

6.21.3997  
3.33

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Запорізький національний технічний університет**

1113

**Методичні вказівки**  
**Частина 1**

до лабораторних робіт з дисципліни  
“Основи телебачення”  
для студентів спеціальності 7.090.701 “Радіотехніка”  
денної та заочної форм навчання

Запорізький національний  
технічний університет  
**Наукова бібліотека**

2002

## Зміст

стр.

1. Лабораторна робота №1	
Структура та конструкція телевізійного приймача.....	4
1.1 Мета роботи.....	4
1.2 Загальні відомості.....	4
1.3 Контрольні запитання.....	10
1.4 Порядок проведення лабораторної роботи.....	10
1.5 Прилади та обладнання.....	10
2. Лабораторна робота №2	
Телевізійні сигнали мовлення системи телебачення.....	11
2.1 Мета роботи.....	11
2.2 Загальні відомості.....	11
2.3 Контрольні запитання.....	18
2.4 Опис лабораторного стенду.....	19
2.5 Порядок виконання роботи.....	20
3. Лабораторна робота №3	
Характеристики ТВ зображення.....	21
3.1 Мета роботи.....	21
3.2 Загальні відомості.....	21
3.3 Додаткові відомості.....	22
3.4 Завдання до підготовки лабораторної роботи.....	26
3.5 Контрольні запитання.....	26
3.6 Опис лабораторного стенду.....	27
3.7 Порядок проведення лабораторної роботи.....	27
3.8 Зміст звіту.....	29
4. Лабораторна робота №4	
Тракт розгортки телевізійного приймача.....	30
4.1 Мета роботи.....	30
4.2 Загальні відомості.....	30
4.3 Контрольні запитання.....	35
4.4 Опис лабораторного стенду.....	36
4.5 Порядок проведення лабораторної роботи.....	36
Рекомендована література.....	38
Додаток А. Опис схем тракту розгортки.....	39

## Лабораторна робота № 1

### Структура та конструкція телевізійного приймача

#### 1.1 Мета роботи

1. Ознайомитися з конструкцією та структурою телевізора ЗАСТ.
2. Вивчення функціонального призначення структурних вузлів та модулів.
3. Придбання практичних навиків в пошуку елементів схеми телевізійного приймача.

#### 1.2 Загальні відомості

##### *1.2.1 Загальна характеристика та параметри:*

Телевізори типу ЗАСТ мають єдину уніфіковану схему. Характерними особливостями телевізорів є:

- застосування кінескопів з само введенням;
- широке застосування інтегральних мікросхем;
- застосування 6-програмного електронного пристрою вибору програм зі світловою індикацією;
- застосування у трактах підсилення проміжних частот зображення та звука фільтрів на поверхневих акустичних хвилях та п'єзокерамічних фільтрів відповідно, які є ненастроюваними елементами;
- застосування імпульсного джерела живлення.

Телевізори мають ряд автоматичних регулювань, які забезпечують високу якість зображення при різноманітних умовах приймання та наявності дестабілізуючих факторів:

- автоматичне регулювання підсилення;
- автоматичну підстройку частоти гетеродина;
- автоматичне вимкнення каналу кольоровості при прийманні чорно-білого зображення;
- автоматичне розмагнічування кінескопів при кожному його вимкненні;
- автоматичний захист джерела живлення при перевантаженні по загальних випрямлених напругах.

Схема та конструкція телевізорів забезпечують:

- ручне вмикання та вимикання схеми АЩУГ;
- ручне вмикання та вимикання каналу кольоровості;
- можливість підключення магнітофону для запису звукового супроводження;

- можливість підключення головних телефонів при ввімкнутих та вимкнених гучномовцях.

Телевізори ЗАСТ складаються з функціонально закінчених модулів та блоків, з'єднаних за допомогою роз'ємних з'єднань типу ОНП. У склад телевізора входять (мал. 1):

- A1 - модуль радіоканалу МРК-2-5;
- A1.1 - селектор каналів метрового діапазону СК-М-24-2С;
- A1.2 - селектор каналів дециметрового діапазону СК-Д-24-2С;
- A1.3 - субмодуль радіоканалу СМРК-2-1;
- A1.4 - субмодуль синхронізації УСР;
- A2 - модуль кольоровості МЦ-3;
- A2.1 - субмодуль кольоровості СЕКАМ СМЦ-2;
- A3 - плата з'єднань ПС;
- A4 - модуль живлення МП-3-3;
- A5 - відхиляюча система ОС;
- A6 - модуль кадрової розгортки МК-1 -1;
- A7 - модуль строкової розгортки МС-3;
- A7.1 - субмодуль корекції растру СКР-2;
- A8 - плата кінескопу ПК-3-1;
- A9 - блок керування БУ;
- A10 - пристрій сенсорного вибору програм УВП-4-5;
- A11 - пристрій розмагнічування кінескопу УРК;
- A12 - плата фільтру живлення ПФП.

### *1.2.2 Опис конструкції.*

Конструкція телевізорів умовно складається з двох частин - уніфікованої та неуніфікованої. Уніфікована частина - це уніфіковане шасі (блок ЗУСЦТ) з встановленими на ньому уніфікованими модулями А1, А2, А3, А4, А3, А6, А7. Неуніфікована частина - це корпус телевізора, у якому встановлені інші, неуніфіковані вузли А10 та А12, А17.

Шасі складається з двох рамок з заземлюючими лампами для кріплення модулів. Рамки з'єднані двома кутками - зверху та знизу.

Модулі радіоканалу, кольоровості, строкової та кадрової розгортки встановлені на шасі у затискаючих лапках та закріплені самонарізуючими гвинтами.

Модуль живлення встановлений у нижній частині шасі.

Плата з'єднань встановлена у напрямляючих держателях перпендикулярно платі модуля живлення.

Телевізори конструктивно виконані асиметрично зі зміщенням кінескопу вліво по фронті та групуванням усіх елементів керування у правій частині передньої панелі.

Несучим елементом конструкції є дерев'яний корпус. Знизу корпусу прикріплені бруски-ніжки, з пластиковими протискользячими втулками. Спереду у корпус встановлена пластмасова панель, яка має по периметру ребро жорсткості, яким воно кріпиться до корпусу.

Кінескоп встановлюється на кронштейнах та закріплюється гайками зі стопорними шайбами. На дні корпусу закріплені два кронштейни для встановлення шасі, які дозволяють встановлювати шасі у вертикальному (робочому), нахиленому та горизонтальному (для ремонту) положеннях.

У вертикальному положенні шасі додатково закріплено двома гвинтами. На дні корпусу встановлені плата фільтру живлення (А 12) та кронштейн з антенними гніздами. Блок керування (А9) встановлений на передній панелі та закріплений гвинтами. До блока входить підсилювач низької частоти.

Ззаду телевізор закритий пластмасовим кожухом, який кріпиться чотирма зажимами до кронштейнів, які встановлені у корпусі.

### *Позиційні позначки.*

Позиційні позначки елементів принципової схеми складаються з порядкового номеру модуля (пристрою) та порядкового номеру елемента. Наприклад, 6R3 означає, що резистор R3 встановлений у модулі А6.

При переліку ряду елементів, які входять в один й той же модуль, його позначка згадується один раз перед скобкою. Наприклад 1.3(L1, C19, R31) означає, що контур L1, C19, R31 встановлений у субмодулі радіоканалу 1.3.

У кожному модулі прийнята сквозна нумерація з'єднувачів. Вилка та розетка, які з'єднуються одне з одним по схемі мають, як правило, однаковий номер. Позначка вилки та розетки складається з двох частин: позиційного позначення з'єднувача у межах модуля, якому він належить та адресу у скобках, тобто позначки модуля, у якому встановлена відповідна частина.

Наприклад, вилка з'єднувача Х5 модуля А1 позначена Х5(А3), т.я. вона з'єднується з розеткою Х5 модуля А3; розетка Х5 модуля А3 позначена Х5(А1), т.я. вона з'єднується з вилкою Х5 модуля А1.

Для з'єднаних з'єднувачів у дужках вказані позначки з'єднуваних модулів - наприклад Х5(А1-А3) або Х5(А3-А1).

При неспівпаданні номерів з'єднуваних вилки та розетки, адрес у позначенні з'єднувача складається з позначення модуля та позначення відповідної частини з'єднувача у ньому. Наприклад, вилка з'єднувача субмодуля синхронізації П1.4 позначається Х1{А1.Х8). т.я. вона з'єднується з розеткою Х8 модуля радіоканалу А1.

### *1.2.3 Структурна схема телевізора ЗУСЦТ.*

Високочастотний телевізійний сигнал поступає з антени на вхід селектора каналів СК-М-24-2С або СК-Д-24С, які встановлені на модулі радіоканалу А1(МРК-2-5).

Селектор СК-М-24-2С призначений для перетворення прийнятого В. сигналу у метровому діапазоні та виділення проміжної частоти зображення (38,0 МГц) та проміжної частоти звуку (31,5 МГц).

Селектор СК-Д-24С призначений для прийому в дециметровому діапазоні. Попереднім підсилювачем проміжної частоти для СК-Д-24С є суміжник селектору СК-М-24-2С з його резонансними ланцюгами.

Для перемикання програм використовується прилад сенсорного вибору програм. Напряга перестройки по діапазону поступає на варіапи селекторів та перестроює по частоті вхідні, підсилювальні та гетеродинні ланцюги. УСУ-1-15 містить органи попередньої настройки та перемикачі діапазонів з електронним комутатором.

Сигнал проміжної частоти зображення та звуку з входу СК-М-24-2С подається на розташований у модулі МРК-2-5 субмодуль радіоканалу СМРК-2-1 (А 1.3), де він поступає на вхід ППЧЗ, а з його виходу, підсилений - на АПЧГ та відеодетектор. У якості системи вибору в ППЧЗ використовується фільтр поверхневих акустичних хвиль (ПАХ).

З виходу АПЧГ змінний сигнал похибки АПЧГ поступає на селектори СК-М-24-2С та СК-Д-24С.

З відеодетектору протектований сигнал поступає на схему АРП, з якої виділена напряга АРП подається на ППЧЗ та селектори СК-М-24-2С та СК-Д-24С.

В УПЧИ, відеодетекторі, АПЧГ, АРП використовується мікросхема К174УР5.

З виходу відеодетектора сигнал поступає на підсилювач сигналу другої проміжної частоти звуку 6,5 МГц, далі підсилений – на частотний детектор звуку, а потім, протектований – на попередній підсилювач низької частоти.

З виходу відеодетектору сигнал також поступає через емітерний повторювач на субмодуль синхронізації УСР, у якому використовується мікросхеми К174ХА11. У субмодулі УСР з повного відеосигналу виділяються строкові та кадрові синхроімпульси, формуються задаючі сигнали строкової розгортки та стробімпульси виділення кольорової піднесучої; у субмодулі розташована схема АПЧ й Ф.

З виходу відеодетектору через емітерний повторювач відеосигнал поступає у канали кольоровості та яскравості модуля кольоровості МЦ-3 (А2).

У каналі кольоровості, який вироблено у вигляді субмодуля СМЦ-2 (А2.1), відеосигнал поступає на підсилювач, де здійснюється підсилення прямого та затриманого сигналів; з підсилювача сигналів кольоровості сигнал поступає на схему кольорової синхронізації та на детектори сигналів кольоровості. Схема кольорової синхронізації керується стробуючими імпульсами строкової розгортки та імпульсами зворотнього ходу кадрової розгортки, які поступають відповідно з субмодуля синхронізації та модуля кадрової розгортки А6. З детекторів кольорорізничні сигнали подаються у канал яскравості. У субмодулі кольоровості А2.1 виробляється також напруга для вмикання каналу кольоровості та перемикання режекторного кола у каналі яскравості.

В каналі яскравості здійснюється регулювання контрастності, яскравості, режекція сигналів кольоровості та перша прив'язка рівня чорного.

Підсилені кольорорізносні та яскравісні сигнали поступають на матриці, в яких утворюються сигнали первинних кольорів, які подаються на вихідні відеопідсилювачі, де вони підсилюються до величини, необхідної для нормальної роботи кінескопу.

У модулі кольоровості розташована схема обмеження струму променів кінескопу та схема гасіння зворотнього ходу розверток.

У субмодулі А2.1 використовуються мікросхеми К174ХА9 та К174ХА8, а у каналі яскравості та матрицювання - К174УК1 та

## К174АФ5.

Для живлення телевізора використовується принцип проміжного перетворення випрямленої мереживної напруги у імпульсну із наступною трансформацією.

Модуль імпульсного живлення А4 (МП-3-3) включає до себе випрямлювач та перетворювач, складений з блокінг-генератора, приладів стабілізації та захисту, приладу запуску. Випрямлювачі 130 В, 28 В, 15 В та стабілізатор 12 В забезпечують живлення відповідних ланцюгів телевізора.

Модуль строкової розгортки А7 (МС-3) та модуль кадрової розгортки А6 (МК-1-1) призначені для створення відхиляючих струмів строкової та кадрової частоти та ряду імпульсних напруг для роботи схеми обмеження струму променів, стабілізації розмірів, керування схемою АПЧ й Ф.

Модуль МС-3 з джерелом напруг для живлення ланцюгів кінескопу, напруження 220 В для живлення вихідних відеопідсилювачів модуля кольоровості А2 та блоку керування А9. Напруження для живлення другого аноду кінескопу та фокусуємого електроду виробляються напівпровідниковим помножувачем напруги.

Схема модуля кадрової розгортки складається з задаючого генератора пилоподібної напруги та формувача імпульсів гасіння, каскаду регулювання розміру, лінійності, попереднього підсилювача, каскаду вольтододавання, вихідного каскаду.

Напруга мережі 220 В, 50 Гц поступає на плату фільтру живлення А12. На платі ПФП розташовані перешкодопригнічуючі ланцюги та схема розмагнічування теневої маски кінескопу, до якої під'єднується пристрій розмагнічування кінескопу.

Усі оперативні регулювачі телевізора розташовано у блоці керування А9. З регулятором "НАСИЧЕНІСТЬ" конструктивно з'єднаний вимикач каналів кольоровості. У блоці А9 знаходяться кінцевий каскад підсилення НЧ та каскад стабілізації напруги 32В, яке служить для створення напруги настройки електронних селекторів каналів на програму яка приймається.



### **1.3 Контрольні запитання**

1. Виявити наявність роз'єму, який вказано викладачем на макеті.
2. Показати на макеті елемент схеми, вказаний викладачем на принциповій схемі.
3. Описати функції модуля (субмодуля), заданого викладачем.

### **1.4 Порядок проведення лабораторної роботи**

1. Вивчити розташування блоків та модулів на лабораторному макеті (приймач З УСЦТ).
2. Визначити придатність роз'ємів на макеті, використовуючи принципову схему телевізора.
3. Вивчити призначення структурних вузлів та модулів, користуючись цим описом.
4. Скласти функціональну схему телевізійного приймача кольорового зображення та зв'язати структурне рішення З УСЦТ з функціональною схемою.
5. Намалювати діаграму часу та спектри сигналів для точок:
  - а) антенний вхід;
  - б) вхід ПЧ;
  - в) вхід відео.

### **1.5 Прилади та обладнання**

Лабораторний стенд телевізійного приймача З УСЦТ  
“Електрон-382”.

## **Лабораторна робота №2**

### **Телевізійні сигнали мовлення системи телебачення**

#### **2.1 Мета роботи**

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

#### **2.2 Загальні відомості**

*2.2.1 Термінологія, яка використовується для позначення сигналів у телевізійній техніці:*

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

Початковий сигнал яскравості – електричний сигнал, який отримується у процесі телевізійної розвертки та перетворення зображення яке передається під час активної частоти строки, миттєві значення якого знаходяться у динамічному діапазоні від рівня чорного до рівня білуватого.

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

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

Сигнал кольоровості – сигнал однієї або декількох піднесучих, промодульованих кольорорізними сигналами, яких 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 розвертки при аналізі та синтезі зображення.

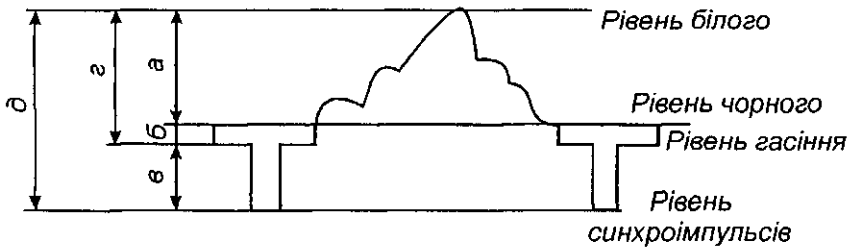
Повний телевізійний сигнал – сигнал, який складається з телевізійного сигналу та сигналу синхронізації.

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 плохого частоти гасячих імпульсів.



$a$  – сигнал зображення (сигнал яскравості);

$б$  – захистний рівень;

$в$  – синхронізуючий сигнал;

$г$  – телевізійний сигнал;

$д$  – повний телевізійний сигнал.

Рисунок 2.1 - Прийняті значення амплітудних складових і рівней сигнала в телебаченні

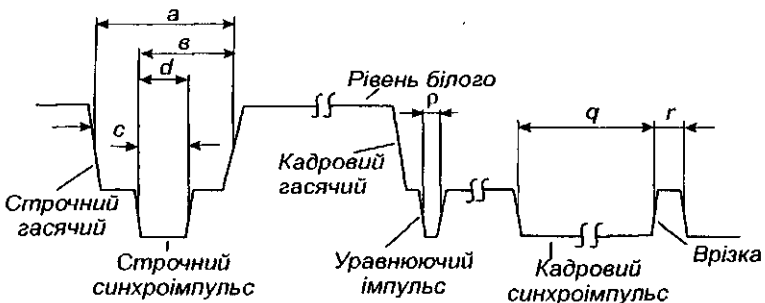


Рисунок 2.2 - Гасячі, синхронізуючі та урівнюючі імпульси

Таблиця 2.1

№	Параметр	Значення параметру	Умовне позначення мал.
1	Інтервал (тривалість) рядка, мкс	64	H
2	Тривалість рядкового гасячого, мкс	$12 \pm 0.3$	A
3	Інтервал між переднім фронтом рядкового гасячого та переднім фронтом синхроімпульса, мкс	$15 \pm 0.3$	c
4	Тривалість рядкового синх. Імп., мкс	$4.7 \pm 0.3$	d
5	Інтервал (тривалість) поля, мкс	20	V
6	Інтервал між переднім фронтом кадрового гасячого імпульсу та переднім фронтом першого урівнюючого імпульсу, мкс	$3 \pm 2$	G
7	Тривалість кадрового гасячого, нс	25	j
8	Тривалість першої послідовності урівнюючих імпульсів, нс	2.5	l
9	Тривалість послідовності кадрових синхроімпульсів, нс	2.5	m
10	Тривалість другої послідовності урівнюючих імпульсів, нс	2.5	n
11	Тривалість урівнюючого імп., мкс	$2.35 \pm 0.1$	P
12	Тривалість кадрового синхроімп., мкс	27.3	q

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

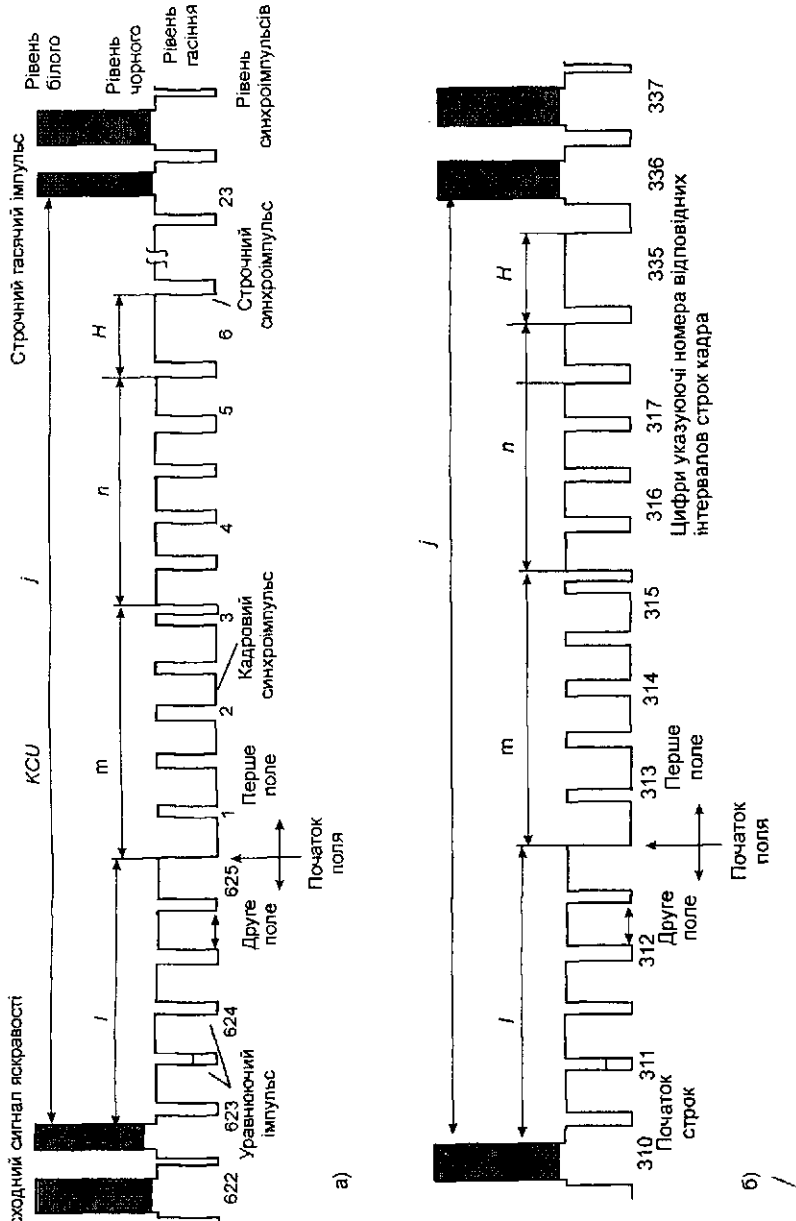


Рисунок 2.3 - Форма повного телевізійного сигналу на початку першого (а) та другого (б) полів

### 2.2.2 Загальні параметри системи чорно-білого та кольорового телебачення.

- Кадр телевізійного зображення повинен містити 625 строк та складатися з двох полів (напівкадрів) з крізьстроковим чередуванням слідувачих з частотою 25 кадрів у 1 с. Напрямок розкладення зображення по строках – зліва направо, по полям зверху вниз. Формат кадру зображення 4:3.
- Номінальне значення частоти строк повинно складати  $f_c = 15625$  Гц з припущеною нестабільністю для чорно-білого телебачення не більше  $\pm 3$  Гц, для кольорового телебачення  $\pm 0,016$  Гц. Номінальне значення частоти полів повинно складати  $f_c / 625 = 50$  Гц.
- Форма повного телевізійного сигналу та параметри гасячих та синхронізуючих імпульсів повинні відповідати наведеним у таблиці 2.1 та на мал.2.2
- Сигнал кольоровості повинен формуватися 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  $D_R$  й  $D_B$  які формуються згідно з законом

$$D_R = 1,9(E_R - E_y); \quad D_B = 1,5(E_B - E_y).$$

- Частоти спокою кольорових піднесучих при відсутності модуляції складають

$$f_{0R} = 4406,25 + 2 \text{ кГц у строках с сигналом } D_R (f_{0R} = 282 \text{ фс})$$

$$f_{0B} = 4250,00 = 2 \text{ кГц у строках з сигналом } D_B (f_{0B} = 272 \text{ фс})$$

Величини девіації: для  $D_R \Delta f = \pm 280 \pm 9$  кГц при максимальних значеннях  $+350 \pm 18$  кГц та  $-506 \pm 25$  кГц; для  $D_B \Delta f = +230 \pm 7$  кГц при максимальних значеннях  $+506 \pm 25$  кГц та  $-350 \pm 18$  кГц.

### 2.2.3 Особливості повного кольорового телевізійного сигналу.

#### Системи СЕКАМ-3б.

- Система СЕКАМ передбачає пряму та зворотню сумісність, т.б. чорно-білий ТБ приймач повинен приймати чорно-білий телевізійний сигнал.
- Так як у системі СЕКАМ передбачається частота модуляції піднесучої, використовувати дискретність спектру телевізійного сигналу для

значення взаємного впливу сигналів яскравості та кольоровості неможливо. Для покращення сумісності застосовують почергову зміну фази піднесучих від поля до поля на 180, а також на початку та кінці кожної третьої строки.

- Величина кольорової піднесучої на частоті мінімуму коефіцієнту передачі ланцюга високочастотної корекції (4,286МГц) повинен складати  $23 \pm 2,5\%$  від розмаху сигналу яскравості. Розмах сигналів кольорової синхронізації у строках з сигналом Ов який дорівнює  $50 \pm 5\%$  від розмаху повного телевізійного сигналу, а розмах у строках з сигналом Ек -  $54 \pm 4\%$ .
- Параметри ланцюгів гамма-корекції, фільтру нижчих частот, який використовують для обмеження спектра-частот кольорорізнісних сигналів та ланцюгів низькочастотної та високочастотної корекції сигналу кольоровості визначені ГОСТом 7845-79.
- Кольорова синхронізація забезпечує правильну роботу електронного комутатора приймача та здійснюється шляхом передачі імпульсів впізнання. Сигнали синхронізації передаються в 7-15 строках першого поля та 320-328 строках другого поля. При передачі імпульсів синхронізації трапецидальної форми миттєві значення частот відповідають максимальним величинам девіації (див.п. 1.2.5.)

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

- Сигнал кольорової піднесучої з первинним під час передачі гасячих імпульсів частоти строк, що визиває нестационарні процеси на вихідних частотах дискримінаторів.

Щоб підготувати частотний дискримінатор до приймання кольорового телевізійного сигналу, сигнал піднесучої починається трішки раніше, ніж активна частота строки, т.б. накладається на задній уступ гасячого імпульсу.

#### *2.2.4 Випробувальні телевізійні сигнали.*

- Частотні, фазові та амплітудні перекручування, які виникають у телевізійних трактах, можуть контролюватися звичайними радіотехнічними приладами.

Разом з тим у телебаченні широко використовуються спеціальні телевізійні випробувальні сигнали. Ці сигнали містять у собі безпосе-

редньо випробувальний (тест-) сигнал та суміш гасячих та синхронізуючих імпульсів. Дякуючи цьому стає можливим вимірювати тракт у динамічному режимі, т.б. під час вимірювань працюють схеми відновлювання зжатої складової у необхідних точках тракту, а режими електронних приладів відповідають режимам при передачі ТВ програми. Крім того, сучасні телевізійні тракти мають велику протяжність та важливо мати можливість подавати сигнал на початку тракту та проводити вимірювання у будь-якій його точці.

- У теперішній час існують два методи вимірювання ТВ трактів:
  - метод вимірювань при подаванні періодичного випробувального сигналу безпосередньо в тракт;
  - метод, змішуванні випробувальної строки у повний телевізійний сигнал та виділення та оцінки його перекручувань у необхідних точках.

Другий метод дозволяє оперативно контролювати характеристики тракту безпосередньо у процесі передачі ТВ програми та широко використовується при обміні міжнародними програмами, а також у національному телебаченні.

- Випробувальний сигнал №1 МККР являє собою симетричні прямокутні імпульси зі скважністю рівній 2 та частотою 50Гц які прорізани строковими гасячими імпульсами. Випробувальним сигналом №1 контролюють тракт в області нижчих частот, шляхом вимірювання переносу горизонтальної частоти імпульсу.
- Випробувальний сигнал №2 МККР являє собою прямокутні імпульси строчної частоти з тривалістю 25МКС та імпульси синс-квадратичної форми. Прямокутний імпульс дозволяє оцінити перехідні перекручення в області середніх (перенос імпульсу) та вищих частот. Сінус-квадратичний імпульс характеризується тривалістю  $T$  на рівні половинної його тривалості. Основна частина енергії такого імпульсу лежить у межах смуги частот до

$$T \cdot \Delta f = 1$$

Для стандартного ТВ каналу зі смугою частот до  $f_{\max} = 6 \cdot 1/10^6$  Гц

$$T = 1/\Delta f = 1/6 \cdot 10^6 \approx 0,16 \text{ МКС}$$

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



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

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

де  $m$  - лінійний розмах насадки;  $M$  - максимальний розмах насадки. Після кожного пилоподібного 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 коливаючої частоти (КЧ) розміщений між кадровими гасячими імпульсами. Сигнал прорізаний строкowymi гасячими імпульсами та частотними мітками. Діапазон вимірювання КЧ від 300кГц до 6,5мГц.

- Є і інші випробувальні сигнали, що формуються у спеціальних генераторах-датчиках випробувальних сигналів. Як правило сигнали не мають кадрової групи. Яка відповідає ГОСТ 7845-79, але є можливість роботи датчика у режимі від зовнішнього синхросигналу або повного ТВ сигналу. У цьому випадку па виході датчика формується повний ТВ сигнал.

- 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. Більшість у цих імпульсів аналогічні по призначенню до випробувальних сигналів розглянутих вище.

### 2.3 Контрольні запитання

1. Яке значення гасячих та синхронізуючих імпульсів?
2. Чому частота порівнюючих імпульсів у вирізках у 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. Намалуйте можливі перекручення цілоподібного сигналу. Які пере-  
кручення передачі яскравісного сигналу пов'язані з нелінійними  
перекрученнями? Як при цьому зміниться телевізійна картинка (на  
прикладі тест-таблиці 0249)?
8. Що таке лінійні перекручення ТВ сигналу? Як пов'язані перекру-  
чення АЧХ тракту з якістю зображення?
9. Що таке стала складова ТВ сигналу? Які перекручення пов'язані з  
втратою сталої складової?
10. Як перевірити якість роботи фіксуючих ланцюгів за допомогою  
випробувального сигналу?

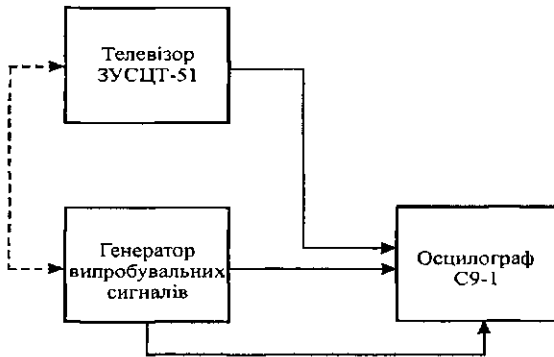


Рисунок 2.4 - Структурна схема лабораторної установки

### 2.4 Опис лабораторного стенду

1. Для виконання лабораторної роботи використовують установку, структурна схема якої наведена на мал.2.4.
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 та-

кож імпульси підсвіту строки яка виділяється.

4. Телевізійний приймач ЗУСЦТ-51-6 призначений для отримання повного телевізійного сигналу з місцевого телецентру.

### **2.5 Порядок виконання роботи**

1. На ВЧ вхід телевізійного приймача подати сигнал від випробувального генератору. На вхід осцилографу подати повний відеосигнал 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 осцилографам, які були зняти 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. У режимі роботи осцилографу "БВС" зробити стеження за змістом виділеємих строк на екрані телевізійного приймача та їх відображеннях на екрані осцилографа.
6. Виділіть групи випробувальних сигналів першого, а потім другого поля. Проведіть оцінку якості роботи телевізійного приймача по випробувальним сигналам згідно, використовуючи прийняту методику[3;4].

## Лабораторна робота №3

### Характеристики ТВ зображення

Тема: регулювання та автоматичні системи ТВ приймача кольорового зображення (ЗУСЦТ).

#### 3.1 Мета роботи

1. Вивчення роботи автоматичних регулювань, оцінка діапазону регулювання та перевірка їх працездатності.
2. Вивчення дії ручних регулювань на якість зображення (оціка за випробною таблицею або за стандартним сигналом) та звукового супроводження.

#### 3.2 Загальні відомості

##### *Оперативні регулювання.*

До складу блока керування входять оперативні регулювання "Яскравість", "Контрастність", "Насиченість", "Гучність", "Тембр НЧ", "Тембр ВЧ" (блок БУ4).

Регулювання насиченості, контрастності та яскравості робиться за допомогою змінних резисторів R1, R2, R3, в спільну точку з'єднання, на котру подана напруга +15В з модуля живлення (А-4) через контакт 8 роз'єму Х6(А-3). 3 движків резисторів напруги, що змінюються в межах від 1-12В відповщно крізь контакти 1,2,3 роз'єма Х5(А2) подаються на модуль кольоровості А2.

В блоці кольоровості регулятором "Яскравість" є регулюємий підсилювач яскравісного сигналу, який встановлює рівень "чорного", змінюючи зміщення на регулюємому підсилювачі. Регулятор "контрастність" змінює підсилення червоного та синього кольорорізносних, а також яскравісного сигналу. Регулятор "Насиченість" задає режим по постійному струму кольорорізносних підсилювачів червоного та синього. При ручному вимиканні світла (вимикач суміщений з регулятором "Насиченості) напруга на підсилювачі кольорорізносних сигналів не поступає, в результаті чого тракт проходження кольорорізносних сигналів замикається. "Гучність" регулюється за допомогою змінного резистора R4 зміненням напруги на діоді 7 ІС<sub>Д3</sub> (у субмодулі радіоканалу СМРК-2).

VD9. При перемиканні програм зростає напруга на R9, котра через C11 передається на базу VT10, викликаючи його відчинення. При цьому напруга на раніш зарядженому C12 виявляється розкладена між корпусом (плюсом через відкритий транзистор VT10) та анодом діода VD9 (мінусом). VD9 зачиняється, викликаючи зачинення VT9. Тепер на базу VT10 через R82, R83 надходить напруга джерела живлення 12В, VT10 відчиняється та переходить в режим насичення. На колекторі транзистора VT10 формується від'ємний імпульс вимкнення системи АПЧГ. C12 перезаряджується від джерела 12В через R81, замкнений SB2 та відкритий VT10. Зформований на колекторі VT10 від'ємний імпульс використовується для відключення системи АПЧГ. До функцій багатофазового тригера входить підтримка в увімкненому стані пристрою запам'ятовування тієї програми, котра вимкнена шляхом натиснення однієї з кнопок та ключей потенціалу наладки, призначених для передачі напруги на органи наладки. Многофазовий тригер має 8 однакових за схемним рішенням комірок пам'яті, кожна з яких зроблена на різнополярних транзисторах VT1-VT8 та VT11-VT18. Емітери транзисторів мають спільне навантаження R9, тому вимкнена тільки одна комірка, а інші вимкнені (в цьому випадку перша).

Як приклад розглянемо комірку 1 (транзистори VT1, VT11). У вимкненому стані обидва транзистора замкнені. При натисненні кнопки першої програми замикаються контакти першого вимикача SB1.1. Це призводить до відчинення транзистора VT1, на базу котрого через дільник R49, R21 надходить додаткова напруга від джерела 12В. Колекторний струм транзистора VT1 створює падіння напруги на резисторі R31, що призводить до відчинення транзистора VT11. Падіння напруги на резисторах R21, R41 створене колекторним струмом цього транзистора, ще більш відчиняє транзистор VT1. В результаті лавиноподібного процесу відчиняються обидва транзистора, причому VT11 переходить в режим насичення, а VT1 в режим підсилення. При проходженні струму двох транзисторів через резистор R9 напруга на ньому різко підвищується. Внаслідок чого раніш відчинений n-p-p транзистор іншої комірки зачинється, т.я. потенціал емітера перевищує потенціал бази, котрий фіксован базовим дільником. Це викликає лавиноподібний процес – зачиняється раніш вимкнена комірка та відчиняється нова.

З колектора транзистора VT11, котрий знаходиться у насиченому стані, напруга 30В подається:

- індикатор - світодіод HL1 через резистор R61;
- на потенціометр наладки першої програми через точку 1.1 - R70;
- на перший перемикач діапазонів (VT19 - VT21).

Щоб при вмиканні телевізора вмикалась перша комірка, між шиною 30В та базою транзистора VT1 вімкнене коло R50, C10. Переважне вімкнення першої комірки здійснюється примусовим її відчиненням в момент вмикання телевізора.

Комірка відчиняється через появу на базі транзистора VT1 короткочасного імпульса, створеного струмом зарядки конденсатора C10.

### 3.3.2 Схеми АРП та АПЧГ.

Системи АРП та АПЧГ зібрано на мікросхемі D2 (К 174УР 5) субмодуля радіоканалу СМРК-2, котра виконує також функції ППЧЗ, синхронного детектора та попереднього відеопідсилювача. Відеосигнал з відеодетектора 10.1 в мікросхемі D2 через відеопідсилювач (1) надходить на схему АРП13. Схема АРП виробляє напругу керування, котра подається на регулюємий підсилювач (2), а також через підсилювач постійного струму 3.1, вивод 4 мікросхеми D2, ланцюг R23, R17. Схеми АРП забезпечує збереження розмаху відеосигналу в межах (1,4рази) при змінній сигналу антенному вході селектора каналів від 0,2 до 50мВ.

До мікросхеми через вивід 14 підключено - фільтр C13, R20, C14, R21, який визначає постійну часу АРП (13). Величина затримки встановлюється підстроєчним резистором R18.

З відеодетектора 10.1 мікросхеми D2 сигнал надходить на схему АПЧГ, яка складається з детектора АПЧГ 10.2 та підсилювача постійного струму (3.2).

Через виводи 7 та 10 мікросхеми до детектора АПЧГ під'єднано опорний контур C25, L2 налагоджений на проміжну частоту зображення 38МГц. У детекторі АПЧГ 10.2 порівнюється частота сигналу, який надходить до нього з ППЧЗ, з частотою настрійки контура АПЧГ (38 МГц) та виробляється напруга помилки, пропорційна різниці цих частот. Ця напруга визначається розладом частоти гетеродина детектора каналів.

*Регулювання:*

Встановити регулятори "Гучність", "Тембр" у крайні, праві за годинниковою стрілкою положення. Розімкнути роз'єм Х9 (А1) та подати на контакти 3, 5 від звукового генератору 0,2В з частотою 1кГц.

Вольтметр змінного струму під'єднати до роз'єму підключення динамічної головки В1 (контакти 1, 2 роз'єму Х16 (А9)). При цьому вольтметр має показувати напругу не менше 3В, під'єднати паралельно вольтметру осцилограф. Змінюючи вхідний сигнал, що подається від звукового генератору на вхід блоку керування, до отримання на вольтметрі 1В.

Встановити частоту вхідного сигналу 10кГц та впевнитися за вольтметром, що напруга на виході змінюється у межах 0,35...2,5В у залежності від положення регулятора "Тембр ВЧ". Встановити частоту вхідного сигналу 100Гц та впевнитися за вольтметром, що напруга на вході змінюється у межах 0,65...2,2В в залежності від положення регулятора "Тембр ВЧ".

При обертанні регуляторів "Яскравість", "Насиченість", "Контрастність" на контактах 1, 2, 3 роз'єму Х5(А2) напруга повинна змінюватися у межах 1 - 11В, якщо кнопка «норм. колір» відтиснута. При натиснутій кнопці на контактах 2, 3 роз'єму Х5(А2) повинна бути фіксована напруга 8-9В котра встановлюється змінними резисторами на платі блоку керування (оптимальне зображення за кольоровою насиченістю та контрастністю).

*3.6.3 Перевірка працездатності системи АПЧГ.**Настройка:*

Увімкнути генератор телевізійних сигналів та подати на вхід телевізора сигнал випробувальної таблиці, або сітчатого поля амплітудою 1мВ, модульований частотою 4,5 МГц зі звуковим супроводженням частотою 1000Гц. Контакт 7 роз'єму Х1(А1) під'єднати осцилограф та отримати осцилограму відеосигналу та замалювати її.

Від'єднати АПЧГ та отримати ручною настройкою частоти гетеродина стійкого якісного зображення. Додатні та від'ємні викиди на майданчику білого, на синхронізуючому імпульсі та гасячому імпульсі повинні бути мінімальними, а майданчики гасячого імпульсу - горизонтальними. Це досягається обертанням за допомогою викрутки серцевини катушки L1 у субмодулі СМРК-2. При цьому зображення на екрані телевізора повинно бути стійким з найкращою стійкістю верти-

кальних ліній та при мінімумі окантовок та повторних зображень. Увімкнути АПЧГ, при необхідності підстроїти катушку L2 до отримання зображення з такою ж якістю, що і за умов ручної настройки. Виміряти розмах відеосигналу який повинен бути у межах 2-3В.

#### *3.6.4 Для перевірки працездатност АПЧГ.*

Увімкнути "АПЧГ" та змінним резистором відповідної програми блоку вибору програм отримати найкращу розрішаючу здібність, без окантовок та повторів. Далі тим самим змінним резистором змінити частоту гетеродину до помітного порушення розрішаючої здібності. Після цього вмикають пристрій АПЧГ. При цьому повинно встановлюватися зображення зі стійкою синхронізацією та з розрішаючою здібністю на гіршою за ту, що була отримана за умов ручної настройки. Після перевірки пристрою АПЧГ його необхідно вимкнути, встановити змінний резистор блоку вибору програм у положення, що відповідає найбільшій розрішаючій здібності, а потім вимкнути.

#### *3.6.5 Перевірка працездатності системи АРП.*

Подати від генератору телевізійних сигналів на антенний вхід телевізора сигнал тестової таблиці амплітудою 250мкВ. Під'єднати вольтметр до контакту 14 роз'єму X1(A1.3) СМРК-2, а до контакту 7 роз'єму X1(A1.3) під'єднати осцилограф. При цьому показання вольтметра будуть 7,5 - 8,5В.

Виміряти за осцилограмою розмах відеосигналу. Збільшуючи сигнал до 20мВ при п'яти фіксованих значеннях зняти показання вольтметра та значення розмаху відеосигналу. При цьому розмір розмаху не повинен змінитися більш ніж 1,4 рази (3дБ), а показання вольтметра зменшитися до 3-4В. За даними вимірами побудувати регульовочну характеристику.

### **3.7 Зміст звіту**

1. Виводи про необхідність ручних та автоматичних регульовок.
2. Дійсні напруги та осцилограми (де вимагається) при перевірці роботи або регулюванні системи (див.лабораторне завдання).
3. При перевірці системи АРП побудувати регульовочну характеристику.
4. Відповісти на контрольні питання.



## **Лабораторна робота №4**

### **Тракт розгортки телевізійного приймача**

#### **4.1 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).

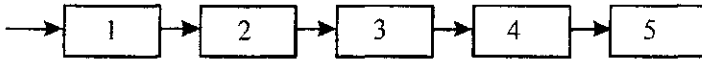
#### **4.2 Загальні відомості**

Керування електронним променем (розгортка) здійснюється магнітним полем, що відтворюється кадровими та рядковими катушками відхиляючої системи (ВС), яка розміщена на горловині кінескопу. Наближено можна рахувати, що зв'язок між напруженістю магнітного поля (струмом у катушках) і величиною відхилення лінійний. Тобто мета тракту розгортки - створити у відхилюючих катушках пилоподібний струм.

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

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

Повний  
відео сигнал



- Де : 1 – схема виділення синхроімпульсів (строчних або кадрових);  
 2 – генератор імпульсів, що задають часові інтервали (під керуванням синхроімпульсів);  
 3 – каскад формування напруги, що керує вихідним каскадом;  
 4 – вихідний каскад (генератор пилоподібного струму);  
 5 – катушки (строчні або кадрові відхилюючої схеми).

Рисунок 4.1 – Схема розгортки

Форма керуючої напруги вихідного каскаду генератору, що забезпечує у нагрузці (катушках) пилоподібний струм, заложить від швидкості розгортки (швидкості зміни пилоподібного струму) та параметрів нагрузки.

Умовно розрізняють генератори повільної та швидкої розгортки. Повільні розгортки ті, при яких вплив паразитної ємності катушки та паразитної ємності виходу окінечного каскаду можна не враховувати. До цього випадку можна віднести вертикальну (кадрову) розгортку трансляційних систем телебачення, а також вертикальну й горизонтальну розгортку малокадрових систем телебачення. Форма струму у катушці та форма напруги на індуктивності та активному опорі для випадку повільної розгортки є класичною.

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

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

Пилоподібний струм у катушці 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  $T_1$  и  $T_2$  проміжки часу, що відповідають часу прямого та зворотнього ходу розгортки.

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

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

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

Звернемо увагу, що відношення складових  $U_R$  та  $U_L$  визначається відношенням активного опору і індуктивності катушки.

У випадках коли  $R \gg L$  або  $R \ll L$  форма керуючої напруги повторює форму  $U_R$  та  $U_L$ .

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

При разомкненому ключі відбувається заряд конденсатора через резистор  $R_1$

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

Коефіцієнт нелінійності при прямому ході:

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

Для створення імпульсної складової напруги послідовно зарядній ємності включають резистор. При цьому вихідна напруга має вигляд:

$$U_{сux} = U_c + U_R$$

Вихідний каскад генератора повільної розгортки працює в режимі посилення керуючої напруги.

При швидкій розгортці вплив паразитних ємностей не можна не враховувати. Розглянемо роботу генератора пилоподібного 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:

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

У момент часу  $t = t_1 = T1/2$  розімкнемо ключа. В контурі виникають вільні коливання, період яких визначається параметрами контуру:

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

Струм у 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 катушці 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 катушці дорівнює нулю), тобто напруга на конденсаторі (індуктивності) максимальна.

Визначимо напругу на катушці під час вільних коливань.

Струм у катушці:

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

Враховуючи значення  $I_m/2$  отримаємо:

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

Напруга на контурі:

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

Амплітуда зворотної напруги за індуктивністю дорівнює:

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

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

У момент часу  $t_3$  ключа замкнемо. Вільні коливання у контурі перервуться за рахунок шунтування ( $R_i$  джерела дорівнює нулю).

Струм у катушці під впливом постійної напруги знов тече у пряму сторону. Процес прямого ходу триває до моменту розриву ключа.

У розглянутому ідеалізованому прикладі ключ є двостороннім, опір катушки й внутрішній опір джерела прийняті рівними нулю.

У реальних обставинах джерело живлення, ключ та відхилююча катушка мають кінцевий активний опір. Об'єднаємо усі ці опори в один Рекв. Не враховуючи вплив ємності при прямому ході, відмітимо, що наростання струму у катушці при наявності активного опору відбувається вже не за лінійним законом, а за експоненціальним:

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

Коефіцієнт нелінійності струму:

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

Тобто для зниження нелінійності потрібно зменшити Рекв та збільшити  $L_k$ .

В якості керуемого ключа використовується електронний прилад (лампа, транзистор, тиристор). Як правило, роль двостороннього ключа виконують паралельно під'єднані міцний транзистор і діод. Керує ключем управляюча напруга  $U_b$  отримана від керуючого каскаду, який у свою чергу керується рядковими синхроімпульсами.

На інтервалі часу  $0 - t_1$  ключ замкнено (вихідний транзистор у режимі насичення), струм крізь катушку зростає по лінійному закону.

Діод замкнено зворотною прикладеною напругою. В момент  $t_1$  ключ розмикається (вихідний транзистор запирається). У контурі виникають вільні коливання. За півперіода вільних коливань змінюється полярність напруги на контурі (тобто й на паралельно ідключених до нього діоді та транзисторі) Діод відкривається й забезпечує ланцюг протікання струму прямого ходу крізь катушку (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 відхилюючу катушку дорівнює сумі струму діода й зворотнього струму колектора. В момент часу  $t_3$  транзистор відкривається й цикл відбувається знов. Часові співвідношення для напруги, що керує працею вихідного транзистора можна визначити за осцилограмами.

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

#### 4.3 Контрольні запитання

1. Пояснити процес виділення кадрового СІ.
2. Пояснити процес формування імпульса запуску строкової розгортки.
3. За принциповою схемою з використанням осцилограм пояснити роботу задаючого генератора кадрової розгортки у режимі автономному та синхронізованому.
4. Пояснити за принциповою схемою з використанням осцилограм формування струмів розгортки у кадрових відхилюючих катушках.
5. Пояснити дію регульовок "частота", "розмір", "центрівка", "лінійність" модуля кадрової розгортки.
6. Призначення модуля корекції раstra.
7. Пояснити формування керуючого сигналу для вихідного каскаду (УТ2) строкової розгортки (використовуючи принципову схему та осцилограми).
8. Пояснити формування струмів розгортки у рядкових відхилюючих катушках.
9. Пояснити формування та використання кадрових імпульсів гашення.

#### **4.4 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.

Опис дії блоків синхронізації та розгортки принципів схеми та осцилограми надано у доданку цієї інструкції.

#### **4.5 Порядок проведення лабораторної роботи**

1. Подати на ВЧ вхід ТБ 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 автоколивань. Зняти осцилограми у тій самій послідовності, що й за п.2. Відмітити зміни.
4. Цей пункт та наступні виконувати під наглядом викладача. При відхиленому генераторі випробувальних сигналів дати оцінку границям зміни частоти слідування імпульсів запусків рядкової розгортки (19) та границі зміни довжини імпульсів задаючого генератора частоти кадрів (27) при зміні положення регулятора "частота".
5. 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).
6. Провести спостереження за роботою схеми центрівки зображення за вюсю Y (вертикаль). Схема центрівки виконана на діодах D7 та D8, перемінному резисторі R37, підключеному до кадрових відхилюючих катушок через лімітуючий резистор R36. Струм

відхилення, що тече у відхилюючих катушках, 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 катушки кадрової відхилюючої системи, що викликає зміщення центру розгортки за вертикаллю.

Вимірювання є непрямим (КТ31). 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.



**Рекомендована 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. Новаковский С.В. Цвет на экране телевизора: Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1997. – 168с.
6. Новаковский С.В. Сборник задач с решениями по основам техники телевидения: Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1998. – 168с.
7. Хохлов Б.Н. Декодирующие устройства цветных телевизоров. – 2-е изд. – М.: Радио и связь, 1992. – 368с.
8. Проектирование и техническая эксплуатация телевизионной аппаратуры / Безруков В.Н., Беляев В.С., Дерibas Г.Т. и др.; Под ред. С.В. Новаковского. – М.: Радио и связь, 1994. – 360с.

## Додаток А

### Опис схем тракту розгортки

#### *Селектор синхроімпульсів, задаючий генератор строкової розгортки*

Повний відео сигнал додатної полярності виділений у субмодулі радіоканалу та через розділяючий конденсатор С7, інтегруючу ділянку R4, С2 та поміхоподавляючий ланцюг С1, VD1 подається на базу транзистора VT1, що виконує роль попереднього селектору синхроімпульсів.

Початкове зміщення на транзисторі VT1 та діоді VD1 задається резисторами R1, R5, R6, колекторної нагрузкою є R5 та R6. З колектора T1 виділяється синхросмісь через резистор R9, розділяючий конденсатор С3 та вивід 9 мікросхеми (МС) Д1 (К174ХА11) подається на вхід амплітудного селектору (14).

Початкове зміщення на схему (14) задається резистором R7, який підключено до джерела живлення через фільтр R16, С6.

З амплітудного селектору (14) в МС Д1 повний синхросигнал подається на схему виділення кадрових синхроімпульсів (18.1) та схему виділення строкових синхроімпульсів (18.2).

Строковий синхроімпульс, виділений схемою (18.2) подається на фазовий детектор (11.1). Одночасно на фазовий детектор (11.1) з задаючого генератора (21) подаються пилоподібні імпульси.

Генератор (21) виробляє коливання визначеної частоти високої стабільності. На виході генератора (21) отримується пилоподібна напруга із лінійно наростаючими фронтами та дві протифазні послідовності прямокутних імпульсів, що збігаються з фронтами пилоподібної напруги.

Для того щоб отримати високоякісну синхронізацію у мікросхемі Д1 закладено дві петлі автоматичного регулювання параметрів вихідного строкового імпульсу:

Синхроімпульс – задаючий генератор.

Задаючий генератор – вихідний каскад.

Перша петля проваджує підстройку частоти та фази імпульсів генератора (21) під параметри синхроімпульсів, що здійснюється у фазовому детекторі (11.1). З виходу детектора (11.1) керуюча напруга через вивід 13МС, резистор R11, вивід 15МС підводиться до задаючо-

го генератора (21) та керує частотою і фазой його коливань. До виводів 12 й 13 МС Д1 підключено фільтр низької частоти R8, C8, R10, C11.

Постійна часу фільтра низької частоти автоматично зменшується за відсутності синхронізації, коли необхідна ширша смуга захвату, й збільшується при наявності синхронізації для запровадження поміхостійкості.

Автоматичне перемикання постійної часу фільтру низької частоти відбувається за допомогою перемикача (4), що керується піковим детектором співпадань. (11.2).

З задаючого генератора (21) керуючі імпульси поступають до генератора тестових (прямокутних) імпульсів (17.1), формуючий прямокутні імпульси із частотою сигнала задаючого генератора (21) та тривалістю 7,5мкс.

Ці імпульси подаються на піковий детектор (11.2), на який з амплітудного селектора (14) поступає повний синхросигнал.

При співпаданні фази строкових синхроімпульсів у піковому детекторі (11.2), що відбувається під час стійкої синхронізації, перемикачем (4), забезпечується включення великої постійної часу фільтру низької частоти.

При порушенні синхронізації, коли сигнали, що порівнюються у піковому детекторі (11.2) не співпадають у часі, то за допомогою детектора (11.2) перемикач (4) виконує автоматичне ввімкнення малої постійної часу фільтра низької частоти, це відбувається за рахунок замикання контакта 3 поєднача XI на корпус.

Вимушене ввімкнення малої  $\tau$  АПЧФ відбувається подачею постійної напруги на вивід 11 мікросхеми через ланцюг R22, C15.

До задаючого генератора (21) через вивід 14МС Д1 підключено конденсатор C14 (що задає час), який заряджається та розряджається від верхнього 7.6В до нижнього 4.4В порогових значень. Зміна струму заряду при постійному розмірі ємності задаючого конденсатора зводить до зміни частоти генератора. Регулювка частоти строк здійснюється змінним резистором R14, що входить до розділювача (R14, R15, R13) джерела живлення +12В.

Друга петля автоматичної регулювки параметрів вихідного рядкового імпульсу: задаючий генератор – вихідий є необхідним задля компенсування інерційності транзисторів вихідного каскаду строкової розгортки.

Імпульс зворотнього руху строкової розгортки з виводу 5 трансформатору E2 у модулі (A7) строкової розгортки поступає на контакт 3 поєднувача Ч2 та далі через лімітуючий резистор R20 та вивід 6 МС Д1 до фазового детектора (11.3). На другий вхід фазового детектора (11.3) із задаючого генератора (21) подаються імпульси строкової частоти. Фазовий детектор (11.3) порівнює частоту та фазу коливань задаючого генератора (21) із імпульсами зворотнього руху строкової розгортки, та резистуючий сигнал із фазового детектора (11.3) поступає на фазовий регулювач (12). Фазовий регулювач (12) забезпечує компенсацію інерційності та зачинення транзистора вихідного каскаду строкової розгортки Т2 (A7) шляхом відповідного збільшення тривалості вихідного сигналу генератора (21).

За допомоги зовнішнього дільника R25, R23 здійснюється ручна регулювка фази.

Напруга з виходу фазового регулятора (12) поступає на формувачі: генератор тестових імпульсів (17.1) та генератор вихідних керуючих імпульсів (17.2).

У схемі генератора тестових імпульсів (17.1) відбувається фазування імпульсів, що поступають на схему (18.2). Генератор імпульсів (17.1), формуючий прямокутні імпульси з частотою сигналу генератора (21), використовується для уникнення впливу імпульса зворотнього руху строкової розгортки на роботу першої петлі автоматичного регулювання, що здійснюється при співпадінні у піковому детекторі (18.2) фаз строкових синхроімпульсів та тестових імпульсів.

На генератор вихідних керуючих імпульсів (17.2) поступають два сигнали: з фазового регулятора (12) керуючий сигнал та сигнал із задаючого генератора (21), за допомогою якого коректується тривалість строкового керуючого імпульса у генераторі (17.2).

Результатом цього у генераторі (17.2) відбувається доповнююча корекція фази двох сигналів.

Сформовані строкові імпульси керування подаються на вхідний підсилювач потужності (1.2), звідки через вивід 3 МС Д1, резистор R21, контакт 2 поєднувача X2 - на попередній каскад строкової розгортки (база транзистора Т1) розміщений у модулі А7.

Для якісної пратці каналу яскравості та схеми кольорової синхронізації у мікросхемі Д1 передбачено формування спеціального стробуючого імпульсу. Стробімпульс виробляється формуванням (19), що керується задаючим генератором строкової розгортки (21). Це за-

безпечує фіксоване положення стробімпульса відносно строкового синхроімпульса при роботі першої петлі фазового регулювання у режимі захвату.

Імпульс гашення формується із імпульса зворотнього руху строкової розгортки, що поступає з 4 та 5 виводів ТВС (А7) через резистор R20 на вивід 6 МС Д1. Імпульс гашення зміщується із стробімпульсом на загальному виводі формування (19) та через вивід МС Д1, лімітуючий резистор R24, контакт 2 поєднувача ХІ подається на модуль кольоровості, де використовується у схемі СЦС та схемі гашення.

### *Кадрова розгортка.*

Повний синхросигнал з амплітудного селектора (14) (див. мал.П1) у мікросхемі Д1, розташованій у субмодулі синхронізації УСР (А1.4) подається на схему виділення кадрових синхроімпульсів (18.1) і далі - на підсилюючий каскад (1.1) у тій самій мікросхемі. Сформовані кадрові синхроімпульси додатньої полярності з каскаду (1.1), через вивід мікросхеми Д1, лімітуючий резистор R18 подаються на емітер транзистора VT1 задаючого генератора кадрової розгортки.

Задаючий генератор зібрано за схемою генератора пилоподібної напруги із високою лінійністю, на транзисторах різної провідності VT1 та VT2. При увімкненні живлення обидва транзистори відкриваються і являють з себе двохкаскадний підсилювач, у якому вхід одного каскаду з'єднано з виходом другого через конденсатори С2, С4, тобто охоплено глибоким додатнім зворотнім зв'язком, що викликає лавиноподібний процес.

У результаті лавиноподібного процесу обидва транзистори відкриваються й переходять у режим глибокого насичення, тому що струми баз значно перевищують величину, яка необхідна для повного відкривання транзисторів.

Проміжок часу, коли транзистори знаходяться у режимі насичення, відповідає часу зворотнього руху, конденсатор С1 заряджається за ланцюгом: джерело +12В, резистор R9, діод VD1, перехід емітер - база транзистора VT1, конденсатор С2, перехід колектор - емітер транзистора VT2, корпус.

Конденсатор С4 заряджається за ланцюгом: джерело +12В, резистор R9, діод VD1, перехід колектор - емітер VT1, конденсатор С4,

перехід база - емітер VT2, корпус. Резистор R4 виконує роль спільного колекторного навантаження транзисторів VT1 та VT2.

У режимі насичення транзисторів VT1 та VT2 конденсатори C1, C4 продовжують заряджатися за експоненціальним законом, що визначається опором насичення одного транзистора та опором переходу база - емітер другого транзистора. Після закінчення заряду конденсаторів C1 та C4, транзистор VT1 зачинається за базою додатною напругою на конденсаторі C1, а транзистор VT2 переходить до підсилюючого режиму.

Формування пилоподібної напруги відбувається за рахунок розряду конденсатора C4 постійним струмом за ланцюгом: верхня у схемі обкладка конденсатора C4, резистор R4, перехід колектор - емітер транзистора VT2, корпус, джерело живлення, резистор R8, нижня обкладка конденсатора C4, конденсатор C2 розряджається через резистор R3 до моменту відкриття транзистора VT1, при якому відбувається формування зворотнього руху кадрової розгортки, та процес повторюється. Швидкість протікання процесу визначається окрім ланцюга R4, C4, R8 та опору насичення транзистора VT2, величиною напруги, що живить транзистори VT1 та VT2.

Для регулювання частоти кадрів у схемі використовується дільник R8, R9, R10, який у невеликих границях зміщує напругу на конденсаторі C5, яке подається на емітер транзистора 1 та визначає величину заряду конденсатору C4.

Змішним резистором R14, що регулює частоту кадрів, встановлюють початкову частоту коливань генератора нижче, ніж частота кадрових синхроімпульсів. Прихід кадрового синхроімпульса через C2 до закінчення формування прямого ходу (розряд конденсатора C4) викликає збільшення напруги на емітері транзистора VT1 (на час тривалості синхроімпульсу) до 8В і тим самим вимушено переводить схему генератора у режим формування зворотнього ходу. Що й забезпечує синхронізацію кадрової розгортки.

С конденсатора C4 напруга поступає на базу транзистора VT3, на якому зібрано емітерний повторювач. Емітерний повторювач підсилює імпульси за потужністю та зменшує вплив наступних каскадів на задаючий генератор. У ланцюг емітера VT3 включено дільник R16 та R17. Переміщення движка резистора R16 регулює розмір за вертикаллю можна змінювати розмах вихідного сигналу, який через

конденсатор С6 поступає на базу транзистора VT4 - вхід диференційного підсилювача.

Транзистори Т4 й Т6 утворюють диференційний підсилювач, тобто підсилювач зі спільним колекторним навантаженням - резистором R21. Завдяки великому вхідному та малому вихідному опору диференційного підсилювача зводиться до мінімуму вплив вихідного каскада на задаючий генератор, чим забезпечується стабільність його роботи. Крім того диференційний підсилювач дає можливість використання від'ємних зворотніх зв'язків за постійним струмом, що спрощує схему регулювання лінійності кадрової розгортки та покращує термо-стабільність вихідних транзисторів. Керування здійснюється за базою транзистора Т6. З диференційного каскаду сигнал поступає на базу транзистора VT7 на якому виконано каскад із розділеним навантаженням. Діоди VD4, VD5 використовуються для утворення початкового відпираючого потенціалу для транзистора вихідного каскаду VT8 та одночасно забезпечують його термокомпенсацію.

Транзистори VT9 і VT8 включено послідовно через діод VD4 та працюють вони по чергову. Падіння напруги на діоді VD4 від протікаючого струму відхилення другої половини робочого ходу розгортки забезпечують запертий стан транзистора Т8 у проміжок часу коли відкрито транзистор VT9.

Схема центрівки за вертикаллю виконана на діодах VD7, VD8 та змінному резисторі R32, який підключено до кадрових відхилюючих катушок. Струм відхилення, що подається на кадрові катушки, частково відходить на корпус через резистори R36 та R37 і діоди VD7, VD8. При цьому через діод VD7 тече додатня відповідна струму, а через діод VD8 від'ємна. Якщо ці величини рівні (середнє положення R37), через відхилюючі катушки постійна складова відсутня. Якщо движець змінного резистора R37 знаходиться у такому положенні, що струми через діоди VD7, VD не рівні, виникає постійна складова того чи іншого діода, що тече через відхилюючі катушки. Таким чином і забезпечується можливість центрівки за вертикаллю.

### *Строкова розгортка.*

#### Опис та принцип роботи.

Вихідна напруга задаючого генератора строкової розгортки, що має форму прямокутних імпульсів тривалістю 28-32 мікросекунди з

періодом слідування 64-10 с., поступає на базу транзистора попереднього каскаду VT1. Нагрузкою цього каскаду є перехідний трансформатор T1 (тмс), вторична (понижуюча) оболонка якого включена у базовий ланцюг транзистора VT3. З модуля живлення (A4) через відхилюючу систему (перемичка у поєднувачі XI), розв'язуючий фільтр R, C1, первісну обмотку трансформатора T1 подається живлення (+130В) на колектор транзистора VT1.

Транзистор VT1 разом із трансформатором T1 призначено для узгодження задаючого генератора з вихідним каскадом та для утворення сигналу, що забезпечує оптимальний режим переключення транзистора вихідного каскаду VT3.

Щоб не припустити виникнення затухаючого коливання у контурі, утвореному індуктивністю обмотки трансформатора T1 та її паразитною ємністю, вжито диференціююче коло C2, R4, включене паралельно обмотці.

Конденсатор C2 понижує частоту коливального процесу, з резистором R4 шунтує контур настільки, щоб на обмотці виникала тільки напівхвиля викиду опору, яка трансформується у вторинну обмотку (ТМС) T1.

З вивода 3 трансформатора T1 додатня напівхвиля напруги поступає на базу транзистора VT2 й використовується для формування струму бази у момент початку відкривання транзистора вихідного каскаду.

Вихідний каскад складається з електронного ключа на транзисторі VT2 (КТ838А), демпферних діодів VD3, VD4, VD5, вихідного рядкового трансформатора T2 (ТВС).

Транзистор VT2 витримує у закритому стані зворотню напругу до 1500В, а у відкритому струм до 7А при мінімальних втратах. Це забезпечує економічну та ефективну роботу вихідного каскаду рядкової розгортки.

Розряд у кінескопі - те ж саме, що й коротке замикання обмотки трансформатора T2 (виводи 14, 15), що викликає неконтрольоване зростання струму колектора транзистора VN2 та може вивести з ладу транзистор, якщо цей струм не буде лімітуватися до безпечного для даного транзистора рівня резистором R10.

У стабільному режимі схема діє наступним чином. У першу половину прямого руху магнітна енергія, накоплена у рядкових відхилюючих катушках під час попереднього процесу відхилення,



утворює струм відхилення, який переміщує промінь від лівого краю до його середини, та тече по колу: відхиляючи катушки, контакти 9, 10 поєднувача X1, катушка L4, корпус, діоди Д5, Д4, Д3; конденсатор С3; регулятор лінійності L2, контакти 14, 15 поєднувача X1, відхилюючи катушки. До моменту приходу промінів на середині екрану, коли струм відхилення зменшується до нуля, від попереднього каскаду VT1, через трансформатор T1 поступає додатній імпульс на базу транзистора T2 та починає формуватися струм відхилення другої половини екрану (другої половини прямого ходу). До моменту підходу промінів до правого краю екрану транзистор VT3 починає зачинятись, так як у цей момент закінчується додатній імпульс, що поступає від попереднього каскаду. На колекторі транзистора VT2 виникає додатній синусоїдальний імпульс напруги, який зумовлено коливальним процесом у контурі, що складається з паралельного поєднання індуктивностей відхилюючих катушок, обмотки трансформатора T2 (выводи 9-12) та конденсаторів С4, С5. Імпульс напруги зворотнього руху на цьому контурі викликає швидко зміну полярності відхиляючого струму, що у свою чергу зумовлює швидке переміщення променя від правого краю екрану до лівого, тобто зворотній хід променю. Конденсатори С4, С5 забезпечують потрібну тривалість зворотнього ходу.

Діоди Д3, Д4, Д5; конденсатори С15, С13; індуктивності катушки L3, L4 та обмоток (ТВС) T2 утворюють діодний модулятор. Резистор R9 забезпечує необхідне затухання у контурі діодного модулятора С8, L4. Ця схема використовується для корекції растра та стабілізації розміру при зміні струму промінів кінескопу.

Для центрівки растру за горизонталлю використовується схема на дроселі центрівки L1, резисторі R2 і діодах VD1, VD2. Робота цієї схеми аналогічна роботі схеми центрівки за вертикаллю (у модулі кадрової розгортки).

Схему керування діодним модулятором виконано у вигляді субмодуля корекції растра (А7.1) СКР, вона складається з підсилювача формувача параболічної керуючої напруги, широтно - імпульсного модулятора та вихідного ключа.

Підсилювач формувач параболічного сигналу, зібраний на транзисторі VT1 являє собою інтегруючий підсилювач, на вхід якого поступає пилоподібний сигнал, пропорційний струму вертикального відхилення. Цей сигнал знімається з кадрової розгортки й через резистор R2 подається на базу транзистора VT1.

У результаті дії зворотнього зв'язку через конденсатор С1 з колекторного навантаження VT1 резистора R3 на його базу відбувається інтегрування вхідного сигналу і напруга отримує параболічну форму.

З виходу інтегруючого підсилювача параболічна напруга кадрової частоти через резистори R5, R6 подається на базу транзистора VT2. Для забезпечення незалежності між регулюваннями (растру) корекції вертикальних ліній R5 та розміру R13 рівень сигналу, що знімається з R5 не повинен змінювати режим за постійним струмом транзистора VT2. Це досягається підключенням резистора R5 до дільника напруги R7, R8, при цьому на виводах R5 напруга за постійним струмом приблизно рівна.

Одночасно з випрямувача VD7 (A7) через резистор R15 поступає на базу транзистора VT2 сигнал стабілізації розміру зображення по строках. Імпульси напруги зворотнього руху рядкової розгортки з вивода 5 трансформатора T2 через контакт % поєднувача X7 поступає на інтегруюче коло R18, С6, що формує пилоподібний сигнал, який через конденсатор С5 також поступає на базу транзистора VT2.

Транзистори VT2, УТЗ утворюють диференційний підсилювач, що працює у режимі обмеження, який використовується у якості широтно - імпульсного модулятора.

При постійному співвідношенні потенціалів бази та емітера VT2 тривалість імпульсів на резисторі R9 визначається тільки миттєвим значенням кадрового параболічного сигналу, тобто за час кожного періоду кадрової розгортки послідовність рядкових імпульсів буде мати змінну тривалість - найменшу на початку періоду, максимальну у середині періода, далі знов зменшуюся до мінімуму.

Корекція подушкоподібних спотворень у напрямку строки здійснюється шляхом модуляції струму строкової частоти, що тече через рядкові катушки відхилюючої системи, струмом кадрової частоти.

Коректуючий струм кадрової частоти повинен змінюватися так, щоб розгортаюча напруга кожної зі строк зростала згідно з наближенням до середини растру й зменшувалась до деякої величини при наближенні до країв.

Імпульси з резистора R9 поступають на базу транзисторного ключа, зібраного на транзисторі VT4 і відчиняє його на час своєї тривалості. Колектор транзистора VT4 через контакт 2 поєднувача X7,

