

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

ОСНОВИ ТЕЛЕБАЧЕННЯ

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни
“Основи телебачення” для студентів спеціальності
7.090701 “радіотехніка” денної та заочної форм навчання

2009

ОСНОВИ ТЕЛЕБАЧЕННЯ Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Основи телебачення ” для студентів спеціальності 7.090701 “радіотехніка ” денної та заочної форм навчання.

/Укл.: В.І. Мисленков. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2009. – 96с.

Укладач:

В.І. Мисленков, ст. викл.

Рецензент:

Б.Н. Бондарев доцент, к.т.н.

Відповідальний
за випуск:

В.П. Колесніков, зав. лаб.

Затверджено
на засіданні кафедри
“Радіотехніки”
Протокол №5 від 12. 02. 2009

ЗМІСТ

1. Лабораторна робота №1	5
Телевізійні сигнали мовлення	5
1.1 Мета роботи.....	5
1.2 Загальні відомості	5
1.3 Опис лабораторної установки.....	13
1.4 Порядок виконання лабораторної роботи	14
1.5 Контрольні запитання	15
2. Лабораторна робота №2	
Тракт розгортки телевізійного приймача	15
2.1 Мета роботи	15
2.2 Загальні відомості	15
2.3 Опис лабораторного стенду.....	21
2.4 Порядок виконання роботи	21
2.5 Контрольні запитання	22
3. Лабораторна робота №3	
Модуль кольоровості телевізійного приймача	23
3.1 Мета роботи	23
3.2 Загальні відомості	23
3.3 Опис лабораторного стенду	28
3.4 Порядок проведення лабораторної роботи	28
3.5 Контрольні запитання	30
4. Лабораторна робота №4	
Формування сигналів синхронізації телевізійного приймача	
4.1 Мета роботи.....	30
4.2 Загальні відомості.....	30
4.3 Порядок проведення лабораторної роботи	32
4.4 Зміст звіту	33.
4.5 Контрольні запитання	33

5	Лабораторна робота №5	
	Пристрій управління і регулювання радіоканалу	
	телевізійного приймача ЗУСЦТ	34
5.1	Мета роботи	34
5.2	Загальні відомості	34
5.3	Опис лабораторного стенду	42
5.4	Порядок проведення лабораторної роботи	44
5.5	Контрольні запитання	44
6	Лабораторна робота № 6	
	Побудування систем супутникового телебачення	45
6.1	Мета роботи	45
6.2	Теоретичні відомості	45
6.3	Порядок проведення лабораторної роботи	55
6.4	Зміст звіту	56
6.5	Контрольні запитання	56
7	Лабораторна робота № 7	
	Побудування індивідуальної приймальної системи	56
7.1	Мета роботи	56
7.2	Теоретичні відомості	56
7.3	Порядок проведення лабораторної роботи	64
7.4	Зміст звіту	64
7.5	Контрольні запитання	65
8	Лабораторна робота №8	
	Налагодження індивідуальної супутникової приймальної системи	65
8.1	Мета роботи	65
8.2	Загальні відомості	65
8.3	Встановлення індивідуальної супутникової системи	70
8.4	Порядок програмування опозиціонера	73
8.5	Порядок виконання роботи	77
8.6	Зміст звіту	77
8.7	Контрольні запитання	78
	Література	79

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Телевізійні сигнали телемовлення

1.1 Мета роботи

1. Визначити структуру телевізійного сигналу.
2. Ознайомитися з повною формою ТБ сигналів кольорового телебачення та вимогами ГОСТ 7845-79.
3. Ознайомитися з випробувальними ТБ сигналами та методикою вимірювання параметрів телевізійних трактів.

1.2 Загальні відомості

Телевізійний сигнал – сигнал, який несе інформацію про телевізійне зображення.

Початковий сигнал яскравості – електричний сигнал, який отримується у процесі телевізійної розгортки та перетворення зображення, яке передається під час активної частини стрічки та миттєві значення якого знаходяться у динамічному діапазоні від рівня чорного до рівня білого.

Сигнал яскравості – сигнал складений з початкового сигналу яскравості та сигналу гасіння.

Кольорорізничний сигнал – сигнал, який дорівнює різниці двох сигналів. Наприклад, різниці сигналів основного кольору та початкового сигналу яскравості.

Сигнал кольоровості – сигнал однієї або декількох піднесучих, промодульованих кольорорізничними сигналами, який включає сигнали кольорової синхронізації.

Кольоровий телевізійний сигнал – сигнал, який складається з початкового сигналу яскравості, сигналу кольоровості та імпульсів гасіння.

Сигнал синхронізації – (синхросигнал) – сигнал у вигляді сукупності синхронізуючих імпульсів строк та полів, призначений для встановлення синхронності та синфазності роботи генераторів розгортки при аналізі та синтезі зображення.

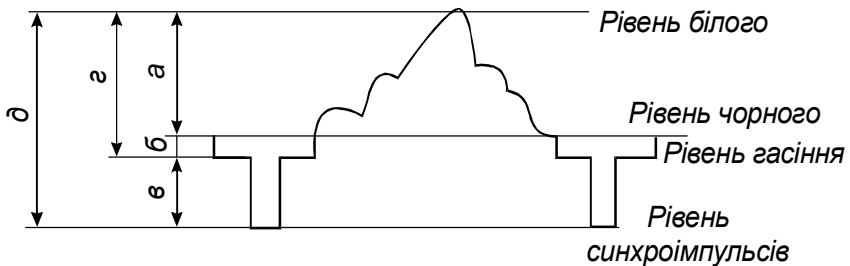
Повний телевізійний сигнал – сигнал, який складається з телевізійного сигналу та сигналу синхронізації.

Повний кольоровий телевізійний сигнал – сигнал, складений з кольорового телевізійного сигналу та сигналу синхронізації.

Номінальний рівень білого – рівень сигналу яскравості або повного телевізійного сигналу при подаванні нормального білого у об'єкті.

Рівень чорного – мінімальний рівень сигналу яскравості при подаванні чорного у об'єкті.

Рівень гасіння – рівень сигналу яскравості або повного телевізійного сигналу під час передавання частоти гасячих імпульсів.



a – сигнал зображення (сигнал яскравості);

b – захистний рівень;

c – синхронізуючий сигнал;

d – телевізійний сигнал;

d – повний телевізійний сигнал.

Рисунок 1.1 - Прийняті значення амплітудних составляючих і рівней сигналу в телебаченні

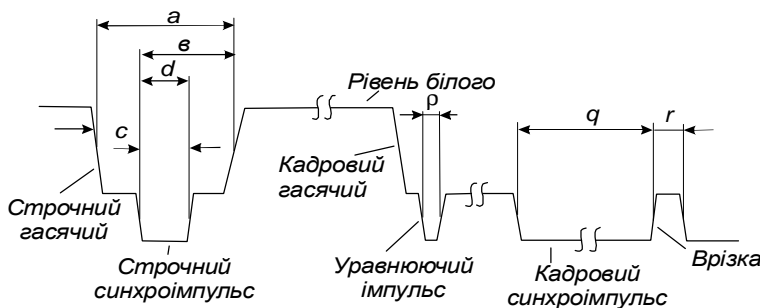


Рисунок 1.2 - Гасячі, синхронізуючі та урівнюючі імпульси

Таблиця 1.1 – Параметри сигналів

№	Параметр	Значення параметру	Умовне познач.
1	Інтервал (тривалість) рядка, мкс	64	H
2	Тривалість рядкового гасячого, мкс	12 ±0.3	A
3	Інтервал між переднім фронтом СГІ та переднім фронтом синхроімпульса, мкс	15 ±0.3	C
4	Тривалість рядкового синх. Імп., мкс	4.7 ±0.3	D
5	Інтервал (тривалість) поля, мкс	20	V
6	Інтервал між переднім фронтом КГІ та переднім фронтом 1 уравни. імпульсу, мкс	3±2	G
7	Тривалість кадрового гасячого, нс	25	J
8	Тривалість першої послідовності уравниючих імпульсів, нс	2.5	I
9	Тривалість послідовності кадрових синхроімпульсів, нс	2.5	M
10	Тривалість другої послідовності уравниючих імпульсів, нс	2.5	N
11	Тривалість уравниючого імп., мкс	2.35 ±0.1	P
12	Тривалість кадрового синхроімп., мкс	27.3	Q

Примітка. ГОСТ 7845-79 встановлює вимоги також до тривалості фронтів усіх імпульсів та іншим параметрам.

1.2.2 Параметри системи кольорового телебачення.

- Кадр телевізійного зображення повинен мати 625 строк та складатися з двох полів (напівкадрів) з черезстрічковим чередуванням кадрів з частотою 25 Гц. Напрямок розкладення зображення по строках – зліва направо, по полям зверху вниз. Формат кадру зображення 4:3.
- Номінальне значення частоти стрічок повинно складати $f_c = 15625$ Гц з припущеною нестабільністю для кольорового телебачення $\pm 0,016$ Гц. Номінальне значення частоти полів повинно складати $f_c / 625$ Гц.
- Форма повного телевізійного сигналу та параметри гасячих та синхронізуючих імпульсів повинні відповідати наведеним у таблиці 1.1 та на рис.1.2
- Сигнал кольоровості формується з сигналів основних кольорів згідно з законом

$$E_y = 0,3E_R + 0,59E_G + 0,11E_B,$$
де – E_R , E_G , E_B – сигнали основних кольорів після гама-корекції.
- Сигнал кольоровості повинен являти собою кольорові піднесучі, промодульовані по частоті кольорорізнисними сигналами DR й DV які формуються для системи SEKAM згідно з законом

$$DR = 1,9(E_R - E_y); \quad DV = 1,5(E_B - E_y).$$
- Частоти спокою кольорових піднесучих при відсутності модуляції складають
 $f_{oR} = 4406,25 + 2\text{кГц}$ у строках с сигналом DR ($f_{oR} = 282$ fc),
 $f_{oB} = 4250,00 + 2\text{кГц}$ у строках з сигналом DV ($f_{oB} = 272$ fc).
Величини девіації: для DR $\Delta f = \pm 280 \pm 9$ кГц, для DV $\Delta f = \pm 230 \pm 7$ кГц.

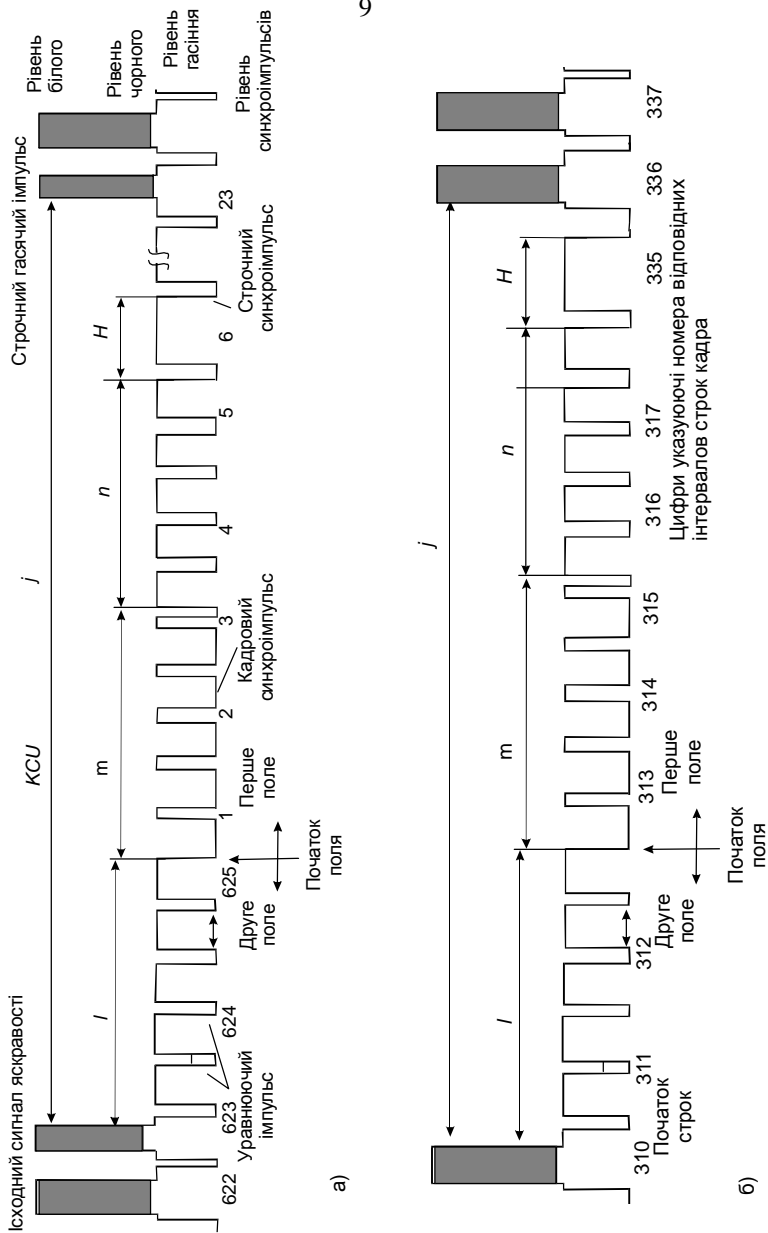


Рисунок 1.3 - Форма повного телевізійного сигналу на початку першого (а) та другого (б) полів

1.2.3 Особливості системи СЕКАМ-3б

- Система СЕКАМ передбачає пряму та зворотню сумісність, т.б. чорно-білий ТВ приймач повинен приймати кольоровий телевізійний сигнал.
- В системі СЕКАМ передбачається частотна модуляція піднесучої. Для покращення сумісності застосовують почергову зміну фази піднесучих від поля до поля на 180 гр., а також на початку та кінці кожної третьої строки.
- Величина кольорової піднесучої на частоті мінімуму коефіцієнту передачі ланцюга ВЧ корекції (4,286 МГц) повинна складати $23 \pm 2,5$ % від розмаху сигналу яскравості. Розмах сигналів кольорової синхронізації у строках з сигналом 0 В дорівнює 50 ± 5 % від розмаху повного телевізійного сигналу, а розмах у строках з сигналом Ек -54 ± 4 %.
- Параметри ланцюгів гамма-корекції, ФНЧ, який використовують для обмеження спектра частот кольорорізничних сигналів та ланцюгів НЧ та ВЧ корекції, сигналу кольоровості визначені ГОСТом 7845-79.
- Кольорова синхронізація забезпечує правильну роботу електронного комутатора приймача та здійснюється шляхом передачі імпульсів впізнання, які передаються в 7-15 строках першого поля та 320-328 строках другого поля. При передачі імпульсів впізнання трапецеїдальної форми миттєві значення частот відповідають максимальним величинам девіації (див.п. 1.2.5.)

Полярність імпульсів обрана така, що при передачі строки з сигналом ЕР - Еу передаються додатні напівперіоди, а при передачі строки з сигналом Ев -Еу – від’ємні напівперіоди.

- Сигнал кольорової піднесучої є первинним під час передачі гасячих імпульсів пасивної частини строк, що визиває нестаціонарні процеси на вихідних частотах дискримінаторів.

Щоб підготувати частотний дискримінатор до приймання кольорового телевізійного сигналу, сигнал піднесучої

починається трішки раніше, ніж активна частина строки, т.б. накладається на задній уступ гасячого імпульсу.

1.2.4 Випробувальні телевізійні сигнали

• Частотні, фазові та амплітудні переключування, які виникають у телевізійних трактах, можуть контролюватися звичайними вимірювальними приладами.

Разом з тим у телебаченні широко використовуються спеціальні телевізійні випробувальні сигнали. Ці сигнали містять у собі безпосередньо випробувальний (тест-) сигнал та суміш гасячих та синхронізуючих імпульсів. Завдяки цьому стає можливим вимірювати тракт у динамічному режимі, т.б. під час вимірювань працюють схеми відновлювання сталої складової у необхідних точках тракту, а режими електронних приладів відповідають режимам при передачі ТВ програми.

• У теперішній час існують два методи вимірювання ТВ трактів:

- метод вимірювань при подаванні періодичного випробувального сигналу безпосередньо в тракт;

- метод зміщення випробувальної строки в повний телевізійний сигнал, виділення й оцінки його переключувань у необхідних точках.

Другий метод дозволяє оперативно контролювати характеристики тракту безпосередньо у процесі передачі ТВ програми.

• Випробувальний сигнал №1 МККР являє собою симетричні прямокутні імпульси зі скважністю 2 та частотою 50 Гц, які прорізани стрічковими гасячими імпульсами. Випробувальним сигналом №1 контролюють тракт у області НЧ, шляхом вимірювання переносу горизонтальної частоти імпульсу.

• Випробувальний сигнал №2 МККР являє собою прямокутні імпульси стрічкової частоти з тривалістю 25 мкс та імпульси синус-квадратичної форми. Прямокутний імпульс дозволяє

оцінити перехідні перекручення в області середніх (перенос імпульсу) та вищих частот. Синус-квадратичний імпульс характеризується тривалістю T на рівні половинної його потужності. Основна частина енергії такого імпульсу лежить у межах смуги частот до $T \cdot \Delta f = 1$

Для стандартного ТВ сигналу зі смугою частот до $f_{\max} = 6 \cdot 10^6$ Гц, $T = 1/\Delta f = 1/6 \cdot 10^6 \approx 0,16$ мкс.

Обмеження смуги пропускання призведе до зменшення амплітуди \sin^2 -імпульсу порівняно з амплітудою прямокутного імпульсу.

- Випробувальний сигнал №3 МККР являє собою сигнал пилкоподібної форми, який повторюється з частотою строк на рівнях від білого до чорного. Є можливість накладувати на нього синусоїдальне колювання (насадку) з частотами 1,2 або 4,43 МГц. По змінюванню амплітуди насадки визначають нелінійні перекручення тракту.

$$(1 - m/M) : 100\%$$

де m - лінійний розмах насадки; M - максимальний розмах насадки. Після кожного пилкоподібного імпульсу у течії 3-х строк є можливість передавати рівень білого або чорного, що дозволяє виміряти нелінійність тракту в усіх можливих вимірюваннях рівня сигналу, а також оцінювати якість роботи ланцюгів відновлення сталої складової.

- Випробувальний сигнал №4 МККР використовується для вимірювань АЧХ трактів та являє собою сигнал колювальної частоти (КЧ) розміщений між кадровими гасячими імпульсами. Сигнал прорізаний строковими гасячими імпульсами та частотними мітками. Діапазон вимірювання КЧ від 300 кГц до 6,5 МГц.
- Для оперативного контролю ТВ тракту під час передачі програми у повний телевізійний сигнал вводяться спеціальні випробувальні строки (ВС). Інформація ВС вводиться у строки №№17-20 першого поля та 332-334 другого поля.

1.3 Опис лабораторного стенду

1. Для виконання лабораторної роботи використовують стенд, структурна схема якого наведена на рис.1.4.

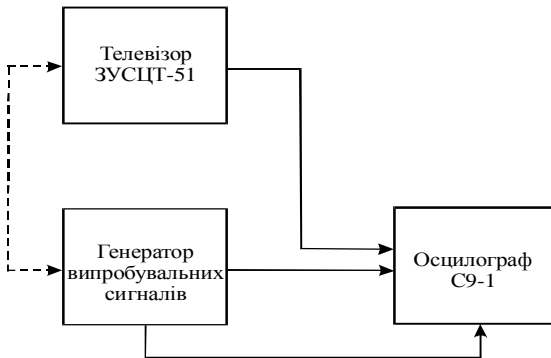


Рисунок 1.4 – Схема лабораторного стенду

2. Датчик телевізійних випробувальних сигналів видає випробувальні сигнали рекомендовані МККР та ОУРТ, а також сигнали синхронізації для осцилографу. Датчик видає спрощений сигнал синхронізації в автоматичному режимі та повний сигнал синхронізації у відомому режимі.
3. Телевізійні осцилографи відрізняються від осцилографів широкого призначення присутністю спеціального блоку синхронізації від ТВ сигналу та блока виділення строки. В осцилографі формуються також імпульси підсвіту строки яка виділяється.
4. Телевізійний приймач ЗУСЦТ-51-б призначений для отримання повного телевізійного сигналу з місцевого телецентру.

1.4 Порядок виконання роботи

1. На ВЧ вхід телевізійного приймача подати сигнал від випробувального генератору. На вхід осцилографу подати повний видеосигнал з виходу модуля СМКР.
2. Встановити режим роботи осцилографу для випадків передачі у варіації чорно-білого телебачення:
 - 1) Шахове поле;
 - 2) Вертикальні смуги.
3. Встановити режим роботи осцилографу для дослідження структури строки ТВ сигналу (2-3 строки). Замалювати форму для випадків передачі по п 2.
4. По осцилограмах, які були зняті при виконанні пункту 3. оцініть сталу складову сигналу під час передавання шахового поля та вертикальних смуг. Користуючись перемиканням "відчинений" та "зачинений" вхід осцилографу оцініть рівень сталої складової для сигналу шахового поля та вертикальних смуг. Здійсніть порівняння.
5. На ВЧ вхід телевізійного приймача подати сигнал мовлення від антен. В режимі роботи осцилографу "БВС" зробити стеження за змістом виділених строк на екрані телевізійного приймача та їх відображеннях на екрані осцилографа.
6. Виділіть групи випробувальних сигналів першого, а потім другого полів. Проведіть оцінку якості роботи телевізійного приймача по випробувальним сигналам згідно, використовуючи прийняту методику [3;4].

1.5 Контрольні запитання

1. Яке значення гасячих та синхронізуючих імпульсів?
2. Чому частота порівнюючих імпульсів у врізках в два рази вище частоти строк?
3. Що таке повний телевізійний сигнал?
4. Що таке повний кольоровий телевізійний сигнал?

5. Чому при телевізійних вимірюваннях можливо застосування спрощеного сигналу синхронізації?
6. Як за допомогою випробувальної строки виміряти АЧХ тракту?
7. Намалюйте можливі перекручення пілкоподібного сигналу. Які перекручення передачі яскравісного сигналу пов'язані з нелінійними перекрученнями?
8. Що таке лінійні перекручення ТВ сигналу?
9. Що таке стала складова ТВ сигналу? Які перекручення пов'язані з втратою сталої складової?
10. Як перевірити якість роботи фіксуючих ланцюгів?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Тракт розгортки телевізійного приймача

2.1 Мета роботи

1. Вивчення структури тракту розгортки телевізійного приймача.
2. Вивчення форми сигналів у каналах вертикальної та горизонтальної розгортки.
3. Знайомство з інженерним рішенням (на рівні принципової схеми) каналів горизонтальної та вертикальної розгортки в уніфікованих кольорових телевізорах (УСКТ).
4. Оцінка впливу регулювань на характеристики розгортки (за осцилограмами та зображенням).

2.2 Загальні відомості

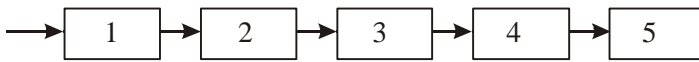
Керування електронним променем (розгортка) здійснюється магнітним полем, що відтворюється кадровими та рядковими котушками відхиляючої системи (ВС), яка розміщена

на горловині кінескопу. Тобто мета тракту розгортки - створити у відхилюючих котушках пилоподібний струм.

Закон розгортки приймача повинен повторювати закон розгортки передавача, тобто, потрібне збереження часових інтервалів та синхронізація.

З точки зору завадостійкості та забезпечення вказаних вимог запропоновано наступну структуру тракту розгортки.

Повний
відео сигнал



де : 1 – схема виділення синхроімпульсів (строчних або кадрових);

2 – генератор імпульсів, що задає часові інтервали (під керуванням синхроімпульсів);

3 – каскад формування напруги, що керує вихідним каскадом;

4 – вихідний каскад (генератор пилоподібного струму);

5 – котушки (строчні або кадрові відхиляючої системи).

Рисунок 3.1 – Схема розгортки

Форма керуючої напруги вихідного каскаду генератора, що забезпечує у навантаженні (котушках) пилоподібний струм, залежить від швидкості розгортки (швидкості зміни пилоподібного струму) та параметрів навантаження.

Умовно розрізняють генератори повільної та швидкої розгортки. Повільні розгортки ті, при яких вплив паразитної ємності котушки та паразитної ємності виходу кінцевого каскаду можна не враховувати. До цього випадку можна віднести вертикальну (кадрову) розгортку трансляційних систем телебачення, а також вертикальну й горизонтальну розгортки малокадрових систем телебачення. Форма струму у котушці та

форма напруги на індуктивності та активному опорі для випадку повільної розгортки є класичною.

Напруга на котушці визначається як сума напруг на активному опорі та індуктивності:

$$U_k = U_R + U_L = i \cdot R + L \cdot \frac{d}{dt} i.$$

Пилкоподібний струм у котушці запишемо у вигляді:

$$i_1 = I_m \cdot \left(\frac{t}{T_1} - \frac{1}{2} \right) \quad \text{при } 0 \leq t \leq T_1,$$

$$i_2 = I_m \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{t - T_1}{T_1} \right) \quad \text{при } T_1 \leq t \leq T_k = T_1 + T_2,$$

Де T_1 і T_2 проміжки часу, що відповідають часу прямого та зворотнього ходу розгортки.

Враховуючі вирази, що описують форму струму, напруга на катушці:

$$U_{k1} = I_m \cdot R \left(\frac{t}{T_1} - \frac{1}{2} \right) + I_m \cdot \frac{L}{T_1} \quad \text{при } 0 \leq t \leq T_1$$

$$U_{k2} = I_m \cdot R \left(\frac{1}{2} - \frac{t - T_1}{T_2} \right) - I_m \cdot \frac{L}{T_2} \quad \text{при } T_1 \leq t \leq T_k$$

У випадках, коли $R \gg L$ або $R \ll L$ форма керуючої напруги повторює форму UR та UL .

Для формування керуючої напруги у генераторах ідеальної розгортки, частіше використовують процес заряду и розряду ємності. При цьому постійну часу кола вибирають багато більшою за постійну часу кола розряду (по відношенням T_1 і T_2).

При разомкненому ключі відбувається заряд конденсатора через резистор R_1

$$U_{вих} = U_c = E \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{R_1 \cdot C}} \right)$$

Коефіцієнт нелінійності при прямому ході:

$$\left[K_H = \frac{\left| \frac{dU_c}{dt} \right|_{\max}}{\left| \frac{dU_c}{dt} \right|_{\min}} \right] - 1 = e^{\frac{T_1}{R \cdot C}} - 1$$

Для створення імпульсної складової напруги послідовно з зарядною ємністю включають резистор. При цьому вихідна напруга має вигляд:

$$U_{\text{вих}} = U_C + U_R$$

Вихідний каскад генератора повільної розгортки працює в режимі підсилення керуючої напруги. При швидкій розгортці вплив паразитних ємностей не можна не враховувати.

Розглянемо роботу генератора пилкоподібного струму швидкої розгортки по ідеалізованій схемі. Замкнемо ключа. Ємність C миттєво заряджається до значення $E \cdot R \cdot C$ джерела. Струм в індуктивності росте за лінійним законом:

$$i_L = \frac{1}{L} \cdot \int_0^t E(t) dt = \frac{E}{L} t$$

В момент часу $t = t_1 = T/2$ розімкнемо ключа. В контурі виникають вільні коливання, період яких визначається параметрами контуру:

$$T_{CBK} = 2 \cdot p \cdot \sqrt{LC}$$

Струм в контурі змінюється за косинусоїдальним законом:

$$i_L = \frac{T_m}{2} \cdot \cos \omega_{CBK} \cdot t$$

Параметри контуру вибрані так, щоб час зворотнього руху дорівнював половині періоду вільних коливань тобто:

$$T_2 = \frac{T_{CBK}}{2}.$$

К моменту часу t_2 струм у котушці досягне максимального від'ємного значення $I_m/2$.

При вільних коливаннях енергія, що зконцентрована у магнітному полі конденсатору (при цьому у момент часу коли енергія у котушці дорівнює нулю), тобто напруга на конденсаторі (індуктивності) максимальна.

Визначимо напругу на котушці під час вільних коливань.

Струм у котушці:

$$i_L = \frac{I_m}{2} \cdot \cos \frac{p}{T_2} \cdot (t - t_1)$$

Враховуючи значення $I_m/2$ отримаємо:

$$i_L = \frac{E \cdot T_1}{2 \cdot L} \cdot \cos \frac{p}{T_2} \cdot (t - t_1)$$

Напруга на контурі:

$$U_L = L \cdot \frac{di_L}{dt} = -\frac{E \cdot T_1}{2 \cdot L} \cdot \frac{p}{T_2} \cdot \sin \frac{p}{T_2} \cdot (t - t_1)$$

Амплітуда зворотньої напруги за індуктивністю дорівнює:

$$U_{L\max} = -\frac{p}{T_2} \cdot E \cdot \frac{T_1}{T_2}$$

Оскільки $T_1 > T_2$, $U_{L\max}$ значно перевищує напругу джерела живлення.

В момент часу t_3 ключа замкнемо. Вільні коливання у контурі перервуться за рахунок шунтування опром джерела. Струм у котушці під впливом постійної напруги знов тече у прямому напрямі. Процес прямого ходу триває до моменту розриву ключа. У розглянутому ідеалізованому прикладі ключ є двостороннім, опор котушки й внутрішній опір джерела прийняті рівними нулю. В реальних обставинах джерело живлення, ключ та відхиляюча котушка мають кінцевий

активний опір. Об'єднаємо усі ці опори в один Рекв. Не враховуючи вплив ємності при прямому ході, відмітимо, що наростання струму у котушці при наявності активного опору відбувається вже не за лінійним законом, а за експоненціальним:

$$i_L = \frac{E}{R} \cdot \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t}\right)$$

Коефіцієнт нелінійності струму:

$$K_H = \frac{R}{L} \cdot T_1$$

Тобто для зниження нелінійності потрібно зменшити Рекв та збільшити Lк.

В якості керуемого ключа використовується електронний прилад (лампа, транзистор, тиристор). Роль двостороннього ключа виконують паралельно під'єднані потужний транзистор і діод. Керує ключем управляюча напруга U_b отримана від каскаду, який виділяє рядкові синхроімпульси.

На інтервалі часу $0 - t_1$ ключ замкнено (вихідний транзистор в режимі насичення), струм крізь котушку зростає по лінійному закону. Діод замкнено зворотною прикладеною напругою. В момент t_1 ключ розмикається (вихідний транзистор запирається). В контурі виникають вільні коливання. За півперіода вільних коливань змінюється полярність напруги на контурі (тобто на паралельно підключених до нього діоді та транзисторі). Діод відкривається й забезпечує ланцюг протікання струму прямого ходу крізь котушку (внаслідок малого внутрішнього опору діоду вільні коливання у контурі зриваються). Крізь транзистор протікає зворотній струм колектора (за базою транзистора досі замкнено). З цього слідує, що на інтервалі часу $t_2 - t_3$, струм крізь відхиляючу котушку дорівнює сумі струму діода й зворотнього струму колектора. В момент часу t_3 транзистор відкривається й цикл повторюється знов. Часові співвідношення для напруги, що керує працею вихідного транзистора можна визначити за осцилограмами.

Імпульс напруги, що виникає на котушці під час зворотнього ходу, може бути використан для живлення високовольтних кіл кінескопа.

2.3 Опис лабораторного стенду

Лабораторний стенд складається з телевізійного приймача

З УСЦТ, генератора тестових телевізійних сигналів та осцилографа С1-81 . На передній панелі телевізора, розміщено роз'єм (нижній), на який виведено сигнали від контрольних точок тракту розгортки.

2.4 Порядок проведення лабораторної роботи

1. Подати на ВЧ вхід ТВ приймача сигнал від генератора випробувальних сигналів. Режим роботи генератора довільний.

2 Зняти осцилограми у контрольних точках за послідовністю: модуль кадрової розгортки, модуль рядкової розгортки, субмодуль корекції растру.

Номера контрольних точок на роз'ємі лабораторного стенду відповідають номерам осцилограм (контрольних точок) на принциповій схемі телевізійного приймача.

3. Вимкнути генератор випробувальних сигналів. За відсутності синхроімпульсів генератори, що задають частоти строк та кадрів працюють у режимі автоколювань. Зняти осцилограми у тій самій послідовності, що й за п.2. Відмітити зміни.

4. Подати на ВЧ вхід приймача сигнал від генератора. Режим роботи генератора – шахове поле. Змінити положення регулятора "лінійність" у модулі кадрової розгортки. Дати оцінку нелінійності візуально та за осцилограмою (31).

5. Провести спостереження за роботою схеми центрівки зображення по Y (вертикаль). Схема центрівки виконана на діодах D7 та D8, перемінному резисторі R37, підключеному до

кадрових відхилюючих котушок через обмежний резистор R36. Струм відхилення, що тече у відхилюючих котушках, частково відходить на схему центрівки. При цьому через один з діодів тече тільки додатня складова струму, а через інший – від'ємна. Коли ці складові рівні (середнє положення повзунка R37) – постійна складова дорівнює нулю. Якщо струм через діоди тече різний (асиметрія), виникає постійна складова того чи іншого знаку, що тече через котушки кадрової відхилюючої системи, що викликає зміщення центру розгортки за вертикаллю.

Регулятором "центрівка" змінити положення центру зображення на екрані телевізора. При відкритому вході осцилографа змістити осцилограму у центр екрану. Переключити вхід осцилографа з відкритого на закритий. Зміщення осцилограми за вертикаллю пропорційне величині постійної складової. Оцінити відносну чутливість за зміщенням як відношення величини лінійного зміщення (за зображенням) до величини постійної складової, що була виміряна за осцилографом.

2.5 Контрольні запитання

1. Пояснити процес виділення КСІ.
2. Пояснити процес формування СГІ.
3. Пояснити роботу задаючого генератора кадрової розгортки у режимі автономному та синхронізуемому.
4. Пояснити формування струмів розгортки у кадрових відхилюючих котушках.
5. Пояснити дію регульовок "частота", "розмір", "центрівка", "лінійність" модуля кадрової розгортки.
6. Призначення модуля корекції растра.
7. Пояснити формування керуючого сигналу для вихідного каскаду (УГ2) строкової розгортки (використовуючи принципову схему та осцилограми).

8. Пояснити формування струмів розгортки у рядкових відхиляючих котушках.
9. Пояснити формування та використання кадрових імпульсів гасіння.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

Модуль кольоровості телевізійного приймача

3.1 Мета роботи

1. Вивчення функціонування блока кольоровості телевізійного приймача.
2. Вивчення інженерного рішення блока кольоровості (на рівні принципової схеми).
3. Вивчення складу повного кольорового телевізійного сигналу, сигналів загальних кольорів.
4. Оцінка впливу регулювань блоку кольоровості на якість передавання кольору.
5. Вивчення схем кольорової синхронізації, прив'язки рівня чорного, формування імпульсів гасіння.

3.2 Загальні відомості

У системах кольорового телебачення стандартне джерело білого обрано таке, що задовольняє рівнянню

$$E_Y = 0,3E_R + 0,59E_G + 0,11E_B.$$

При цьому повинна виконуватися умова

$$E_R = E_G = E_B.$$

Для передавання обран яскравісний сигнал E_Y та два кольорорізнісних сигнала E_{R-Y} , E_{B-Y} .

У системі СЕКАМ такі сигнали організуються як

$$D_R = -1,9E_{R-Y}, \quad D_B = 1,5E_{B-Y}.$$

Сигнали взяті з масштабними коефіцієнтами для статичного порівняння сигналів.

Сигнали D_R та D_B подаються на частотний модулятор. Частоти спокою кольорових піднесучих (за відсутністю модуляції) складають

$$F_{0r} = 282f_c = 4430 \text{ кГц}, \quad f_{0B} = 272f_c = 4250,00 \text{ кГц}.$$

Максимальне значення девіації частоти кольорових піднесучих

$$Df_R = +280 + 9 \text{ кГц}, \quad Df_B = +230 + 7 \text{ кГц}.$$

Кольорові піднесучі обрані таким чином, щоб частоти, за допомогою яких передається червоний колір як у сигналі D_R , так й у сигналі D_B , попали в ділянку мінімуму коректуючого фільтру високочастотної початкової корекції.

Це рішення обгрунтовано досвідом експлуатації телевізійної системи СЕКАМ - при передаванні більшості сюжетів завади домінують на червоному кольорі.

Обмеження полоси частот модулюючих кольорорізничних сигналів здійснюється фільтром з характеристикою пропускання $A_{HЧ}(f)$. При цьому підвищується рівень сигналу від дрібних деталей по відношенню до великих.

Частотно-модульовані сигнали кольоровості для підвищення завадостійкості підлягають ВЧ предкорекції, яка складається в підвищенні амплітуди частотних компонентів промодульованого сигналу по мірі відхилення їх від центрального значення. Ця корекція здійснюється фільтром з характеристикою пропускання $A_{HЧ}(f)$.

У системі СЕКАМ кольорорізничні сигнали передаються з посмуговим чередуванням “червона” строка, “синя” строка, і т.

Для відновлення відсутньої інформації враховується статистичний зв'язок змісту сусідніх смуг, для суміщення по часу сигналів E_{R-Y} та E_{B-Y} використовуємо затримку одного з сигналів відносно другого на час однієї строки, тобто 64 мкс.

Правильну роботу електронного комутатора приймача забезпечують сигнали кольорової синхронізації S_R, S_B , що передаються у 7...15 стрічках першого поля та 320...328 стрічках другого поля. Розмах сигналів S_R, S_B відповідає розмаху сигнала яркості від рівня гасіння до рівня білого. Миттєві значення частот сигналів кольорової синхронізації відповідають максимальним величинам дев'яції частоти.

Структура кодуючого пристрою системи СЕКАМ наведена на рис.3.1. Исходні сигнали E_R, E_G, E_B перетворюються у кодуючій лінійній матриці у сигнали E_R, D_R, D_B у відповідності з рівняннями:

$$\begin{aligned} E_Y &= 0,3E_R + 0,59E_G + 0,11E_B, \\ D_R &= -1,9(-1,97E_{G-Y} - 0,37E_{B-Y}), \\ D_B &= 1,5(-2,73E_{R-Y} - 5,4E_{G-Y}). \end{aligned}$$

Потім сигнали D_R та D_B підвергаються низькочастотним передперекрученням. У суматорах \sum_R та \sum_B у сигнали D_R та D_B на інтервалі часу, який відповідає передаванню задньої полки кадрового гасячого імпульсу додається сигнал опознавання кольору з дев'яти пілоподібних імпульсів (рис.4), які поступають від блоку кольорової синхронізації (БКС).

Через електронний комутатор (ЕК1), керований імпульсами напівсмугової частоти від синхронізатору (СГ) сигнали D_R та D_B подаються на обмежувач та далі на керуючий елемент частотно-модулюючого генератора.

Частотний модулятор оховачений петлею автопідстроювання частоти. Автопідстроювання діє тільки на час строчного інтервалу гасіння (що забезпечується системою комутації задаючих кварцованих генераторів f_{OR} та f_{OB}). У результаті автопідстроювання частота немодульованої піднесучої дорівнює 4,25 МГц у строках D_R та 4,4 МГц у строках D_B .

Під час активної подовжності строк піднесуча модулюється по частоті відповідальним кольорорізничним сигналом.

Полярність сигналу D_R (від'ємна) обрана з таким розрахунком, щоб підвищення насиченості червоних ділянок зображення викликали зменшення частоти кольорової піднесучої. Це підвищує завадостійкість системи т. я. в каналах зв'язку часто виникає зріз верхньої смуги спектру частот телевізійного сигналу.

Модульована по частоті піднесуча проходить смужковий фільтр, де її спектр обмежується смугою $\pm 1,5$ МГц; амплітудний обмежувач, який утворює виброси від перехідних процесів та поступає на блок комутації фази (КФ), який містить електронний комутатор ЕКЗ та фазоінвертор на 180° . Фаза піднесучої інвертується через дві строки на третю та у кожному другому полі для пригнічення перешкод від сигналів кольоровості на екрані телевізора. В блок комутації фази подаються меандри напруг півстрокової та кадрової частот, з яких за допомогою схем логіки формується сигнал, який керує комутатором ЕКЗ. У результаті комутації фази зменшується помітність перешкоди, яка створюється піднесучими кольоровості на екрані.

Потім сигнал поступає на фільтр ВЧ передперекручень, який створює найбільше послаблення сигналу на частоті 4,286 МГц, що ще зменшує візуальну стежимість піднесучих.

За допомогою каскаду гасіння (ключ К2) канал кольоровості запирається на час проходження строкових та кадрових синхроімпульсів, щоб кольоровий сигнал не робив перешкод у ланцюгах синхронізації приймача.

Повний кольоровий телевізійний сигнал отримуємо в результаті складання сигналу кольоровості та яркісного сигналу (затриманого на 0,7 мкс, які відповідають часу проходження кольорового сигналу по шляху його формування). Синхросуміш приймача підмішується в яркісний сигнал.

Структура декодуючого пристрою системи СЕКАМ відповідає загальнодіючому стандарту.

Повний кольоровий телевізійний сигнал поступає на модуль кольоровості, де подається на канал яскравості та підсилювач сигналів кольоровості ПСК, на вході якого знаходиться фільтр з характеристикою зворотної кривої $A_{BЧ}(f)$; що забезпечує компенсацію ВЧ передперекручень, внесених у сигнал при передаванні сигналів кольоровості D_R та D_B .

Мета декодуючого приладу - з двох сигналів кольоровості сформувати кольорорізнічні сигнали.

Виділення сигналів D_R та D_B , розміщення їх в часі, демодуляція (перенос у початковий спектр) у кольорорізнічні сигнали E_{R-Y} та E_{B-Y} виробляється у сумбодулі кольоровості.

З підсилювача сигнал кольоровості подається на електронний комутатор. Звернемо увагу, що на один вхід комутатора сигнал поступає безпосередньо, на другий вхід - через лінію затримки ($t_{затр} = 64$ мкс). При цьому сигнали текучої та попередньої строки зміщуються за часом.

Виходи комутатора зв'язані з частотними детекторами $4D_R$ та $4D_B$. Розглянемо, яким чином кольорові сигнали D_R та D_B попадають кожен на свій демодулятор.

Нехай у цей момент часу передається сигнал D_R . У відповідності з положенням перемикача, який показаний на рисунку, цей сигнал попадає на частотний детектор $4D_R$, в канал частотного детектора $4D_B$ попадає сигнал попередньої строки, яка була затримана на 64 мкс.

При передаванні наступної строки необхідно, щоб без затримки пройшов сигнал D_B , а сигнал D_R пройшов через лінію затримки. При цьому для влучення сигналів кольоровості кожного на свій демодулятор необхідно перемкнути комутатор.

Перемикання комутатора здійснюється генератором комутуючих імпульсів, який перекидується імпульсами строкової синхронізації.

На виходах частотних детекторів отримуємо сигнали E_{R-Y} та E_{B-Y} , у початкових видах, при цьому полярність сигналів D_R додатня, D_B - від'ємна, т. я. АЧХ детектора $4D_B$ має від'ємний нахил. Потім кольорорізничні сигнали поступають на коректуючі підсилювачі, де компенсуються НЧ передперекручення, які були внесені при передаванні.

Далі з кольорорізничних сигналів E_{R-Y} та E_{B-Y} пасивним матрицуванням формують сигнал E_{G-X} згідно співвідношенню

$$E_{G-X} = -0.51E_{R-X} - 0.19E_{B-Y}.$$

3.3 Опис лабораторного стенду

Лабораторний стенд складається з телевізійного приймача, генератора випробувальних телевізійних сигналів та осцилографа С1-81.

На передній панелі телевізора розміщено роз'єми, на які виведені сигнали від контрольних крапок модуля кольоровості. Опис роботи модуля кольоровості, принципова схема та осцилограми сигналів у контрольних крапках додаються.

3.4 Порядок проведення лабораторної роботи

3.4.1 Вивчити організацію, структуру тракту передачі та прийома сигналів кольора по системі СЕКАМ.

3.4.2 Ознайомитися з роботою модуля кольоровості телевізійного приймача.

3.4.3 Вімкнути телевізійний приймач, осцилограф та генератор випробувальних сигналів.

а) Зняти осцилограми у контрольних крапках, які виведені на роз'єм. Перелік контрольних крапок, номери осцилограм, рекомендоване положення ручьок регулювання осцилографа подані у табл. 3.1. Режими генератора - кольорові смуги.

Порівняти кольори смуг та осцилограми кольорорізничних сигналів по стандарту системи СЕКАМ .

б) Цей пункт роботи виконувати сумісно з викладвчем. Змінити співвідношення кольорорізничних сигналів E_{R-Y} та E_{B-Y} (R19, R20).

Зняти осцилограми у контрольних крапках 3, 4, 5. Вимірювання зробити для 4-х випадків (мін та мах положення R19 та R20), звертаючи увагу на зміну кольорових смуг на екрані телевізора та сопоставляючи з осцилограмами.

Таблиця 3.1– Осцилограми ТВ сигналів

№ КТ	Сигнали	Осцилограми		
		Сінхр.	розв.	чутлив.,В/см
1	ПЦТС	БВС	50 мкс.	1
2	Яркісний	_^	_^	_^
6	Яркісний з опорним імп.	авт.	2 мс	0,2
11	Сигнал кольор прямий	авт.	10мс	1
12	Сигнал кольоровості Затриманий	авт.	10мс	1
13	Імпульс упізнання	авт.	1..2мс	0,1
14	Імпульс иметричн. Триггера	авт.	0,5мс	2
17	Кольорорізн.	авт.	5мс	0,1
18	Кольорорізн.	авт.	5мс	0,1
3, 4 5	Первинні кольорорізничні сигнали	авт. _^ _^	2мс _^ _^	0,2 _^ _^
10	Імпульс гасіння	авт.	0,5мс	5
32	Кадровий імп. гасіння	авт.	5мс	2
35	Строковий імп. строб.	авт.	0,5мс	2
42	Строковий імпульс оберненого руху	авт.	0,5мс	
31	Первинні кольори	авт.	2мс	

3.5 Контрольні запитання

1. Чим користуватися під час вибору основних кольорів для телевізійної системи?
2. Навіщо та як організується кольорорізнисні сигнали?
3. Поясніть процеси матрицювання:
 - 3.1 Сигналів основних кольорів в яскравісної;
 - 3.2 Сигналів основних кольорів та яскравісного у кольорорізнисні;
 - 3.3 Сигналів E_{R-Y} та E_{B-Y} у сигнал E_{G-Y} .
4. Обгрунтуйте вибір сигналів кольоровості системи СЕКАМ, поясніть як організована передача сигналів кольоровості.
5. Як організований спектр повного кольорового сигналу у системі СЕКАМ?
6. Обгрунтуйте необхідність НЧ й ВЧ передперекручень.
7. Поясніть роботу системи кольорової синхронізації.
8. Навіщо потрібні імпульси гасіння, як вони виробляються?
9. Особливості схемного рівняння прив'язки рівня чорного у телевізійних приймачах.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

Формування сигналу синхронізації телевізійних приймачів

4.1 Мета роботи

Ознайомитися з методами формування імпульсів складної форми, що використовуються у телебаченні в якості сигналу синхронізації приймальних пристроїв.

4.2 Загальні відомості

Для синхронізації рядкової та кадрової розгортки приймача у повному телевізійному сигналі на рівні чорніше чорного розміщено рядкові та кадрові синхроімпульси. Ці імпульси

розрізняються між собою за тривалістю та слідують: рядкові з частотою $f_P = 15625$ Гц, кадрові з частотою $f_K = 50$ Гц. Для того, щоб синхронізація генератора рядкової розгортки не порушувалася під час передачі кадрового синхроімпульсу, у останньому робляться врізки з частотою рядків.

Різницю у структурі КСІ при черезрядковій розгортці для сусідніх полів можна уявити (1,7).

Інтервал часу між початками рядкового та кадрового синхроімпульсів у парному та непарному полі не однаковий, це призведе до порушення чіткості роботи схеми кадрової синхронізації у телевізорі та до повної або часткової втрати черезрядкової розгортки. Ідентичність імпульсної картини у парному та непарному напівкадрах досягається введенням урівнюючих імпульсів подвійної рядкової частоти на кадровому гасячому сигналі та врізок із подвійною рядковою частотою у кадровому синхросигналі.

Тривалість імпульса синхронізації кадрової розгортки та кількість урівнюючих імпульсів до та після нього вибирається у залежності від вимог до точності синхронізації. Тривалість врізок та урівнюючих імпульсів, як правило, удвічі менша, ніж тривалість рядкових імпульсів.

4.2.1 Функціональна схема лабораторного макету

Лабораторний макет призначено для формування синхросуміші, що складається з рядкових синхроімпульсів та кадрових синхронів - імпульсів із врізками рядкової та подвійної рядкової частоти. На вхідні гнізда 1, 7, 12 макету поступають з генератора, відповідно, імпульси рядкової f_P , подвійної рядкової $2f_P$ та кадрової f_K частоти. Формуватель $\Phi 1$ створює нормовані за тривалістю (10 мкс) імпульси рядкової частоти, які після інвертування у схемі Ін1 потрапляють на схему співпадіння СС1. Аналогічно за допомогою $\Phi 2$ та Ін2 формуються імпульси рядкової частоти тривалістю 5мкс, які також потрапляють на схему співпадіння СС1.

У результаті на вході СС1 утворюються імпульси рядкової частоти тривалістю 5 мкс, які у подальшому використовуються для формування у КСІ врізок з рядковою частотою. На схему співпадіння з інвертором СС- Ін1 потрапляють додатні імпульси рядкової частоти тривалістю 10 мкс зі входу Ін1 та інвертовані по відношенню до них імпульси подвійної рядкової частоти тривалістю 5 мкс з виходу Ф2. У результаті на виході СС- Ін1 утворюються імпульси рядкової частоти тривалістю 5 мкс зсунуті за часом відносно імпульсів на виході СС1 на 5 мкс. Таким чином, передній фронт цих імпульсів співпадає з заднім фронтом імпульсів на виході СС1. Імпульси з виходу СС- Ін1 використовуються у подальшому для відтворення у синхросуміші рядкових синхроімпульсів. Кадрові синхроімпульси, що потрапляють з генератора, затримуються за допомогою інтегруючого кола приблизно на 10 мкс та інвертуються (схема С3- Ін), а надалі вхідні та вихідні й затримані імпульси потрапляють на схему співпадіння СС3, на виході якої утворюється послідовність імпульсів кадрової частоти з тривалістю імпульса приблизно 10 мкс. Ці імпульси разом з імпульсами подвійної рядкової частоти з вихода Ф2 утворюють на вході схеми співпадіння СС4 імпульси частоти кадрової розгортки тривалістю 5 мкс, передній фронт яких зсунуто відносно початку кадрових синхроімпульсів, що поступають з генератора на 5 мкс. Передній фронт імпульсів з виходу СС4 визначає початок кадрового синхроімпульса, який формується у Ф3. У схемі СС- Ін2 у послідовність кадрових синхроімпульсів додаються рядкові синхроімпульси та після конвертування сигнал подається на схему співпадіння СС2.

Таким чином на виході СС2 формується сигнал синхросуміші.

4.3 Порядок проведення лабораторної роботи

1. Заздалегідь ознайомтесь з функціональною схемою макету та спробуйте намалювати осцилограми сигналів у

кожній контрольній точці, причому усі в одному масштабі, одна під другою так, щоб був зрозумілим процес формування синхросуміші. Увімкніть макет та осцилограф.

2. Підключити осцилограф до гнізда 6 та з допомогою блоку виділення рядка (БВР) досягніть отримання на екрані осцилографу зображення синхросуміші на ділянці кадрового синхроімпульса.

3. Не перемикаючи розгортки осцилографа, продивіться осцилограми напруг в усіх контрольних точках схеми та скорегуйте заздалегідь намальовані вами осцилограми.

4. Продивіться та замалюйте осцилограми синхросигналу для парного та непарного полів із врізками рядкової та подвійної рядкової частоти.

4.4 Зміст звіту

1. Функціональна схема лабораторного макету.

2. Осцилограми напруг в усіх контрольних точках для одного поля.

3. Осцилограми вихідного сигналу для парного та непарного полів із врізками рядкової та подвійної рядкової частоти (4 осцилограми).

4.5 Контрольні запитання

1. Призначення врізок у кадрових імпульсах?

2. Як відрізняються форми кадрових синхроімпульсів для парного та непарного полів?

3. Для чого у кадровому синхроімпульсі врізки з подвійною рядковою частотою?

4. Як відрізнити синхроімпульси парного та непарного полів?

5. Для чого при формуванні врізок рядкові синхроімпульси затримують на час, рівний тривалості імпульсу?

6. Як відрізнити синхроімпульс парного та непарного полів при наявності врізок із подвійною рядковою частотою та урівнюючих імпульсів?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

Пристрій управління і регулювання радіоканалу телевізора ЗУСЦТ

5.1 Мета роботи

Вивчити пристрій модуль радіоканалу і придбати необхідні практичні навички регулювання радіоканалу.

5.2 Загальні відомості

5.2.1 Пристрій радіоканалу телевізора З УСЦТ

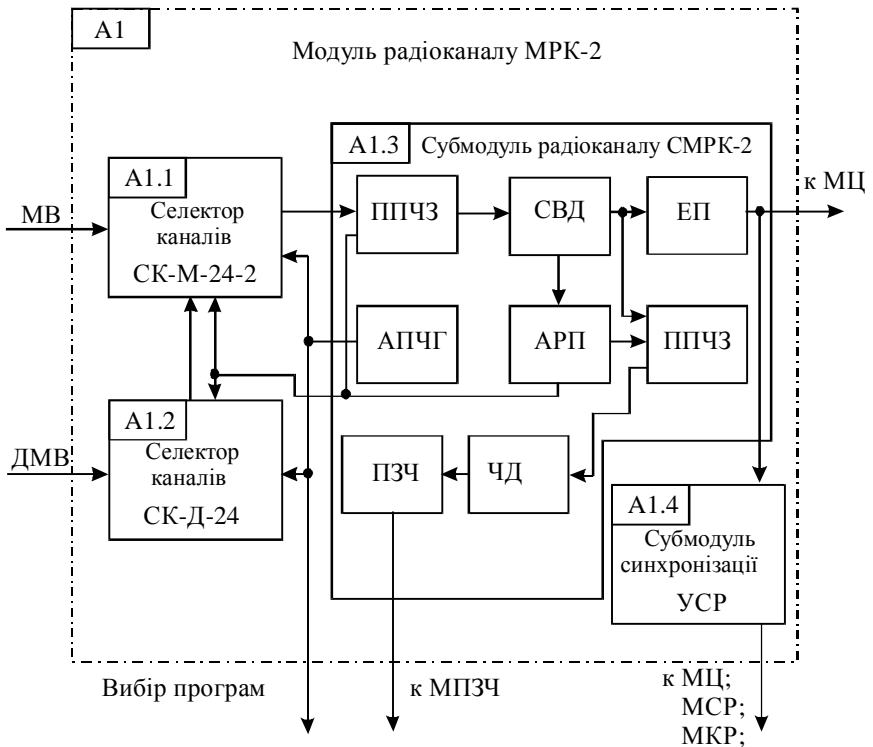


Рисунок 5.1 - Структурна схема радіоканалу

До складу модуля радіоканалу А1 (МРК-2) входять: селектор каналів метрового діапазону А1.1 (СК-М-24-2), селектор каналів дециметрового діапазону А1.2 (СК-Д-24), субмодуль радіоканалу А1.3 (СМРК-2), А1.4 УСР субмодуль синхронізації

5.2.2 Селектори каналів метрового А1.1 (СК-М-24-2) і дециметрового А1.2(СК-Д-24) діапазонів

Високоякісний телевізійний радіосигнал із прийомної телевізійної антени через антенне гніздо (чугливість каналу зображення, обмежена синхронізацією, не більш 55 мкВ у метровому діапазоні і 90 мкВ у діапазоні дециметровому) телевізора надходить на роз'єм ХW3 селектора каналів метрового діапазону СК-М-24-2.

Комутація діапазонів здійснюється подачею напруги живлення на емітерні ланцюги транзисторів відповідного тракту. При роботі одного тракту ланцюги іншого відключені від входу змішувача відповідними зачиненими діодами. Селектор містить 2 роздільних ВЧ тракти. Один із трактів розрахований на прийом телевізійних програм 1 і 2 діапазонів, другий – 3 діапазону.

Кожен тракт містить вхідний ланцюг, підсилювач радіочастоти (ПРЧ), смуговий фільтр і гетеродин. Тільки вхідний фільтр верхніх частот, змішувач і вихідний контур (ПЧ) проміжної частоти – загальні для обох трактів. Загальні для обох трактів також ланцюги АРП і ланцюги подачі напруги настроювання.

Принцип роботи обох трактів однаковий. На вході селектора для придушення сигналів частотою до 40 МГц застосований багатоланковий ФВЧ- L1; C1; L2; L3; C2; L4; C3; L6; L5; C4; забезпечуючий також і придушення сигналів ПЧ.

Попередня селекція сигналу здійснюється вхідним контуром відповідного тракту. Зв'язок антени з вхідним контуром ПРЧ 1-2 діапазонів (VT2) – трансформаторна (L7;L8) до вхідного контуру L8;VD1;C9 через конденсатор C8. Транзистор VT2 включений за схемою з СБ.

Зв'язок антени з вхідним контуром 3 діапазону ємнісна (конденсатор С5). Вхід ПРЧ 1-3 діапазону, зібраного на VT1 (включеному за схемою з СБ), підключений до вхідного контуру за допомогою катушок L10;L9.

Виходи ПРЧ кожного тракту навантажені двоконтурними смуговими фільтрами. Катушки індуктивності L12, L15, L13 СФ відносяться до 1-2 діапазонів, а катушки L11, L14 – до 3 діапазону. Ємності контурів СФ складаються з вихідних ємностей ПРЧ, ємності монтажу, а також з ємності підстроювальних конденсаторів С22, С24, С25 і варикапів VD6, VD7 у 1-2 діапазонах і підстроювальних конденсаторів С17, С26, варикапів VD5, VD8 у 3 діапазоні.

Змішувач селектора зібраний на транзисторі VT3 (також включеному за схемою з СБ). Зв'язок СФ із входом змішувача – трансформаторна здійснюється за допомогою індуктивності L17 у 1-2 і L16 у 3 діапазонах.

Селектор СК-Д-24 забезпечує прийом телевізійного віщання у діапазоні частот від 470 до 790 МГц і складається з вхідного ланцюга, підсилювача радіочастоти, перетворювача частоти і фільтра проміжної частоти. Електронна перебудова каналів ДМВ діапазону здійснюється зміною напруги на варикапах VD2 - VD4.

Телевізійний сигнал через антенне гніздо телевізора і вхідний роз'єм ХW4 надходить до вхідного ланцюга, що не набудовується, виконану у виді ФВЧ. Вхідний ланцюг складається з С1, С2 і L2. Конденсатор С4 служить для часткової компенсації при активній складовій вхідного опору транзистора VT1, катушка L1, виконана на платі друкованим монтажем забезпечує придушення сигналів з частотами, розташованими нижче діапазону ДМВ.

ПРЧ зібраний на VT1 за схемою з СБ, що дозволяє забезпечити добре узгодження з хвильовим опором антенного кабелю. Колекторний ланцюг транзистора навантажений двоконтурним СФ, що складає з напівхвильових коаксіальних ліній L6, L10, укорочених ємностями С8, С10, С12, С14, в одному кінці ліній і ємностями варикапів VD2, VD3 в іншому кінці. Перебудова СФ по

діапазону частот забезпечується подачею напруги через резистори R4, R5 на варикапах VD2, VD3.

Елементами настроювання в нижньому кінці діапазону частот смуги пропускання фільтра служать короткозамкнуті петлі зв'язку L5, L8, а у верхньому кінці діапазону – котушки L4, L12. Зв'язок між контурами СФ здійснюється петлями зв'язку L7, L9.

Регулювання підсилення пряме, тому що здійснюється збільшенням струму колектора при зниженні напруги АРП. Глибина регулювання підсилення 24 дБ (16 разів) забезпечується зміною напруги АРП від 8 до 2,5 В.

Діод VD1, включений у ланцюг емітера транзистора VT1, служить для запобігання подачі постійно підключеної напруги АРП в каскад перетворювача при відключеній напрузі живлення. Перетворювачем частоти є автогенератор і змішувач, зібрані на транзисторі VT2, включеному за схемою з СБ. Для забезпечення оптимального перетворення і стабільності частоти гетеродина струм колектора встановлений близько 1,8 мА. Зв'язок із СФ ПРЧ забезпечується петлею зв'язку R11. Наприкінці цієї петлі включений контур L13, C17, що забезпечує коротке замикання ПЧ, що підвищує підсилення перетворювача частот.

Колекторний ланцюг перетворювача через C22 навантажений гетеродинним контуром у виді напівхвильової лінії L16, скороченою ємністю C24 і ємністю варикапа VD4, потрібний для перебудови контуру по діапазоні частот, і ПФ ПЧ C25, L19, L20, C26, C28.

Котушка L21 забезпечує необхідний зв'язок між контурами фільтра. Дросель L18 служить для розв'язки по радіочастоті між ППЧ і контуром гетеродина. Короткозамкнена петля L15 служить для підстроювання контуру гетеродина нижньої частини діапазону частот фільтра, а індуктивність L14 – у верхній частині діапазону частот. Ємність конденсатора C18 забезпечує необхідну величину зворотного зв'язку між контуром гетеродина і виходом перетворювача.

Зв'язок контуру СФ і гетеродина СК-Д-24 забезпечується сполученням характеристик варикапів VD2- VD4 і конструктивним підбором елементів контурів. Напряга настроювання з модуля А10 через контакт 5 X7(А1.2) і X1(А1), резистори R4, R5, R10 надходить на варикапи VD2- VD4.

Підключення селектора СК-Д-24 до ППЧЗ телевізора здійснюється через змішувач селектора СК-М-24-2, що працює в режимі підсилювача ПЧ.

5.2.3 Схеми ППЧЗ, АРП, АПЧГ субмодуля радіоканалу

Радіосигнал ПЧ з виходу селектора каналів СК-М-24-2 надходить на вхід субмодуля А1.3(СМРК-2). Через розподільчий конденсатор С1 цей сигнал надходить на базу транзистора VT1. Напряга зміщення бази транзистора VT1 визначається ділником на резисторах R1 і R2. Через резистор R3 у ланцюг емітера транзистора VT1 подається напряга від джерела живлення +12 В.

Нейтралізація зворотного зв'язку по перемінній напрузі виконується конденсатором С3, підключеного до емітеру транзистора VT1. Навантаженням колекторного ланцюга транзистора VT1 є резистор R4, з якого підсилений радіосигнал надходить на вивід 2 фільтри D1, у якості якого використаний СФ ПЧ на поверхнево-акустичних хвилях (ПАХ), за допомогою якого формується АЧХ тракту ППЧЗ.

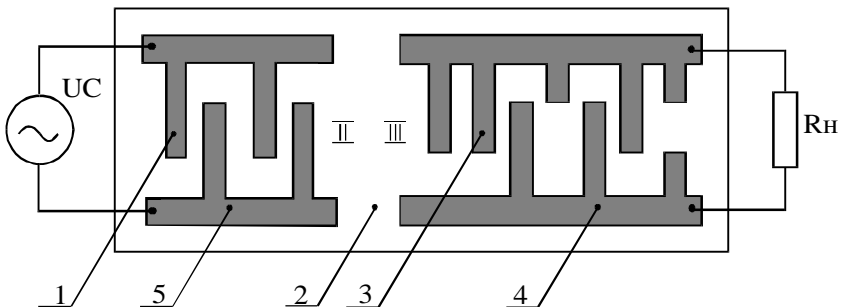


Рисунок 5.2 - Конструкція фільтра ПАХ

Підсилений електричний сигнал надходить на вхід фільтра ПАХ, збуджує в п'єзоелектриці поверхневі акустичні (ультразвукові) хвилі, і на виході знімається електричний сигнал, частотна характеристика якого визначається нанесеною на кристал структурою. Частотна характеристика фільтра ПАХ по своїх параметрах рівнозначна частотним характеристикам LC-фільтра зосередженої селекції з великою кількістю контурів. При цьому утрати фільтра ПАХ в смузі пропущення компенсуються підсиленням транзистора VT1 і двухкаскадного аперіодичного підсилювача на транзисторах VT2, VT3.

Найбільше придушення поданого на вхід ЗШП сигналу забезпечується на частотах, обумовлених формулою

$f = f_0 \pm f_0/N$, де $f_0 = 35\text{МГц}$ - середня частота для ПАХ ППЧЗ, для ПАХ ППЧЗ $f_0 = 6,5\text{МГц}$; N - число штирів на електродах перетворювача.

З виходу фільтра ПАХ (вивід 9) схема СМРК-2 радіосигнал надходить на базу транзистора VT2, режим якого задається резисторами R6 і R7. У емітерному ланцюзі транзистора VT2 включений резистор R9, з якого радіосигнал через розподільчий конденсатор C4 надходить на емітер транзистора VT3. Режими цього транзистора по постійній напрузі задаються резисторами R13, R15 і R16. При цьому резистори R6, R9, R13, R15 з'єднані з джерелом живлення через резистор R8, а в точку з'єднання цих резисторів включений конденсатор фільтра перемінної складової сигналу C5. База транзистора VT3 розв'язана по перемінній напрузі конденсатором C6. У колекторних ланцюгах транзисторів VT2 і VT3 включені резистори R11, R12 і R14 відповідно. При цьому резистори R11 і R12 виконують функцію дільника для рівняння величин радіосигналів, що надходять із транзисторів VT2, VT3 через розподільчі конденсатори C7 і C8, виводи 1 і 16 мікросхеми D2 на регульований підсилювач 2. З виходу підсилювача підсилений радіосигнал надходить на синхронний відеодетектор 10.1, де виконується детектування сигналів ПЧ зображення (38 МГц).

Через виводи 8 і 9 мікросхеми D2 до відеодетектора 10.1 підключений опорний контур L1, C19, R31, настроєний на ПЧ зображення (38 МГц). З виходу відеодетектора 10.1 відеосигнал через відеопідсилювач 1 надходить на схему АРП 13 і на вивід 12 мікросхеми.

З виводу 12 мікросхеми D2 через дросель L3 і резистор R33 відеосигнал надходить на режекторний фільтр ZQ1 (п'єзокерамічний) типу ФП1Р8-63-02, настроєний на другу ПЧ звукового супроводження (6,5 МГц). Вхід і вихід фільтра ZQ1 з'єднані через фазо-здвигаючу індуктивність L4.

Вихід фільтра зв'язаний з емітерним повторювачем на транзисторі VT4, призначеному для узгодження тракту ППЧЗ з наступними каскадами. З навантаження R14 емітерного повторювача VT4 відеосигнал через контакт 7 роз'єму X1 (A1.3) подається на модуль кольоровості A2 і на submodule синхронізації A1.4.

Відеосигнал з відеодетектора 10.1 у мікросхемі D2 через відеопідсилювач 1 надходить на схему АРП 13. Схема АРП виробляє напругу керування, що подається на регульований підсилювач 2, а так само через підсилювач постійного струму 3.1 вивід 4 мікросхеми D2, ланцюг R23, C15, контакт 14 роз'єму X1(A1-A1.3) надходить на селектори каналів A1.1, A1.2. Початкова напруга АРП встановлюється дільником R22, R17. Схема АРП забезпечує збереження розмаху відеосигналу у межах 3 дБ (1,4 рази) при зміні сигналу на антенному вході селектора каналів від 200 мкВ до 50 мВ.

До мікросхеми D2 через вивід 14 підключений RC-фільтр C13, R20, C14, R21, що визначає постійну часу АРП. Для виключення впливу АРП на селектор каналів при малих рівнях вхідного сигналу введений ланцюг затримки R18, R19, C12 підключений через вивід 3 мікросхеми D2 до схеми АРУ 13. Напруга затримки встановлюється резистором R18.

З відеодетектора 10.1 мікросхеми D2 сигнал надходить на схему АПЧГ, яка складається з детектора АПЧГ 10.2 і

підсилювача постійного струму 3.2. Через виводи 7 і 10 мікросхеми D2 до детектора АПЧГ 10.2 підключений опорний контур C25, L2, настроєний на ПЧ зображення.

У детекторі АПЧГ 10.2 порівнюється частота сигналу, що надходить на нього з відеодетектора 10.1 з частотою настроювання опорного контуру АПЧГ (38 МГц), і виробляється напруга помилки, пропорційна різниці цих частот і вона визначається розстройкою частоти гетеродина СКМ.

Після підсилення в підсилювачі 3.2 напруга АПЧГ через вивід 5 мікросхеми D2, резистор R25, дільник напруги живлення 12В R24, R28 контакт 16 роз'єму X1 (A1), фільтр НЧ R3, C5, R5, C1 надходить у ланцюги настроювання СК-М-24-1 і СК-Д-24. Зі зміною частоти гетеродина схема АПЧГ приводить її до номінального значення з відхиленням не більш 100 кГц. Початкова напруга АПЧГ встановлюється дільником R24, R28.

Для блокування схеми АПЧГ, яка потрібна при переключенні програм і ручної перебудови з каналу на канал, необхідно відключити детектор 10.2, для чого вивід 6 мікросхеми D2 через резистор R29 і схему блокування, розташовану в пристрої А10, приєднують до корпусу. При цьому в ланцюзі АПЧГ (вивід 5) мікросхеми D2 устанавлюється напруга порядку 6В, утворена дільником R24, R28 напруга живлення 12В, а напруга АПЧГ не надходить у ланцюг настроювання селектора каналів.

5.2.4 Канал звукового супроводження

Відеосигнал, у якому міститься друга ПЧ звукового супроводження (6,5 МГц), з виходу підсилювача 1 мікросхеми D2 через вивід 12, ланцюг L3, R27 і вивід 1 мікросхеми D3 подається на вхід п'єзокерамічного ПФ 15.1 набудованого на цю ПЧ. Виділений фільтром 15.1 ЧМ РЧ сигнал надходить на вхід АО 16, з виходу якого – на вхід ЧД 10. Настроювання ЧД забезпечується опорним контуром 15.2 виконаним у виді ПФ. З виходу ЧД 10 сигнал звукового супроводження надходить на вхід модуля підсилення сигналу ЗЧ А9 основою якого є

мікросхема, яка складається з підсилювача – фазоінвертора і підсилювача потужності D1.

5.3 Опис лабораторного стенда

Стенд для настроювання та регулювання модулів радіоканалу містить генератор випробувальних сигналів Г4-154, вимірювач частотних характеристик TR0813 та Б5-44.

Регулювання (СК-Д-24) А1.2

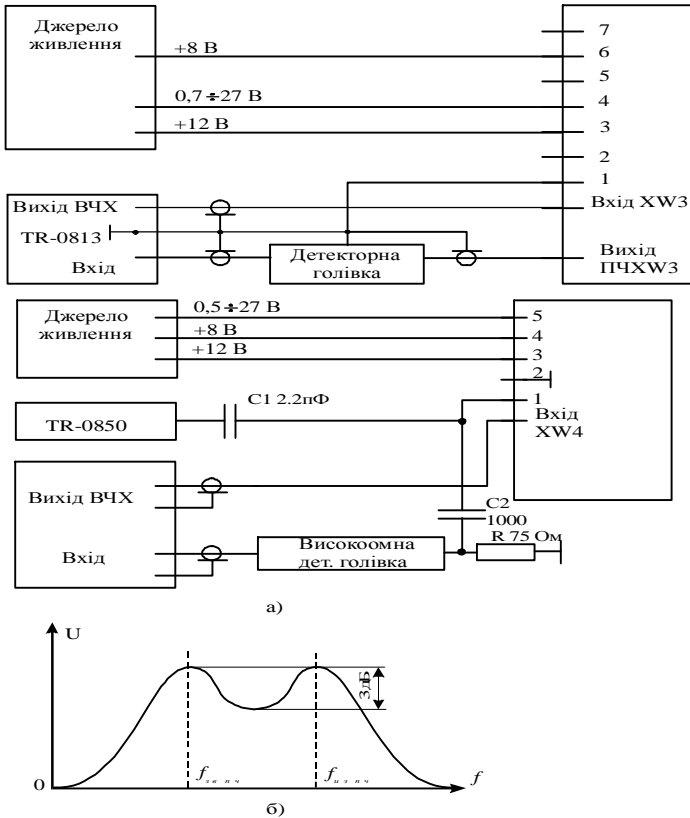


Рисунок 5.3- Схема з'єднань приладів для настроювання трактів ПЧ СК-Д-24(а) і форма АЧХ (б)

Подати на селектор напругу живлення. До вхідного роз'єму XW4 селектори СК-Д-24 за допомогою кабелю, що закінчується антенним штекером, підключити "Вихід ВЧХ". Рівень сигналу 1–5 мВ установити, виходячи з вимоги відсутності обмеження в селекторі. До контакту 1 роз'єму X1(A1) через C1, підключити детекторну голівку з комплексу ВЧХ зашунтовану резистором опором 75 Ом. До голівки через C2 2,2 пФ підключити генератор.

Частоту генератора установити по маркерних мітках ВЧХ на середню ПЧ $f_{\text{СР ПЧ}}=34,75$ МГц; рівень сигналу генератора установити таким, щоб на екрані ІЧХ була видна маркерна мітка (порядку 20 мВ). Плавно змінюючи керування варикапами, установити АЧХ на середині екрана ВЧХ.

Обертаючи сердечники котушок L19, L20, домогтися форми АЧХ відповідно до рис.5.5.

При правильному настроюванні контурів СФ обертання сердечників котушок L19, L20 приводить до зниження одного максимуму АЧХ з одночасним підвищенням іншого. Допускається провал АЧХ 3дб.

Регулювання субмодуля радіоканалу А1.3 (СМРК-2)

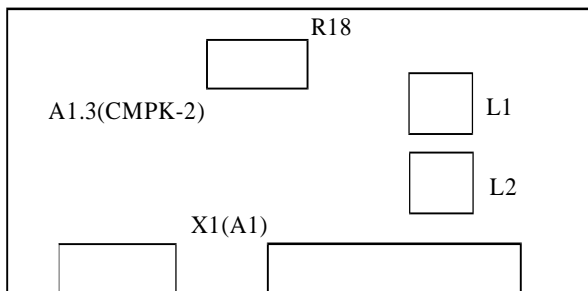


Рисунок 5 . 4 - Розташування деталей і органів регулювання субмодуля радіоканалу СМРК-2

5.4 Порядок проведення регулювання модуля радіоканалу

Регулювання субмодуля повинне вироблятися в наступному порядку:

подати на антенний вхід телевізора з генератора TR-0850 сигнал іспитової таблиці або сигнал сітчастого поля амплітудою порядку 1мВ, модульований частотою 4,5 МГц зі звуковим супроводженням з частотою 1000 Гц. Уключити телевізор.

Виключити АПЧГ, настроїтись резистором настроювання на найкращу чіткість зображення при мінімумі повторних зображень, окантовок і при неспотвореному звучанні;

на екрані осцилографа одержати осцилограму на рис.5.3 відеосигналу. Позитивні і негативні викиди на площадці “білого”, на синхронізуючому імпульсі і на імпульсі, що гасить – горизонтальної. Це досягається обертанням за допомогою викрутки осердя котушки L1 у субмодулі А1.3. При цьому зображення на екрані телевізора повинне бути стійким з найкращою чіткістю вертикальних ліній при мінімумі окантовок і повторних зображень;

включити АПЧГ, при необхідності підбудувати котушки L2 до одержання зображення такої ж якості;

вимірити розмах відеосигналу, який має бути 2-3 В;

перевірити роботу АРП. Для цього установити на антенному вході сигнал приблизно 250 мкВ. Підключити вольтметр до контакту б роз'єму Х4(А1.1) СК-М-24-2 обертанням резистора R18 на субмодулі А1.3 установити по вольтметрі напругу 8В. Виміряти розмах відеосигналу. Збільшити сигнал до 1мВ по осцилографу перевірити величину радіосигналу, що повина змінитися не більше ніж на 3дб.

5.5 Контрольні запитання

1. Пристрій радіоканалу телевізора.
 - а) Структура СК-М-24-2.

- б) Структура субмодуля радіоканалу А1.3 (СМРК-2).
- в) Структура каналу звукового супроводження.
- 2. Регулювання селектора каналів (СК-М-24-2).
- 3. Настроювання вихідного контуру ПЧ.
- 4. Регулювання селектора каналів (СК-Д-24).
- 5. Настроювання смугового фільтра ПЧ.
- 6. Регулювання субмодуля радіоканалу А1.3 (СМРК-2).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

Побудова системи супутникового телебачення

6.1 Мета роботи

Вивчити загальну характеристику систем безпосереднього прийому супутникового телевізійного мовлення, набути навичок розрахунку енергетичних співвідношень на трасі “геостационарний супутник – Земля”

6.2 Теоретичні відомості

Супутникове телевізійне мовлення - це передача телевізійних та радіомовних програм від наземних передавальних станцій до приймальних пристроїв через космічний супутник-ретранслятор (КА). Відмінною особливістю супутникового телебачення (СТБ) є можливість для телеглядача приймати будь-яку програму із різних супутників. При наземному ТБ глядач приймає програми з телецентру, який знаходиться в зоні радіобачення, що не перебільшує 100 км.

Супутникове телевізійне мовлення здійснюється двома способами:

1 Сигнал який приймається з супутника, передається на місцевий телецентр, який забезпечує його подальшу ретрансляцію. В цьому випадку можуть використовуватися супутники з невеликою потужністю передавача та достатньо низькою точністю утримання космічного апарата (КА) на орбіті такі сигнали, як правило, не приймаються на

індивідуальні приймальні пристрої через велику вартість та складність приймальної апаратури.

2 Прийом супутникового телевізійного сигналу здійснюється на індивідуальну приймальну установку з антеною малого розміру. Для забезпечення такого прийому необхідно використовувати супутник з відносно великою потужністю передавача та високою точністю утримання на орбіті, щоб виключити приймальні слідкувальні пристрої. Такий варіант мовлення називається безпосереднім телевізійним мовленням (БТМ)

Найпопулярнішим супутником є EUTELSAT II F-I/Hot Bird I (13⁰ с.д.). Після його запуску весною 1995 р приймання з нього стало можливим на більшій частині європейської території колишнього СРСР антеною розміром до одного метра.

КА для СТМ запускаються на геостаціонарну орбіту.

Найголовніша властивість геостаціонарної орбіти полягає в тому, що вона має форму кола і лежить в площині екватора Землі з відстанню до Землі 35875 км ; напрямком обертання супутника збігається з напрямком добового обертання Землі, яке дорівнює 24 год. Тоді для нерухомого глядача на земній поверхні супутник здається нерухомим і "висить" у визначеній точці небосхилу (рисунок 6.1).

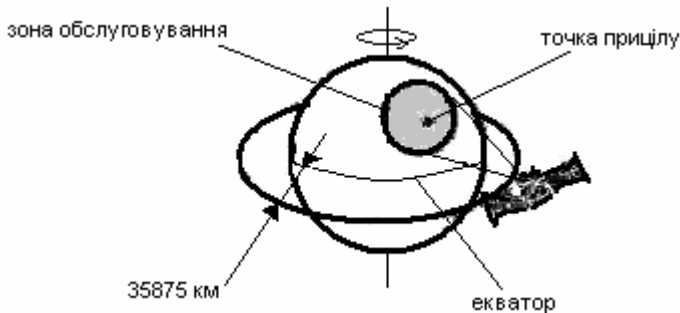


Рисунок 6.1 - Геостаціонарна орбіта супутникового ретранслятора

Перший в СРСР стаціонарний супутник «Молния» був виведений на орбіту 29 липня 1974 р і мав експериментальне значення.

І ще однією позитивною властивістю побудови супутникових систем зв'язку за допомогою геостаціонарної орбіти є відсутність ефекту Доплера (при переміщенні радіопередавача відносно приймача здійснюється зміна частоти сигналу, що передається) та наявність високої стабільності рівня вхідного сигналу, що дуже важливо. При цьому відпадає необхідність переналагоджуватися з одного супутника на другий, як у випадку високоеліптичної орбіти.

Супутники виведені на геостаціонарну орбіту, погано обслуговують приполярні області. Ще однією проблемою є місце розміщення космодрому. Чим далі він знаходиться від екватора, тим більш потужний носій необхідний. Незважаючи на ці недоліки, все це відшкодовується простотою приймального комплексу.

В цілому використання супутника-ретранслятора на геостаціонарній орбіті має такі переваги:

- пристрій та експлуатація наземної системи спрощуються, оскільки не потрібне безперервне стеження за супутником;
- збільшується надійність систем електроживлення, оскільки супутник знаходиться за радіаційним полем Землі, яке шкідливо діє на його сонячні батареї;
- незмінна (35875 км) відстань від Землі забезпечує постійний рівень сигналу на вході приймальних пристроїв;
- спрощується використання КА, як ланцюга в сітці зв'язку.

Особливо важливою проблемою в галузі космонавтики є утилізація вже відпрацьованих КА. Геостаціонарна орбіта і тут має свої переваги. Після прийняття рішення про закінчення експлуатації супутника його на залишках пального переводять на так звану "цвинтарську орбіту", яка знаходиться на 200 км вище геостаціонарної. Тут він не являє небезпеки для своїх сусідів по орбіті. Крім цього, після проведення такої корекції

КА поступово віддаляється від Землі тоді як, перебуваючи нижче геостаціонарної орбіти, він би наближувався до неї.

Серед основних показників систем супутникового зв'язку можна виділити такі:

Діапазон частот на прийом та передачу

Більшість супутників працюють у діапазонах 4 ГГц або ПГГц на прийом та 6 ГГц або 14 ГГц на передачу сигналу.

Добротність станції на прийом

Це відношення підсилення антени (в дБ на частоті прийому) до сумарної шумової температури станції (в дБ відносно 1К) - G/T .

Діаметр антени визначає розміри, відносно вартість наземної станції та її просторову селективність. Розрізняють повноповоротні та неповноповоротні антени.

Зона обслуговування це частина території, яку необхідно охопити мовленням, забезпечивши заданий рівень сигналу.

У супутниковому телебаченні рівень випромінюваного з КА сигналу прийнято характеризувати добутком потужності P_0 у ваттах, яка підводиться до антени, на коефіцієнт її підсилення G_0 відносно ізотропного випромінювача в децибелах

$$EIBП = P_0 \cdot G_0$$

Цей рівень називають *еквівалентною ізотропно-випромінювальною потужністю*, яка вимірюється в дБВт.

Підсилення антени з еліптичним головним променем залежить від кутів розкриття φ_{01} та φ_{02} головного променя діаграми направленості і визначається за формулою:

$$G_0 = 44,45 - 10 \lg(\varphi_{01} \cdot \varphi_{02}), \text{ дБ}$$

Рівень сигналу в точці прийому визначається *щільністю потоку потужності* W і визначається за формулою:

$$W = EIBП / 4\pi d^2 L_{од.} \text{ (Вт/м}^2\text{)},$$

де d - відстань супутника до точки розміщення приймальної установки;

$L_{\text{доп}}$ - додаткові згасання які обумовлені атмосферними опадами тощо.

Потужність сигналу на вході приймальної земної станції буде визначатися як:

$$P_{\text{с.вх.}} = W \cdot S_{\text{эф.}}$$

де $S_{\text{эф}}$ - ефективна поверхня приймальної антени, яка дорівнює:

$$S_{\text{эф}} = S_{\text{геом}} \cdot \eta,$$

де $S_{\text{геом}} = \pi D_a^2 / 4$, D_a - діаметр антени, а η - коефіцієнт використання антени (0,6-0,7).

Розрахункова формула для діаметра приймальної антени буде мати вигляд:

$$D_a = \sqrt{\frac{10.5(T_A - T_{\text{МШП}})}{h} 10^{-0,1[E_{\text{ВП}} - (P_c / P_{\text{ш}})_{\text{ВХ}} - L_{\text{доп}}]}},$$

де T_A , $T_{\text{МШП}}$ - шумова температура антени та малошумового підсилювача,

$P_c / P_{\text{ш}}$ - відношення потужності сигналу до потужності шуму і визначається пороговими якостями демодулятора та якістю зображення (8-13 дБ).

Додаткові згасання $L_{\text{доп}}$ мають приблизно такі значення для діапазону частот 11...12 ГГц - 1,5-2,5 дБ, 4 ГГц - 0,8 дБ; 2,6 ГГц - 0,5 дБ.

Зона обслуговування залежить від кута розкриття антени. Так, при куті 1° зона обслуговування, якщо її центр знаходиться на екваторі, являє собою коло діаметром 650 км. Якщо зона обслуговування зміщена на південь або на північ від екватора, то вона буде мати еліпсоподібну або більш складну форму. Для обслуговування поверхні заданої форми на КА використовуються антени складної конструкції.

Таким чином, для характеристики КА наводять зону його обслуговування або кут розкриття передавальної антени і напрямком. Практично, сучасні КА забезпечують площину зони покриття 2-3 тис км². Передавальна антена супутника завжди направлена в точку прицілювання, за цим слідкують спеціальні пристрої. Згідно з міжнародними угодами кожний

спутник-ретранслятор може обслуговувати тільки суворо визначену територію.

Ствол ретранслятора або земної станції - це прийомопередавальний тракт, в якому радіосигнал проходить через загальні підсилювальні елементи в деякій виділеній смузі частот, його часто називають каналом.

Кількість стволів визначає *пропускну спроможність супутника*. Звичайно ця кількість становить близько 6-12, більш потужні супутники мають 27 - 48 стволів.

Супутникові системи, які передають телевізійні програми, за функціональним призначенням можна поділити на дві служби: фіксовану та радіомовну. В першій з них частотно-модульовані телевізійні сигнали, що передаються КА, приймаються з високою якістю спеціальними земними станціями, які знаходяться у визначених фіксованих пунктах. З цих станцій через наземні ретранслятори телевізійний сигнал доставляється до індивідуальних споживачів. В другій службі сигнали, які передаються, призначені для безпосереднього (як індивідуального, так і колективного) прийому населенням на порівняно прості та недорогі установки з абонементською якістю. До першої служби відносяться системи «Орбита», «Экран» і «Москва», які почали працювати з 1976 р, до другої - система, яка розгортається в наш час і складається з супутників серії «Галс».

Анени супутника мають невиправдано широкі діаграми направленості, через це він випромінює за зоною обслуговування. Через відсутність системи утримання супутника в заданій позиції по широті площина його орбіти під діями гравітаційних полів Сонця та Місяця повільно нахилиється зі швидкістю $0,8^\circ$ за рік. Крім цього, супутник переміщується за добу відносно направленої на нього антени земної станції за траєкторією типу «вісімка», а це знижує рівень сигналу, що приймається, якщо не використовувати спеціальні системи слідкування. Для забезпечення стабільності

роботи сітки наземних станцій потрібно замінити супутник кожні 3-4 роки, незважаючи на працездатність його ретрансляторів. Перший супутник «Експресс» був запущений у жовтні 1994 р, другий - у вересні 1996 р. Технічні характеристики супутників «Експресс» наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Технічні характеристики супутників «Зкспресс»

Характеристика	"Экспресс"	"Экспресс-М"
Кількість трансподерів	12	20
Робочий діапазон частот	C, Ku	C, Ku
Ширина смуги трансподера, МГц	34	з 8 до 72 з 12 до 36
Максимальна ЕІВП	43,7 дБВт (C - діапазон) 36,2 дБВт (Ku - діапазон)	44,9 (C - діапазон) 46,9 (Ku - діапазон)

З 1994 р почались роботи по розгортанню супутникової системи «Галс», яка складається з п'яти КА. Слід відмітити, що успішний розвиток техніки надвисоких частот останнім часом дозволяє створювати відносно прості і не дуже дорогі телевізійні установки з антенами невеликих розмірів для індивідуального прийому програм безпосередньо з супутника на телевізійний приймач. Системи, які відповідають цим вимогам, одержали назву систем „Безпосереднього телевізійного мовлення” – БТМ (Direct Broadcast System - DBS). Для здійснення БТМ потрібно, щоб параметри випромінюваного КА сигналу відповідали параметрам сигналу, на прийом яких розраховані телевізійні приймачі: діапазон довгих хвиль, спосіб модуляції, рівень сигналу, тощо. Але в метровому та дециметровому діапазонах, в яких працює наземна телевізійна передавальна мережа, здійснити безпосередній прийом за технічних причин неможливо.

Розглянемо спрощену схему індивідуальної приймальної установки (рисунок 6.2).

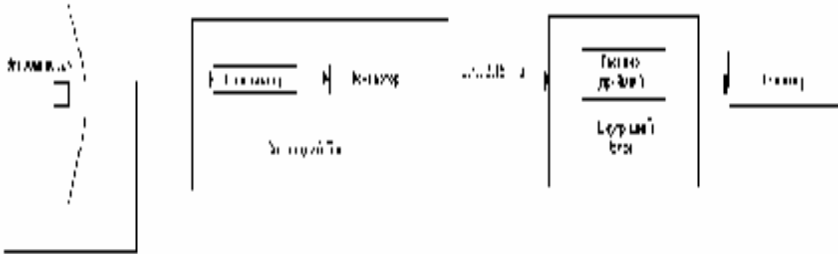


Рисунок 6.2 – Спрощена схема індивідуальної приймальної установки

Індивідуальна приймальна установка складається з параболічної приймальної антени діаметром 0,6-2,0 м. Вона може бути встановлена на даху, балконі або на стіні будинку, але необхідно забезпечити відсутність предметів, які затіняють, в межах кута, мінімум 10° , від направлення максимального рівня сигналу. Сигнал, який передається супутником-ретранслятором, приймається антеною і надходить на поляризатор, який забезпечує відділення сигналу згідно з його поляризацією (вертикальною, горизонтальною або коловою). Потім сигнал надходить на конвертор, який забезпечує підсилення і перетворення сигналу в першу проміжну частоту 0,7-2,15 ГГц. Опромінювач, поляризатор і конвертор разом складають зовнішній блок, який називається конвертором. Цей пристрій розташовується в герметичному корпусі, що запобігає проникненню вологи.

Після першого перетворення прийнятий сигнал по кабелю надходить в ресивер (приймач), який, як правило, знаходиться біля телевізора. У ньому здійснюється підсилення сигналу, його друге перетворення, вибір подрібного каналу, демодуляція, розділення відео- та звукового сигналів та їх перенесення в

діапазон частот одного з стандартних телевізійних каналів наземних систем телебачення. Слід відмітити, що напруга живлення на конвертор надходить по ВЧ кабелю з ресивера.

У сучасних закордонних супутникових приймальних установках широко використовуються спеціальні мікросхеми, які виконують функції окремих вузлів ресивера, таких як селектор каналів, синхронний фазовий детектор, канал звуку, формувач радіосигналу. Велика увага приділяється сервісним функціям автоматичному вибору потрібного каналу і поляризації, керуванню положенням антени, дистанційному керуванню ресивера. Деякі канали закордонних систем мають комерційний характер і цьому сигнали в них закодовані. Для їх приймання потрібен *дешифратор*.

Для систем супутникового мовлення виділені смуги частот, наведені в таблиці 6.2

Таблиця 6.2 – Смуга частот супутникового мовлення

Назва діапазону	Діапазон частот, ГГц
L -	1,452-1,55 і 1,61-1,71
S -	1,93-2,70
C -	3,40-5,25 і 5,75-7,075
X -	7,25-8,40
Ku -	10,70-12,75 і 12,75-14,80
Ka -	15,40-26,50 і 27,00-50,20
K -	84,00-86,00

Використання смуги частот 10,7-12,75 ГГц значно розширило можливості супутникового телевізійного мовлення. Одним з важливих факторів є те, що вони найбільш економічні. На рисунку 6.3 зображено грошову залежність *C* в умовних одиницях від використання того чи іншого діапазону частот.

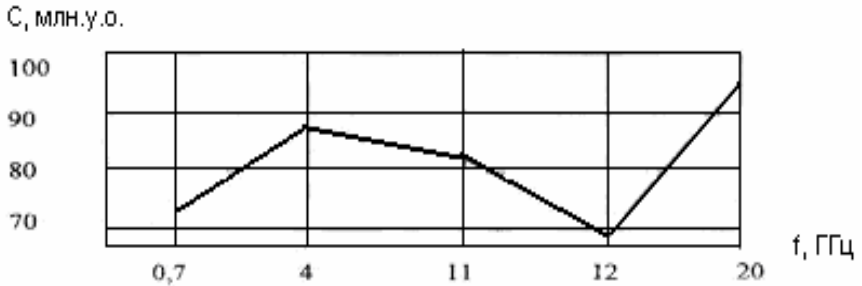


Рисунок 6.3 – Порівняльна характеристика оптимальних супутникових телевізійних систем в різних діапазонах частот

Два останні діапазони (Ka та K) широко не використовуються, їх можна вважати експериментальними. При використанні цих діапазонів в системах супутникового телебачення можливе значне зменшення діаметра антени.

Основними технічними характеристиками, які використовуються при плануванні смуги частот 12 ГГц, є щільність потоку потужності на межі зони обслуговування, коефіцієнт якості приймального пристрою, параметри передавальних і приймальних антен.

Максимальна щільність потоку потужності на межі зони обслуговування обирається, виходячи з необхідності забезпечення спільної роботи, без перешкод радіо-супутникової служби та наземних служб, які використовують спільну смугу частот з урахуванням забезпечення можливості приймання сигналів на достатньо прості приймальні установки. Коефіцієнт якості приймального пристрою прийнято характеризувати величиною G/T , тобто відношенням коефіцієнта підсилення антени до повної температури шуму. Ця величина зручна для планування, бо одночасно відображає комплекс параметрів приймального пристрою, підсилення антени, втрати у фідері, температуру шуму антени та приймача. Прийняті такі значення коефіцієнта якості G/T приймального пристрою 14 дБ для приймальних пристроїв I класу і 6 дБ для

приймальних пристроїв II класу. При цьому щільність потоку потужності на межі зони обслуговування в смузі частот каналу 27 МГц не повинна перевищувати 111 дБВт/м² для приймальних пристроїв I класу і 103 дБВт/м² для приймальних пристроїв II класу.

У системі БТМ передбачена частотна модуляція комплексним сигналом з загальною девіацією 4,5 МГц. Комплексний сигнал складається з відеосигналу з сигналом дисперсії та частотно-модульованої піднесучої звукового супроводження.

У виділеній смузі частот 11,7 -12,75 ГГц розташовано 40 частотних каналів шириною до 27 МГц з розносом між центральними частотами 19,8 МГц. Канали нумеруються з першого по сороковий.

Щільність потоку потужності в зоні обслуговування не повинна перевищувати 103 дБВт/м² для індивідуального приймання і 111 дБВт/м² для колективного.

6.3 Порядок виконання

1 За допомогою матеріалів, наданих викладачем, визначте *EIVP* для зони, яку охоплює супутник Hot Bird I (13° с.д.) для вашої місцевості.

2 Розрахуйте необхідний діаметр приймальної антени D_a для прийому сигналу задовільної якості. Побудуйте залежність D_a від шумової температури малошумового підсилювача та відношення "сигнал/шум".

3 Розрахуйте щільність потоку потужністю W в точці прийому.

4 Визначте потужність сигналу на вході вашої супутникової приймальної станції. Побудуйте залежність $P_{с.вх.}$ від ефективної поверхні приймальної антени.

5 Визначте з економічної точки зору оптимальний для використання частотний діапазон а також перспективи розвитку, обґрунтуйте їх.

6.4 Зміст звіту

- 1 Мета та завдання роботи.
- 2 Основні формули та розрахунки.
- 3 Висновки про роботу.

6.5 Контрольні питання

- 1 Класифікація супутникових орбіт та їх особливості.
- 2 Основні властивості геостаціонарної орбіти її позитивні та негативні сторони.
- 3 Основні енергетичні показники супутникового зв'язку.
- 4 Структурна схема індивідуальної приймальної установки.
- 5 Як залежить якість зображення від діаметра приймальної антени та діапазону приймальних частот?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

Побудування індивідуальної приймальної системи

7.1 Мета роботи:

Ознайомитися з основними принципами побудови приймального супутникового комплексу та сучасними методами передачі даних.

7.2 Теоретичні відомості

Всі приймальні пристрої умовно можна поділити на дві групи: установки, які призначені для багатоканального прийому сигналів з одного супутника, та установки, призначені для багатоканального прийому сигналів з кількох супутників. У першому варіанті антена фіксується на якийсь супутник, в другому - має пристрій для переміщення по куту місця та азимуту. В даній лабораторній роботі розглядається перший варіант супутникової системи як більш спрощений, однак є мультиплексор для переключення конверторів, настроєних на різні супутники.

Розглянемо принцип роботи приймальної системи, структурна схема якої наведена на рисунку 7.1.

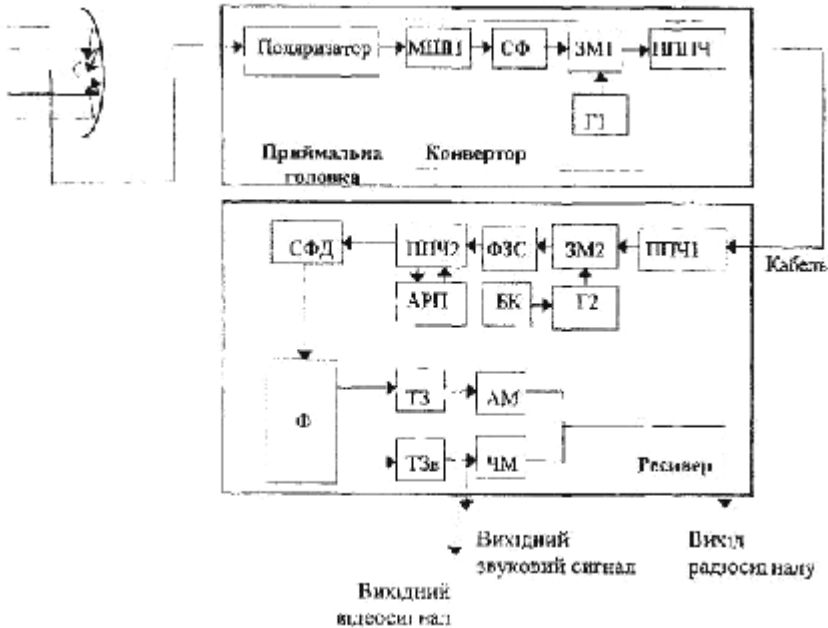


Рисунок 7.1 - Структурна схема індивідуального приймального пристрою

Приймальна параболічна антена має діаметр 0,6 - 2,0 м. Вона призначена для прийому ЧМ телевізійного сигналу зі КА, який перебуває на геостаціонарній орбіті.

Після відбиття від поверхні рефлектора прийнятий сигнал надходить в опромінювач, котрий розташований у фокусі антени. З опромінювача сигнал надходить на поляризатор, який забезпечує виділення сигналу у відповідності до виду його поляризації (вертикальної, горизонтальної, колової).

Сигнали із супутника-ретранслятора в інтервалі частот 10,5-12,75 ГГц через вузол вибору поляризації надходять в *конвертор*, в якому сигнал підсилюється малошумовим

широкосмуговим підсилювачем (МШП) та відокремлюються завади по дзеркальному каналу смуговим фільтром (СФ). Далі відбувається перше перетворення частоти. Перша проміжна частота (ПЧ) формується змішувачем (ЗМ1), як правило, балансним. Для цього на нього, окрім корисного сигналу, подається сигнал з гетеродина (Г1), що являє собою генератор, частота якого стабілізована діелектричним резонатором.

З виходу ЗМ1 сигнал першої ПЧ в діапазоні 0,7-2,15 ГГц подається на попередній підсилювач проміжної частоти (ППЧ), після чого по кабелю подається в ресивер.

У ресивері сигнал першої ПЧ через підсилювач проміжної частоти (ППЧ1) подається на змішувач (ЗМ2), в якому відбувається друге перетворення частоти, тобто подальше зниження. Необхідний канал вибирається за допомогою блока керування (БК) при відповідному налагодженні гетеродина (Г2). Налагодження по частоті можна здійснювати або повільно, або через набір потрібного номеру каналу. Гетеродин (Г2) являє собою транзисторний генератор, керований напругою, що подається на варикап, який знаходиться в контурі. Окрім цього Г2 може бути виконаний на основі синтезатора частоти, керованого мікропроцесором.

Смуга пропускання тракту другої проміжної частоти формується фільтром зосередженої селекції (ФЗС), а також додатково підсилювачем сигналу (ППЧ2). В тракт обов'язково входить пристрій автоматичного регулювання підсилення (АРП). Його робота повинна бути дуже ефективною для того, щоб приймальний пристрій міг добре працювати в різних умовах прийому незалежно від діаметра антени, довжини кабелю та характеристики конвертора. Тому глибина коректування АРП становить 25-30 дБ.

З виходу ППЧ2 сигнал подається на демодулятор, який являє собою звичайний синхронний фазовий (частотний) детектор (СФД). З виходу СФД сигнал надходить на фільтри Ф, які відокремлюють сигнал зображення і звуку (video, audio).

Тракт звуку (ТЗв) містить змішувач з гетеродином, ППЧ і частотний детектор. Налагодження на частоту піднесучої робиться шляхом зміни частоти гетеродина. Для поліпшення завадостійкості ТЗв має зворотний зв'язок по частоті.

Необхідно відмітити, що сучасні моделі в середньому мають діапазон звукової піднесучої від 5 до 8,5 МГц. Це дозволяє деяким ТВ-компаніям передавати телевізійні програми на двох і більше мовах, при цьому сигнали звукового супроводження рознесені по частоті.

Виділені НЧ сигнали відео- і звукового супроводження подаються безпосередньо на вихід ресивера, а також на амплітудний і частотний модулятори (АМ і ЧМ). Після модуляції сигнали складаються в суматорі і створюють стандартний телевізійний сигнал на частоті одного з ТВ-каналів.

Нині техніка супутникового телебачення (СТБ) має бурхливий розвиток. Розробляється нова елементна база, поліпшуються методи формування і передачі ТВ сигналів. Зрозуміло, що найліпшої якості можливо досягнути тільки шляхом використання цифрового способу передачі сигналу з використанням методів стискування ТВ сигналів.

Сучасні вимоги до технічної якості телевізійного мовлення, подальше вдосконалення її технології приводять до необхідності пошуку нових ефективних методів розробки, консервації і передачі сигналів телевізійних програм.

Протягом багатьох років у телебаченні використовується аналоговий телевізійний сигнал, основні вимоги до якого - забезпечити мінімальні спотворення. Але на етапах передачі такого сигналу по лініях зв'язку, обробки і т. п., спотворення накопичуються із збільшенням кількості обробок. Особливо і остро ці спотворення мають місце при компоновці програм та багатократному перезапису фрагментів. Таким чином, аналоговий телевізійний сигнал обмежує подальше підвищення якості зображення і можливість використання різних

спецефектів. Тому останнім часом все більше уваги приділяється цифровому телебаченню.

Цифрове телебачення - галузь телевізійної техніки, де операції обробки, консервації і передачі телевізійного сигналу пов'язані з його перетворюванням в цифрову форму.

Аналоговий телевізійний сигнал перетворюється на цифрову форму тільки для цифрової обробки сигналу (наприклад, у перетворювачі телевізійних стандартів, коректорі зображень тощо), для консервації сигналів телевізійної програми або передачі їх по каналах зв'язку, а потім знову набуває аналогової форми. При цьому використовуються існуючі телевізійні радіостанції і парк телевізійних приймачів.

Перетворювання зображення, яке передається, у цифровий сигнал, і цифрового сигналу у зображення на приймальній стороні (зворотне перетворення) створюється безпосередньо у перетворювачах "світло-сигнал" і "сигнал-світло". В усіх ланках лінії зв'язку телевізійна інформація передається в цифровій формі.

Нині знаходять застосування системи цифрового телебачення першого виду. В майбутньому переважний розвиток одержать системи телебачення другого виду. Можна виділити ряд спільних принципів побудови систем та приладів цифрового телебачення і охарактеризувати основні процеси, які відбуваються у тракті, з використанням його узагальненої структурної схеми, поданої на рисунку 7.2.

На вхід тракту цифрового телебачення надходить аналоговий телевізійний сигнал. У кодуєчому пристрої (кодері) телевізійний сигнал перетворюється в цифрову форму і надходить на передавальний пристрій, який складається з кодеру каналу і пристрою перетворення сигналу.

Після проходження каналу зв'язку цифровий сигнал надходить в приймач, де відбувається зворотне перетворення сигналу в декодуєчому пристрою (декодера) каналу, який

перетворює цифровий телевізійний сигнал в аналоговий. Кодер та декодер забезпечують захист від помилок у каналі зв'язку.

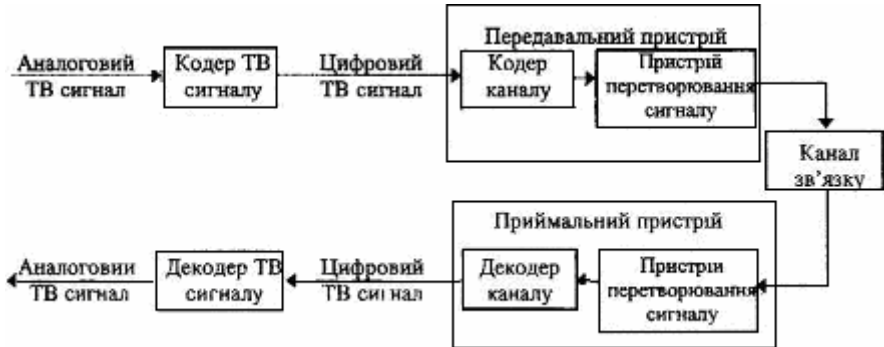


Рисунок 7.2 - Узагальнена структурна схема цифрового тракту перетворення кольорового ТВ сигналу

При переході від аналогової форми подання сигналу до цифрової можна виділити три найбільш суттєві перетворення:

- дискретизація (за часом);
- квантування (за рівнем);
- кодування (цифрове подання дискретних рівнів).

Якщо повний кольоровий телевізійний сигнал перед перетворюванням в цифрову форму розподіляється на сигнал яскравості і на кольорорізницевий сигнал, то таке кодування називають окремим. При цьому сигнали (R, G, B) кодуються окремо, а потім з'єднуються в загальний цифровий потік. Якщо вказаний розподіл не виконується, тобто кодується повний кольоровий телевізійний сигнал, то використовується термін безпосереднього кодування.

Головним недоліком цифрового телебачення є необхідність в значно більшій смузі каналу зв'язку в порівнянні з аналоговим. Так, для забезпечення високої якості передачі аналогового телевізійного сигналу зі спектром шириною

$f=6$ МГц необхідно передавати більше 12 млн відліків в секунду, гобто швидкість становить більше 100 Мбіт/с, а ширина смуги каналу - більше 100 МГц.

Як при безпосередньому так і при окремому кодуванні повного кольорового сигналу цифрові телевізійні сигнали робляться широкосмугастими і передавати їх по існуючих лініях зв'язку практично неможливо. Тому центральною проблемою в цифровому телебаченні є зменшення в кілька разів швидкості передачі символів цифрового сигналу. Вона вирішується шляхом ліквідації надмірності, яка існує в телевізійному сигналі та використання ефективних методів модуляції. Розрізняють структурну, статистичну і фізіологічну надмірність телевізійного сигналу.

Одним із методів по зменшенню швидкості передачі даних є зменшення об'єму інформації, яка передається, тобто "стиснення" є використання цифрового стандарту MPEG (*Moving Picture Experts Group*), завданням якого була розробка методів стиснення і відновлення цифрового відеосигналу в рамках стандарту, який дозволяє з'єднувати потоки відео, аудіо іа іншої цифрової інформації. Результатом досліджень і розробок у цій галузі було створення стандартів MPEG - 1 (швидкість передачі 1,5-8 Мбіт/с) та MPEG - 2 (2-15 Мбіт/с). Ведуться роботи по впровадженню MPEG - 4 (до 64 Мбіт/с) Ці стандарти універсальні і можуть працювати зі стандартами 525 рядків, 30 кадрів/с, 625 рядків, 25 кадрів/с та з форматами кадрів 4:3, 16:9.

Кожен кадр зображення має певну кількість надмірної інформації . При міжкадровому кодуванні через 10-15 кадрів відеозображення вибираються опорні кадри або перші кадри (*Intra frames*), які є основними і кодуються без звернення до інших кадрів. Решта кадрів аналізується процесором і порівнюється з основними і між собою. Далі створюється сигнал різниці на основі алгоритму передбачення з

компенсуванням руху. Кадри, що залишилися, можна умовно поділити на дві групи.

- P - кадри (*Predictiv*), закодовані відносно попередніх кадрів,
- B - кадри (*Bidirectionally Predictive*), закодовані як відносно попередніх, так і наступних кадрів.

Надмірність інформації, яка залишається після такої обробки сигналу, ліквідується за допомогою дискретно-косинусного перетворення.

Схема побудови декодуєчого пристрою зображена на рисунку 7.3.



Рисунок 7.3 - Структурна схема декодуєчого пристрою *MPEG - 2*

У зв'язку з великою складністю побудови стандарту *MPEG* вартість приймального обладнання значно вище аналогового.

Таким чином, відзначимо основні переваги, які забезпечуються при переході до цифрової форми подання передачі телевізійних сигналів:

- можливість більшої кількості обробок цифрового сигналу зі збереженням високої якості вихідного аналогового сигналу при формуванні телевізійного зображення;
- підвищення якості передачі телевізійних сигналів по

цифрових лініях зв'язку більшої довжини завдяки значному зменшенню накопичення спотворень в порівнянні з аналоговими лініями і використання спеціальних кодів, які виявляють і коректують помилки передачі даних;

- спрощення обміну телевізійними програмами при різних стандартах телебачення;
- високі якісні показники системою запису і відтворення зображення за рахунок значного зниження рівня нелінійних спотворень;
- висока стабільність тракту, можливість довготривалого режиму роботи без налагоджування за рахунок широкого використання методів і технічних засобів цифрової техніки.

7.3 Порядок виконання

- 1 Вивчити структурну схему приймальної системи та призначення її блоків
- 2 Вивчіть структурну схему ресивера та призначення його блоків
- 3 Представляти спрощену принципову схему одного з блоків індивідуальної приймальної установки, наданою викладачем

7.4 Зміст звіту

- 1 Мета та завдання роботи
- 2 Структурна схема приймального супутникового комплексу з відповідними поясненнями.
- 3 Узагальнена структурна схема цифрового тракту перетворення кольорового ТВ сигналу.
- 4 Структурна схема декодуючого пристрою *MPEG* - 2 з поясненнями.
- 5 Висновки.

7.6 Контрольні питання

- 1 Яким чином здійснюється перемикання поляризації на зовнішньому блоці приймальної установки?
- 2 У яких випадках можливе конструювання приймальної установки з одним перетворенням частоти?
- 3 Основні методи передачі даних по супутникових лініях зв'язку.
- 4 Переваги і недоліки цифрового методу передачі зображення ССТБ.
- 5 Принципи роботи цифрового стандарту *MPEG*
- 6 Структура конвертора.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8

Налагодження індивідуальної супутникової приймальної системи

8.1 Мета роботи

Набути навичок практичної роботи з індивідуальним комплектом супутникового телебачення.

8.2 Теоретичні відомості

8.2.1 Супутниковий ресивер

Одним із важливих елементів супутникового комплекту є ресивер (приймач). Під його невеликими розмірами прихований складний радіотехнічний пристрій, який має велику кількість різних технічних характеристик та настроень. Для одержання на телевізорі зображення високої якості, а також при виборі ресивера необхідно знати технічні характеристики сучасних моделей і вміти правильно використовувати налаштування та різні режими їх роботи.

Як правило, всі ресивери мають блок дистанційного керування. Розглянемо основні функції кнопок на панелі

такого блока та основні характеристики ресиверів супутникового телебачення.

Audio de-emphasis - тип попередніх спотворень аудіосигналу, виправлення яких здійснюється ресивером. Аудіосигнали з різних супутників надходять з різними видами спотворень. Наприклад, стандартом програм з супутників Astra є спотворення 50 мкс, французьких Telekom-програм - 75 мкс. Якщо ресивер може оброблювати всі види спотворень, то крім цих існують ще J17 та Panda 1, і у вас є можливість якісного декодування звуку практично з будь-якого супутника.

Dolby pro logic - система, яка забезпечує аудіоефект присутності. Дозволяє створити реальний домашній театр зі звуковими ефектами за типом «стадіон», «клуб», «концертний зал» та «космос».

Scart-роз'єм – роз'єми, які необхідні для підключення різних зовнішніх пристроїв відеомагнітофона, телевізора, декодера.

Автофокус - функція автоматичного настроювання антени за максимальним рівнем сигналу.

Активний фільтр - система покрокового зменшення смуги частот першої ПЧ відеотракту з метою збільшення вхідного співвідношення "сигнал/шум".

Аудіошумопониження - система зниження шуму, яка використовується для збільшення якості звуку.

Можливість перейменування програм - функція програмування назви програм у ресивері для зручності пошуку та ідентифікації.

Діапазон звукової піднесучої (МГц) - діапазон аудіочастот, який може оброблювати ресивер. Більшість каналів передають на кількох мовах одночасно, при цьому сигнали звукового супроводження рознесені по частоті.

Діапазон змінення частоти гетеродина конвертора (ГГц) - цей параметр визначає можливість сумісності з різними типами конверторів - LNB (*Low Noise Blockconverter*). Він дозволяє виявити, чи здатний ресивер працювати з тим чи іншим типом

конвертора. Існують чотири типи LNB, працюючих в Ку-діапазонах, кожен з визначеною фіксованою частотою гетеродина FSS A (розширені) - 9,75 ГГц, FSS B (стандартні) - 10,00 ГГц, DBS - 10 75 ГГц Telecom - 11,475 ГГц.

Якщо діапазон зміни частоти гетеродина включає в себе всі ці частоти, то даний ресивер може працювати з усіма типами конверторів. У протилежному разі деякі типи конверторів доведеться вилучити з користування.

Діапазон настроєння UHF каналу - номери каналів телевізійного приймача, які можуть використовуватися для перегляду програм.

Дисплей на передній панелі в залежності від конструктивного виконання може відображати інформацію не тільки про номер, який є в пам'яті ресивера, але і про його назву, частоту сигналу тощо.

Запам'ятовування розлагодження по поляризації на кожному каналі можливість налагодження та запам'ятовування кута поляризації для кожного каналу з послідовною автоматичною установкою при перемиканні програм.

Запам'ятовування розлагодження частоти на кожному каналі - можливість налагодження частоти для кожного каналу та запам'ятовування цього значення з послідовною автоматичною установкою при вмиканні програм.

Перемикач 22 кГц - спеціальний вихід сигналу частотою 22 кГц, призначений для перемикання конвертора на інший діапазон або для керування зовнішніми пристроями.

Плавне регулювання частоти гетеродина дозволяє компенсувати неточності заводського налагодження LNB. При цьому деякі типи ресиверів дозволяють запам'ятовувати це значення для всіх каналів, а також підстроювати і запам'ятовувати відхилення для кожної конкретної програми.

Роз'єм «дзвіночок» існує для тої ж мети, що і роз'єми типу Scart.

« *Батьківський ключ* » - можливість замикати деякі канали та програмні функції за допомогою паролю.

Статичний поріг, (дБ) - параметр, який характеризує мінімальне співвідношення "сигнал/шум" на вході ресивера та дозволяє йому забезпечити задовільне зображення. Цей параметр показує, який мінімально можливий за рівнем сигнал може бути прийнятий, оброблений та виведений без погіршення чіткості зображення. Відмітимо, що чим менше значення цього параметра, тим краше, особливо при використанні антен невеликого діаметра. Значення статичного порога сучасних ресиверів лежить в межах від 3,4 до 8 дБ. Нормальним значенням статичного порога вважається 6 дБ.

При цьому кількість каналів, яку може прийняти ваш ресивер, може бути розширена за допомогою конвертора з меншим коефіцієнтом шуму та антени більшого діаметра.

Таймер - внутрішній програмований таймер для видачі сигналу керування відеомагнітофоном на роз'єм SCART VCR. Цим сигналом можна дистанційно ввімкнути ВМ на запис потрібної супутникової ТВ програми.

Телетекст - можливість підтримки телетексту, яка аналогічна такій же функції в телевізорі.

Керування поляризатором здійснюється напругою при використанні діодних поляризаторів і дозволяє здійснювати двопозиційну установку поляризації (вертикальну - V або горизонтальну - H). Такий спосіб керування призначений для систем з нерухомою антеною. Керування струмом використовується в механічних та магнітних поляризаторах і дозволяє здійснити плавне регулювання поляризації.

Частотний діапазон на вході (МГц) - діапазон вхідних частот, які приймаються ресивером. Це один з важливих параметрів ресивера. Діапазон може бути вузьким (950-1750 МГц), розширеним (950-2050 МГц) та широким (700-2150 МГц). Відповідно, чим ширша смуга проміжної частоти, тим більший

частотний діапазон може обробити ресивер і тим більшу кількість програм він може прийняти без заміни конвертора.

Число входів LNB - кількість СВЧ-роз'ємів на задній панелі ресивера, які задають кількість одночасно підключених виходів з LNB, або це можлива кількість підключених конверторів.

Число каналів - це кількість теле- та радіопрограм, які можуть бути записані в ресивері. Ця функція аналогічна такій же функції в телевізорі і дозволяє перемикати програми без використання ручного настроення. Сучасні моделі мають, як правило, можливість занесення в пам'ять від 99 до 400 каналів.

Число картоприймачів - кількість слотів для декодуючих карт Smart Card.

Число позицій позиціонера - кількість дискретних положень антени.

Ширина смуги ПЧ аудіоканалу - ряд значень ширини смуги першої ПЧ радіоканалу ресивера. Зменшення смуги приводить, з одного боку, до зниження завад, а з другого - до зменшення смуги відтворюваних частот.

Ширина смуги ПЧ відеосигналу (МГц) - одне або кілька встановлених значень ширини смуги першої ПЧ відеотракту ресивера. Зменшення смуги приводить, з одного боку, до зменшення завад, а з другого - до поганої якості зображення. При поганому прийомі ширину смуги можна налагоджувати під кожну конкретну передачу. Можливі значення тут лежать в межах від 10 до 31 МГц. Ширина смуги може змінюватися плавно з кроком 1 МГц або переключатися на фіксоване значення, наприклад, 15/27 МГц. Дана характеристика безпосередньо пов'язана зі статичним порогом: чим менша смуга, тим нижчий поріг.

Екран 16:9/4:3 - функція перемикання режиму перегляду для формату 16:9 та 4:3.

Екранне меню дає можливість програмування ресивера і відображає інформацію на різних мовах на екрані телевізора. Для зручності самостійного настроювання ресивера в момент

експлуатації в більшості сучасних супутникових приймачів (всі моделі Amstrand SRX, Pace MSS, EchoStar SR) передбачена можливість відображення на екрані телевізора екранного меню або екрана графіка. При цьому можна надавати ім'я каналам, а також виводити цю інформацію на екран телевізора під час прийому програми та дисплей на передній панелі ресивера (якщо він є).

Іноді деяка частина каналів відводиться під радіопрограми. У деяких моделях ресиверів є можливість виділення улюблених програм в окрему групу для зручності і простоти їх пошуку. Таку можливість мають всі ресивери фірми PACE з серії Echostar, Amstrad та Strong.

8.3 Встановлення індивідуальної супутникової системи

При настроюванні індивідуальної супутникової системи користуються такими критеріями вибору:

- вільний простір для антени в напрямку "південно-захід" та "південно схід";

- мінімальна довжина від антени до телевізора (максимальна довжина кабелю не повинна перебільшувати 30-60 м), в іншому разі доведеться встановлювати допоміжні підсилювачі;

Наступний етап - установка конвертора в фокусі антени. Необхідно, щоб зріз опромінювача конвертора був у фокусі антени. Якщо блок конвертора з опромінювачем буде доступний після установки антени, то відстань конвертора до фокуса антени пізніше може бути налагоджена. Для цього переміщують конвертор в оправі і візуально оцінюють якість сигналу, який приймається. В протилежному разі його треба встановлювати точно, виходячи з фокусної відстані для прямофокусної параболічної антени.

До конвертора під'єднується коаксіальний кабель. Другий кінець кабелю - до необхідного роз'єму ресивера. Довжина кабелю повинна бути виміряна згідно з тим, що він

прокладений з деяким запасом, який в майбутньому дозволить змінювати розміщення телевізора.

При установці і налагодженні приймальної антени на який-небудь геостаціонарний супутник-ретранслятор необхідно виконати розрахунок координат. Оскільки кожний супутник, який перебуває на геостаціонарній орбіті, постійно знаходиться над певною точкою земної кулі, напрямок на даний супутник залишається незмінним і визначається географічними координатами місця прийому і місцезнаходженням самого супутника. Напрямок характеризується двома кутами: кутом місця та азимутом (рисунок 8.1).

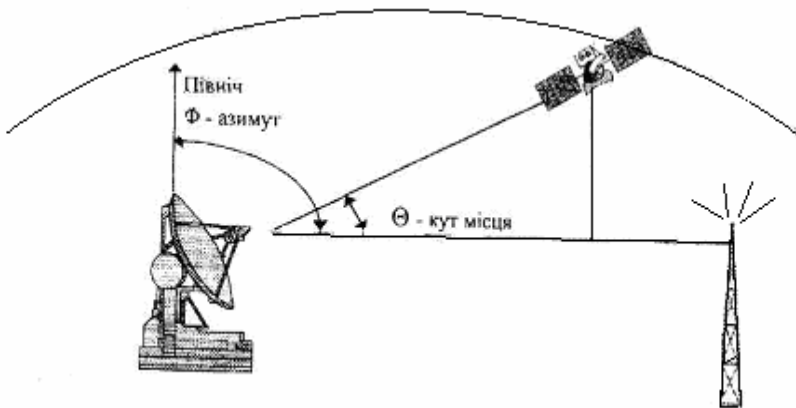


Рисунок 8.1 - Характеристики напрямків на супутник

Початковими даними для розрахунку є таю географічні координати:

B - широта місця прийому, в град, (південна та північна);

L - довгота місця прийому, в град, (західна та східна);

$L_{сп}$ - довгота супутника, в град.

Кут місця Θ розраховується за формулою:

$$\Theta = \arctg \frac{\cos(L_{cn} - L) \cos B - 0.1513}{\sqrt{1 - \cos^2(L_{cn} - L) \cos^2 B}}.$$

Умовою радіобачення супутника є $\cos(L_{cn} - L) \cos B > 0.1513$.

В іншому разі він буде знаходитися за межею горизонту і прийом з нього буде неможливий.

Визначення азимуту Φ вираховується за формулою:

$$\Phi = 180 \pm \arctg \frac{\operatorname{tg} |L_{cn} - L|}{\sin B}.$$

Знак „+” використовується в тому випадку, коли супутник знаходиться на заході від місця прийому, а знак „-” - якщо на сході.

При налагодженні системи супутниковий ресивер можна підключити до телевізійного приймача двома способами: через високочастотний коаксіальний кабель або за допомогою НЧ шнурів "Аудіо та Відео".

При першому варіанті, підключення на задній панелі ресивера тумблер „Тест-Відео” переводять в режим "Тест" і телевізор налагоджують на один з вільних дециметрових каналів (як правило, це приблизно біля 33 каналу). При цьому на екрані намагаються побачити спеціальний тест (кілька чорних та білих вертикальних смуг) нормальної якості. Після того, як цю операцію буде виконано успішно, тумблер перемикають в режим "Відео". В тому разі, якщо в даному дециметровому діапазоні, на який ви налаштувалися, є передача місцевої програми, є можливість змінити діапазон "Тесту" за допомогою спеціального регулювача.

У випадку з'єднання пристроїв за низькою частотою виберіть та перемкніть телевізор в режим AV (audio-video), а ресивер - в режим "Відео". Якщо ви все зробили правильно, то на екрані повинен з'явитися характерний шум конвертора. У відповідності до таблиці частот установіть на ресивері частоту

відео та аудіосигналу та поляризацію найбільш потужного каналу. Наприклад, для «тринадцятиградусника» це може бути EBN або Eurosport.

Якщо був правильно проведений розрахунок кутів місця та азимуту і антена правильно влаштована в початкову позицію, то, плавно обертаючи антену навколо своєї осі, ви одержите на екрані телевізора зображення з логотипом вибраної програми.

Будьте уважні, тому що замість «тринадцятиградусника» можна настроїтися на сусідні «десятиградусник» або «шістнадцятиградусник» і довго шукати потрібну програму.

Окрім того, супутник можна піймати боковою пелюсткою діаграми направленості антени. Це дуже легко перевірити, якщо злегка відхилити антену праворуч і ліворуч. Якщо якість зображення погіршиться, значить ви настроїлися центральною пелюсткою діаграми направленості.

Останній етап - програмування ресивера відповідно до інструкції. Воно зводиться до налагодження та запам'ятовування в пам'яті ресивера параметрів сигналів, відповідних до різноманітних програм: частоти відеосигналу, виду поляризації, частоти аудіосигналу тощо. Для програмування користуйтеся таблицею частот і в подальшому слідкуйте за можливими змінами в трансляції.

8.4 Порядок програмування позиціонера

Одним з важливих елементів антени є пристрій її кріплення. Антена може бути встановлена як нерухомо і приймати програми тільки з одного супутника, на який вона орієнтована (азимутально-кутомісна), так і на спеціальний пристрій для перенаправлення її з супутника на супутник. У цьому плані цікавим є розглядання полярної підвіски (керування може здійснюватися тільки одним двигуном замість двох). Для такого керування призначені два пристрої: актюатор (для повороту антени) та позиціонер (для керування актюатором. Для зручності в управлінні антеною користуються позиціонером. Але

насамперед його треба запрограмувати, тому детальніше розглянемо це питання.

Позиціонери фірми Ресе можуть бути як внутрішні в ресивері, так і у вигляді самостійного блока. В останньому випадку фірма пропонує дві моделі MSP200 та MSP200R. Остання з моделей має схему керування магнітним поляризатором. На жаль, моделі MSP200 та MSP200R не мають функції «Автофокус», який забезпечує автоматичне налагодження положення антени на максимум сигналу.

Програмування систем з позиціонером складніше, ніж систем з фіксованою антеною і вимагає акуратного послідовного виконання операцій програмування. Рекомендується така послідовність виконання операцій.

Перевірте правильність підключення провідників актюатора, поляризатора та інших SCART і кабельних з'єднань. Перевірте правильність запису параметрів конвертора (тип, діапазон, спосіб перемикання діапазонів тощо).

Встановіть через меню тип поляризатора, введіть тип антени - Steerable.

Перевірте, що ваша антена повертається при натисненні на кнопки >, < і при цьому на дисплеї змінюється цифра позиції антени.

Зітріть раніше встановлені значення меж переміщення антен: натисніть MENU, 6, 5, STORE.

Встановіть межі переміщення антени, виконавши такі операції:

Натисніть кнопки MENU, 6, 3. З'явиться меню установки меж. Натисніть > до досягнення необхідного крайнього східного положення. Натисніть STORE.

Натисніть > до досягнення необхідного крайнього західного положення. Натисніть STORE.

Слідкуйте, щоб існував достатній запас по механічній межі переміщення антени.

Визначіть позицію відомого супутника, виконавши таку послідовність операцій:

- встановіть частоту і поляризацію для однієї з програм на відомому супутнику східного положення;
- увійдіть у меню запису параметрів програми, натиснувши MENU, 4, 4;
- знайдіть вільну позицію «Position Not Set»;
- натисніть 5 і переміщуйте антену натисненням кнопки > від крайнього східного положення до появи сигналу;
- перевірте, що ви дивитесь необхідну програму. Два рази натисніть F для увімкнення режиму «Автофокус»;
- використовуючи меню, введіть всі необхідні параметри програми і характеристики супутника. Для зміни номера програми використовуйте кнопки <, >;
- натисніть STORE.

Якщо параметри інших програм з даного супутника записані в пам'яті ресивера, то їх можна переписати за допомогою меню Satellite Allocation. Для цього натисніть MENU, 6, 2 і використовуйте кнопки <, > для пошуку необхідного імені супутника і номерів програм. Натисніть STORE.

Якщо параметри інших програм з даного супутника не записані в пам'яті ресивера, можна використати режим автопошуку. Для цього натисніть MENU, 4 і встановіть нижню можливу частоту сигналу. Натисніть F, >. Після появи зображення скоректуйте параметри (аудіочастоти, струму поляризатора тощо), запишіть ім'я програми. Повторіть операцію для всіх програм в одній поляризації, потім в іншій.

Визначіть позицію інших супутників і запишіть параметри програм.

Встановіть режим «Автофокус». Для цього натисніть MENU, 6, 4, встановіть межі пошуку і підтвердіть автоматичний пошук при переорієнтації антени. Натисніть STORE.

Таблиця 8.1 - Призначення кнопок на пульті управління ресивером MSS1034GP

Кнопка	Функція	Кнопка	Функція
TV/SET	Перемикання між ресивером, відеомагн. і ефірними програмами	NORM	Повернення в режим перегляду супутникових програм
O	Вкл /Викл	I	Виклик інформації про програму Виклик допомоги в меню
0...9	Вибір програм Виклик пункту меню Введення значень	FAV	Виклик меню фаворитних програм
AV	Вибір зовнішніх аудіо/відео джерел	RADIO	Виклик радіопрограми
RCL	Виклик попередньої програми	MUTE	Відключення звуку
F	Виклик команд, вказаних над цифровими кнопками	SHAPE	Виклик варіанта АЧХ
MENU	Виклик меню	LEVEL	Виклик меню регулювання рівня по каналах
Δ∇	Переміщення по пунктах меню	< >	Виклик меню установки режиму Dolby
<>	Вибір сусідньої програми Змінення значень параметрів	EFFECT	Виклик меню, спецефекти
STORE	Переміщення антени Запис введених значень	Δ ∇	Регулювання гучності

-

8.5 Порядок виконання роботи

1 Перемкніть супутниковий ресивер на один з вільних незапрограмованих каналів.

2 Знайдіть по довідкових матеріалах параметри однієї з програм супутника "Hot Bird" - 13° с.д. з сильним сигналом (наприклад, „Eurosport”) та зафіксуйте її в ресивері на першому каналі.

3 Проєкспериментуйте за допомогою блока дистанційного керування вплив різних спотворень сигналу на його якість.

4 Запрограмуйте всі можливі канали, які приймаються з даного супутника.

5 Налагодьте супутникову антену на даний супутник за вище розрахованими даними по куту місця та азимуту. Зробіть так, щоб сигнал, який приймається, мав найкращу якість.

6 Зробіть більш точне візуальне налагодження антени по найслабшому сигналу (наприклад, “NBS Super Channel”) для досягнення максимальної якості зображення.

7 Введіть в ресивер всі програми, які з певною якістю можна переглядати з даного супутника, та зафіксуйте їх (15-25 програм).

8 Спробуйте виконати п.2 - 5 налагодження антени та програмування ресивера для іншого сусіднього супутника, наприклад, для EUTELSAT II-F3 - 16° с.д., ASTRA 1A(1B, 1C, 1D)- 19.2° с.д. або іншого.

8.6 Зміст звіту

1 Мета та завдання роботи.

2 Алгоритм налагодження супутникового ресивера.

3 Список програм з їх параметрами (частота, поляризація, діапазон мови), які вдалося запрограмувати на вашому ресивері.

4 Висновки відносно користування різними типами спотворень сигналу.

5 Алгоритм налагодження супутникової антени за заданим супутником.

6 Список супутникових програм з їх специфікацією, які вдалося запрограмувати на вашому ресивері.

7 Якість сигналів, що приймаються з інших супутників, в порівнянні з супутником “Hot Bird” - 13°с.д.

8.7 Контрольні питання

1 Основні формули, які дозволяють виставити супутникову антену на заданий напрямок.

2 Як виявляється залежність якості сигналу, який приймається, від місцезнаходження супутника, діаметра антени та коефіцієнта шуму конвертора?

3 Чи можливо в даному супутниковому комплекті здійснювати прийом російських передач ?

4 Які типи поляризації і для чого використовують при передачі та прийомі супутникових сигналів?

5 Основні характеристики ресивера.

6 Назвати характеристики та привести структурну схему конвертера.

7 Привести структурну схему багатoprogramного ресивера та визначити функції складових вузлів.

8 Привести алгоритм програмування позиціонера.

9 Привести перелік супутників, які можна приймати в Запорізькій області.

10 Перелічити основні переваги геостаціонарної орбіти супутників-ретрансляторів.

11 Привести структуру декодера системи MPEG-4.

ЛІТЕРАТУРА

1. Телевидение: Учебник для вузов / В.Е. Джакония, А.А. Гоголь, Я.В. Друзин и др.; Под ред. В.Е. Джаконии. – М.: Радио и связь, 1997. – 640с.
2. Домбругов Р.М. Телевидение: Учебник для вузов. – К.: Высшая школа, 1979. – 176с.
3. Телевидение: Учебное пособие для вузов/ Р.Е.Быков и др.; Под ред. Р.Е.Быкова. – М.:Высшая школа, 1988. – 248с.
4. Самойлов В.Ф., Хромой Б.П. Основы цветного телевидения. – М.: Радио и связь, 1983. – 160с.
5. Хохлов Б.Н. Декодирующие устройства цветных телевизоров. – 2-е изд. – М.: Радио и связь, 1992. – 368с.
6. Проектирование и техническая эксплуатация телевизионной аппаратуры / Безруков В.Н., Беляев В.С., и др.; Под ред. С.В. Новаковского. – М.: Радио и связь, 1994. – 360с.
7. Спутниковая связь и вещание: Справочник / Под ред. Л.Я. Кантора.-М.:Радио и связь, 1981. - 220 с.
8. Радиорелейные и спутниковые системы передачи. / Под ред. А.С.Немировского - М.: Радио и связь, 1986. – 350с.
9. Банкет В.Л., Дорофеев В.М. Цифровые методы в спутниковой связи.-М.: Радио и связь, 1988. – 150 с.
10. Основы технического проектирования аппаратуры систем связи с помощью ИСЗ / Под ред. Фортушенко. – М: Связь, 1972. – 240 с.
11. Мамаев Н.С. Спутниковое телевизионное вещание. – М.: Радио и связь, 1995. - 108 с.
12. Левченко В.Н. Спутниковое телевидение в вашем доме. - С-Пб.: Полигон, 1997. - 272 с.
13. Покрас А.М., Цирлин В.М., Кудеяров С.Н. Системы наведения антенн земных станций спутниковой связи. - М: Связь, 1978. - 152 с.