

Міністерство освіти і науки України
Державний Університет Телекомунікацій
Кафедра радіотехнологій

Лабораторна робота 7

з дисципліни: „Основи телебачення та телевізійні системи”
на тему: „Конструктивні особливості телевізійної апаратури ”

Доцент Пархоменко В.Л.

Київ 2014

Вихідні дані лабораторної роботи



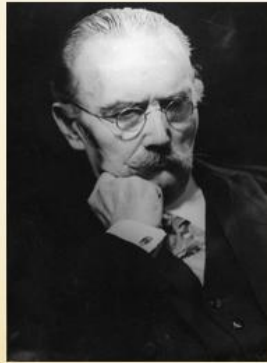
**Конструктивні особливості
телевізійної апаратури**



**Конструктивні особливості
телевізійної апаратури**

Слайд 2

Історія розвитку телебачення



Дж. Керрі (США). В його проекті була закладена ідея розкладу (розбиття) зображення на окремі елементи і передача середньої яскравості кожного елемента.



Португальський учений де-Пайва за проектуванням **одноканальної системи телебачення**.

Ідея створення першої телевізійної системи була запропонована в 1875 р. Дж. Керрі (США). В його проекті була закладена ідея розкладу (розбиття) зображення на окремі елементи і передача середньої яскравості кожного елемента. Метод поелементної передачі – основа всіх наступних телевізійних систем, у тому числі і сучасних.

В 1879 р. португальський учений де-Пайва запропонував проект одноканальної системи телебачення. Проект базувався на врахуванні інерційності зорового сприйняття, завдяки якій можлива передача інформації про яскравість всіх елементів зображення не одночасно, а послідовно (почергово).

Практична проблема послідовної передачі елементів була розв'язана в проекті польського вченого П. Ніпкова, який в 1884 р. отримав патент на оптико-механічний пристрій, відомий під назвою диск Ніпкова. Непрозорий диск містить ряд отворів, розташованих по спіралі біля зовнішнього краю. Розмір отвору визначає величину елемента зображення. Кожний отвір зміщений по радіусу до центра диска відносно попереднього на висоту отвору.

Перші практичні системи телебачення з механічною розгорткою були втілені в життя в 1925 р. Дж. Бердом в Англії.

Ідею розгортки зображення електронним променем запропонував в 1908 р. англійський інженер Кембелл-Суїнтон, а в 1911 р. дав принципову схему повністю електронної системи передачі зображень.

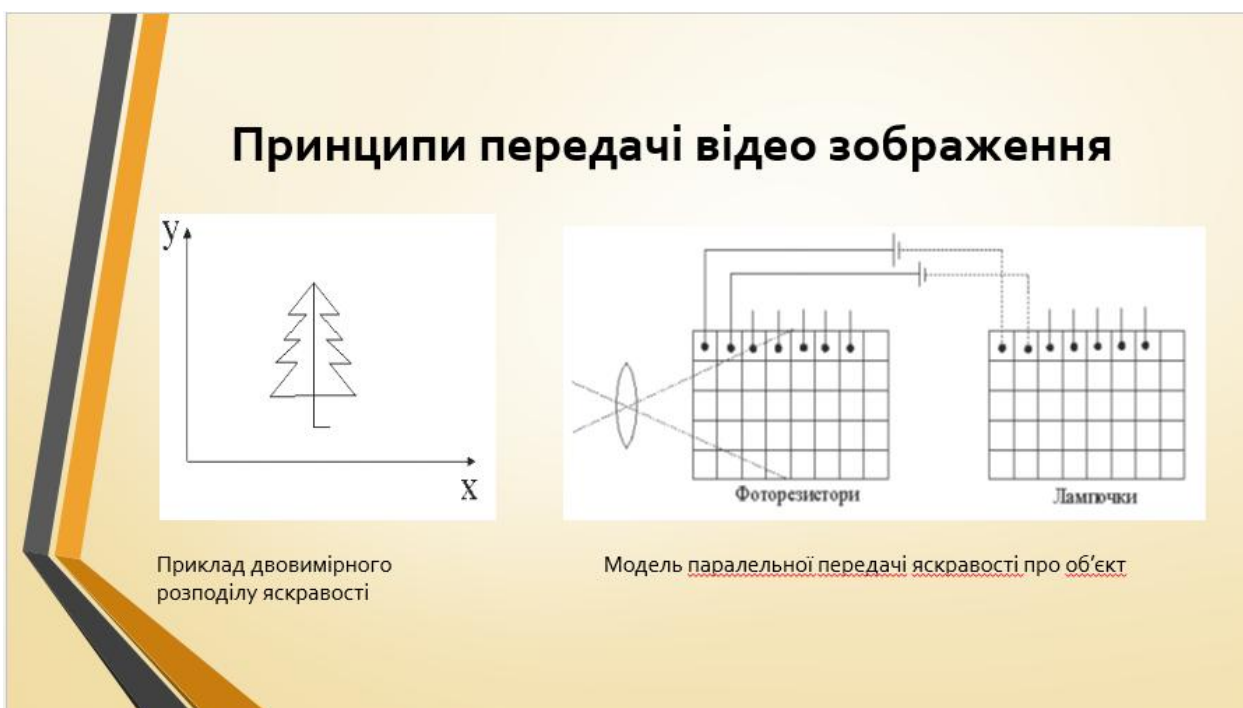
Одна з перших телевізійних систем була створена в 1929 р. в Ленінграді. Така система була оптико-механічною з розкладом в 40 рядків.

В 1934 р. система була вдосконалена до 180 рядків розкладу, 1937–1938 рр. – 343 рядки, 1948 р. – 625 рядків.

Подальший розвиток телебачення як окремої самостійної галузі (але тісно пов'язаної з доробками в електроніці) привів до впровадження кольорового телебачення 1 жовтня 1967 р.

Сучасний стан телебачення характеризується бурхливим розвитком як елементної бази, так і технологій. Цифрове телебачення, супутникове телебачення – останні досягнення людства в цій галузі.

Слайд 3



Телебаченням називається галузь сучасної радіоелектроніки, яка займається питанням передачі і прийому рухомих і нерухомих зображень електричними засобами зв'язку в реальному і зміненому масштабі часу. *Задачею телебачення* є отримання на приймальному телевізійному пристрої зображення, яке відповідає об'єкту передачі. Ця задача вирішується складним комплексом апаратури передачі, кодування, декодування, перетворення, відображення та іншими операціями з обробки візуальної інформації.

В основі телебачення лежать три фізичні процеси:

- перетворення світлової енергії в електричні сигнали;
- передача і прийом електричних сигналів;
- перетворення електричних сигналів в оптичне зображення.

Сучасне телебачення базується на двох принципах:

§ розбивка зображення об'єкта, що передається, на окремі елементарні площини (елементи);

§ почергова передача яскравостей цих елементарних площ (попередня передача елементів зображення).

Нерухомі оптичні зображення (фото, слайд) – це двовимірний розподіл яскравості I (рисунок 1.1) (для чорно-білого зображення), або розподіл трьох основних кольорів RGB: $I_R(x, y)$, $I_G(x, y)$, $I_B(x, y)$.

Для рухомих об'єктів додають час: $I(x, y, t)$.

В 1875 р. американський фізик Керрі запропонував паралельний спосіб передачі інформації. Він пропонував зображення, що передається, спроектувати оптичним об'єктивом на панель селенових фоторезисторів, кожний із яких через свій канал зв'язку і електричну батарею з'єднувався з приймальною електролампю. Таким чином, Керрі та інші винахідники намагалися зробити електричну модель людського ока (рисунок 1.2).

Однак практично реалізувати сотні тисяч каналів зв'язку, батарей, приймальних електроламп та інших деталей пристрою було неможливо ($N \gg 500000$).

В 1880 р. був запропонований метод послідовної передачі інформації по одному каналу зв'язку (через комутатор) (рисунок 1.3).

Цей принцип – поелементне розкладення зображення і послідовна передача сигналів через одновимірний канал зв'язку.

Він складається з таких етапів:

- 1) вимірюється яскравість 1-го елемента зображення;
- 2) перемикачі на передавальній і приймальній сторонах встановлюються в перше положення;
- 3) сигнал 1-го фотоелемента передається по одновимірному каналу зв'язку і запалює першу лампочку.
- 4) перемикачі на передавальній і приймальній стороні синхронно переміщуються в друге положення;
- 5) друга лампа запалюється з яскравістю, яка пропорційна освітленості другого елемента і т.д.

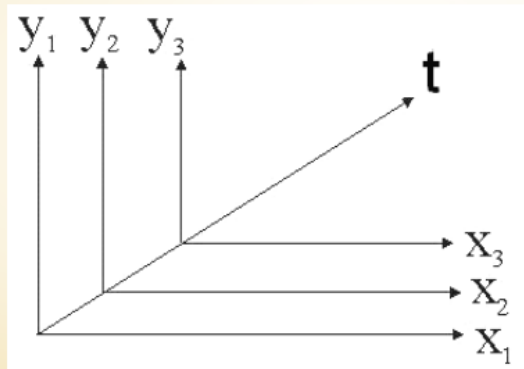
При такому способі передачі сигнал кожного фотоелемента корисно використовується лише той час, коли до нього під'єднаний комутатор ($\gg 1$ 500000 частки часу).

Такі системи є системами без накопичення сигналу.

На приймальній стороні можна або запам'ятовувати значення сигналу, який був прийнятий для кожної лампи, і обновлювати при переході до наступного сигналу, або використовувати інерційність зору.

Слайд 4

ПРИНЦИПИ ПЕРЕДАЧІ ВІДЕОЗОБРАЖЕНЬ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ



Приклад дискретизації рухомих
об'єктів на кадри

Для рухомих об'єктів яскравість у кожній точці безперервно змінюється. В телебаченні ці зміни дискретизуються і замінюються послідовною передачею нерухомих кадрів. На приймальній стороні ці кадри зливаються в безперервне зображення за рахунок інерційності органів зору людини.

Таким чином, зображення в ТБ підлягає таким операціям:

- 1) розбиття на послідовні кадри;
- 2) передача кожного елемента з передавальної на приймальну сторону. Така обробка отримала назву розкладання зображення в рядково-кадрову структуру.

Для скорочення обсягу інформації, що передається по каналу зв'язку, на передавальній і приймальній стороні вводиться *єдиний протокол розкладу відтворення*:

- 1) швидкість рядкової розгортки (частота, період);
- 2) кількість рядків у кожному кадрі;
- 3) частота кадрів і полів;
- 4) спосіб синхронізації і часові інтервали, які виділяються на передачу синхроімпульсів.

Слайд 5



Телевізійна система являє собою комплекс технічних засобів, що забезпечують передачу і прийом зорової інформації (рисунк 1.8). За допомогою об'єктива формується плоске оптичне зображення на фотокатоді перетворювача світло-сигнал. В останньому промениста енергія перетворюється в електричну і здійснюється розгортка зображення. У результаті розгортки на виході перетворювача виходить часовий сигнал, що називається *вихідним сигналом яскравості* E_c , миттєві значення якого пропорційні значенням яскравості переданого в даний момент елемента зображення.

Сигнал з виходу перетворювача піддається підсиленню і у нього вводяться імпульси, призначені для запирання перетворювача сигнал-світло в перервах між розгорткою рядків і кадрів. Цей сигнал називається *сигналом гасіння*. Ці імпульси перевищують за тривалістю імпульси гасіння для передавальних трубок. Це дозволяє перекрити можливі зсуви сигналів у часі, наприклад при перемиканні камер, що мають кабелі різної довжини.

Для забезпечення синхронності розгорток на передачі і прийомі використовується примусова синхронізація – 1 раз протягом тривалості рядка й 1 раз протягом тривалості кадру *сигналом синхронізації*, що виробляється синхрогенератором і передається під час передачі імпульсів гасіння. Сигнал синхронізації генераторів розгорток приймача передається в одному каналі з телевізійним сигналом. З цією метою імпульси синхронізації вводяться в область рівнів „чорніше чорного”.

Сигнал, що складається із сигналу яскравості і сигналу синхронізації, називається *повним телевізійним сигналом*.

Повний ТВ сигнал далі надходить у канал зв'язку. У процесі передачі по каналу зв'язку ТВ сигнал може піддаватися різним перетворенням, але на виході повинний відновлюватися початковий повний ТВ сигнал, що надходить на *підсилювач-селектор*.

Підсилювач забезпечує рівень сигналу, необхідний для керування перетворювачем сигнал-світло. У селекторі з повного ТВ сигналу виділяються імпульси синхронізації і подаються на *пристрої розгортки* перетворювача сигнал-світло для синхронізації його розгортки.

У перетворювачі сигнал-світло передане зображення поелементно синтезується. Синхронна розгортка забезпечує геометричну подібність синтезованого зображення переданому.

Слайд 6



Розгортки можна розділити на *детерміновані*, при яких траєкторія руху розгортального елемента чітко визначена і наперед задана, і *недетерміновані*, в яких напрямок руху розгортального елемента автоматично встановлюється залежно від змісту зображення.

Детерміновані розгортки. Найкращою вважається така розгортка, яка забезпечує розклад при задоволенні таких вимог:

1. За повний цикл розгортки передаються всі елементи розкладу, причому кожний однократно і за такий самий час.

2. Частота кадрів найменша.
3. Невиробничі втрати часу (на зворотний хід розгортки) мінімальні.
4. Простота технічної реалізації.

Деякі найбільш поширені види розгорток наведені на рисунку 1.13. Першій вимозі відповідають всі лінійні розгортки. В черезточковій розгортці весь кадр передається за чотири поля.

При реалізації лінійних розгорток оптико-механічними пристроями (наприклад диск Ніпкова) вони відповідають і вимозі 3. В електронних системах вимога 3 не виконується.

Найгірше вимогу 2 задовольняє рядково-реверсивна розгортка, оскільки вона призводить до зниження повторення крайніх рядків у порівнянні з рядковою розгорткою і в результаті до необхідності підвищення частоти кадрів. Найкраще цю вимогу задовольняє черезточкова розгортка, проте вона не задовольняє умову 4. Компромісним варіантом, що задовольняє вимоги 2 і 4, є черезрядкова розгортка. Зигзагоподібні розгортки задовольняють вимогу 3, проте не задовольняють інші. Синусоїдальна розгортка задовольняє вимоги 3 і 4, проте не задовольняє 1 і 2.

Спіральна розгортка з постійною кутовою швидкістю достатньо добре задовольняє всі вимоги, крім 1. При змінній кутовій швидкості вона може задовольняти вимогу 1, проте тоді не буде задовольняти 4. Найбільш доцільною для систем телевізійного мовлення є черезрядкова розгортка. Недолік: розмиті контури рухомих зображень.

Слайд 7



Відеосигнал у прямому вигляді використовувати не можна, оскільки він займе весь ефір і програми змішаються. Для цього використовують модуляцію, тобто накладання коливань одне на одне. Несуча частота береться не менш 50–60 МГц (УКХ і ДХ) – пряма видимість. Сантиметрові хвилі через велике поглинання в атмосфері застосовуються тільки для пересувних телевізійних станцій.

Для обмеження смуги частот, яку займає телевізійний радіоканал, застосовують амплітудну модуляцію для сигналу зображення, а для звукового сигналу – частотну модуляцію (ЧМ).

Слайд 8



Вплив на око світлового випромінювання визначеної довжини хвилі відчувається у вигляді кольору. Короткохвильовій межі світлового діапазону відповідає фіолетовий колір, який із підвищенням довжини хвилі поступово переходить у синій, потім у голубий, зелений, жовтий, оранжевий і, насамкінець, червоний, що замикає довгохвильову межу світлового діапазону.

Відносна спектральна чутливість ока має максимум на хвилі 555 нм, що відповідає жовто-зеленому кольору, і спадає при віддаленні від цієї ділянки, практично досягаючи нуля при довжинах хвиль 380 і 770–800 нм.

Колір може оцінюватися суб'єктивно і об'єктивно.

Суб'єктивно колір оцінюється *світлістю, колірним тоном і насиченістю колірному тону*. Наприклад, білий, світло-сірий і темно-сірий кольори відрізняються світлістю, жовтий і зелений – колірним тоном, червоний і рожевий – насиченістю. Суб'єктивні характеристики дають лише якісну оцінку випромінювання.

Для **об'єктивної** характеристики кольору *світлість* оцінюють за *яскравістю*; *колірний тон* – за *домінуючою довжиною хвилі*, тобто за довжиною хвилі того спектрального кольору, який при змішуванні у певній пропорції з білим забезпечує зорову тотожність кольору суміші з кольором досліджуваного випромінювання; *насиченість* – за *чистотою кольору* p , під якою розуміють частку спектрального кольору (для якого $p = 1$), яка забезпечує в суміші з білим (для якого $p = 0$) зорову тотожність із досліджуваним випромінюванням.

У зоровому апараті поруч з адаптацією за яскравістю існує і колірна адаптація. Вона виражається в тому, що колір, на який адаптується око, немов вицвітає. Це призводить до зміни кольору в результаті попереднього впливу на око інших кольорів (*послідовний колірний контраст*), або при зміні кольору фону (*одночасний колірний контраст*). Наприклад, сіре на червоному набуває зеленуватого відтінку, а на синьому – жовтуватого і т. д.

Характерним є і те, що в будь-яких умовах освітлення (свічка, лампа розжарювання, денне світло) білі деталі завжди легко впізнаються, оскільки вони найсвітліші, а вже відносно їх око оцінює всі інші кольори. Це явище називається *контрастністю кольору*, або *поправкою на освітлення*, і відіграє важливу роль у пристосуванні зору до різноманітних умов освітлення.

Здатність апарату денного зору розрізняти кольори пояснюється наявністю трьох груп колбочок. Вважають, що одна з груп чутлива до червоного, друга – до синього, а третя – до зеленого кольору. Сукупність подразнення цих груп світлочутливих елементів створює враження даного кольору.

На основі цих уявлень створена трикомпонентна теорія кольору, що добре виправдала себе на практиці.

Слайд 9

ДАВАЧІ ТЕЛЕВІЗІЙНИХ СИГНАЛІВ



Статотрон



Іконоскоп

Давачі ТВ сигналів призначені для перетворення двовимірного оптичного зображення в електричний сигнал. Прилади розділяють на три групи:

- передавальні ТВ трубки;
- пристрої з біжучим променем;
- твердотільні фотоелектричні перетворювачі.

Передавальні трубки – найбільш розповсюджена група фотоелектричних перетворювачів. Це електровакуумні прилади з використанням розгортки зображення електронним променем. Працюють за принципом накопичення світлової енергії у вигляді електричних зарядів на мішені трубки.

Існує декілька типів класифікації передавальних трубок:

- 1) з внутрішнім та зовнішнім фотоефектом;
- 2) з накопиченням сигналу і без накопичення;
- 3) вакуумні і твердотільні;
- 4) монохроматичні і кольорові.

Найбільш характерні для цієї групи приладів трубки з *вторинно-емісійним, фотопровідним та фотодіодним* накопичувачами.

Типовим прикладом з вторинно-емісійним накопиченням є суперіконоскоп, суперортикон (ці два типи трубок вже не використовуються), суперізокон (тільки для наукових цілей, мають велику вихідну напругу і динамічний діапазон).

В ТВ пристроях використовують давачі з фотопровідним накопичувачем (це різноманітні варіанти *відіконів*) і фотодіодним накопиченням (*плюмбікон* і *кремнікон*).

Трубки з накопиченням мають високу чутливість, універсальність, працюють у різноманітних умовах освітленості, як у межах світлового діапазону, так і за його межами. Існують трубки миттєвої дії – *дисектори*, які характеризуються високою лінійністю світлової характеристики, але мають низьку чутливість.

Пристрої з біжучим променем використовують у спеціалізованих і телепроекційних системах.

40

Твердотільні фотоелектричні перетворювачі (ФЕП) на основі МОН давачів і приладів із зарядовим зв'язком (ПЗЗ) впроваджені в 70-х роках ХХ ст. Це малі розміри і високі технічні показники. Дозволяють допускати багатоканальне зчитування і багато видів обробки ТВ зображень.

Слайд 10



Секон – це трубка з дуже високою чутливістю. Зображення проєктується на *фотоемісійний катод* 1, нанесений на внутрішню поверхню скляного балона.

Електронне зображення з фотокатода за допомогою системи електродів, що утворюють прискорювальне поле, і довгої фокусувальної коштушки переноситься на мішень, що містить прозору для електронів підкладку 2 з окису алюмінію, на яку нанесена прозора для електронів сигнальна пластина 3, а поверх неї – пористий шар діелектрика 4, у якому фотоелектрони цілком втрачають свою енергію. Сітка 5 служить для добору вторинних електронів. Інші елементи секона такі ж, як у звичайному відіконі.

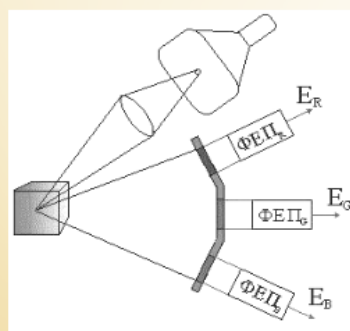
Завдяки позитивному потенціалові сигнальної пластини, вторинної електронної провідності і вторинної емісії на прострел у шарі 4 на ньому утворюється позитивний потенційний рельєф, що при зчитуванні пучком повільних електронів утворює на навантажувальному резисторі, ввімкненому в ланцюг сигнальної пластини, відеосигнал.

Переваги секона: незначна фотоелектрична і комутаційна інерційність, висока розрізнявальна здатність (до 1000–1200 рядків у трубок з великим розміром мішені), високий динамічний діапазон, висока чутливість (мінімальна освітленість на фотокатоді 5×10^{-3} Лк), можливість роботи в режимі тривалого накопичення і збереження (протягом доби) світлових зображень на мішені трубки.

Недолік трубки полягає в утворенні на зображенні чорних і білих плям, смуг, зумовлених неоднорідністю структури мішені.

Слайд 11

ДАВАЧІ СИГНАЛУ ДЛЯ КОЛЬОРОВОГО ТЕЛЕБАЧЕННЯ



Для кольорового телебачення використовуються давачі, які складаються з декількох монохромних чи спеціальних кольорових трубок, або прилади з біжучим променем.

Прилад із біжучим променем

Він є найбільш простим давачем без накопичення заряду для зчитування нерухомих об'єктів.

Прилад із біжучим променем складається з джерела біжучого променя, який розгортає зображення, і трьох фотоприймачів – ФЕП, перед якими встановлені відповідно червоний, синій і зелений світлофільтри.

На виході відповідних ФЕП утворюються сигнали ER ,EG ,EB .

Давач забезпечує високу якість передачі завдяки відсутності проблеми суміщення зображень, а також високій лінійності світлової характеристики. Проте він має малу чутливість, тому застосовується для передачі кінофільмів.

Вони будуються за принципом формування сигналів основних кольорів ER ,EG ,EB шляхом розщеплення пучка світла по спектру.

В тритрубчатих камерах використовуються один об'єктив і система оптики, яка розщеплює промінь (рисунки 3.24). Зокрема, вона може бути виконана з двох дихронічних дзеркал ДДЗR і ДДЗВі двох звичайних дзеркал, які розділяють початковий світловий потік на три пучки.

Дихронічні дзеркала мають вибірковість:

- синє дзеркало ДДЗВ пропускає всі кольори, які відповідають довжинам хвиль від 500 нм і вище, і відбиває сині кольори, які відповідають довжинам хвиль до 460 нм;
- червоне дзеркало ДДЗR відбиває хвилі довжиною понад 580 нм і пропускає короткі.

Вибіркове відбиття досягається за рахунок почергового нанесення на поверхню скла шарів прозорих матеріалів із різними спеціально підібраними коефіцієнтами заломлення.

Слайд 12

КЛАСИФІКАЦІЯ ВІДТВОРЮВАЛЬНИХ ПРИБОРІВ



Відтворювальні пристрої призначені для перетворення електричного сигналу у світлове зображення. Їх можна розділити на пристрої безпосереднього спостереження, в яких зображення створюється на екрані самого пристрою, і проекційні, в яких зображення проектується на окремий екран.

Пристрої безпосереднього спостереження виконуються або на основі вакуумних електронно-променевих трубок (ЕПТ) або на базі матричних плоских екранів.

Найбільш розповсюджені нині вакуумні ЕПТ – кінескопи (від гр. – пристрій для спостереження руху). Кінескопи бувають монохромні (чорно-білі) і кольорові. Останні поділяються на трипроменеві і однопроменеві. За допомогою кінескопів утворюється зображення площиною 0,5 м². Матричні екрани можуть бути реалізовані на основі електролюмінесценції в плівкових люмінофорах, динамічного розсіювання світла в рідких кристалах, газорозрядних комірках.

Проекційні відтворювальні пристрої призначені для утворення зображень великих розмірів – від одиниць до десятків квадратних метрів. Це проекційні кінескопи, світлоклапанні пристрої і лазерні проектори.

Як проєкційні кінескопи можуть бути використані ЕПТ, які працюють при дуже великих напругах (до 60–80 кВ) і великих струмах променя, завдяки чому утворюється зображення великої яскравості, яке проєктується безпосередньо на екран за допомогою дзеркально-лінзової оптики. Основні недоліки подібних пристроїв в невеликому ККД, недовговічності екрана кінескопа.

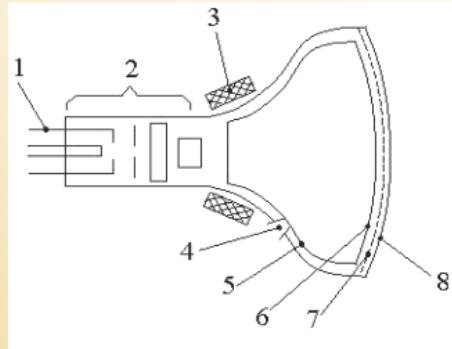
Був створений проєкційний кінескоп із лазерним екраном у вигляді напівпровідникової пластинки, кожна точка якої являє собою елементарний лазер, який збуджується (накачується) електронним променем. При зміні інтенсивності електронного променя змінюється й інтенсивність лазерного світіння. Яскравість світіння лазерного екрана перевищує яскравість світіння люмінофорного.

Робота світлоклапанних пристроїв ґрунтується на модуляції відеосигналом інтенсивності світлового потоку потужного зовнішнього джерела світла. Модуляція здійснюється за рахунок зміни оптичних властивостей матеріалу модулятора під дією електронного променя.

Лазерні проєктори формують зображення так само, що й ЕПТ, лише з тією різницею, що замість електронного променя, який обходить люмінофорний екран, використовується світловий промінь лазера, який обходить звичайний кіноекран. Перевагою лазерного відтворювального пристрою є великий контраст яскравості і висока насиченість кольорів.

Слайд 13

КІНЕСКОПИ ЧОРНО-БІЛОГО ТЕЛЕБАЧЕННЯ



1. Цоколь
2. Електронний прожектор
3. Відхиляюча система
4. Провідне покриття
5. Вивід другого анода
6. Алюмінієва плівка
7. Шар люмінофору
8. Скляна колба

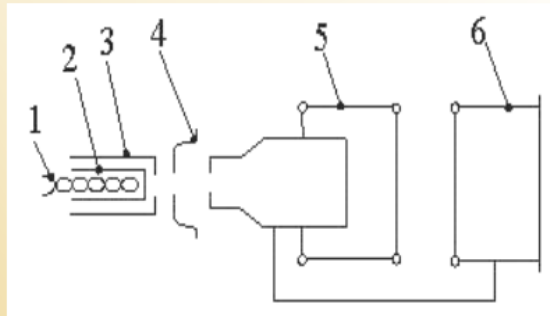
Кінескопи – приймальні телевізійні трубки, які є електронно-променевими приладами з люмінофорними екранами, на яких здійснюється перетворення енергії електронів променя у світлове випромінювання. Відтворення зображення на екрані забезпечується відхиленням електронного променя за законом телевізійної розгортки, щільність якого модулюється сигналом зображення.

На передню стінку *скляної колби* 8 нанесений екран, який являє собою *шар люмінофору* 7, вкритий тонкою *плівкою алюмінію* 6. В циліндричній горловині колби розміщений *електронний прожектор* 2. Другий анод прожектора з'єднаний з *провідним покриттям* 4, яке нанесене на внутрішню поверхню колби і горловини. *Вивід другого анода* 5 зроблений через колбу, а інших електродів – через *цоколь* 1. На горловину кінескопа надівається *відхиляюча система* 3, за допомогою якої формується магнітне поле потрібної конфігурації.

Алюмінієве покриття на екрані попереджає появу на ньому іонної плями (жовта пляма в центрі екрана). Така пляма зумовлена бомбардуванням екрана негативними іонами, які вилітають з катода, прискорюються напругою другого анода і, практично не відхиляючись магнітним полем, бомбардують центральну частину екрана, викликаючи його часткову руйнацію. Алюмінієва плівка затримує масивні негативні іони.

Слайд 14

Електронний прожектор



1. Підігрівач
2. Термокатод
3. Модулятор
4. Прискорювальний електрод
5. Фокусувальний електрод
6. Другий анод

Електронний прожектор – конструктивний вузол ЕПТ, який складається з анода і ряду електродів, що забезпечують прискорення, фокусування та керування щільністю електронів променя.

Електронний прожектор складається з *підігрівача 1, термокатода 2, модулятора 3, прискорювального електрода 4, фокусувального електрода 5 і другого анода 6* (рисунок 4.3). Такий прожектор називається пентодним і дозволяє зменшити вплив прискорювального електрода на якість фокусування.

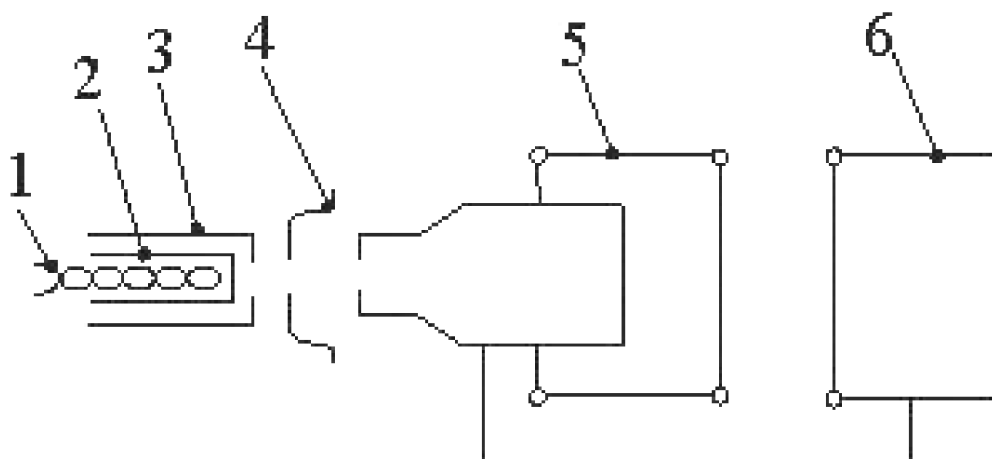
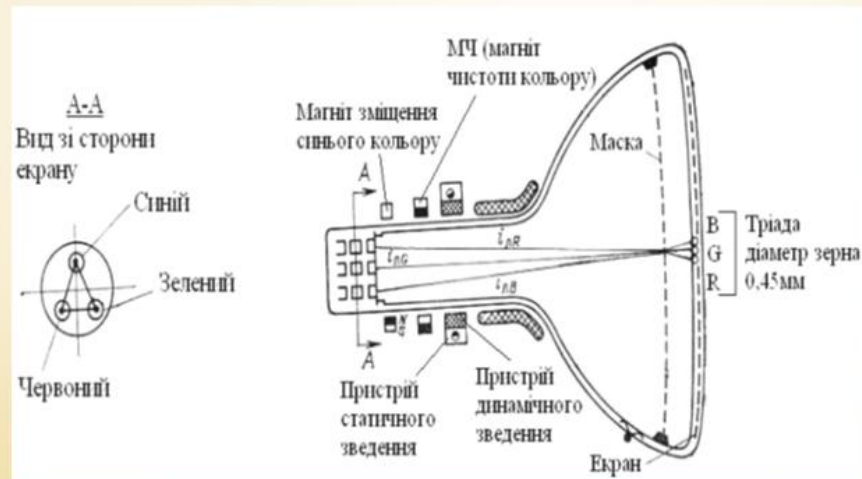


Рисунок 4.3 – Конструкція електронного прожектора

Слайд 15

КІНЕСКОПИ КОЛЬОРОВОГО ТЕЛЕБАЧЕННЯ



Для одержання кольорового зображення в більшості сучасних кольорових ТБ приймачів і відеоконтрольних пристроїв використовується один електровакуумний прилад – кольоровий кінескоп, у якому кольорові зображення формуються з трьох кольорорізнисних сигналів методом *просторового змішання кольорів*.

У більшості розроблених кінескопів використовується *трирастрова система*, при якій на екрані кінескопа формуються три одноколірні растри – червоний, зелений і синій, – сполучені з достатнім ступенем точності один з одним. Трирастрова система припускає наявність у кінескопі трьох електронних прожекторів і трьох люмінофорних груп, спектральне випромінювання яких відповідає червоному, зеленому і синьому кольорам.

Поділ кольорів, тобто забезпечення правильного влучення кожного з променів на люмінофорні елементи екрана «свого» кольору, забезпечується за допомогою *тіньової маски*. Такі кінескопи часто називають *масочними кінескопами*.

За способом розташування прожекторів кінескопи поділяються на *дельта-кінескопи*, прожектори яких, а також люмінофорні групи розташовані у вершинах рівностороннього трикутника, і на *компланарні кінескопи* з розташуванням прожекторів в одній площині і *лінійчатим люмінофорними групами*.

Масочний кінескоп із дельтовидним розташуванням прожекторів

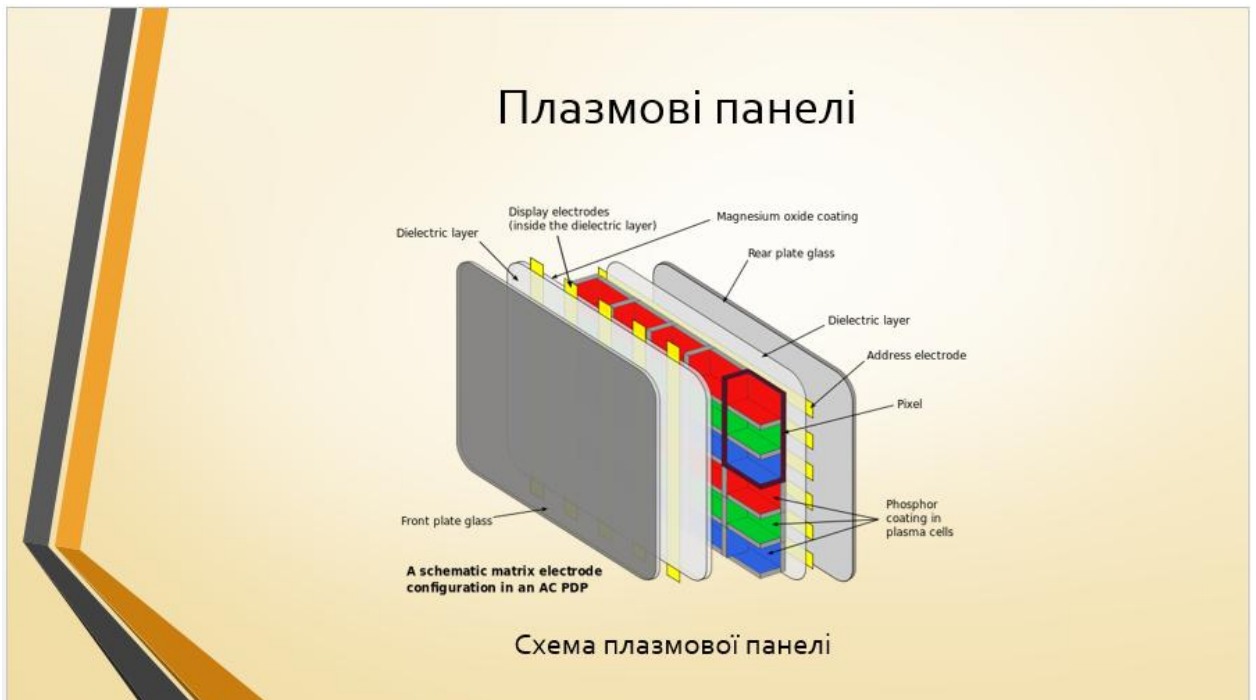
Особливістю його будови є розташування трьох електронних прожекторів у горловині колби симетрично щодо осі і наявність мозаїчного люмінофорного екрана. Прожектори кінескопа кріпляться у вершинах рівностороннього трикутника (див. розріз *A-A*) і нахилені до осі кінескопа на кут приблизно 1°

Екран кінескопа являє собою сферу зі скла з великим радіусом кривизни, на внутрішню поверхню якої у визначеній послідовності нанесені групи люмінофорних зерен трьох кольорів: червоного, зеленого і синього. Люмінофорна група, що складається з трьох різнобарвних зерен, називається *тріадою*. Так само як у монохромному кінескопі, люмінофори з внутрішньої сторони екрана покриті тонкою алюмінієвою плівкою, з'єднаною з другим анодом.

Для направлення електронних променів на «свої» люмінофорні зерна використовується тінюва маска, встановлена на відстані 12 мм від екрана. Вона виготовлена з листової сталі товщиною 0,15 мм і практично повторює форму екрана. У масці вирізані круглі отвори діаметром 0,25 мм, кількість яких дорівнює кількості люмінофорних тріад, тобто 555×103 .

Принцип влучення електронних променів на «свої» люмінофорні зерна полягає в тому, що три промені, спрямовані з трьох рознесених на площині *XOY* точок, що є центрами електронних прожекторів, перетинаються в одній точці, геометричне місце якої відповідає отворі маски, і, проходячи крізь неї, потрапляють на відповідні люмінофорні зерна тріад. Центри люмінофорних зерен тріад розташовуються у вершинах рівностороннього трикутника і є проекцією центрів електронних прожекторів.

Слайд 16



Принцип роботи плазмової панелі базується на керованому холодному розряді розрідженого газу (ксенону або неону), що перебуває в іонізованому стані (холодна плазма). Робочим елементом (пікселем), що формує окрему точку зображення, є група із трьох підпікселів, відповідальних за три основні кольори відповідно. Кожен підпіксель являє собою окрему мікрокамеру, на стінках якої перебуває флюоресціювальна речовина одного з основних кольорів. Пікселі перебувають у точках перетинання прозорих керувальних хром-мідь-хромових електродів, що утворюють прямокутну сітку.

Для того щоб "запалився" піксель, відбувається приблизно таке. На два ортогональні один одному живильний і керуючий електроди, у точці перетинання яких перебуває потрібний піксель, подається висока керуюча змінна напруга прямокутної форми. Газ в осередку віддає більшу частину своїх валентних електронів і переходить у стан плазми. Іони й електрони поперемінно збираються біля електродів по різні боки камери залежно від фази керуючої напруги.

Для „підпалу” подається синфазний імпульс на сканувальний електрод, однойменні потенціали складаються, вектор електростатичного поля подвоює свою величину. Відбувається розряд: частина заряджених іонів віддає енергію у вигляді випромінювання квантів світла в ультрафіолетовому діапазоні (залежно від газу).

У свою чергу, флюоресціувальне покриття, перебуваючи в зоні розряду, починає випромінювати світло у видимому діапазоні, що і сприймає спостерігач. 97 % ультрафіолетової складової випромінювання, шкідливого для очей, поглинається зовнішнім склом. Яскравість світіння люмінофора визначається величиною керуючої напруги.

Недоліки: у першу чергу, це вартість. Крім того, саме зображення формується з точок (пікселів) тліючого, плазмового розряду, але цей розряд важко погасити. Крім того, внаслідок великої кількості пікселів (мільйони) зростає ймовірність відмови.

Інші, не настільки важливі, недоліки, – це небажаність тривалого перегляду нерухомих зображень (інтенсивність світіння постійно палаючих елементів згодом падає), велике енергоспоживання, недостатня точність передачі кольору. Однак фірми-виробники постійно працюють над усуненням усіх цих недоліків, і досить успішно.

Зате все інше – самі переваги: великий, до 60", плоский, яскравий екран невеликої товщини і повна відсутність проблем зведення, лінійності, фокусу тощо, характерних для кінескопних телевізорів. Якість відтворення ефірних програм визначається якістю окремого блоку, – тюнера, – що у більшості випадків у комплект до плазмової панелі не входить і купується окремо. Інші пристрої звичайно підключаються до плазмової панелі через RGB або компонентний вхід.

Слайд 17



Даний тип електронних пристроїв сьогодні вважається найперспективнішим. Застосовується ефект керованої напругою поляризації світла рідкими кристалами, що приводить до керованого світлопропускання. Використовується екран просвітлого типу, тобто екран підсвічується зі зворотної сторони лампою білого кольору, а комірки основних кольорів RGB, розташовані на трьох панелях відповідних кольорів, пропускають або не пропускають світло, залежно від керування.

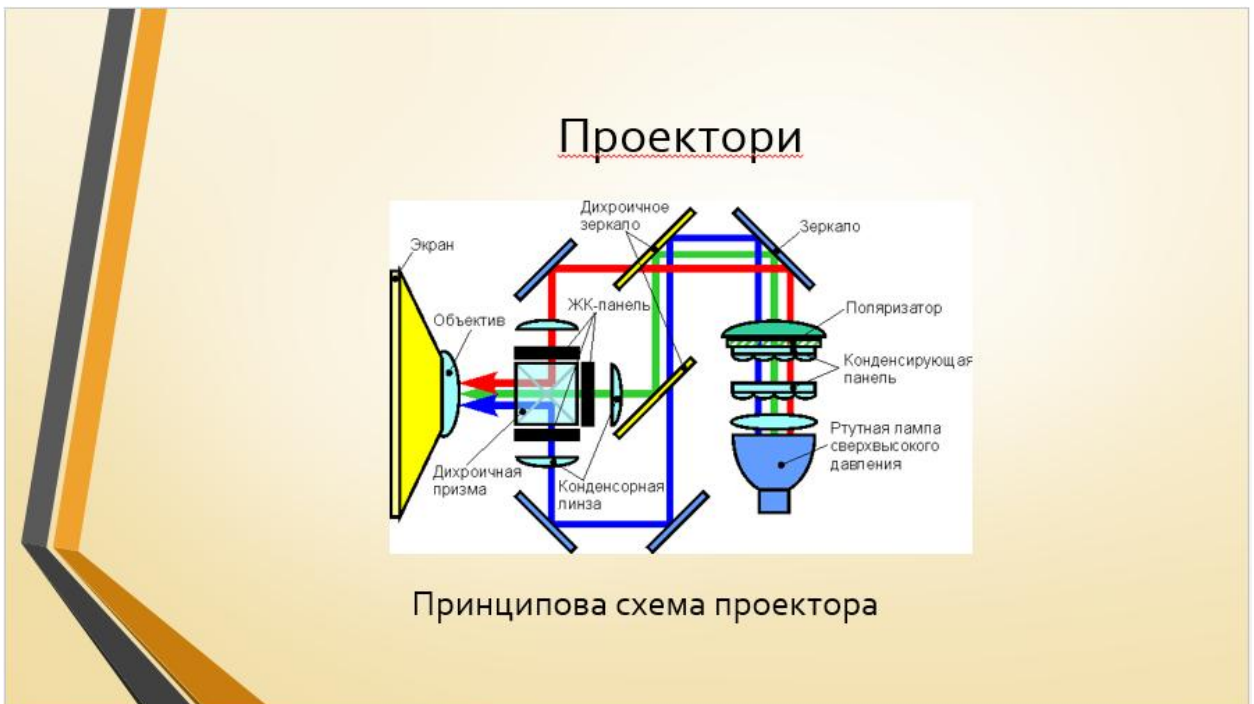
Керуючі елементи виготовлені методом напилювання на екран (TFT – Thin Film Transistor – тонкоплівкові транзистори).

Основні недоліки на сьогодні: висока вартість, помітна залежність відтінку і яскравості від кута перегляду, деяка нерівномірність яскравості, неідеальна передача кольору, недостатня швидкодія.

Переваги: плоске, досить якісне зображення, мала товщина, низьке енергоспоживання, повна відсутність проблем, характерних для кінескопів.

У цілому, якщо порівнювати кінескопні телевізори з LCD і плазмовими панелями, то переваги двох останніх досить значні. У LCD і плазмових панелях не помітний ефект "мерехтіння", очі не втомлюються. Якість зображення чудова. Конструкція компактна, LCD і плазмові панелі незрівнянно більш вузькі, ніж кінескопні телевізори. Основний недолік – висока ціна (але поступово падає, і купівельний попит зростає). Однак на даний момент кінескопні телевізори все-таки дешевше, і, до того ж, звичні.

Слайд 18



Зображення виходить на просвітному (для проекційних ТВ) або відбиваючому (для проекторів) екрані, граничний розмір якого для проекційних ТВ становить близько 60", і до декількох метрів – для проекторів.

Для перегляду фільмів на проекторах приміщення повинне бути затемнене. За принципом дії серед відеопроєкторів і проекційних телевізорів виділяють такі різновиди.

На кінескопах (CRT)

У проекційних телевізорах і проекторах на кінескопах використовуються три дуже яскраві, невеликі кінескопи основних кольорів, зображення з яких через оптичну систему і дзеркало потрапляє на екран. Недоліки: невисока яскравість зображення, проблеми зведення, "вигоряння" нерухомої частини зображення при тривалому перегляді. Переваги: ці проектори цінуються аматорами HiEnd за природну передачу кольору (а це суттєво). Проекційні ТВ цінуються за те ж, але вони громіздкі і важкі.

На РК (LCD) матрицях

Проекційні 088 Юис2телевізори • і проектори на РК (LCD) матрицях мають три матриці основних RGB-кольорів або одну триколірну матрицю, зображення з яких проектується на екран через оптичну систему. Світло утворюється потужною лампою. Для триматричної системи характерний поділ спектра світла лампи на колірні складові оптичним способом.

Недоліками LCD систем є неідеальна передача кольору і недостатня швидкодія: за об'єктами, що рухаються, видний "шлейф". Крім того, оскільки ці матриці працюють на просвіт (а просвічує їх досить потужна лампа), виникає проблема відводу тепла від матриць. Якість триматричної системи істотно вища за одноматричну.

Переваги системи – порівняно невисока вартість, яскравий екран, невеликі габарити (проектори маленькі, зручні для перенесення). Останнім часом з'являються системи з LCD-матрицями відбиваючого типу, що позбавлені багатьох цих недоліків і наближаються за якістю до проекторів на основі мікродзеркальної технології при істотно меншій вартості.

Проектори на мікродзеркалах (DLP – DigitalLightProcessing – "цифрова обробка світла")

В основі системи лежить мікросхема – DMD-чіп, всередині якого знаходяться електростатично керовані мікродзеркала (близько двох мільйонів), кожне з яких формує точку зображення у визначеному місці екрана. DLP проектори розрізняють за кількістю DMD-чіпів (від одного до трьох).

Найякісніша система, – природно, із трьома DMD-чіпами. Промінь світла від потужної лампи розділяється призмами на три кольорові складові, кожна з яких потрапляє на свій мікродзеркальний чіп, і далі, через оптичну систему, – на екран.

Недоліків, крім вартості, не відзначено. Для DLP-проекторів, на відміну від інших систем, характерна висока контрастність. Дуже точна передача кольору, висока яскравість, дуже чіткі контури зображень. Істотно знизити вартість системи дозволяє застосування тільки одного мікродзеркального чіпу, при цьому у систему додається обертовий кольороподільний диск.

На диску знаходяться віконця, послідовно пофарбовані в основні (RGB, іноді і прозорий, для підвищення яскравості) кольори. Промінь від лампи, послідовно зафарбовуючись в основні кольори, потрапляє на мікродзеркальний чіп, далі на екран – використовується властивість ока усереднювати зображення.

Однак є один недолік – за рахунок послідовної передачі кольору при переведенні погляду з однієї частини екрана на іншу, помічається на екрані щось подібне до веселки. В іншому система практично не поступається тричіповим.

Є й інше рішення – тільки два чіпи, з тим же кольороподільним диском, тільки використовуються інші кольори. При цьому один чіп використовується тільки для червоного кольору, другий – для всього іншого. Усі переваги залишаються.

Слайд 18

СИСТЕМИ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕБАЧЕННЯ

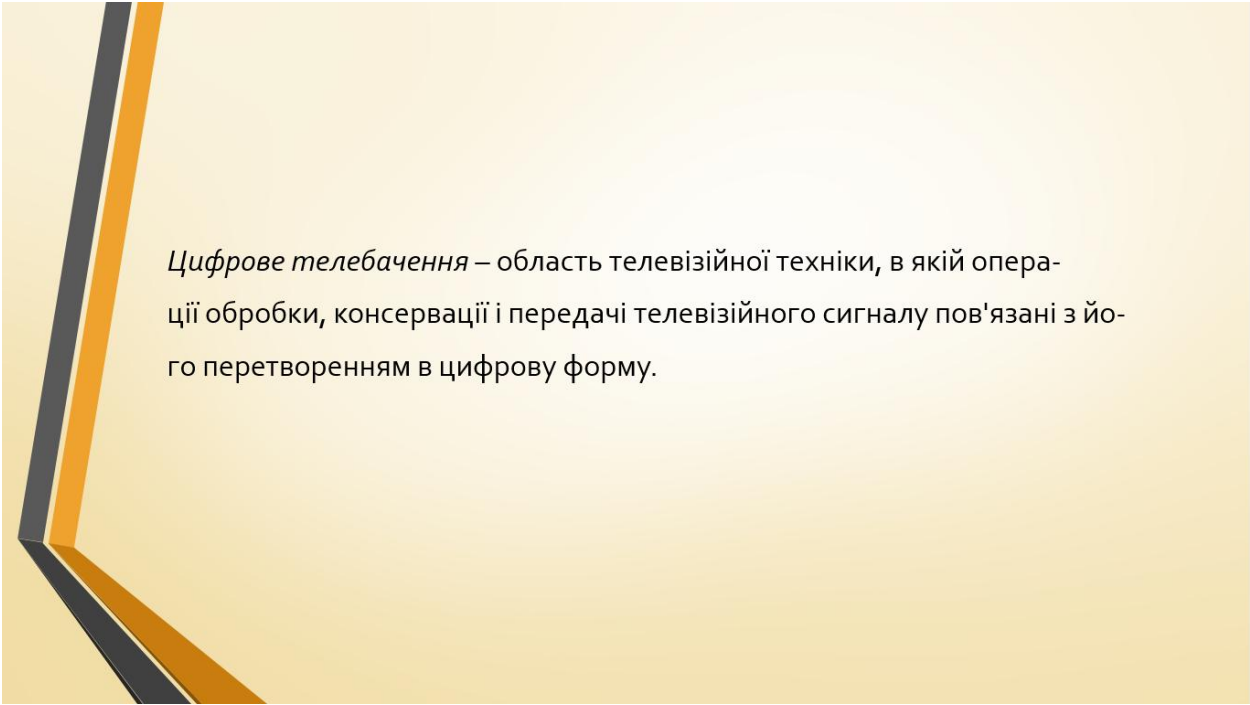


Аналоговий телевізійний сигнал відповідно до його природи повторює розподіл яскравості і кольоровості на шляху, по якому проводиться розгортка зображення, тобто він дійсно є електричним аналогом зображення.

Тому системи телебачення, в яких використовується для передачі консервації або яких-небудь інших завдань обробки аналоговий сигнал, називаються системами аналогового телебачення. Впродовж декількох десятиліть телебачення було аналоговим, і лише в кінці 70-х років розробникам телевізійних систем довелося зіткнутися з обмеженнями аналогових методів що серйозно звужують можливості подальшого розвитку телебачення.

Однією з головних причин цих обмежень слід вважати слабку завадостійкість аналогового сигналу, який піддається в кожному з пристроїв телевізійного тракту дії шумів і інших завад. Сучасна ж мовна ТВ система є вельми довгим ланцюгом пристроїв перетворення і передачі сигналів, число ланок якої з розвитком телебачення значно збільшується. Збільшуються відстані між передавальними і приймальними пунктами, зростає номенклатура і число різноманітних відео ефектів, що різноманітять передачу, але вимагають додаткових перетворень, ускладнюється технологія монтажу ТВ програм. Тому останніми роками основна увага приділяється розвитку цифрового телебачення.

Слайд 19



Цифрове телебачення – область телевізійної техніки, в якій операції обробки, консервації і передачі телевізійного сигналу пов'язані з його перетворенням в цифрову форму.

Цифрове телебачення – область телевізійної техніки, в якій операції обробки, консервації і передачі телевізійного сигналу пов'язані з його перетворенням в цифрову форму.

Цифрові методи окрім забезпечення високої якості зображення при дії значних завад мають і інші достоїнства. Так, при однаковій пропускній спроможності каналу вони дозволяють передавати більше число програм в порівнянні з аналоговим телебаченням; завдяки зменшенню необхідних операцій по налаштуванню на етапі виробництва вони є більш технологічними; при цьому буде вищою експлуатаційна надійність цифрової апаратури.

Набагато легше, порівняно з аналоговою технікою, досягається універсальність роботи цифрової апаратури в різних світових стандартах телебачення. Краща заводо захищеність цифрового сигналу дозволяє понизити вимоги до його потужності в процесі доставки до приймальних пристроїв. Повторення зображення характерні для аналогового телебачення при багатопроменевому прийомі, цифровими методами можуть бути практично повністю виключені.

Нарешті, цифрові методи дозволяють включити телебачення в єдину світову інформаційну систему через телевізійні інтерактивні канали, а також реалізувати можливість прийому телепередач через підключення до мережі Інтернет.

Слайд 20

УЗАГАЛЬНЕНА СТРУКТУРНА СХЕМА СИСТЕМИ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕБАЧЕННЯ



Аналоговий сигнал, що підлягає перетворенню, поступає на вхід цифрової ТВ системи. Цей сигнал піддається попередній обробці для спрощення наступних цифрових перетворюючих пристроїв.

Наприклад, повний кольорний сигнал розділяється в пристрої опередньої обробки на сигнал яскравості і кольорорізнисні сигнали з тим, щоб цифрові перетворення проводилися з кожним з трьох сигналів окремо.

Можна ввести в аналоговий сигнал певні предспотворення для поліпшення суб'єктивної якості вихідного зображення і тому подібне. Не дивлячись на те що багато з цих попередніх операцій по обробці можуть бути зроблені і в цифровій формі на певному етапі розвитку технічно простіше їх виконувати в аналоговій формі.

Далі, підготовлений для перетворення аналоговий сигнал поступає на пристрій кодування, в якому він дискретизується, квантується і проходить попереднє кодування. В отриманому таким чином сигналі міститься значна надлишковість, яка може бути певною мірою скорочена додатковим, ефективнішим кодуванням одним з методів компресії.

Потім цифровий сигнал піддається так званій прямій корекції помилок, що виконується в пристрої каналного кодування, і нарешті поступає на вихідний перетворювач (наприклад, на модулятор передавального пристрою). У приймальному пристрої здійснюються зворотні операції.



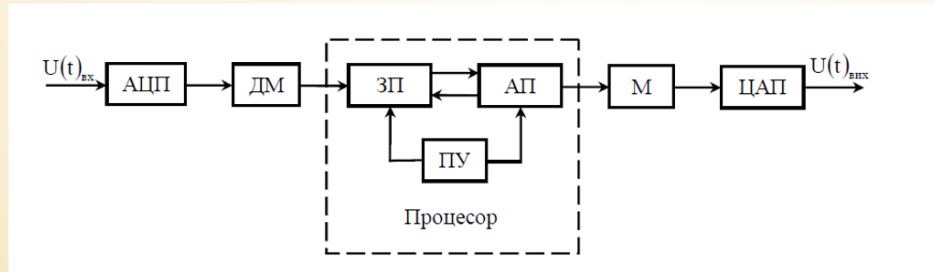
Рис. 6.6

Наведена на рисунку 6.6 схема є узагальненою і залежно від завдань, що стоять перед цифровою системою, вона може видозмінюватись. Наприклад, система взагалі не міститиме аналогових ланок, якщо використовувати перетворювачі світло-сигнал і сигнал-світло, що генерують і перетворюють сигнал в цифровому вигляді.

В іншому випадку можуть бути відсутніми пристрої, що підвищують завадостійкість сигналу в каналах зв'язку. Це допустимо за відсутності протяжних ліній зв'язку і, зокрема, при цифровій обробці сигналу усередині одного телецентру. У тому ж випадку не обов'язкові і пристрої, що усувають в ТВ сигналі надлишковість і скорочують цифровий потік.

Слайд 21

ЦИФРОВА ФІЛЬТРАЦІЯ ТЕЛЕВІЗІЙНОГО СИГНАЛУ



Операція розпаралелювання цифрового потоку виконується в демультимплексорі (ДМ). Процесор складається з запам'ятовуючого пристрою (ЗП), арифметичного пристрою (АП) і пристрою управління (ПУ), що узгоджує роботу складових частин процесора. Арифметичний пристрій, яким керує за заданою програмою ПУ, реалізує спільно з ЗП заданий алгоритм обробки. Іншими словами, АП виконує цифрову фільтрацію сигналу.
М – мультимплексор.

Однією з важливих особливостей цифрового сигналу є можливість здійснення різних перетворень над ним, що дозволяє у багатьох випадках поліпшити якість зображення, збагатити технологію ТВ мовлення, зробити надійнішим і простішим в експлуатації устаткування.

Звичайно, і в аналоговому телебаченні здійснюється всіляка обробка сигналу. Проте цифрові методи у багатьох випадках мають переваги в точності, простоті алгоритму перетворення, в компактності устаткування.

В аналогово-цифровому перетворювачі (АЦП) проводяться операції дискретизації, квантування і кодування, що розглядались раніше. Швидкість цифрового потоку ІКМ сигналу може бути достатньо високою, тому для забезпечення роботи процесора, що здійснює обробку сигналу в реальному масштабі часу, цей потік розподіляють на декілька паралельних каналів.

Операція розпаралелювання цифрового потоку виконується в демультимплексорі (ДМ). Процесор складається з запам'ятовуючого пристрою (ЗП), арифметичного пристрою (АП) і пристрою управління (ПУ), що узгоджує роботу складових частин процесора. Арифметичний пристрій, яким керує за заданою програмою ПУ, реалізує спільно з ЗП заданий алгоритм обробки. Іншими словами, АП виконує цифрову фільтрацію сигналу. Сукупність ЗП і ПУ забезпечує необхідні часові перетворення сигналу.

Ці перетворення пов'язані з вимогою узгодження в часі вхідного сигналу з процесом обробки, з необхідністю усунення часових спотворень у вхідному сигналі, зі всілякими завданнями, що виникають при створенні спецефектів, при синхронізації джерел сигналу та ін.

Сигнали, що знімаються з паралельних каналів процесора, об'єднуються в один цифровий потік в мультиплексорі (М). При необхідності зворотного перетворення цифрового сигналу в аналоговий після мультиплексора включають цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП).

Цифрова фільтрація здійснюється в пристрої, що об'єднує в собі функції пам'яті окремих відліків сигналу і логічних елементів, в яких виконуються арифметичні операції над цими відліками. Цю сукупність пристроїв називають цифровими фільтрами.

Сама ж фільтрація зводиться до перетворення послідовності відліків вхідного сигналу $x_0, x_1, x_2, \dots, x_m$ в послідовність відліків вихідного сигналу $y_0, y_1, y_2, \dots, y_m$ у відповідності до вибраного алгоритму перетворення.

Від аналогової фільтрації цифрова фільтрація сигналу відрізняється лише способом фізичної реалізації

До достоїнств цифрової фільтрації відносяться: висока часова і температурна стабільність характеристик, простота перебудови фільтра зміною частоти дискретизації, можливість повторення фільтру з ідентичними параметрами. Проте не у всіх випадках технічна реалізація цифрових фільтрів простіше аналогових; крім того, цифрова фільтрація може супроводжуватися проявом в зображенні шумів квантування.

2. Завдання лабораторної роботи.

2.1. Вивчити матеріали лекції та практичного заняття із даної теми.

2.2. Виконати дослідження запропонованих у матеріалах схемних рішень приладів та систем на рівень розкриття сформованих питань та відповідей використовуючи отримані лекційні знання і дані інших джерел в тому числі науково практичні роботи рекомендовані в списку літератури.

2.3. Розробити проектні рішення вибраних схем, систем та розрахувати значення їх основних параметрів.

2.4. За результатами виконаної роботи розробити звіт і доповісти його зміст на лабораторному занятті (до обговорення поставлених питань залучаються присутні).

2.5. При плануванні і проведенні доповіді рекомендується використання інформаційного блоку ПРЕЗЕНТАЦІЯ.

3. Оформлення результатів лабораторної роботи та оцінювання.

- 3.1. Після обговорення результатів роботи з теми присутні формують звіт де фіксують отримані результати.
- 3.2. Отримані результати записуються у лаконічній формі бажано у табличній.
- 3.3. Звіти перевіряються викладачем та оцінюються отримані результати.

Список літератури

1.Основна

1. Телебачення / Під ред. В.Е. Джаконії. – М.: Радіо та зв'язок , 1986.
2. Домбругов Р.М. Телебачення. – Київ : Вища школа , 1988.
3. Проектування та технічна експлуатація телевізійної апаратури / Під ред. С.В. Новаковського. – М : Радіо та зв'язок , 1989.
4. Ю.Б. Зубарьов , Г.Л. Глоріозов . Передача зображень – М. : Радіо та зв'язок , 1989.
5. А.В. Виходець , В.І. Коваленко , М.Т. Кохно – Звукове та телевізійне мовлення ; - М. : Радіо та зв'язок , 1987.
6. Цифрове телебачення / Під ред. М.І. Кривошеєва. - М. : Радіо та зв'язок , 1980.
7. Певзнер Б.М. Якість кольорових ТВ зображень : видання друге ; М. : Радіо та зв'язок , 1988.
8. Радіорелейні та супутникові системи передачі : Підручник для вузів / Під ред. А.С. Немировського . - М. : Радіо та зв'язок , 1986. – 392 с
9. Системи радіозв'язку : Підручник для вузів / Під ред Л.Я. Калашникова - М. : Радіо та зв'язок , 1987. – 352 с
- 10.Посібник по радіорелейному зв'язку / Під ред С.В. Бородича - М. : Радіо та зв'язок , 1981. – 416 с
- 11.Супутниковий зв'язок та мовлення. Посібник / Під ред. Л.Я. Кантора - М. : Радіо та зв'язок , 1988. – 344 с
- 12.Системи космічного зв'язку. Посібник під ред. Б.В. Одинцова , Е. А. Сукачова; Одеса 1989.
- 13.Сучасні системи радіозв'язку в прикладах та задачах. Посібник під ред. Б.В. Одинцова , Е. А. Сукачова; Одеса 1990.
- 14.Мамчев Г.В. «Основы радиосвязи и телевидения», 2007 год;
- 15.Джакония В.Е., Гоголь В.А., Друзин Я.В. «Телевидение (4-е издание), 2007
- 16.Локшин Б.А. «Телевизионное вещание. От студии к телезрителю», 2001
- 17.Кириллов В.И., Ткаченко А.П. «Телевидение и передача изображения», 1988
- 18.Самойлов В.Ф., Хромой Б.П. «Основы цветного телевидения», 1982

19. Ельяшкевич С.А., Юкер А.М. «Усовершенствование телевизоров ЗУСЦТ и 4УСЦТ», 1994
20. Быков Р.Е., Сигалов В.М., Эйсенгардт Г.А. «Телевидение», 1988
21. Ельяшкевич С.А. «Справочное пособие. Цветные телевизоры ЗУСЦТ», 1990
22. Зубарев Е.Б., Кривошеев М.И., Красносельский И.Н. «Цифровое телевизионное вещание. Основы и методы», 2001
23. Корытов В.И. «Телевизоры ЗУСЦТ. Ремонт и настройка», 1999
24. Смирнов А.В. «Основы цифрового телевидения», 2001
25. Ельяшкевич С.А., Песков А.Е. «Телевизоры ЗУСЦТ, 4УСЦТ, 5УСЦТ. Устройство, регулировки, ремонт»
26. Шумихин Ю.А. «Телевизионный сигнал», 1968
27. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 1 Принципи радіозв'язку, 2014
28. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 2 Радіопередавальні пристрої, 2014
29. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 3 Радиоприймні устройства, 2014
30. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 4 Физические основы телевидения, 2014
31. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 5 Основные принципы функционирования телевизионных систем, 2014
32. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 6 Формирование телевизионного сигнала, 2014
33. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 7 Конструктивні особливості телевізійної апаратури, 2014
34. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 8 Особенности построения телевизионных систем, 2014
35. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 9 Сети телевизионного вещания, 2014

2. Додаткова

1. Мордуховіч Л.Г., Степанов А.П. Системи радіозв'язку. Курсове проектування. - М. : Радіо та зв'язок, 1987. – 192 с
2. Спілкер Дж. Цифровий супутниковий зв'язок / пер. з англ. ; Під ред. В.В. Маркова - М. : Зв'язок, 1979. – 592 с

3. Одинцов Б.В., Сукачов Е.А. , Гуцаюк А.К. Цифрові системи радіозв'язку : Навчальний посібник / ОЕІС ім. А.С. Попова – Одеса , 1988. – 56 с.
4. Одинцов Б.В., Сукачов Е.А. , Гуцаюк А.К. Космічний зв'язок : Навчальний посібник / ОЕІС ім. А.С. Попова – Одеса , 1989. – 56 с.
5. Новаковський С.В. Колір в кольоровому телебаченні - М. : Радіо та зв'язок, 1988.
6. Кривошеєв М.І. Основи телевізійних вимірювань. : видання 3 – е. - М. : Радіо та зв'язок , 1989.
7. ГОСТ 7845 – 79. Система мовленнєвого телебачення. Основні параметри , методи вимірювань.
8. Прийом телебачення та радіомовлення з супутників / Д.Ю. Бем , М.Є. Ільченко , А.П. Житков, Л.Г. Гассанов. – К.: Техніка , 1992. – 176 с.
9. Довідник. Індивідуальні відео – засоби. С.А. Сєдов – Київ 1990.
10. В.Бондарьов , Г.Трьостер , В. Чернега. Цифрова обробка сигналів : методи та засоби. Навчальний посібник для вузів. Харків 2001.