів і дроселя фільтра. Дефектні деталі слід замінити справними.

Недостатня стабілізація випрямленої напруги при номінальному навантаженні випрямляча може бути викликана несправністю стабілітрона, недостатнім коефіцієнтом підсилення регулюючого транзистора або транзистора підсилювача постійного струму. В цьому випадку слід по черзі заміняти несправні елементи справними.

2.4 Запитання для самоконтролю

1. Наведіть класифікацію вторинних джерел електроживлення.
2. Перерахуйте основні електричні параметри вторинних джерел живлення.
3. Назвіть параметри, які підлягають контролю при регулюванні нестабілізованих джерел електроживлення.
4. Зобразіть структурну схему установа контролю параметрів нестабілізованих джерел електроживлення.
5. Назвіть параметри, які підлягають контролю при регулюванні стабілізованих джерел електроживлення.
6. Зобразіть структурну схему установа контролю параметрів стабілізованих джерел електроживлення.
7. Назвіть типові несправності в джерелах електроживлення та характер їх прояву.

Література [1, 7-8]

3 РЕГУЛЮВАННЯ ПРИЙМАЛЬНОЇ РАДІОАПАРАТУРИ

3.1 Задачі і порядок регулювання приймальної радіоапаратури

Основними завданнями регулювання приймальної радіоапаратури є настроювання усіх контурів на необхідну частоту або діапазон частот, спряження контурів, а також забезпечення заданих параметрів.

Порядок і методика регулювання залежать від схеми і конструкції приймача, об'єму виробництва і оснащеності технологічного процесу регулювальною апаратурою і приладами.

Регулювання приймачів проводиться від останніх каскадів до перших. Це обумовлено тим, що індикатор зручніше вмикати на виході приймача, а відрегульовані наступні каскади не впливають на регулювання попередніх.

Приймачі прямого підсилення регулюють в такому порядку: контроль і електрична перевірка монтажу; регулювання блока живлення, підсилювача низької частоти (ПНЧ), детектора, схеми автоматичного регулювання підсилення (АРП), підсилювача високої частоти (ПВЧ) і вхідного кола; контроль регулювання.

Така послідовність регулювання характерна для будь-якого об'єму виробництва.

При регулюванні супергетеродинних приймачів в серійному і масовому виробництві витримується такий порядок: контроль і електрична перевірка монтажу; регулювання блока живлення, підсилювача низької частоти, детектора і схеми АРП, підсилювача проміжної частоти, гетеродина, ПВЧ і вхідного кола; контроль регулювання.

У одиничному виробництві при виготовленні дослідних зразків супергетеродинних приймачів, коли схема і конструкція ще не відпрацьовані, необхідно спочатку відрегулювати ПВЧ і вхідне коло, а потім гетеродин. Це дає можливість одержувати вищі якісні показники і повніше використовувати можливості схеми.

Вказана послідовність регулювання характерна для приймачів як амплітудно-модульованих, так і частотно-модульованих сигналів.

При одиничному виробництві необхідна заміна деяких елементів іншими, що утруднює остаточне відпрацювання схеми.

У серійному ж і масовому виробництві схема і конструкція приймача, як правило, відпрацьовані, а величина і допуск всіх елементів чітко визначені. У цих видах виробництва при блокових конструкціях окремі блоки регулюють самостійно. Найбільший економічний ефект при цьому може бути досягнутий шляхом організації потокового виробництва із застосуванням найбільш довшої і високопродуктивної апаратури. Крім того, така організація дає можливість використовувати регулювальників нижчої кваліфікації.

Контроль і електрична перевірка монтажу зводяться до перевірки правильності електричних з'єднань, опорів і напруг кіл, а також режимів транзисторів.

Блоки живлення приймачів в більшості випадків виконують за простою схемою, регулювання їх не відрізняється від розглянутого раніше. Основну увагу при цьому приділяють перевірці величин вихідних напруг і фону (під навантаженням фон повинен бути відсутнім).

У професійних приймачах – зв'язкових, телеграфних, аварійних і ін., які працюють в умовах виникнення перешкод, що проникають через джерело живлення, передбачаються спеціальні фільтри.

Нижче розглядається регулювання тільки приймачів супергетеродинних, оскільки методика регулювальних робіт одних і тих самих каскадів не залежить від схеми приймача.

3.2 Регулювання підсилювача низької частоти

ПНЧ призначений для підсилення сигналів частот в межах від 30 до 15 000 Гц. Діапазон підсилюваних частот визначається видом приймача.

Порядок і методика регулювання ПНЧ залежать від об'єму виробництва. Основними параметрами, що характеризують ПНЧ, є: самозбудження (повинно бути відсутнім), чутливість (коефіцієнт підсилення), частотна характеристика, робота регулятора тембру, нелінійні спотворення, рівень фону, режими транзисторів, вхідний опір ПНЧ на транзисторах.

У одиничному виробництві при регулюванні ПНЧ доводиться проводити підбір окремих елементів, методика якого залежить від схеми підсилювача.

У серійному і масовому виробництві, як правило, елементи не підбирають, а здійснюють тільки перевірку основних параметрів ПНЧ. У разі невідповідності параметрів усувають ненормальності або передають підсилювач для спеціального ремонту.

Самозбудження можливе через неправильне укладання проводів і помилки при монтажі, погане екранування, паразитний зв'язок через джерела живлення, неправильне ввімкнення або обрив зворотного зв'язку, дефектів транзисторів.

Якщо у підсилювачі застосований негативний зворотний зв'язок, то при виникненні самозбудження його слід відімкнути. При цьому збереження самозбудження вказує на наявність паразитного зв'язку. Для усунення паразитного зв'язку необхідно ліквідувати паралельне і близьке розташування проводів базових кіл вхідних транзисторів і колекторних кіл вихідних транзисторів, а при необхідності провести екранування цих проводів, яке також зменшує фон змінного струму. При трансформаторному зв'язку між каскадами і в двотактних схемах паразитне самозбудження ча-

сто вдається усунути перемиканням кінців однієї з обмоток міжкаскадного трансформатора.

Паразитний зв'язок через джерело живлення усувають ввімкненням в колекторне коло каскадів попереднього підсилення розв'язувальних фільтрів, що складаються з резисторів і конденсаторів.

Чутливість ПНЧ характеризується мінімальною величиною вхідної напруги, при якій на виході досягається номінальна потужність на заданій частоті 400 або 1000 Гц.

Практично потужність визначається вихідною напругою

$$U_{н.вих} = \sqrt{P_n Z},$$

де $U_{н.вих}$ – вихідна напруга на номінальному навантаженні, В;

P_n – номінальна потужність, Вт;

Z – повний опір навантаження, Ом.

Зазвичай навантаженням для ПНЧ слугують гучномовці або телефони, повний опір яких залежить від частоти, на якій проводять вимірювання.

На практиці повний опір навантаження приймають на 5–10% більшим за опір постійному струму, враховуючи розкид параметрів кінцевих апаратів приймача.

Для визначення $U_{н.вих}$ за вищенаведеною формулою номінальну потужність можна приймати у ватах, а не вольт-амперах, оскільки на частотах 400 і 1000 Гц повний опір мало відрізняється від опору постійному струму, а його, як раніше зазначено, беруть із запасом.

Чутливість вимірюють за структурною схемою, даною на рисунку 3.1. Як джерело низькочастотних коливань і використовують генератори типу ГЗ-118 або йому подібні, а також спеціальні генератори з фіксованими частотами (при серійному і масовому виробництві). Це значно підвищує продуктивність, оскільки зменшується час, що витрачається на перестроювання генераторів.

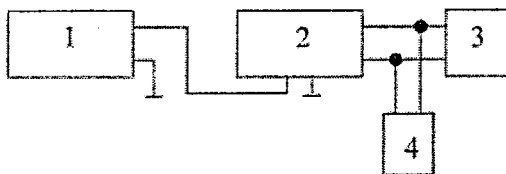


Рисунок 3.1 – Структурна схема перевірки ПНЧ:
1 – звуковий генератор; 2 – регульований ПНЧ;
3 – навантаження; 4 – індикатор.

При визначенні чутливості реальне навантаження ПНЧ можна замінити еквівалентом у вигляді опору, проте застосування такого еквівалента спотворює дійсні результати вимірювання, особливо частотну характеристику підсилювача. Якщо ж навантаженням ПНЧ є електродинамічний гучномовець з постійним магнітом, еквівалент може бути виконаний у вигляді звукової котушки, розміщеної в ненамагніченому магнітному колі. При цьому вимикається гучний звук, а опір еквівалента наближається до реального навантаження.

Як індикатори застосовують електронні вольтметри ВЗ-56 або їм подібні вимірювачі виходу, а також телефони для контролю на слух, якщо навантаженням є еквівалент.

Методика перевірки чутливості ПНЧ полягає в тому, що після ввімкнення живлення і прогрівання схеми протягом 3-5 хв на вхід ПНЧ (гнізда звукознімача або навантаження детектора) через екранований кабель від звукового генератора подається сигнал з частотою 400 або 1000 Гц і напругою, відповідною мінімальній чутливості. Регулятор гучності встановлюють в положення максимального підсилення, а регулятор тембру в положення, що обумовлюється в інструкціях (зазвичай в положення найбільшої смуги пропускання частот). При цьому напруга на виході повинна відповідати номінальній потужності або бути дещо більшою.

Якщо напруга на виході відсутня або менша номінальної, то необхідно визначити характер несправності і усунути її. При повній відсутності сигналу послідовно перевіряють каскади, починаючи з останнього, подаючи напругу від звукового генератора на вхід каскаду і вимірюючи сигнал на виході.

Зниження вихідної напруги найчастіше викликане зменшенням коефіцієнта підсилення. Основними причинами зменшення підсилення є дефекти транзисторів, перехідних ємностей контактів в монтажі, вихідного трансформатора.

Частотна характеристика показує залежність коефіцієнта підсилення від частоти $K = \varphi(f)$, а нерівномірність частотної характеристики оцінюється коефіцієнтом частотних спотворень, які визначаються за формулою

$$M = \frac{K}{K_0},$$

де K і K_0 – коефіцієнти підсилення на даній і середній (400 і 1000 Гц) частотах, відповідно.

Коефіцієнт підсилення визначається за формулою

$$K = U_{\text{вих}} / U_{\text{вх}},$$

де $U_{ВИХ}$ і $U_{ВХ}$ – напруга на виході і вході каскаду або ПНЧ, відповідно.

На практиці частотна характеристика, коефіцієнт частотних спотворень і коефіцієнт підсилення виражаються в логарифмічних одиницях – децибелах

$$M_{дБ} = 20 \lg M = 20 \lg \frac{K}{K_0} = K_{дБ} - K_{0дБ},$$

$$K_{дБ} = 20 \lg \frac{U_{ВИХ}}{U_{ВХ}}.$$

Якщо всі вимірювання проводити при постійній амплітуді напруги на вході, то коефіцієнт частотних спотворень визначається за формулою

$$M_{дБ} = 20 \lg \frac{U_{ВИХ}}{U_0},$$

де U_0 – вихідна напруга на середній частоті.

Частотну характеристику і роботу регулятора тембру перевіряють одночасно з чутливістю за схемою, яка подана на рисунку 3.1. Від звукового генератора на вхід ПНЧ подається сигнал середньої частоти такої ж самої величини, як і у разі перевірки чутливості.

Регулятор тембру встановлюють в положення, обумовлене в інструкції, а регулятором підсилення добиваються на навантаженні ПНЧ напруги, відповідної потужності 0,1 Вт (або номінальної, якщо вона менша за 0,1 Вт). Потім, змінюючи частоту звукового генератора, визначають напругу на навантаженні ПНЧ.

Перевірку регулювання тембру проводять аналогічними вимірюваннями при різних положеннях регулятора. Величини вихідних напруг при цьому повинні знаходитися в межах, передбачених інструкцією на регулювання. Відхилення від цих меж свідчить про несправності, в першу чергу, в колах навантаження і регулятора тембру.

Нелінійні спотворення в потоковому виробництві вимірюють вибірково. Вони характеризуються коефіцієнтом нелінійних спотворень

$$K = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots + U_n^2}}{U_1},$$

де $U_1, U_2, U_3, \dots, U_n$ – напруги 1, 2, 3-ї, ..., n-ї гармоніки, В.

Вимірювання проводяться за схемою, наведеною на рисунку 3.1, де індикатором є вимірювач нелінійних спотворень типу С6-5, підключений паралельно вольтметру.

Рівень фону в ПНЧ характеризується величиною напруги на виході за відсутності сигналу. Для визначення рівня фону вхід ПНЧ закорочують і вимірюють напругу на виході, яка не повинна бути більшою величини, яка обумовлена в інструкції на регулювання. Основними причинами, що викликають великий рівень фону ПНЧ, є дефекти в лампах або фільтри живлення.

Режими транзисторів визначаються величинами напруги на виводах транзисторів, а також споживаного струму при номінальній напрузі живлення в режимі спокою. Ці величини повинні укладатися у вимоги інструкції на регулювання і залежать від схеми ПНЧ.

Вхідний опір ПНЧ на транзисторах визначає оптимальне навантаження детектора, яке для транзисторних приймачів зазвичай лежить в межах 15..30 кОм.

Вимірювання вхідного опору проводиться за схемою, наведеною на рисунку 3.2. На вхід ПНЧ сигнал від звукового генератора (ЗГ) подається через резистор (20..30 кОм).

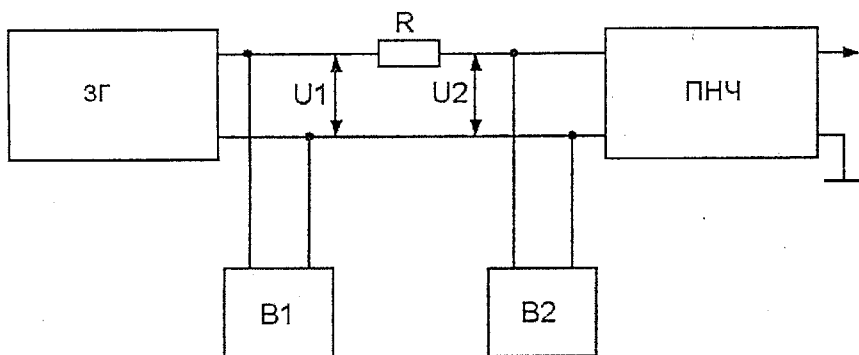


Рисунок 3.2 – Структурна схема вимірювання вхідного опору ПНЧ

Вхідний опір визначається за формулою

$$R_{BX} = \frac{RU_2}{U_1 - U_2}$$

У одиничному виробництві і при виготовленні дослідних зразків регулювання ПНЧ ускладнюється тим, що окрім вищезгаданих перевірок, необхідно підібрати режими транзисторів, опору, ємності і індуктивності кіл, а також оптимальний негативний зворотний зв'язок. В цьому випадку регулювання починають з перевірки і встановлення режимів транзисторів. Вихідні каскади ПНЧ, як правило, виконуються трансформаторними за од-

но- і двотактною схемою. У двотактній схемі необхідно здійснити симетрування плечей. Інакше в трансформаторі з'явиться постійна складова магнітного потоку і виникнуть спотворення. Якщо вихідний трансформатор і транзистор не забезпечують цієї умови, то можна ввімкнути в емітер транзистора регульовний резистор невеликої величини (50-100 Ом) і провести симетрування, як показано на рис. 3.3.

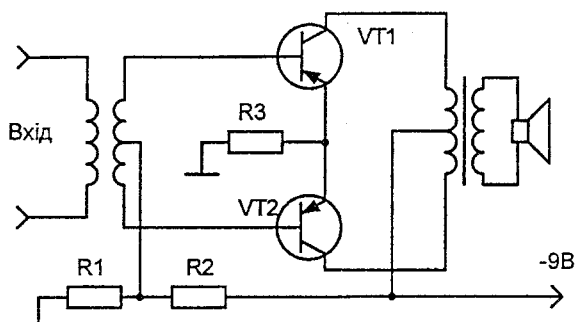


Рисунок 3.3 – Схема двотактного трансформаторного вихідного каскаду

Зміщення на базу подається з подільника напруги R_1R_2 . Для покращення температурної стабілізації режиму транзисторів резистор R_1 можна замінити напівпровідниковим діодом при прямому ввімкненні чи термістором.

Транзистори для двотактного вихідного каскаду, що працює в режимі АВ, вибирають так, щоб виконувалась умова

$$P_{\max} > 0,2P_H / \eta_{\text{пр}}.$$

Крім того, для правильної роботи вихідного двотактного каскаду на емітер транзисторів подають сигнали однакової амплітуди, зсунуті за фазою на 180° . Це досягається застосуванням в прикінцевих каскадах трансформаторів з виведенням середньої точки або фазоінверсних схем.

Фазоінверсні схеми регулюють підбором резисторів (рис. 3.4). Напруги $U_{\text{вих1}}$ і $U_{\text{вих2}}$ відповідно рівні

$$\begin{aligned} U_{\text{вих1}} &= E_K - I_K R_K, \\ U_{\text{вих2}} &= I_E R_E. \end{aligned}$$

Оскільки струм колектора I_K майже не відрізняється за величиною від струму емітера I_E , то за умови $R_K = R_E$ напруги $U_{\text{вих1}}$ і $U_{\text{вих2}}$ виявляються рівними за величиною, але протилежні одна одній за фазою. Ці напруги і застосовуються для збудження двотактного каскаду.

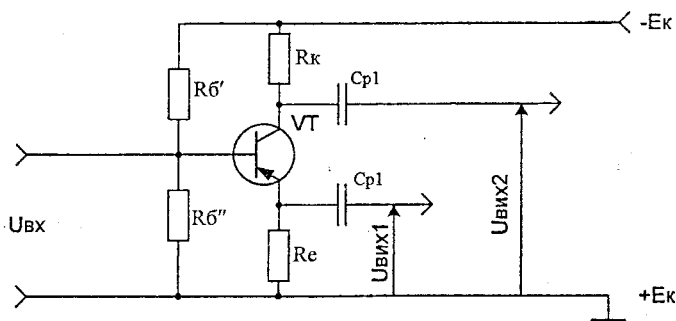


Рисунок 3.4 – Схема фазоінверсного каскаду

Перевага такої схеми – відсутність трансформатора у вхідному колі двотактного каскаду. Недолік – малий коефіцієнт підсилення за напругою.

3.3 Регулювання детектора і схеми автоматичного регулювання підсилення

При прийомі амплітудно-модульованих коливань найчастіше застосовується діодне детектування. До діодного детектора висуваються такі основні вимоги: максимальна передача напруги, мінімальні спотворення сигналу, максимальний вхідний опір, мінімальна напруга високої частоти на вході, достатня величина коефіцієнта передачі.

Як детектор приймача застосовують діоди: один як основний, а другий як детектор АРП. Одна зі схем такого детектування подана на рис. 3.5.

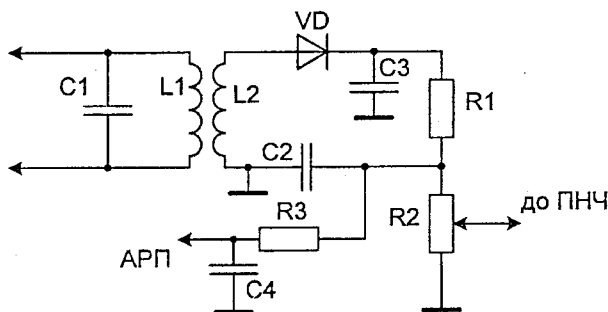


Рисунок 3.5 – Схема діодного детектування

Для отримання лінійного детектування напруга носійної на вході детектора повинна бути не менше 0,3–0,5 В (в залежності від типу діода). У цьому випадку коефіцієнт передачі напруги, що являє собою відношення

напруги низької частоти U_{Ω} на виході до носійної напруги на вході U_{ω} , помноженій на коефіцієнт модуляції m

$$K_D = \frac{U_{\Omega}}{U_{\omega} m},$$

можна визначити в залежності від відношення опору навантаження $R_H = R_1 + R_2$ до прямого опору діода r_{np} .

Вхідний опір детектора можна визначити за формулою

$$R_{BX} = \frac{R_H r_{звор}}{R_H + 2r_{звор}},$$

де R_H — опір навантаження;

$r_{звор}$ — зворотний опір діода.

Ємність конденсатора C_1 повинна бути достатньо великою, але не повинна перевищувати величини

$$C_1 \approx \frac{1}{4F_B R_H}.$$

Ємність конденсатора C_1 звичайно вибирається рівною C_2 .

Оскільки детектори транзисторних приймачів працюють зазвичай при малому опорі навантаження, то для підвищення коефіцієнта передачі і зниження нелінійних спотворень на діод іноді подають невелике додатне зміщення.

Детекторні каскади не потрібно регулювати, якщо режим транзисторів і величини навантажень вибрані правильно.

У одиничному виробництві при виготовленні дослідних зразків необхідно забезпечити мінімальні нелінійні спотворення, які можуть виникнути, якщо опір навантаження детектора змінному струму значно менший, ніж постійному.

Опір навантаження постійному струму рівний R_2 , а для струму звукової частоти

$$R_{зв} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}.$$

Практично нелінійні спотворення непомітні, якщо опори відрізняються один від одного не більше ніж на 10-20 %.

Для зменшення нелінійних спотворень необхідно, щоб

$$(R_1 + R_2)(C_1 + C_2) \leq \frac{\sqrt{1 - m_{MAX}}}{\Omega_B}$$

У приймачах частотно-модульованих коливань контури частотного детектора і обмежувача амплітуди піддають регулюванню, методика якого залежить від схеми частотного детектора.

Найбільш простою є схема, аналогічна схемі діодного детектора амплітудно модульованих коливань з одиночним коливальним контуром (див. рис. 3.5). У цій схемі контур розстроюється так, щоб нульова точка розташовувалася у середині прямолінійної ділянки спаду резонансної кривої (рис. 3.6). При цьому змінення частоти на контурі викликає коливання напруги U_K , внаслідок чого на діод буде подана напруга, що модулюється за амплітудою U_D , а на виході детектора з'явиться напруга низької частоти.

Для неспотвореної передачі частотно-модульованого сигналу смуга пропускання складає 150..200 кГц і повинна укладатися на прямолінійній ділянці резонансної кривої. Такий детектор регулюється шляхом настроювання контуру так, щоб проміжна частота знаходилася у середині прямолінійної ділянки спаду резонансної кривої. Це може бути здійснено за допомогою свіпгенератора або генератора стандартних сигналів типу Г4-102 і вольтметра, а в поточковому виробництві – спеціальним централізованим генератором.

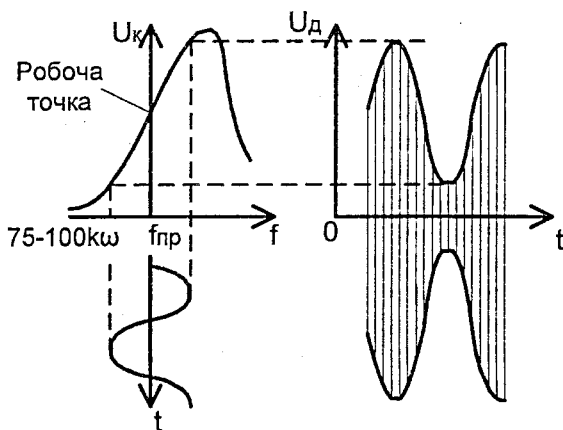


Рисунок 3.6 – Діаграма детектування ЧМ коливань контуром

Застосування свіп-генераторів значно спрощує процес регулювання, оскільки забезпечується візуальне спостереження за процесом. Свіп-генератори мають порівняно невелику вихідну напругу, тому частотний детектор краще регулювати після настроювання підсилювача проміжної частоти (ППЧ).

На рис 3.7 подана схема ввімкнення свіп-генератора . Вихідний кабель від свіп-генератора підмикають до входу досліджуваного каскаду, а вхідний – до навантаження детектора. Сигнал проміжної частоти від свіп-генератора повинен мати таку величину, щоб його амплітуда займала 2/3 екрана, а девіацію частоти вибирають такою, щоб зображення займало біля половини довжини осі частоти.

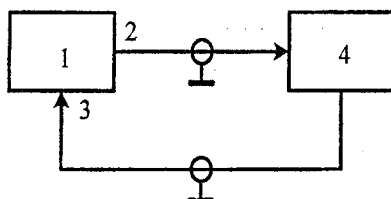


Рисунок 3.7 - Блок-схема включення свіп-генератора:

- 1 – свіп-генератор; 2 – вихід свіп-генератора;
3 – вхід свіп-генератора; 4 – досліджуваний каскад (блок)

Зміненням індуктивності або ємності останнього контуру ППЧ добиваються того, щоб робоча точка знаходилася у середині прямолінійної ділянки кривої (див. рис. 3.5).

При використанні для регулювання детектора генератора стандартних сигналів Г4-102 модульований сигнал через конденсатор ємністю 0,001-0,01 мкФ подають на вхід останнього каскаду ППЧ, а на виході приймача вмикають вольтметр.

Контур настроюють в резонанс з проміжною частотою за максимальним показанням вольтметра. При середньому положенні регулятора гучності вихідний сигнал генератора повинен бути таким, щоб напруга на виводі відповідала номінальному навантаженню. Потім останній контур ППЧ розстроюють до зменшення показань вольтметра у два рази.

Схема детектора з одиночним розстроєним контуром реагує на змінення амплітуди сигналу, тому неминучі спотворення, що викликаються перешкодами і паразитною амплітудною модуляцією. Крім того, така схема створює нелінійні спотворення унаслідок недостатньої лінійності резонансної кривої контуру. Все це обмежує застосування схеми.

Широко використовується частотний детектор відношення (дробовий детектор), що має властивість послаблювати амплітудну модуляцію сигналу (рис. 3.8). Контури детектора точно настроюються на проміжну частоту.

В порівнянні з іншими частотними детекторами він має такі переваги: працює при більш слабких вхідних сигналах; подавляє паразитну амплітудну модуляцію при більш слабких вхідних сигналах і в більш широкій смузі частот.

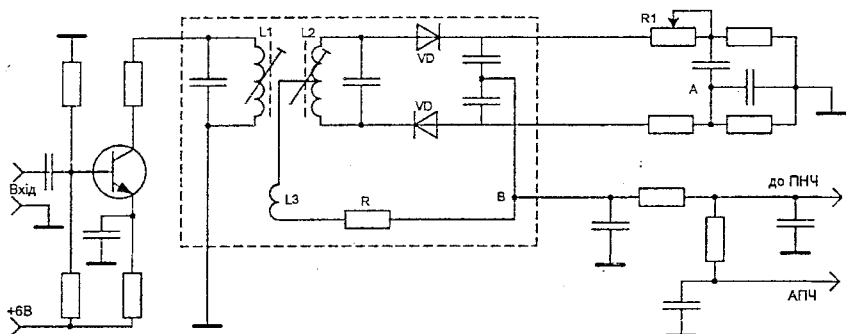


Рисунок 3.8 – Схема детектора відношення (дробового детектора)

Подавлення паразитної амплітудної модуляції в детекторі відношення відбувається внаслідок зміни вхідного опору детекторів на діодах VD, що викликає змінення добротності первинного контуру і призводить до стабілізації амплітуд напруг, які подаються на входи діодних детекторів. Навантаження детекторів шунтується конденсатором великої ємності, внаслідок чого напруга на навантаженні дуже мало змінюється в часі. При змінненні амплітуди вхідного сигналу збільшуються кути відтинання струмів діодів і, відповідно, зменшується вхідний опір детекторів. Еквівалентні добротності контурів Q_E вибираються в межах 50..75 (на частотах більше 6 МГц). При цьому для достатнього подавлення амплітудної модуляції і малих нелінійних спотворень необхідно, щоб конструктивна добротність Q_K була в 2 – 3 рази більша Q_E .

Величини індуктивностей і ємностей контурів вибираються такими ж самими, як в ППЧ. Індуктивність котушки L_3 вибирається в межах $(0,25 - 0,5)L_1$, а добротність – в межах 40 – 60.

Конструктивні коефіцієнти зв'язку між котушками L_1 і L_2 , а також між L_1 і L_3 визначаються за формулами

$$k_{ce12} \approx \frac{0,5}{Q_E}; \quad k_{ce13} \approx \frac{40}{Q_E}.$$

Коефіцієнт ввімкнення первинного контуру в коло колектора транзистора

$$P_K = 400 \sqrt{\frac{Q_K - Q_E}{f_{np} L_1 Q_K Q_E g_{e\alpha}}}$$

де Q_K – конструктивна добротність первинного контуру;

f_{np} – проміжна частота, МГц;

L_1 – індуктивність котушки первинного контуру, мкГн;

$g_{вих}$ – вихідна провідність транзистора, мкСм.

Якщо $p_k > 1$, то приймають $p_k = 1$ і паралельно первинному контуру підмикають резистор з опором R_u , який можна визначити за формулою:

$$R_u = \frac{6,3 f_{np} L_1 Q_K Q_E 10^{-3}}{Q_K - Q_E - 6,3 f_{np} L_1 Q_K Q_E g_{вих} 10^{-6}} \text{ [кОм]},$$

де f_{np} – МГц;

L_1 – мкГн;

$g_{вих}$ – мкСм.

Настроювання контурів детектора відношень відбувається у такому порядку:

1. На вхід детектора від генератора подається напруга проміжної частоти, рівна 0,1 В. Між точкою А і корпусом підмикається вольтметр постійного струму з вхідним опором не менше 100 кОм. Вторинний контур розстроюється. Для цього паралельно йому можна підімкнути конденсатор ємністю 100-150 пФ. Первинний контур настроюється за максимальними показами вольтметра.

2. Вольтметр постійного струму підмикається між точкою В і корпусом. Вторинний контур настроюється за нульовими показником вольтметра (не за мінімальним).

3. На вхід детектора від генератора подається сигнал з амплітудною модуляцією. До виходу детектора підмикається електронний вольтметр змінного струму. Підбирається величина опору резистора R_1 за мінімальною напругою на виході детектора.

Частотна характеристика при правильному настроюванні повинна мати вигляд, показаний на рисунку 3.9, а, а напруга на проміжній частоті повинна бути рівна нулю. Частотна характеристика визначається такими параметрами:

а) шириною характеристики, кГц

$$\Delta f = f_2 - f_1,$$

де f_1 і f_2 – частоти при позитивній і негативній амплітуді, відповідно;

б) відхиленням ширини характеристики від номінальної, кГц

$$\delta \Delta f = |\Delta f - \Delta f_H|,$$

де Δf – номінальна ширина смуги;
 в) несиметричність максимумів, кГц

$$\Delta f = |(f_0 - f_1) - (f_2 - f_0)|,$$

де f_0 – частота перетину характеристики з віссю частот;
 г) зсувом частотної характеристики щодо проміжної частоти, кГц

$$\delta f_{HP} = |f_0 - f_{HP}| = \delta f_{HP} / 2.$$

д) відмінність максимумів, В,

$$\Delta U = |U_1 - U_2|,$$

де U_1 і U_2 – амплітуди напруг позитивного і негативного максимумів.
 Всі ці параметри повинні укладатися в задані норми.

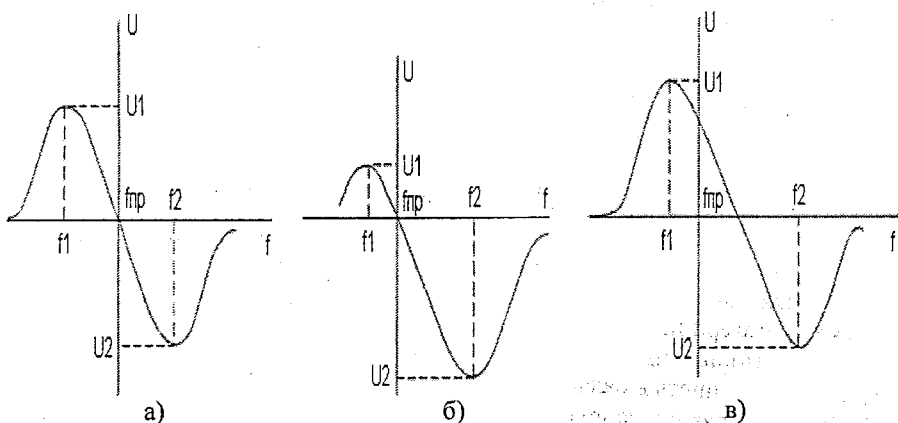


Рисунок 3.9 – Частотні характеристики частотного детектора:
 а – контури, настроєні на проміжну частоту;
 б – первинний контур, не настроєний на проміжну частоту;
 в – вторинний контур, не настроєний на проміжну частоту

Дробовий детектор регулюють настроюванням контурів на проміжну частоту, а при необхідності - симетруванням диференціального випрямляча. Наочніше і швидше регулювання здійснюється за допомогою свіп-генератора (див. рис. 3.7). Змінюючи параметри вторинного і первинного контурів, добиваються необхідної частотної характеристики, а саме: на-

строюванням вторинного контуру досягають проходження кривої через точку $f_{пр}$ на осі частот (рис. 3.9, б), а настроюванням первинного - вирівнювання позитивного і негативного максимумів частотної характеристики (рис. 3.9, в).

За допомогою генератора стандартних сигналів типу Г4-102 і вольтметра можна точніше провести регулювання.

Окрім дробового детектора, широко використовуються фазові дискримінатори з обмежувачем (рис. 3.10).

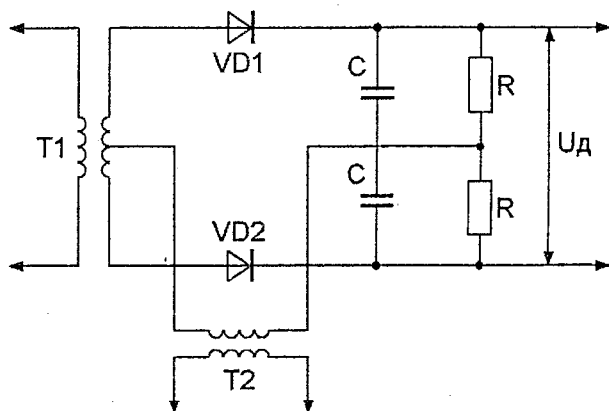


Рисунок 3.10 – Електрична схема фазового дискримінатора

Навантаженням фазових дискримінаторів є інтегруючі RC-кола. Характеристики таких аперіодичних діодних дискримінаторів на частотах до кількох мегагерц практично не залежать від частоти. До недоліків фазових дискримінаторів слід віднести: малий вхідний опір, малий коефіцієнт передачі, необхідність в балансуванні схеми, залежність вихідної напруги від рівнів порівнюваних напруг.

Частотна характеристика дискримінатора аналогічна характеристиці дробового детектора (див. рисунок 3.9).

Дискримінатори регулюються аналогічно дробовому детектору. При цьому застосовуються як світ-генератори, так і генератори стандартних сигналів.

До схем частотних детекторів, що не потребують попереднього обмеження, відносяться схеми детектування за допомогою перетворювальних транзисторів (рис. 3.11).

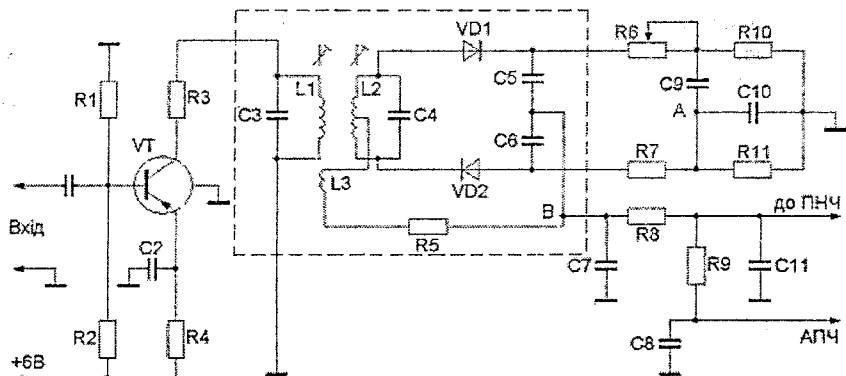


Рисунок 3.11 – Електрична схема дробового детектора на транзисторі

Як частотний детектор в прийमाцях часто використовується транзисторний дробовий детектор чи детектор відношень. На рисунку наведена схема одного із варіантів дробового детектора, який складається із фазозсувального трансформатора високої частоти і двох амплітудних детекторів на напівпровідникових діодах. Дробовий детектор достатньо добре подавляє паразитну АМ в смузі частот прийнятого сигналу з ЧМ. Оскільки навантаження амплітудних детекторів шунтоване конденсатором великої ємності, напруга на ньому залишається практично постійною при швидких зміненнях амплітуди сигналу на вході. Якщо амплітуда сигналу швидко зростає, збільшується кут відтинання струму діодів і, відповідно, зменшується вхідний опір детекторів. При цьому зменшується добротність контурів фазозсувального трансформатора і, таким чином, стабілізуються амплітуди напруг, що подаються на входи амплітудних детекторів.

Еквівалентні добротності контурів Q_E вибираються в межах 50...75 (на частотах більше 6 МГц). При цьому для достатнього подавлення АМ і достатньо малих нелінійних спотворень необхідно, щоб конструктивна добротність Q_K була в два-три рази більша Q_E .

Індуктивності і ємності контурів такі ж самі, як в ППЧ. Індуктивність котушки L_3 вибирають в межах $(0,25...0,5)L_1$, а добротність – 40...60. Коефіцієнти зв'язку між котушками L_1 і L_2 , а також між котушками L_1 і L_3 можна визначити за формулами

$$k_{ce12} \approx \frac{0,5}{Q_E}; \quad k_{ce13} \approx \frac{40}{Q_E}.$$

Котушку L_3 намотують безпосередньо на котушку L_1 . Коефіцієнт вві-
мкнення первинного контуру в коло колектора транзистора знаходять за
формулою

$$p_k = 400 \sqrt{(Q_K - Q_E) / f_{np} Q_K Q_E g_{вих} L_1},$$

де Q_K – конструктивна добротність первинного контуру;

f_{np} – проміжна частота, МГц;

L_1 – індуктивність котушки первинного контуру, мкГн;

$g_{вих}$ – вихідна провідність транзистора, мкСм.

Якщо $p_k > 1$, то приймають $p_k = 1$ і паралельно первинному контуру
підмикають резистор з опором $R_{ш}$, який можна визначити за формулою

$$R_{ш} = \frac{6,3 f_{np} L_1 Q_K Q_E 10^{-3}}{Q_K - Q_E - 6,3 f_{np} L_1 Q_K Q_E g_{вих} 10^{-6}} \text{ кОм.}$$

Дробовий детектор регулюється таким чином. На вхід дробового дете-
ктора (базу транзистора) від генератора сигналів подають напругу ПЧ
0,1 В. Між точкою А і корпусом (рис. 3.11) підмикають електронний
вольтметр постійного струму з вхідним опором не меншим 100 кОм. Вто-
ринний контур розстроюють як можна більше. Краще підімкнути парале-
льно йому конденсатор ємністю 100...150 пФ. Настроюють первинний кон-
тур за максимальним показанням вольтметра. Після цього вольтметр пос-
тійного струму підмикають між точкою В і корпусом. Настроюють вто-
ринний контур за нульовим показанням вольтметра. Потім на вхід дробо-
вого детектора від генератора сигналів подають сигнал з АМ. До виходу
дробового детектора підмикають електронний вольтметр змінного струму і
підбирають опір резистора за мінімальною напругою на виході дробового
детектора.

3.4 Регулювання підсилювача проміжної частоти

Основне завдання регулювання ППЧ – настроювання всіх контурів на
задану частоту і отримання необхідних коефіцієнта підсилення і смуги
пропускання. ППЧ, як правило, містить не менше двох каскадів, виконаних
за схемою резонансних підсилювачів. Навантаженням підсилювачів може
бути як одиночний контур, так і зв'язані між собою два і більше контурів.
Каскади ППЧ з одиночним контуром розстроюються більше один відносно
одного у результаті чого резонансна характеристика ППЧ наближається до

прямокутної. Такі ППЧ мають широкую смугу пропускання і застосовуються на УКХ діапазоні телевізійних і радіолокаційних приймачах.

Каскади ППЧ з навантаженням у вигляді зв'язаних контурів можуть бути виконані з індуктивним і ємнісним зв'язком. У радіомовних і зв'язувальних приймачах застосовуються ППЧ, що складаються з каскадів з навантаженням у вигляді двох коливальних контурів з індуктивним зв'язком. Такі каскади мають високу вибірність при достатній смузі пропускання.

На рисунку 3.12 наведена характерна схема ППЧ радіомовних приймачів. У транзисторних приймачах вибір типу підсилювача проміжної частоти визначається вимогами, що висуваються до них. У ППЧ всіх типів транзистори зазвичай вмикають за схемою із загальним емітером або за каскадною схемою. При цьому тип транзистора вибирають так, щоб гранична частота його була не менше ніж в 10 разів більшою проміжної.

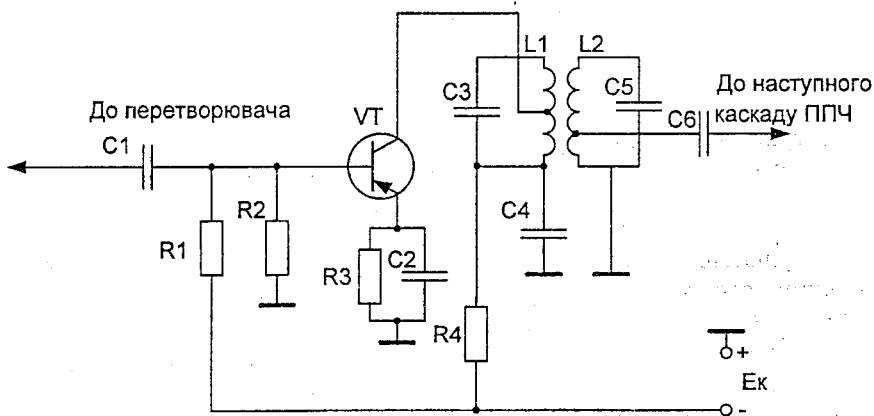


Рисунок 3.12 – Електрична схема ППЧ на транзисторі

У сучасних приймачах амплітудно-модульованих сигналів проміжну частоту приймають рівною 465 кГц, а в приймачах частотно-модульованих сигналів - 6,5 і 8,4 МГц. У серійному і масовому виробництві контури проміжної частоти настроюють до установлення в приймач. Це скорочує трудомісткість регулювання ППЧ і дає можливість вести регулювання при постійній подачі сигналу від генератора на вхід ППЧ.

На рисунку 3.13 наведена структурна схема обладнання для попереднього настроювання контурів ППЧ.

Сигнал від генератора 1 після емітерного повторювача 2 подається на первинний контур смугового фільтра. З вторинного контуру напруга надходить на детектор 4 і підсилювач постійного струму з мілівольтметром 5. Частоту генератора підбирають експериментальним шляхом і приймають

дешо нижчою за роботу за рахунок додаткової ємності, що вноситься в контур при відімкненні проводів від приладу. Всі каскади приладу змонтовані на одному загальному шасі і розміщені у кожусі, а мілівольтметр розташований на лицьовій панелі. Регульовний контур підмикають до приладу через виносну колодку 3. Настроювання контурів проводять обертанням магнітно-діелектричного осердя у середині котушки до отримання резонансу за максимальним показанням мілівольтметра, яке характеризує також добротність контуру.

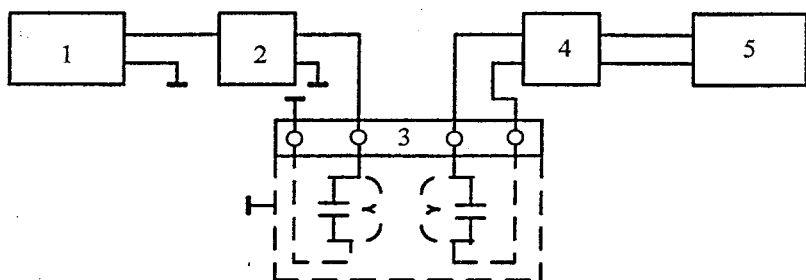


Рисунок 3.13 – Структурна схема обладнання для регулювання контурів проміжної частоти: 1 – генератор; 2 – емітерний повторювач; 3 – виносна колодка; 4 – детектор; 5 – мілівольтметр

Регулювання ППЧ слід виконувати після того, як відрегульовані ПНЧ і детектор, оскільки це дає можливість вмикати індикатор контролю регулювання на виході приймача паралельно навантаженню. Існують два методи регулювання ППЧ:

- а) за вольтметром, увімкненим на виході приймача, який використовується для приймачів амплітудно-модульованих сигналів;
- б) візуальний – за осцилографом із застосуванням свіп-генераторів, що використовуються в приймачах амплітудно- і частотно-модульованих сигналів.

Вольтметр реагує на модулюючий низькочастотний сигнал, а застосування осцилографа зі свіп-генератором дає можливість спостерігати повну резонансну криву ППЧ.

Як генератор проміжної частоти 1 застосовують ГСС типу Г4-102 або спеціальний генератор з амплітудною модуляцією і розтягнутим діапазоном. Спеціальні генератори забезпечуються кварцовим калібратором для контролю частоти методом порівняння. Якщо як навантаження на виході приймача застосований еквівалент, то паралельно йому підмикають телефони для контролю на слух. При цьому вимірювати напругу можна електронним вольтметром. До навантаження детектора підмикають електронні вольтметри з великим вхідним опором.

Для регулювання ППЧ сигнал від генератора проміжної частоти з глибиною модуляції 30% через перехідний конденсатор (від 200 пФ до 0,01 мкФ для лампових приймачів; 0,1 - 0,5 мкФ для транзисторних) подають на вхід змішувача (перетворювача). Перемикач діапазонів встановлюють в положення, що обумовлюється в інструкції, а перемикач смуги - в положення "вузька смуга". Настроювання контурів виконують по черзі, починаючи з останнього за максимальним показанням індикатора. Найвже в приймачі автоматичне регулювання підсилення необхідно на час настроювання контурів відімкнути або подати на його діод сигнал, менший, ніж напруга затримки, щоб не притупити настроювання. Відімкнути АРП можна, замкнувши її навантаження на загальне зміщення. У серійному і масовому виробництві АРП не відмикають, а встановлюють на виході напругу, відповідну нормальній потужності (0,1 номінальної) при подачі на діод АРП напруги, рівної 1-2 В, нормальної глибини (30%) і частоти модуляції (400 або 1000 Гц). Надалі цю напругу на виході підтримують постійною, зменшуючи величину сигналу від генератора по мірі настроювання контурів.

Регулювання ППЧ за вольтметром має ряд недоліків, особливо відчутних в серійному і масовому виробництві. До них відносяться: складність регулювання, значна трудомісткість, невизначеність в симетруванні резонансної кривої, необхідність перестроювання генератора для визначення впливу кожного контуру на результуючу резонансну криву, неможливість швидко судити про параметри ППЧ. Цим недолікам можна запобігти при візуальному методі регулювання, коли застосовують генератори коливної частоти, а на екрані осцилографа, ввімкненого замість вольтметра, спостерігають зображення резонансної кривої. Такі генератори видають середню проміжну частоту з дев'ятистю в межах $\pm 3\%$ та частотою дев'ятиці 0,005-0,01% і калібраційними мітками через певний інтервал за частотою. На рисунку 3.14 дана схема централізованого генератора коливної частоти вживаного для настроювання АМ і ЧМ трактів проміжної частоти радіомовних приймачів в масовому виробництві. Цей генератор виробляє коливання з частотою 465 ± 15 кГц з калібраційними мітками через 1 кГц і з частотою $8,37 \pm 0,270$ МГц з мітками через 18 кГц, які одержують множенням на 18 частоти 465 кГц.

Щоб одержати частотну модуляцію, від блока розгортки вводиться пилоподібна напруга, яка одночасно є розгорткою електронно-променевих трубок. У блоці формування калібраційних міток виробляються імпульси з частотою проходження в 1 кГц, які модулюють електронно-променеві трубки. При цьому проміжна частота знаходиться між двома центральними мітками. Для отримання частоти 8,37 МГц сигнал від генератора коливної частоти надходить в блок множення. Робота централізованого генератора контролюється візуально блоком контролю, що є блоком електронно-променевих трубок, за зображенням на яких визначають рівень

сигналів, наявність міток, лінійність розгортки, синхронізацію і т. д. Сигнали від централізованого генератора по трьох кабелях надходять на робочі місця. На робочому місці є спрощений осцилограф, на якому спостерігаються резонансні криві.

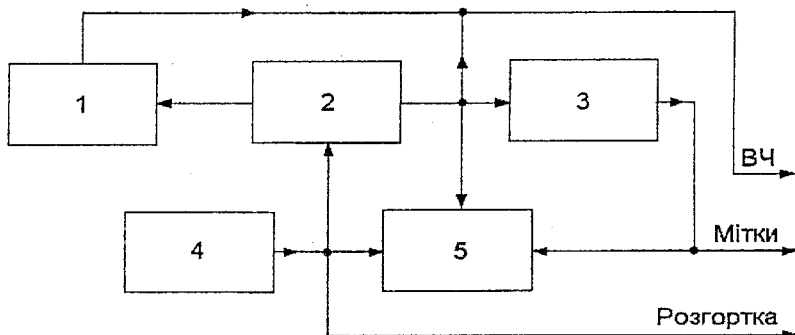


Рисунок 3.14 – Структурна схема генератора коливної частоти для настроювання ППЧ: 1 – помножувач; 2 – генератор коливної частоти; 3 – блок формування калібраційних міток; 4 – блок розгортки; 5 – блок контролю

В одиничному виробництві при розробленні дослідних зразків процес регулювання ППЧ ускладнюється невизначеністю параметрів контурів. Тому в нових розробках бажано використовувати вже наявні конструкції контурів проміжної частоти. Оскільки в цих випадках контури не піддають попередньому настроюванню, регулювання ППЧ ведуть послідовним настроюванням в резонанс від останніх каскадів і контурів до перших. Спочатку слід провести регулювання за вольтметром, а потім остаточно відпрацювати ППЧ візуальним методом. Для більшої упевненості слід відмикати АРП і гетеродин. Відмикнення гетеродина проводять таким чином. Якщо є окрема лампа, її виймають. У перетворювачі з'єднують з корпусом гетеродинну сітку (через конденсатор ємністю близько 0,1 мкФ), катод (через резистор опором близько 220 Ом, зашунтованим ємністю близько 0,1 мкФ) і опір витoku гетеродинної сітки, а сигнальну сітку від'єднують, забезпечуючи подачу напруги змінення.

Регулювання починається подачею сигналу проміжної частоти від ГСС через конденсатор ємністю 0,01–0,02 мкФ на сітку останнього каскаду ППЧ. Настроюванням контурів добиваються максимального показання індикатора. При застосуванні смугових фільтрів нерегульовні контури каскаду краще зашунтувати опором 10–30 кОм, що збільшить смугу пропускання і не матиме великого впливу на настроювання. Потім сигнал від ГСС

подають на попередній каскад і проводять аналогічне настроювання. Рівень сигналу ГСС підтримують таким, щоб на виході ППЧ його величина мало змінилася. Останніми настроюють контури перетворювача.

Коефіцієнт підсилення і смуга пропускання пов'язані між собою і визначаються за резонансною кривою. Наприклад, можна одержати великий коефіцієнт підсилення при вузькій смузі і навпаки.

Коефіцієнт підсилення характеризує чутливість ППЧ, яка задана в технічних умовах або інструкції як мінімальна напруга на вході, що забезпечує нормальний вихід, тобто отримання нормальної потужності на виході приймача.

Смуго пропускання оцінюють на рівні 0,5 резонансної кривої. При настроюванні ППЧ за вольтметром ширину смуги визначають таким чином: генератор настроюють в резонанс на проміжну частоту за максимальним показанням вольтметра на виході, потім, змінюючи за допомогою атенюатора сигнал від генератора, встановлюють нормальну вихідну напругу. Після цього розстроюють генератор в обидва боки від середньої частоти до тих пір, поки показання вольтметра не зменшаться удвічі. Величина повного змінення частоти генератора буде рівна смузі пропускання. Можна вчинити і інакше: підстроївши генератор і встановивши нормальну напругу на виході, збільшити вхідну напругу удвічі, а потім зміненням частоти генератора добитися первинного показання вольтметра на виході.

При вимірюванні смуги пропускання необхідно, щоб основний детектор працював на прямолінійній ділянці, а детектор АРП був вимкнений. При цьому в інструкції на регулювання повинна вказуватися вихідна напруга, при якій слід проводити виміри.

Найпростішим способом визначення смуги пропускання є візуальний метод настроювання. Ширину розгортки завжди можна відкалібрувати за частотою, а якщо генератор коливної частоти видає мітки із заданим інтервалом за частотою, то смуга пропускання визначається за шириною кривої на рівні 0,5.

При відпрацюванні дослідних зразків доводиться знімати повну резонансну криву (криву вибірності). Для цього після настроювання генератора на проміжну частоту і установлення на виході нормальної напруги дискретно змінюють частоту ГСС і визначають величину вхідного сигналу при одній і тій самій напрузі на виході. Потім будують графік залежності вхідного сигналу $U_{вх}$ від частоти розстроювання генератора Δf .

На рис. 3.15 зображена характерна крива вибірності ($U_{вх}$ - вхідний сигнал при настроюванні в резонанс). Смуга пропускання на рівні 0,707 визначається ділянкою а - б. Смуго можна змінити за рахунок величини коефіцієнта зв'язку між контурами смугового фільтра. Всі контури настроюють інструментом (викрутками або торцевим ключем). Після закінчення настроювання відрегульовані елементи повинні бути зафіксовані фарбою.

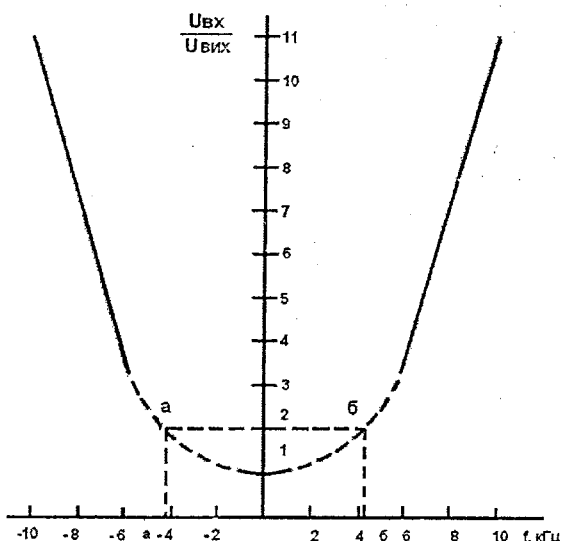


Рисунок 3.15 – Характерна крива частотної характеристики ППЧ приймача

3.5 Регулювання і контроль високочастотної частини приймача

Високочастотна (радіочастотна) частина приймача складається з вхідного кола, підсилювача високої (радіо) частоти (ПВЧ) і перетворювача частоти. Робота високочастотної частини визначає такі основні параметри супергетеродинного приймача: перекриття діапазонів частот, що приймаються; рівень власних шумів; вибірність за дзеркальною і проміжною частотами; стійкість підсилення в заданій смузі частот і т. д. В радіомовних приймачах з УКХ діапазоном високочастотна частина УКХ діапазону виконується окремо від високочастотної частини ДХ, СХ і КХ діапазонів у вигляді закінченого УКХ блока. На рис. 3.16 показана схема високочастотної частини АМ діапазонів (для спрощення схема зображена для одного діапазону КХ). Вхідне коло складає контур $L_1C_5C_2C_3C_4$, що настраюється конденсатором C_4 . Через відвід котушки L_1 сигнал, що приймається, надходить на базу транзистора T_1 каскаду підсилення високої частоти ПВЧ. Навантаженням ПВЧ слугує одиночний резонансний контур $L_2C_9C_{10}C_{11}C_{12}$, що настраюється конденсатором C_{12} . Паралельно цьому контуру увімкнений фільтр L_3C_{24} , настроєний на проміжну частоту 465 кГц і слугує для подавлення напруги завад, що потрапляють на вхід ПВЧ на частотах близьких або рівних проміжній частоті. Через конденсатор C_{13} сигнал прохо-

дить на базу транзистора T_2 каскаду перетворювача частоти; на емітер цього транзистора подається сигнал від гетеродина, що складений на транзисторі T_3 . Навантаженням перетворювача є перший смуговий фільтр підсилювача проміжної частоти. В діапазоні УКХ транзистори T_1 і T_2 працюють як підсилювачі проміжної частоти ЧМ сигналу.

Регулювання високочастотної частини приймача включає в себе настроювання вхідного кола, ПВЧ (резонансного підсилювача) і спряження настроювань високочастотних контурів і гетеродина. Спряження настроювань високочастотних контурів і контурів гетеродина для забезпечення сталої проміжної частоти в усьому діапазоні частот, що приймаються, є одним з важливих елементів настроювання супергетеродинного приймача. При ідеальному спряженні різниця між частотою гетеродина f_e і частотою настроювання високочастотних контурів (контурів сигналу) f_c повинна точно дорівнювати проміжній частоті f_{np}

$$f_{np} = f_e - f_c.$$

Точне спряження настроювань в одному діапазоні можна отримати, застосувавши спеціальний конденсатор змінної ємності, у якого залежності змінення ємності від кута повороту ротора (α°) різні для високочастотної і гетеродинної секцій. В багатодіапазонних приймачах використовують конденсатори змінної ємності з однаковими секціями, при цьому точне настроювання досягається в одній, двох чи трьох точках діапазону в залежності від виду сумісного настроювання (рис. 3.17).

При спряженні потрібно забезпечити різне перекриття за частотою настроювання вхідних і гетеродинних контурів. Це досягається включенням в гетеродинний контур (або у вхідний, якщо частота гетеродина нижча частоти прийманого сигналу) додаткових конденсаторів спряження $C_{нар}$ і $C_{нос}$ (C_{17} чи C_{20} на рис. 3.16).

Спряження в одній точці проводиться без конденсаторів спряження і застосовується у вузьких (розтягнутих) КХ діапазонах. Таке спряження настроювань досягається на середній частоті діапазону. Для нормальної роботи приймача розузгодження настроювань на краях діапазону $f_{c,d}$ не повинно перевищувати половини ширини смуги пропускання ВЧ контурів ($\Delta F_{с.ч}$)

$$f_e - f_{c,d} - f_{np} \leq \frac{\Delta F_{с.ч}}{2}.$$

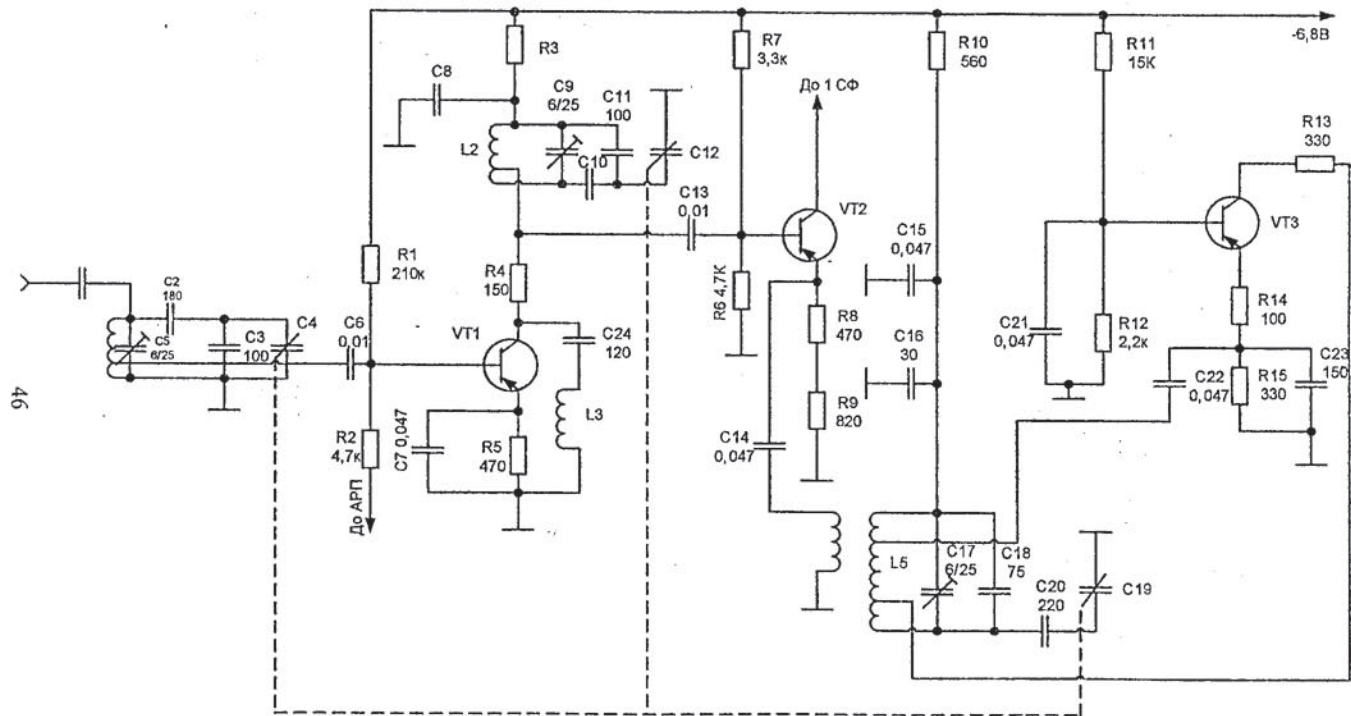


Рисунок 3.16 – Схема високочастотної частини АМ діапазону

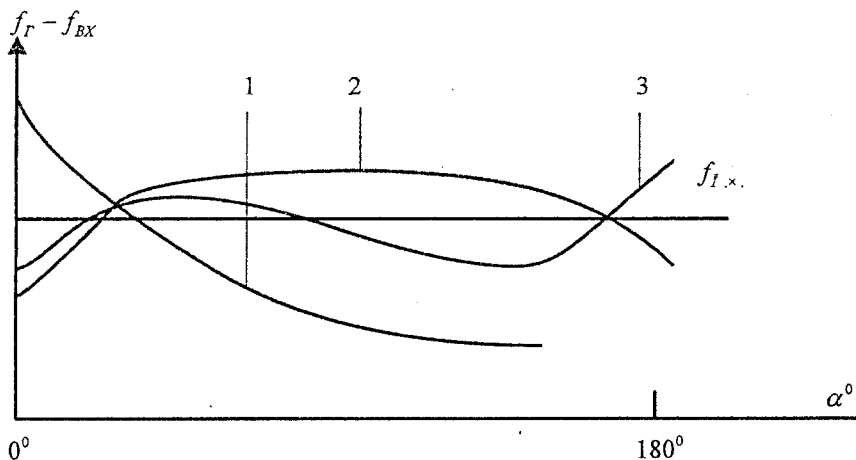


Рисунок 3.17 – Спряження контурів радіоприймача:
1 – в одній точці; 2 – в двох точках; 3 – в трьох точках

Для досягнення спряження в одній точці на вхід приймача подають сигнал на середній частоті діапазону і настраюють приймач на цю частоту за максимальним показанням вольтметра, підімкненого до входу приймача.

Потім зміненням індуктивності чи ємності високочастотного (вхідного) контуру настраюють цей контур, добиваючись максимальних показань вольтметра.

Спряження в двох точках діапазону досягається за допомогою одного з конденсаторів $C_{пар}$ чи $C_{нос}$ і застосовується рідко.

Настроювання спряженням в трьох точках діапазону може здійснюватися по-різному.

Якщо відомі частоти точного спряження f_a , f_n і $f_{сер}$ (їх легко розрахувати), елементи, що визначають спряження настраювань L_e , $C_{пар}$, $C_{нос}$, підбираються методом послідовного наближення, і ніяких особливих вимог до вибору їх попередніх величин не ставиться. Такий метод спряження називається методом трьох частот. Цей метод потребує попереднього настроювання високочастотних контурів, а це дещо ускладнює спряження.

Настроювання спряженням методом двох частот здійснюється за відомими частотами точного спряження f_a і f_n . При цьому необхідно знати точну ємність спряжувального конденсатора $C_{нос}$. Ємність $C_{пар}$ і індуктивність L_e підбираються методом послідовного наближення. В схемі гетеродина як конденсатор $C_{нос}$ має бути задіяний конденсатор з ємністю рівною тій, що розраховується з допуском не більше 2-3 %, що обмежує застосування методу.

Але при спряженні за методом двох частот гетеродинні контури можна настроювати незалежно від вхідних, що значно спрощує спряження.

Спряження за методом двох частот здійснюється по-різному, в залежності від того, відомо чи невідомо положення частот f_e і f_n на шкалі приймача. При настроюванні приймачів заводського типу ці частоти відомі, і можна здійснити спряження при ненастроєних вхідних контурах. До сигнального входу змішувача подають напругу на частоті точного спряження f_n . Встановлюють показник настроювання приймача на відповідну точку шкали. Змінюючи за допомогою осердя індуктивність котушки L_e , добиваються максимальних показань вольтметра, підімкненого до виходу приймача. Перестроюють приймач на частоту точного спряження f_e , і подають напругу сигналу відповідної частоти. За допомогою підстроювального конденсатора C_{npr} гетеродинного контуру добиваються максимальних показань вольтметра. Настроювання контуру на f_e і f_n повторюють кілька разів, поки змінення положень осердя котушки і ротора підстроювального конденсатора не призведуть до наступного збільшення показів вольтметра.

Високочастотні і вхідні контури настроюють послідовно, починаючи з найближчого до перетворювального каскаду ПВЧ. По черзі подають на вхід каскаду, що настроюється, сигнал на нижній і верхній частотах точного спряження. Настроївши приймач за допомогою ручки настроювання на потрібну частоту за максимальними показаннями вольтметра, підімкненого до його виходу, підстроюють високочастотний контур каскаду на нижній частоті зміненням індуктивності контуру L_2/L_1 , а на верхній частоті – за допомогою підстроювального конденсатора, який підімкнений до паралельного контуру C_6C_1 . При настроюванні вхідних контурів сигнал подається на антенний вхід приймача через еквівалент антени.

УКХ блок радіоприймача (рис. 3.18) складається з підсилювача високої частоти на транзисторі VT_1 і перетворювача частоти зі встроєним гетеродином на транзисторі VT_2 . Діод VD_1 , увімкнений паралельно вхідному контуру ПВЧ, виконує роль своєрідного АРП, шунтуючи контур при великих вхідних сигналах. Варикап (varicap) VD_2 , увімкнений в контур гетеродина, працює в схемі автоматичного підстроювання частоти АПЧ. Вхідний контур L_1L_2 настроєний на середню частоту діапазону, що приймається. Перестроювання вихідного контуру ПВЧ і гетеродинного контуру здійснюється діаманітними осердями. Робота схеми АПЧ базується на тому, що ємність варикапа VD_2 залежить від прикладеної напруги. Керуюча напруга знімається з частотного детектора. Якщо проміжна частота не рівна частоті настроювання частотного детектора, на його виході з'являється постійна напруга, пропорційна розстроюванню.

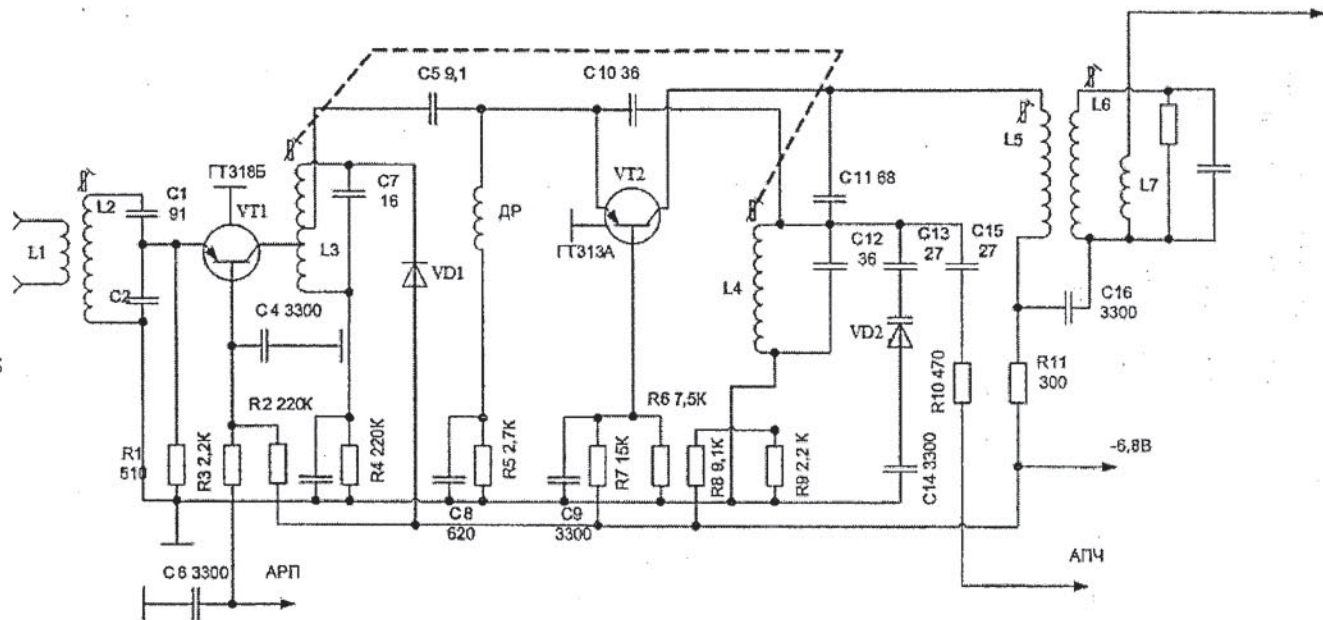


Рисунок 3.18 – Електрична принципова схема УКХ блока радіоприймача

Ця напруга подається на варикап, змінює його ємність і перестроює частоту гетеродина так, щоб проміжна частота наблизилася до частоти настроювання детектора.

Настроювання УКХ блока зводиться до такого: настроювання фільтра проміжної частоти L_5L_6 на частоту 6,8 МГц, установлення заданого перекриття частот контуру гетеродина підбором конденсатора C_{12} , спряженням настроювань контуру гетеродина і вихідного контуру ПВЧ підбором конденсатора C_7 на середній частоті діапазону і настроювання вихідного контуру на цю ж саму частоту. Оцінити перекриття частот контуру гетеродина можна, визначивши за допомогою ГСС границі діапазону сигналів, що приймаються. Зменшення ємності конденсатора C_{12} зсовує цей діапазон в область більш високих частот, а збільшення – у бік більш низьких частот, при цьому добиваються перекриття номінального діапазону частот. Спряження настроювань контурів гетеродина L_4 вихідного контуру ПВЧ L_3 і вхідного контуру L_1L_2 не відрізняється від того, що розглядався.

3.6 Контроль основних параметрів радіоприймачів

Для контролю основних параметрів радіоприймача до його входу підводять сигнал від генератора стандартних сигналів відповідного діапазону і вимірюють вихідну напругу електронним вольтметром або за допомогою осцилографа.

При контролі суттєве значення має спосіб подачі сигналу до приймача, який залежить від типу антени, яка використовується. Сучасні радіомовні і приймачі зв'язку в основному використовують зовнішню (ненастроєну) і внутрішню (рамкову феритову) антени. При контролі приймачів, які працюють із зовнішніми антенами, ГСС потрібно підмикати до входу приймача через еквівалент антени, параметри якого вибираються так, щоб у сумі з внутрішнім опором ГСС, сумарний опір був рівний опору антени.

При малому внутрішньому опорі ГСС його вплив на вибір параметрів еквівалента антени буде незначним. Більшість ГСС мають внутрішній опір біля 75 Ом, тому сумарний опір визначається головним чином опором еквівалента антени.

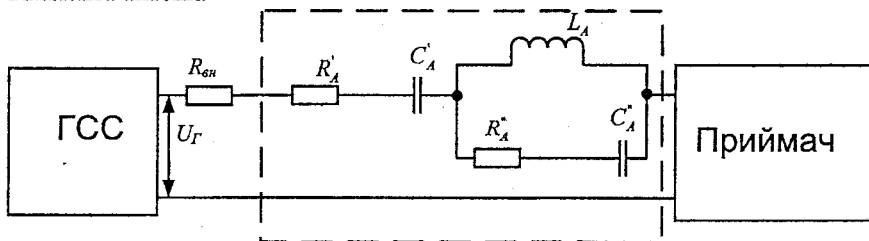


Рисунок 3.19 – Стандартний еквівалент антени радіомовних приймачів

При контролі приймачів і радіол діапазону довгих, середніх і коротких хвиль використовують стандартний еквівалент антени (рис. 3.19), параметри якого передбачені ГОСТ 9783-71. В приймачах метрових хвиль антена приєднується до входу при допомозі фідера, хвильовий опір якого повинен бути рівний опору випромінювання антени. Коли внутрішній опір ГСС $R_{вн}$ менший хвильового опору фідера ρ_{ϕ} , застосовують схему підімкнення генератора, зображену на рис. 3.20.

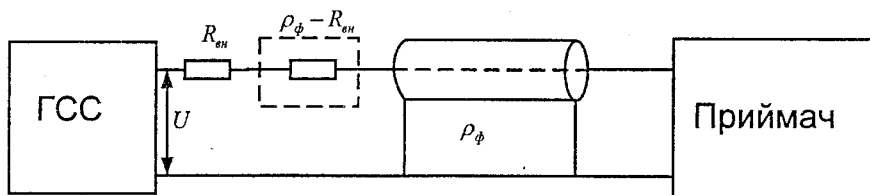


Рисунок 3.20 – Схема підімкнення генератора до приймача метрового діапазону

Для підімкнення ГСС з асиметричним кабелем до приймача з симетричним входом, розрахованим на роботу з визначеною антеною, необхідно узгоджувати його вхід з генератором $R_{ек}$.

Кращі результати узгодження дає схема з узгоджуючою ланкою (рис. 3.21).

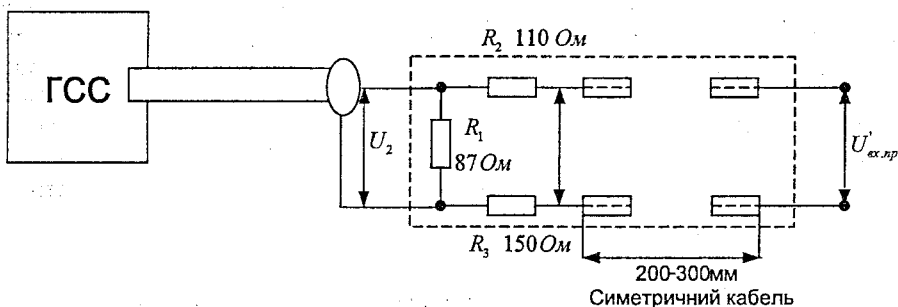


Рисунок 3.21 – Схема узгоджуючої ланки підімкнення генератора сигналів до входу УКХ блока приймача

Для визначення деяких параметрів приймача до його входу необхідно одночасно підмикати два генератори, що імітують корисний сигнал і сигнал завади сигнали. При одночасній подачі слабого і сильного сигналів з метою зменшення шунтуючої дії генераторів, що призводить до зменшення вхідних сигналів, в еквіваленті антени (рис. 3.22) $R_{вн2} + R_{A2}$ вибирають

значно більшу, ніж $R_{en1} + R_{A1}$. При випробовуваннях радіомовних приймачів і радіол сильний паразитний сигнал підводять від генератора ГСС I з увімкненням $R_{en1} + R_{A1} = 89$ Ом, а слабкий корисний сигнал підводять від генератора ГССII з увімкненням $R_{en2} + R_{A2} = 800$ Ом.

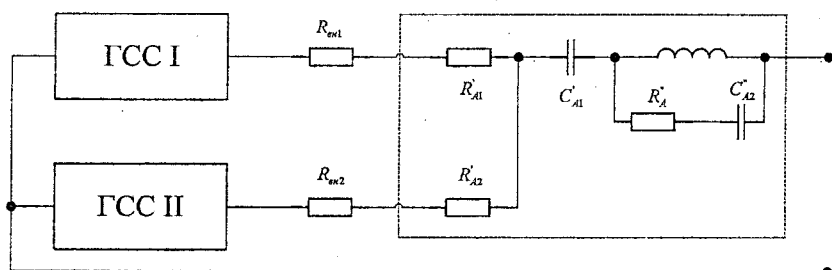


Рисунок 3.22 – Схема підключення двох генераторів сигналів до приймача через додаткові опори

Напруга сигналу завади визначається добутком шкали ГССII та коефіцієнта 0,1.

При застосуванні в приймачі внутрішньої рамкової (феритової) антени значення вхідного сигналу визначається напруженістю поля в місці знаходження антени. В простому виконанні для отримання поля певного значення до генератора сигналів підмикають рамку і встановлюють її на такій відстані від приймача, щоб можна було визначати напруженість поля за показаннями подільника генератора. Якщо у генератора відімкнути опір навантаження і послідовно з рамкою Р заданих геометричних розмірів увімкнути безіндукційний опір $R = 80$ Ом, то можна вважати, що напруженість поля на відстані 1 м від рамки буде визначатися показанням генератора. Рамку виконують у вигляді квадратного, а інколи круглого витка мідного проводу. Квадратна рамка може бути виконана із проводу діаметром 4,5 - 5 мм з розміром сторін 380×380 мм (рис. 3.23). Недоліком даного способу є можливість дії різних шкідливих полів, що знижують точність вимірів.

Застосування екранованого приміщення, в якому створюють поле заданої напруженості (див. рис. 3.21), ліквідує вказаний недолік. В цьому випадку як передавальна антена ГСС використовується провідник, закріплений через ізолятори до протилежних стінок приміщення на відстані l_a від стелі. Один вивід ГСС з'єднується з провідником, а другий – з екраном приміщення. Провідник навантажують на опір R_0 , рівний хвильовому опору лінії, що утворена провідником і екраном приміщення. Приймальна рамкова антена повинна бути розміщена усередині приміщення.

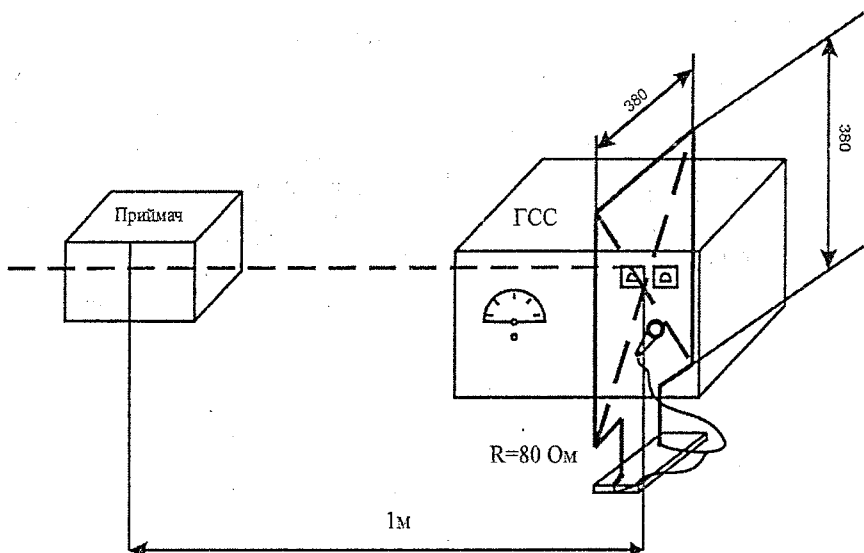


Рисунок 3.23 – Розташування рамки і магнітної антени для настроювання і визначення параметрів приймача по полю

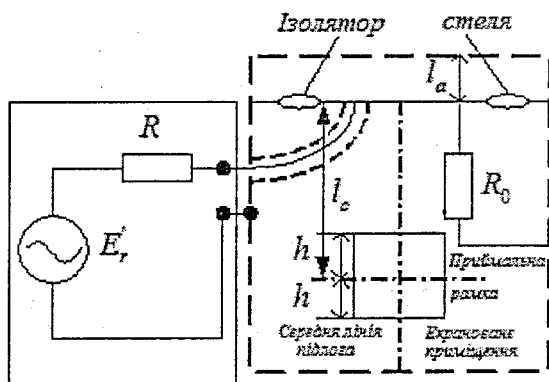


Рисунок 3.24 – Схема створення електромагнітного поля в екранованій камері

3.6.1 Визначення перекриття частот діапазону і перевірка точності градуювання шкали

Визначення даних параметрів може здійснюватися за допомогою ряду приладів (генератора стандартного сигналу, гетеродинного частотоміра й кварцового калібратора відповідних діапазонів), вибір яких залежить від необхідної точності вимірів. Приблизне визначення точності градуювання шкали може здійснюватися за відомими частотами радіостанцій.

Діапазон частот сигналів, що приймаються радіоприймачем, і запас перекриття визначаються значеннями крайніх частот. Точність градуювання шкали радіоприймачів перевіряється в трьох точках кожного діапазону частот: на частотах в середині шкали в точках, які 10 - 20 % відстають від її початку і кінця. Перевірка крайніх частот діапазону і точності градуювання шкали проводиться шляхом настроювання приймача на сигнал найкращої частоти за максимальними показаннями приладу, увімкненого на його виході. Як вихідний пристрій може використовуватися електронний вольтметр або осцилограф. В приймачах телефонних і телеграфних сигналів паралельно пристрою вмикають телефон.

При перевірці точності градуювання за допомогою ГСС (рис. 3.25) встановлюють потрібну частоту діапазону на шкалі приймача, настроюють на неї ГСС з відповідною модуляцією за максимумом показів вихідного приладу. Із настроюванням зменшують силу сигналу з тим, щоб виключити дію автоматичного регулювала підсилення (АРП). Якщо дозволяє конструкція приймача, то систему АРП потрібно відмикати. При вимірах регулятор ширини смуги (тембра) ставлять в положення вузької смуги, а регулятор підсилення (гучності) - на максимальне підсилення.

У разі перевірки приймачів ЧМ сигналів судити про якість настроювання в резонанс на частоту ультракоротких хвиль (УКХ) ГСС ЧМ за модулюючою напругою на виході дуже складно, бо значення цієї напруги залежить не тільки від точності настроювання на носійну частоту, але і від дії обмежувача амплітуди. Тому настроювання проводять за напругою на виході ППЧ (вході обмежувача амплітуди) або за постійною напругою, яка залежить від частоти і середньої величини сигналу, що приймається, вимірюваного у відповідних точках частотного детектора при подачі на вхід немодульованої напруги на носійній частоті.

Настроювання приймача ЧМ сигналів можна також виконувати за мінімумом шуму на його виході при подачі на вхід від ГСС амплітудно-модульованого сигналу ($m = 30\%$, $f = 1000 \text{ Гц}$) на заданій носійній частоті. Визначивши за шкалою ГСС фактичне значення частоти сигналу f_c , порівнюють його зі значенням частоти на шкалі приймача $f_{c,пр}$ і знаходять абсолютну похибку

$$\Delta f = \pm (f_{c,np} - f_c).$$

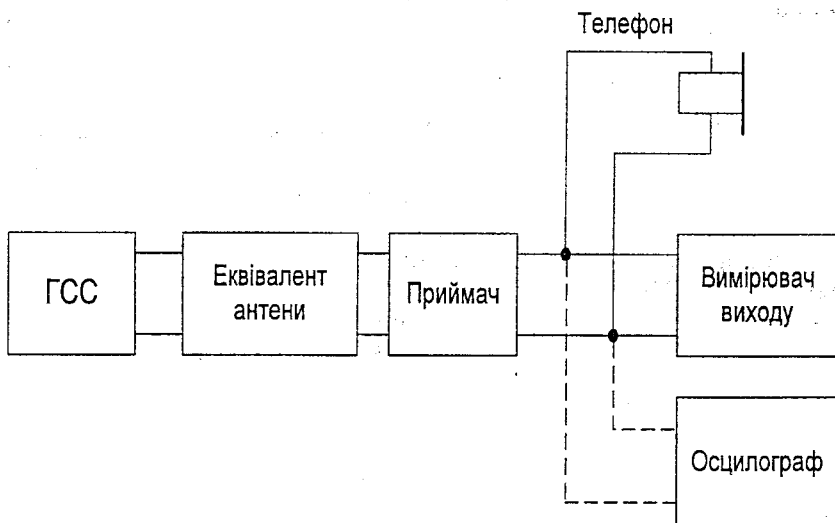


Рисунок 3.25 - Структурна схема контролю діапазону частот і точності градуювання за допомогою ГСС

Відносна похибка δ_f (%) визначається як відношення абсолютної похибки Δf до частоти за шкалою приймача $f_{c,np}$

$$\delta_f = \pm \frac{\Delta f}{f_{c,np}} \cdot 100.$$

Особливістю перевірки за допомогою кварцового калібратора є те, що він не дозволяє плавно перекривати широкий діапазон частот, оскільки дає лише ряд стабільних опорних точок.

При перевірці приймачів АМ сигналів, в яких відсутній другий гетеродин, до їх входу підводять амплітудно-модульовані коливання кварцового калібратора і здійснюють настроювання за максимумом вихідної напруги.

Перевірка точності градуювання шкали приймача може також здійснюватись за допомогою гетеродинного частотоміра (рис. 3.26), що призначений для виміру частоти методом нульових биттів. Для підвищення точності виміру частоти застосовується метод вторинних биттів.

У випадку неможливості застосування амплітудної модуляції частоти частотоміра здійснюють виміри за допомогою ГСС АМ, а потім перевіряють його точність гетеродинним частотоміром методом биттів.

Аналогічно за допомогою гетеродинного частотоміра можна підвищувати точність вимірів при перевірці приймачів ЧМ сигналів УКХ ГСС ЧМ.

Проводячи виміри одним з розглянутих способів, підраховують відносну похибку градування δ_f у відсотках.

3.6.2 Визначення чутливості

В багатодіапазонних приймачах визначення чутливості здійснюється, як говорилося вище, в трьох точках кожного діапазону. На розтягнутих діапазонах виміри виконують на середній частоті шкали.

Визначення чутливості починають з виміру рівня власних шумів приймача. Вимірювання напруги шумів бажано проводити при відімкнених системах АРП і АПЧ, які обмежують амплітуду сигналу і шумів. Для виключення дії паразитних сигналів і завад виміри потрібно проводити в екранованому приміщенні. Встановивши регулятори підсилення і ширини смуги пропускання частот в положення, що забезпечує максимальне підсилення і широку смугу, на вхід приймача через еквівалент антени подають сигнал певної частоти і модуляції.

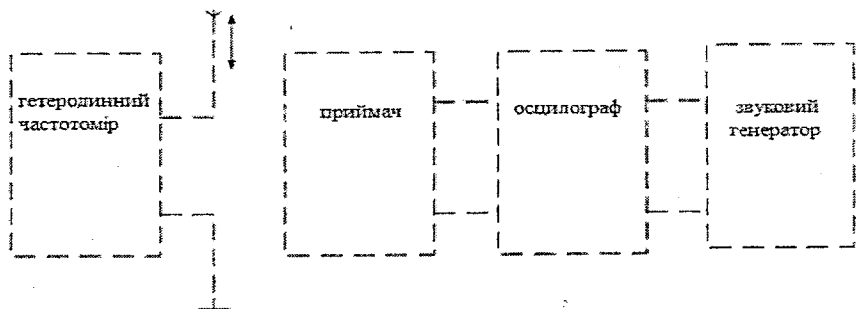


Рисунок 3.26 – Структурна схема перевірки точності і градування шкали приймача за допомогою гетеродинного частотоміра

Приймач настроюють на частоту сигналу за максимальною напругою на виході, для цього встановлюють вхідну напругу, що забезпечує задану вихідну потужність, вимикають модуляцію і вимірюють вихідну напругу шумів. Якщо відношення напруги сигналу до напруги шуму на виході приймача більше заданого значення, то регулятор підсилення приймача залишається в положенні максимального підсилення. Якщо ж це відношення менше заданого, то регулятором підсилення зменшують підсилення приймача і встановлюють напругу шумів на виході, в задане число разів менше напруги корисного сигналу. Вмикають модуляцію ГСС і, не чіпаючи регуляторів приймача, встановлюють таку напругу від ГСС, при якій на виході приймача буде задана потужність (напруга). Чутливість приймача визначається напругою, яка підводиться від ГСС через стандартний еквівалент антени.

При малому рівні напруги шумів і роботі детектора на квадратичній ділянці на вихід вмикається пристрій з лінійною характеристикою. Якщо дана умова не виконується, то вихідний вимірювальний пристрій повинен мати квадратичний детектор і підмикатися до детектора приймача.

При випробуваннях приймачів частотно-модульованих сигналів між УКХ ГСС ЧМ і несиметричним входом приймача замість еквівалента антени вмикають узгоджуюче коло.

Якщо вхідний опір приймача і вихідний опір УКХ ГСС ЧМ рівні, то узгоджуюче коло не вмикається. Особливістю визначення чутливості приймача ЧМ сигналів є необхідність використання ГСС, що дозволяє здійснювати частотну модуляцію, і вибір точок підімкнення вихідних приладів, покази яких не повинні залежати від дії обмежувача амплітуди. Для визначення чутливості приймача ЧМ сигналів на його вхід подають напругу від УКХ ГСС ЧМ з певною девіацією частоти Δf , що здійснюється модулюючим сигналом заданої частоти F .

Вибір модулюючої частоти F і девіації частоти Δf визначається призначенням приймача. Для радіомовних приймачів, відповідно до ГОСТ 9783-71, прийнято $F = 1000$ Гц і $\Delta f = \pm 15$ кГц.

Встановивши задані вхідні показники, настроюють приймач і добиваються отримання на виході номінальної потужності (напруги) при мінімальній амплітуді сигналу на вході. Отримана при цьому вхідна напруга і буде чутливістю приймача ЧМ сигналів. Чутливість приймача оцінюється показниками УКХ ГСС ЧМ, якщо він градуїований за напругою на узгодженому навантаженні, або за показаннями УКХ ГСС ЧМ, діленням на два, якщо він градуїований в значеннях ЕРС.

Порівнюючи напругу на виході приймача при сигналі з частотою модуляції і без неї, тобто при дії напруги шумів, визначають відношення $U_{с.вих} / U_{ш.вих}$, яке повинно бути менше заданого. Якщо ця умова не виконується, проводять таке ж саме регулювання підсилення приймача і виміри, як і у приймачах АМ сигналів.

Методи визначення чутливості приймача з внутрішньою (рамковою, феритовою) антеною відрізняються від розглянутих тим, що атенюатори ГСС встановлюють таку напруженість поля в місці розташування приймальної антени, яка необхідна для отримання на виході приймача заданих показників.

Точність визначення чутливості залежить від похибок, що викликаються неточністю установлення носійної частоти, коефіцієнта глибини модуляції, вихідної напруги генератора сигналу, а також від можливих помилок при визначенні максимуму у вихідній напруги. Але, якщо врахувати, що чутливість змінюється із зміною частоти сигналу, що приймається, і при заміні активних елементів, то необхідність в забезпеченні дуже високої точності вимірів відпадає.

3.6.3 Характеристики вибірності

Характеристики вибірності звичайно знімають при настроюванні приймача на частоти, що відповідають початку, середині і кінцю кожного з діапазонів.

Визначення вибірності за сусіднім каналом може здійснюватися методами одного чи двох сигналів.

Визначення вибірності за сусіднім каналом приймача АМ сигналів методом одного сигналу здійснюється при подачі на його вхід через еквівалент антени на певній частоті напруги від ГСС АМ із заданою глибиною модуляції. Приймач настроюють і розглянутим вище методом вимірюють чутливість. Частоту ГСС АМ змінюють на значення заданого розстроювання (для радіомовних приймачів АМ сигналів $\Delta f \pm 10$ кГц) і встановлюють таку вихідну напругу ГСС АМ U_M , щоб отримати на виході приймача нормальну напругу (потужність).

Відношення знову вимірної вихідної напруги приймача U_M до чутливості на частоті корисного сигналу f_c , вираженого в децибелах, і характеризує вибірність за сусіднім каналом

$$S_{в.с.к.} = 20 \lg \frac{U_M}{U_C}.$$

Для зняття характеристики вибірності приймача після визначення чутливості на резонансній частоті вимірюють напругу на вході приймача через визначені частотні інтервали. За отриманими даними вхідної напруги визначають вибірність для кожного значення розстроювання і будують характеристику вибірності (див. рис. 3.15).

Визначення вибірності за сусіднім каналом приймача ЧМ сигналів здійснюється при подачі на його вхід через еквівалент антени на певній частоті частотно-модульованої напруги від ГСС ЧМ із заданою девіацією частоти; для радіомовних приймачів $\Delta f = \pm 15$ кГц, $F = 1000$ кГц.

Настроївши приймач на частоту ГСС ЧМ, визначають напругу на його вході відповідну номінальній чутливості. Включають модуляцію і підстроюють приймач за максимумом (мінімумом) постійної напруги, у певних точках частотного детектора фіксують значення цієї напруги.

Розстроюють ГСС ЧМ по черзі в обидва боки від частоти точного настроювання на задане значення і встановлюють таку напругу на вході приймача від ГСС ЧМ, щоб покази вольтметра постійної напруги залишалися рівними раніше визначеному значенню при точному настроюванні. При цьому настроювання приймача не повинне змінюватися. Показником вибірності буде відношення напруги ГСС ЧМ при розстроюванні до напруги при точному настроюванні, вираженої в децибелах.

Користуючись характеристикою вибірності за сусіднім каналом, можна визначити ширину смуги пропускання на будь-якому заданому рівні. Ширину смуги можна також визначити, користуючись методом аналогічним вимірюванню вибірності.

Настроївши приймач на вибрану частоту і плавно змінюючи частоту ГСС, знаходять такі частоти, на яких напруга від ГСС була б у певне число разів більша напруги при настроюванні приймача на частоту корисного сигналу і забезпечувала б отримання на виході приймача нормальної напруги.

Ширина смуги пропускання $\Delta f_{0,7}$ визначається як різниця максимальної f_2 і мінімальної f_1 частот ГСС, при яких виконуються вказані умови

$$\Delta f_{0,7} = f_2 - f_1.$$

Визначення ширини смуги пропускання приймачів ЧМ сигналів відрізняється від визначення ширини смуги пропускання приймачів АМ сигналів тим, що при змінні частоти сигналу на вході, підтримують незмінною постійну напругу на певних елементах частотного детектора, а не змінну напругу (потужність) на виході всього приймача.

Підвищення точності визначення вибірності і ширини смуги пропускання приймача ЧМ сигналів досягається введенням в схему вимірювання гетеродинного частотоміра, що дозволяє більш точно визначити розстроювання.

При наявності в приймачі внутрішньої антени визначення вибірності і ширини смуги пропускання здійснюють за розглянутими вище методиками, використовуючи для підведення сигналу схеми, які показані на рис. 3.23 і рис. 3.24.

Для визначення вибірності приймача в умовах, близьких до реальних, використовується метод двох сигналів, що дозволяє виявити ступінь подавлення завади або сигналу при детектуванні.

В теорії детектування встановлено, що при одночасній дії на детектор двох модульованих сигналів має місце подавлення слабкого сигналу сильним і при цьому зменшується коефіцієнт передачі сильного сигналу. Таким чином, процес детектування безінерційним детектором веде до підвищення вибірності.

В приймачах з АРП зменшення коефіцієнта передачі детектора під дією паразитного сигналу призводить до послаблення дії АРП і, отже, до деякого збільшення підсилення корисного і паразитного сигналів. Методики визначення вибірності методом двох сигналів для приймачів АМ і ЧМ в основному однакові. До входу приймача через еквівалент антени (див. рис. 3.22) підмикають два генератори, що імітують корисний і паразитний сигнали і дозволяють реалізувати потрібну модуляцію. Включають генератор

корисного сигналу і, встановивши відповідні напруги, носійну частоту і модуляцію, настроюють ГСС за максимумом вихідної напруги (потужності). При цьому напруга паразитного сигналу на вхід не подається, хоча генератор підімкнений. Регулятором підсилення приймача встановлюють таку вихідну напругу (потужність), при якій спотворення не перевищують допустимих значень. Вимикають модуляцію корисного сигналу. Вмикають джерело паразитного сигналу і встановлюють частоту, яка визначається як сума частот корисного сигналу і заданого розстроювання

$$f_M = f_C + (\pm \Delta f).$$

Реалізують потрібну модуляцію паразитного сигналу. Змінюючи напругу паразитного сигналу, встановлюють вихідну напругу (потужність), в задане число разів меншу, ніж при подачі корисного сигналу.

Відношення напруги паразитного сигналу до напруги корисного сигналу на вході приймача, виражене в децибелах, є показником вибірності.

Супергетеродинні приймачі характеризуються також вибірностями за дзеркальним каналом і за проміжною частотою.

3.6.4 Вибірність за дзеркальним каналом

Дзеркальний канал розташований від основного на подвійну проміжну частоту $2f_{\text{пр}}$ в бік більших частот при $f_r > f_c$ і в сторону менших частот при $f_r < f_c$. Вибірність за дзеркальним каналом оцінюється відношенням напруги паразитного сигналу при вказаному розстроюванні до напруги на частоті корисного сигналу, що забезпечує отримання на виході приймача незмінної потужності (напруги). Настроївши приймач на найвищу частоту піддіапазону, визначають напругу, яка відповідає чутливості U_c , потім, не змінюючи настроювання приймача, настроюють ГСС на частоту дзеркального каналу за максимальною напругою (потужністю) на виході приймача.

Встановлюють вхідну напругу U_3 такою, що забезпечує на виході приймача нормальну напругу (потужність). Відношення напруги U_3/U_c , виражене в децибелах, і є показником послаблення дзеркального каналу

$$S_s = 20 \lg \frac{U_3}{U_c}.$$

3.6.5 Вибірність за проміжною частотою

Вибірність за проміжною частотою характеризується відношенням напруги проміжної частоти (або близької до неї) до напруги частоти корис-

ного сигналу, на яку настроєний приймач. Настроївши приймач на частоту, найбільш близьку до проміжної частоти, визначають напругу, що відповідає чутливості U_C , потім, не змінюючи настроювання приймача, подають на його вхід велику напругу проміжної частоти і, змінюючи частоту ГСС в невеликих межах, добиваються отримання на виході нормальної потужності (напруги) при мінімальній вхідній напрузі $U_{\text{ПР}}$

$$S_{\text{вПР}} = 20 \lg \frac{U_{\text{ПР}}}{U_C}.$$

У приймачів з подвійним перетворенням частоти визначення ослаблення за другим дзеркальним каналом і за другою проміжною частоті здійснюється аналогічно тільки на вхід приймача подається відповідно в першому випадку напруга з частотою $f_C \pm 2f_{\text{ПР}2}$, а в другому – з частотою $f_{\text{ПР}}$.

В багатопдіапазонних приймачах всі види вибірності визначають на кожному діапазоні.

Крім розглянутих способів визначення характеристик вибірності за сусіднім і дзеркальним каналах, а також ширини смуги пропускання може використовуватися візуальний спосіб, що дозволяє продивитися характеристики на екрані ЕПТ. Для візуального стеження за характеристиками користуються вимірювачами амплітудно-частотних характеристик, діапазони робочих частот яких повинні перекривати діапазони частот досліджуваного приймача

Одночасно з вимірюванням вибірності приймачів ЧМ сигналів необхідно визначити ступінь ослаблення (подавлення) паразитної амплітудної модуляції. Для цього на вхід приймача подають сигнал рівний за значенням номінальній чутливості приймача і модульований напругою заданої частоти з певною девіацією. Регулятором підсилення встановлюють потрібну вихідну напругу.

Якщо паралельно електронному вольтметру увімкнути осцилограф, то при правильному настроюванні на екрані, крім лінії, нічого не повинно бути. Подають на вхід АМ сигнал рівний ЧМ сигналу з глибиною модуляції 30%. У випадку несиметрії схеми частотного детектора на виході з'явиться напруга з частотою модуляції ГСС. Визначивши значення цієї напруги, знаходять показник подавлення амплітудної модуляції при точному настроюванні як відношення напруг на виході приймача при частотній і амплітудній модуляціях, виражене в децибелах.

Оскільки при розстроєнні в силу властивостей частотних детекторів вплив амплітудної модуляції зростає, виміри повторюють при ряді значень розстроювання ГСС АМ відносно резонансної частоти в заданому діапазоні частот. Іноді виміри виконують при різних вхідних напругах.

Для підвищення точності вимірів частот розстроювання можна користуватися методом нульових биттів, що здійснюється за допомогою гетеродинного частотоміра і ГСС ЧМ.

Залежність якості відображення від ширини смуги пропускання всього тракту підсилення приймача приводить до необхідності зняття кривої правильності, яка являє собою залежність напруги на виході приймача від частоти модуляції. З цією метою до входу приймача підмикають ГСС, а до виходу – електронний вольтметр. Налаштувавши приймач, як і при визначенні чутливості, збільшують напругу сигналу від ГСС в 10 - 20 раз. Це збільшення сигналу викликане бажанням отримати на виході приймача достатньо великі амплітуди складових бічних частот, які послаблюються схилами резонансних кривих. З метою уникнення перенавантаження каскадів після детектора і зменшення можливості виникнення нелінійних спотворень регулятором підсилення встановлюють вихідну потужність (напругу) рівну 0,1-0,25 номінального значення. Положення регуляторів ширини смуги (тембру) як правило задається. Викликає інтерес зняти характеристики при вузькій і широкій смугах пропускання. Для зняття кривої правильності вимірюють вихідні напруги приймача, які відповідають зміненню частоти модуляції в заданих межах при незмінній глибині модуляції і амплітуді модулюючого сигналу. Крива залежності відношень цих напруг до напруги на певній частоті і є частотною характеристикою всього підсилювального тракту приймача. Зазвичай характеристику будують в логарифмічному масштабі.

3.7 Характерні несправності

Розглянемо найбільш характерні несправності приймачів, які виникають в процесі їх виробництва.

Якщо при ввімкненні приймача в мережу відсутнє розжарення ламп і нагрівається силовий трансформатор, (або перегорє запобіжник), це означає, що відбулося коротке замикання в колі розжарення. Необхідно ретельно проглянути монтаж, особливо в місцях паянь, і усунути замикання.

Наявність сильного фону змінного струму свідчить про несправність блока живлення, обрив в конденсаторах фільтра, замикання в обмотці дроселя з корпусом або анодного чи колекторного живлення з іншими колами і т. д. В цьому випадку потрібно ретельно оглянути монтаж і при необхідності замінити дефектні елементи.

Свист в супергетеродинних приймачах при настроюванні на станцію вказує на наявність паразитної генерації у високочастотних каскадах або ППЧ. Для ліквідації цього слід переконатися у справності кіл розв'язки між транзисторами, надійності екранування, правильності режимів транзисторів і відсутності зв'язку між проводами. У відпрацьованих схемах виникнення генерації є наслідком застосування при монтажі довгих, паралельно

розташованих проводів і дефектних деталей. При цьому необхідно максимально скоротити і змінити положення проводів, замінити розв'язувальні конденсатори або транзистор. Якщо схема недостатньо відпрацьована, можна зменшити напругу на екрануючій сітці, поміняти місцями кінці обмоток контурів; якщо фільтр розв'язки в анодному колі відсутній, його необхідно передбачити. За наявності АРП генерація може носити переривистий характер. Свист і тон, що змінюється, в приймачах прямого підсилення при настроюванні на станцію можливі також при короткому замиканні в конденсаторі зворотного зв'язку.

Якщо в приймачі виникають спотворення при великому рівні вхідного сигналу, то це означає, що є несправність у схемі АРП. Щоб усунути її, слід перевірити, чи достатній опір ізоляції конденсатора фільтра C_3 і чи досягає напруга затримки необхідної (1,5–3 В) величини (рис. 3.12). У разі потреби несправні елементи потрібно замінити. Спотворення, що виникають в приймачі при великій гучності, свідчать про несправності у вихідному каскаді ПНЧ і, в першу чергу, про недостатнє зміщення на лампах чи транзисторах цього каскаду.

У приймачах прямого підсилення при збільшенні зворотного зв'язку гучність повинна збільшуватися. Зменшення гучності вказує на неправильне підімкнення контуру зворотного зв'язку. При обриві в колі зворотного зв'язку зміна його взагалі не впливає на гучність.

Якщо настроювання приймача на станції супроводжується сильним тріском або прийом можливий тільки на частині діапазону, то це означає, що несправний змінний конденсатор: це або замикання пластин, або поганий контакт в струмознімачі. Замикання погнутих пластин змінного конденсатора не усувається; такий конденсатор підлягає заміні або ремонту. Після його заміни слід ретельно перевірити все регулювання.

У тому випадку, коли приймач не працює, а запобіжники перегорять, і силовий трансформатор сильно гріється навіть при відімкненому випрямлячі, несправним є сам силовий трансформатор (наявність коротко замкнутих витків в мережевій або вторинній обмотці) і його треба замінити. За відсутності прийому станції необхідно визначити місцезнаходження несправності. Якщо немає прийому на одному з діапазонів приймача, то несправний або каскад ВЧ, або перемикач діапазонів. При повній відсутності прийому несправність слід шукати від останніх каскадів до перших. Спочатку перевіряють, чи працює ПНЧ. Для цього на керуючий електрод каскаду попереднього підсилювача подають сигнал від звукового генератора або торкаються рукою до нього і за сигналом на виході судять про його роботоздатність. При справному ПНЧ несправними є попередні каскади. Причини основних несправностей каскадів можуть бути різні.

1. Відсутність прийому при сильному нагріванні екранної сітки вихідної лампи і відсутності напруги на аноді свідчить про обрив первинної обмотки вихідного трансформатора або монтажу анодного кола.

2. Відсутність напруги на аноді вихідної лампи може бути викликана пробоем первинної обмотки вихідного трансформатора на корпус, що супроводжується сильним нагріванням цієї обмотки.

3. Підвищення напруги на аноді (колекторі) вихідної лампи (транзистора) до величини напруги джерела живлення викликає коротким замиканням в первинній обмотці вихідного трансформатора або відсутністю напруги на екрануючій сітці у тетродів або пентодів, оскільки лампа виявляється замкнутою і струм через неї не проходить. При короткозамкнутій обмотці спад напруги на ній буде рівне нулю.

4. Відсутність напруги на екрануючій сітці пояснюється обривом кола. Необхідно ретельно перевірити коло екранної сітки.

5. Поява фону змінного струму в ПНЧ можлива через недостатнє згладжування пульсацій напруги живлення фільтром блока живлення (при цьому приєднання сіток вихідних ламп до корпусу не усуває фону) або наведень, в колі сітки (бази) попереднього підсилювача (які виявляють при пропаданні фону при приєднанні сітки до корпусу). Слід перевірити коло сітки (бази) і при необхідності провести екранування проводів в цьому колі.

В гетеродині основними несправностями є відсутність або зрив коливань, сильна або слабка генерація. Генерацію визначають за допомогою електронного вольтметра, підімкненого до контуру гетеродина, або міліамперметра, ввімкненого в анодне (колекторне) коло гетеродина. У справно працюючому гетеродині при зриві коливань (наприклад, при закорочуванні секції змінного конденсатора або дотику до елементів контуру) покази приладів різко змінюються.

Перевірку і усунення несправностей гетеродина слід почати з вимірювання режимів лампи (транзистора), а якщо вони знаходяться в нормі, необхідно перевірити цілісність і якість всіх елементів кола. Генерація може бути відсутньою також через неправильне увімкнення кінців котушки зворотного зв'язку. Зрив коливань на окремих ділянках діапазону є наслідком недостатнього зворотного зв'язку і анодної (колекторної) напруги на гетеродині. В ППЧ і високочастотних каскадах несправності можуть виникнути через наявність дефектних елементів в схемі (конденсаторів, резисторів, котушок індуктивностей) або в результаті неправильного увімкнення їх. Ці дефекти усувають звичайними способами.

В процесі виробництва і ремонту зустрічаються несправності, які важко передбачити. Тому на ремонтних операціях повинні працювати регулювальники високої кваліфікації, які знають правильну методику знаходження і усунення несправностей.

3.8 Запитання для самоконтролю

1. Обґрунтовано вказати порядок регулювання приймальної радіоапаратури.
2. Назвати параметри і порядок регулювання підсилювачів звукових частот.
3. Які особливості регулювання детектора й схеми АРП радіоприймачів?
4. Який порядок і яка контрольна апаратура використовується при регулюванні параметрів ППЧ та ПЧ?
5. Порядок контролю і регулювання перекриття по діапазону та градування шкали.
6. Наведіть схему установалення контролю та регулювання чутливості приймача.
7. Наведіть схему установалення контролю та регулювання чутливості вибірності за сусіднім каналом.
8. Наведіть схему установалення контролю та регулювання чутливості вибірності за дзеркальним каналом.
9. Наведіть схему установалення контролю та регулювання чутливості вибірності на проміжній частоті.
10. Особливості регулювання радіоприймачів в умовах серійного виробництва та в технічного обслуговування умовах.

Література [1, 3, 5, 9-10]

4 ЗАДАЧІ І ПОРЯДОК РЕГУЛЮВАННЯ ПЕРЕДАВАЛЬНОЇ РАДІОАПАРАТУРИ

4.1 Завдання регулювання передавальної радіоапаратури

Основними завданнями регулювання передавальної радіоапаратури є: настроювання всіх контурів на задану частоту або діапазон частот; отримання максимальної потужності в антені при найбільшому ККД і відсутності паразитних високочастотних коливань; забезпечення достатньої стабільності частоти; установа і узгодження режимів окремих каскадів, що забезпечує задані якісні показники передавача.

Порядок і методика регулювання залежать від схеми і конструкції передавача, об'єму виробництва, оснащеності технологічного процесу регулювальною апаратурою і приладами, а також організації виробництва.

Послідовність регулювання передавачів проводять від перших каскадів до останніх, що дозволяє найточніше погоджувати роботу задавального генератора з подальшими каскадами. При цьому спочатку відпрацьовують високочастотну частину, а потім низькочастотну.

Стационарні передавачі з фіксованою частотою, виконані у вигляді окремих блоків, регулюють поблоково до отримання заданих параметрів, а потім остаточно – після розміщення блоків на місцях.

Передавачі середньої і малої потужності з плавним діапазоном частот мають, як правило, спряжене настроювання різних каскадів, тому необхідно їх спільно регулювати. Залежно від об'єму виробництва існують два методи регулювання передавача.

Перший метод, характерний для серійного і масового виробництва, полягає в тому, що кожен ступінь передавача (блок, каскад) ретельно відпрацьовують до отримання необхідних показників і лише після цього виконують підрегулювання передавача в цілому. Як вхідні і вихідні елементи регульовного каскаду можуть слугувати еталонні каскади або спеціальні прилади. Такий метод дозволяє якнайповніше і просто визначити і усунути всі недоліки регульовного ступеня.

Другий метод, характерний для одиничного виробництва і розробки нових зразків, полягає в тому, що кожен ступінь регулюють вручну, а остаточно регулювання виконують в повністю змонтованому передавачі.

При масовому і серійному виробництві регулювання всіх ступенів ведуть паралельно, а в одиничному - послідовно.

Послідовне і остаточно регулювання телеграфно-телефонних передавачів з амплітудною модуляцією складається з контролю і електричної перевірки монтажу; перевірки блока ванна і сигналізації; регулювання пристроїв живлення, задавального генератора, проміжних підсилювачів (буферного каскаду, помножувача, підсилювача високої частоти), вихідного каскаду і модулятора; комплексного регулювання і контролю регулювання

передавача. Така послідовність регулювання характерна і для передавачів з частотною модуляцією та маніпуляцією і відрізняється лише тим, що регулювання кіл маніпуляції і модуляції в цьому випадку здійснюється в задавальному генераторі, а не у вихідному каскаді.

Регулювання передавачів малої і середньої потужності з амплітудною модуляцією і маніпуляцією включає більший комплекс робіт, чим регулювання інших типів передавачів, оскільки ці передавачі, як правило, не мають блокової конструкції.

Значно простіше організувати регулювання передавачів блокової конструкції. Проте не завжди вдається всі каскади виділити в самостійні блоки, особливо в передавачах з плавним діапазоном, оскільки органи настроювання задавального генератора і подальших каскадів механічно зв'язані між собою. Регулювання передавача контролюють за приладами, спеціально ввімкненими на цей час, а також за тими, що є на самому передавачі.

При контролі і електричній перевірці монтажу передавача слід уважно прослідкувати, чи немає пошкоджень монтажу, чи правильно розташовані деталі і з'єднані провідники, чи надійна ізоляція.

Для живлення колекторних кіл транзисторів вихідних та анодних кіл лампових каскадів передавачів, як правило, застосовують високу напругу, тому для безпеки робіт передбачена система блокування і сигналізації, надійність якої має велике значення.

Пристрої живлення передавачів виконують за схемою зі стабілізацією вихідних напруг, в яких передбачаються прилади для контролю напруги і струмів різних кіл. Регулювання таких пристроїв не відрізняється від регулювання раніше розглянутих. Проте при регулюванні передавачів необхідно вмикати колекторну напругу після увімкнення напруги емітера, щоб не вивести з ладу транзистор. Для цього в деяких передавачах встановлюють реле, що вмикає живлення колекторних кіл тільки в той момент, коли напруга транзистора досягає номінального значення.

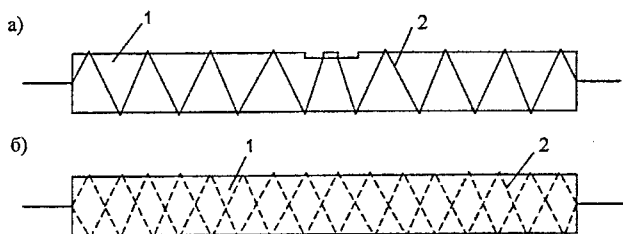


Рисунок 4.1 – Виготовлення безіндукційних опорів

Щоб передавач не вносив додаткових завад, його регулюють увімкненим на еквівалент антени, який є комбінацією безіндукційного опору і ем-

ності. Безіндукційні опори виготовляють спеціальним намотуванням провідника на керамічній основі (рисунок 4.1). Щоб в процесі роботи опори не змінювали своєї величини, їх охолоджують.

4.2 Регулювання задавальних генераторів

Основне завдання регулювання – настроювання задавального генератора на задану частоту або діапазон частот. При цьому необхідно забезпечити стійкість і стабільність коливань. Методика регулювання залежить від схеми генератора (див. рис. 4.2).

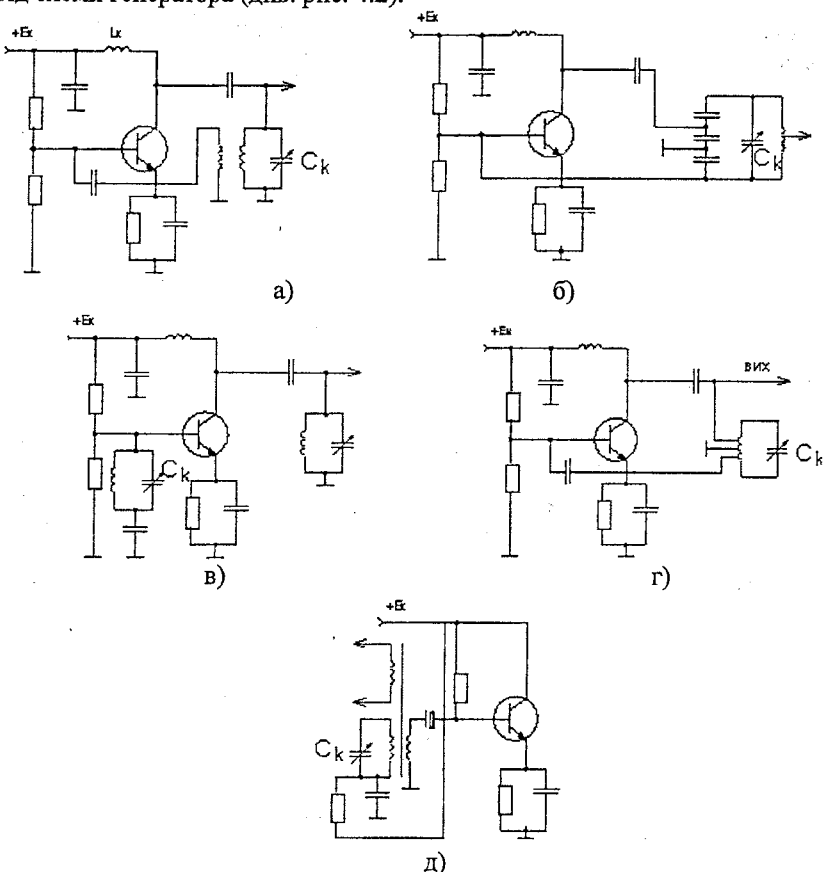


Рисунок 4.2 – Електричні схеми задавальних генераторів: а – з трансформаторним зв'язком; б – з автотрансформаторним зв'язком; в – двоконтурна; г – з кварцовою стабілізацією; д – з ємнісним зв'язком

У схемах з трансформаторним (індуктивним) зворотним зв'язком задана частота або діапазон частот досягається настроюванням коливального контуру, а стійкість генерації – зміненням зв'язку між котушками. Схеми з автотрансформаторним зв'язком регулюють зміненням зв'язку і підбором оптимального навантаження.

У двоконтурних схемах з електронним зв'язком регулювання зводиться до установлення параметрів контурів. Схеми з ємнісним зв'язком відрізняються від схем з індуктивним зв'язком тим, що зв'язок підбирають зміненням ємності.

У схемах з кварцовою стабілізацією при регулюванні необхідно добитися стійкої генерації установленням робочої точки.

Для забезпечення стабільності роботи задавального генератора режими транзисторів встановлюють нижче типових і вводять в контур термокомпенсаційні конденсатори.

Якщо у генератора декілька діапазонів, то регулювання, як правило, починають з короткохвильового. Незалежно від схеми задавального генератора регулювання складається з таких послідовних операцій: перевірки електричного монтажу і режимів транзисторів під напругою, установлення параметрів контуру і зв'язку, перевірки стабілізації частоти, градуювання шкали і контролю регулювання.

Після перевірки монтажу задавальний генератор підмикають до джерел живлення і навантажують на еквівалент навантаження (еквівалентом навантаження можуть служити відрегульовані подальші каскади). При ввімкненому живленні перевіряють режим транзисторів, який повинен знаходитися в межах, встановлених інструкцією, і генерацію, визначену за зміною колекторного струму в межах допустимої при обертанні ручки настроювання. Стрибокподібне збільшення колекторного струму свідчить про зрив коливань. Колекторний струм вимірюють за приладом на самому передавачі або за спеціально ввімкненим в схему амперметром. При цьому прилади необхідно вмикати у розрив кіл, потенціал яких відносно корпусу по високій частоті рівний нулю, а амперметри постійного струму слід заблокувати конденсаторами, щоб виключити небезпеку перегорання від проходження по них струмів високої частоти.

Завершивши ці операції, приступають до настроювання контурів за допомогою елементів регулювання. Для контролю настроювання частоти застосовують хвилеміри, які слабо пов'язують з контуром, що настроюється. Діапазону частот задавального генератора повинна відповідати певна ділянка шкали (згідно з інструкцією за методикою, аналогічною методиці установлення частоти гетеродина в супергетеродинних приймачах).

Для установлення зворотного зв'язку вмикають напругу живлення і дискретно змінюють число витків котушки або ємність зв'язку, після чого знову вмикають напругу живлення і проводять настроювання.

У генераторах з кварцовою стабілізацією при регулюванні потрібно правильно встановити робочу точку. Якщо кварцовий елемент ввімкнений в коло емітера, то у момент резонансу контуру базовий струм має мінімальне значення.

Характер зміни емітерного і коливального струмів при змінненні ємності контуру C_x показаний на рисунку 4.5. Із збільшенням ємності контуру C_x емітерний струм I_e знижується спочатку швидко, а потім поволі, поки не наступить резонанс, після чого струм різко зростає приблизно до первинного значення. У момент резонансу коливальний струм I_x в контурі досягає максимального значення, а потім різко падає, що характеризує зрив коливань. Отже, точка настроювання контуру в резонанс нестійка і для роботи генератора неприйнятна. Практично контур настроюють не точно в резонанс, а на найбільш пологій частині кривої емітерного струму при ємності контуру $C_{роб}$. Для цього, знайшовши точку резонансу і зриву коливань, зменшують ємність конденсатора C_x так, щоб коливання не зривалися, і не спостерігалось різкого падіння емітерного струму. При цьому власна частота контуру буде вища за робочу частоту.

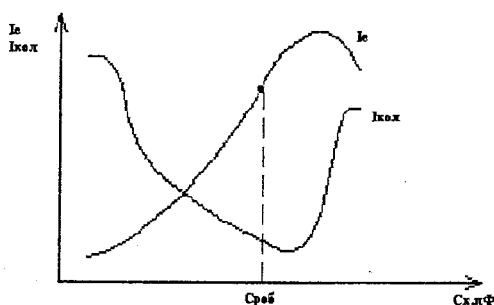


Рисунок 4.3 – Характер зміни струмів в задавальному генераторі

Основними показниками задавальних генераторів є стабільність частоти і точність градуювання шкали. На стабільність частоти впливають такі дестабілізуючі фактори, як вібрація і струси деталей; змінення температури, тиску, вологості; нестабільність напруги живлення; реакція подальших каскадів; заміна транзисторів і похибка установа частоти.

Вібрація і струси викликають змінення геометрії монтажу, а отже, змінення індуктивностей і ємностей. Щоб зменшити цей вплив, необхідно застосовувати жорсткий монтаж короткими провідниками; витки котушки жорстко закріплювати на каркасі, а відведення приєднувати паянням; конденсатори змінної ємностей виконувати з фіксованими положеннями ротора, а пластини мають бути достатньо жорсткими; жорстко кріпити транзистори; виконувати шасі і екрани достатньо жорсткими або литими; застосовувати надійну амортизацію.

Змінення температури навколишнього середовища і розігрівання транзисторів впливають на індуктивність і ємність контуру, які визначаються температурним коефіцієнтом. Температурний коефіцієнт у котушок індуктивностей звичайно додатний, а у конденсаторів він може бути як додатним, так і від'ємним, залежно від типу вживаного діелектрика. Конденсатори з від'ємним температурним коефіцієнтом застосовуються для компенсації додатного температурного коефіцієнта, називаються термокомпенсаційними. В процесі регулювання необхідно правильно вибрати ємність цих конденсаторів. Крім того, у переважній більшості конденсаторів ємність після декількох циклів нагрівання і охолодження стабілізується, тому задавальні генератори піддають термотренуванню: спочатку нагрівають в термостаті до температури 60 – 70 °С протягом однієї години і витримують при цій температурі протягом однієї–двох годин, а потім охолоджують до нормальної.

Щоб зменшити вплив температури на частоту, необхідно застосовувати високоякісні типи конденсаторів, котушки індуктивностей, виконані методом гарячого намотування або металізацією, і встановлювати в процесі регулювання термокомпенсаційні конденсатори.

Для зменшення впливу тиску і вологості основні вузли піддають герметизації, а для зменшення впливу змінення напруги живлення стабілізують джерела живлення задавального генератора.

Реакція подальших каскадів на частоту задавального генератора виявляється головним чином під впливом струму в керуючому колі подальшого каскаду, а також магнітних і електричних полів від потужних каскадів. Цю реакцію зменшують застосуванням в другому каскаді буферного режиму (без струму в колі керуючого електрода), а також ретельним екрануванням задавального генератора.

У задавальних генераторах застосовують транзистори з малим розкидом параметрів, що зменшує дестабілізацію, викликану заміною транзисторів.

Для зменшення похибок устанавлення частоти за шкалою застосовують такі пристрої, як мікрофотошкали з оптичним пристроєм і індивідуальні шкали.

Найбільш точними вважаються мікрофотошкали з оптичним пристроєм, виконані на світлочутливій плівці і склі за допомогою спеціальної установки. Ця устанавлення складається з еталонного генератора і пристрою для фотографування ліній і знаків, яке здійснюється у момент збігу частот еталонного і регульовного генераторів.

Індивідуальні шкали не є взаємозамінними і придатні тільки для даного передавача. Градування індивідуальних шкал проводять за допомогою еталонного генератора (рисунок 4.4) або хвилеміра-гетеродина. На еталонному генераторі встановлюють необхідну частоту, а задавальний генератор підстроюють за нульовим биттям в телефоні, і на шкалі олівцем наносять точку або лінію. Цей процес повторюють для всіх градуйованих частот.

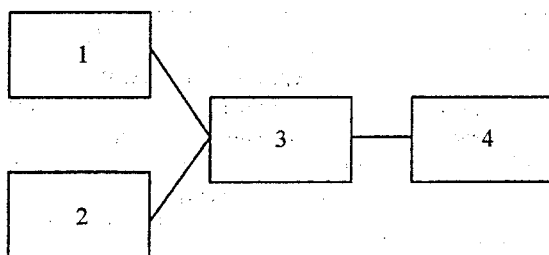


Рисунок 4.4 – Структурна схема градуювання шкал за еталонним генератором: 1 – еталонний генератор; 2 – регульовний генератор; 3 – змішувач; 4 – телефон

Якщо застосовують хвилемір-гетеродин, слабо зв'язаний з контуром задавального генератора, то на ньому встановлюють задані частоти і за нульовим биттям при підстроюванні задавального генератора також наносять відмітки на шкалі. Потім по наявних відмітках гравірують шкалу. У масовому виробництві дуже часто нормальна шкала виготовляється наперед, тому точність градуювання визначається ретельністю виконання регульовальних операцій.

Контроль регулювання має на меті визначити частоту задавального генератора в заданих точках. Методика контролю і прилади, що використовують в ЗГ, ті ж самі, що і для передавача в цілому.

У одиничному виробництві при виготовленні дослідних зразків окрім вказаних робіт велике значення при регулюванні задавальних генераторів має правильне установлення співвідношення величин звичайних і термокомпенсаційних конденсаторів. Це досягається тим, що після настроювання контуру задавального генератора визначають температурний коефіцієнт частоти. Якщо він не укладається в допустимі значення, необхідно замінити конденсатори, зберігаючи загальну ємність.

4.3 Регулювання буферного каскаду, помножувачів і підсилювачів

Основне завдання регулювання буферного каскаду, помножувачів і підсилювачів – одержати на виході достатню напругу збудження подальших ступенів передавача, а в діапазонному передавачі – забезпечити спряження каскадів із задавальним генератором по всьому частотному діапазону. При перевірці роботи буферного каскаду (рисунок 4.5) в режимі без базового струму контроль здійснюють зміненням настроювання контуру цього каскаду за струмом в колі бази (цей струм повинен бути рівний нулю) або за

струмом в колекторному колі задавального генератора (постійна величина).

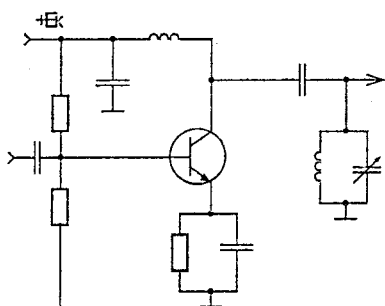


Рисунок 4.5 – Електрична схема буферного каскаду

Для регулювання буферний каскад під'єднують до задавального або еталонного генератора і навантажують попередньо відрегульованими подальшими каскадами або еквівалентом навантаження (у вигляді паралельно ввімкнених конденсаторів і опору) з вольтметром за схемою, наведеною на рисунку 4.6. Потім вмикають напругу живлення буферного каскаду.

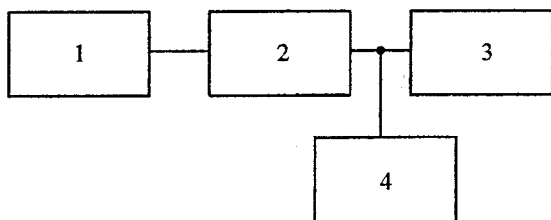


Рисунок 4.6 – Структурна схема регулювання буферного каскаду: 1 – задавальний або еталонний генератор; 2 – регульований каскад; 3 – навантаження; 4 – електронний вольтметр

Регулювання починають з перевірки режимів транзисторів згідно з електрокалібрувальними картами, після чого настроюють контур. У багатодіапазонного передавача регулювання починають з найбільш короткохвильового. За допомогою регульовальних елементів коливальних контурів проводять укладання діапазону і узгодження його з діапазоном задавального генератора. Якщо змінення частоти в передавачі проводиться змінним конденсатором, то при регулюванні встановлюють необхідну величину підстроювальних конденсаторів контуру. Дещо складніше перекрити і забезпечити потрібний діапазон в передавачах, у яких частоту змінюють варіо-

метром. У контур таких передавачів вводять підстроювальну індуктивність, яку підбирають одночасно з ємністю закорочення витків. Підстроювальну індуктивність встановлюють тільки на одному найбільш короткохвильовому діапазоні і надалі не змінюють. При правильному підборі і установленні параметрів елементів контуру напруга на навантаженні не повинна істотно змінюватися, а повинна залишатися не меншою заданої величини по всьому діапазону.

Для помноження частоти зазвичай застосовують подвоювачі і потроювачі, в яких колекторний контур настроюють на другу або третю гармоніки вхідної напруги. У підсилювачах колекторний контур настроюють на основну частоту, починаючи регулювання з найбільш короткохвильової частини діапазону.

Для отримання найвигідніших енергетичних співвідношень помножувач повинен працювати з малим кутом відтинання колекторного струму при великій напрузі зсуву і амплітуді збудження, а підсилювач – при меншій напрузі зсуву. В процесі регулювання помножувачів і підсилювачів живлення вмикають так само, як і при регулюванні буферного каскаду, а колекторну напругу спочатку встановлюють на 20-50% нижче за номінальну. Це необхідно для того, щоб не вивести з ладу транзистор, оскільки колекторний контур при сильному розладі є малим опором для змінної складової і велика частина потужності джерела живлення розсіюватиметься на колекторі транзистора.

Контур настроюють в резонанс зміненням індуктивності або ємності залежно від вибраного елемента регулювання. Правильність настроювання (особливо помножувачів) на потрібну частоту контролюють за хвилеміром або осцилографом, після чого встановлюють нормальне значення колекторного струму. Настроювання в резонанс контролюють за показаннями амперметрів в колекторному колі настроюваного каскаду або у колі бази наступного. Резонанс з'являється при мінімумі струму в колекторному колі і максимумі – у колі бази. Теоретично ці явища повинні наступати одночасно, але наявність індуктивності і ємності в колі бази не дає повного збігу. Крім того, настроювання можна контролювати за амперметром, ввімкненим в коло бази регульовного каскаду. Резонанс з'являється при максимумі струму в колі бази, який обов'язково повинен збігатися з мінімумом колекторного струму. Незбіг вказує на існування паразитного зв'язку між колами бази і колектора. Слід ретельно проглянути монтаж і розташування деталей цих кіл і усунути паразитний зв'язок.

При регулюванні проміжних каскадів необхідне переkritтя по діапазону одержують дискретним зміненням індуктивності або ємності (залежно від схеми), після чого повторюють настроювання в резонанс. Дискретне перемикавання підстроювальних індуктивностей або ємностей допустиме лише на одному, короткохвильовому, діапазоні. У одиничному виробництві або при розробленні нової конструкції, коли схема ще не відпрацьована,

при регулюванні проміжних каскадів необхідно правильно встановити режим роботи активних елементів.

Для проміжних каскадів приймають критичний режим, при якому амплітуда імпульсу колекторного струму досягає максимуму при малому струмі бази. Цей режим забезпечує видачу в навантаження максимально можливої потужності при найбільшому коефіцієнті корисної дії.

Режими каскадів, як відомо, встановлюють шляхом підбору напруги зсуву E_z , напруги збудження U_c і навантаження R_n .

Якщо каскад має режим, близький до критичного, то зменшення напруги збудження (наприклад, зменшення зв'язку з попереднім каскадом) призведе до зменшення струму першої гармоніки I_{a1} , постійної складової анодного струму I_{a0} , амплітуди коливальної напруги на навантаженні

$U_a = I_{a1}R_n$, коефіцієнта використання анодної напруги $\xi = \frac{U_a}{E_a}$, коливально-

го струму $I_K = \frac{U_a}{\Theta}$ і коливальної потужності першої гармоніки $P_1 \frac{I_a^2 R_n}{2}$,

тобто до недонапруженого режиму.

Збільшення напруги зсуву зменшує імпульс струму і кут його відтинання, що також призводить до недонапруженого режиму.

Кутом відтинання анодного або колекторного струму Θ називається половина фазового кута, відповідного часу проходження струму через лампу (транзистор) за період. Для підсилювачів він рівний 75-85°, для подвоювачів 55-65° і для потроювачів 40-50°.

Необхідний кут відтинання анодного або колекторного струму встановлюють шляхом змінення напруги зсуву. При цьому на регульовний каскад необхідно подати розрахункові величини напруги зсуву, збудження і ввімкнуті контур з розрахунковим еквівалентним опором. Після настроювання коливального контуру в резонанс спочатку при зниженій, а потім при номінальній анодній або колекторній напрузі відмикають напругу збудження. Якщо, анодний або колекторний струм рівний нулю, то кут відтинання колекторного струму менший за 90°. Для підсилювачів анодний або колекторний струм повинен бути рівний 2-5% від струму насичення, інакше кут відтинання буде більшим за 90°.

4.4 Регулювання вихідного каскаду і кіл модуляції

При регулюванні вихідного каскаду, в якому одночасно здійснюється амплітудна модуляція, необхідно одержати потрібні перекриття по діапазону і потужність в антені, підібрати оптимальний зв'язок з антенною, встановити глибину модуляції.

Вихідні каскади є найбільш потужними каскадами передавача, а отже є основними споживачами енергії від джерела живлення, і потребують най-

більших напруг і потужності збудження. Вихідні каскади будуються за одно- і двотактними схемами. Залежно від ввімкнення антени розрізняють прості і складні схеми. В простих схемах антена разом з органами налаштування і зв'язку утворює контур, який є навантаженням вихідного каскаду. У складних схемах навантаженням служить проміжний контур, зв'язаний з антеною.

Залежно від типу антени схеми виходу бувають симетричні і несиметричні. Симетричні схеми застосовують в складних схемах ввімкнення антени при роботі на симетричні антени. На рисунку 4.7 подана одна з схем вихідного каскаду з ввімкненими для регулювання приладами.

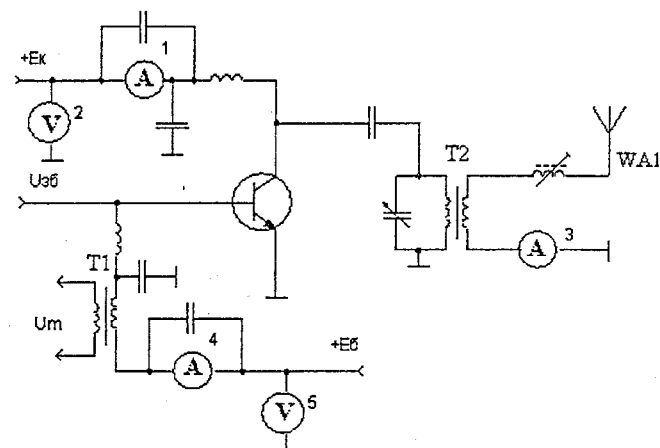


Рисунок 4.7 – Електрична схема вихідного каскаду передавача

До бази керуючого транзистора, підводяться одночасно напруга збудження U_{zb} з постійною амплітудою, напруга зсуву E_6 і модульоча напруга U_m , що знімається з вторинної обмотки трансформатора T_6 . При цьому транзистор працює з відтинанням колекторного струму в режимі II роду. Контроль за регулюванням можна здійснити і при меншій кількості приладів, якщо використовувати комутацію схеми.

Міліамперметром 1 вимірюють постійну складову колекторного струму, вольтметром 2 - напругу на колекторі, міліамперметром 4 - струм бази, вольтметром 5 - напругу зсуву, амперметром 3 (теплової системи) - струм в антені. Міліамперметри постійного струму повинні бути зашунтовані конденсаторами.

На рисунку 4.8 подана схема регулювання вихідного каскаду передавача. Збуджувачем можуть бути генератор високої частоти і відрегульовані попередні каскади передавача. Як навантаження, як правило, застосовують

еквівалент антени. При цьому відсутнє випромінювання і легше контролювати потужність.

Для довгого і середньохвильового діапазонів еквівалент антени складається з послідовно з'єднаних ємності і опору, а для короткохвильового - з чисто активного опору.

За настроюванням в резонанс спостерігають за показаннями одного з міліамперметрів: у колі бази або колектора. Прилади, ввімкненні в коло контуру, збільшують його загасання, тому недоцільно проводити контроль струму в контурі.

Трансформатор Т1 є вихідним трансформатором модулятора, який є підсилювачем низької частоти, регулювання якого було вже розглянуте.

Модулятор обмежує коефіцієнт підсилення і забезпечує максимальну глибину модуляції при мінімальних спотвореннях.

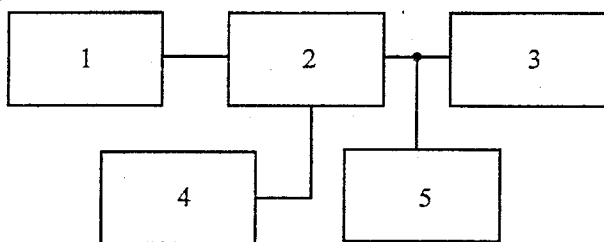


Рисунок 4.8 – Структурна схема регулювання вихідного каскаду:
1 – збуджувач; 2 – регульовний каскад; 3 – еквівалент антени; 4 – звуковий генератор; 5 – осцилограф

Регулювання вихідного каскаду починають при зниженій колекторній напрузі і малій напрузі збудження. Спочатку встановлюють мінімальний зв'язок з антенним контуром. Від збуджувача подають сигнали на частотах, відповідних межах діапазону, і проводять настроювання проміжного контуру. За резонансом спостерігають за мінімальним показанням міліамперметра 1 або за максимальним показанням міліамперметра 4 (див. рис. 4.7). Якщо не вдається перекрити заданий діапазон, то вимикають напругу живлення і дискретно змінюють індуктивність проміжного контуру, після чого знову повторюють настроювання. Після настроювання проміжного контуру встановлюють номінальну колекторну напругу і при слабкому зв'язку настроюють антенний контур в резонанс за максимальним показанням амперметра 3 (див. рисунок 4.7). Потім, збільшуючи зв'язок з антеною, при постійній амплітуді збудження встановлюють оптимальний зв'язок за максимумом показань амперметра в антенному колі. При цьому змінення зв'язку викликає розстроєння проміжного контуру, який потрібно підстроїти.

В процесі регулювання необхідно встановити режими, відповідні даним інструкції на регулювання.

Колекторний струм повинен знаходитися в межах, встановлених інструкцією. Для збільшення постійної складової колекторного струму збільшують напругу збудження і підбирають оптимальний зв'язок з антеною.

Максимальна потужність в антені, як правило досягається в критичному або недонапруженому режимі.

Вихідні каскади, особливо при недостатньому екрануванні, схильні до самозбудження, що неприпустимо. За відсутності самозбудження максимуми струму в колекторному колі і антенному контурі повинні з'явитися одночасно.

Потім переходять до регулювання кін модуляції. Включивши звуковий генератор, встановлюють задану частоту (400 або 1000 Гц) і вихідну напругу (згідно з інструкцією). За осцилографом визначають глибину модуляції, яка повинна відповідати даним інструкції на регулювання. Якщо глибина модуляції не відповідає цим даним, змінюють напругу зсуву. Остаточнo кола модуляції регулюють при комплексному регулюванні.

У одиничному виробництві і при виготовленні дослідних зразків регулювання вихідних каскадів ведуть у повністю укомплектованому передатчі. При цьому, використовуючи вищезрозглянуту методику регулювання, параметри контурів і режими транзисторів змінюють також підбором резисторів, конденсаторів і котушок, що в серійному виробництві не рекомендується.

4.5 Запитання для самоконтролю

1. Обґрунтовано вказати порядок регулювання радіопередатчів.
2. Назвати особливості регулювання параметрів задавальних генераторів.
3. Зобразити схему устанoвлення контролю параметрів при регулюванні помножувачів частоти та підсилювача ВЧ.
4. Зобразити схему устанoвлення контролю параметрів при регулюванні вихідного каскаду з передавальною антеною.
5. Особливості регулювання кін модуляції.

Література [8, 13-14]

5 РЕГУЛЮВАННЯ ІМПУЛЬСНИХ ПРИСТРОЇВ

5.1 Регулювання мультивібраторів

Мультивібратор є генератором прямокутних імпульсів і являє собою двокаскадний підсилювач з позитивним зворотним зв'язком. На рисунку 5.1 приведені схема і часові діаграми напруг автоколивального мультивібратора. Робота мультивібратора полягає у тому, що протягом однієї частини періоду транзистор VT_1 закритий, а VT_2 відкритий. Потім відбувається лавиноподібний процес відкриття транзистора VT_1 і закриття VT_2 (після чого схема повертається до первинного стану). Вихідну напругу знімають з колектора будь-якого транзистора.

Тривалість відімкненого стану (тривалість імпульсу) при цьому визначається за формулами

$$T_{VT1} = 2,3R_3C_1 \lg \frac{I_1 R_1}{E_{CO}},$$

$$T_{VT2} = 2,3R_2C_2 \lg \frac{I_2 R_4}{E_{CO}},$$

де R_1, R_4 – опори колекторного навантаження транзисторів VT_1 та VT_2 ;

R_2 і R_3 – опори баз транзисторів VT_1 та VT_2 ;

C_1 і C_2 – ємності зв'язку;

I_1 і I_2 – колекторний струм транзисторів VT_1 та VT_2 , відповідно.

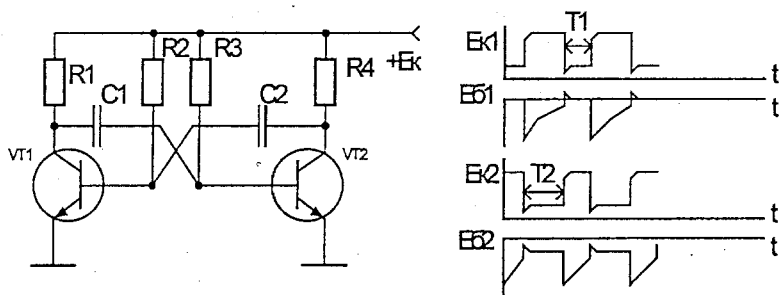


Рисунок 5.1 – Автоколивальний мультивібратор:

а – електрична схема; б – часові діаграми напруг (1 – на колекторі VT_1 ;
2 – на базі VT_1 ; 3 – на колекторі VT_2 ; 4 – на базі VT_2)

Період коливань мультивібратора

$$T = T_{VT1} + T_{VT2}.$$

Для симетричного мультивібратора період коливань рівний

$$T = 4,6 R_c C \lg \frac{I_0 R_a}{E_{C_0}}$$

де R_6 – опір в колі бази;

I_0 – колекторний струм транзистора;

R_k – опір в колекторному колі.

Частота проходження імпульсів виражається як

$$f = 1/T.$$

Мультивібратори добре синхронізуються на основній частоті, а також на кратних їй частотах за допомогою синусоїдальної або імпульсної напруги, що подається на базу або колектор транзистора.

Тривалість імпульсу мультивібратора залежить від опорів, ємностей і параметрів транзистора.

Для стійкої роботи мультивібратора необхідно, щоб ємності конденсаторів C_1 і C_2 були в 10–15 разів більші вхідної ємності транзистора, а опори в колах баз у 8–15 раз більші опорів в колекторних колах.

Видозміненою схемою автоколивального мультивібратора є схема на транзисторах (рисунок 5.2), в яких опори в колі колекторів повинні бути значно меншими за опори в колі бази.

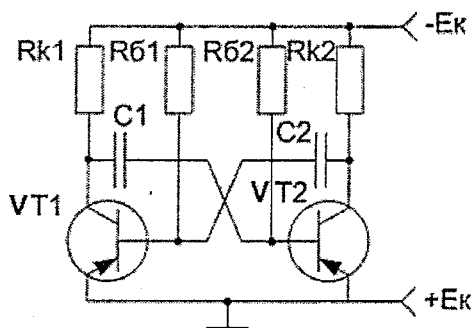


Рисунок 5.2 – Електрична схема мультивібратора на транзисторах

Тривалість імпульсу в мультивібраторах на транзисторах визначається за формулами

$$T_1 = 0,7 R_{62} C_1,$$

$$T_2 = 0,7 R_{61} C_2,$$

період коливань

$$T = T_1 + T_2.$$

Для симетричного мультівібратора на транзисторах

$$T = 1,4R_6C.$$

Як видно з формул, тривалість імпульсу і період коливань залежать від опору R_6 , зміненням якого здійснюють регулювання. Вказані параметри можна одержати також, змінюючи напругу живлення кіл бази U_6 .

У імпульсній техніці широко застосовуються очікувальні мультівібратори, що будуються на транзисторах (рисунок 5.3). Такі схеми мають один стійкий стан, при якому транзистор VT1 закритий, а транзистор VT2 закритий до моменту дії імпульсу запуску.

В результаті виникає процес, який поновлює стійкий стан. Частота коливань визначається частотою імпульсів запуску, а тривалість – тими ж величинами елементів і параметрів електронних приладів, що і для автоколивального мультівібратора. Регулювання тривалості можна здійснювати зміненням потенціалу бази (рисунок 5.4, а) або напруги на базі (рисунок 5.4, б).

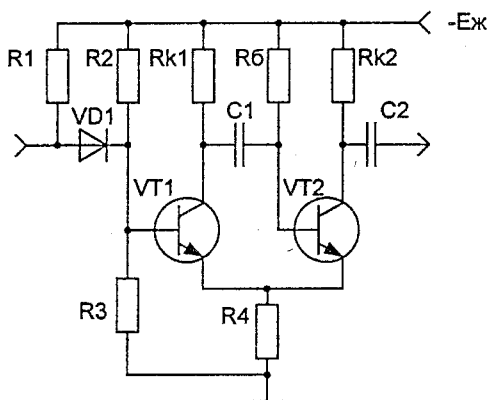


Рисунок 5.3 – Електрична схема очікувального мультівібратора

Нормальна робота очікувальних мультівібраторів забезпечується підбором режиму стійкої рівноваги.

Як правило, мультівібратори починають працювати відразу після ввімкнення живлення, якщо величини всіх елементів встановлені відповідно до схеми, а сама схема достатньо відпрацьована. При відпрацьованні схеми доводиться коригувати розрахункові дані унаслідок впливу міжелектродних ємностей транзисторів, а також розкиду величин опорів, ємностей і параметрів електронних приладів. Основні параметри мультівібраторів – це амплітуда коливань, частота повторення, тривалість і форма імпульсів.

При регулюванні мультівібраторів доцільно усунути зворотний зв'язок і перевести мультівібратор в режим підсилення, перевіряючи роботу кожного каскаду за допомогою вимірювача перехідних характеристик або генератора прямокутних імпульсів з осцилографом.

Після відновлення схеми необхідно за допомогою осцилографа перевірити тривалість імпульсу і виміряти частоту повторення. Для цього на горизонтальні пластини подається напруга від звукового генератора, на вертикальні – з виходу мультівібратора.

Зміною частоти звукового генератора або мультівібратора (підбором величин R і C) добиваються збігу частот. Величина частоти звукового генератора відповідатиме частоті мультівібратора.

5.2 Регулювання блокінг-генераторів

Блокінг-генератори є генераторами із сильним трансформаторним зв'язком (рисунок 5.4). При відкритому транзисторі конденсатор C через резистор R повільно розряджається.

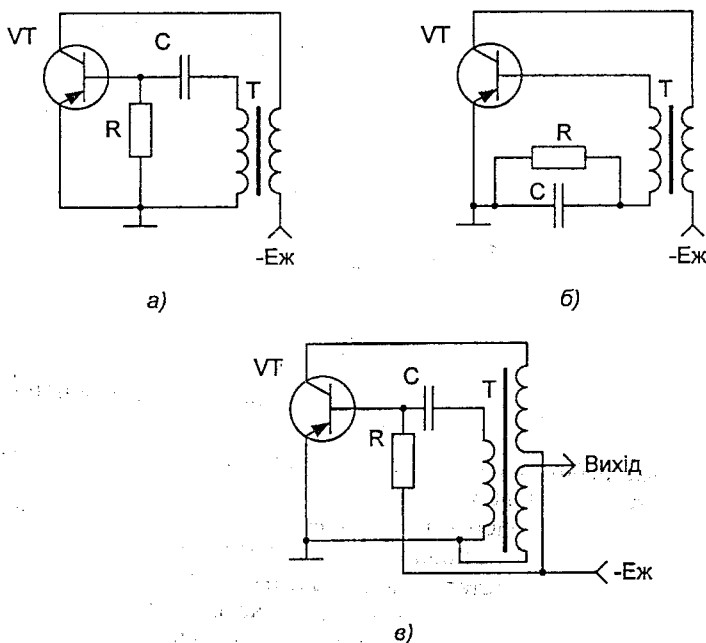


Рисунок 5.4 – Електричні схеми блокінг-генераторів

Коли напруга на базі досягає напруги закривання, транзистор закривається і починається генерація імпульсу, в процесі якої конденсатор знов заряджається і закриває транзистор. Потім процес повторюється. Блокінг-генератори дозволяють одержувати короткочасні імпульси з великими інтервалами між ними і добре синхронізуються синусоїдальними або імпульсними сигналами. При цьому власна частота блокінг-генератора повинна бути нижчою за частоту синхронізуючих імпульсів. Очікувальні блокінг-генератори характеризуються тим, що генерація відбувається тільки при дії імпульсу запуску, а в початковому стані транзистор закритий початковим зсувом. Частоту проходження імпульсів змінюють регулюванням величини опору резистора R , а тривалість – ємністю конденсатора C або підбором режимів електронних приладів.

Регулювання блокінг-генераторів полягає в установленні таких величин R і C , при яких отримане на екрані зображення відповідатиме заданому. При цьому трансформатор перевіряється наперед.

5.3 Запитання для самоконтролю

1. Які параметри мультівібраторів підлягають контролю та регулюванню?
2. Які параметри блокінг-генераторів підлягають контролю та регулюванню?
3. Зобразіть структурні схеми установлення контролю та регулювання імпульсних пристроїв.

Література [11, 13]

6 ЗАДАЧІ І ПОРЯДОК РЕГУЛЮВАННЯ ТЕЛЕВІЗІЙНОЇ АПАРАТУРИ

6.1 Задачі регулювання телевізійної апаратури

Основною задачею регулювання телевізійної апаратури є забезпечення передачі і прийому зображення з мінімальними спотвореннями. Виконання цієї задачі є вирішенням великого комплексу питань регулювання приймальної і передавальної апаратури, а також імпульсних схем.

Порядок і методика регулювання залежать від схеми і конструкції телевізійної апаратури, об'єму виробництва, оснащеності технологічного процесу регулювальною апаратурою і приладами, організаційної форми складання.

Виробництво передавальної телевізійної апаратури носить одиничний і дрібносерійний характер, тоді як виробництво телевізорів – великосерійний і масовий.

Стаціонарні і пересувні передавальні телевізійні пристрої, виконані у вигляді окремих блоків, регулюють поблоково до отримання максимальних заданих параметрів, а потім остаточно – після установаження всіх блоків. Переносну передавальну телевізійну апаратуру, конструктивно виконану з невеликої кількості блоків, спочатку регулюють покаскадно до забезпечення дієздатності, а остаточно – в повністю змонтованому пристрої.

Передавальну телевізійну апаратуру регулюють в такій послідовності: контроль і електрична перевірка монтажу; регулювання джерел живлення, попереднього і проміжного підсилювачів (відеопідсилювачів), синхрогенератора, блока розгортки і блока передавальної трубки; комплексне регулювання відеотракту, регулювання телевізійного передавача і контроль регулювання.

Контроль і електрична перевірка монтажу мало відрізняються від такої ж самої перевірки інших радіотехнічних пристроїв.

У порівнянні зі звичайною приймальною і передавальною апаратурою до джерел живлення телевізійної апаратури висувають підвищені вимоги стосовно фільтрації випрямленої напруги транзисторів відеопідсилювачів. Іноді для живлення кіл розжарення відеопідсилювачів використовують окремих випрямляч, що значно знижує рівень фону змінного струму.

Контроль регулювання передавальної телевізійної апаратури здійснюється аналогічно методиці для комплексного регулювання.

Порядок і методика регулювання приймальної телевізійної апаратури визначаються її схемою.

6.2 Регулювання відеопідсилювачів передавальної телевізійної апаратури

Передавальна телевізійна апаратура може складатися з одного або декількох відеопідсилювачів, з яких один є попереднім, а інші проміжними, кінцевим або лінійними підсилювачами сигналів зображення.

В наш час широке застосування знайшли відеопідсилювачі, виконані на транзисторах та ІМС.

Основна вимога, яку висувають до відеопідсилювачів – це рівномірне підсилення сигналу в широкому діапазоні частот від 50 Гц до 6,5 МГц і більше при допустимих спотвореннях.

Порядок і методика регулювання відеопідсилювачів залежать від виду виробництва. Якщо схема відпрацьована і параметри деталей точно відповідають документації, то регулювання зводиться до перевірки основних параметрів. Інакше необхідно замінити деталі з метою отримання найвигідніших параметрів.

Основні показники відеопідсилювачів, яких добиваються при регулюванні: відсутність самозбудження; достатній коефіцієнт підсилення; мінімальні нелінійні і фазові спотворення; рівномірність частотної характеристики.

При регулюванні відеопідсилювачів спочатку необхідно переконатися у відсутності пошкодження монтажу і правильності величин параметрів встановлених елементів, а також в нормальному режимі транзисторів. Після цього підмикають до виходу відеопідсилювача осцилограф, на екрані якого при нормальній роботі підсилювача буде видно шуми. Самозбудження відеопідсилювача недопустиме навіть при розімкненому вході. Якщо ж воно з'явилося, необхідно закоротити вхідний кабель на корпус, а потім рознесенням провідників вхідних і вихідних кіл транзистора або установленням екрана між цими колами усунути самозбудження. Екранування провідників і застосування довгих провідників неприпустимо. Самозбудження в транзисторних схемах можна усунути також зменшенням напруги на базі, але це слід застосовувати у виняткових випадках.

Далі перевіряють (за схемою рис. 6.1) основні параметри відеопідсилювача за допомогою генераторів синусоїдальних коливань. Доцільно використовувати генератор з широким діапазоном частот, наприклад ГЗ-118 до частот 50–200 кГц, а також генератором Г4-102 від 100 кГц і вище. Необхідно, щоб за допомогою осцилографа, ввімкненого на виході відеопідсилювача, можна було виміряти величину спостережуваного сигналу. До таких осцилографів відносяться прилади типу С-76, С-83 і ін.

Вхід підсилювача необхідно погоджувати з виходом генератора, а вихід підсилювача навантажити на еквівалент навантаження.

Для перевірки коефіцієнта підсилення на вхід відеопідсилювача подається напруга, величина і частота якої обумовлені в інструкції (зазвичай

0,01 В при 100 кГц). Напруга на виході також повинна бути не менша вказаної в інструкції. Якщо коефіцієнт підсилення не задовольняє вимоги, треба ретельно перевірити режим транзисторів і, в крайньому випадку, змінити опір навантаження.

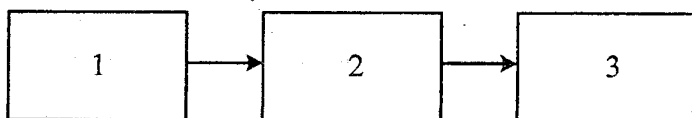


Рисунок 6.1 – Структурна схема перевірки зображення підсилювача

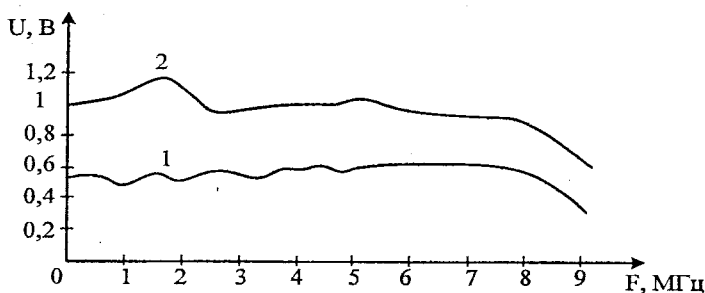


Рисунок 6.2 – Типові частотні характеристики підсилювачів сигналів зображення

Перевірку нелінійних спотворень виконують візуально за тією ж самою схемою (рис. 6.1). При цьому на екрані осцилографа повинно бути видно чисте синусоїдальне коливання.

За наявності спотворень усувають нелінійність, заздалегідь визначивши, в якому каскаді вона виникає. Для цього осцилограф підмикають до навантаження транзисторів, починаючи від останнього каскаду до першого, і зміненням напруги зсуву на базі транзистора добиваються усунення спотворень.

Частотну характеристику знімають за величиною напруги на виході підсилювача на різних частотах і при постійному рівні вхідного сигналу. На рис. 6.2 наведена типова частотна характеристика відеопідсилювача, нерівномірність якої не повинна перевищувати допустимої (зазвичай 2–3 дБ). Регулювання всіх відеопідсилювачів спочатку ведуть роздільно, а потім попередній і проміжний підсилювачі зображення з'єднують між собою і повторюють аналогічні перевірки основних параметрів за вищенаведеною методикою.

Якнайповніше відеопідсилювач може бути перевірений за допомогою імпульсної напруги прямокутної форми за схемою, наведеною на рис. 6.3.

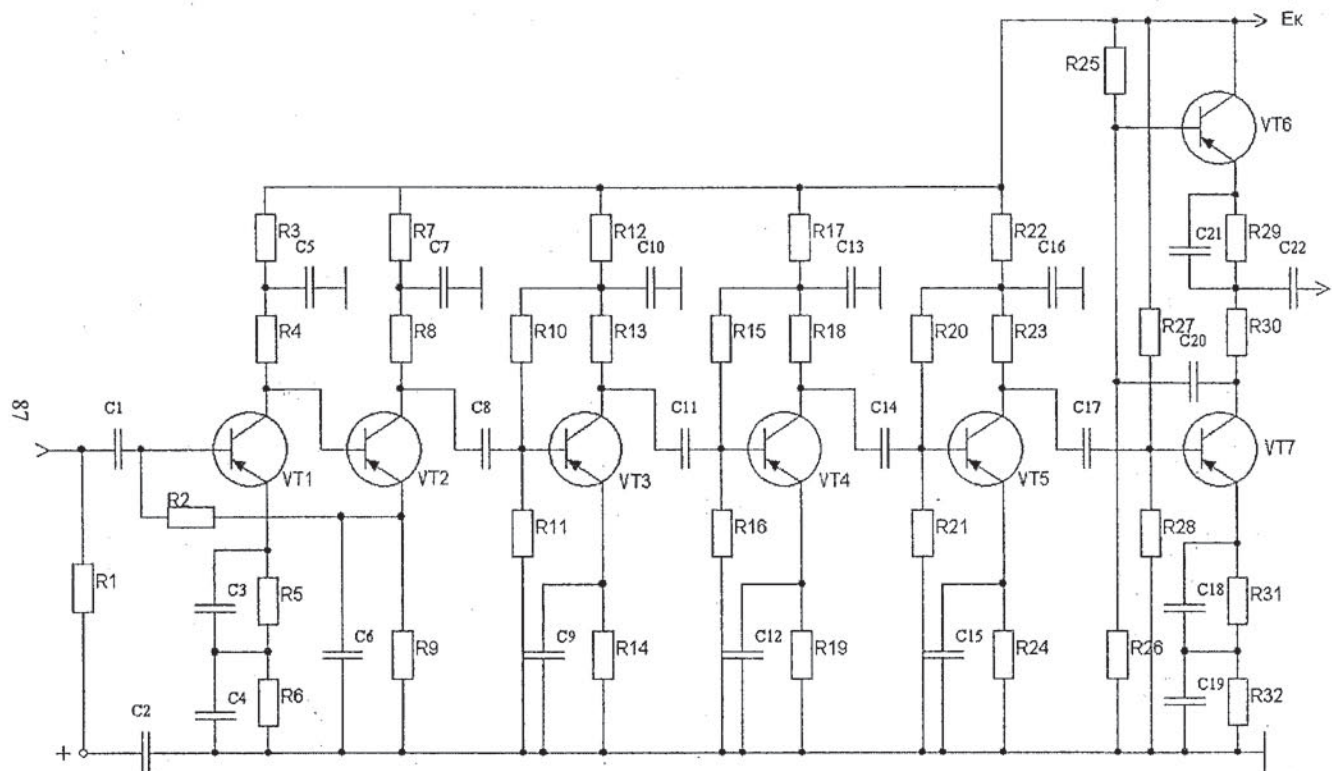


Рисунок 6.3 - Електрична схема попереднього підсилювача сигналів зображення на транзисторах

Як генератор прямокутних імпульсів використовується один з генераторів типу Г5-54 або йому подібні, сигнал від яких подається на вхід відеопідсилювача. На виході відеопідсилювача зображення імпульсів перевіряється за допомогою осцилографа. Така ж перевірка можлива із застосуванням вимірювача перехідних характеристик. Вихід вимірювача під'єднується до входу відеопідсилювача, а вхід вимірювача - до виходу відеопідсилювача. На екрані трубки спостерігається форма імпульсу на виході відеопідсилювача. За характером змінення прямокутної форми імпульсу визначають причини, що викликають її спотворення.

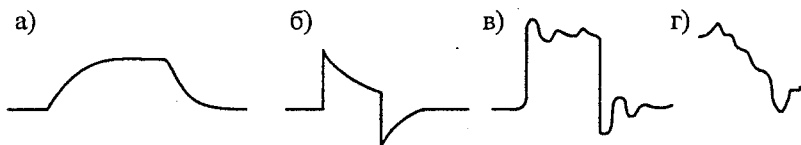


Рисунок 6.4 – Характерні форми імпульсу на виході відеопідсилювача

На рисунку 6.4 зображені характерні форми імпульсу на виході відеопідсилювача, які викликаються спотвореннями і спостерігаються на екрані осцилографа. При завалі переднього і заднього фронтів необхідно підняти підсилення у області вищих частот. Для цього вводять дроселі корекції або зменшують ємність в колі навантаження транзисторів. При завалі амплітуди імпульсу необхідно підняти підсилення у області нижчих частот. Для цього збільшенням перехідних ємностей збільшують постійну часу, утворену роздільним конденсатором і опором бази, і підбирають параметри розв'язувальних фільтрів.

Поява згасаючих коливань на початку і кінці імпульсу свідчить про наявність резонансних кіл, викликаних великою індуктивністю коригуючих дроселів. Фазові спотворення погіршують чіткість зображення і утворюють подвійні контури. Корекція фазових спотворень досягається тим, що в коло бази вводять фільтр RC.

6.3 Регулювання синхрогенератора

Синхрогенератор включає задавальні генератори кадрової і рядкової розгортки передавальної і приймальної трубок, кола формування вирівнюючих і синхронізуючих імпульсів для приймальної трубки, кола формування сигналів компенсації чорної плями.

Регулювання задавальних генераторів рядкової і кадрової розгортки полягає в перевірці їх роботи і установленні заданої частоти. Мультивібратори, як правило, починають працювати з першого ввімкнення. Регулю-

вання таких схем здійснюють за допомогою звукового генератора і осцилографів типу С1-76.

Для перевірки частоти сигнал із задавального генератора подається на пластини вертикального відхилення, а від звукового генератора – на горизонтальні пластини осцилографа (частота рядкової розгортки близько 16 кГц, кадрової – 50 Гц). Змінний резистор для точної підгонки частоти повинен знаходитися в середньому положенні. Потім перевіряють тривалість імпульсів і у разі потреби доводять її до необхідної величини.

Тривалість імпульсів повинна бути дещо більшою за зворотний хід променя електронно-променевої трубки телевізорів: для рядкових імпульсів 10-15%, для кадрових 8-10% від періоду розгортки. Необхідно врахувати, що іноді змінення тривалості викликає змінення частоти.

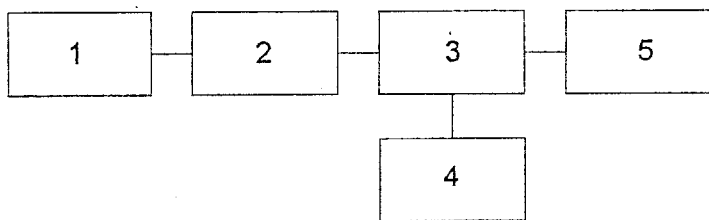


Рисунок 6.5 – Структурна схема перевірки синхрогенератора

Для формування рядкових і кадрових вирівнюючих імпульсів, потрібних для гашення приймальних трубок при зворотному ході променя (розгортки), використовують обмежувачі. В результаті обмеження сигналу виходить імпульс прямокутної форми.

Вирівнюючі імпульси повинні бути не менші рівня чорного; для цього в схемах передбачається регулювання величини рівня сигналу (наприклад, зміненням зсуву). Необхідно спочатку проглянути рядкові вирівнюючі імпульси (при відімкнених кадрових), а потім кадрові вирівнюючі.

Регулювання кін формування сигналів компенсації чорної плями зводиться до установлення і перевірки пилкоподібних і параболічних складових роздільно по рядках і кадрах. Для цього до виходу схеми підмикають осцилограф і проглядають форми сигналів. Якщо схема недостатньо відпрацьована, то підбором опорів і ємностей добиваються необхідної форми напруги і меж регулювання. Необхідність введення кін компенсації чорної плями пояснюється тим, що деякі передавальні трубки (наприклад, іконоскопи), мають чорні плями, характер яких змінюється. Остаточну перевірку цих кін виконують після під'єднання відеопідсилювачів.

Повну перевірку якості регулювання синхрогенератора здійснюють шляхом під'єднання до нього проміжного і попереднього підсилювачів (рис. 6.6). На вхід попереднього підсилювача подають високочастотні коливання від генератора типу ГЗ-102. Частота синусоїдальних коливань по-

винна бути рівною приблизно 100 кГц, що дасть можливість подивитися на осцилографі телевізійний сигнал, аналогічний зображеному на рис. 6.6.

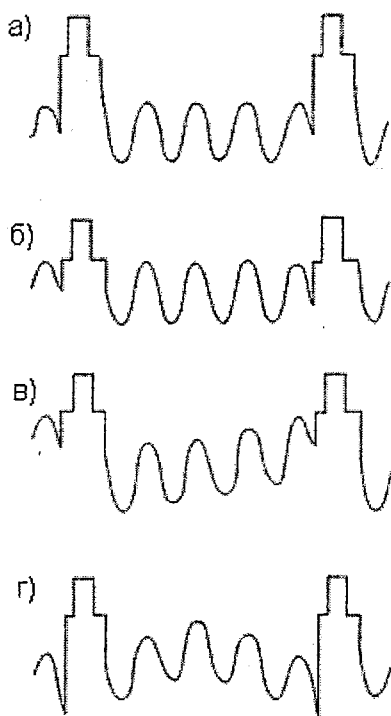


Рисунок 6.6 – Форми сигналів синхрогенератора

Потім необхідно переконатися у виконанні своїх функцій органами регулювання вирівнюючих імпульсів і сигналів компенсації чорної плями, а саме: при обертанні органів регулювання компенсації чорної плями синусоїди телевізійного сигналу повинні змінювати своє положення (рис. 6.6, в, г). При обертанні органів регулювання величини вирівнюючих імпульсів («фону») мають змінюватись в широких межах, тоді як амплітуда синусоїди практично залишається постійною (рис. 6.6, а, б).

6.4 Регулювання блока розгортки

Блок розгортки включає кола, що виробляють струми для утворення растрів на передавальній і приймальній трубках і контрольному пристрої.

У деяких конструкціях телевізійної апаратури контрольним пристроєм служить приймальна електронно-променева трубка. Утворення растрів з магнітним відхиленням забезпечується пилкоподібним струмом, що проті-

кає через котушки відхилення. Для розгортки по горизонталі (рядках) слугують рядкові котушки відхилення, а по вертикалі (кадрах) – кадрові. Для отримання у котушках відхилення пилкоподібного струму необхідно на них подати напругу трапецеїдальної форми. Це досягається застосуванням в схемах розгортки блокінг-генераторів і розрядних ламп.

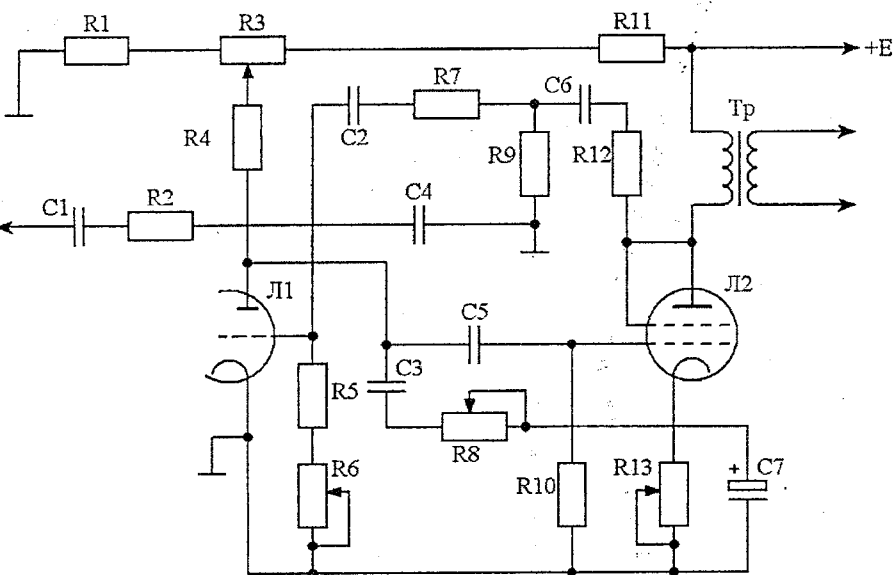


Рисунок 6.7 – Електрична схема кадрової розгортки

На рис. 6.7 наведена електрична схема кадрової розгортки з використанням розрядної лампи. Синхронізуючі імпульси з мультивібратора в блоці синхрогенератора через розв'язувальний резистор R_4 надходять на розрядну лампу $J1$. Один катод якої використовують для розгортки передавальної трубки, а інший – приймальної. Вихідна напруга з лампи $J2$ через розв'язувальний резистор R_{12} подається на дволанкове диференціююче коло $R_{11}C_6$ і $(R_5+R_6)C_5$, а потім на сітку лампи $J1$.

Анодне коло лампи $J1$ зашунтоване колом $R_7R_9C_3$, завдяки чому забезпечується подача необхідної напруги на керуючу сітку вихідної лампи $J2$.

Частота регулюється резистором R_6 , від опору якого залежить стала часу диференціюючого кола $(R_5 + R_6) C_5$, а розмір растра – змінним резистором R_2 , який регулює зарядну напругу. Для отримання кращої лінійності коло R_3C_3 слід підняти під максимальну напругу (500-600 В). Регулюється лінійність за допомогою змінного резистора R_9 .

Методика регулювання полягає в установленні частоти і лінійності розгортки і залежить від ретельності відпрацювання схеми. Якщо схема відп-

рацьовна, то в процесі регулювання слід переконатися в справності кіл і відповідності режимів ламп заданим. Інакше доводиться замінювати параметри елементів схеми, що значно ускладнює регулювання. Прилади і методика перевірки частоти і лінійності розгортки аналогічні тим, що використовуються для таких самих кіл, які є в телевізорах і індикаторних пристроях апаратури радіолокації.

Необхідна лінійність досягається підбором опорів і ємностей коригуючих кіл і режиму вихідної лампи. У рядковій розгортці на лінійність впливає опір демпфування, підбором якого її покращують.

При регулюванні блок розгортки під'єднують до джерела живлення і з'єднують з синхргенератором, а також навантажують еквівалентом навантаження кола розгортки. Найпростіше контроль регулювання здійснювати за екраном приймальної контрольної трубки. Для цього спочатку регулюють підсилювач сигналів зображення для контрольного пристрою (якщо він передбачений) і на його вхід від генератора подають синусоїдальну напругу з частотою, краєю частоті розгортки і більшою від неї за величиною. У разі лінійної розгортки на екрані електронно-променевої трубки буде видний рівномірний розподіл світлих і темних смуг; їх кількість визначить частоту розгортки. Як генератори використовуються звукові генератори типу ГЗ-117, ГЗ-118 і генератори стандартних сигналів типу Г4-102 для перевірки рядкової розгортки. Наприклад, при подачі сигналу на канал вертикальної розгортки з частотою 160 кГц на екрані повинні спостерігатися 10 темних і світлих рівномірних вертикальних смуг. Це свідчить про те, що витримані задана частота і лінійність рядкової розгортки. При подачі сигналу на канал горизонтальної розгортки з частотою 250 Гц на екрані повинно спостерігатися 10 рівномірних темних і світлих горизонтальних смуг.

Лінійність розгортки можна перевірити за допомогою осцилографа, підімкненого паралельно резистору, ввімкненого послідовно з котушками. Смуга пропускання підсилювача осцилографа повинна бути не меншою за 3 МГц, інакше сигнал необхідно подавати безпосередньо на пластини електронно-променевої трубки.

При перевірці роботи генератора рядкової розгортки передавальної трубки ретельно проглядають передній фронт прямого ходу розгортки і за наявності згасаючих коливань покращують демпфування підбором параметрів демпфуючого кола.

Остаточного коло розгортки, особливо передавальної трубки, регулюють комплексно за зображенням, одержаним при роботі всього тракту.

6.5 Регулювання блока передавальної трубки

Задачею регулювання блока передавальної трубки є перевірка і доведення до заданих форми і величини напруг, що подаються на електроди, і

системи відхилення, а також регулювання схеми гасіння зворотного ходу променя передавальної трубки.

З електричної схеми блока передавальної трубки типу іконоскоп (рис. 6.8) видно, що другий анод заземлений. Тому катод знаходиться під високим потенціалом відносно корпусу. Фокусування здійснюється змінним резистором R_4 , який змінює потенціал першого анода. Струм променя регулюється змінним резистором R_7 , який змінює потенціал на модуляторі. Лампа L_2 працює в схемі гасіння зворотного ходу променя. Права половина цієї лампи, ввімкнена діодом, є колом витоку лівої половини, внаслідок чого під час прямого ходу розгортки напруга на модуляторі передавальної трубки постійна. Щоб не вивести з ладу передавальну трубку, спочатку регулювання ведуть без неї. Для цього на блок трубки подають всі напруги живлення і сигнали від блока розгортки, синхрогенератора або від спеціальних генераторів і перевіряють напругу на її електродах, а також наявність струмів у котушках відхилення. Перевірку кіл, що знаходяться під високим потенціалом, треба робити з дотриманням відповідних правил техніки безпеки.

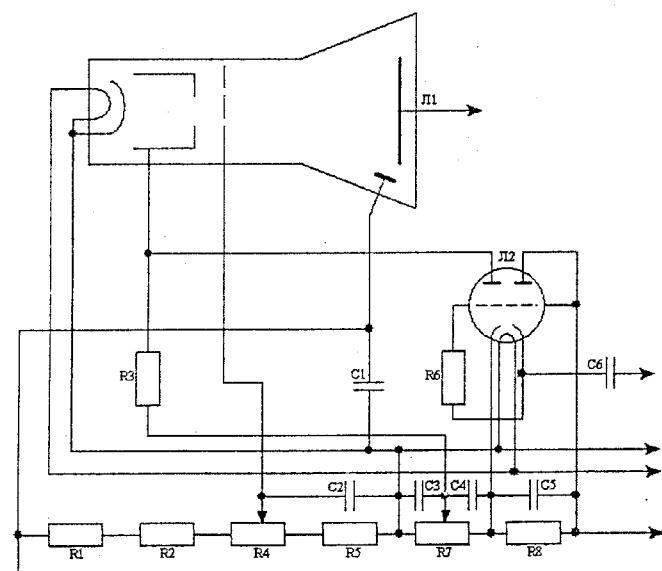


Рисунок 6.8 – Електрична схема блока передавальної трубки

Регулювання схеми гасіння зворотного ходу променя полягає у перевірці і установленні за допомогою осцилографа необхідної форми імпульсу. Імпульси на модуляторі передавальної трубки повинні бути правильної прямокутної форми з рівною основою між ними (робочий хід розгортки).

Інакше слід змінити режим лампи гасіння або підібрати опори і ємності в колі.

Після цього підмикають попередній підсилювач і встановлюють передавальну трубку на місце, а органи регулювань у такі положення: струм променя – в положення максимального зсуву (промінь закритий), підсилення в положення максимального підсилення, інші – в середні положення, і вмикають живлення.

Виконавши ці операції, плавним зміненням зміщення на модуляторі передавальної трубки (струм променя) встановлюють таку величину, при якій на контрольному кінескопі з'явиться зображення мозаїки без потемніння растра хоча б в одному місці. За допомогою фокусування і струму променя добиваються чіткого зображення мозаїки на контрольному кінескопі. Зміненням положення котушок відхилення і елементів компенсації трапецієподібних спотворень (магнітів) передавальної трубки знаходять таке положення, при якому растр на кінескопі має правильну прямокутну форму. Після цього регулюванням розміру растра передавальної трубки встановлюють на кінескопі такий розмір, який забезпечив би максимальне використання всієї площі мозаїки, а краї її не були б видні. Остаточне регулювання блока передавальної трубки виконують при комплексному регулюванні всього відеотракту за стандартною випробувальною таблицею УЕВТ (наводиться в багатьох джерелах).

6.6 Комплексне регулювання відеотракту

При комплексному регулюванні відеотракту необхідно одержати на виході відеосигнал, відповідний технічним умовам або державним стандартам, а також усунути дефекти переданого зображення. Таке регулювання зручно проводити за рівномірно освітленою випробувальною таблицею УЕВТ, розташованою на відстані L від камери

$$L = \frac{A \cdot F}{16},$$

де A – горизонтальний розмір таблиці, м;

F – фокусна відстань об'єктива, мм.

Випробувальну таблицю проєктують на мозаїку передавальної трубки, а спостереження ведуть за зображенням на контрольному кінескопі. Зміненням струму променя і фокусування передавальної трубки встановлюють найбільшу чіткість і контрастність зображення, при яких ще досягається компенсація чорної плями. Якщо на контрольному кінескопі виходить дзеркальне або перевернене зображення таблиці, необхідно перемкнути кінці котушок відхилення, переконавшись за допомогою осцилографа в правильності ввімкнення котушки контрольного кінескопа. Для цього

при замкнутій передавальній трубці і відсутності компенсації чорної плями на початку растра проглядають рядковий сигнал, який повинен подавати пілкоподібну напругу, що зростає зліва направо. Якщо це не спостерігається, слід перемкнути кінці котушок відхилення на контрольному кінескопі. При правильному ввімкненні котушок контрольного кінескопа виконують перемикання на передавальній трубці. Потім проглядають кадровий сигнал і аналогічно усувають перевернене зображення.

Одержавши правильне зображення, шляхом підбору величини компенсуючих кіл в підсилювачі коригують амплітудно-частотні і фазові спотворення, що виникають в передавальній трубці. При цьому на екрані контрольного кінескопа повинні бути максимальна чіткість і відсутність рельєфності (пластики). Недостатня чіткість уздовж рядків свідчить про погане проходження високих частот, а нерівномірний фон по вертикалі – про спотворення на низьких частотах. В цьому випадку ретельніше перевіряють підсилювачі, здійснюють їх коригування і, скориставшись компенсацією чорної плями, усувають нерівномірний фон. Темні і світлі вертикальні смуги пояснюються поганим демпфуванням в колах рядкової розгортки або поганим екрануванням рядкових котушок від входу підсилювача зображення, а поява горизонтальних темних смуг на зображенні – наявністю фону змінного струму низької частоти, яку усувають поліпшенням фільтрації в колі розігріву (при одній смузі) або живлення анодних кіл підсилювачів (при більшій кількості темних смуг).

Світлі вертикальні плями, що переміщуються при змінненні регулювань рядкової розгортки, є наслідком поганої форми рядкових вирівнюючих імпульсів. Тому по осцилографу, ввімкненому на виході відеотракту, необхідно проглянути форму цих імпульсів і довести її до прямокутної. Це саме явище може спостерігатися при недостатній величині сигналу гасіння зворотного ходу променя в передавальній трубці.

Наявність геометричних спотворень легко знаходять за випробувальною таблицею вимірюванням сторін прямокутника. Причиною геометричних спотворень може бути нелінійність розгортки або неправильна компенсація трапецієподібних спотворень. Для цього перевіряють і встановлюють лінійність розгортки спочатку передавальної трубки, а потім контрольною і здійснюють правильне устанавлення елементів компенсації трапецієподібних спотворень на передавальній трубці (магнітів).

При комплексному регулюванні відеотракту вимикати його слід після того, як буде закритий промінь передавальної трубки, щоб не вивести її з ладу.

6.7 Регулювання телевізійних передавачів

Особливість регулювання телевізійних передавачів полягає в забезпеченні неспотвореної передачі телевізійних сигналів і ретельному узго-

дженні фідера відеотракту з навантаженням і антеною. Неспотворюваність передачі досягається достатньою смугою пропускання модулятора і прямолінійною модуляційною характеристикою.

Глибина модуляції синусоїдальним сигналом приймається рівною 60%, що забезпечує отримання неспотвореного телевізійного сигналу і достатньої потужності.

Порядок і методика регулювання телевізійних передавачів не відрізняються від регулювання звичайних радіопередавальних пристроїв.

Спочатку здійснюють регулювання модулятора, який є потужним відеопідсилювачем. Рівномірність частотної характеристики перевіряють і одержують за тією самою методикою, що і при регулюванні відеопідсилювачів. Дуже важливо перевірити проходження без спотворення кадрових вирівнюючих імпульсів. Ці імпульси, проглядають на низькочастотному осцилографі (наприклад, на С1-76), ввімкненому паралельно навантаженню модулятора. За наявності спотворень цих імпульсів підбирають величини елементів кола низькочастотних корекцій. Якщо є обмеження сигналів, необхідно відрегулювати зсув на сітці обмежувального ступеня модулятора.

Відрегулювавши модулятор, приступають до регулювання задавально-го генератора і вихідного ступеня способом, аналогічним для звичайних радіопередавальних пристроїв.

Коли виконане роздільне регулювання всіх ступенів передавача, знімають статичну модуляційну характеристику. Для цього, змінюючи напругу зміщення на сітках вихідних ламп або базис (base) транзисторів, визначають напругу на вихідному фідері за допомогою осцилографа або електронного вольтметра. Статична модуляційна характеристика повинна бути достатньо лінійною. Поліпшення лінійності досягається зміненням зв'язку з попереднім каскадом, що викликає деякий його розлад. Усунувши його, знову знімають модуляційну характеристику.

Для перевірки глибини і якості модуляції на вхід модулятора від звукового генератора подається синусоїдальна напруга, частота і величина якої (декілька вольт) обумовлені в інструкції.

На осцилографі, ввімкненому паралельно фідеру, проглядають форму модуляційного сигналу і визначають глибину модуляції. При цьому сигнал не повинен бути обмеженим. Задану глибину модуляції одержують зміненням зв'язку вихідного ступеня з попереднім і повторенням настроювання контурів. Завершивши ці операції, перевіряють передавач на прийом сигналу по зразковому телевізійному приймачу і остаточно коригують усі кола. При цьому слід переконатися у відсутності наведень в телевізорі від сигналів передавача.

Необхідно ретельно екранувати приміщення, де розташовуються відеопідсилювачі, синхрогенератор і блок розгортки. Перевірку узгодженості фідера з антеною здійснюють вимірюванням струму на початку і кінці фідера. Показання приладів повинні бути однаковими.

Зображення, що приймається, на зразковому телевізорі повинно бути контрастним і чітким, з хорошою синхронізацією; воно повинно мало відрізнятися від зображення на контрольній трубі. Мала контрастність свідчить про недостатню глибину модуляції, а погана синхронізація – про обмеження синхронізуючих імпульсів в модуляторі.

Передавач звукового супроводу регулюється окремо, так само як звичайні передавальні пристрої. Особлива увага приділяється витримці точного рознесення частот між передавачами зображення і звукового супроводу, який, згідно з стандартом, приймається рівним 6,5 МГц.

6.8 Особливості телевізійних приймачів

Телевізійні приймачі призначені для прийому амплітудно-модульованих сигналів зображення і частотно-модульованого звукового супроводу. Крім того, такі приймачі з невеликим доповненням використовуються для прийому радіомовних станцій, що працюють в діапазоні УКХ з частотною модуляцією.

На рисунку 6.9 подані три схеми телевізійних приймачів різного схемного виконання.

У супергетеродинних приймачах з розділеними каналами зображення і звуку прийняті антеною сигнали підсилюються підсилювачем високої частоти 1 і надходять одночасно з сигналами гетеродина 2 на змішувач 3. Після змішувача сигнали розділяються на два самостійні канали - зображення і звуку.

Канал зображення складається з підсилювача проміжної частоти 5, детектора 6, відео підсилювача 7 і електронно-променевої трубки. Після відеопідсилювача виділяються сигнали синхронізації, які керують рядковою 14 і кадровою 15 розгортками. Напряга у високовольтному випрямлячі 16, необхідна для живлення електронно-променевих трубок, утворюється з імпульсів рядкової розгортки.

В супергетеродинних приймачах із загальним каналом зображення і звуку прийом звукового супроводу ведеться на проміжній частоті 6,5 МГц, що виходить в результаті різниці носійних частот сигналів звуку і зображення. Для прийому частотно-модульованих сигналів УКХ-радіостанцій передбачений другий гетеродин 12.

В телевізійних приймачах прямого підсилення після відеопідсилювача виділяється різницева частота (6,5 МГц) між носійними частотами сигналів звуку і зображення, яка є проміжною частотою для каналу звукового супроводу.

Конструктивно телевізійні приймачі виконують у вигляді окремих вбудованих блоків і нормалізованих або уніфікованих вузлів. Випуск телевізійних приймачів, як правило, має масовий або серійний характер, і на

заводах-виробниках всі основні технологічні операції із складання і регулювання здійснюються на примусово рухомих конвейерах.

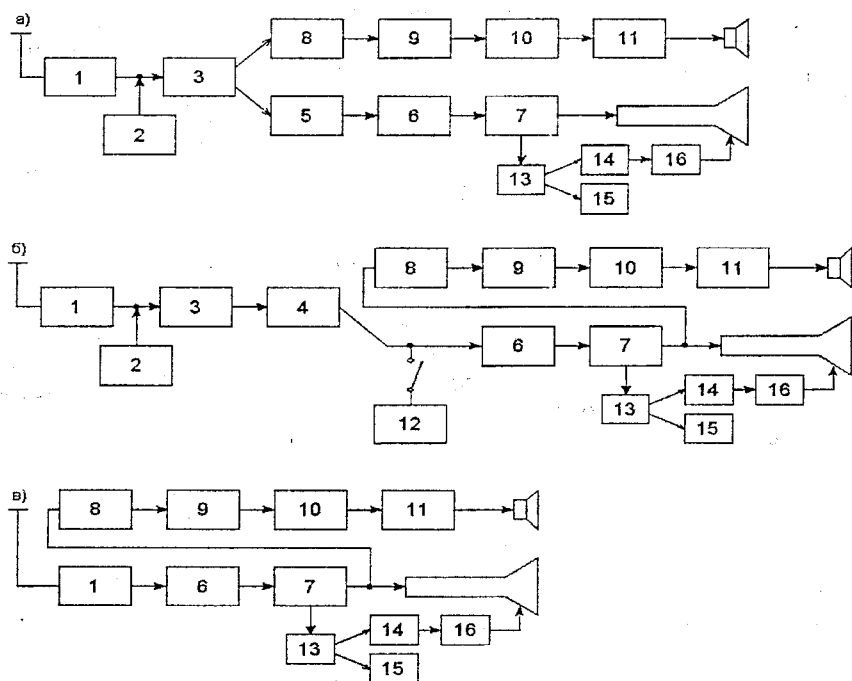


Рисунок 6.9 – Структурні схеми телевізійних приймачів:

- супергетеродинний приймач із розділеними каналами зображення та звуку;
- супергетеродинний приймач із загальним каналом зображення і звуку;
- приймач прямого підсилення

Встановивши всі блоки і вузли і, здійснивши електричний монтаж, ще раз переконаються в правильності монтажу і номіналів елементів схеми.

Таку перевірку, як вже вказувалося, у багатосерійному і масовому виробництві здійснюють на спеціальних стендах для контролю монтажу.

Необхідна така послідовність регулювання телевізійних приймачів, при якій регульований каскад не впливав би на змінення параметрів інших каскадів. Для супергетеродинних приймачів з розділеними каналами зображення і звуку спочатку окремо регулюють канал зображення, схему розгортки і канал звуку, а потім блок високої частоти (підсилювач, гетеро-

дин, змішувач). У приймачах із загальним каналом зображення і звуку спочатку регулюють відеоусилювач, а потім канали звуку, зображення і розгортки. Якщо різниця проміжна частота каналу звуку 6,5 МГц знімається з детектора (до відеоусилювача), то відеоусилювач регулюють одночасно з каналом зображення. У приймачах прямого підсилення спочатку регулюють канал звуку, а потім загальні канали і схеми розгортки.

Найбільш поширені супергетеродинамичні приймачі із загальним каналом зображення і звуку, оскільки при цьому досягається економія каскадів ППЧ і знижуються вимоги до стабільності частоти гетеродина. Такі приймачі мають нормалізований блок підсилювача високої частоти відрегульований раніше.

6.9 Регулювання звукового каналу

Звуковий канал складається з підсилювача проміжної частоти ППЧ, частотного детектора і підсилювача низької частоти ПНЧ. Послідовність і методика регулювання цих каскадів можуть бути прийняті такими самими як при регулюванні радіоприймачів для прийому частотно-модульованих сигналів. Після перевірки монтажу і режимів транзисторів чи ІМС перевіряють роботу підсилювача низької частоти. В телевізійних приймачах підсилювачі низької частоти, як правило, складаються з невеликої кількості каскадів (зазвичай двох), тому їх роботу часто перевіряють на слух з входу приймача без попереднього регулювання.

В телевізійних приймачах спочатку регулюють ППЧ, а потім частотний детектор, оскільки рівень сигналу світлогенератора недостатній для регулювання детектора до настроювання ППЧ. Якщо сигнал звуку в схемах телевізорів знімають після відеоусилювача, то спочатку слід відрегулювати відеоусилювач. Регулювання звукового каналу в телевізорах з розділеними каналами не відрізняється від регулювання приймачів частотно-модульованих сигналів і здійснюється від останніх каскадів до перших.

У приймачах із загальним каналом звуку і зображення підсилювач проміжної частоти необхідно точно настроїти на різницеву частоту сигналів звуку і зображення, рівню 6,5 МГц.

Для цього на вхід ППЧ або відеоусилювача подають від генератора немодульований сигнал частотою 6,5 МГц, а до його виходу підмикають вольтметр постійного струму. Настроюванням контурів ППЧ добиваються максимального показання вольтметра. Ширину смуги пропускання ППЧ визначають розстроюванням генератора в обидва боки до показання вольтметра, удвічі меншого, за максимальний. Смуга пропускання повинна бути не меншою 300 кГц. Регулювання підсилювача проміжної частоти краще здійснювати візуальним методом за допомогою вимірювача частотних характеристик або приладів для настроювання телевізорів ПНТ з діапазоном на 6,5 МГц, які дозволяють спостерігати резонансну криву підси-

лювача. На рисунку 6.10 подані типові резонансні криві підсилювача проміжної частоти.

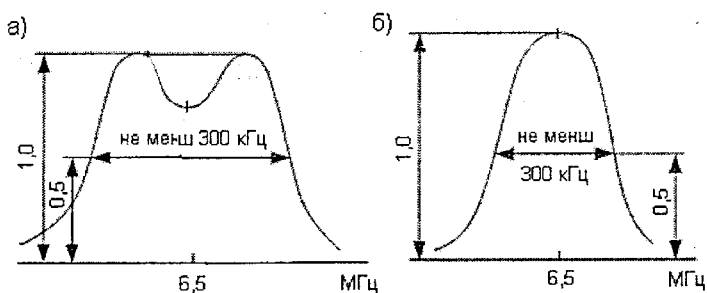


Рисунок 6.10 – Типові резонансні криві підсилювача проміжної частоти

Регулювання частотного детектора здійснюють з тими самими генераторами, вимірюючи напругу на вході підсилювача низької частоти. Перевірку характеристик частотного детектора виконують за допомогою генератора стандартних сигналів Г4-117. Сигнал від генератора подають такої величини, при якій зсув на обмежувачі не перевищував би 2 В, а розстроюванням частоти генератора визначають напруги на навантаженні детектора, які при розстроюванні в обидва боки на 100 кГц повинні відхилитися одна від одної не більше ніж на $\pm 10\%$. На рисунку 6.11 зображена характеристика дискримінатора (або дробового детектора), нерівномірність якої визначається за співвідношенням

$$\frac{AB - B\Gamma}{B\Gamma} \times 100\%.$$

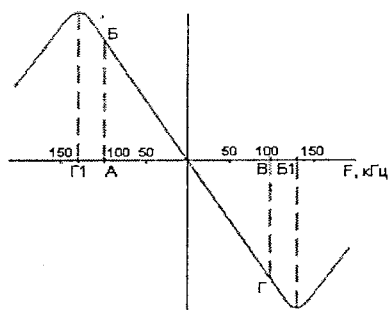


Рисунок 6.11 – Характеристика дискримінатора

6.10 Регулювання каналу зображення

Порядок і методика регулювання цього каналу в основному ті самі, що і для приймачів амплітудно-модульованих сигналів. Особливість регулювання полягає в необхідності одержати широку смугу пропускання сигналу відеочастоти при достатньому подавленні сигналів звукового каналу. У супергетеродинних приймачах з розділеними каналами зображення і звуку канал звукового супроводу регулюють самостійно, забезпечуючи при цьому максимальне подавлення сигналу проміжної частоти за звуковим сигналом. У приймачах із загальними каналами зображення і звуку, а також у приймачах прямого підсилення повного подавлення сигналів звукового каналу допускати не можна, оскільки тоді не можна виділити проміжну частоту 6,5 МГц для каналу звуку.

Розглянемо регулювання приймачів із загальними каналами зображення і звуку, які набули найбільше поширення. Канал зображення цих приймачів включає відеопідсилювач, детектор, підсилювачі проміжної і високої частоти, які призначені для підсилення сигналів зображення і звуку. Порядок і методика регулювання інших видів приймачів залишаються тими ж самими (від останніх каскадів до перших); змінюються лише частоти, при яких здійснюють регулювання.

Відеопідсилювач приймача можна відрегулювати за методикою, розглянутою раніше, але до нього висуваються менш жорсткі вимоги щодо смуги пропускання і коефіцієнта підсилення, що спрощує регулювання. Регулювання можна здійснювати за допомогою вимірювача частотних характеристик (ВЧХ). Для цього після перевірки монтажу і режимів транзисторів височастотний кабель вимірювача підмикають через роздільну ємність (0,1-0,25 мкФ) до входу, а детекторну головку вимірювача – до навантаження виходу відеопідсилювача. При «середній частоті» вимірювача, рівній 5 МГц, зміненням рівня сигналу і масштабу на екрані трубки встановлюють добре видиме зображення частотної характеристики. Отримання потрібної частотної характеристики, аналогічної тій, яка наведена на рис. 6.12, досягається зміненням параметрів коригуючих кіл.

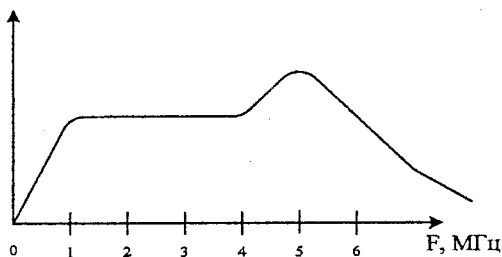


Рисунок 6.12 – Типова частотна характеристика відеопідсилювача на екрані вимірювача

Коефіцієнт підсилення визначається за величиною вхідного і вихідного сигналів на ВЧХ. Якщо відеопідсилювач має декілька каскадів, то регулювання починають з останнього каскаду. Нерівномірність частотної характеристики допускають не більш ніж на $\pm 20\%$ нижчу чим на частоті 1 МГц при підйомі на ділянці 4,5-5 МГц.

Регулювання ППЧ каналу зображення можна здійснити, починаючи покаскадно від останніх каскадів до першого або безпосередньо зі входу. Найпростішим є візуальний метод із застосуванням приладів для настроювання телевізорів ПНТ. Для цього вихідний кабель ПНТ підмикають на вхід регульованого каскаду ППЧ, а вихід до навантаження детектора. Зміненням параметрів контурів (звичне переміщення осердь в котушках) необхідно добитися необхідної частотної характеристики, аналогічної до поданої на рис. 6.13. При цьому для подавлення проміжної частоти сигналу звуку (31,5 МГц) і вищих частот (38,0 МГц) служать режекторні контури, які настроюються за мінімумом.

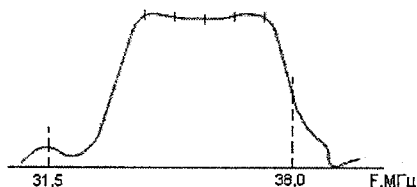


Рисунок 6.13 – Типова характеристика ППЧ каналу зображення

Регулювання ППЧ каналу зображення можна здійснити також за допомогою генераторів високої частоти типу Г4-102 з амплітудною модуляцією, вольтметра змінного струму типу В3-56 і інших типів та вимірювача виходу ВВ, які вмикаються на виході відеопідсилювача. Ці самі прилади застосовують для перевірки коефіцієнта підсилення ППЧ. Для цього на вхід ППЧ подають модульований сигнал з частотою, відповідною максимальному показанню вольтметра на виході (близько 33,75 МГц) при глибині модуляції 50 – 60%. Змінюючи величину сигналу від генератора до рівня, обумовленого в інструкції, визначають коефіцієнт підсилення.

Регулювання підсилювача високої частоти проводиться за методикою, аналогічною розглянутій раніше.

Потім перевіряють частотну характеристику каналу зображення зі входу телевізорів, використовуючи вихідний кабель, який підмикають на вхід приймача, а вхідний – до навантаження детектора. На приймачі і приладі встановлюють діапазон перевірки, а настроюванням гетеродина блока ви-

сокої частоти необхідно одержати на всіх телевізійних каналах і зображення, аналогічне даному на рис. 6.14.

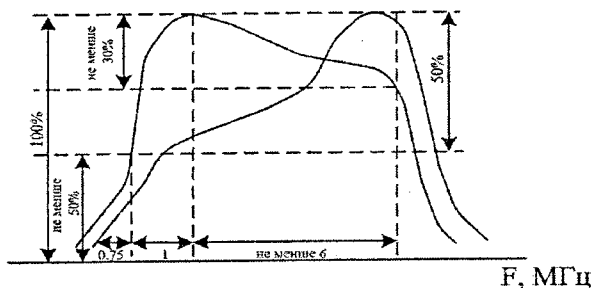


Рисунок 6.14 - Можливі частотні характеристики каналу зображення

При цьому допускається підстроювання гетеродина. Ширина смуги пропускання повинна бути не меншою 6 МГц, і в її межах не допускаються провали частотної характеристики, які перевищують 50%, або завали її на 30% від рівня.

Остаточну перевірку чутливості по каналу зображення здійснюють після регулювання всіх каскадів при контролі.

6.11 Регулювання кіл розгортки і синхронізації телевізорів

На рис. 6.15 подана схема блока розгортки і синхронізації телевізора. VT1 виконує роль селектора кадрових синхронізуючих імпульсів, які формуються інтегральним колом R1C1 і подаються на колектор транзистора блокінг-генератора (VT2). З диференціального кола C5R10 в зарядному колі блокінг-генератора знімається напруга для гасіння зворотного ходу променя на кінескопі. Вихідний каскад кадрової розгортки з трансформаторним виходом складений на VT3. Регулювання лінійності цієї розгортки по вертикалі здійснюється резистором R8, а розміру кадру - резистором R6.

VT4 виконує роль селектора рядкових синхронізуючих імпульсів, який відкривається спеціальним імпульсом, що знімається через резистор R16 з трансформатора Tr4 перед приходом синхронізуючого імпульсу. Виділені рядкові синхронізуючі імпульси подаються на колектор транзистора блокінг-генератора рядкової розгортки (VT5). Вихідний каскад рядкової розгортки на VT6 складений за автотрансформаторною схемою. VD1 виконує роль демпфера. Імпульси рядкової розгортки після випрямлення діодом VD2 використовуються для живлення колектора.

Основні задачі регулювання – одержати стійку синхронізацію, необхідний розмір кадру, лінійність розгортки; перевірити величину зворотного

ходу променя і величину високої напруги на колекторі. Кола розгортки і синхронізації регулюють при ввімкненні системи відхилення і кінескопі за зображенням на екрані кінескопа за допомогою телевізійного сигналу. Такий сигнал на заводах одержують від контрольно-випробувальної телевізійної установлення (КВТУ) і подають на телевізори. Для забезпечення стійкої роботи телевізора в процесі експлуатації регулювання слід здійснювати при зниженій на 10% напрузі мережі живлення.

Для перевірки синхронізації ручками «частота рядків» і «частота кадрів» синхронізують зображення. При цьому ручки не повинні знаходитися в крайньому положенні. Якщо вони знаходяться в крайньому положенні, слід знайти несправність, перевіривши режими активних елементів і замінивши несправні елементи окремо для рядкової і кадрової розгортки.

Необхідний розмір зображення встановлюють за допомогою ручок «розмір по вертикалі» і «розмір по горизонталі». Якщо необхідний розмір не встановлюється, то необхідно змінити параметри кіл і перевірити режими ламп для рядкової і кадрової розгортки.

Лінійність перевіряють лінійкою (що виключає помилки на відхилення), якою вимірюють протилежні сторони клітини зображення і визначають нелінійні растрові спотворення по вертикалі і горизонталі

$$N = \frac{2(a_{\max} - a_{\min})}{a_{\max} + a_{\min}} \cdot 100\%,$$

де a_{\max} і a_{\min} – максимальний і мінімальний розміри однієї сторони клітини (вертикальної або горизонтальної).

Зазвичай нелінійні растрові спотворення по горизонталі не повинні перевищувати 15%, а по вертикалі – 12%.

Лінійність регулюється підбором величин елементів схеми в рядковій і кадровій розгортках.

Перевірку допустимої величини зворотного ходу променя визначають за наявністю захисної смужки і відсутністю засвітлення в лівій (по горизонталі) і верхній (по вертикалі) частині растра.

Для пошуку несправностей користуються осцилограмами напруги в колах розгортки.

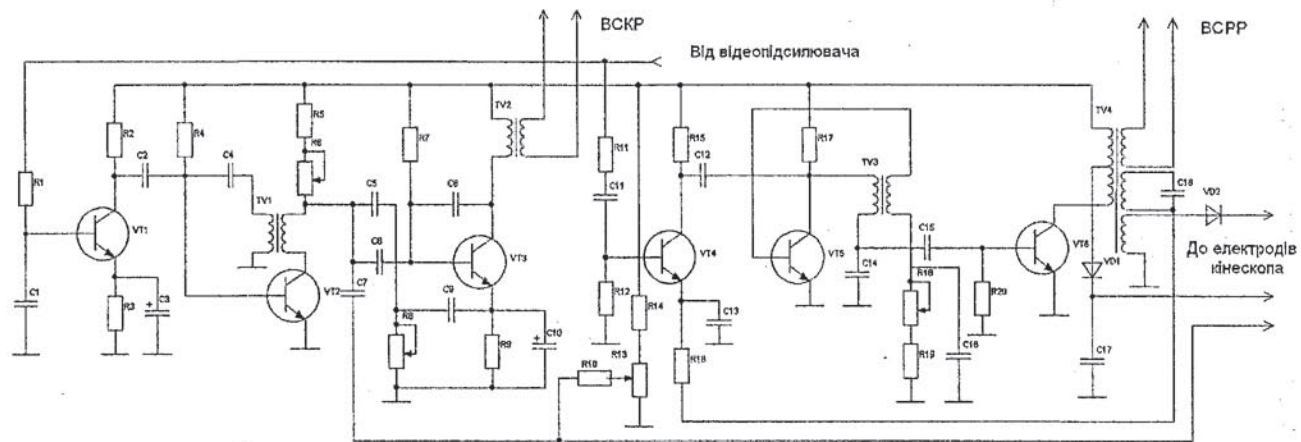


Рисунок 6.15 - Схема блока розгортки та синхронізації телевізора

При остаточній перевірці роботи кіл синхронізації розгорток необхідно забезпечити задану чіткість за зображенням випробувальної таблиці і правильні геометричні розміри растра без спотворень. Величину геометричних спотворень растра (рисунок 6.16) типу «трапеція», «паралелограм», «бочка», «подушка» визначають вимірюванням сторін зображення і обчисленням за наведеними нижче формулами:

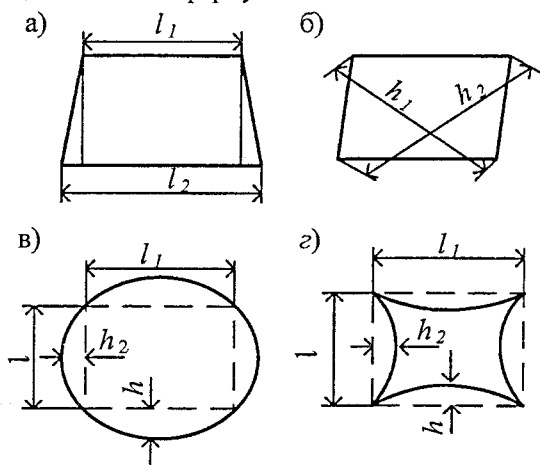


Рисунок 6.16 - Характерні геометричні спотворення растра: а – «трапеція»; б – «паралелограм»; в – «бочка»; г – «подушка»

а) спотворення типу «трапеція»

$$m_{mp} = \frac{2(l_2 - l_1)}{l_2 + l_1} \cdot 100\%;$$

б) спотворення типу «паралелограм»

$$m_{нар} = \frac{2(h_2 - h_1)}{h_2 + h_1} \cdot 100\%;$$

в) спотворення типу «бочка»

$$m_{боч} = \frac{h}{l} \cdot 100\%.$$

Ці спотворення зазвичай не повинні перевищувати 3%.

6.12 Регулювання високочастотної частини телевізійного приймача

6.12.1 Загальні відомості про селектори телевізійних каналів

Селектори телевізійних каналів СК призначені для селекції, підсилення і перетворення високочастотних телевізійних сигналів в сигнали проміжної частоти.

Умовне позначення:

СК-М – найменування селекторів, призначених для роботи в I-II частотних діапазонах (відповідно 48,5-100 МГц) і III діапазону (174-230 МГц);

СК-Д – найменування селекторів, призначених для роботи в IV-V частотних діапазонах (відповідає 470-730 МГц);

СК-В – всехвильові селектори, які працюють в I-V частотних діапазонах.

Цифри, наступні за найменуванням селектора, означають номер розробки, потім слідує номер модернізації, далі буква, що позначає частотний стандарт: С - СНД, Е - західноєвропейський. Наприклад, селектор СК-М-24-2С є селектором каналів метрового діапазону, двадцять четвертої розробки, другої модернізації, призначений для прийому телевізійних сигналів за вітчизняним стандартом (D/K). Селектор СК-В-41Е2К є всехвильовим і призначений для прийому телевізійних сигналів за західноєвропейським стандартом (В/О) з діапазоном кабельного телебачення (111 — 173 МГц і 231 — 293 МГц).

Високочастотна частина телевізора виконується у вигляді окремого знімного блока, що складається функціонально з вхідного кола, підсилювача високої частоти (ПВЧ), змішувача (ЗМ) та гетеродина, і призначена для вибору сигналів необхідного каналу із спектра частот, що надходять на його вхід.

6.12.2 Селектор каналів метрових хвиль СК-М-15

Специфічною особливістю даного селектора каналів є те, що він має механічне керування.

Вхідні кола селектора (рис. 6.17) містять фільтр верхніх частот. Сигнал з антени через фільтр верхніх частот $C_1C_2C_3L_1L_2L_3L_4$, що забезпечує подавлення сигналів в смузі частот від 0 до 40 МГц, подається на вхідний контур з ємнісного подільника C_4C_5 для зменшення впливу антени на вхідний контур.

Підсилювач високої частоти виконаний на транзисторі VT₁, в коло емітера якого подається сигнал з частини витків вхідного контуру через конденсатор C_6 , а в коло бази – напруга АРП. У колекторне коло транзистора ввімкнений смуговий фільтр LK1-5LK6-12C₁₁C₁₀C₁₂. Для зменшення шунтуючої дії на контур колектор транзистора VT₁ підімкнений до частини його витків.

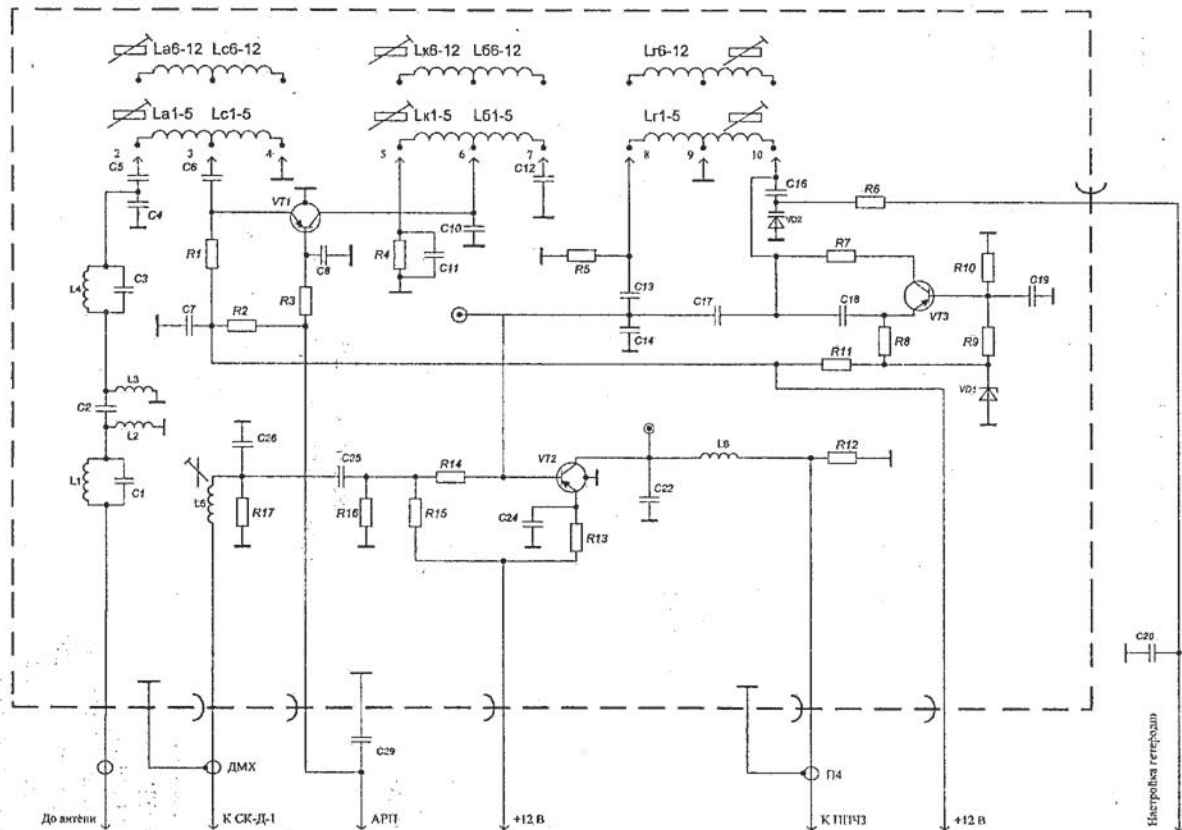


Рисунок 6.17 – Принципова електрична схема блока СК-М-15

Змішувач виконаний на транзисторі VT_2 за схемою із загальним емітером. Навантаженням змішувача служить П-видний контур $L_6C_{21}C_{22}$, його вихідний опір розрахований на підключення до ППЧ з вхідним опором 75 Ом. У коло бази транзистора VT_2 ввімкнений контур $L_5C_{26}C_{вх}C_{27}$, призначений для підімкнення блока СК-Д-1. Підстроювання контуру дозволяє скоригувати частотну характеристику блока СК-Д-1 при його підімкненні до блока СК-М-15.

Гетеродин виконаний на транзисторі VT_3 по схемі з ємнісним зв'язком і загальною базою. Для зміни частоти гетеродина слугує напівпровідниковий діод VD_2 (варикап), який забезпечує плавне змінення його частоти в межах $\pm 1,5$ МГц при вимірі керуючої напруги від 2 до 9 В. Напруга живлення колекторного кола гетеродина стабілізована стабілітроном VD_1 .

Живлення кола колектора змішувача здійснюється через окремий вивід на блоці, завдяки чому можна відімкнути живлення ПВЧ і гетеродина блока, використовуючи змішувач блока СК-М-15 як ППЧ.

6.12.3 Селектор каналів метрових хвиль СК-М-24-1

Селектор каналів СК-М-24-1 (рис. 6.18) призначений для прийому сигналів в I, II і III діапазонах. Його вхід асиметричний і розрахований на підімкнення коаксіального кабелю з хвильовим опором 75 Ом. Селектор містить вхідні кола, підсилювач ВЧ III діапазону, підсилювач ВЧ I-II діапазонів, гетеродин III діапазону, гетеродин I-II діапазонів, змішувач. Настроювання на будь-який канал відповідного діапазону здійснюється варикапами подачею на них керуючої напруги, через контакт 4 з'єднувача селектора. На вході селектора включений фільтр верхніх частот $L_1C_1C_2L_2L_3L_4C_3$, що забезпечує ослаблення сигналів проміжних частот.

Вхідне коло III діапазону є одиночним коливальним контуром, що перестроюється за допомогою варикапа VD_2 . Для отримання необхідної смуги пропускання і узгодження антени з вхідним опором ПВЧ служить конденсатор зв'язку C_4 з боку антени і застосовано автотрансформаторне увімкнення контуру з боку входу ПВЧ. Підсилювач високої частоти III діапазону складений на транзисторі VT_1 за схемою із загальною базою. На базу транзистора через резистор R_6 подається напруга АРП. Резистор R_5 запобігає виходу з ладу транзистора при обриві кола АРП. Колекторним навантаженням ПВЧ є смуговий фільтр з індуктивним зв'язком ($L_{11}VD_5L_{14}C_{26}VD_8$). Для збільшення глибини регулювання АРП в колекторне коло транзистора увімкнений резистор R_9 , зашунтований по високій частоті конденсатором C_{19} . З вторинного контуру смугового фільтра сигнал знімається за допомогою котушки зв'язку L_{16} і через роздільний конденсатор C_{30} і перемикальний діод VD_9 подається на емітер транзистора VT_3 змішувача, складеного за схемою із загальною базою. У коло емітера через конденсатор C_{35} подається напруга гетеродина.

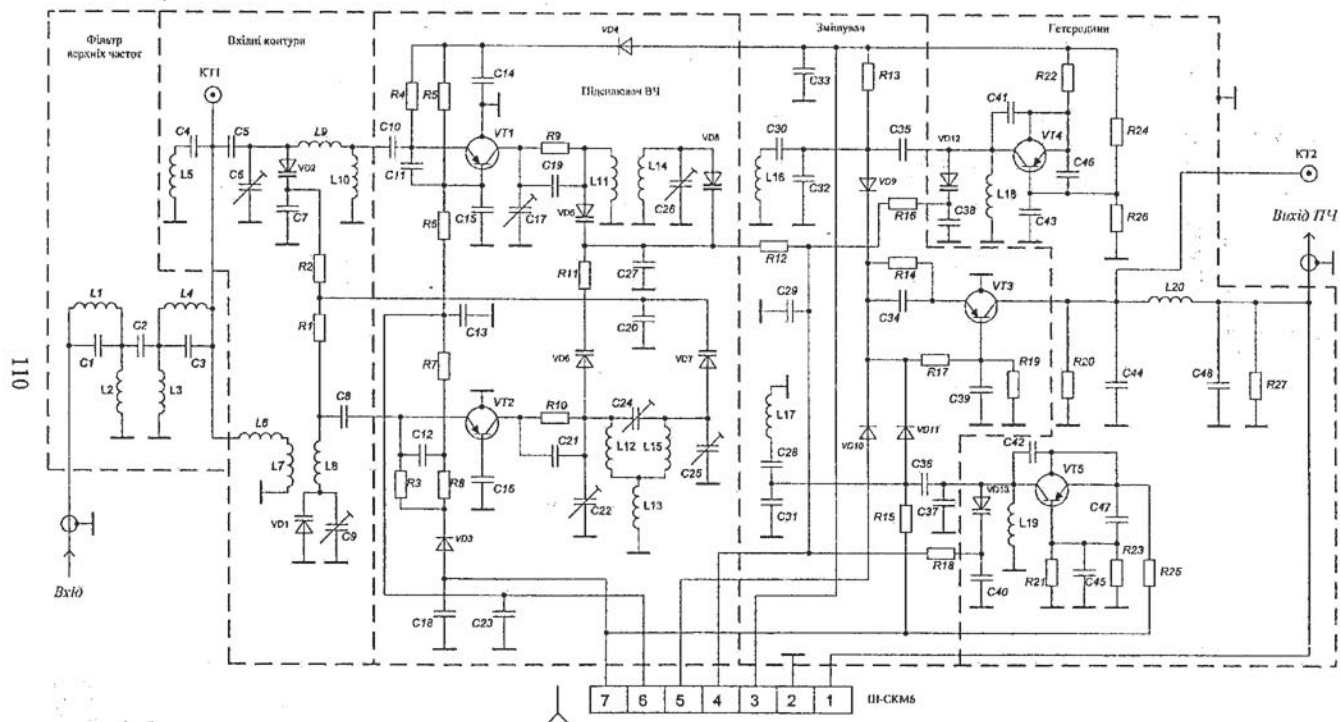


Рисунок 6.18 – Принципова електрична схема блока СК-М-24-1

Гетеродин III діапазону виконаний на транзисторі VT_4 за схемою з ємнісним зв'язком. Зворотний зв'язок здійснюється через ємнісний подільник C_{43}, C_{46} . Контур гетеродина перестроюється варикапом VD_{12} . Резистори R_{22}, R_{24}, R_{26} забезпечують режим роботи транзистора VT_3 по постійному струму.

Увімкнення III діапазону здійснюється подачею напруги живлення 12 В на контакт 3 з'єднувача III-СКМ селектора. Ця напруга через резистор R_{22} передається на емітер транзистора VT_4 ; діод VD_4 і резистор R_4 – на емітер транзистора VT_1 ; через резистор R_{13} і перемикальний діод VD_9 – на емітер транзистора VT_3 . При цьому перемикальні діоди VD_{10}, VD_{11} закриваються, відкриваючи від входу змішувача ПВЧ I-II діапазонів і вихід ПЧ селектора дециметрового діапазону.

Вхідне коло I-II діапазонів – одиночний коливальний контур, що перестроюється варикапом VD_1 . Для узгодження антени з вхідним опором ПВЧ з боку антени застосовано трансформаторне включення за допомогою котушки зв'язку L_7 , а з боку входу ПВЧ – ємнісного подільника $C_{12}C_8C_9VD_1$.

Підсилювач високої частоти I-II діапазонів виконаний на транзисторі VT_2 за схемою із загальною базою. У коло бази транзистора VT_2 через резистор R_7 подається напруга АРП. Резистор R_3 перешкоджає виходу з ладу транзистора при обриві кола АРП.

Колекторним навантаженням ПВЧ є смуговий фільтр $C_{20}VD_6L_{12}$ і $L_{15}C_{25}VD_7$ з комбінованим зв'язком через котушку зв'язку L_{13} і конденсатор C_{24} . Для збільшення глибини регулювання АРП в колекторне коло транзистора VT_2 увімкнений резистор R_{10} , зашунтований по високій частоті конденсатором C_{21} . З вторинного контуру смугового фільтра сигнал знімається за допомогою котушки зв'язку L_{17} і подається через ємнісний подільник C_{28}, C_{31} і перемикальний діод VD_{11} на емітер транзистора VT_3 змішувача, куди надходить також напруга гетеродина через конденсатор C_{36} .

Гетеродин I – II діапазонів складений на транзисторі VT_5 за схемою з ємнісним зв'язком. Зворотний зв'язок здійснюється через подільник $C_{45}C_{47}$. Контур гетеродина перебудовується варикапом VD_{13} . Конденсатор C_{40} – з'єднувальний для I – II діапазонів, резистори R_{21}, R_{23}, R_{25} , забезпечують режим роботи транзистора VT_5 по постійному струму.

Увімкнення I – II діапазонів здійснюється подачею напруги 12 В на контакт 7 з'єднувача III-СК-М. Ця напруга подається через резистор R_{25} на емітер транзистора VT_5 , через діод VD_3 і резистор R_3 – на емітер транзистора VT_2 ПВЧ і через резистор R_{15} і перемикальний діод VD_{11} – на емітер транзистора VT_3 змішувача. При цьому перемикальні діоди VD_{10}, VD_9 закриваються, відкриваючи вихід ПВЧ III діапазону і вихід ПЧ селектора дециметрового діапазону від входу змішувача. Сигнал проміжної частоти селектора дециметрового діапазону подається на контакт 5 з'єднувача III-СК-Мб.

При роботі з СК-Д напруга живлення 12 В подається на контакт 5 з'єднувача III-СК-Мб, а сигнал ПЧ – на контакт 1.

6.12.4 Селектор каналів метрових хвиль СК-М-24-2

Селектор каналів метрових хвиль СК-М-24-2 (рис. 6.19) має незначні схемні і конструктивні відмінності від СК-М-24-1. У селекторі покращені умови узгодження вхідних кіл підсилювачів радіочастот з антеною. У вхідному колі застосований багатоланковий фільтр верхніх частот $L_1-L_6C_1-C_4$, що послаблює сигнали частот нижче 40 МГц. Зв'язок вхідного контуру з антеною в діапазонах I – II – індуктивний (через котушку зв'язку L_7), а в діапазоні III – ємнісний (через конденсатор C_6). У діапазоні III для узгодження транзистора VT_1 підсилювача радіочастот з вхідним контуром сигнал на емітер транзистора надходить з частини контуру (з котушки L_{11}). Селектор відрізняється застосуванням в колах змішувача і гетеродинів на кремнієвих транзисторах, параметри яких стійкіші до дій температури.

6.12.5 Селектор каналів дециметрових хвиль СК-Д-24

Селектор має електронне керування і складається з вхідного кола, підсилювача ВЧ і перетворювача (рис. 6.20). Резонансними контурами в селекторі є відрізки півхвильових ліній з розподіленими параметрами, що перестроюються в діапазоні частот зміненням ємності варикапа, увімкненого в коливальний контур. Вхідне коло селектора розраховане на підмикання несиметричного кабелю з хвильовим опором 75 Ом. На вході селектора увімкнений фільтр верхніх частот $L_1C_1L_2C_2$, який ослаблює сигнали ПЧ.

Підсилювач ВЧ виконаний на транзисторі VT_1 за схемою із спільною базою. Навантаженням підсилювача служить перестроювальний двоконтурний смуговий фільтр $L_5L_6C_8C_{10}VD_2$ і $L_8L_{10}VD_3C_{12}C_{14}$. Контури фільтра мають індуктивний зв'язок через петлі зв'язку L_9, L_7 . Перший контур смугового фільтра через ємнісний подільник підмикається до колектора транзистора VT_1 . Через резистори R_4, R_5 на варикапи VD_2, VD_3 подається напруга, яка змінює настроювання контурів смугового фільтра ПВЧ. Напруга перестроювання подається з контакту 5 з'єднувача III-СК-Дб у коло бази транзистора VT_1 , через резистор R_3 подається напруга АРП з контакту 4 з'єднувача III-СК-Дб. Резистор R_2 захищає транзистор від пробоя при обриві кола подачі напруги АРП і перетворювача частоти. Високочастотний сигнал із смугового фільтра подається в коло емітера транзистора VT_2 . Коло емітера з'єднується із смуговим фільтром за допомогою індуктивної петлі зв'язку L_{11} , що входить в контур $L_{11}L_{13}C_{17}C_{15}$, який увімкнений в коло емітера транзистора. Гетеродин виконаний за схемою з ємнісним зв'язком (через конденсатор C_{18}). Контур гетеродина $L_{16}L_{15}L_{14}VD_4C_{24}C_{21}C_{22}$ перестроюється в діапазоні частот варикапом VD_4 . У колекторне коло транзистора VT_2 увімкнений смуговий фільтр $L_{19}C_{25}L_{21}$ і $L_{20}C_{28}C_{26}$. Зв'язок між контурами фільтра здійснюється за рахунок спаду напруги на загальній ін-

дуктивності контурів L_{21} . Сигнал ПЧ подається на контакт 1 з'єднувача Ш-СК-ДБ.

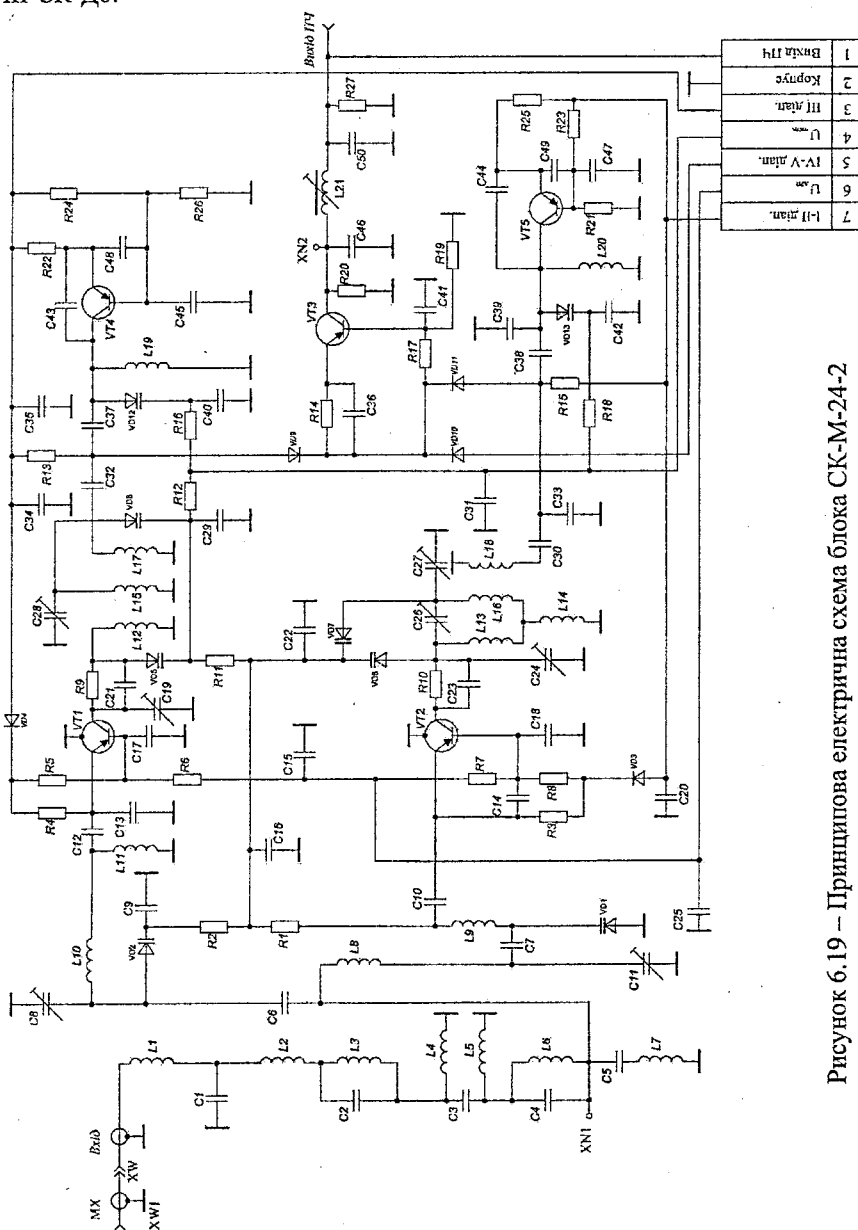


Рисунок 6.19 — Принципова електрична схема блока СК-М-24-2

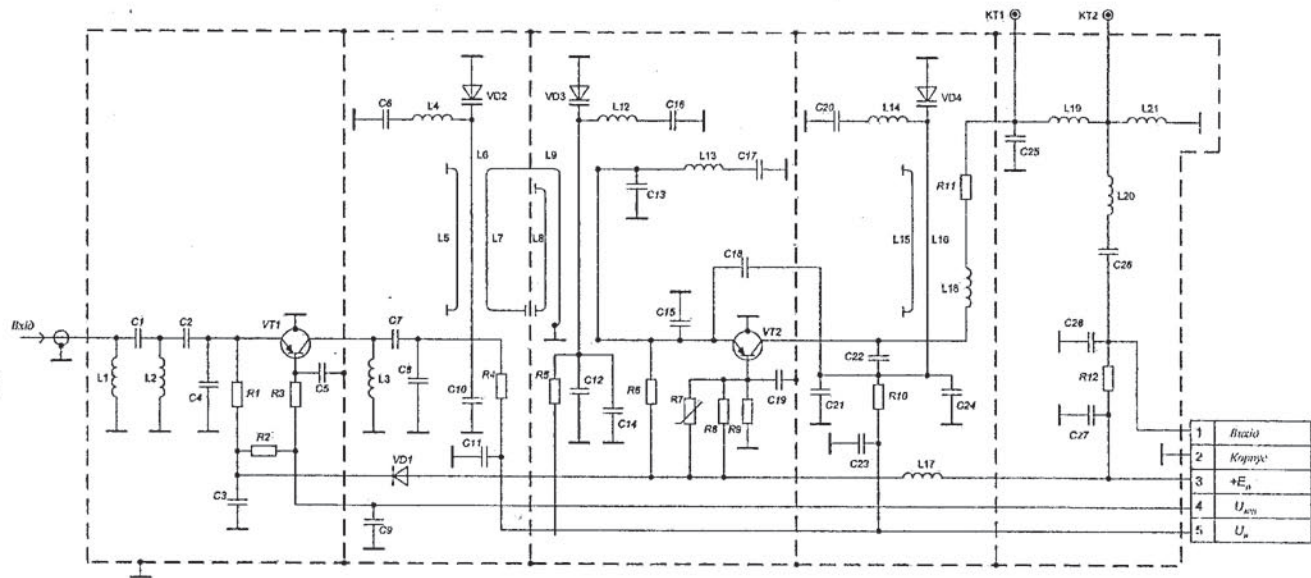


Рисунок 6.20 – Принципова електрична схема блока СК-Д-24

Перестроювання контурів селектора здійснюється напругою, яка подається на варикапи VD_2 , VD_3 , VD_4 через резистори R_{10} , R_5 , R_4 . Напруга живлення 12 В подається з контакту 3 з'єднувача ПІ-СК-ДБ на транзистор VT2 через дросель L_{17} і терморезистор R_7 , який здійснює температурну стабілізацію режиму роботи транзистора. У колі транзистора VT₁ напруга живлення подається через роздільний діод VD_1 .

6.12.6 Селектор каналів всехвильовий СК-В-41

Всехвильовий селектор каналів призначений для частотної селекції телевізійних сигналів в діапазонах МХ і ДМХ, їх підсилення і перетворення в сигнали проміжної частоти. Керування селектором електронне і здійснюється командами і напругою з модуля синтезатора напруги МСН-501. Селектор розроблений замість застарілих за технічним рівнем селекторів СК-М-24 і СК-Д-24.

Існує декілька варіантів селекторів, що відрізняються частотним стандартом, наявністю або відсутністю діапазонів кабельного телебачення, наявністю або відсутністю подільника частоти гетеродина для побудови високостабільного синтезатора частоти, для настроювання гетеродина, що випускаються. Наприклад, селектор СК-В-4С призначений для селекції, підсилення сигналів мовного телебачення і їх перетворення в сигнали ПЧ зображення 38,0 МГц і 1-ої ПЧ звуку – 31,5 МГц (вітчизняний стандарт D, K) селектор СК-В-41Е2К призначений для перетворення радіосигналів в сигнали ПЧ зображення – 38,9 МГц і 1-ої ПЧ звуку – 33,4 МГц (західно-європейський стандарт В, G), а також для перетворення сигналів діапазону кабельного телебачення. До особливостей конструкції селектора можна віднести пряме увімкнення антенних штекерів в гнізда МХ і ДМХ селектора. Це дозволяє антенні штекери підмикати безпосередньо до цих гнізд. Така конструкція істотно зменшує спотворення сигналу типу «випереджаючий повтор». Антенні гнізда МХ і ДМХ можуть бути як роздільними, так і суміщеними. Вихід ПК селектора симетричний. Така конструкція покращує заводозахищеність схеми. На рисунку 6.21 зображена структурна схема селектора СК-В-41Е2К.

Селектор має два незалежні канали МХ і ДМХ, кожен з яких містить узгоджувальний фільтр (для ДМХ), або фільтр верхніх частот (для МХ), вхідний фільтр, підсилювач високої частоти, двоконтурний смуговий фільтр, змішувач-гетеродин. Загальним для обох каналів є попередній підсилювач проміжної частоти ППЧ. У каналі ДМХ є додатковий підсилювач проміжної частоти ДППЧ. Вмикання (комутація) діапазонів здійснюється подачею напруги 12 В на відповідні кола вибраного діапазону (I – II, III або IV – V).

Перестроювання селектора електронне і здійснюється зміненням напруги на відповідних варикапах.

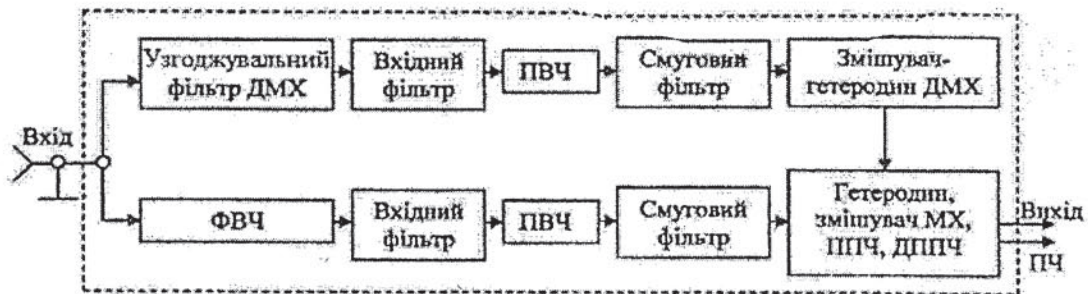


Рисунок 6.21 – Структурна схема селектора СК-В-41Е2К

6.12.7 Метрова частина селектора

На вході селектора метрового діапазону встановлений фільтр верхніх частот ФВЧ ($L_2, C_5, L_3, L_9, L_{10}, C_2, C_3, C_6, L_4$), призначений для подавлення частот нижче 40 МГц.

Вхідний контур МДХ утворений елементами $L_5, L_6, L_{11}, L_{12}, VD_3, R_2, C_7$ і служить для попередньої селекції телевізійних сигналів. При прийомі сигналів мовного телебачення в I-II діапазонах комутаторний діод VD_2 замкнутий позитивною напругою з подільника R_{12}, R_2 .

Резонансна частота вхідного контуру рівна 48,5-100 МГц і змінюється під впливом напруги настроювання, яка прикладена до варикапа VD_3 .

При роботі селектора в III діапазоні діод VD_2 відкривається напругою з контакту 4 з'єднувача X (СКВ). Резонансна частота контуру зростає і змінюється в межах 170 – 230 МГц.

Підсилювач високої частоти I-III діапазонів виконаний на польовому двозаслінному транзисторі VT_2 за схемою із загальним витоком. На перший заслін VT_2 подається ВЧ-сигнал через роздільний конденсатор C_{16} , а на другий – напруга АРП з контакту 1 з'єднувача X (СКВ) через резистор R_{14} . Напруга АРП змінюється в межах 1-8 В і забезпечує глибину регулювання 30 дБ.

Живлення транзистора VT_2 в I-II діапазонах здійснюється напругою 12 В з контакту 3 з'єднувача X (СКВ) або з контакту 4 з'єднувача X (СКВ) при роботі селектора в III діапазоні.

Як навантаження підсилювача ВЧ слугує двоконтурний смуговий фільтр на елементах $L_{15}, L_{16}, L_{23}, L_{24}, C_{25}, VD_7, C_{39}, VD_{13}, C_{32}, C_{42}$, який формує АЧХ підсилювача ВЧ метрового діапазону. Фільтр настроюється тримером C_{32} .

При увімкненні I-II діапазону комутаторні діоди VD_9 і VD_{11} закриті і смуговий фільтр утворюється елементами L_{15}, L_{16} і L_{23}, L_{24} .

Зв'язок між контурами індуктивний і забезпечується через котушку L_{17} . У діапазоні III фільтр утворено елементами L_{15}, C_{25}, VD_7 і L_{23}, C_{39}, VD_{13} . Зв'язок між контурами здійснюється через котушку L_{20} , виконану на платі друкарським монтажем. Змінний конденсатор C_{39} - підстроювальний. Сигнал ВЧ проходить через роздільний конденсатор C_{44} на вхід мікросхеми $D1$, яка є змішувачем-гетеродином МДХ, а також попереднім підсилювачем ППЧ – загальним для каналів МДХ і ДМХ. Мікросхема має також додатковий підсилювач ДППЧ в діапазоні IV-V.

При увімкненні I-II діапазону комутаторний діод VD_{15} закритий напругою 12 В, яка надходить з контакту 2 з'єднувача X (СКВ) через подільник R_{38}, R_{36} . Контур гетеродина утворений елементами VD_{14}, L_{26}, L_{27} , приєднаними до виводів 16, 18 мікросхем.

При увімкненні III діапазону діод VD_{15} відкривається напругою 12 В, яка надходить на його анод контакту 4 з'єднувача X3 (СКВ) через резистор

R₃₂. Відкритий діод VD₁₅ шунтує котушку L₂₅ по високій частоті через елементи C₅₁, VD₁₅ і C₆₀. Резонансна частота контуру збільшується, забезпечуючи необхідний частотний діапазон.

Напруга настроювання проходить через резистор R₂₉ на варикап VD₁₄.

Сигнал ПЧ надходить з виходу змішувача (виводи 6, 8 мікросхеми D1) на фільтр ПЧ (C₆₅, C₇₀, L₃₁) і з фільтра проходить до попереднього подільника (виводи 8, 9 мікросхем D₁), компенсуючи ослаблення сигналу у фільтрі на ПАВ. З виходу попереднього підсилювача (вивід 10, 11 мікросхеми D₁) сигнал ПЧ прямує через роздільні конденсатори C₇₄ і C₇₅ на контакти 12, 13 з'єднувача X3 (СКВ).

6.12.8 Дециметрова частина селектора

Сигнал в діапазоні IV-V проходить через узгоджувальний контур C', L', L₈ на вхідний фільтр L₇, C₉, VD₁. Напруга перестроювання подається з контакту 7 з'єднувача X (СКВ) через резистор R₄ на варикап VD₁, забезпечуючи необхідну частотну селекцію.

Виділений вхідним контуром сигнал проходить через роздільний конденсатор C₁₄ на перший заслін транзистора VT₁. Напруга АРП надходить на другий заслін транзистора через резистор R₁₃ з контакту 1 з'єднувача X (СКВ), забезпечуючи стабілізацію вихідного сигналу при його зміненні на антенному вході на 30 дБ.

Підсилений сигнал знімається зі стоку транзистора і через роздільний конденсатор C₂₆ проходить на двоконтурний смуговий фільтр L₁₈, L₁₉, VD₈, VD₁₀, C₂₉, C₃₆, C₃₈, який формує АХЧ селектора.

Перестроювання контуру здійснюється за допомогою варикапів VD₈ і VD₁₀ Напругою настроювання, яка надходить з контакту 7 з'єднувача X (СКВ) через резистор R₂₃.

Перетворювач (змішувач) частоти складений на транзисторі VT₃ за схемою автогенеруючого змішувача.

Контур C₄₃, L₂₅, увімкнений на вході перетворювача, ослаблює сигнал проміжної частоти.

Позитивний зворотний зв'язок перетворювача утворено елементами C₅₇, VD₁₆, R₃₉.

Напруга перестроювання подається на варикапи VD₁₆, VD₁₇ через резистор R₄₃. Терморезистор R₃₀ забезпечує температурну стабілізацію гетеродина.

Сигнал проміжної частоти з виходу змішувача подається через котушку L₃₀, конденсатор C₆₂ і вивід 5 мікросхеми D1 на додатковий підсилювач ПЧ. Контур ПЧ L₂₉, R₄₁, C₆₉ є навантаженням перетворювача.

До контактів з'єднувача X (СКВ) приєднані фільтри, які забезпечують розв'язку і блокування паразитних зв'язків (див. схему на рис. 6.22).

6.12.9 Регулювання селектора каналів СК-М-24-2

Схема підімкнення приладів для настроювання АЧХ зображена на рисунку 6.23.

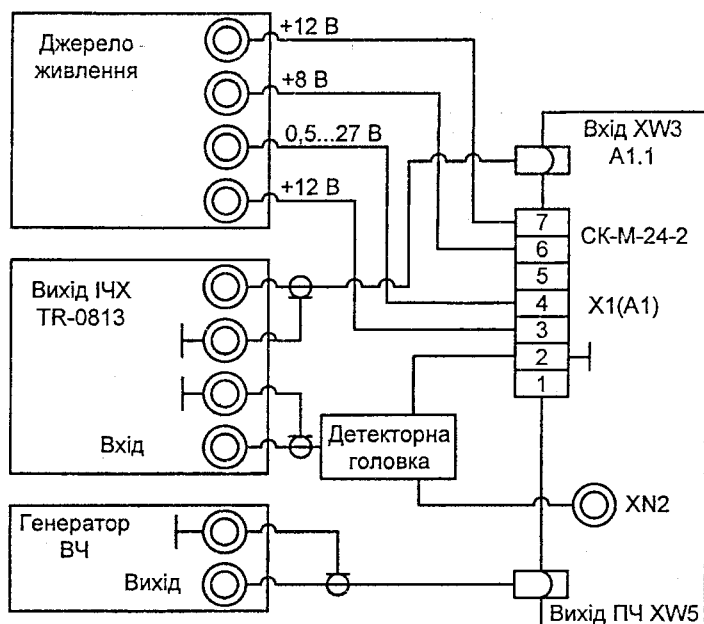


Рисунок 6.23 – Схема підключення приладів для настроювання АЧХ підсилювача радіочастоти і гетеродина селектора каналів СК-М-24-2

Подати від ВЧХ TR-0813 або іншого типу на вхід селектора за допомогою коаксіального кабелю сигнал напругою близько 10 мВ. Сигнал із селектора знімається з контрольної точки XN₂ за допомогою детекторної головки, зашунтованої опором 75 Ом, і подається на вхід ІЧХ.

На вихід ПЧ селектора від генератора ВЧ подати напругу частотою 38 МГц (проміжна частота сигналу зображення ізоб.п.ч), рівень якої встановити для зручного спостереження мітки на екрані ВЧХ при настроюванні гетеродина. При використанні ВЧ генератора типу Т5-0850 перед його підімкненням до виходу селектора необхідно встановити частоту генератора за маркерними мітками ВЧХ. Для виставлення частоти генератора, рівної 38 МГц слід вихід ВЧХ з'єднати з входом детекторної головки і в точку їх з'єднання подати сигнал з генератора; ручкою настроювання генератора сумістити мітку, створювану генератором на АЧХ, з міткою "38,0 МГц" ВЧХ.

Амплітудно-частотна характеристика каналів настроєного селектора повинна розташовуватися в заштрихованій області (рисунок 6.24). При настроюванні АЧХ ПРЧ необхідно керуватися такими правилами:

- розсовування витків контурних котушок L_{11} , L_{14} , L_{12} , L_{15} зменшує індуктивність контурів і зсовує характеристику, що настроюється, у бік більш високих частот (вправо на екрані ГЧХ);

- стиснення витків контурних котушок L_{11} , L_{14} , L_{12} , L_{15} збільшує індуктивність контуру і зсовує характеристику, що настроюється, у бік більш низьких частот (вліво на екрані ГЧХ);

- збільшення відстані між контурними котушками L_{11} , L_{14} або зменшення індуктивності котушки L_{13} (I-II діапазону) зменшує зв'язок між ними і дозволяє звузити АЧХ ПРЧ;

- зменшення відстані між контурними котушками L_{11} , L_{14} або збільшення індуктивності котушки L_{13} збільшує індуктивний зв'язок і дозволяє розширити АЧХ ПРЧ;

- зменшення відстані між вторинною контурною котушкою L_{14} (або L_{15}) і відповідною котушкою зв'язку L_{16} (або L_{16}) дозволяє звузити АЧХ ПРЧ, зменшити її провал і навпаки;

- зменшення індуктивності тільки первинної котушки L_{11} , L_{12} при незмінному зв'язку між контурними котушками дозволяє трохи збільшити правий максимум АЧХ ПРЧ і зсунути її у бік більш високих частот;

- збільшення індуктивності тільки первинної котушки L_{11} , L_{12} при незмінному зв'язку між контурними котушками дозволяє трохи збільшити лівий максимум АЧХ ПРЧ і зсунути її у бік більш низьких частот;

- зменшення індуктивності тільки вторинної котушки L_{11} , L_{14} при незмінному зв'язку між контурними котушками дозволяє значно підвищити лівий горб АЧХ ПРЧ і зсунути її у бік більш високих частот;

- збільшення індуктивності тільки вторинної котушки L_{14} , L_{15} при незмінному зв'язку між контурними котушками дозволяє значно збільшити правий максимум АЧХ ПРЧ і зсунути її у бік більш низьких частот.

При настроюванні селектора в III діапазоні напругу +12 В необхідно подавати на контакт 3 роз'єма XI (A1), в I-II діапазонах напругу +12 В необхідно відімкнути від контакту 3 роз'єма XI (A1) і під'єднати до контакту 7 роз'єма XI (A1).

Настроювання селектора каналів необхідно спочатку проводити в I-II діапазонах з 5-го каналу, встановивши напругу 20 В на контакті 4 роз'єма XI (A1), а настроювання в III діапазоні починати з 12-го каналу, встановивши напругу 18 В на контакті 4 роз'єма X4 (A1). При настроюванні вищезазначених каналів максимумами АЧХ ПРЧ повинні розташовуватися симетрично відносно частот $f_{зоб.}$, $f_{зв}$ - носійні частоти зображення і звуку відповідного каналу. Дані частоти на екрані визначаються за маркерними мітками ГЧХ. При необхідності провести підстроювання за допомогою підст-

роювальних конденсаторів C_{17} , C_{28} на III діапазоні або C_{22} , C_{25} на I-II діапазонах.

При підстроюванні селектора провіднимитримерами C_6 , C_9 , C_{22} , C_{24} зміна ємності досягається зміною числа витків. Наприклад, ємність зменшується при відмотуванні витків, відвід, що залишився, видаляється.

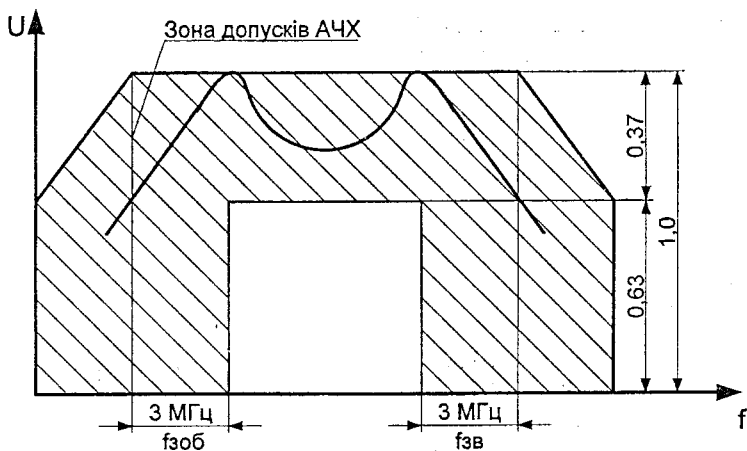


Рисунок 6.24 – Форма АЧХ

Далі необхідно провести настроювання частоти гетеродина, суміщаючи мітки частот $f_{зоб}$ п.ч спостережуваної АЧХ. Для цього, розсовуючи або стискаючи витки котушки L_{18} III діапазону на 12-у каналі і котушки L_{19} I-II діапазонів на 5-у каналі, сумістити мітку $f_{зоб}$ п. 4 з $f_{зоб}$ із спостережуваної АЧХ. Після настроювання частоти гетеродина котушки L_{18} , L_{19} більше не настроюють.

Змінюючи напругу на контакті 4 роз'єма XI (A1) в III діапазоні, необхідно настроїтися на 6-й канал і в I-II діапазонах на 1-й канал. При настроюванні цих каналів максимуми АЧХ ПРЧ повинні розташовуватися симетрично відносно $f_{зоб}$ і $f_{зв}$, а мітка $f_{зоб}$ п. 4 повинна суміщатися з міткою $f_{зоб}$.

При необхідності провести підстроювання частоти за допомогою котушок L_{11} , L_{14} , L_{16} в III діапазоні або котушок L_{12} , L_{13} , L_{15} , L_{17} в I-II діапазонах.

Напруги на контакті 4 роз'єма XI (A1), при яких проводиться настроювання згаданих каналів, необхідно зафіксувати, оскільки ці напруги необхідно буде виставляти при перевірці нерівномірності АЧХ.

Настроювання вихідного контуру ПЧ. Схема з'єднання приладів при настроюванні вихідного контуру ПЧ наведена на рисунку 6.25

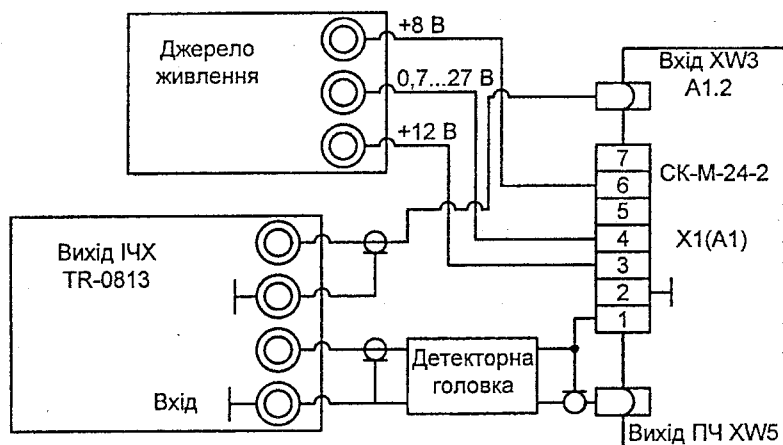


Рисунок 6.25 – Схема з'єднань приладів для настроювання вихідного контуру проміжної частоти селектора каналів СК-М-24-2

За допомогою високочастотного кабелю подати від ВЧХ ТЦ-0813 на вхід селектора сигнал напругою близько 10 мВ. Сигнал "ПЧ селектора" за допомогою детекторної головки, зашунтованої опором 75 Ом, подати на вхід ВЧХ.

Подати напругу на відповідні контакти роз'єма селектора при роботі в III діапазоні. Змінюючи напругу на контакт 4 роз'єма XI (A 1), настроїти селектор на один з каналів III діапазону. Осердям котушки L20 настроїти вершину максимуму кривої АЧХ на середню частоту ПЧ $f_{\text{сер.п.4}} = 34,75 \text{ МГц}$. Вищезгадані частоти на екрані визначають за маркерними мітками.

6.12.10 Регулювання селектора каналів СК-Д-24

Схема селектора каналів. Схема з'єднання приладів для регулювання тракту РЧ селектора СК-Д-24 показана на рисунку 6.26.

Для регулювання необхідно за допомогою джгута, що закінчується вилоккою СНП40-5 В, підімкнути напруги живлення до роз'єма селектора XI (A1). Ці напруги повинні відповідати електричній схемі. Вхідний роз'єм селектора XW4 за допомогою кабелю РЧ, що закінчується антенним штекером, з'єднати з роз'ємом "Вихід РЧ ІЧХ Рівень" вихідного сигналу ІЧХ встановити, виходячи з вимог відсутності обмеження в селекторі (порядку 10-15 мВ). Роз'єм селектора XN2 з'єднати перемичкою з корпусом, щоб усунути вплив контуру фільтра ПЧ L_{20}, C_{26}, C_{28} . До роз'єма селектора XN1 підімкнути високоомну детекторну головку з комплексу ІЧХ зашунтовану

резистором опором 200 – 300 Ом, а також вихід генератора TR-0850 або іншого типу через розв'язувальний конденсатор ємністю 2,2 пФ. Частота генератора встановлюється за маркерними мітками ВЧХ. Для установлення частоти детекторну головку під'єднати до гнізда "Вихід РЧ ВЧХ", а вихід генератора – до точки з'єднання через ємність 2 – 5 пФ.

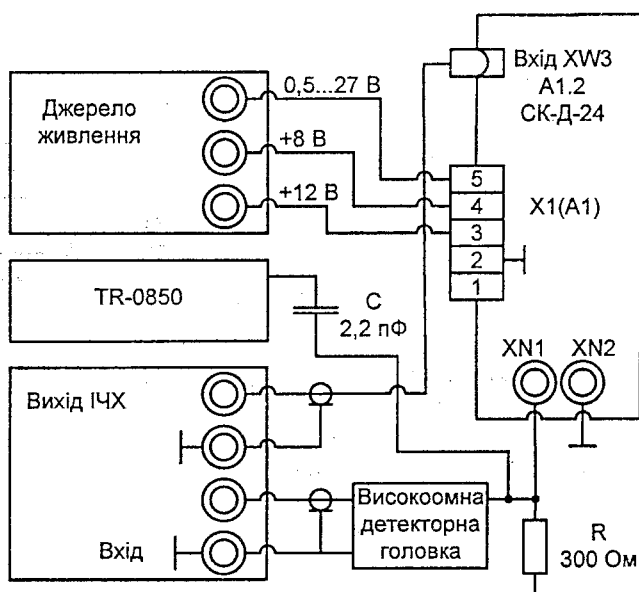


Рисунок 6.26 - Схема з'єднань приладів для настроювання амплітудно-частотної характеристики тракту високої частоти селектора каналів СК-Д-24

Вихід детекторної головки підімкнути до гнізда "Вхід РЧ ВЧХ". Частоту генератора змінювати до збігу мітки з частотною міткою маркера ВЧХ, відповідною середній проміжній частоті $f_c = 34,75$ МГц.

Рівень вихідного сигналу генератора встановлювати не менше 20 мВ. Зняти кришку селектора з боку радіоелементів.

При настроюванні смугового фільтра ПРЧ керуватися такими правилами:

- петлі настроювання L_5, L_8, L_{15} слугують тільки для настроювання коаксіальних контурів в низькочастотному кінці діапазону;
- пригинання петель настроювання L_5, L_8, L_{15} до ліній коаксіальних контурів L_6, L_{10}, L_{15} підвищує частоту настроювання цих контурів і, навпаки, відгинання петель знижує частоту настроювання;

- зв'язок між контурами настраюється петлею L_7 , смуга фільтра збільшується при пригинанні петлі L_7 до контуру L_6 ;
- петля L_9 повинна знаходитися між лінією L_{10} і петлею зв'язку L_{11} , не рекомендується змінювати її положення;
- смуга частот фільтра також збільшується наближенням петлі зв'язку L_{11} до лінії L_{10} ;
- котушки L_4, L_{12}, L_{14} слугують тільки для настраювання коаксіальних контурів у високочастотному кінці діапазону;
- при розтягуванні витків L_4, L_{12}, L_{14} підвищується частота настраювання коаксіальних контурів, а при стисненні – навпаки, частота знижується;
- при наближенні петлі зв'язку перетворювача L_{11} до лінії L_{10} збільшуються зв'язок із смуговим фільтром і коефіцієнт підсилення селектора, проте при дуже притиснутій петлі L_{11} до лінії L_{10} підсилення зменшується через змінення режиму гетеродина.

Настроювання і перевірку РЧ селектора необхідно проводити в такій послідовності:

- за маркерними мітками на середині екрана ВЧХ встановити частоту 470 МГц. При змінненні напруги на контакті 5 роз'єма XI, в межах 0,5-2,0 В на екрані ГЧХ повинна спостерігатися АЧХ тракту РЧ. У разі сильного розстроювання рекомендується встановити на ГЧХ максимальну смугу коливання частоти і максимальне підсилення каналу вертикального підсилення ВЧХ, а також збільшити рівень сигналу до появи АЧХ. У разі нерівномірності АЧХ більше 4 дБ (1,6 раза), що відповідає трьом масштабним клітинам при загальній висоті кривої, рівній восьми клітинам, провести підстроювання. Амплітудно-частотна характеристика тракту РЧ селектора зображена на рис. 6.27;

- відгинаючи або пригинаючи петлі L_5, L_8 до ліній смугового фільтра L_6, L_{10} , добитися максимальної амплітуди АЧХ на частоті 470 МГц. Відтинаючи або пригинаючи петлі L_5 до лінії контуру гетеродина L_{16} , добитися зсуву мітки частоти $f = 34,75$ МГц, що надійшла від генератора, на середину АЧХ;

- петлю L_{11} встановити в положення максимального підсилення;
- плавно змінити напругу керування варикапами на контакті 5 роз'єма XI (A1) в межах 0,5 – 27 В і розглянути форму АЧХ. У разі невідповідності форми, наведеної на рисунку 6.27, провести підстроювання вищезгаданим способом;

- при перегляді АЧХ по діапазону зафіксувати частоту з мінімальною нерівномірністю АЧХ, що необхідно для подальшого настраювання смугового фільтра ПЧ;

- після настраювання тракту РЧ в низькочастотному кінці діапазону провести настраювання у високочастотному кінці на частоті $f = 783,25$ МГц;

- збільшуючи напругу керування варикапами на контакті 5 роз'єма XI (A1), встановити АЧХ на частоті $f = 738,25$ МГц. Розтягуючи або стискаючи котушки L_4, L_{12} , добитися максимальної амплітуди АЧХ; розтягуючи або стискаючи катушку L_{14} , добитися зсуву мітки частоти $f_{\text{ср. п. 4}} = 34,75$ МГц, що подається з генератора, на середину АЧХ;

- користуючись вищевикладеними методами добитися розташування АЧХ в межах заштрихованої області згідно з рисунком 6.27 з мінімальною нерівномірністю АЧХ. Надіти кришку селектора і проглянути АЧХ по усьому діапазону частот. У разі невідповідності АЧХ, наведеної на рисунку в найгіршій точці діапазону, провести підстроювання.

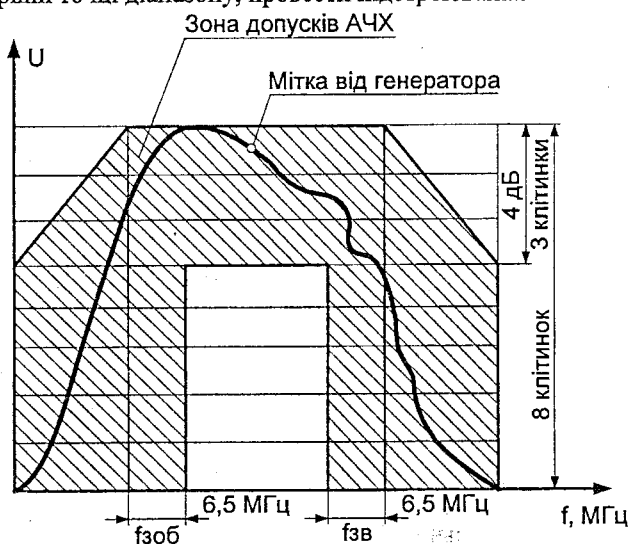


Рисунок 6.27 – Форма АЧХ тракту РЧ

Настроювання і перевірка смугового фільтра ПЧ. Схема з'єднання приладів для настроювання смугового фільтра ПЧ показана на рисунку 6.28.

Подати на селектор напругу живлення. До вхідного роз'єма XW4 селектора СК-D-24 за допомогою кабелю, що закінчується антенним штекером, підключити "Вихід ПЧ". Рівень вихідного сигналу 1 – 5 мВ встановити, виходячи з вимоги відсутності обмеження в селекторі. До контакту 1 роз'єма X1(A1) через розділовий конденсатор С1, підключити детекторну головку з комплексу ПЧ, зашунтовану резистором опором 75 Ом. До головки через ємність 2,2 пФ підімкнути генератор TR-0850.

Частоту генератора встановити за маркерними мітками ПЧ на середню проміжну частоту $f_{\text{р. п. ч}} = 34,75$ МГц; рівень сигналу генератора встановити таким, щоб на екрані ВЧХ було видно маркерну мітку (порядка

20 мВ). Плавно змінюючи напругу керування варикапами, встановити АЧХ на середині екрана ВЧХ.

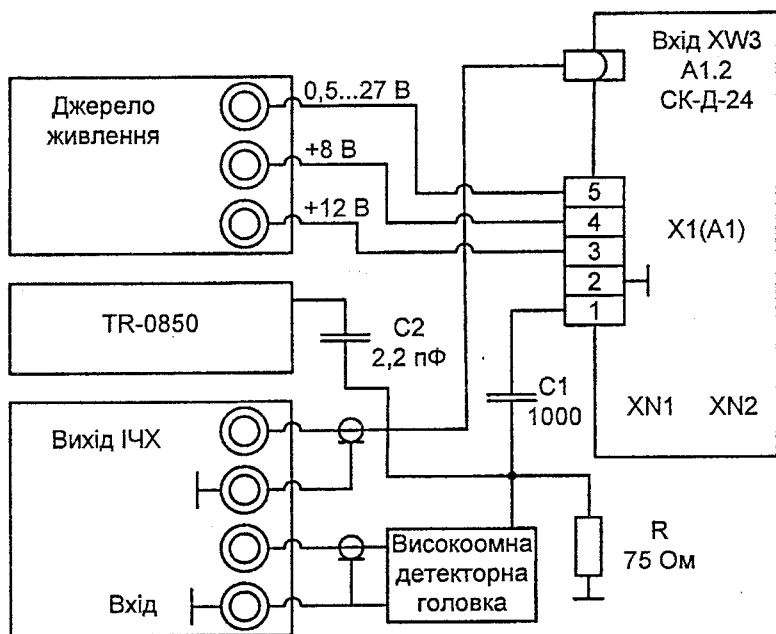


Рисунок 6.28 – Схема з'єднань приладів для настроювання трактів проміжної частоти селектора каналів СК-Д-24

Обертаючи осердя котушок L_{19} , L_{20} , добитися форми АЧХ відповідно до рисунка 6.29.

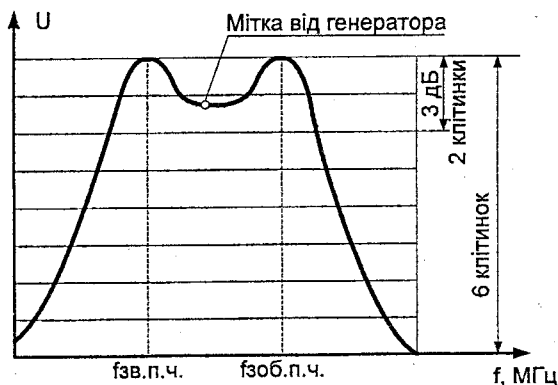


Рисунок 6.29 – АЧХ смугового фільтра ПЧ

При правильному настроюванні контурів смугового фільтра обертання осердь котушок L_{19} , L_{20} призводить до зниження одного максимуму АЧХ з одночасним підвищенням іншого. Допускається провал між максимумами АЧХ не більше 3 дБ (30%), що відповідає двом клітинам масштабної сітки при висоті кривої, рівній шести клітинам. Якщо відстань між максимумами АЧХ більше відстані між мітками $f_{зоб. пч} = 38,0$ МГц і $f_{зв. пч} = 31,5$ МГц або провал перевищує 3 дБ (30%), слід ширину АЧХ зменшити, розтягуючи витки котушки L_{21} . Проміжні частоти зображення $f_{об. пч}$ і звуку $f_{зв. пч}$ відраховувати за маркерними мітками ІЧХ відносно мітки, що надходить від генератора.

6.13 Основні несправності телевізійних приймачів та особливості ремонту радіоапаратури

6.13.1 Види несправностей

Ремонт радіотехнічного пристрою значно спрощується при правильному виявленні несправності. Можна стверджувати, що 90% часу, який витрачається на ремонт, припадає на пошук причини порушення.

За своїм характером несправності поділяють за їх проявом на явні і приховані.

До несправностей, які є прихованими, відносяться: порушення контактів в антенному роз'ємі, мережевому з'єднувачі, помилкове спрацювання кнопок або тумблерів увімкнення каналу кольоровості, звукових головок, а також неправильне положення ручок настроювання, наприклад, в блоці керування. Сюди ж можна віднести перегорання мережевих запобіжників, якщо воно не повторюється після їх заміни. Усунення таких несправностей повинно передувати всій подальшій роботі із ремонту.

До явних відносяться несправності, які можуть бути виявленні зовнішнім оглядом: випадання з'єднувачів, обриви виводів в джгутах, холодні паяння, мікротріщини або замикання в друкованому монтажі, радіоелементи з потемніннями, обгоранням, розтріскуванням або сполученням зовнішньої оболонки і ін. Слід сказати, що перед усуненням ряду явних несправностей необхідно переконатися, чи не викликані вони іншими, складнішими причинами. Нехай, наприклад, виявлено, що в помножувачі напруги телевізора УН 8,5/25-1,2а розтріскався корпус. Така несправність може бути результатом надмірно великого струму променів кінескопа, що протікає через помножувач. Проте, як відомо, в цьому телевізорі є пристрій обмеження струму променів (ОСП), який перешкоджає його зростанню зверху встановленої межі. Перевіряючи цей пристрій, знаходимо пробитий діод. Проте при виході з ладу ОСП повинен спрацювати модуль блока ваня в блоці живлення, який відмикає напругу 250 В з вихідного каскаду. Таким

чином, якщо детально не розібратися в джерелах несправності і не усунути їх першопричину, заново встановлений помножувач знову вийде з ладу.

Ще один приклад. Серед причин виходу з ладу інтегральних схем, як показують результати мікроструктурного аналізу, значне місце займають відмови, викликані перевантаженням (розплавлення або вигоряння доріжок металізації і виводів, пробої транзисторів і діодів). Подібні відмови виникають при підвищенні напруги живлення і при коротких замиканнях в навантаженні. Тому перед заміною ІС слід перевірити і джерело живлення, і коло навантаження. Усунення таких прихованих несправностей є найбільш трудомістким завданням. Для його виконання необхідно мати детальне уявлення про принципову схему і конструкцію телевізора, потрібно володіти навиками перевірки електричних схем, радіоелементів, уміти користуватися вимірювальними приладами.

Ремонт телевізорів нового покоління полегшується прийнятою в них блоково-модульною конструкцією. На друкованих платах цих телевізорів разом з маркуванням радіоелементів встановлені виводи з'єднувачів, призначені для під'єднання вимірювальних приладів. У модулях живлення, кадрової і рядкової розгортки телевізорів є світлова індикація про наявність на них напруги живлення.

6.13.2 Техніка безпеки

У телевізорі є небезпечна для життя напруга. Руйнування деяких деталей може заподіяти серйозні травми. Тому при роботі з телевізором слід дотримуватися правил техніки безпеки. Перерахуємо основні з них.

1. Щоб уникнути дотику до струмопровідних частин в пристроях живлення і розгортки необхідно користуватися інструментами із спеціальними електроізоляційними ручками. Всі роботи проводити тільки однією рукою. Друга рука і відкриті частини тіла не повинні торкатися деталей, шасі і металевих корпусів вимірювальних приладів.

2. Виводи приладів, які використовуються для вимірювання напруги на аноді кінескопа, повинні бути захищені від випадкових дотиків.

3. Шасі телевізора і металеві корпуси вимірювальних приладів при роботі в стаціонарних умовах повинні бути заземлені.

4. Для проведення будь-яких робіт усередині телевізора після його відмикнення необхідно зняти залишковий заряд з анодного виводу кінескопа і конденсаторів випрямлячів блока живлення, використовуючи для цього високовольтний дріт, з'єднаний з шасі. Забороняється перевіряти напругу на іскру.

5. Ремонтувати і перевіряти телевізор під напругою дозволяється тільки в тих випадках, коли виконання робіт у відімкненому від мережі телевізорі неможливе (настроювання, вимірювання режимів, знаходження поганих контактів і т. п.).

Забороняється установлення деталей або монтаж телевізора, коли він знаходиться під напругою.

6. При ремонті телевізора із знятою задньою стінкою слід використовувати перехідний шнур, який повинен мати блока вальну розетку із запобіжником. При заміні запобіжників необхідно відмикати телевізор.

7. У зв'язку з можливістю вибухів помножувача напруги, кінескопа, електролітичних конденсаторів рекомендується перевіряти увімкнений телевізор, користуючись захисними окулярами.

8. Не слід залишати увімкненим телевізор із знятою задньою стінкою при виході з приміщення, в якому він встановлений.

9. Для запобігання можливому вибуху кінескопа не можна торкатися його нагрітим паяльником або гострим кінцем викрутки.

6.13.3 Підготовка до ремонту

Перш ніж приступити до ремонту телевізора, необхідно подбати про інструмент, матеріали і засоби очищення його від пилу і бруду. Інструмент, необхідний для ремонту, включає: паяльник потужністю 40 Вт (220 В), плоскогубці комбіновані, плоскогубці з подовженими губками, плоскогубці бічні, гнцет, ніж монтерський і декілька викруток з ізольованими ручками: для гвинтів М4 і для змінних резисторів типу СПЗ-27А, СПЗ-38 (ширина леза 2 мм, товщина 1 мм). Відому користь при відшуканні несправностей може надати неонова лампа типу ШС-1 для індикації імпульсів зворотного ходу у вихідних каскадах рядкової розгортки. З матеріалів слід вказати припій ПОС-61, каніфоль, монтажні провoda. Для змазування поверхонь транзисторів, діодів, тиристорів при їх установленні на радіатори необхідна теплопровідна паста КПТ-8.

В пристроях розгортки телевізора при роботі сильних електростатичних полів, створюваних вихідним рядковим трансформатором (ТВР), помножувачем, елементами формування пилкоподібного струму в процесі експлуатації на деталях осідає пил, який створює струмопровідні містки і зменшує опір ізоляції. З цієї причини зовнішньому огляду блоків і модулів, незалежно від характеру порушення, повинне передувати ретельне очищення їх від пилу і бруду. Поверхня корпусу помножувача, високовольні кабелі і з'єднувач анода кінескопа, а також поверхня плат з боку друкованих провідників промивається спиртом або бензином, потім протирається марлею. З поверхні плат, на якій встановлені радіоелементи, пил витирається легко зволоженою тканиною за допомогою пінцета або викрутки.

Необхідно звернути увагу на чистоту ізоляційних проміжків між друкованими провідниками і достатність зазору між ними, а також на якість укладання монтажних провідів і якість паянь, що виключає можливість коронного розряду і порушення контакту, особливо в колах, де протікають великі імпульсні струми.

6.13.4 Аналіз зовнішніх ознак

Детальна інформація про характер порушення може бути отримана за відтворенням кольорового і чорно-білого зображення на екрані телевізора і якості звукового супроводу. Розглядаючи те або інше порушення, слід простежити за тим, який вплив мають пов'язані з ним регулювання. Якщо з'ясується, що те або інше регулювання не впливає на несправність, необхідно повернути її в попереднє положення. Аналіз внутрішніх ознак дозволяє звузити зону пошуків до одного блока або модуля.

Розглянемо це на декількох прикладах.

Відсутність растра за наявності звукового супроводу в залежності від схеми телевізорів може бути викликана рядом причин: несправністю розгортки, кінцевого каскаду відеопідсилювача, кіл регулювання яскравості або кінескопа. При повній відсутності світіння екрана в першу чергу перевіряють на слух роботу рядкової розгортки, наявність високої напруги на прискорювальному електроді кінескопа, а при виході з ладу транзистора кінцевого каскаду або зміненні його напруги, які викликають збільшення негативної напруги на базі, перевіряють режими транзисторів. Несправність кіл регулювання яскравості і кінескопа визначається вимірюванням напруги на електродах кінескопа. Наявність на екрані вузької горизонтальної смуги свідчить про несправності кадрової розгортки (по вертикалі).

Відсутність зображення і звуку за наявності растра пояснюється несправністю у блоках, загальних для каналів зображення і звуку або роботи АРП. У супергетеродинних приймачах з розділеними каналами загальним є високочастотний блок, і супергетеродинних приймачах із загальним каналом – високочастотний блок і ППЧ, а в приймачах прямого підсилення – високочастотний блок, ППЧ, відеодетектор і відеопідсилювач. Для усунення несправностей за допомогою вимірювальних приладів, застосованих при регулюванні, за частотними характеристиками визначають несправний каскад і, користуючись принциповою схемою і таблицею режимів транзисторів, усувають несправність.

Відсутність або нестійкість зображення за наявності звукового супроводу можуть бути викликані несправністю каналу зображення і блока синхронізації. Канал зображення можна перевірити за допомогою вимірювальних приладів за методикою регулювання цього каналу. Наявність на екрані кінескопа безладних смуг свідчить про несправності в блоці синхронізації. Слід заміряти режими транзисторів і за допомогою осцилографа проглянути осцилограми.

Відсутність звукового супроводу за наявності зображення указує на несправність каналу звуку, а при частковому зменшенні чутливості по каналу зображення – на несправність в загальних каналах. Для виявлення і усунення цих несправностей перевіряють частотні характеристики за до-

помогою приладів, вживаних при регулюванні, і вимірюють режими транзисторів.

Наявність на зображенні темних горизонтальних смуг, що з'являються в такт із звуком, може бути викликана неправильним настроюванням контурів гетеродина і режекторних контурів, мікрофонним ефектом або недостатньою амортизацією блока високої частоти. Про наявність мікрофонного ефекту можна судити, якщо при зменшенні гучності горизонтальні смуги пропадають. При цьому слід замінити непридатні транзистори або поліпшити амортизацію елементів акустичної системи, визначити яку можна легким постукуванням по них. Потім перевіряють надійність і якість електричного контакту конденсаторів фільтра в колекторних колах каналу звуку і колах зсуву. Якщо при зміні настроювання гетеродина смуги не зникають, то перевіряють настроювання режекторних контурів, і, у разі потреби, підстроюють або їх, або контури гетеродина.

Нормальний прийом на одному каналі за відсутності або спотвореному прийомі на іншому свідчить про несправність в блоці високої частоти. Щоб з упевненістю сказати, що подальші каскади цілком справні і настроєні на задану частоту, необхідно виконати перевірку і настроювання блока високої частоти за вищенаведеною методикою.

Окрім розглянутих несправностей, можуть бути й інші, які порушують роботу телевізора і відбиваються на якості зображення. За характером порушень визначають причину або несправний блок і здійснюють повну перевірку всіх каскадів за допомогою вимірювальних приладів і осцилографів. Така робота потребує високої кваліфікації регулювальників і виконується на окремих робочих місцях.

Кольорове зображення, відтворюється з неприродним забарвленням деталей, в ньому переважають червоний, синій і чорний кольори. Така несправність може спостерігатися при неправильному матрицюванні через відсутність сигналів яскравості. Це підтверджується тим, що поворот регулятора контрастності не впливає на характер порушення. Щоб остаточно переконатися в тому, що сигнал яскравості не доходить до ділянки пристрою, де відбувається матрицювання, слід вимкнути канал кольоровості. Якщо в справному телевізорі таке виключення приводить до появи чорнобілого зображення, то за відсутності сигналу яскравості екран стає темним. Отже, детальній перевірці підлягає ділянка від входу каналу яскравості до каскадів, де здійснюється операція матрицювання.

На екрані видно лінії зворотного ходу. Поява ліній зворотного ходу вказує на відсутність імпульсів гасіння. Проте залежно від забарвлення цих ліній шлях пошуку несправності виявляється різним. Лінії, забарвлені в світлий колір, указують на відсутність гасіння в кожному з растрів основних кольорів формованих ЕОП. В цьому випадку подальшій перевірці підлягає каскад, де відбувається формування цих імпульсів. В той же час забарвлення ліній зворотного ходу в один з основних кольорів свідчить про

те, що імпульси гасіння не надходять на модулятор кінескопа, пов'язаний з даним кольором. Зазвичай причиною такого явища можуть бути погані контакти на платі кінескопа, обрив друкованих провідників, обмежувального резистора.

Порушення чистоти кольору. Порушення чистоти кольору, яке виявляється у відмінності забарвлення одноколірних ділянок зображення, може бути викликано значним намагніченням бандажа і тіньової маски зовнішніми магнітними полями, втратою магнітних властивостей магнітів чистоти кольору, деформацією тіньової маски через перегрів, несправністю системи розмагнічування кінескопа. Зовнішній огляд при увімкненні телевізора показав, що оболонка терморезистора в пристрої розмагнічування, температура якої після увімкнення телевізора повинна зрости до 125° , залишається холодною. Оскільки відсутність нагрівання оболонки терморезистора указує на несправність системи розмагнічування кінескопа (обрив петлі розмагнічування, порушення контактів, вихід з ладу терморезистора), решта можливих причин порушення чистоти кольору може більше не розглядатися.

6.13.5 Візуальна перевірка

Візуальна перевірка допомагає виявити явні несправності. Залежно від характеру несправності вона може проводитися як при вимкненому, так і при увімкненому телевізорі.

Мета огляду при вимкненому телевізорі – перевірити якість паянь, стани друкованого монтажу, виявити несправні радіоелементи за зміненням їх зовнішнього вигляду.

При увімкненому телевізорі можна встановити перегрів окремих радіоелементів (або, наприклад, відсутність нагрівання терморезистора у колі розмагнічування, коли він несправний), іскріння або стікання зарядів, наявність поганих контактів в з'єднувачах. Перш ніж приступити до зовнішнього огляду при вимкненому телевізорі, необхідно від'єднати шнур живлення від електричної мережі і розрядити конденсатори на виході помножувача напруги і блока живлення. При огляді з боку монтажу разом із станом радіоелементів перевіряється механічна міцність кріплення деталей і якість паянь.

Для цього губки пінцета одягають у поліхлорвінілові трубки і, захопивши ними кінці проводу, або виводи елемента, відтягують їх у напрямі по вздовжньої осі. Вільне переміщення проводу або виведення елемента вказує на наявність поганих паянь.

В процесі перевірки не можна допускати різкого похитування деталей, оскільки воно призводить до відшарування фольги від основи плати, поломки виводів транзисторів, діодів, розхитування з'єднувачів модулів. Не можна також перегинати провода в місці їх паяння до розеток з'єднувачів,

щоб уникнути їх поломки. Для полегшення теплового режиму ряд транзисторів, ІС і тиристорів у вихідних і підсилювальних каскадах встановлюються на радіаторах. Якість кріплення і щільність прилягання корпуса цих напівпровідникових приладів до радіаторів перевіряється за допомогою викрутки, яка вставляється по черзі в шліц кожного із закріпних гвинтів для подальшого його повороту. При нормальному затягуванні закріпних гвинтів такий поворот у бік докручування не повинен мати місця.

Огляд друкованих плат з боку фольги дозволяє виявити холодні паяння, розриви і мікротріщини в друкованих провідниках, а також замикання між ними через зменшення встановленого зазору (наприклад, при збільшенні контактних площадок напливом припою при заміні деталей), попадання залишків припою, поганого травлення. При такому огляді рекомендується користуватися оптичною лінзою з дво-, трикратним збільшенням. Паяння повинні бути блискучими, гладкими, без напливів. Для холодних паянь характерна нерівна поверхня, пористість, мала кількість припою.

Можливі порушення зовнішнього вигляду радіоелементів, за якими можна зробити припущення про їх несправність. Візуальна перевірка при увімкненому телевізорі повинна проводитися з дотриманням правил техніки безпеки. Це відноситься не тільки до блока (або модуля) розгортки, де є напруга в 1; 8 і 25 кВ. Зокрема особливої обережності слід дотримуватися при перевірці температури нагрівання оболонок електролітичних конденсаторів і помножувача напруги, вибух якої може привести до серйозних поранень. Електролітичні конденсатори і помножувачі, температура оболонок яких через 10 – 15 хв після увімкнення телевізора підвищується більш ніж на 10° в порівнянні з навколишньою температурою, підлягають обов'язковій заміні.

Візуальна перевірка при увімкненому телевізорі дозволяє встановити наявність напруги кінескопа, виявити іскріння або стікання зарядів, перегрів окремих деталей, а також періодичні або такі, що самоусуваються, несправності. Для цього використовується метод простукування, при якому, спостерігаючи за екраном, злегка ударяють по рамці підозрюваного блока або торцьової частини плати модуля. При цьому залежно від характеру несправності таке простукування або не викликає ніяких змін, або на екрані спостерігається короткочасне відновлення нормального зображення. Аналогічна картина має місце при легкому похитуванні модулів і порушенні контактів в з'єднувачах. Перегрів моточних деталей указує, що через них протікає надмірно великий струм.

6.13.6 Перевірка модулів

Застосування в конструкції телевізора легкознімних модулів (субмодулів) істотно полегшує їх перевірку. Щоб переконатися в справності того

або іншого модуля (субмодуля), досить замінити його заздалегідь справним або переставити в інший справний телевізор.

За відсутності можливості такої заміни модуль (субмодуль) перевіряють у складі телевізора. Перевірку починають з вимірювання постійної і імпульсної напруги на штирях з'єднувача модуля, виведених з боку друкованого монтажу. (Відлік штирів ведеться від отвору в крос-платі, в який проходить напрямна з'єднувача.) Якщо значення цієї напруги відповідають потрібним, а напруга на виході модуля відсутня, модуль потрібно виїняти з блока. Якщо напруга не надходить на даний модуль, то необхідно знайти і усунути причину відсутності цієї напруги.

За наявності імпульсної і постійної напруги на вході модуля слід провести його зовнішній огляд. За відсутності явних ознак несправностей модуль встановлюють в ремонтне положення з боку друкованого монтажу і утримують на штирях вилки з'єднувача. Наявність напруги живлення і імпульсної напруги перевіряють безпосередньо в місцях паяння штиркових виводів з'єднувача до друкованих провідників, а також напругу на активних елементах (транзисторах, діодах, тиристорах, ІС). Несправний радіоелемент випаюють з модуля і замінюють. Не можна встановлювати резистори, номінали яких відрізняються від вказаних на схемі, оскільки при цьому можна вивести з ладу ІС через перевищення допустимих значень напруги живлення, вхідної напруги або значень допустимих електричних навантажень.

6.13.7 Перевірка транзисторів, тиристорів, діодів

Транзистори, тиристиори і діоди перевіряють, вимірюючи напругу на їх виводах і опори р-п переходів в прямому і зворотному напрямках. Вимірювання напруги на виводах транзисторів потребує обережності, оскільки навіть короточасні замикання між колектором і базою виводять транзистори з ладу. Слід пам'ятати про можливий розкид цієї напруги (у межах $\pm 15\%$) і те, що їх результат залежить від характеру порушень. При відімкненні одного з виводів усередині транзистора напруги на його електродах відрізнятимуться від спостережуваних при обриві в зовнішніх колах живлення. Наприклад, при обриві виводу бази на ній зберігається нормальна напруга, тоді як транзистор знаходиться в режимі відтину, на що вказує відсутність струму в колах колектора і емітера. Якщо вольтметр показує однакову напругу на колекторі і емітері, то найімовірніше припустити, що має місце пробій в колекторному і емітерному переходах. Проте іноді це явище може бути дефектом кіл зсуву, через що транзистор виявляється надмірно відкритим. В цьому випадку опір переходу колектор – емітер сильно падає і напруга на емітері буде приблизно рівною напрузі на колекторі. Справність транзистора в такому каскаді можна перевірити таким чином: підімкнути вольтметр паралельно резистору в емітерному колі і замкнути виводи

емітера і бази. Якщо транзистор справний, то показання приладу повинні зменшитися, оскільки прямий зсув при цьому зменшиться до нуля.

Для перевірки справності транзисторів вимірюванням опору *p-n* переходів їх необхідно випаяти з пристрою. При цьому не можна допускати електричного перевантаження, що приводить до збільшення температури *p-n* переходів і до невідновного погіршення параметрів. Найбезпечніше перевіряти транзистори приладом з внутрішнім джерелом напруги 1,5 В або менше, а в багатомежних приладах використовувати шкали 1×100 і 1×1000 . Остання обставина пояснюється тим, що із збільшенням меж вимірюваного омметра послідовно до джерела напруги всередині приладу під'єднуються великі опори; це призводить до зменшення струму в зовнішньому колі і виключає можливість теплового пробою *p-n* переходу.

Опір між колектором і емітером транзистора в прямому і зворотному напрямках повинен бути не менше 10 кОм. Якщо ж він виявиться менше цього значення, то транзистор має великий витік і повинен бути замінений. Опір між виводами бази і емітера і виводами бази і колектора повинен бути в одному напрямі менше 150 Ом, в іншому більше декількох тисяч Ом. Очевидно, що опори змінюватимуться залежно від типу транзистора і від того, яка напруга на виході омметра використовується для вимірювання.

Тиристри перевіряють на відсутність пробою або обривів через вигорання *p-n* переходів. У справного тиристора цей опір повинен складати в прямому і зворотному напрямках між анодом і катодом більше 5 МОм, а між клерувальним електродом і катодом 50-100 Ом. Якщо опір між цими електродами в прямому напрямі перевищує 500 Ом, тиристор несправний.

Тиристри, встановлені в ключових каскадах прямого і зворотного ходів в блоках розгортки телевізорів перевіряються на відсутність пробою вимірюванням опору між їх анодом і корпусом без випаювання з пристрою. Якщо тиристор непробитий, омметр покаже опір паралельно приєднаного з ним діода.

При перевірці справності варикапа в прямому напрямі послідовно з джерелом напруги (не більше 4,5 В) включають резистор опором 1 кОм. При вимірюванні у зворотному напрямі не допускається подавати на варикап напругу більше 28 В.

Якщо варикап справний, опір в прямому напрямі 1-2 кОм, а в зворотному 1 МОм і більше. При обриві усередині варикапа його опір в прямому і зворотному напрямках близько 1 МОм і більше. Діоди перевіряють на наявність пробою. Якщо при підімкненні омметра до діода стрілка протягом декількох секунд поволі переміщатиметься і показуватиме опір, що все зменшується, то діод несправний. Відомі випадки, коли несправність діодів виникає і зникає мимоволі. Як приклад можна вказати на нецільний контакт одного з виводів діода з площиною кристала або на тимчасову нестабільність напруги стабілізації у стабілітронів. Для уточнення причини

відмови слід замінити такі елементи справними, навіть тоді, коли результати вимірювань прямо не вказують на їх непридатність.

6.13.8 Перевірка ІС

Перевірка ІС починається з вимірювання постійної і імпульсної напруги на їх виводах. Відлік виводів в ІС з боку монтажу ведеться проти годинникової стрілки від наявної точки на її корпусі. На друкованій платі модуля відлік ведеться за годинниковою стрілкою від маркування, поміченого цифрою «1». Щоб уникнути випадкових замикань близько розташованих виводів ІС, рекомендується під'єднувати щупи приладів не до цих виводів, а до пов'язаних з ними друкованих провідників до радіоелементів. Якщо результати вимірювань відрізняються від потрібних, слід встановити, що є причиною цього – дефекти в присьднаних до ІС радіоелементах, відхилення їх значень від номіналу, джерело, звідки надходить необхідна постійна і імпульсна напруги, нарешті, несправність в самій ІС. Для такої перевірки може виявитися достатнім виїняти модуль і зміряти напругу на контактах з'єднувача на платі або від'єднати виводи дискретних деталей, через які ця напруга надходить на ІС.

Не можна застосовувати омметр для перевірки ІС або замінювати її іншою, апріорі справною. Як показують дослідження, найбільш поширеною причиною виходу з ладу ІС є обриви з'єднань між мікроелементами і виводами. В більшості випадків діаметр проводу, використаного для цього, складає соті частки міліметра або 1/4 товщини людської волосини. Перегоряння такого проводу викликає не тільки під'єднання приладу, що дає напругу в зовнішні, але і з'єднання з шасі виводів увімкненої ІС, не призначених для цієї мети. Випаяна ІС не може бути встановлена знов, навіть якщо проведена заміна показала, що вона справна, оскільки виробники ІС не гарантують її безвідмовної роботи через повторне перегрівання виводів.

Таким чином, єдиним безперечним критерієм, що вказує на необхідність заміни ІС, є відсутність імпульсної напруги хоч би на одному з її виводів при повній відповідності всієї іншої напруги на решті виводів. Відомі і такі випадки, коли неможливо встановити необхідне значення постійної напруги на одному з виводів ІС за допомогою призначених для нього регулювань через наявні в ІС внутрішні дефекти.

6.13.9 Відмови конденсаторів

До відмов конденсаторів відносять пробій, втрату ємності (зменшення ємності більше ніж на 50 %), збільшення тангенса кута втрат більше ніж на 100 %, збільшення струму витoku. Пробої конденсаторів перевіряють зазвичай омметром. Електролітичний конденсатор вважається справним, якщо при підімкненні до нього омметра стрілка спочатку різко відхилиться до кінця шкали, а через 2-5 секунди з почне повертатися назад і зупиниться

на поділках шкали не менше 100 кОм. Якщо стрілка відхилиться на всю шкалу і не повертатиметься, конденсатор несправний, Зменшення ємності, зазвичай, властиве електролітичним конденсаторам, призводить до появи фону і виникнення паразитних зв'язків, які обумовлюють виникнення самозбудження. Повна втрата ємності найчастіше викликається механічним порушенням виводів конденсатора і перевіряється у конденсаторів ємністю до 0,01 мкФ паралельним під'єднанням іншого, тобто справного.

Тангенс кута втрат характеризує втрати електричної енергії в діелектрику і контактних вузлах. Ці втрати переходять в теплову енергію, викликаючи нагрівання конденсатора. Збільшення тангенса кута втрат найчастіше спостерігається у конденсаторах, що працюють у високовольтних колах.

6.13.10 Особливості заміни напівпровідникових приладів, ІС і радіоелементів

При установленні напівпровідникових приладів і ІС необхідно вжити заходів для захисту їх від наслідків розрядів, що створюються статичною електрикою. Статична електрика на поверхні діелектрика, яким виявляється покриття окалиною жало паяльника, розряджається в процесі паяння на корпус телевізора через переходи приладів або елементи ІС, викликаючи пробої переходів напівпровідникових приладів, обриви внутрішніх виводів, вигорання металізації, розплавлення струмоведучих доріжок. Аналогічну дію має змінна напруга, яка потрапляє на жало паяльника через опори витоків між елементами його конструкції, а також при погіршенні ізоляції між жалом і обмоткою підігріву. Тому при установленні напівпровідникових приладів і ІС слід користуватися паяльником, жало якого заземлено. За відсутності заземлення жала паяльника допускається використання паяльника, увімкненого через знижувальний трансформатор з електростатичним екраном між обмотками і заземленням одного кінця вторинної обмотки. Нарешті можна перед кожним паянням вимикати паяльник з електричної мережі. Випаювати і впаювати ІС, транзистори і діоди можна тільки після відімкнення живлення телевізора. Для того щоб уникнути відшаровування фольги через перегрів, випаювання несправних напівпровідникових приладів і деталей слід проводити через розплющений відрізок обітєтєння екрануючого кабелю, який вбирає розплавлене олово, очищаючи отвори для установлення нових РЕ. При цьому виводи заново установлєних РЕ повинні вільно проходити в отвори у фользі, не зачіпаючи її країв.

При заміні транзистора, встановленого на радіаторі, необхідно перед випаюванням його виводів відкрутити гвинти кріплення. Якщо установлення нового транзистора потребує загинання його виводів, то щоб уникнути порушення герметичності рекомендується користуватися для цієї мети двома пінцєтами, одним з яких жорстко зафіксувати вивід у основі тра-

нзистора. Для паяння слід використовувати паяльник невеликого розміру не більше 40 Вт з температурою жала не вище 200 °С і застосовувати припій з низькою температурою плавлення (ПОС-61, ПОС-3). Паяння повинне проводитися з відстані не менше 10 мм від корпусу транзисторів і діодів, причому між корпусом і місцем паяння необхідно створювати тепловідведення за допомогою плоскогубців або пінцета, що стискають вивід. Час паяння повинен бути мінімальним. Корпус і ізолятори напівпровідникового приладу слід захищати від попадання на них паяльного флюсу. При монтажі ІС їх слід встановлювати на друковану плату впритул або із зазором не більше 1,5 мм. Температура паяння не повинна перевищувати 200 °С, час дії цієї температури на корпус не більше 5 с. Інтервал між діями не менше 5 с.

Для усунення перегріву потужні транзистори (у вихідних каскадах ПЗЧ, рядкової і кадрової розгортки) встановлюють на радіаторах. При цьому поверхню їх зіткнення з радіатором покривають спеціальною теплопровідною пастою, яка знижує вплив на тепловий контакт жорсткості, попадання повітря, пилю, задирань. Гвинти, що кріплять транзистори до радіаторів, слід затягувати із зусиллям. При слабкому затягуванні різко зростає тепловий опір контакту, що у ряді випадків призводить до виходу приладу з ладу. Слід закріпити на радіаторі і сумістити виводи транзистора з отворами у фользі. Ряд РЕ закріплюється на платі із загином їх виводів. Для заміни таких РЕ необхідно розігріти і розігнути виводи. Для поліпшення паяних з'єднань виводи заново встановлених РЕ рекомендується заздалегідь облудити.

При заміні резисторів і конденсаторів слід прагнути до того, щоб вони за своїми параметрами (типом, допуском, робочою напругою, температурним коефіцієнтом і т. п.) відповідали раніше встановленим. Як показує досвід, впаювання великогабаритних деталей замість деталей меншого розміру у ряді випадків призводить до появи тріщин друкованого монтажу і відшарування фольги в місці паяння. Крім того, необхідно дотримуватися прийнятого способу установа цих деталей. Як приклад вкажемо, що зменшення відстані між друкованою платою і деякими резисторами і дроселями, спеціально підведеними над нею, призводить до перегріву плати і її руйнування.

6.13.11 Ремонт друкованих плат

Обриви друкованих провідників усуваються за допомогою містка з однопровідного голого проводу завтовшки 0,5-0,8 мм. Дріт припаюється по обидва боки від обриву на 5 мм в кожен бік. Для закріплення на платі ділянок фольги, що відшаровується, діють таким чином: за допомогою скальпеля наносять тонкий шар клею на гетинакс в місці відшарування. Потім притискають фольгу паяльником до гетинаксу і прогрівають її протягом 1-2 с. Залишки клею слід видалити скальпелем, після чого промити спиртом.

6.14 Запитання для самоконтролю

1. Зобразіть схему установалення контролю та регулювання відеопідсилювачів передавальної телевізійної апаратури.
2. Вкажіть послідовність регулювання синхронізатора та блока розгортки передавальної ТВ апаратури.
3. Особливості регулювання телевізійних передавачів.
4. Порядок регулювання ТВ приймача.
5. Зобразіть схему контролю параметрів при регулюванні каналів зображення та звукового супроводу.
6. Порядок регулювання кін розгортки та синхронізації ТВ приймачів.
7. Назвіть основні види селекторів ТВ приймачів.
8. Назвіть п'ять типових несправностей ТВ приймачів з аналізом можливих причин їх виникнення.
9. Методика перевірки діодів, транзисторів, тиристорів та ІС.
10. Особливості заміни радіоелементів, напівпровідникових приладів та ІС.

Література [1, 4, 13]

7 ЗАДАЧІ І ПОРЯДОК РЕГУЛЮВАННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ АПАРАТУРИ

Основна задача регулювання апаратури радіолокації – забезпечити максимальну дальність дії при заданій роздільній здатності і мінімальній «мертвій зоні» та узгодження роботи всіх приладів для виконання технічних вимог. Це пов'язано з питаннями регулювання елементів надвисокої частоти, імпульсних схем, синхронно-слідкуючих систем, пристроїв автоматики і телемеханіки, які виконують різні функції.

Як правило, виробництво апаратури радіолокації носить дрібносерійний або одиничний характер. Тому порядок і методика регулювання визначаються, в першу чергу, конструкцією і схемним виконанням апаратури.

Конструктивно апаратуру радіолокації виготовляють у вигляді окремих пристроїв і блоків, які регулюють самостійно.

Регулювання в серійному виробництві полягає в отриманні оптимальних параметрів, встановлених технічними вимогами, без змінювання схеми і конструкції апаратури, за допомогою наявних в апаратурі налаштувальних елементів і частково заміною нерегульованих елементів, але іншої величини (за винятком електронних ламп і напівпровідникових приладів).

Регулювання апаратури радіолокації, яка складається з окремих приладів, блоків і вузлів, починають з цих елементів і закінчують комплексним регулюванням і перевіркою всієї станції в такій послідовності: регулювання джерел живлення, антенно-фідерних систем, синхронізатора, індикаторних пристроїв, приймального і передавального пристроїв, систем автоматики і телемеханіки; комплексне регулювання і перевірка параметрів.

Регулювання джерел живлення (стабілізованих і нестабілізованих випрямлячів і інших агрегатів) не відрізняються від розглянутих раніше. Проте до джерел живлення кінця приймального пристрою висувуються вищі вимоги фільтрації випрямленої напруги і живлення активних елементів.

Основна питома вага регулювання апаратури радіолокації приходить на регулювання окремих вузлів, блоків і пристроїв, параметри яких доводять до максимально можливих. При комплексному регулюванні в основному забезпечується узгодження роботи приладів.

Щоб забезпечити задані параметри і не робити повторних регулювань, окремі елементи регулюють на спеціальних стендах, які складаються з наперед відрегульованих (еталонних) пристроїв (блоків, вузлів) або їх еквівалентів. До стендів підмикають регульований прилад (блок, вузол) і добиваються якнайкращих якісних показників при спільній роботі. Методика і порядок регулювання більшості схем майже такі ж самі, як для приймальної, передавальної, телевізійної і імпульсної апаратури.

7.1 Регулювання антенно-фідерних систем

До антенно-фідерних систем радіолокаційних станцій відноситься антена з елементами, які входять до неї, і лінії передачі від антени до приймача-передавача.

Хвилеводна система складається з хвилеводів з прямими і зігнутими обертальними ділянками резонаторів і відгалужувачів. Електромагнітна енергія від передавача через антенний перемикач з розрядником і хвилеводний тракт надходить і через опромінювач потрапляє на відбивач (дзеркало). Зворотний шлях відбитих сигналів проходить по тому ж самому каналу, але вони подаються на вхід приймального пристрою (змішувач).

Регулюванням хвилеводного тракту узгоджують всі ланки так, щоб енергія по ньому проходила з якнайменшими втратами. Для цього передбачені спеціальні заглушки, діафрагми або штирі –пробки. Елементи, для узгоджень, встановлюють так, щоб одержати мінімальну кількість відбитої енергії і загасання.

Показником якості настроювання хвилеводних систем є коефіцієнт стоячих хвиль. Як генератор використовуються генератори сигналів промислового типу залежно від діапазону частот.

Індикатором вимірювальних ліній слугує мікроамперметр або підсилювач з вольтметром (при імпульсному режимі роботи генератора).

Коефіцієнт стоячих хвиль визначається з показів індикатора у вузлі і пучності напруги (при переміщенні каретки із зондом уздовж лінії) за формулою (для квадратичної характеристики детектора)

$$K_c = \sqrt{\frac{a_{\max}}{a_{\min}}},$$

де a_{\max} і a_{\min} – показання індикатора в пучності і вузлі напруги.

Крім того, для визначення K_c можуть використовуватися автоматичні вимірювальні лінії.

Кінцева мета настроювання хвилевідної системи – отримати K_c , близький до одиниці. Досягнувши необхідних результатів, узгоджувальні елементи необхідно зафіксувати (наприклад, фарбою).

При регулюванні антен добиваються заданих діаграм спрямованості, коефіцієнта підсилення, вхідного опору в заданій смузі частот.

У серійному виробництві перевірку діаграми спрямованості здійснюють в декількох (або одній) характерних точках при комплексному регулюванні. Повну діаграму знімають при розробленні нової конструкції в лабораторних умовах.

Для зняття діаграми спрямованості антену встановлюють на поворотний стіл і вмикають прилади. Випробовувана антена разом з вимірювальним атенуатором, гетеродином, змішувачем, підсилювачем і мікроамперметром складає приймальну частину установки. Передавальна частина, що розташовується на достатній відстані від приймальної, складається з антени, яка живиться від генератора через атенуатор. Приймальна і передавальна антени встановлюються в одній площині поляризації. Настроївши приймальну частину в резонанс з передавальною за максимумом показання мікроамперметра, встановлюють його показання за допомогою вимірювального атенуатора приблизно на середнє значення, яке надалі підтримується постійним. Потім, повертаючи приймальну антену на заданий кут, помічають показання вимірювального атенуатора при постійному показанні мікроамперметра і будують графік залежності показань атенуатора від кута повороту приймальної антени. Діаграму спрямованості знімають в двох площинах: горизонтальній і вертикальній за однією і тією самою методикою. Ширина діаграми спрямованості визначається на рівні половини максимуму потужності.

Коефіцієнт підсилення можна визначити методом порівняння з еталоною антеною (з відомим коефіцієнтом підсилення) при прийомі сигналів в одних і тих самих умовах за методикою, аналогічною для зняття діаграми спрямованості. Якщо коефіцієнти підсилення обох антен значно відрізняються, в схему вимірювання (у тракт антени з великим коефіцієнтом підсилення) вводиться атенуатор.

Безпосередньо коефіцієнт підсилення вимірюють, застосовуючи дві ідентичні антени (приймальну і передавальну) з близькими коефіцієнтами підсилення, розташованими на певній відстані одна від одної

$$G = \frac{4\pi R}{\lambda} \sqrt{\frac{P_{np}}{P_{nep}}},$$

де $R \geq \frac{2S_a^2}{\lambda}$ – відстань між антенами;

λ – довжина хвилі;

P_{np} – потужність, що приймається антеною;

P_{nep} – потужність генератора.

Потужності P_{np} і P_{nep} можна визначити вимірювачем потужності або детекторною секцією з мікроамперметром (при цьому необхідно працювати на квадратичній ділянці характеристики детектора), а вхідний опір – вимірюванням K_c за допомогою вимірювальної лінії так само, як і в хвилеводних системах і фідерах.

7.2 Регулювання синхронізаторів

Синхронізатори призначені для формування імпульсів запуску, які синхронізують роботу передавача і розгортку променя на електронно-променевої трубі та керують роботою більшості імпульсних схем. Як імпульс запуску можна використовувати модулючий або спеціально вироблений імпульс. У першому випадку похибка у визначенні дальності буде більшою, ніж в другому.

Імпульс запуску (рис. 7.1) характеризується амплітудою U_{\max} , тривалістю τ (у мікросекундах), яка визначається на рівні половинної амплітуди, крутістю переднього і заднього фронтів, а також частотою проходження. Крутість переднього фронту S_n характеризує швидкість наростання амплітудного значення

$$S_n = \frac{U_{\max}}{t_r},$$

де t_r – тривалість переднього фронту, яка визначається на ділянці від 0,1 до 0,9 U_{\max} .

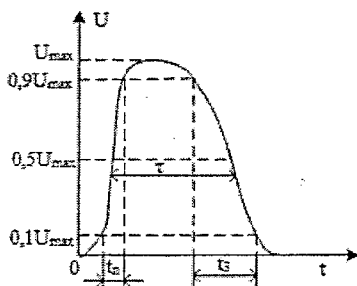


Рисунок 7.1 – Характерна форма імпульсу

Крутість заднього фронту S_3 – швидкість спаду амплітудного значення

$$S_3 = \frac{U_{\max}}{t_3},$$

де t_3 – тривалість заднього фронту, яка також визначається на ділянці від 0,9 до 0,1 U_{\max} .

Задача регулювання кін формування імпульсів запуску – одержати імпульси заданої довжини з крутим переднім фронтом. Такі імпульси можуть бути одержані шляхом використання нелінійних елементів (транзис-

торів, трансформаторів) і перехідних процесів (розряду конденсатора, довгої лінії і т. д.) На рис. 7.2 подана спрощена схема формування імпульсів запуску. Частота проходження імпульсів визначається задавальним генератором 1 синусоїдальних коливань або прямокутних імпульсів, які формуються в імпульси запуску каскадом 2. При необхідності змінення частоти передбачається подільник частоти 3 у вигляді генераторів (очікувальний мультівібратор або блокінг-генератор) релаксацій і фантастронів.

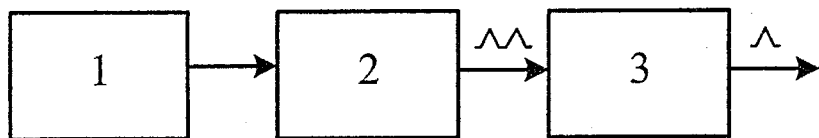


Рисунок 7.2 – Структурна схема формування запускаючих імпульсів: 1 – задавальний генератор; 2 – каскад формувань; 3 – подільник частоти

Задавальний генератор синусоїдальних коливань регулюють аналогічно розглянутому раніше. При цьому встановлюють необхідну частоту і форму сигналу, який спостерігається на екрані осцилографа. Регулювання генераторів прямокутних сигналів – мультівібраторів і блокінг-генераторів розглянуто теж. Для визначення частоти задавального генератора по осцилографу на горизонтальні пластини подають напругу від звукового генератора, а на вертикальні – з виходу задавального генератора і встановлюють просту фігуру на екрані зміною частоти звукового генератора, який є еталонним.

Каскади формування імпульсу зазвичай не настроюють, якщо всі елементи відповідають значенням, вказаним на схемі. Перевіряють ці кола осциллографом за формою імпульсу.

Поділ частоти за допомогою фантастрона полягає у тому, що фантастрон виробляє імпульси прямокутної форми, які закривають транзистор на якийсь час, необхідний для приходу наступного імпульсу від задавального генератора, що досягається змінням напруги на колекторі фантастрона.

На рис. 7.3 подана типова схема фантастрона. Запуск схеми здійснюється негативним імпульсом на колектор транзистора через напівпровідниковий діод. З виходу фантастрона можна знімати позитивні і негативні імпульси, а також пілоподібні (лінійно-спадні) імпульси. Стрибокподібне зміння тривалості вихідних імпульсів досягається підбором ємності конденсатора C_2 . Плавне зміння тривалості вихідних імпульсів в межах діапазону, визначеного величиною C_2 , здійснюється змінням напруги регулювання $U_{\text{рег}}$. Високу стабільність мають регенеративні подільники, що підмикаються безпосередньо до генератора синусоїдальних коливань, (рис. 7.4) і регулюються настроюванням контуру змішувача (змінням ємності

або індуктивності) на частоту $\frac{F}{n}$, тоді як помножувач настроюється на частоту $\frac{n-1}{n} \cdot F$ (F – частота задавального генератора; n – кількість поділок).

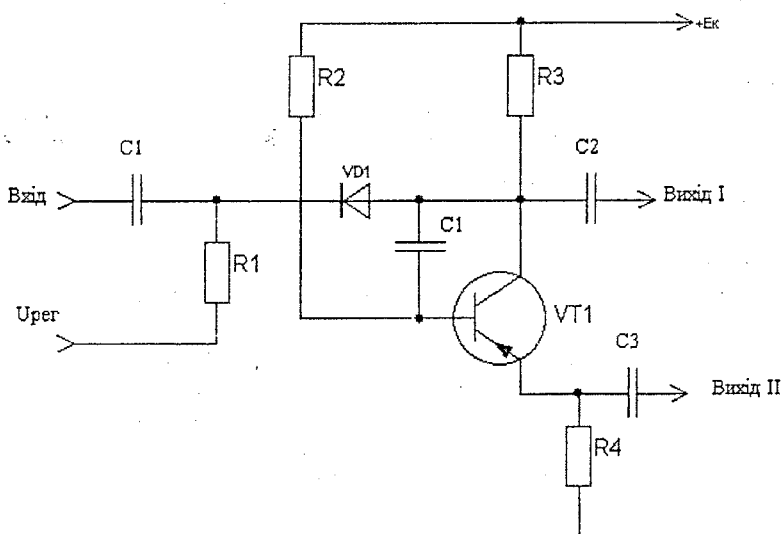


Рисунок 7.3 – Типова електрична схема фангастрона

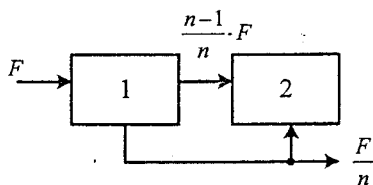


Рисунок 7.4 – Структурна схема генеративного подільника частоти:
1 – подільник; 2 – помножувач

7.3 Регулювання індикаторних пристроїв

Індикаторні пристрої радіолокаційних станцій призначені для відтворення відбитих сигналів на екрані електронно-променевої трубки, щоб визначити відстань і координати об'єкта в момент знаходження його в зоні максимуму діаграми спрямованості антени.

Для безперервного спостереження зображення на екрані при малій швидкості огляду цілей екрани електронно-променевих трубок виконують з тривалим післясвітінням.

В радіолокаційних станціях застосовують індикаторні пристрої декількох типів, відмінних один від одного видом розгортки (лінійна або кругова), способом розгортки (електрична або магнітна), визначеними координатами (дальність, азимут, кут місця) кількістю і точністю визначення координат.

Схема блока розгортки подана на рис. 7.5. Запускаючий імпульс подається на генератор прямокутних імпульсів 1. Прямокутні імпульси в генераторі розгортки 2 перетворюються в імпульси пилкоподібної або трапецеїдальної форми, які підсилювачем 3 підсилюються і подаються в блок електронно-променевої трубки (ЕПТ). Тривалість прямокутного імпульсу приймається дещо більшою за тривалість розгортки.

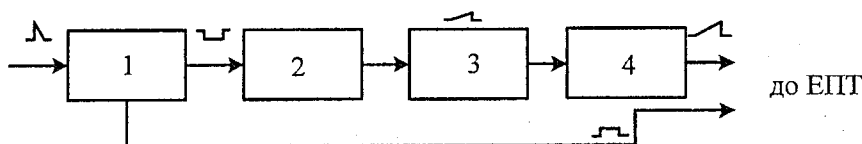


Рисунок 7.5 – Структурна схема блока розгортки:

- 1 – генератор прямокутних імпульсів; 2 – генератор розгорток;
- 3 – підсилювач; 4 – підсвітлення

Основна задача регулювання блока розгорток – одержати лінійний імпульс достатньої тривалості. Регулюючи тривалість прямокутного імпульсу очікувального мультівібратора, підбирають і встановлюють необхідні величини ємності і опору на кожному масштабі дальності. Амплітуду напруги розгортки регулюють підбором навантаження генератора розгортки, а підсилювач не регулюють, якщо режими транзисторів відповідають заданим. Лінійність перевіряють за допомогою осцилографів відомими способами або за допомогою калібратора дистанції, імпульси якого служать масштабом.

В радіолокаційних станціях часто застосовують затримку початку розгортки відносно запускаючих імпульсів запуску за допомогою штучних ліній і схем затримки. Змінення часу затримки в штучних лініях відбувається, як правило, унаслідок змінення числа ланок LC. Як схеми затримки використовують мультівібратори, фантастри, фазообертачі та інші спеціальні схеми.

Нерухомі мітки на індикаторах станцій радіолокації, одержувані в результаті модуляції яскравості, служать масштабними відмітками для ви-

значення дальності. У індикаторах кругового огляду при обертанні розгортки утворюються кола, названі нерухомими колами дальності (НКД).

Для отримання міток яскравості на катод ЕПТ подають через певні інтервали часу короткочасні прямокутні імпульси. У станціях радіолокацій такі імпульси формуються звичайно з синусоїдальних коливань генератора ударного збудження. Збуджують такі генератори негативним прямокутним імпульсом розгортки. Частота генератора, що задається параметрами контуру L і C , визначає масштаб, тобто відстань між двома сусідніми мітками. Коливання генератора ударного збудження порівняно швидко згасають після припинення дії імпульсу, тому число міток повинне забезпечити перекриття максимальної дальності на індикаторі. Частоту і амплітуду коливань перевіряють за допомогою осцилографа за фігурами Ліссажу з еталонним звуковим генератором або калібратором дистанції. Частоту змінюють органами регулювання. Перетворення синусоїдальних коливань в короткочасні прямокутні імпульси досягається обмеженням, підсиленням, диференціюванням і формуванням потрібних імпульсів за допомогою очікувального блокуінг-генератора.

Рухомі мітки, які служать для точного визначення відстані до цілі, в індикаторах кругового огляду утворюють кола, названі рухомими колами дальності (РКД). Для отримання рухомих міток використовують фазообертачі гоніометричного типу, які є двома нерухомими котушками, зміщені одна відносно одної на 90° , між якими розміщується рухома котушка. Нерухомі котушки живляться від одного і того ж самого генератора синусоїдальних коливань, причому одна з них настроєна за допомогою конденсатора на частоту генератора. При цьому напруга, а отже, і магнітні поля в нерухомих котушках будуть зсунуті по фазі на 90° . При обертанні рухомої котушки фаза напруги на ній змінюється залежно від положення щодо нерухомих (кута повороту). Цю напругу формують відомим способом в короткочасні прямокутні імпульси.

Регулювання таких фазообертачів полягає в тому, що напругу з обох нерухомих котушок подають на горизонтальні і вертикальні пластини осцилографа, а настроюванням однієї котушки в резонанс і вирівнюванням струмів в котушках добиваються зображення на екрані осцилографа у вигляді кола. Решту каскадів формування рухомих міток регулюють за раніше відомою методикою. Рухомі мітки одержують також затримкою імпульсу відносно імпульсу запуску. Регулювання таких схем розглянуте раніше.

Блок електронно-променевої трубки призначений для безпосереднього спостереження відбитих від об'єктів сигналів.

Для регулювання блок встановлюють на стенд і при ввімкненому живленні перевіряють режими. Після цього вмикають сигнали розгортки і міток і перевіряють дію регулювання яскравості і фокусування. Потім за зображенням розгортки встановлюють положення систем відхилення і спря-

жують їх з кутовим положенням антени, після чого проглядають наявність міток.

Остаточні індикаторні пристрої настроюють при комплексному регулюванні за методикою, що використовується для окремих блоків.

7.4 Регулювання приймального пристрою

Основними вимогами, що висуваються до приймачів радіолокаційних станцій, які працюють в діапазоні надвисоких частот з імпульсним характером сигналів, які приймаються, є чутливість і ширина смуги пропускання частот. Приймачі, що достатньою мірою задовольняють вищезгадані вимоги, мають змогу приймати слабкі відбиті сигнали без спотворення форми і відтворювати ці сигнали на індикаторі. Найбільше застосування одержали приймачі супергетеродинного типу (рис. 7.6). Прийнятий антеною сигнал 1 через розрядник 2 проходить на підсилювач високої частоти 3, а потім на змішувач 4, попередній підсилювач проміжної частоти (ПППЧ) 5 і основний підсилювач проміжної частоти (ППЧ) 6.

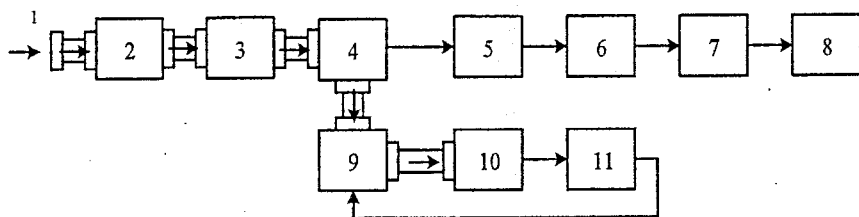


Рисунок 7.6 – Структурна схема радіолокаційного приймача: 1 – відбитий імпульс; 2 – розрядник; 3 – підсилювач високої частоти; 4 – змішувач; 5 – гетеродин; 6 – ПППЧ; 7 – ППЧ; 8 – детектор; 9 – гетеродин; 10 – змішувач системи АПЧ; 11 – блок АПЧ

Підсилені сигнали детектуються детектором 8, підсилюються відеопідсилювачем і надходять в індикаторний пристрій. У приймачах передбачають автоматичне підстроювання частоти (АПЧ). Для цього сигнали гетеродина 9 подаються як на змішувач приймача 5, так і на змішувач блока АПЧ (10), а потім на блок АПЧ (11), який виробляє керуючу напругу, що підтримує постійною частоту гетеродина. Настроювання всіх каскадів приймального пристрою, залежно від конструкції і характеру виробництва, ведуть паралельно або послідовно. Паралельне регулювання потребує спеціально обладнаних регулювальних стендів з наявністю живлення, еквівалентів навантаження і вимірювальних приладів, характерне для великосе-

рійного виробництва. Послідовне регулювання приймачів радіолокаційних станцій ведуть від останніх каскадів до перших, щоб мати нагоду використовувати відрегульовані каскади як навантаження регульованих.

Відеопідсилювачі, детектор приймача, ППЧ 7 і ПППЧ 6 радіолокаційних приймачів, регулюють так само, як в телевізійній радіоапаратурі.

При регулюванні ПППЧ необхідно узгоджувати вихід з навантаженням, яким може бути відрегульований ППЧ (або еталонний ППЧ) з кабелем, що з'єднує ПППЧ і ППЧ.

Як змішувач в діапазоні сантиметрових хвиль використовують кристалічний детектор. Гетеродином в радіолокаційних приймачах слугує відбивний клістрон, частоту якого можна змінювати механічним настроюванням резонатора і електрично – зміненням негативної напруги на відбивачі. Частота клістронного гетеродина встановлюється вище за частоту сигналу на величину проміжної частоти.

Регулювання височастотних елементів радіолокаційного приймача включає перевірку кристалічного детектора, перевірку і настроювання гетеродина, резонаторів змішувача і розрядника приймача в антенному перемикачі; підбір оптимального зв'язку гетеродина із змішувачем; настроювання підсилювача високої частоти.

Перевірка кристалічного детектора зводиться до вимірювання прямого і зворотного опору і визначення його чутливості на робочій частоті. Відношення прямого до зворотного опору повинне бути не менше 1:10. Під чутливістю розуміється відношення випрямленого струму до потужності, що підводиться на детектор. Щоб визначити чутливість детектора, до хвилеводного тракту підмикають генератор, від якого на детектор подають потужність в 20 мВт, а в колі детектора вимірюють струм.

При перевірці і настроюванні гетеродина користуються тими самими генераторами, що і при перевірці чутливості детектора. Наявність генерації клістрона можна визначити за струмом детектора, виникненням шумів в приймачі і збільшенням сигналу на виході відеопідсилювача. При цьому необхідно точно знати частоту передавача, що ускладнює регулювання. Тому при комплексному регулюванні всієї станції потрібне додаткове підстроювання. Настроювання частоти клістрона виконують до тих пір, поки максимумами струму клістрона і чутливості приймача не будуть збігатися.

Потім змінюють зв'язок клістрона з детектором (змішувачем) до отримання максимальної чутливості приймача. Проте збільшення зв'язку призводить до підвищеного рівня шумів, тому зв'язок і рівень шумів слід вибрати оптимальними. На настроювання гетеродина впливає узгодженість резонаторів змішувача і розрядника. Регулюючи резонатори змішувача і розрядника, добиваються максимальної величини сигналу на виході приймача. Після всіх узгоджень встановлюють оптимальний зв'язок гетеродина зі змішувачем. Остаточо це роблять при комплексному регулюванні.

Підсилювач високої частоти виконують зазвичай на лампах біжучих хвиль. Регулювання підсилювача полягає в узгодженні входу і виходу і отриманні максимального коефіцієнта підсилення. Для цього на вхід підсилювача подаються незгасаючі коливання. Узгодження здійснюють за допомогою поршнів входу і виходу транзисторів біжучих хвиль, і визначають за допомогою вимірювальної лінії. Одержують максимальне підсилення і визначають за максимумом струму детектора в змішувачі. Остаточне настроювання високочастотної частини приймача здійснюють при комплексному регулюванні.

7.5 Регулювання передавального пристрою

Радіолокаційні передавачі слугують для отримання і випромінювання через антену короткочасних радіоімпульсів з певною частотою слідування. Основними характеристиками таких передавачів є потужність в імпульсі, частота високочастотних коливань, стабільність частоти, тривалість і форма імпульсу.

За схемним виконанням передавачі станції радіолокації є системою модулятора і генератора. У модуляторах відбувається накопичення енергії за порівняно тривалий час і формування її у вигляді напруги прямокутної форми, а потім віддача енергії за короткий проміжок часу генератору. Найбільше застосування одержали транзисторні модулятори, а також магнітні модулятори на дроселях з лінією формування. Модулятори з обертальним розрядником мають обмежене застосування унаслідок великої інерційності і через труднощі отримання імпульсів малої тривалості.

Як генератори сантиметрового і дециметрового діапазонів використовуються магнетрони, які генерують при подачі на них високовольтного імпульсу від модулятора.

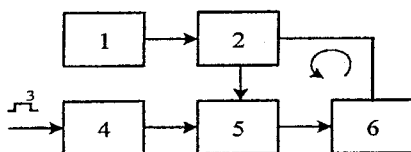


Рисунок 7.7 – Структурна схема радіолокаційного передавача: 1 – високочастотний випрямляч; 2 – накопичувач; 3 – синхроімпульс; 4 – підмодулятор; 5 – розрядна лампа; 6 – магнетрон

На рис. 7.7 подана структурна схема передавача радіолокаційної станції з транзисторним модулятором. Накопичувач 2, який застосовують в модуляторах, є ємностями, що заряджаються в проміжку між імпульсами. Керування генератором здійснюється розрядною лампою 5. Підмодулятор

4, що запускається імпульсом 3, задає форму і тривалість імпульсу, який керує розрядною лампою.

При регулюванні радіолокаційних передавачів перевіряють правильність монтажу, наявність і надійність блокування, надійність ізоляції і відповідність режимів транзисторів модулятора заданим, перевіряють і встановлюють задану частоту повторення і форму імпульсу модулятора, перевіряють і вмонтовують магнетрон, вимірюють параметри передавача і узгоджують генератор з антенно-фідерною системою.

Правильність монтажу, наявність і надійність блокування, ізоляції і відповідність режимів транзисторів модулятора перевіряють звичайним методом, як правило, застосовуючи універсальні прилади. Всі виміряні дані повинні укладатися в норми або інструкції на даний передавач.

Частоту повторення імпульсів перевіряють при допомозі осцилографів за фігурами Ліссажу. Для цього на горизонтальні пластини осцилографа подають напругу від звукового генератора ГЗ-118 або йому подібних, а на вертикальні – вихідний імпульс від підмодулятора. За частотою звукового генератора визначають частоту слідування імпульсів. Якщо в схемах передавача передбачено задавальний генератор, то його настроюванням добиваються потрібної частоти.

Форму імпульсів проглядають осцилографами в режимі очікувальної розгортки. При цьому синхронізація здійснюється імпульсом, що запускає модулятор. Для перегляду високовольтного імпульсу його знімають з подільника кабелем, узгодженим зі входом осцилографа. Одержувані на екрані форма і амплітуда повинні відповідати заданим.

Регулюванням магнетронного генератора необхідно забезпечити найбільший ККД, стабільність частоти і потужності під час роботи, а також узгодження генератора з навантаженням.

Магнетрон повинен бути добре відцентрований між полюсами магнітів, а його вихідний фланець з'єднаний з хвилеводним трактом. Навантаженням можуть служити еквівалент антени або сам антенний пристрій. Після монтажу магнетрона переконаються у наявності розжарення при вимкненій високій напрузі і справності вентилятора. При роботі магнетрона його розжарення повинне бути зниженим або вимкненим. Перевірку цього здійснюють при штучному спрацьовуванні елементів, що змінюють розжарення (кінцевий вимикач, реле і т. д.). Потім плавно підвищують високу напругу. Щоб не вивести з ладу новий магнетрон, його необхідно «відпалювати», тобто на перші 30 – 40 хвилин передавач вмикають при зниженій високій напрузі, що становить 60 – 70% від номінальної, після чого встановлюють номінальне значення. Наявність генерації визначають за струмом магнетрона, свіченням неонові лампочки, укріпленої на паличці з ізоляційного матеріалу і антени, що розташовується поблизу випромінювача, і за нагріванням еквівалента антени, а частоту коливань, що генеруються, – за допомогою хвилеміра. Для цього магнетронний генератор на-

вантажують на антенно-фідерну систему, підмикаючи хвилемір через напрямлений відгалужувач.

Частоту передавача можна також визначити шляхом прийому сигналу на іншу антену і вимірюванням частоти прийнятого сигналу. При цьому магнетрон і хвилеводна система повинні бути узгоджені.

Форму імпульсу генератора проглядають на осцилографі з очікувальною розгорткою при синхронізації від імпульсу запуску. Сигнал на вертикальні пластини осцилографа знімають з безіндукційного резистора, ввімкненого між магнетроном і корпусом приладу.

Для відліку ширини імпульсу необхідно на екрані осцилографа встановити калібраційні мітки. Якщо форма імпульсу відрізняється від тієї, що необхідно, необхідно відрегулювати формуючі кола модулятора.

Крім того, перевіряють потужність, спектр частот передавача і стабільність частоти магнетрона так само, як при комплексному регулюванні і перевірці параметрів радіолокаційних станцій.

7.6 Комплексне регулювання радіолокаційної апаратури

Комплексне регулювання РЛС є необхідною операцією в процесі остаточного регулювання, оскільки після з'єднання всіх блоків необхідно відкоригувати параметри, що змінюються під впливом з'єднаних проводів і кабелів, перехідних контактів і реакції одних пристроїв на інші.

До комплексного регулювання приступають після того, як всі блоки відрегульовані і їх параметри відповідають технічним вимогам. При цьому остаточне регулювання і перевірку роботи передавача, приймача, індикаторних пристроїв, синхронно-слідкуючих систем і перевірку основних параметрів станції виконують після того, як всі блоки будуть з'єднані між собою; замість антени можна ввімкнути її еквівалент. Спочатку перевіряють кола живлення, блока вань і сигналізації, а потім приступають до регулювання передавача і приймача.

Регулювання передавача і приймача в комплексі включає в себе перевірку роботи модулятора і магнетрона, основних кіл приймача, визначення потужності передавача і чутливості приймача.

Перевірка модулятора зводиться до перевірки форми напруги в контрольних точках за допомогою осцилографа при розгортці очікування і синхронізації від імпульсу запуску. Потім на магнетрон подають високу напругу, що забезпечує заданий струм магнетрона. Стійка робота магнетрона свідчить про справність в цих колах. В іншому випадку потрібно виконати додаткове регулювання за раніше розглянутою методикою.

При перевірці роботи приймача слід переконатися у наявності шумів на індикаторі при заданому струмі детектора.

При остаточній перевірці приймача і передавача застосовують лунокамери, радар-тестери, вимірювачі потужності і інші прилади.

Луно-камеру вмикають у фідерну систему і настроюють у резонанс з частотою передавача. При цьому на екрані індикатора радіолокатора повинно з'явитися засвічення необхідної величини. Якщо засвічення відсутнє або має недостатню величину, підстроюють клістрон, резонатори розрядника і змішувача і підбирають зв'язок клістронової зі змішувачем. Одночасно потрібно переконатися в правильності настроювання системи АПЧ. Перемикання ручного настроювання частоти клістронової на автоматичне не повинне викликати змінення величини засвічення від луно-камери. За величиною цього засвічення можна судити про чутливість приймача.

Для вимірювання потужності передавача замість антени підмикають калориметричний вимірювач великої потужності. Потужність передавача можна виміряти також під'єднанням до напрямленого відгалужувача високочастотного тракту вимірювача малої потужності або радар-тестера. За допомогою радар-тестера можна визначити також чутливість приймача. Для цього від генератора на вхід приймача подають імпульсно-модульований сигнал заданої величини, а на виході приймача (відео підсилювача) вмикають осцилограф, який синхронізують імпульсом запуску. Величину сигналу від генератора при точному настроюванні його частоти вибирають такою, щоб при виведених аттенуаторах імпульс на осцилографі мав достатню амплітуду, а при введених помітні були шуми. З введеного положення аттенуатори поступово виводять до тих пір, поки на екрані осцилографа не з'являться імпульси генератора на рівні шумів. За сумою загасання аттенуаторів і елементів зв'язку генератора з приймачем визначають чутливість приймача в децибелах.

Перевірка роботи індикаторних пристроїв на всіх шкалах дальності полягає в узгодженні шкали дальності з початком розгортки. Щоб встановити збіг початку розгортки з нульовою дальністю, в радіолокаційних станціях передбачаються регульовальні елементи. При нормальній роботі індикатора на екрані повинні спостерігатися шуми, які змінюють свою інтенсивність при регулюванні підсилення приймача. Крім того, необхідно, щоб при обертанні антени забезпечувалося рівномірне підсвічування розгортки, а яскравість лінії курсу була б однаковою з мітками дальності.

Потім встановлюють елементи синхронно-слідкуючих систем так, щоб цілі на екрані були правильно орієнтовані, а секторний огляд і лінія курсу займали задне положення. Для узгодження електричних і оптичних осей антени роблять юстирування, тобто за допомогою допоміжного (якщо є на станції) оптичного пристрою, закріпленого на антені, її орієнтують на вибраний об'єкт (трубу, башту і т. д.) з невеликим кутовим розміром. При цьому зображення цілі на екрані суміщають з лінією курсу регулюванням положення статорів і роторів сельсинів один відносно одного. Остаточне юстирування роблять після монтажу радіолокаційної станції на об'єкті.

7.7 Запитання для самоконтролю

1. Назвіть задачі та вкажіть порядок регулювання радіолокаційної апаратури.
2. Назвіть апаратуру контролю параметрів при регулюванні антенно-фідерного тракту.
3. Порядок регулювання приймального пристрою РЛС.
4. Порядок регулювання передавального пристрою РЛС.
5. Назвіть задачі та вкажіть послідовність комплексного регулювання РЛС.

Література [6, 8]

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровик С. С. Ремонт и регулировка бытовой радиэлектронной аппаратуры / С. С. Боровик, М. А. Бродский. – Мн. : Высшая школа, 1989. – 320 с.
2. Браммер Ю. А. Импульсные и цифровые устройства / Браммер Ю. А. – М. : Высшая школа, 2003. – 351 с. ISBN: 5-06-004354-1
3. Городилин В. М. Регулировка радиоаппаратуры. Учеб. для сред. ПТУ : изд. 3-е, справл. и доп. / В. М. Городилин, В. В. Городилин. – Мн. : Высшая школа, 1993. – 224 с.
4. Игнатович В. Г. Регулировка и ремонт бытовой радиэлектронной аппаратуры : учеб. пособие / В. Г. Игнатович, А. И. Митюхин. – Мн. : Высш. шк., 1992. – 367 с. ISBN 5-339-01006-6.
5. Даниленко Б. П. Ремонт и регулировка бытовой РЭА : лабораторный практикум / Даниленко Б. П. – Мн. : МГВРК, 2007. – 122 с. ISBN 978-985-6851-09-7
6. Малинский В. Д. Контроль и испытание радиоаппаратуры / Малинский В. Д., Ошер Д. Н., Теплицкий Л. Я. – М.-Л.: Энергия, 1970. – 440 с.
7. Волович Г. И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. / Волович Г. И. – М. : Издательский дом «Долэка-XXI», 2005.- 528 с.
8. Ошер Д. Н. Регулировка и испытание радиоаппаратуры / Ошер Д. Н., Малинский В. Д., Теплицкий Л. Я. – М. : Энергия, 1978. – 304 с.
9. Чижма С. Н. Основы схемотехники : учебное пособие для вузов / Чижма С. Н. – Омск : Издательство «Апельсин», 2008. – 424 с.
10. Ярочкина Г. В. Радиоэлектронная аппаратура: Монтаж и регулировка: Учебник для нач. проф. образования. / Ярочкина Г. В. – М. : ИРПО; ПрофОбрИздат, 2002. – 240 с.
11. Лачин В. И. Электроника / В. И. Лачин, Н. С. Савёлов. – Ростов н/Д : изд-во «Феникс», 2002. – 576 с.
12. Кучумов А. И. Электроника и схемотехника / Кучумов А. И. – М. : Гелиос АРВ, 2002. – 304 с.
13. Травин Г. А. Основы схемотехники устройств радиосвязи, радиовещания и телевидения / Травин Г. А. – М. : Высшая школа, 2007. – 606 с.
14. Бойко В. И. Схемотехника электронных систем. Аналоговые и импульсные устройства / [Бойко В. И., Гуржий А. Н., Жуйков В. Я. и др.]. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 496 с.

ГЛОСАРІЙ

Активний опір	—	active resistance
база	—	base
варикап	—	varicap
варистор	—	varistor
ВАХ	—	current-voltage characteristic
вимикач	—	switch
випрямленої напруги	—	rectified voltage
випрямляч	—	rectifier
витік	—	source
відсічка	—	cutoff
вісь	—	axis
втрати	—	loss
генератор	—	generator
диференціальний	—	differential
діапазон	—	range
діапазон частот	—	frequency band
діод	—	diode
дірка	—	hole
дросель	—	choke
еквівалентна схема	—	equivalent circuit
електрична міцність	—	electrical strength
електричне коло	—	electric circuit
електричних контактів	—	electrical contact
електрод	—	electrode
електрон	—	electron
емісія	—	emission
емітер	—	emitter
емітерний повторювач	—	emitter follower
ємність	—	capacity
збудження	—	excitation
зворотний зв'язок	—	feedback
змінний резистор	—	variable resistor
змінний струм	—	alternating current
імпульсний діод	—	fast recovery diode
інверсія	—	inversion
індуктивний компонент	—	inductive component
індуктивність	—	inductance
інжекція	—	injection
каскад	—	cascade
ККД	—	efficiency
ключ	—	switch

коефіцієнт зв'язку	—	coupling coefficient
коефіцієнт згасання	—	damping coefficient
коефіцієнт передачі	—	transmission gain
коефіцієнт підсилення	—	gain
колектор	—	collector
коливальний контур	—	oscillatory circuit
конденсатор	—	capacitor
контур	—	loop
контурний струм	—	loop current
катушка	—	coil
лінійне коло	—	linear circuit
навантаження	—	load
напівпровідник	—	semiconductor
напівпровідникові	—	semiconductor
напруги	—	voltage
нелінійне коло	—	nonlinear circuit
нелінійний резистор	—	nonlinear resistor
операційний підсилювач	—	operational amplifier
опір навантаження	—	load resistance
осцилограф	—	oscilloscope
паралельний	—	parallel
пасивний елемент	—	passive element
передатна характеристика	—	transfer characteristic
перетворювач	—	converter
перехід	—	junction
перехідна характеристика	—	transient response
петля	—	loop
підсилювальний каскад	—	amplifier stage
підсилювач	—	amplifier
підсилювач зі зворотним зв'язком	—	feedback amplifier
повний опір	—	impedance
подільник напруги	—	voltage divider
полос	—	terminal
польовий транзистор	—	field-effect transistor
послідовний	—	series
потік	—	flow
потужність	—	power
похибка	—	error
пристрій	—	device
провідність	—	conduction
радіотехніка	—	radio engineering
реактивний опір	—	reactance

регулювальна робота	—	regulation work
регулювальний елемент	—	regulating element
режим збагачення	—	enhancement mode
резистивний оптрон	—	resistive optron
резистор	—	resistor
резонанс	—	resonance
резонансна система	—	resonance system
складений транзистор	—	integral transistors
смуга пропускання	—	bandpass
спотворення	—	distortion
стік	—	drain
струм витікання	—	leakage current
струм провідності	—	conduction current
струму	—	current
схема	—	circuit
температурний коефіцієнт	—	temperature coefficient
тензорезистори	—	tensoresistor
термістори	—	thermistor
терморезистор	—	thermoreistor
транзистор	—	transistor
трансформатор	—	transformer
трансформатора	—	transformer
трансформаторний зв'язок	—	transformer coupling
тривалість імпульсу	—	pulse duration
тунельний діод	—	tunnel diode
узгоджувальний пристрій	—	matching device
фазообертач	—	phase inverter
фільтр	—	filter
характеристичний опір	—	characteristic impedance
холостого ходу	—	open-circuit
частота	—	frequency
частота	—	frequency
чотириполюсник	—	four-terminal device

Навчальне видання

Крушевський Юрій Володимирович
Шутило Микола Артемович
Семенов Андрій Олександрович
Коваль Костянтин Олегович

Настроювання, регулювання та обслуговування РЕА

Навчальний посібник

Редактор В. Дружиніна
Коректор З. Поліщук
Оригінал-макет підготовлено К. Ковалем

Підписано до друку 12.10.2015 р.
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 10,4.
Наклад 75 пр. Зам. № 2015-102.

Вінницький національний технічний університет,
навчально-методичний відділ ВНТУ.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-85-32.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК №3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-87-38.
publish.vntu.edu.ua; email: kivc.vntu@gmail.com.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.