

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інформаційних електронних систем
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра інформаційних радіоелектронних технологій і систем
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«ГЕНЕРАТОР ВИПРОБУВАЛЬНИХ ТЕЛЕВІЗІЙНИХ СИГНАЛІВ»

Виконав: студент 2-го курсу, групи РТ-22м
спеціальності 172 – Телекомунікації
та радіотехніка

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Ольхович В.М.
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц., каф. ІРТС

Осадчук Я.О.
(прізвище та ініціали)

« 15 » 12 2023 р.

Опонент: д.т.н., професор каф. ІКСТ

Михалевський Д.В.
(прізвище та ініціали)

« 18 » 12 2023 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ІРТС

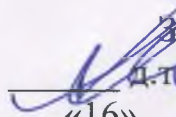
д.т.н., проф. Осадчук О.В.

(прізвище та ініціали)

« 19 » 12 2023 р.

Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних електронних систем
Кафедра інформаційних радіоелектронних технологій і систем
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань – 17 Електроніка та телекомунікації
Спеціальність – 172 Телекомунікації та радіотехніка
Освітньо-професійна програма – Радіотехніка

ЗАТВЕРДЖУЮ



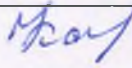
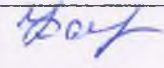



Завідувач кафедри ІРТС
д.т.н., проф. Осадчук О.В.
«16» вересня 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
Ольховичу Владиславу Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Генератор випробувальних телевізійних сигналів»
керівник роботи к.т.н., доц., кафедри ІРТС Осадчук Я.О.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від «18» 09.2023 р. №247.
2. Строк подання студентом роботи 15.12.2023р.
3. Вихідні дані до роботи: Номінальна напруга живлення ± 5 В. Споживана потужність. 1,5 Вт. Максимальний струм споживання 150 мА. Вихідний опір S-video 75 Ом. Система кольоровості сигналу повного кольорового телевізійного сигналу PAL і SECAM.
4. Зміст текстової частини: Вступ. Аналіз дослідження генератора випробувальних телевізійних сигналів. Огляд сучасного стану генераторів випробувальних телевізійних сигналів. Розробка структурної схеми пристрою. моделювання каскадів пристрою на ЕОМ. Конструкторський розрахунок друкованої плати та її надійності. Економічна частина. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.
5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Електрична принципова схема генератора телевізійних сигналів ГТІ-01. Лицьова та задня панель генератора тестових телевізійних сигналів ГТТС-03. Електрична принципова схема генератора телевізійних сигналів ГТТС-03. Архітектура PIC16F84. Блок діаграма таймер/лічильника. Електрична схема ввімкнення генератора на PIC16F84. Функціональна схема кодера СХА1145. Принципова схема включення кодера СХА1145 в схему генератора телесигналів. Електрична схема радіочастотного модулятора. Електрична схема генератора для модулятора. Аналіз роботи модулятора в програмі EWB 5.12. Форма сигналу на виході генератора. Результати моделювання кварцового генератора в моделювальному редакторі EWB 5.12

6. Консультанти розділів роботи


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
Основна частина	к.т.н., доц., каф. ІРТС Осадчук Я.О.		
Економічна частина	доцент каф. ЕПВМ, доцент, к.е.н., Кавецький В.В.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	професор кафедри БЖДПБ, професор, д.п.н., Дембіцька С.В.		

7. Дата видачі завдання 17.09.2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вибір, узгодження та затвердження тем МКР на випусковій кафедрі.	02.09.2023-07.09.2023	
2.	Огляд та аналіз літературних джерел.	08.09.2023-17.09.2023	
3.	Затвердження тем по ВНТУ. Розробка завдання на МКР.	18.09.2023-27.09.2023	
4.	Попередня розробка основних розділів. Аналіз вирішення поставленої задачі. Розробка структурної схеми та технічних рішень.	28.09.2023-10.10.2023	
5.	Математичне моделювання та електричні розрахунки. Експериментальне дослідження.	11.10.2023-04.11.2023	
6.	Розробка графічної частини МКР.	05.11.2022-13.11.2022	
7.	Економічна частина.	14.11.2023-20.11.2023	
8.	Охорона праці (ОП).	21.11.2022-25.11.2022	
9.	Оформлення пояснювальної записки та графічної частини.	26.11.2023-01.12.2023	
10.	Нормоконтроль.	02.12.2023-09.12.2023	
11.	Попередній захист МКР, доопрацювання, рецензування МКР.	10.12.2023-18.12.2023	
12.	Захист МКР ЕК.	19.12.2023-21.12.2023	

Студент


(підпис)

Ольхович В.М.

Керівник роботи


(підпис)

Осадчук Я.О.

АНОТАЦІЯ

УДК 621.397.13

Ольхович В.М. Генератор випробувальних телевізійних сигналів. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 172 – телекомунікації та радіотехніка, освітня програма - радіотехніка. – Вінниця: ВНТУ, 2023. – 136с. На українській мові. Бібліогр.: 34 назв; Табл.: 14; Рис. 38.

У магістерській кваліфікаційній роботі було розроблено генератор випробувальних телевізійних сигналів на основі мікроконтролера PIC16F84. Розроблений генератор випробувальних телевізійних сигналів на основі мікроконтролера PIC16F84 формує стандартні випробувальні телевізійні сигнали, а також шість основних випробувальних телевізійних зображень, за допомогою яких є можливість оцінити якість кольорових і чорно-білих телевізійних приймачів стандартів PAL і SECAM. Також розроблений генератор випробувальних телевізійних сигналів на основі мікроконтролера PIC16F84 формує шість випробувальних сторінок телетексту – титульну сторінку (сторінка з номером 100) і п'ять досліджуваних сторінок (х номерами 701-705).

У магістерській кваліфікаційній роботі розроблено електричні структурну та принципову схеми генератор випробувальних телевізійних сигналів на основі мікроконтролера PIC16F84, топологію друкованої плати та складальне креслення встановлення елементів на друкованій платі. Розроблено програмне забезпечення, під управлінням якого працює пристрій. Також проведено техніко-економічне обґрунтування розробки системи на основі порівняння з аналогами, розраховано економічний ефект від впровадження мікропроцесорного генератора телевізійних сигналів у виробництво, розглянуті питання охорони праці та цивільного захисту.

Ключові слова: випробувальний генератор, телевізійний сигнал, аналогове телебачення, PAL, SECAM.

ABSTRACT

Olkhovych V.M. Generator of test television signals. Master's qualification work in specialty 172 - telecommunications and radio engineering, educational program - radio engineering: VNTU, 2023. 136 p. In Ukrainian. Bibliography: 34 titles; Table: 14; Fig. 38.

In the master's qualification work, a test TV signal generator based on the PIC16F84 microcontroller was developed. The developed generator of test television signals based on the PIC16F84 microcontroller generates standard test television signals, as well as six basic test television images, which make it possible to evaluate the quality of color and black and white television receivers of PAL and SECAM standards. The developed test TV signal generator based on the PIC16F84 microcontroller also generates six test pages of teletext - the title page (page number 100) and five test pages (x numbers 701-705).

In the master's qualification work, the electrical structural and schematic diagrams of the test television signal generator based on the PIC16F84 microcontroller, the topology of the printed circuit board, and the assembly drawing for installing elements on the printed circuit board were developed. The software under which the device operates was developed. A feasibility study of the system development based on a comparison with analogues was also carried out, the economic effect of the introduction of a microprocessor-based television signal generator into production was calculated, and issues of labor protection and civil defense were considered.

Keywords: test generator, television signal, analog television, PAL, SECAM.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕНЕРАТОРА ВИПРОБУВАЛЬНИХ ТЕЛЕВІЗІЙНИХ СИГНАЛІВ	8
1.1 Постановка задачі дослідження	8
2 ОГЛЯД СУЧАСНОГО СТАНУ ГЕНЕРАТОРІВ ВИПРОБУВАЛЬНИХ ТЕЛЕВІЗІЙНИХ СИГНАЛІВ	14
2.1 Формування телевізійних сигналів.....	14
2.2 Генератор телевізійних сигналів ГТІ-01	21
2.3 Генератор випробувальних телевізійних сигналів ГТТС-03	23
3 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРИСТРОЮ	30
3.1 Обґрунтування вибору мікроконтролера.....	30
3.2 Настроювання портів мікроконтролера для формування сигналів зображення.....	35
3.3 Розробка схеми генератора телевізійних сигналів	43
3.4 Вибір елементів випрямляча	48
3.5 Електричні розрахунки каскадів пристрою	49
3.6 Електричний розрахунок ємнісного фільтра.....	57
4 МОДЕЛЮВАННЯ КАСКАДІВ ПРИСТРОЮ НА ЕОМ	62
4.1 Вибір моделюючої системи.....	62
4.2 Моделювання генератора для модулятора телевізійних сигналів	64
4.3 Моделювання кварцового генератора прямокутних імпульсів.....	65
4.4 Моделювання діодного моста та ємнісного фільтра	66
5 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗРАХУНОК ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ ТА ЇЇ НАДІЙНОСТІ	68
5.1 Конструкторський розрахунок друкованої плати.....	68
5.2 Розрахунок діаметра контактних площадок	69
5.3 Розрахунок ширини провідників	70
5.4 Розрахунок ширини контактних площадок.....	72

5.5 Розрахунок надійності друкованої плати по раптовим відмовам	73
6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	78
6.1 Проведення комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки	78
6.2 Розрахунок узагальненого коефіцієнта якості розробки.....	82
6.3 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи.....	84
6.4 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки при її можливій комерціалізації потенційним інвестором.....	98
6.5 Висновок до розділу	104
7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	105
7.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи.....	106
7.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	109
7.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження режимів захисту персоналу в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій.....	117
7.4 Висновок до розділу	120
ВИСНОВКИ.....	121
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	123
Додаток А (обов'язковий). Ілюстративна частина.....	127
Додаток Б (обов'язковий) Протокол перевірки магістерської кваліфікаційної роботи	137

ВСТУП

Актуальність теми.

Кольорові телевізори, що постійно знаходяться в експлуатації, рекомендується періодично перевіряти: контролювати деякі технічні характеристики (зведення променів, баланс білого, чистоту кольору й ін.) і встановлювати їх у межах, при яких на екрані виходить зображення необхідної якості. Кольорові телевізори необхідно також регулювати після усунення несправностей. З цією метою, крім звичайно використовуваних приладів (авометра, осцилографа, РЧ генератора й ін.), застосовують генератор тестових сигналів, спеціально призначений для налагодження кольорових телевізорів. З ним можна проводити статичне і динамічне зведення променів у кольоровому кінескопі, встановлювати статичний і динамічний баланс білого, домагатися рівномірного фарбування всього екрана червоним, зеленим і синім кольорами, перевіряти амплітудні спотворення і коефіцієнт передачі відеотракту кольорових телевізорів.

На сьогоднішній день не достатньо мати генератор, що формує спрощений телевізійний сигнал з обмеженим набором досліджуваних зображень. Значний зріст технічного рівня телевізійних приймачів вимагає й підвищення рівня приладів, призначених для їхнього ремонту. Для нормальної роботи необхідний прилад, що формує стандартні сигнали, а також володіє широким набором функцій і високими технічними характеристиками. До того ж такий пристрій повинен бути нескладний для повторення, простий у налаштуванні та мати малі габарити й вагу.

Прилади цього класу користуються великим попитом на українському ринку і за кордоном. Вихідні дані для розроблення наведені в індивідуальному завданні на магістерську кваліфікаційну роботу.

Прилади, які дозволяють отримувати на виході сигнал заданої форми з високою стабільністю частоти та амплітуди коливань, називають генераторами стандартних телевізійних сигналів. Відомий цілий ряд принципів побудови та схем

генераторів телевізійного зображення, які реалізовані як аналоговими, так і цифровими методами. Однак всі відомі на даний час методи генерування телевізійних сигналів мають низку недоліків:

- складність конструкції;
- труднощі настроювання;
- низьку точність встановлення частоти і форми сигналів, що залежить від точності настроювання вузлів приладу;
- неповний перелік тестових телевізійних зображень.

Основною задачею при розробці та проектуванні сучасних генераторів телевізійних сигналів є підвищення їх метрологічних характеристик та зменшення до мінімуму габаритних розмірів та ваги.

Представлені на українському ринку генератори телевізійних сигналів закордонного виробництва та виробка країн СНД мають ряд недоліків:

- велика вага;
- обмежений набір тестових таблиць телевізійного зображення;
- великі габаритні розміри;
- значну споживану потужність;
- високу вартість пристроїв;
- складність конструкції та низький рівень надійності;
- низький рівень ремонтпридатності.

Таким чином, відомі генератори стандартних телевізійних сигналів мають ряд суттєвих недоліків, отже постає потреба в розробці вітчизняного обладнання, що володіють кращими технічними характеристиками, виробництво яких створить нові робочі місця та принесе українським підприємствам прибутки.

Аналіз останніх досліджень.

Дана робота присвячена створенню малогабаритного генератора телевізійних сигналів (ГТС) для проведення ремонту, настройки і усунення простих і складних несправностей, що пов'язані з післягарантійною експлуатацією чорно-білих і кольорових телевізорів.

Основним завданням є створення надійного і малогабаритного в експлуатації приладу. Придбання такого приладу значно збільшує ремонтоздатність більшості телевізорів першого та другого поколінь, а також телевізорів закордонного виробництва (“JVC”, “SAMSUNG”, “PANASONIC”, “SONY” та ін.). Подібні розробки генераторів телевізійних сигналів на державному рівні майже відсутні, лише деякі приватні організації конструюють ці прилади та продають їх. Тестовий телевізійний прилад “ЛАСПИ – ТТ – 01”, подібний за своїми технічними характеристиками до приладу, що розробляється, раніше випускався на державному рівні, а в наш час його можна побачити лише в деяких приватних організаціях. Тому люди вимушені користуватись генератором телесигналів вітчизняного виробництва, які багатьом придбати проблематично через їх порівняно високу вартість. Даний ГТС має стати вагомим конкурентом імпорту, що ввозиться в Україну.

Мета роботи – створити високостабільний генератор, що дає можливість вирішити деякі протиріччя, які виникають при проектуванні даних пристроїв за традиційною розповсюдженою методикою. Проектування даного пристрою дає можливість створити високостабільний генератор з кращими техніко-економічними показниками, тобто отримати краще співвідношення між ціною і якістю.

Задачами досліджень магістерської кваліфікаційної роботи є:

- провести аналіз сучасного стану генераторів випробувальних телевізійних сигналів;
- провести літературний огляд теоретичних основ побудови генераторів випробувальних телевізійних сигналів;
- розробити нове схемне рішення генератора випробувальних телевізійних сигналів;
- здійснити електричні розрахунки та моделювання каскадів генератора випробувальних телевізійних сигналів.

Об'єктом дослідження є процеси перетворення енергії радіосигналів в енергію сигналів телевізійного зображення.

Предметом дослідження є параметри та характеристики сигналів телевізійного зображення.

Практична новизна одержаних результатів – полягає в запропонованій новій електричній схемі генератора випробувальних телевізійних сигналів.

Апробації та публікації. Автор прийняв участь в роботі Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем» (СПРН-2023). За результатами участі опубліковано тезу доповіді [1].

1 АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕНЕРАТОРА ВИПРОБУВАЛЬНИХ ТЕЛЕВІЗІЙНИХ СИГНАЛІВ

1.1 Постановка задачі дослідження

Було отримано завдання розробити генератор випробувальних телевізійних сигналів, який орієнтований для ремонту відеоапаратури, телевізорів, відеомагнітофонів, відеоплеєрів, налаштування і наладки дисплеїв, моніторів персональних комп'ютерів та ін.

Порівняльні характеристики приладу, що розробляється, з вітчизняними аналогами приведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняння розроблюваного генератора випробувальних телевізійних сигналів з аналогами

Техніко-економічні параметри	Аналог N1*	Аналог N2**	Аналог N3***	Розробляємий ГТС
Ціна (грн)	350	300	400	225
Система телебачення кольорових дослідних сигналів, PAL /SECAM	SECAM	–	SECAM	-
Сигнали, що формує ГТС(є/немає):				
Вертикальні кольорові смуги	є	немає	є	є
Шахове поле	є	є	є	є
Сигнал поля сітки і точок	є	є	є	є
Сигнал "сіра шкала"	є	є	є	є
Наявність генератора звукової частоти(1кГц); (є/немає)	є	немає	немає	немає
Можливість підключення ГТС до антенного входу і до відеовходу телевізора, (є/немає)	є	є	є	є
Виробник закорд./ вітчизн.	вітчизн.	вітчизн.	вітчизн.	вітчизн.

Примітка. Аналог №1* - телевізійний тестовий прилад “ЛАСПИ – ТТ – 01”. Аналог №2** - генератор дослідних сигналів “Електроника ГИС – 01ТМ”. Аналог №3*** - генератор тестових сигналів “Електроника ГИС – 02Т”.

Єдиною відмінністю даного ГТС є те, що він не формує сигнали кольорових смуг у системі телебачення PAL і SECAM. Як правило для на-

стройки, ремонту і перевірки телеприймачів достатньо чорно-білих сигналів, що дозволяє зробити конструкцію більш дешевою, тому що вона не будить містити дефіцитних деталей (кварців). Конструктивно є можливість підключення зовнішнього генератора ЗЧ, який завжди знайдеться в приватних ательє, і його можна досить легко зробити в домашніх умовах.

Для доцільності подальшого проектування розглянемо порівняльну характеристику розроблюваного приладу з відомими аналогами на основі порівняння за базовими показниками, основними з яких є технічні характеристики та ціна. Результати порівняння параметрів розроблюваного пристрою з трьома відомими аналогами зведемо в таблицю 1.1.

Сучасні телетести "Електроніка ГИС01 ТМ", "Електроніка 02Т", генератор телевізійного сигналу Г6-2 та їх аналоги мають в своєму складі автогенератор, подільник частоти, модулятор.

Генератори "Електроніка ГИС01 ТМ" та "Електроніка 02ТМ" забезпечують контроль лінійності розгортки, центрівки та чистоти кольору зображення, статичне та динамічне зведення променів кінескопу, регулювання статичного та динамічного балансу білого в зображенні. Це дозволяє перевірити проходження сигналу через підсилювач проміжної частоти. Зображення на відеопідсилювачі "Електроніка ГИС 01ТМ" дає можливість контролювати чіткість зображення, а "Електроніка ГИС02ТМ" перевіряти роботу модуля кольоровості: правильність матрицювання і встановлювати "нулі" дискримінаторів каналу кольоровості.

При розробці приладу необхідно врахувати, що всі підприємства працюють в ринкових умовах, тому перевагу одержують прості та доступні для впровадження розробок системи автоматичного керування, які мають високу точність та ефективність. Необхідно визначити чіткі економічні характеристики розробки для визначення ринкової структури.

На відміну від нижче приведених аналогів (генераторів випробовуваних сигналів) розроблений ГТС побудований на мікроконтролері PIC16F84, що дозволяє модернізувати схему (змінюючи програму), змен-

шити собівартість приладу, зробити конструкцію меншою за розмірами та простішою в користуванні. Оскільки розроблюваний генератор телевізійних сигналів за технічними характеристиками не гірше аналогів, а ціна його нижча, тому розробка ГТС є доцільною і він знайде попит серед радіоматорів.

Останнім часом в технічному обладнанні служб обліку використовуються нові технічні рішення, які передбачають підвищення завадостійкості обладнання та вдосконалення форми тестових сигналів для телевізійних зображень. Це вимагає використання нових конструкторських і технічних рішень і нової, більш сучасної бібліотеки елементів, яка має такі переваги:

- Зазвичай конструкція проста;
- Простота налаштування та висока робоча стабільність;
- Низький паразитарний рівень активних компонентів;
- Можливість цифрового управління;
- Розширений список згенерованих тестових сигналів телевізійного зображення;
- Швидкість створення сигналу та короткий час підготовки;
- Низьке енергоспоживання;
- Тривалий термін напрацювання на відмову.

На сучасному етапі розвитку обладнання для служб обліку та сервісних центрів постає завдання мініатюризації конструкцій за рахунок використання нових технологій, що призвело до використання багат шарових друкованих плат і останніх досягнень електронної схемотехніки. . На ринку України продається багато стандартних генераторів телевізійного сигналу різних іноземних фірм і підприємств країн СНД. Ми виберемо подібні товари, які користуються найбільшим споживчим попитом.

Генератор сигналів спеціальної форми WW5061 виробляє сигнали «Кольоровий тон», «Смуги» і «Сітка» амплітудою 1,5 В. Сигнал «Кольоровий тон» складається з яскравісної (прямій хід рядка) і темної (зворотний хід) частин. Тривалість першої (51...52) мкс, другої – (12...13) мкс. Цей

сигнал використовують для одержання рівномірного фарбування екрана кінескопа кольором одного тону і попередньої установки статичного балансу білого (сірого).

Генератори вітчизняного виробництва “Електроніка ГИС01 ТМ” та “Електроніка 02ТМ” забезпечують контроль лінійності розгортки, центрівки та чистоти кольору зображення, статичне та динамічне зведення променів кінескопу, регулювання статичного та динамічного балансу білого в зображенні. Це дозволяє перевірити проходження сигналу через підсилювач проміжної частоти. Зображення на відеопідсилювачі “Електроніка ГИС 01ТМ” дає можливість контролювати чіткість зображення, а “Електроніка ГИС 02ТМ” перевіряти роботу модуля кольоровості – правильність матрицювання і встановлювати “нулі” дискримінаторів каналу кольоровості.

Генератор телевізійного сигналу ГТИ-01. Даний генератор формує повний кольоровий телевізійний сигнал у системі PAL (композитний вихід), а також може видавати сигнал у форматі RGB і S-video. Використання в схемі генератора для зберігання зображення ПЗП, дозволяє формувати сигнал будь-якої 16-кольорової картини розміром 520x574 точок. Генератор може застосовуватися для настроювання телевізорів та іншої відео апаратури, а також як генератор "матраца" або тестової таблиці на телецентрах і студіях кабельного телебачення.

Основні технічні характеристики:

- Система кольоровості сигналу ПКТС – PAL;
- Кількість кадрів/полів у секунду – 25/50;
- Тривалість рядка, мкс – 64;
- Кількість рядків – 625;
- Кількість активних рядків – 574;
- Тривалість рядкового імпульсу гасіння мкс - 12;
- Тривалість рядкового синхроімпульсу, мкс - 4.7;
- Тривалість кадрового імпульсу гасіння мкс – 1612;

- Тривалість послідовності кадрових синхроімпульсів, мкс – 160;
 - Тривалість першої й другої послідовності імпульсів, що зрівнюють, мкс – 160;
 - Вихідний опір по виводах ПКТС і S-video, Ом – 75;
 - Напруга живлення, В – $5 \pm 5\%$;
- Максимальний споживаний струм, мА – 150.

Генератор випробувальних телевізійних сигналів ГИТС-03 виробляє повний кольоровий телевізійний сигнал (ПКТС) у системах PAL і SECAM, що відповідає основним вимогам ГОСТ 7845-92, а також формує сигнал телетексту відповідно до ГОСТУ Р 50861-96.

Він формує наступні тестові зображення:

- вертикальні кольорові смуги (у послідовності: біла, сіра, жовта, блакитна, зелена, пурпурна, червона, синя, чорна; при відключенні кольору - градації яскравості);
- сітчасте поле (23x17 клітинок із шаховим бордюром, міткою в центрі й двома написами TV-TEST чорним по білому й білим по чорному для фокусування);
- шахове поле (24x18 клітинок);
- горизонтальні кольорові смуги (у послідовності: біла, жовта, блакитна, зелена, пурпурна, червона, синя, чорна);
- червоне поле;
- зелене поле;
- синє поле;
- біле поле;
- чорне поле.

Вихідні сигнали:

- відеосигнал іспитових зображень розмахом 1 В на навантаженні 75 Ом;
- ВЧ сигнали 1-12 каналів і ПЧ зображення із частотами 38,0 МГц і

38,9 МГц, модульовані по амплітуді відеосигналом і сигналом ПЧ звуку, рівень на навантаженні 75 Ом близько 10 мВ;

- трирівневий імпульс (SSC), що забезпечує можливість настроювання каналу кольоровості без установки в телевізійний приймач.
- Сигнал синхронізації осцилографа: меандр напіврядкової частоти (7812,5 Гц) або частоти кадрів (25 Гц) (вибирається за допомогою клавіатури).

Прилад формує черезрядковий растр, кількість рядків - 625, частота рядків - 15625 Гц, частота полів - 50 Гц. Параметри синхросигнала: тривалість рядкового синхроімпульса й імпульсів врізань - 4,7 мкс, зрівнюючих імпульсів - 2,3 мкс, синхроімпульса полів - 160 мкс, рядкового імпульсу гасіння - 12 мкс, імпульсу гасіння полів - 1600 мкс.

2 ОГЛЯД СУЧАСНОГО СТАНУ ГЕНЕРАТОРІВ ВИПРОБУВАЛЬНИХ ТЕЛЕВІЗІЙНИХ СИГНАЛІВ

2.1 Формування телевізійних сигналів

Модулі (субмодулі) і плата кінескопа, які встановлюються в телевізор після ремонту, в багатьох випадках потребують додаткового регулювання, яке пов'язане з необхідністю їхнього узгодження з іншими пристроями телевізора.

В модулі кольоровості встановлюють рівень чорного на катодах кінескопа і амплітуду сигналів основних кольорів, необхідних для збереження балансу білого кольору. В модулі кадрової розгортки регулюють центрівку по вертикалі і тривалість імпульсів гасіння. В модулі рядкової розгортки здійснюється регулювання центрівки і лінійності по горизонталі, а також обмеження струму пучків.

Разом з стандартними вимірювальними приборами – осцилографом, генератором стандартних сигналів, вольтметром, які використовуються при регулюванні модулів розгортки, радіоканалу і живлення, для регулювання модулів кольоровості необхідні спеціальні дослідні сигнали. Такі сигнали можуть створюватись на екрані телевізора при підключенні до нього генератора телевізійних сигналів, який проектується в цій дипломній роботі.

Розглянемо найбільш поширені дослідні сигнали:

- сигнал кольорових смуг, що створює на екрані телевізора вісім вертикальних кольорових смуг в такій послідовності: біла, жовта, голуба, зелена, пурпурна, червона, синя, чорна. Сигнал використовується для таких операцій: настройки і перевірки контуру корекції ВЧ передспотворень, вирівнювання рівнів піднесучих прямого і затриманого сигналів, встановлення нульових точок часто-

тних детекторів, регулювання матрицювання, регулювання і перевірки кольорової синхронізації;

- сигнал білого поля, який дозволяє отримати чистий засинхронізований растр, сприяє регулюванню чистоти кольору і статичного балансу білого;
- сигнал сіткового поля, який утворений пересіканням світлих горизонтальних і вертикальних ліній. Призначений для регулювання лінійності і геометрії растра, а також зведення променів [11].

Процес формування сигналу кольорового зображення краще розглядати на прикладі утворення яскравісних кольороворізницевих сигналів при передачі нерухомого зображення у вигляді набору восьми кольорових вертикальних смуг: білої, жовтої, голубої, зеленої, пурпурної, червоної, синьої і чорної (рисунок 2.1).

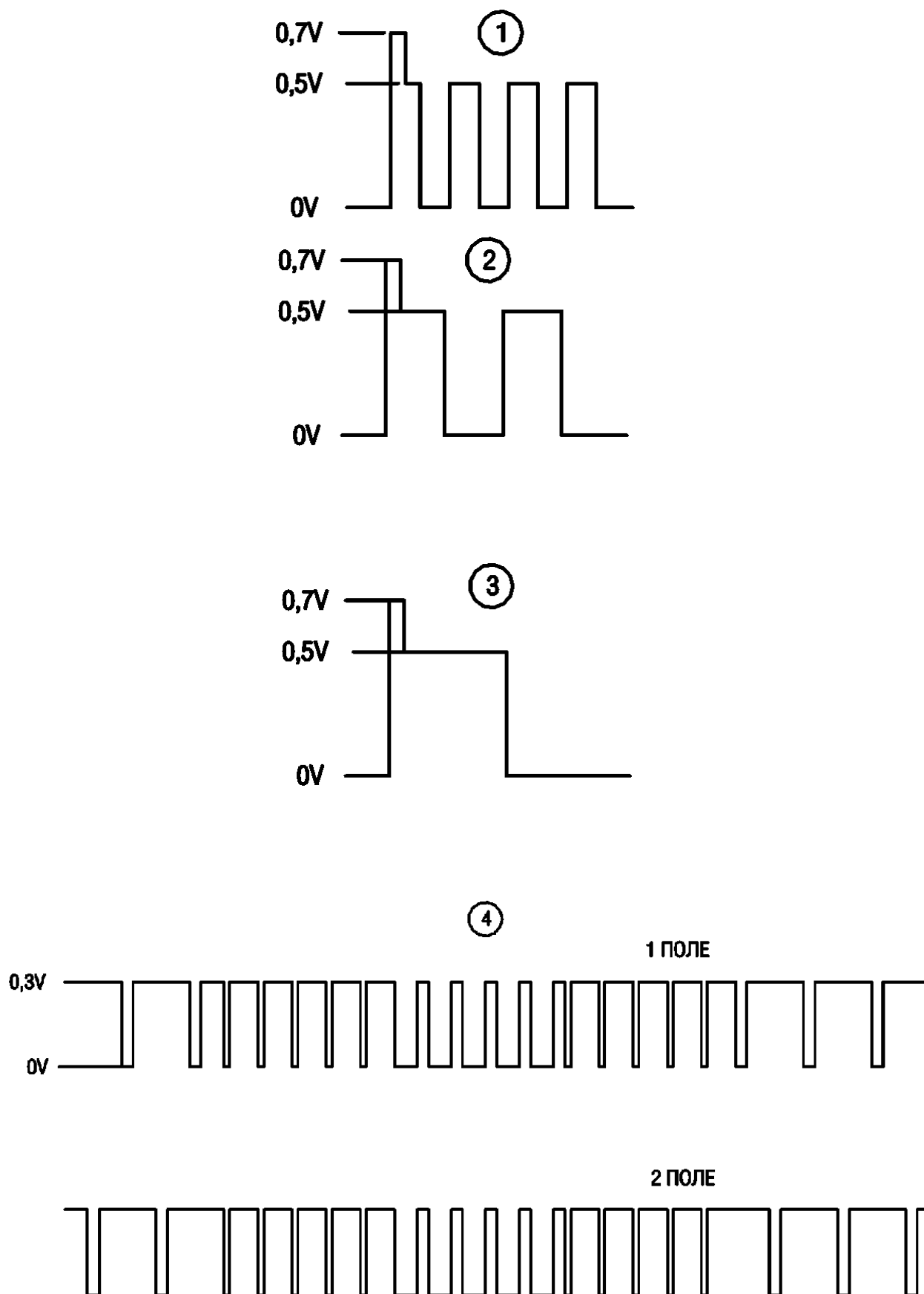


Рисунок 2.1 – Осцилограми тестових телевізійних сигналів

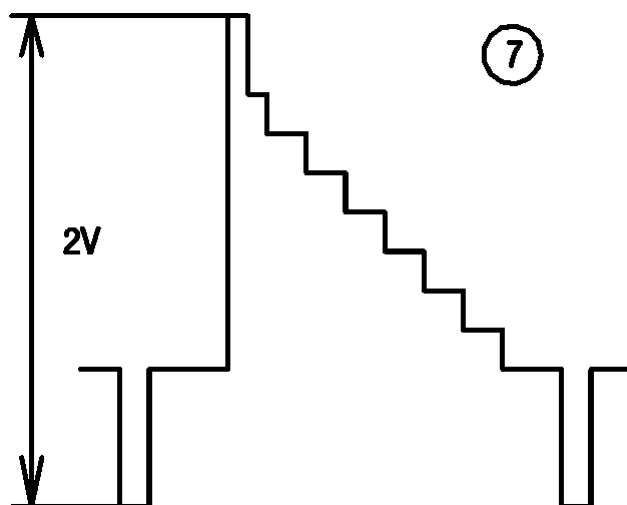
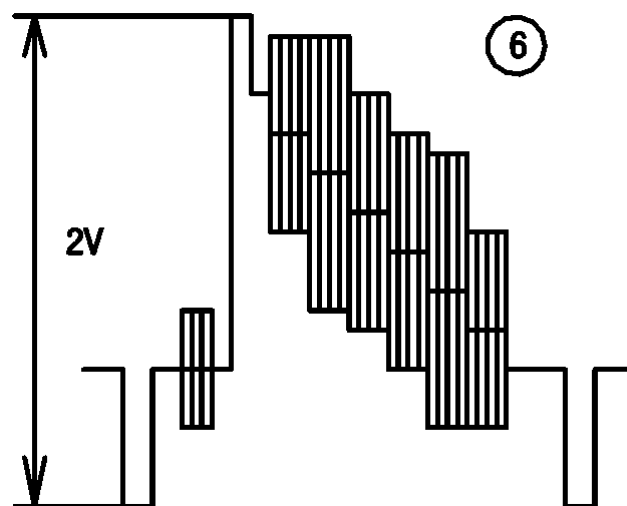
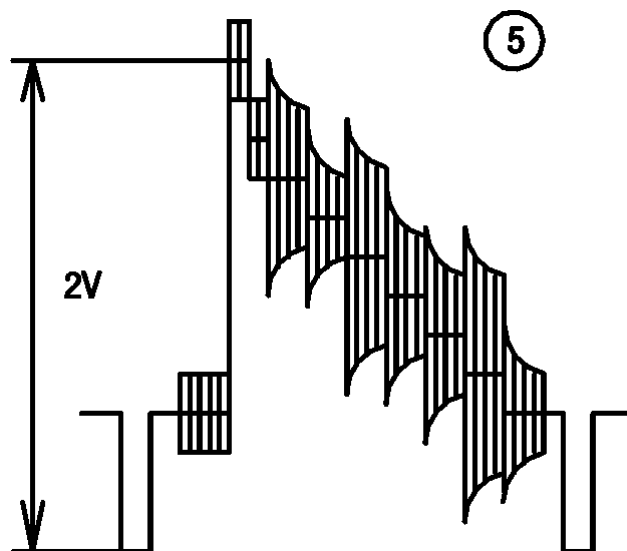


Рисунок 2.2 – Осцилограми тестових телевізійних сигналів

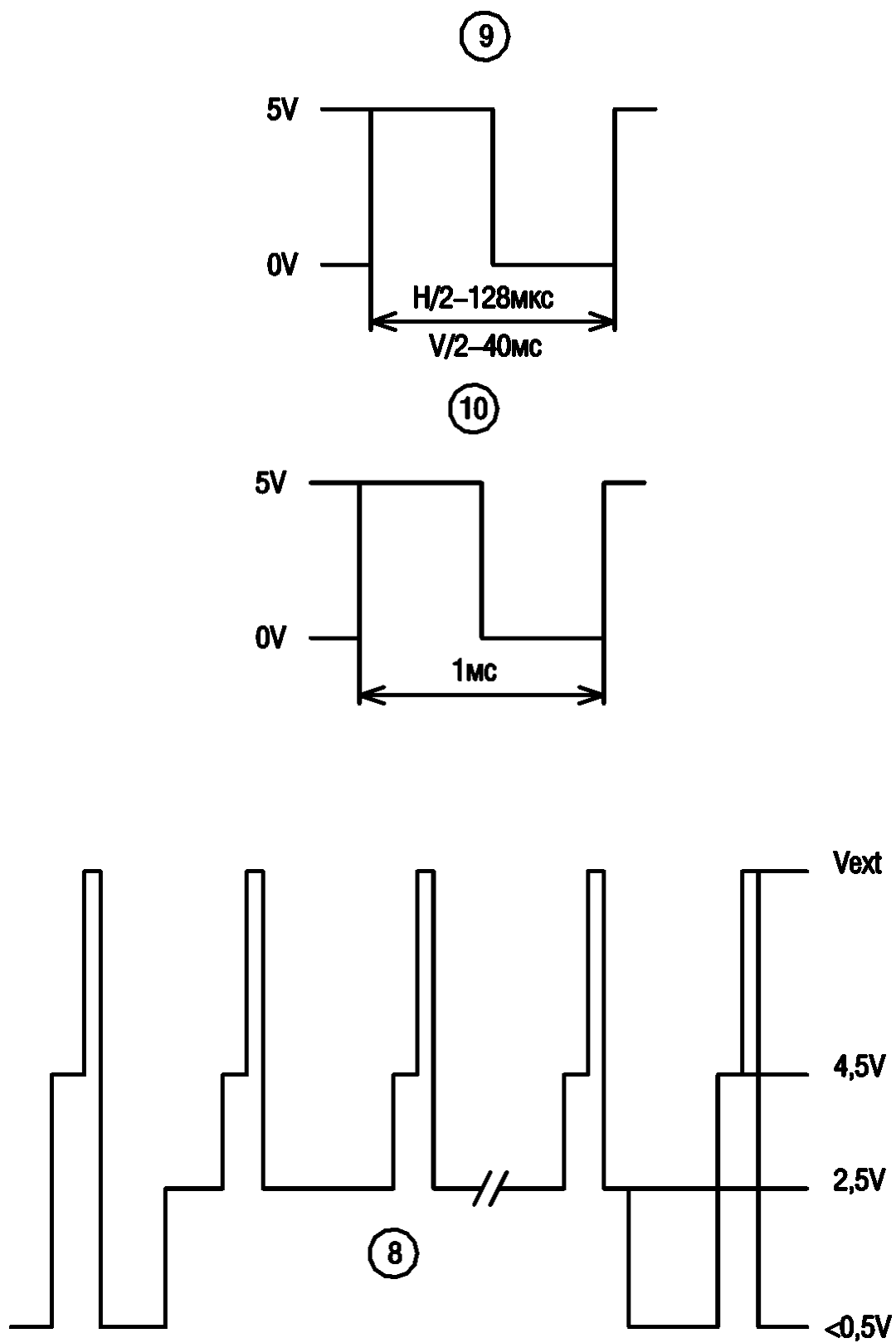
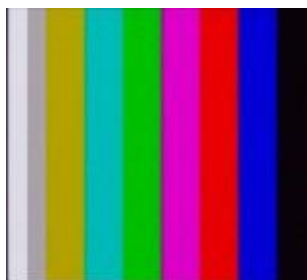
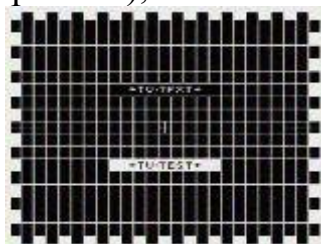


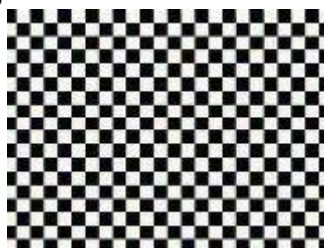
Рисунок 2.3 – Осцилограми тестових телевізійних сигналів



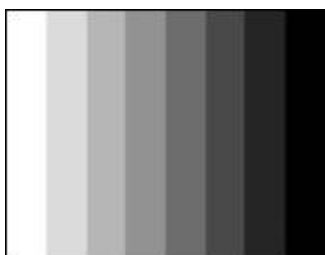
вертикальні кольорові смуги (у такій послідовності: біла, сіра, жовта, блакитна, зелена, пурпурна, червона, синя, чорна; при відключенні кольору - градація яскравості);



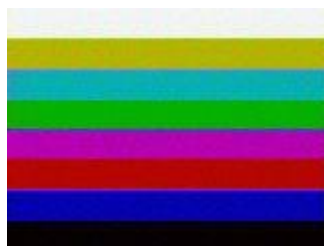
сітчасте поле (23x17 клітинок с шаховим бордюром, міткою в центрі й двома надписами TV-TEST – чорним по білому и білим по чорному для фокусування);



шахове поле (24x18 клітинок);



градації сірого



горизонтальні кольорові смуги (у такій послідовності: біла, жовта, блакитна, зелена, пурпурна, червона, синя, чорна)

Рисунок 2.4 – Тестові телевізійні зображення

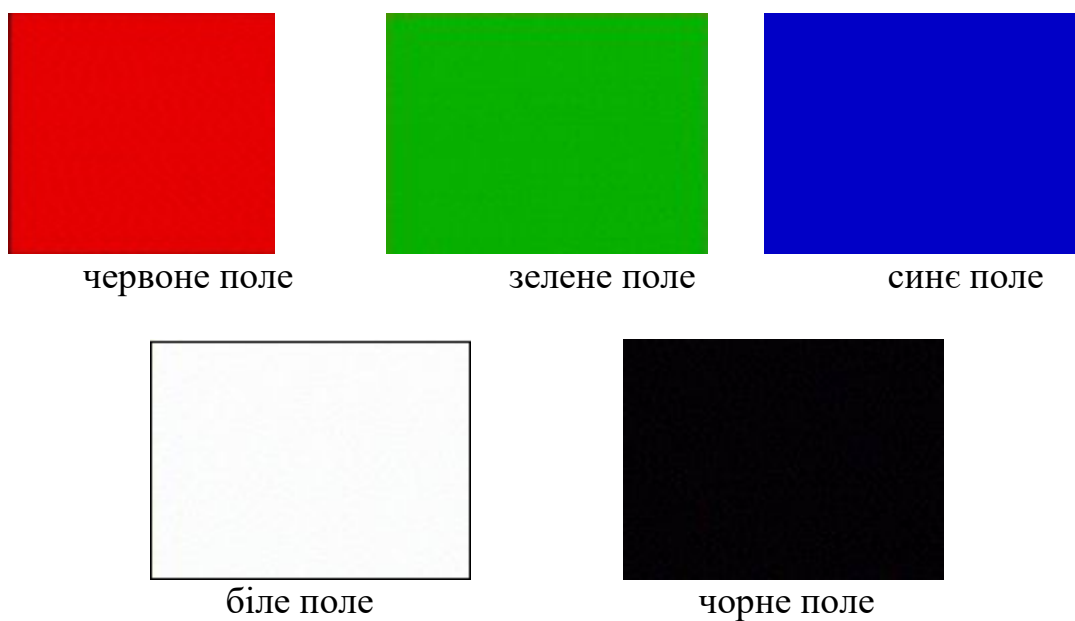


Рисунок 2.5 – Кольорові тестові телевізійні зображення

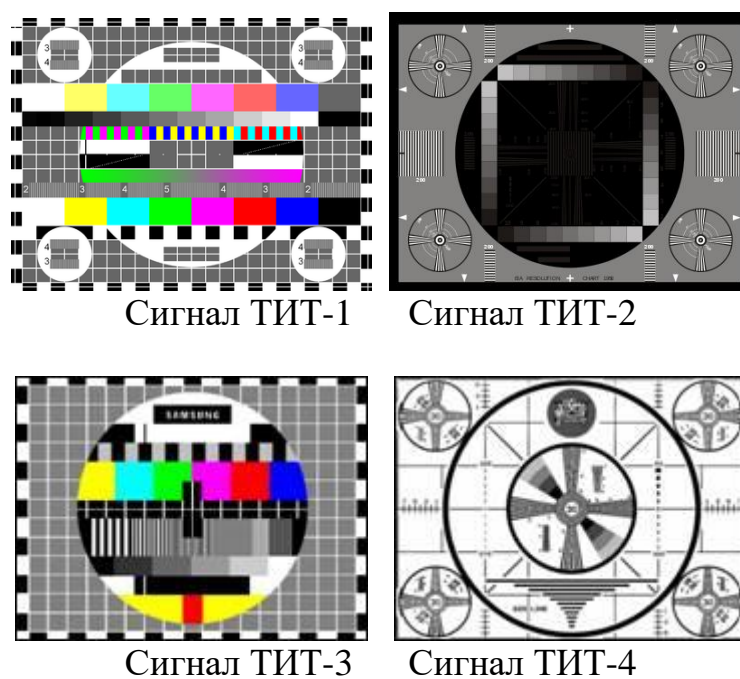


Рисунок 2.6 – Зображення стандартних телевізійних випробувальних таблиць

2.2 Генератор телевізійних сигналів ГТІ-01

Такий генератор нескладний у формуванні телевізійного сигналу. Даний генератор формує повний кольоровий телевізійний сигнал у системі PAL (композитний вихід), а також може видавати сигнал у форматі RGB і S-video. Використання в схемі генератора для зберігання зображення ПЗП, дозволяє формувати сигнал будь-якої 16-кольорової картинки розміром 520x574 точок. Генератор може застосовуватися для настроювання телевізорів та іншої відео апаратури, а також як генератор "матраца" або тестової таблиці на телецентрах і студіях кабельного телебачення.

Основні технічні характеристики:

- Система кольоровості сигналу ПКТС – PAL
- Кількість кадрів/полів у секунду - 25/50
- Тривалість рядка, мкс – 64
- Кількість рядків – 625
- Кількість активних рядків – 574
- Тривалість рядкового імпульсу гасіння мкс - 12
- Тривалість рядкового синхроімпульсу, мкс - 4.7
- Тривалість кадрового імпульсу гасіння мкс - 1612
- Тривалість послідовності кадрових синхроімпульсів, мкс - 160
- Тривалість першої й другої послідовності імпульсів, що зрівнюють, мкс - 160
- Вихідний опір по виводах ПКТС і S-video, Ом – 75
- Напруга живлення, В - 5 +/- 5%
- Максимальний споживаний струм, мА – 150

Для формування відеосигналу RGB і синхроімпульсів використовується мікросхема EPROM 27C040-90. Використання більше повільних мікросхем небажано, оскільки цикл читання в даній схемі має тривалість 0.1 мкс. Сигнали ПКТС і S-video формує мікросхема СХА1145. Щоб уникнути

появи завод на зображенні, бажано розділити кола живлення мікросхем тактового генератора й ПЗП з однієї сторони та мікросхеми СХА1145 і вихідних підсилювачів з іншої сторони. Крім того кола живлення необхідно блокувати керамічними конденсаторами 0.047 - 0.1 мк.

Електрична принципова схема генератора подана на рис.2.7 (та наведена в додатку А рис. 1).

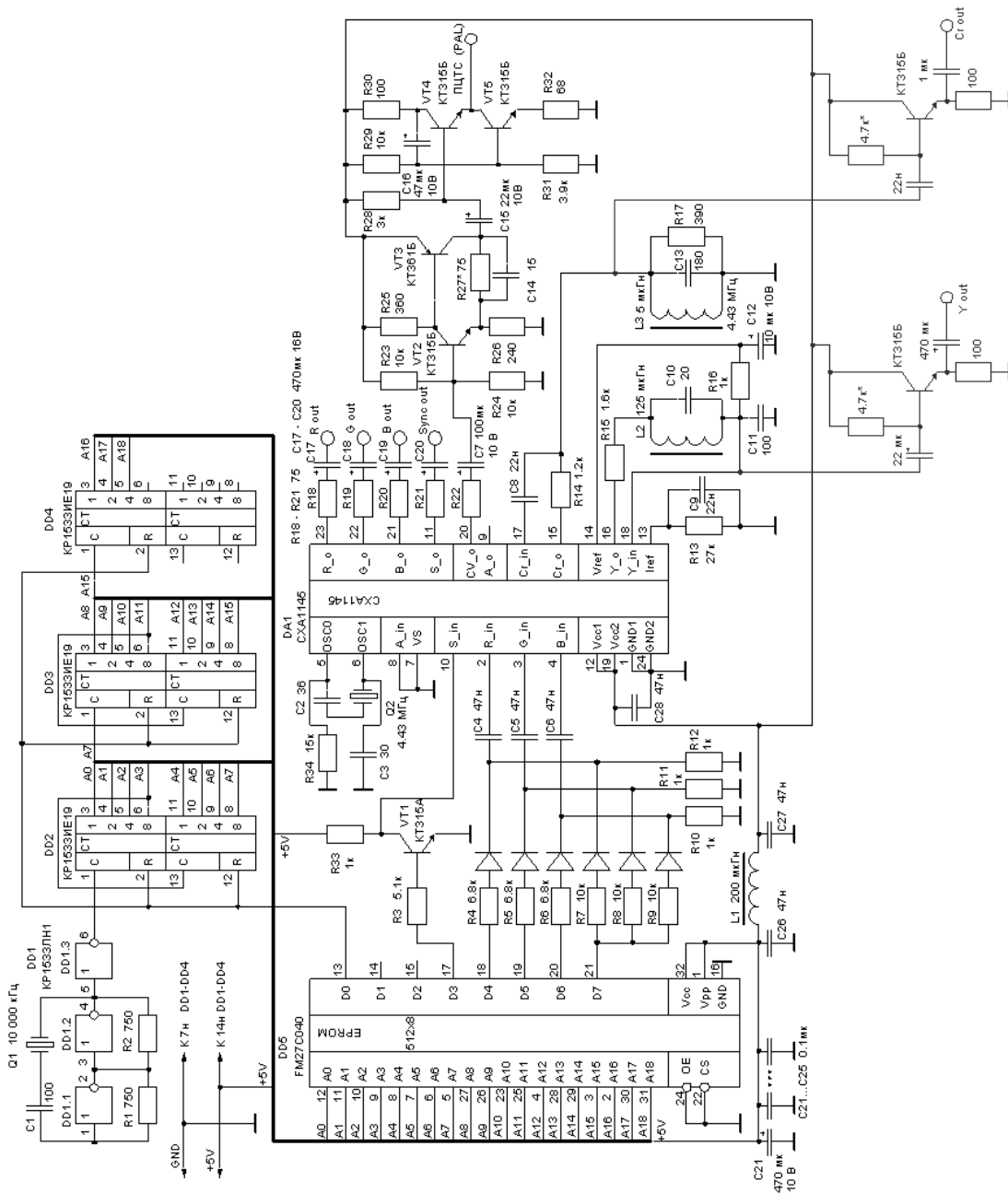


Рисунок 2.7 – Електрична принципова схема генератора телевізійних сигналів ГТІ-01

2.3 Генератор випробувальних телевізійних сигналів ГІТС-03



Рисунок 2.8 – Лицьова та задня панель генератора тестових телевізійних сигналів ГІТС-03

Генератор випробувальних телевізійних сигналів ГІТС-03 виробляє повний кольоровий телевізійний сигнал (ПКТС) у системах PAL і SECAM, що відповідає основним вимогам ГОСТ 7845-92, а також формує сигнал телетексту відповідно до ГОСТУ Р 50861-96.

Він формує наступні тестові зображення:

- вертикальні кольорові смуги (у послідовності: біла, сіра, жовта, блакитна, зелена, пурпурна, червона, синя, чорна; при відключенні кольору - градації яскравості);
- сітчасте поле (23x17 клітинок із шаховим бордюром, міткою в центрі й двома написами TV-TEST чорним по білому й білим по чорному для фокусування);
- шахове поле (24x18 клітинок);
- горизонтальні кольорові смуги (у послідовності: біла, жовта, блакитна, зелена, пурпурна, червона, синя, чорна);
- червоне поле;
- зелене поле;
- синє поле;
- біле поле;
- чорне поле.

Вихідні сигнали:

- відеосигнал іспитових зображень розмахом 1 В на навантаженні 75 Ом;
- ВЧ сигнали 1-12 каналів і ПЧ зображення із частотами 38,0 МГц і 38,9 МГц, модульовані по амплітуді відеосигналом і сигналом ПЧ звуку, рівень на навантаженні 75 Ом близько 10 мВ;
- трирівневий імпульс (SSC), що забезпечує можливість настроювання каналу кольоровості без установки в телевізійний приймач.
- Сигнал синхронізації осцилографа: меандр напіврядкової частоти (7812,5 Гц) або частоти кадрів (25 Гц) (вибирається за допомогою клавіатури).

Прилад формує черезрядковий растр, кількість рядків - 625, частота рядків - 15625 Гц, частота полів - 50 Гц. Параметри синхросигнала: тривалість рядкового синхроімпульса й імпульсів врізань - 4,7 мкс, зрівнюючих імпульсів - 2,3 мкс, синхроімпульса полів - 160 мкс, рядкового імпульсу гасіння - 12 мкс, імпульсу гасіння полів - 1600 мкс.

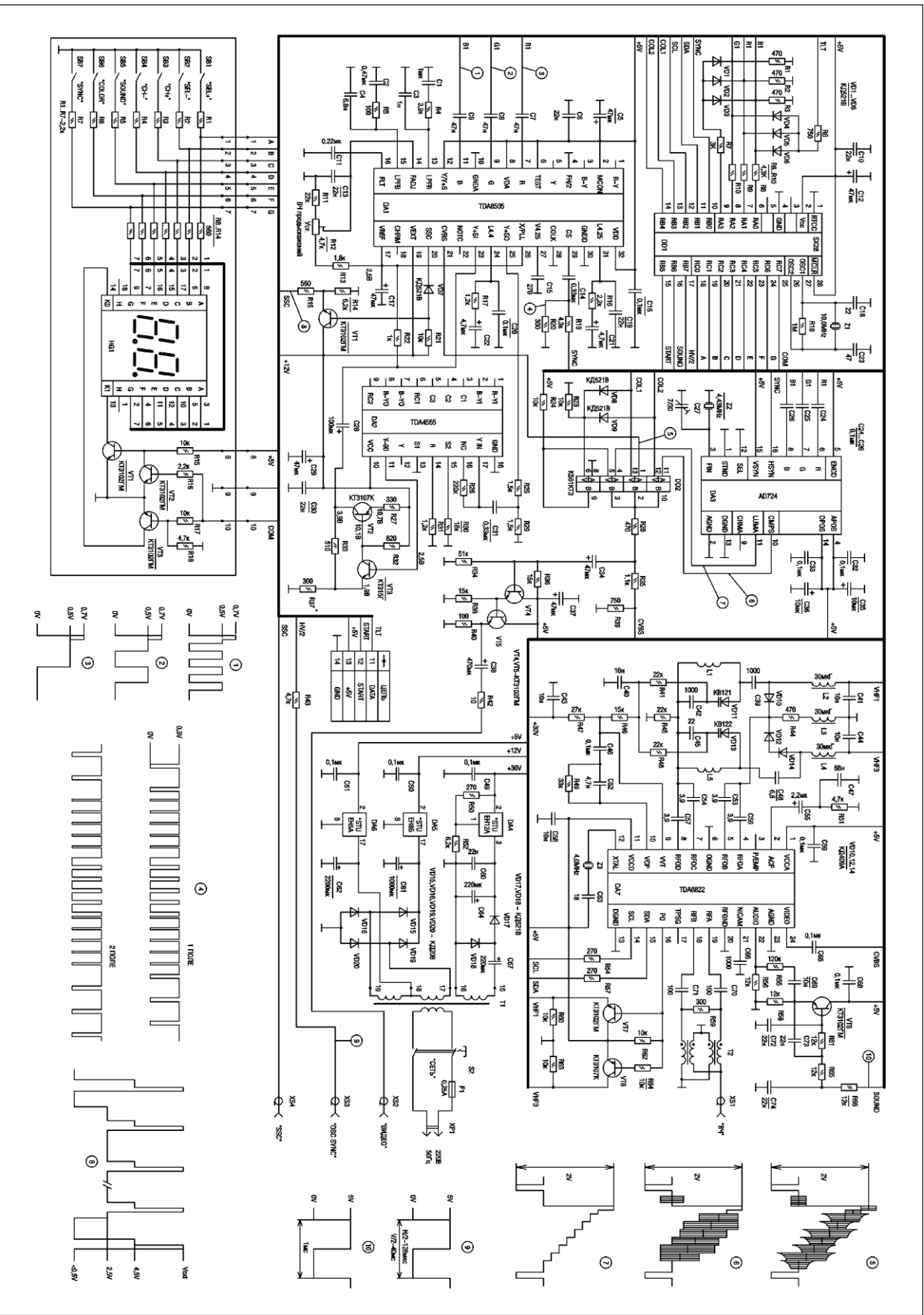
Електрична принципова схема генератора подана на рис.2.9 (та наведена в додатку А рис. 3).

Всі перераховані вище функції реалізовані програмно. Синхросигнал знімається з виводу 10, сигнали RGB з виводів 7, 8, 6 відповідно, всі сигнали мають амплітуду 5В. Подільники напруги на опорах R1 - R3, R8 - R10 забезпечують розмах RGB сигналів, необхідний для нормальної роботи ІМС кодеров. Для формування RGB сигналів типу 100/0/75/0 до них з виводу 9 через елементи VD1 - VD3, R7 підмішується додатковий сигнал. Через діоди VD4 - VD6 і резистор R6 в RGB сигнали вводиться сигнал телетексту. З виводів 11, 12 знімаються сигнали SDA і SCL для керування по шині I²C режимами роботи ВЧ модулятора. Виводи 13, 14 управляють роботою електронного комутатора DD2. До виводів 18-24 DD1 підключені клавіші вибору: тестового зображення SB1, SB2 (уперед - назад), ВЧ канали SB3, SB4 (уперед - назад), ПЧ звуку SB5 (6,5/6,0/5,5 МГц), системи кольоровос-

ті SB6 (SECAM, PAL, Ч/Б), сигналу синхронізації осцилографа SB7 ($F_{сТр}/2$, $R_{пол}/2$). Індикація режимів, що перемикаються, крім номера каналу, здійснюється на екрані телевізора. Номер каналу відображається на двозначному цифровому світлодіодному індикаторі HG1, підключеному паралельно клавіатурі.

Кодер SECAM (DA1) реалізований на ІМС TDA8505 фірми PHILIPS [6]. Сигнали RGB через C7 - C9 надходять на виводи 7, 9, 11, а сигнал синхронізації амплітудою 0,3 В з ділянки R19, R20 через C14 на вивід 29. Вихідний сигнал SECAM розмахом 2 В з вивода 21 надходить на один із входів комутатора (вивід 1 DD2). З виводу 25 знімається суміш сигналу яскравості й синхросигнала розмахом 2В і з подільника R25, R29 через C33 надходить на вивід 17 DA2. DA2 є ІМС TDA4565 фірми PHILIPS (вітчизняні аналоги K174XA27, ЭКР1087XA1) використовується в режимі електронної лінії затримки й здійснює затримку сигналу яскравості для поєднання колірних і яркісних переходів. Затриманий сигнал з виводу 11 DA2 надходить на підсилювач VT2, VT3, що компенсує ослаблення сигналу в DA2, і далі через C28 на вивід 23 DA1.

Рисунок 2.9 – Електрична принципова схема генератора телевізійних сигналів ГТС-03



Елементи C19, R16, C21 і C20, R17, C22 являють собою петльові фільтри схем ФАПЧ, що керують роботою опорних генераторів колірних підносійних «синьої» (4,250 МГц) і «червоної» (4,40625 МГц) рядків. Одна з переваг DA1 полягає в тому, що при стандартній формі й стабільних параметрах синхросигнала для роботи опорних генераторів не потрібні кварцові резонатори. При цьому як частота порівняння використовується рядкова частота, виділювана із синхросигнала. Елементи C1, R4, C3 і C2, R5, C4 - петльові фільтри схем ФАПЧ, які керують роботою частотного модулятора. Для всіх фільтрів необхідно використовувати елементи з малим вибоком і високою температурною стабільністю.

Зміною напруги на виводі 14 DA1 за допомогою R12, підключеного разом з R11, R13 до джерела опорної напруги 2,5 В (вив. 17 DA1), здійснюється керування фільтром ВЧ передспотворень. Фільтр виконаний інтегрально й має один зовнішній конденсатор C11, підключений до виводу 16 DA1.

З виводу 20 DA1 знімається трирівневий імпульс, що через емітерний повторювач VT1 і обмежувальний резистор R15 подається на вихідне гніздо XS4. VT1 використовується для підвищення навантажувальної здатності виходу, а VD7 і R21 для компенсації зрушення рівнів, що відбувається на повторювачі. Максимальна амплітуда імпульсів відповідає напрузі на виводі 19 DA1.

Кодер PAL (DA3) зібраний на ІМС AD724 фірми ANALOG DEVICES [7]. Дана мікросхема використовує мінімальну кількість зовнішніх елементів і являє собою функціонально закінчений пристрій, що вигідно відрізняє її від аналогічних ІМС, що вимагають для повноцінної роботи зовнішні лінії затримки яркісного сигналу й смугового фільтра сигналу кольоровості. На виводи 6, 7, 8 через C24 - C26 подаються RGB сигнали, на вивід 16 синхросигнал. З виводів 10, 11 знімаються вихідні сигнали PAL і Ч/Б розмахом 2 В. Ці сигнали надходять на входи 11 і 4 комутатора DD2. До виводу 3 підключені зовнішні частото задаючі елементи опорного генератора кольорової подносійної Z2, C27. Встановлення частоти (4,433619 МГц) здійснюється тримером C27.

Електронний комутатор DD2 робить перемикання сигналів, сформованих кодерами. Перемикання виробляється подачею керуючих напруг на виводи 13, 12 або 5. Обраний сигнал з виводу 2, 10 або 3 через дільний R28, R35, R39 і конденсатор C48 надходить на емітерний повторювач VT4, VT5. З емітера VT5 сигнал через C38 і R42 надходить на вихід «Відео» (гніздо XS2).

ВЧ модулятор (DA7) реалізований на ІМС TDA8822T (PHILIPS). Дана ІМС являє собою програмований модулятор. Вона формує ВЧ телевізійний сигнал, модульований звуковим і відео сигналами. Установка частоти вихідного сигналу, частоти й девіації підносійної звуку, глибини модуляції відео, відношення «картинка/звук» здійснюється по шині I²C (вивід 14, 15 DA7). Це приводить до спрощення схеми, розширенню функціональних можливостей модулятора й відсутності яких-небудь регулювань.

Меандр звуку частотою 1 кГц із виводу 16 DD1 надходить на активний ФНЧ (елементи C72-C74, R61, R65, R66, VT6). З дільника R55, R56, підключеного через C69 до виходу фільтра, знімається синусоїдальний сигнал розмахом 50 мВ, що подається на вивід 22 DA7. Роботою генератора підносійної звуку управляє вбудований синтезатор частоти з ФАПЧ. У режимі «MUTE» НЧ сигнал звуку не видається, а що піднесе встановлюється рівної 6,5 МГц.

На вивід 24 DA7 з нижнього плеча дільника R28, R35, R39 подається відеосигнал розмахом 500 мВ.

До виводів 4, 5, 7, 8 підключені частото задаючі елементи ВЧ генератора. ВЧ генератор даної ІМС також управляється вбудованим синтезатором з ФАПЧ і може працювати на частотах від 35 до 890 МГц. Робочий діапазон частот визначається вибором елементів ВЧ контуру. Перекриття всіх ТВ діапазонів при використанні однієї ІМС - досить складне завдання й відповідно до опису на мікросхемі не передбачається. Тому вибір був зроблений на користь I і III метрових діапазонів з можливістю роботи на ПЧ зображення. А робота в ДМВ діапазоні можлива на гармоніках основних сигналів. Контур L1, VD11, 342

призначений для роботи в першому діапазоні, а L5, VD13, 345 у третьому. Логічний рівень напруги на виводі 16 DA7, що відповідає включеному діапазону, управляє транзисторами VT7, VT8. формуючої напруги комутації. Комутація контурів при перемиканні діапазонів здійснюється діодами VD10, VD12, VD14. Діапазон зміни напруги настроювання (вивід 9 DA7) установлюється в межах від 1 до 26 У зміною індуктивності L1, L5. З виводів 18, 19 знімається модульований ВЧ сигнал і через трансформатор, що погодить, Т2 надходить на вихід «ВЧ» (гніздо XS1).

У даному генераторі телевізійних сигналів реалізований режим OSD (On Screen Display), тобто відображення оперативних установок прямо на екрані телевізора (рис.2.10).

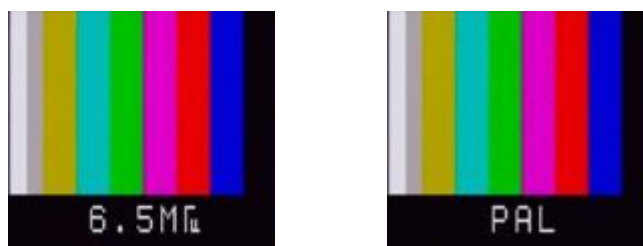


Рисунок 2.10 – Зображення зняті з реального генератора за допомогою [TV-Tuner AverTV Studio Model 103](#)

3 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРИСТРОЮ

3.1 Обґрунтування вибору мікроконтролера

При проектуванні складних цифрових систем, що вимагають використання мікроконтролерних пристроїв, перед розробниками завжди постає складне завдання вибору конкретного типу мікроконтролера. Завдяки широкому асортименту мікроконтролерів, доступних сьогодні, зробити такий вибір нелегко. Сьогодні в країні та за кордоном розроблено та широко використовується різноманітні типи мікроконтролерів. Найбільш поширеними виробниками є Mikrochip, Atmel, Zilog, Philips, Motorola тощо.

Тому, щоб зробити правильний вибір, необхідно розробити певні критерії, враховуючи характеристики проектуваного обладнання та вимоги до нього. Характеристики включають такі фактори, як специфіка проблеми, яку вирішує пристрій, і численні обмеження, накладені на розроблений пристрій. Ці обмеження часто включають технічні, дизайнерські, фінансові тощо.

Вимоги певною мірою відображають ці обмеження, але по суті вони формуються і розвиваються на тих прикладах, які визначають споживчі властивості пристрою та його функціональність.

Для вибору центрального мікроконтролера використовуються такі критерії:

- Електропостачання, енергоспоживання;
- Найнижча вартість обладнання та повні функції;
- Програмні можливості, система команд, програмні ресурси;
- Швидкість дії;
- Універсальність;
- Можливості для подальшого вдосконалення;
- вартість;

- У нашому рішенні можна використовувати різні типи мікропроцесорів.

Проаналізувавши ці критерії, ми вибрали монокристалічний мікроконтролер PIC16F84 виробництва Microchip Technology, який забезпечить успішну роботу генератора тестового телевізійного сигналу.

Мікроконтролер PIC16F84 відноситься до сімейства мікроконтролерів KMON. Він має внутрішню 1Кх14-бітову пам'ять EEPROM для програм, 8-бітну пам'ять даних і 64-байтну пам'ять даних EEPROM. У той же час він має характеристики низької вартості та високої продуктивності. Усі команди складаються з одного слова (14 біт) і виконуються за один цикл (400 нс при тактовій частоті 10 МГц) (крім команд переходу, які виконуються за два такти, тобто 800 нс). PIC16F84 має переривання, викликані чотирма джерелами та восьмирівневим апаратним стеком. Периферійний пристрій включає 8-бітний таймер/лічильник (фактично 16-бітний таймер) з 8-бітним програмованим попереднім дільником і 13 двонаправлених ліній вводу/виводу. Висока навантажувальна здатність ліній вводу/виводу (максимальний вхідний струм - 25 мА, максимальний вихідний струм - 20 мА) спрощує зовнішні драйвери, тим самим знижуючи загальну вартість системи. PIC16F84 має 8-розрядну пам'ять даних (RAM) (64х8) і 14-розрядну пам'ять програм (1024х14).

Мікроконтролер має 36 х 8 регістрів загального призначення, 15 спеціальних апаратних регістрів SFR, восьмирівневий апаратний стек. Він забезпечує можливість прямої, непрямой та відносної адресації даних і команд. Переривання можуть бути викликані наступними чотирма джерелами: зовнішній вхід INT; переповнення таймера TMR0; переривання при зміні сигналу на лінії порту В (PORTB); і завершення запису даних у пам'ять EEPROM. Архітектура та зовнішній вигляд мікроконтролера показані на рисунку 3.1 (і показані в Додатку А, рисунок 4) і 3.2.

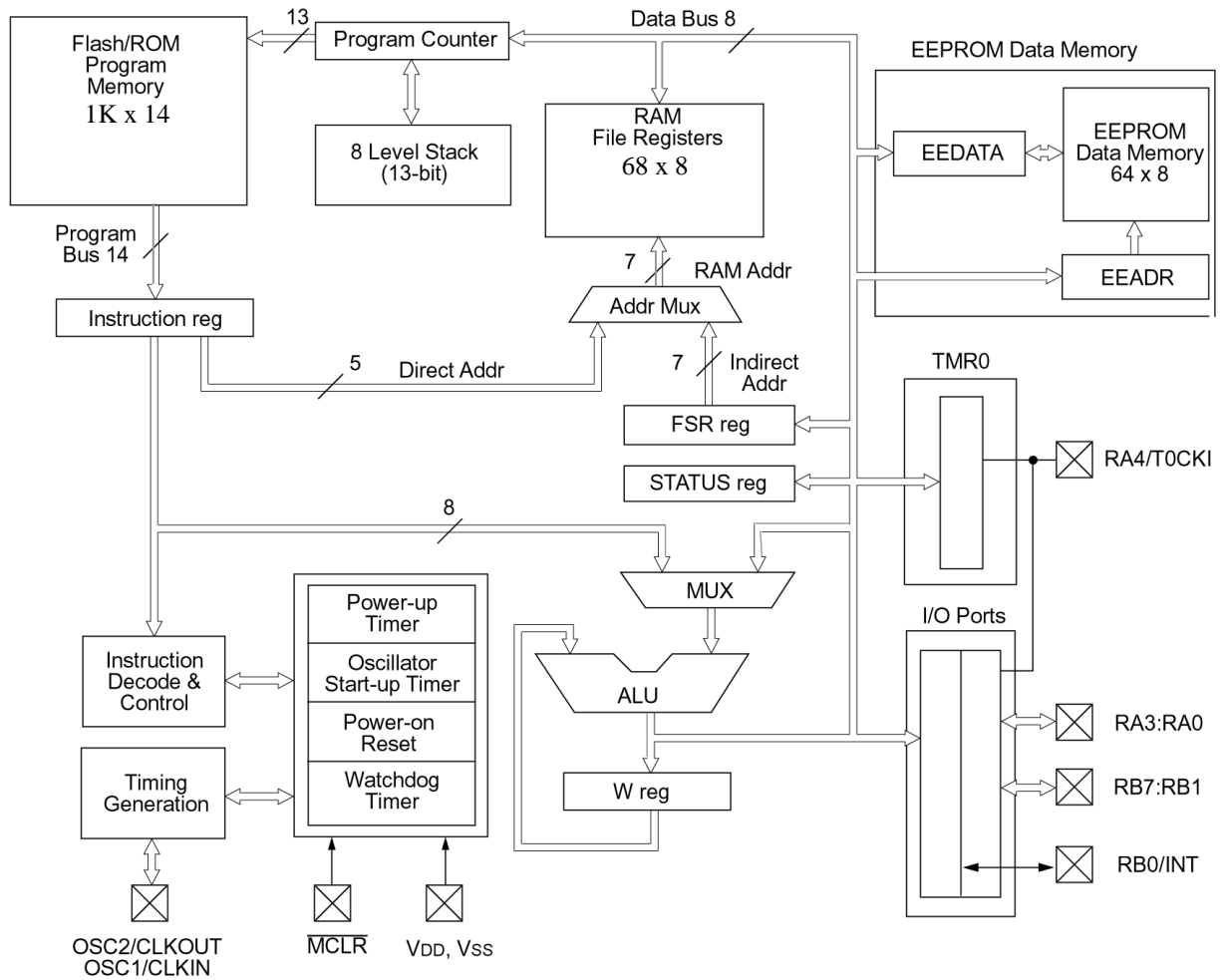


Рисунок 3.1 – Архітектура PIC16F84

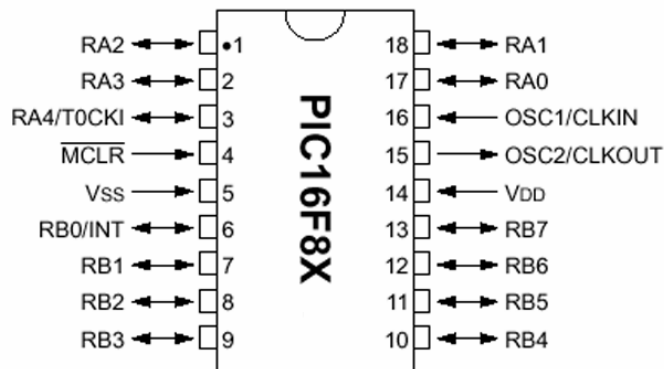


Рисунок 3.2 – Призначення виводів PIC16F84

До складу мікроконтролера входить таймер/лічильник. Основне використання таймера/лічильника – підрахунок кількості зовнішніх подій і вимірювання інтервалів часу. У регістр таймера/лічильника TMR0 можна

завантажити дані або зчитати їх з нього, так само як і з будь-якого іншого регістра. Зміст цього регістру може бути збільшений на 1 фронт зовнішнього сигналу, що поступає на вхід RA4/T0CKI кристала, або внутрішнім сигналом синхронізації ($CLKOUT = F_{OSC} / 4$).

Таблиця 3.1 – Позначення виводів і їх функціональне призначення

Назва виводу	Номер виводу	Тип виводу		Опис
		Вх/Вих	Буфер	
OSC1/CLKIN	16	Вхід	TTL/ST	Підключення кварцу, RC або вхід зовнішнього тактового сигналу.
OSC2/CLKOUT	15	Вихід	–	Генератор, вихід тактової частоти в режимі RC генератора, в решті випадків – для підключення кварцу
RA0	17	Вх/Вих	TTL	PORTA – двонаправлений порт вводу/виводу Може також використовуватися як вхід таймера/лічильника
RA1	18	Вх/Вих	TTL	
RA2	1	Вх/Вих	TTL	
RA3	2	Вх/Вих	TTL	
RA4/T0CKI	3	Вх/Вих	TTL	
RB0/INT	6	Вх/Вих	TTL/ST	PORTB – двонаправлений порт вводу/виводу Може також використовуватися як вхід зовнішнього переривання Вхід переривання по зміні сигналу Вхід переривання по зміні сигналу Вхід переривання по зміні сигналу, тактовий сигнал при послідовному програмуванні Вхід переривання по зміні сигналу, сигнал даних при послідовному програмуванні
RB1	7	Вх/Вих	TTL	
RB2	8	Вх/Вих	TTL	
RB3	9	Вх/Вих	TTL	
RB4	10	Вх/Вих	TTL	
RB5	11	Вх/Вих	TTL	
RB6	12	Вх/Вих	TTL/ST	
RB7	13	Вх/Вих	TTL/ST	
\overline{MCLR}	4	Вхід/П	TTL	Вхід скидання пристрою з активним низьким рівнем або напруга програмування при послідовному програмуванні
VDD	14	П	–	Вивід позитивного живлення
VSS	5	П	–	Спільний вивід

Умовні позначення, прийняті в таблиці:

– = не використовується;

ST – вхід з тригером Шмідта;

П – живлення.

Блок діаграма таймер/лічильника зображена на рисунку 3.3 (та наведена в додатку А рис. 5)

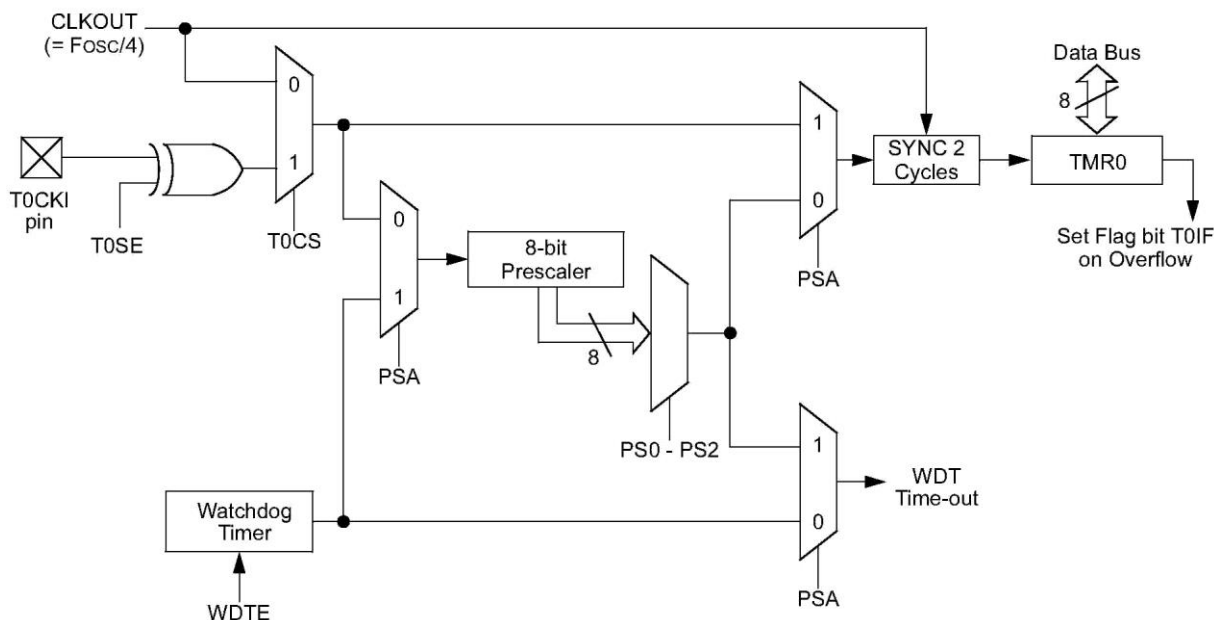


Рисунок 3.3 – Блок діаграма таймер/лічильника

Сторожовий таймер (WATCHDOG) призначений для захисту мікроконтролера від збоїв у процесі роботи. Він має вбудований RC-генератор, що працює на частоті 1 МГц. Ця частота є наближеною і залежить, насамперед, від величини напруги живлення мікроконтролера і від температури. WATCHDOG-таймер має у своєму складі власний попередній подільник вхідної частоти з програмованим коефіцієнтом розподілу, що дозволяє підстроювати часовий інтервал переповнення таймера й скидання мікроконтролера. WATCHDOG-таймер може бути відключений програмним шляхом, під час роботи мікроконтролера як в активному режимі, так і в кожному із режимів зниженого енергоспоживання. В останньому випадку це приводить до значного зниження споживаного струму.

3.2 Настроювання портів мікроконтролера для формування сигналів зображення

Для створення відеосигналу потрібно сформувати сигнальні рівні між 0 В та 1 В (рівні білого та чорного). Для одержання картинки на екрані телеприймача потрібні як мінімум 3 рівні: синхронізація, чорний рівень, а також сірий або білий рівень. На відміну від аналогового конвертора потрібно як мінімум 2bits, щоб одержати достатню кількість рівнів. Вхідний опір стандартного телевізора складає 75 Ом. Використовуючи два резистори та 2-розрядний цифро-аналоговий перетворювач, такий конвертор може бути створений.

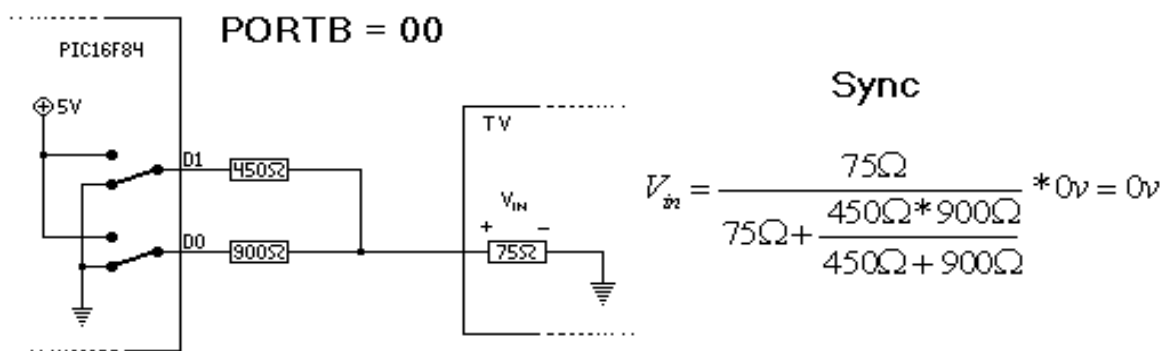


Рисунок 3.4 – Формування сигналу Sync на мікроконтролері

З'єднання як D0, так і D1 з корпусом приводить до того, що напруга на вході телеприймача складе 0 В (синхронізувальний рівень), тому що ніщо не з'єднано з VDD.

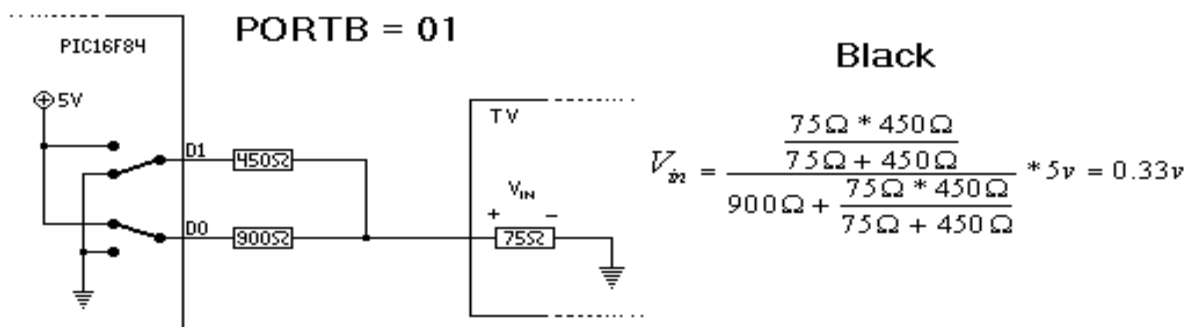


Рисунок 3.5 – Формування сигналу Black на мікроконтролері

З'єднання D1 і D0 з 5 В (резистор 450 Ом з'єднаний в паралелі з 75 Ом вхідного опору телеприймача і з резистором 900 Ом), утворює напругу 0,33 В на вході телеприймача, що відповідає рівню чорного.

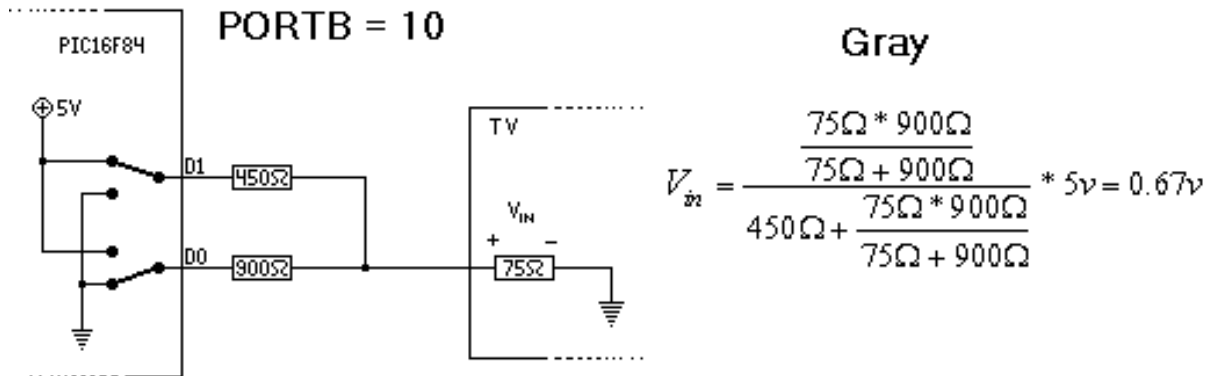


Рисунок 3.6 – Формування сигналу Gray на мікроконтролері

З'єднання D1, D0 з 5 В, підключає резистор 900 Ом в паралелі з вхідним опором телеприймача 75 Ом та з резистором 450 Ом і приводить до формування напруги 0.67 В на вході телеприймача, що відповідає рівню сірого.

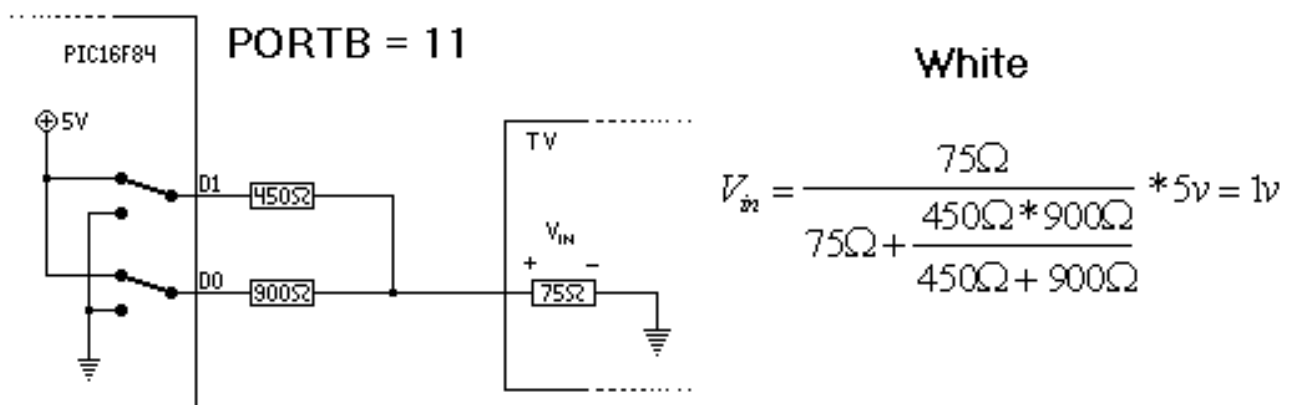


Рисунок 3.7 – Формування сигналу White на мікроконтролері

З'єднання як D1, так і D0 з 5 В приводить до того, що резистор 450 Ом з'єднаний з резистором 900 Ом паралельно та з вхідним опором телеприймача 75 Ом. Це створює напругу 1.0 В на вході телеприймача, що відповідає рівню білого.

Програмне забезпечення має виробляти відеосигнали. В стандартній відеосистемі подібно до графічної карти в персональному комп'ютері, інформація про те, що має відобразитись на екрані, береться з пам'яті. Це робиться автоматично. Програмне забезпечення має бути в пам'яті мікроконтролера і формувати зображення, яке буде виводитись на екран телеприймача. У PIC16F84 є 68 byte пам'яті, але цю пам'ять потрібно також використовувати і для інших цілей. Неможливо запам'ятати ціле зображення в пам'яті подібно до графічних карток, а зображення доведеться виробляти як сигнальні відеолінії через екран. Одна лінія розгортки робить один вертикальний імпульс. Для того, щоб створити зображення однієї лінії розгортки з сіро-чорно-біло-чорно-сірою інформацією, потрібно створити одну лінію та повторювати лінію періодично. Сигнал має містити горизонтальний імпульс синхронізації, завершений затримкою, а потім кольоровою інформацією.



Рисунок 3.8 – Відеосигнал, який виробляє програмний кодер. Низький рівень – сірі імпульси, а великий рівень посередині - білий імпульс

Рисунок 3.9 – Відеосигнал, який виробляється кодером, має вид на екрані телеприймача (дві сірі лінії і одна біла лінія).

Програмно це виглядає таким чином:

main:

```
movlw COLOR_SYNC ;get sync level (1)
```

```
***** 4us sync *****
```

```
movwf VIDEO_PORT ;set port value(1)
```

```
movlw 3 ;setup delaytime
DELAY ;delay for 3us (9)

movlw
COLOR_BLACK ;get black level (1)
; **** 8 us delay ****

movwf VIDEO_PORT ;set port value (1)

movlw 7 ;setup delaytime (1)
DELAY ;delay for 7us (21)

movlw COLOR_GRAY ;get gray color (1)
; **** 52 image data
****

movwf VIDEO_PORT ;set port value (1)

movlw 3 ;setup delaytime (1)
DELAY ;delay for 3us (9)

movlw
COLOR_BLACK ;get black level (1)

movwf VIDEO_PORT ;set port value (1)

movlw 19 ;setup delaytime (1)
DELAY ;delay for 19us (57)

movlw
COLOR_WHITE ;get white level (1)

movwf VIDEO_PORT ;set port value (1)

movlw 3 ;setup delaytime (1)
DELAY ;delay for 3us (9)
```



```

movlw                                ;get black level (1)
COLOR_BLACK

movwf VIDEO_PORT ;set port value (1)

movlw 19                               ;setup delaytime (1)
DELAY                                  ;delay for 19us (57)

movlw COLOR_GRAY ;get gray level (1)
movwf VIDEO_PORT ;set port value (1)

movlw 2                               ;setup delaytime (1)
DELAY                                  ;delay for 2us (6)

DNOP                                   ;delay for 2 clocks (2)

goto main                               ;loop forever jump (3)

```

Повна кількість циклів складає 192 для кожного кола в циклі, роблячи лінію розгортки 64 мкс. Вибір часу дуже важливий. Для PIC16F84 з кварцем на частоту 12 МГц 3 мільйони інструкцій виконуються за секунду, протягом однієї лінії розгортки. 192 інструкції можуть виконуватися і протягом 52 мкс видимої частини. В цьому випадку можна виконувати тільки 156 інструкцій. Якщо значення цифро-аналогового перетворення встановлюється для кожної інструкції протягом 52 мкс, то отримаємо 156 пікселів в осі абсцис. Для отримання кращого зображення потрібно змінити дані, наприклад, до 8 пікселів. Програмно це виглядає таким чином:

```

movlw 8                               ;number of pixels is 8 (1)

movwf counter                          ;set counter to number of pixels (1)

shiftloop:

movlw COLOR_BLACK ;set default color to black (1)

rrf thedata,f                          ;rotate the data right, puts bit in carry (1)

```

```

Skpnc                ;check if carry, if not pixel remains black (1 or
                    2)
movlw COLOR_WHITE   ;carry was set, set color to white (1)
movwf VIDEO_PORT    ;set color to DA (1)
decfsz counter      ;decrease counter, check for zero (1 or 2)
goto shiftloop      ;if more pixels, keep looping (2)

```

Приведений вище приклад використовує 8 лічильників за один цикл.

Вертикальні імпульси синхронізації можуть вироблятися програмно так:

```

Shortsync:          ; label "Shortsync", entry for short sync
                    generator
movwf counter1      ;set counter1 to number of shortsycns
shortsync_10:      ;label "Shortsync_10", short sync count loop
                    entry
bcf porta,0        set level to synclevel (bit 1)
bcf portb,0        ;set level to synclevel (bit 0)
dnp                ;
movlw 0x1d         ;
movwf counter2     ;set counter2 to "30us"
nop                ;
bsf PORTA,0        ;set level to black
shortsync_11       ;label "Shortsync_11", short sync delay loop
decfsz counter2    ;do delay counting
goto shortsyc_11   ;loop if not finished with delay
decfsz counter1    ;count number of shortsycns

```

```

goto shortsync_10      ;if more shortsyns, keep looping

retlw 5                ;return and set w to number of longsyns (5
                      longsyns)

vertsinc:              ;

movlw 5                ;

btfss videostuff,0    ;

movlw 6                ;

call shortsinc         ;

incf videostuff        ;

longsync:              ;

movwf counter1        ;set synccounter to number of longsyns (1)

longsync:              ;label "longsync"

movlw 0x1d             ; (1)

movwf counter2        ;set counter to 30us (1)

bcf porta,0           ;set level to sync bit 1 (1)

bcf portb,0           ;set level to sync bit 0 (1)

longsync_11           ;label "longsync_11", long sync delay loop

decfsz counter2       ;do delay counting (1)

goto longsync_11      ;loop if not finished with delay (3)

nop                   ;(1)

bsf portb,0           ;set level to black (1)

nop                   ;(1)

decfsz counter1       ;count number of shortsyns (1 or 2)

goto longsync_10      ;if more shortsyns, keep looping (3)

```

```

movlw 5                ;set number of shortsyncs to 5 (1)
btfss videostuff,0    ;check if second field (1 or 2)
movlw 4                ;yes, do 4 shortsyncs instead (1)
goto shortsync        ;do those short syncs

```

Програма прошивки мікроконтролера формує 9 полів. Кожне поле складається з 301 рядків (300 інформаційних рядків + одна чорна). Взагалі розрахункове число – 305 (625 рядків растру – 15 стрічок кадрової синхронізації = 610. Інформація в кадрі виводиться через рядок, тому $610/2 = 305$). Але при такій кількості рядків розмір растру по вертикалі буде трохи більше того, який формує відеосигнал, переданий телецентром.

В графічних полях утворюються невеликі спотворення вертикальних ліній. Це пов'язано з тим, що довжина деяких рядків на пару тактів більше останніх через необхідність встановлення лічильників циклів.

Програма прошивки складається з карти рівнів. Кожна карта рівнів починається з адресу 100h. Кожна займає 256 байт і складається відповідно з 16 рядків по 16 байт.

Перший байт в кожному рядку використовується для зберігання кольору з палітри даного рівня. В тому числі в 16 рядках задані всі 8 кольорів палітри рівня. Останні 15 байт рядка застосовуються для зображення карти рівня; кожний байт визначає дві клітини карти.

Приклад закодованих даних для карти рівня

```
:1000000085018601831600308500703086008113DB.
```

Крім карт рівнів у виділеній області пам'яті знаходиться палітра для титульного екрану. Ці данні займають діапазон адрес B200h – B30Fh.

Починаючи з адреси C000h розташовується сама програма, а в комітках FFFAh – FFFFh записані три адреси, за якими здійснюється перехід при скиданні процесора і надходженні запитів на масковане і немасковане переривання. Програма в форматі HEX наведена в додатках.

3.3 Розробка схеми генератора телевізійних сигналів

Виводи порту В мікроконтролера RB1-RB6 будуть використовуватися для підключення клавіатури, RB1-RB3 запрограмовані на ввід інформації, а RB4-RB6 – на вивід інформації. Вивід RB0 запрограмований як вихід сигналів синхронізації, виходи RA0-RA2 запрограмовані на вивід сигналів синього, червоного та зеленого кольорів. Вихід RA3 використовується при формуванні сигналів з 100%-ною яскравістю, при формуванні рівня білого, а також 75% яскравості та 100% насиченості при формуванні кольорів.

Таблиця 3.2 – Формування випробувального сигналу кольорових смуг

Колір смуги	RA0 (B)	RA1 (R)	RA2 (G)	RA3 (Y)
Білий	1	1	1	1
Жовтий	0	1	1	0
Блакитний	1	0	1	0
Зелений	0	0	1	0
Пурпурний	1	1	0	0
Червоний	0	1	0	0
Синій	1	0	0	0
Чорний	0	0	0	0

Добавивши резистивну матрицю, можна одержати чорно-білий відеосигнал. В принципі, такого генератора вже повністю достатньо для перевірки блоків телевізора. Якщо потрібний більш функціональний пристрій з формуванням кольорового сигналу, то необхідно мати кодер основних сигналів RGB в повний телевізійний сигнал.

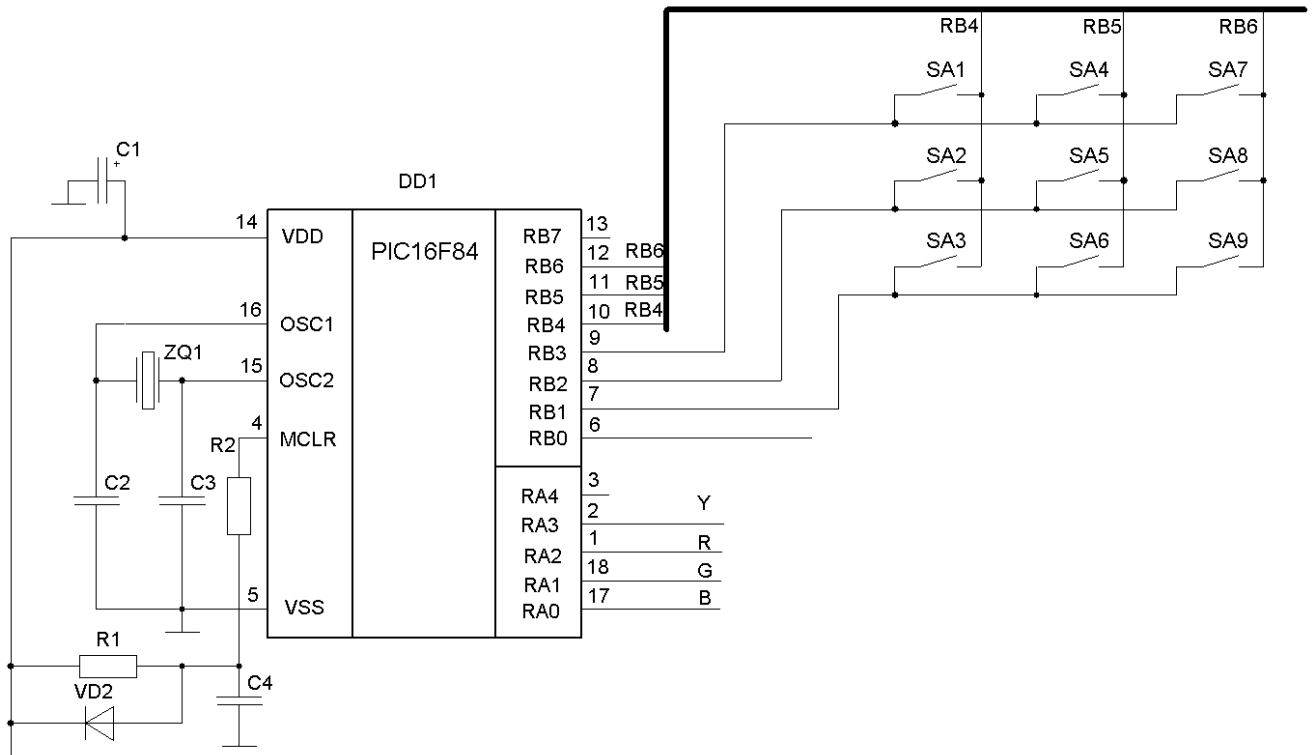


Рисунок 3.10 – Електрична схема ввімкнення генератора на PIC16F84

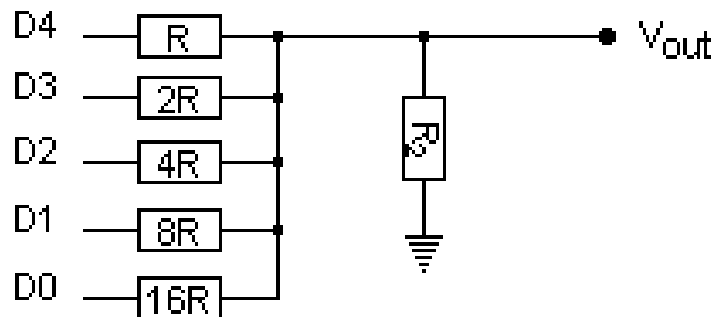


Рисунок 3.11 – Резистивна матриця для формування чорно-білого зображення

Більшість сучасних телеприймачів випускаються не вітчизняними виробниками. До їх складу обов'язково входить мультисистемний модуль кольоровості. Тому розглянемо, як можна отримати кольорове зображення формату PAL. З доступних на ринку мікросхем кодерів PAL (МС 13077,

MC1377, CXA1145) була вибрана ІМС SONY CXA1145 як найбільш проста у виготовленні.

Характеристики мікросхеми кодера:

- живлення 5 В;
- вбудований перехідник на 75 Ом;
- вбудований генератор піднесучої частоти;
- можливий зовнішній вхід піднесучої частоти;
- вбудований звуковий буферний контур;
- споживана потужність не більше 110 мВт.

Вхідні сигнали основних кольорів RGB подаються через виводи 2, 3, 4 на матрицю MATRIX. В матриці з сигналів E'_R , E'_G і E'_D формуються сигнали E'_Y , E'_{R-Y} , E'_{B-Y} . Кольорові різницеві сигнали поступають на балансні модулятори R-Y modulator і B-Y modulator і з них поступають на суматор. Один з балансних модуляторів використовується для модуляції піднесучої сигналом E'_{R-4} , а інший E'_{B-4} . Генератор піднесучої складається з блоку – Xta1 Oscillator і до нього підключається кварц 4,43 МГц. Ця частота відповідає частоті піднесучої. Ця частота поступає в схему комутатора фази $0^0/180^0$ і фазообертача. Балансний модулятор B – Y одержує коливання піднесучої частоти безпосередньо від генератора піднесучої. На балансний модулятор R – Y коливання частоти поступають через комутатор фази і фазообертач. Фазообертач забезпечує зсув фази на 90^0 , а комутатор змінює фазу коливань, що надходять від генератора піднесучої, на 180^0 від рядка до рядка.

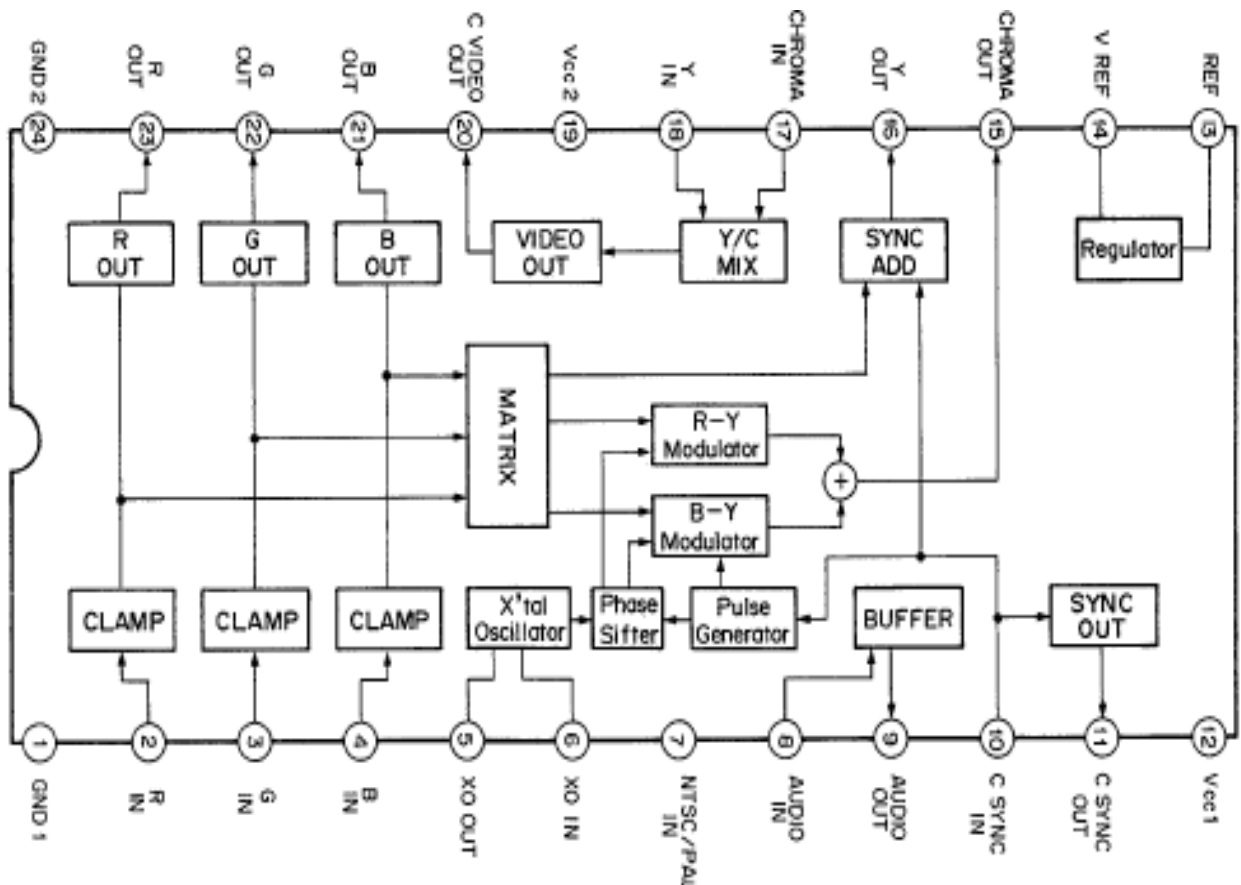


Рисунок 3.12 – Функціональна схема кодера CXA1145

Керування комутатором здійснюється спеціальними імпульсами, що надходять від генератора комутуючих імпульсів Pulse Generator. Синхронізація генератора здійснюється імпульсами рядкової частоти, яка подається на вивід 16 кодера з контуру на який він настроєний. З виходів балансних модюляторів сигнали поступають на суматор. В сигнал яскравості за допомогою блоку S4NCADD вводиться синхронізуючий сигнал.

Радіочастотний модулятор призначений для модуляції повного телевізійного сигналу частотою несучої зображення будь-якого телевізійного каналу, який використовується в даному регіоні.

Модулятор в генераторі використовується таким чином, щоб можна було змінювати частоту настройки на канал. Модулятор представляє собою генератор з ємнісною триточкою. Для отримання частотної модуляції низькочастотний відеосигнал змінює ємність варикапа, тим самим змінює несучу частоту генератора.

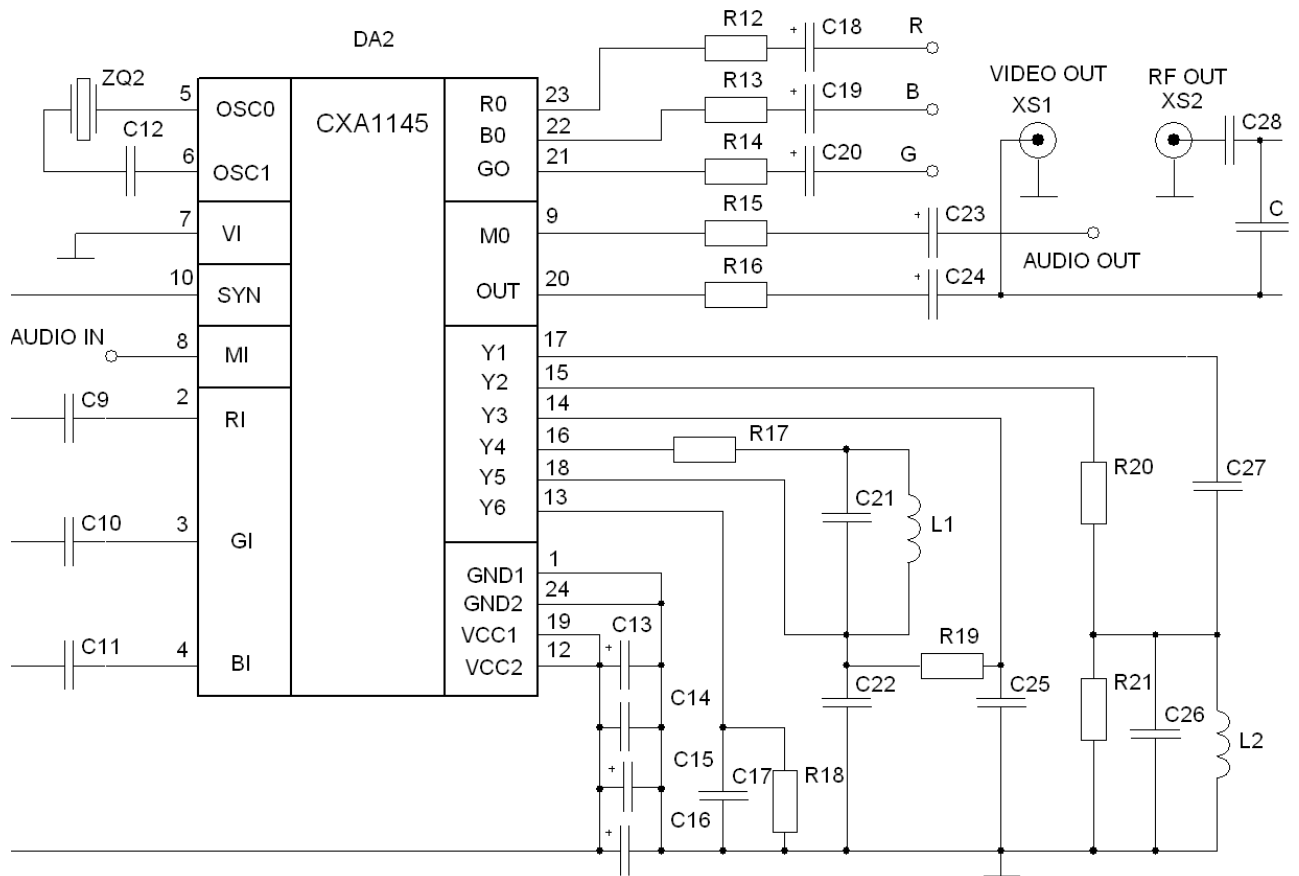


Рисунок 3.13 – Принципова схема включення кодера CXA1145 в схему генератора телесигналів

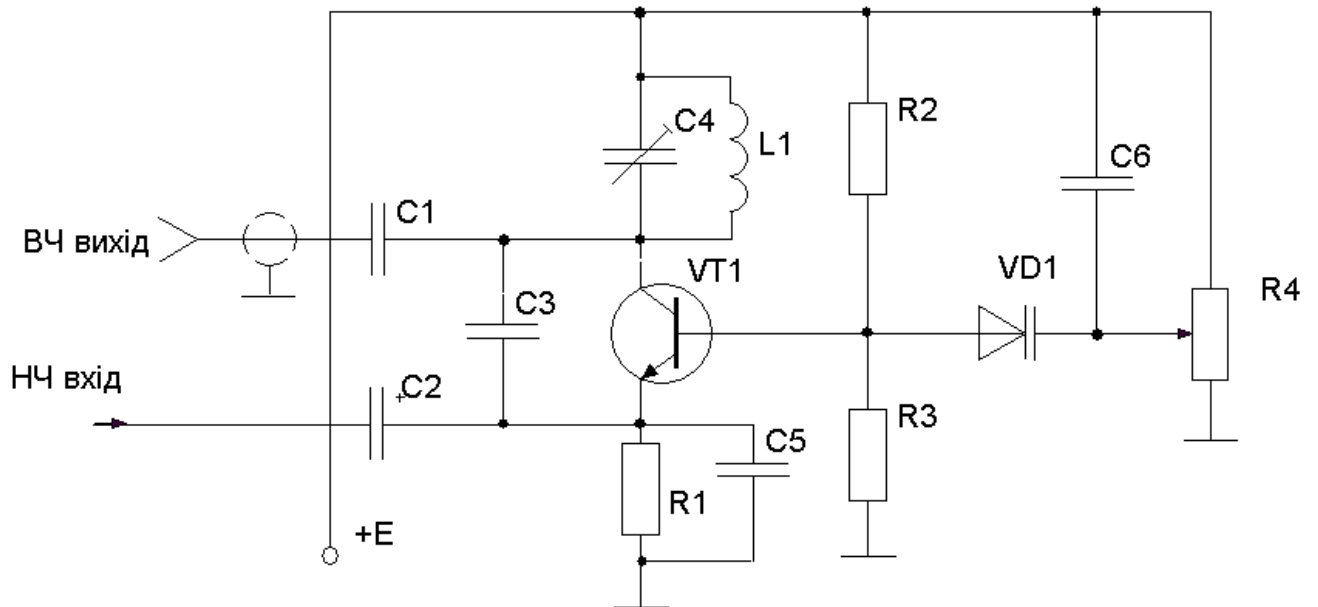


Рисунок 3.14 – Електрична схема радіочастотного модулятора

3.4 Вибір елементів випрямляча

Струм споживання буде рівний сумі струмів споживання стабілізатора струму ($I_{\max}=15 \text{ A}$) і струму споживання ІМС PIC16F84 ($I_{\text{ж}}=22 \text{ mA}$), тобто якщо взяти з запасом, то струм споживання буде становити не більше 15 А.

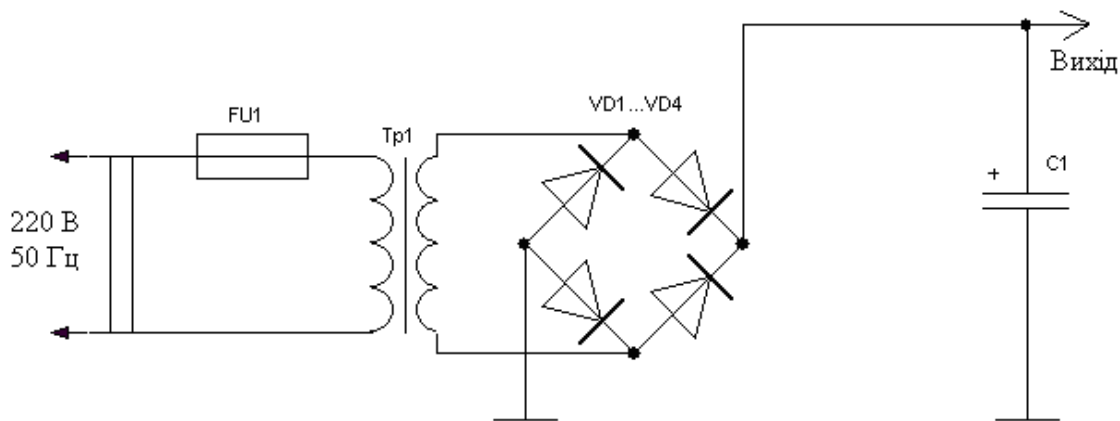


Рисунок 3.15 – Схема електрична принципова випрямляча та згладжувального фільтра

Вибирається тип діодів VD1...VD4

$$I_{np} \geq 0,5 \cdot I_n [A],$$

$$I_{np} = 0,5 \cdot 15 = 7,5 (A).$$

Зворотна допустима напруга діода повинна бути не менше максимальної напруги трансформатора 22 В.

З заданих параметрів вибираємо діодний міст типу КЦ402И з наступними параметрами [12]:

- максимальна зворотна напруга $U_{зв} = 800 \text{ В}$;
- максимальний прямий струм $I_{пр \max} = 10 \text{ А}$;
- максимальна напруга прямого включення $U_{пр} = 1 \text{ В}$.

Для живлення ІМС PIC16F84 використаємо компенсаційний стабілізатор напруги на основі ІМС типу КР142ЕН5Б.

Параметри ІМС типу КР142ЕН5Б [12]:

- максимальна вхідна випрямлена напруга $U_{\text{вх max}}=25 \text{ В}$;
- вихідна постійна напруга живлення $U_{\text{вих}}=5 \text{ В}$;
- вихідний постійний струм живлення $I_{\text{вих max}}=2 \text{ А}$.

З приведених параметрів видно, що вихідний струм ІМС стабілізатора значно більший за струм споживання ІМС К155ЛА3, а максимальне значення вхідної напруги ІМС стабілізатора менша за напругу живлення (22 В), тому використаємо резистор, через який буде ввімкнено стабілізатор напруги ІМС КР142ЕН5А.

3.5 Електричні розрахунки каскадів пристрою

3.5.1 Електричний розрахунок генератора

Вихідні дані для розрахунку:

Частота генерації (перший телевізійний канал)	$F_0 = 49,75 \text{ МГц}$;
Напруга живлення	$E_{\text{ж}} = 5 \text{ В}$;
Вихідна потужність	$P_{\text{вих}} = 1,5 \text{ мВт}$;
Ємність колектор-емітер транзистора КТ3107А	$C_{\text{КЕ}} = 7 \text{ пФ}$;
Коефіцієнт передачі за струмом транзистора	$h_{21\text{Е}} = 100$.

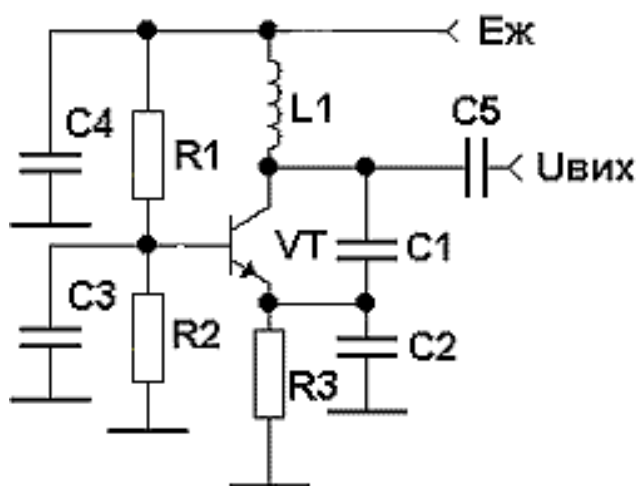


Рисунок 3.16 – Електрична схема генератора для модулятора

Методика розрахунку приведена в [10].

1. Розрахунок починають з елементів кола зміщення R1, R2, R3. Струм, який протікає через резистор R3, розраховується по формулі

$$I_{R3} = \frac{P_{BIX}}{0,3E_{Ж}} [mA],$$

$$I_{R3} = \frac{1,5 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 5} \approx 1 (mA),$$

$$R3 = \frac{U_E}{I_{R3}} [kOm],$$

де $U_E = 0,3 \cdot E_{Ж} = 1,5 (B)$. Тоді

$$R3 = \frac{1,5}{1 \cdot 10^{-3}} = 1,5 (kOm).$$

$$U_{\beta} = 0,25 U_{BIX} [B],$$

де

$$U_{BIX} = 0,8 \cdot E_{Ж} = 4(B).$$

Напруга зворотного зв'язку дорівнює

$$U_{\beta} = 0,25 \cdot 4 = 1,0 (B).$$

Напруга зворотного зв'язку має бути більшою напруги відсічки

$U_{\beta} \geq U_{відс}$, тому приймаємо $U_{відс} = 0,9 B$, тоді

$$I_{B0} = \frac{I_{R3}}{\beta_{\min}} [мкА],$$

$$I_{B0} = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{100} = 10 (мкА).$$

Задаємося струмом діляника $I_D = (5 \dots 10)I_{B0} = 0,1 \text{ мА}$, тоді

$$R1 = \frac{E_{ж} - U_B}{I_D + I_{B0}} (\text{Ом});$$

$$R1 = \frac{5 - 1}{(0,1 + 0,01) \cdot 10^{-3}} \approx 36,36 (\text{кОм});$$

$$R2 = \frac{U_B}{I_D} [\text{Ом}];$$

$$R2 = \frac{U_B}{I_D} = \frac{1}{0,1 \cdot 10^{-3}} = 10 (\text{кОм}).$$

2. Визначимо елементи контуру. Якщо немає специфічних вимог, то значення ємності контуру визначається з розрахунку 2 пФ на 1 м довжини хвилі (для частот більше 5 МГц). Тоді

$$C1 = 2 \frac{c}{f} [\Phi];$$

$$C1 = 2 \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{49,75 \cdot 10^6} = 12 [n\Phi]$$

$$C2 = 3 * (C1 + C_{KE}) [n\Phi],$$

$$C2 = 3 * (12 + 7) = 57 (n\Phi).$$

Визначимо еквівалентну ємність

$$C = \frac{C1 \cdot C2}{C1 + C2} [n\Phi],$$

$$C = \frac{12 \cdot 57}{12 + 57} = 9,9 (n\Phi).$$

За визначеним значенням еквівалентної ємності C визначаємо індуктивність $L1$ за формулою

$$L1 = \frac{2,53 \cdot 10^4}{F^2 \cdot C} [\text{мкГн}],$$

де C – ємність, яка записується у $[\text{пФ}]$, F – робоча частота, яка вимірюється у $[\text{МГц}]$. Отримаємо

$$L1 = \frac{2,53 \cdot 10^4}{49,75^2 \cdot 9,9} = 1,032 (\text{мкГн}).$$

3. Визначимо шунтувальні та розділові ємності. Реактивний опір X_{C3} , X_{C4} має бути менше 5Ом на резонансній частоті, тобто

$$C3 = C4 = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot 5} [\Phi],$$

$$C3 = C4 = \frac{1}{2\pi \cdot 49,75 \cdot 10^6 \cdot 5} = 3,2 \cdot 10^{-9} (\Phi) = 3,2 (\text{нФ}).$$

Ємність $C5$ вибирається з такого рівняння

$$C5 = C1 + C_{\text{КЕ}} [n\Phi],$$

$$C5 = 12 + 7 = 19 (n\Phi).$$

4. Вибираємо розраховані елементи таких типів [12]:

Конденсатори [12]:

- $C1, C5$ – К10 – 17В – М47 – 20 пФ $\pm 5\%$;
- $C2$ – К10 – 17В – М47 – 56 пФ $\pm 5\%$;

- C3, C4 – K10 – 17B – M1500 – 3300 пФ ± 5%;

Резистори [12]:

- R1 – C2 – 23B – 0.125 – 36 кОм ± 5%;
- R2 – C2 – 23B – 0.125 – 10 кОм ± 5 %;
- R3 – C2 – 29B – 0.125 – 1,5 кОм ± 5 %.

3.5.2 Електричний розрахунок кварцового генератора

Вихідні дані для розрахунку:

- частота генерованих прямокутних імпульсів – 4,5 МГц;
- шпаруватість прямокутних імпульсів – Q=2;
- амплітуда генерованих прямокутних імпульсів $U_m=5,6$ В.

Задавальний генератор електронного частотоміра виконаний на ІМС PIC16F84. Ця ІМС має в своєму складі генератор, який розрахований на роботу із зовнішнім кварцовим резонатором. Електрична схема задаваючого генератора зображена на рисунку 3.17.

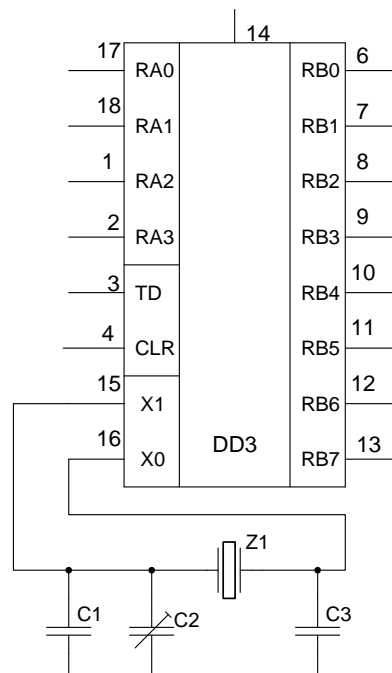


Рисунок 3.17 – Електрична схема задавального генератора на ІМС PIC16F84

У схемі використаний кварц типу РК-101 із частотою генерації 4 МГц. Тому параметри інших елементів схеми розраховані за формулою

$$F = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{L_{кв} \cdot C1 \cdot C2}{C1 + C2}}} \text{ [МГц]}.$$

За допомогою довідника [12] визначаємо індуктивність кварцового резонатора, яка складає 0,15 мГн.

Відношення ємностей конденсаторів С1 та С3 для стійкого режиму генерації має знаходитись в межах 2...4.

Якщо С3 дорівнюватиме 18 пФ, тоді С1 дорівнює

$$C1 = \frac{C3}{F^2 \cdot 4\pi^2 \cdot L_{кв} \cdot C3 - 1} \text{ [нФ]},$$

$$C1 = \frac{18 \cdot 10^{-12}}{(4,5 \cdot 10^6)^2 \cdot 4 \cdot 3,14^2 \cdot 0,15 \cdot 10^{-3} \cdot 18 \cdot 10^{-12} - 1} \approx 25 \text{ (нФ)}.$$

Конденсатор С1 приймаємо рівним С3. При цьому паралельно С1 підключимо підстроювальний конденсатор С2 для точного встановлення частоти. Із довідника [12] вибираємо такі конденсатори: С1 та С3 типу К10-196-М33-18пФ; а також С2 типу КТ4-25 6...25 пФ.

3.5.3 Електричний розрахунок випрямляча

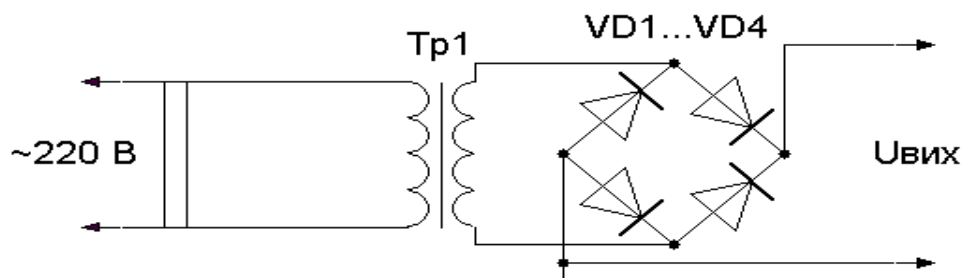


Рисунок 3.18 – Схема електрична принципова діодного моста

Вихідні дані:

- величина постійної напруги живлення $U_0 = 22 \text{ В}$;
- величина постійного струму $I_0 = 15 \text{ А}$;
- величина амплітуди напруги мережі живлення $U_M = 220 \text{ В}$;
- частота мережі змінного струму $F_M = 50 \text{ Гц}$;
- кількість на півперіодів $m = 2$.

Знайдемо зворотну напругу на діоді

$$U_{зв.маx} = 1,57 \cdot U_B [B], \quad (3.1)$$

$$U_{зв.маx} = 1,57 \cdot 22 = 35 (B)$$

Знайдемо струм, який протікає через один діод

$$I_{сер} = 0,5 I_0 (A), \quad (3.2)$$

$$I_{сер} = 0,5 \cdot 15 = 7,5 (A).$$

Із довідника вибираємо діодний міст КЦ402И. Його дані [12]:

- допустимий прямий струм $I_{доп} = 10 \text{ А}$ (без тепловідвода);
- допустима зворотня напруга $U_{звор. доп} = 800 \text{ В}$;
- пряма напруга $U_{пр} = 1 \text{ В}$.

Як видно з даних, ні по одному з параметрів для вибраного діода не досягається критичний режим. Дані діоди потребують радіатора площею 200 см^2 . В мостовій схемі використовується чотири діоди.

Знайдемо диференціальний опір діода

$$r_T \approx 1,2 \frac{U_{np}}{I_{np.\dot{d}on}} [Om], \quad (3.3)$$

$$r_T = 1,2 \frac{1}{10} = 0,12 (Om).$$

До плеча мосту включені два діоди послідовно, а тому опір плеча моста $r_n = 0,24 Om$.

Знайдемо розрахункову випрямлену напругу при холостому ході

$$U_{o.xx} = U_\epsilon \cdot 1,41 [B], \quad (3.4)$$

$$U_{i.\dot{d}o} = 22 \cdot 1,41 = 31 (\hat{A}).$$

Отже діоди за зворотною напругою вибрані правильно.

Знайдемо внутрішній опір випрямляча

$$r_o \approx \frac{(U_{o.xx} - U_\epsilon)}{I_o} [Om], \quad (3.5)$$

$$r_o = \frac{31 - 22}{1,2} = 7,5 (Om).$$

Знайдемо коефіцієнт корисної дії випрямляча

$$\eta = \frac{P_o}{P_o + P_{VD}} \cdot 100\%, \quad (3.6)$$

$$\eta = \frac{330}{330 + 30} \cdot 100\% = 92\%.$$

Втрати потужності в діоді

$$P_{VD} = I_o \cdot U_{np} \cdot N \text{ [Вт]},$$

де N – кількість діодів у плечі. Тоді

$$P_{VD} = 15 \cdot 1 \cdot 2 = 30 \text{ (Вт)}.$$

Споживана потужність визначається по формулі

$$P_o = U_o \cdot I_o \text{ [Вт]}, \quad (3.7)$$

$$P_o = 22 \cdot 15 = 330 \text{ (Вт)}.$$

3.6 Електричний розрахунок ємнісного фільтра

Вихідні дані для розрахунку:

- величина постійної напруги 22 В;
- напруга холостого ходу 31 В;
- величина постійного струму 15 А;
- коефіцієнт пульсацій напруги 10 %;
- частота змінного струму мережі 50 Гц.

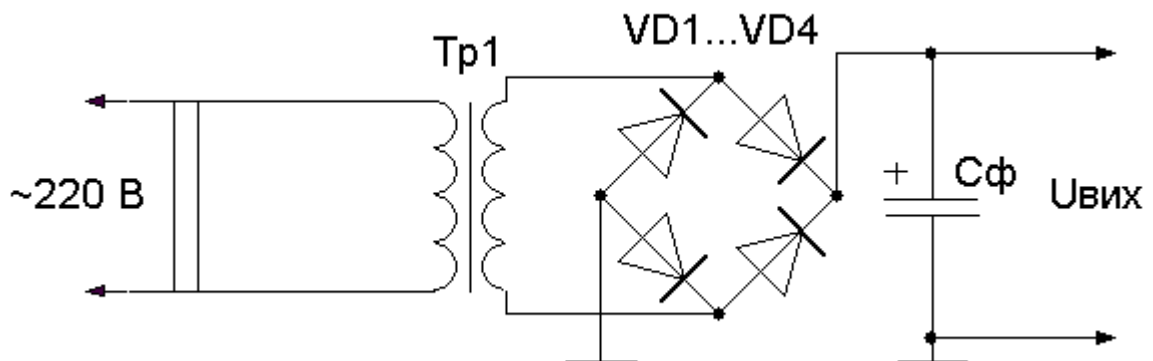


Рисунок 3.19 – Схема електрична принципова ємнісного С-фільтра

З випрямляючим мостом

Знайдемо опір навантаження

$$R_n = \frac{U_o}{I_o} = [Ом], \quad (3.8)$$

$$R_n = \frac{22}{15} \approx 1,5 (Ом).$$

Знайдемо потужність навантаження

$$P_o = U_o \cdot I_o [Вт], \quad (3.9)$$

$$P_o = 22 \cdot 15 = 330 (Вт).$$

Для такого струму навантаження можна підібрати індукторний фільтр, але так як коефіцієнт пульсацій не великий, і тільки при струмі зарядки 5А, тобто при меншому струмі зарядки буде текти струм 15А. , струм навантаження також стане меншим, викликаючи збільшення коефіцієнта пульсації. У цей час доцільніше вибрати конденсаторний фільтр.

Оскільки у нас є мостова схема випрямлення, ($k_p \text{ input} = 0,67$; $m = 2$) буде згладжуючим С-фільтром, і, отже, характер навантаження є ємнісним.

Тоді активний опір трансформатора

$$r_{mp} = k_r \frac{R_n}{f_m \cdot B_m} \sqrt[4]{\frac{S \cdot f_m \cdot B_m}{I_o \cdot U_o}} [Ом], \quad (3.10)$$

$$r_{mp} = 3,5 \frac{1,5}{50 \cdot 1,25} \sqrt[4]{\frac{1 \cdot 50 \cdot 1,25}{15 \cdot 22}} = 0,06 (Ом).$$

Знайдемо індуктивність розсіювання обмоток трансформатора

$$L_s = k_L \frac{R_H}{f_M \cdot B_m} \sqrt[4]{\frac{S^3 \cdot U_o \cdot I_o}{f_M \cdot B_m}} \text{ [мГн]}, \quad (3.11)$$

$$L_s = 5 \cdot 10^{-3} \frac{1,5}{50 \cdot 1,25} \sqrt[4]{\frac{1^3 \cdot 22 \cdot 15}{50 \cdot 1,25}} = 0,18 \text{ (мГн)}.$$

Тоді реактивний опір трансформатора буде дорівнювати

$$X_{mp} = 2 \cdot \pi \cdot f_M \cdot L_s \text{ [Ом]}, \quad (3.12)$$

$$X_{mp} = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,18 \cdot 10^{-3} = 0,06 \text{ (Ом)}.$$

Визначимо опір фази

$$r_\phi = r_{mp} + r_n \text{ [Ом]}, \quad (3.13)$$

$$r_\phi = 0,06 + 0,24 = 0,3 \text{ (Ом)}.$$

де $r_{тр}$ – опір трансформатора (оскільки випрямляється мережна напруга безпосередньо, і трансформатор відсутній, то його опір приймається рівним нулю);

$r_{п}$ – опір плеча (був визначений при розрахунку випрямляча).

Визначаємо параметр A

$$A = \frac{I_o \cdot \pi \cdot r_\phi}{m \cdot U_o}, \quad (3.14)$$

$$A = \frac{15 \cdot 3,14 \cdot 0,3}{2 \cdot 22} = 0,32.$$

Із графіка $H=f(A)$ [12, рис. 1.24] знайдемо коефіцієнти H

$H=50$.

Знайдемо ємність конденсатора C_o

$$C_o = \frac{H}{k_n \cdot r_\phi} [\text{мкФ}], \quad (3.15)$$

$$C_o = \frac{50}{0,1 \cdot 0,3} = 1667 (\text{мкФ}).$$

Обираємо конденсатор по довіднику [12], що має ємність 2200 мкФ.
Тоді коефіцієнт пульсацій буде

$$k_n = \frac{H}{C_o \cdot r_\phi}, \quad (3.16)$$

$$k_n = \frac{50}{2200 \cdot 0,3} = 0,076.$$

Отже, одержаний коефіцієнт пульсацій менший за заданий, а це свідчить про правильність обрання конденсатора.

Конденсатор буде заряджатися при холостому ході до амплітудного значення

$$U_{Cm} = U_2 \cdot \sqrt{2} (B), \quad (3.17)$$

$$U_{Cm} = 22 \cdot \sqrt{2} = 31,1 (B).$$

Тому необхідно обрати конденсатор із робочою напругою більше 31,1В. Тому з довідника [12] вибираємо конденсатор К50-16, що має ємність 2200 мкФ і робочу напругу 50 В.

4 МОДЕЛЮВАННЯ КАСКАДІВ ПРИСТРОЮ НА ЕОМ

4.1 Вибір моделюючої системи

При вивченні предмета електротехніка використовуються такі системи вивчення електричних кіл за допомогою ЕОМ:

1. Програма для схемного моделювання електронних схем Pspice.
2. Системи моделювання схем для аналогових і аналогових цифрових схем, включаючи такі системи, як Electronics Workbench 5.12Pro ("Лабораторія електроніки") і Micro Cap 6.0 (Програма аналізу мікрокомп'ютерних схем).
3. Програмне та апаратне забезпечення LabVIEW складне.
4. Програма Excel, що входить до пакету програм Microsoft Office.
5. Mathematica, MatLAB, MathCAD, Maple, Derive та інші пакети математичних програм.

Цей список не охоплює всіх програмних продуктів, які використовуються для вивчення електронних схем, є багато програм, розроблених і використовуваних лише для вивчення певних типів схем.

ALPAC 7.1 використовується для проектування та моделювання схем і систем у часовій і частотній областях. Важливою особливістю ALPAC є наявність значного набору бібліотек схемних елементів і окремих блоків для аналогових і цифрових систем зв'язку. З точки зору функціонального складу ці бібліотеки мають переваги перед бібліотеками інших систем.

DesignLab 8.0 — інтегрований програмний пакет від Microsim Corporation для наскрізного проектування аналогових, цифрових і гібридних аналого-цифрових пристроїв, синтезу програмованих логічних пристроїв і аналогових фільтрів. Система DesignLab є еволюцією системи центру дизайну попереднього покоління. Усі ці системи використовують відому програму моделювання Pspice.

При моделюванні підсилювача ми будемо використовувати систему моделювання схем Electronics Workbench 5.12Pro. Є кілька причин для вибору цієї програми моделювання:

1. Можливість моделювання рішень з використанням новітніх компонентів.
2. Наявність сучасних зразків лабораторного обладнання, системи EWB включають віртуальні осцилографи та цифрове вимірювальне обладнання.
3. У системі Electronics Workbench 5.12Pro панелі віртуальних осцилографів, вольтметрів, амперметрів, плоттерів Боде, функціональних генераторів і обладнання для дослідження цифрових схем зовні схожі на реальне обладнання. Це робить комп'ютерне моделювання ближчим до вивчення реальних схем. Описаний програмний продукт не потребує спеціальної налагодження та нестандартного обладнання. Комп'ютер з простими модифікаціями може встановити програму [14].

Ми використовуємо цей редактор через його широкий спектр функцій: в режимі аналізу змінного струму розраховуються амплітудні характеристики, що дозволяє проаналізувати вплив каскадних елементів на форму сигналу, а в режимі аналізу постійного струму – залежність напруги постійного струму від форми сигналу, обчислюється будь-який вузол електричної схеми.

У Circuit Editor Electronic Workbench 5.12 є інші режими аналізу схем, але вони не підходять для цього аналізу.

Щоб використовувати Electronic Workbench 5.12, редактор схем, доступний для всіх середовищ Windows, вам необхідно за допомогою маніпулятора або клавіатури знайти в меню «Пуск» розділ «Програми», знайти слова «Electronic Workbench 5.12» і натиснути « Введіть ». Далі запустіть файл Webb32.

Після запуску редактора схем за допомогою маніпулятора виберіть потрібне вікно з набором елементів. Усі подальші операції також викону-

валися за допомогою маніпуляторів. Через нього ми передаємо відповідні елементи робочого документа. Підключення також здійснюється за допомогою маніпулятора, тобто «мишки» (наводимо стрілку на вихід елемента, натискаємо ліву кнопку і утримуємо її, щоб вивести на потрібний вихід).

Для зручності і компактності схеми можна вносити деякі корегування елементів, тобто розвертати їх. Для цього потрібно маніпулятором вибрати елемент і на клавіатурі натиснути з'єднання клавіш Ctrl+R.

Щоб змінити параметри елемента, потрібно двічі клацнути на елементі лівою кнопкою маніпулятора. Після цього на екрані з'явиться вікно з початковими параметрами (меню значень). За допомогою клавіатури вводимо потрібний номінал, а за допомогою маніпулятора вибираємо розміри цієї величини (Ом, кОм тощо). У цьому ж вікні знаходяться інші пункти меню (мітки, значення, несправності, відображення, параметри аналізу): ви можете позначити елементи на діаграмі (меню міток) (R1, R2, ... тощо), після чого кнопка меню "В ПОРЯДКУ" ".

4.2 Моделювання генератора модулятора телевізійного сигналу

За результатами розрахунку транзисторного генератора модулятора телевізійного сигналу проведено моделювання роботи схеми в програмі Electronic WorkBench 5.12. Під час моделювання замість транзистора КТ3107А використовується аналогічний іноземний транзистор 2N2222А. Електрична схема генератора для модулятора телевізійних сигналів в програмі Electronic WorkBench 5.12 представлена на рис.4.1 (та наведена в додатку А рис. 15) Результати моделювання приведені на рисунках 4.1 та 4.2.

За результатами моделювання частота генерації дорівнює 47,77 МГц, що близько до розрахункової частоти. Тому елементи схеми розраховані вірно.

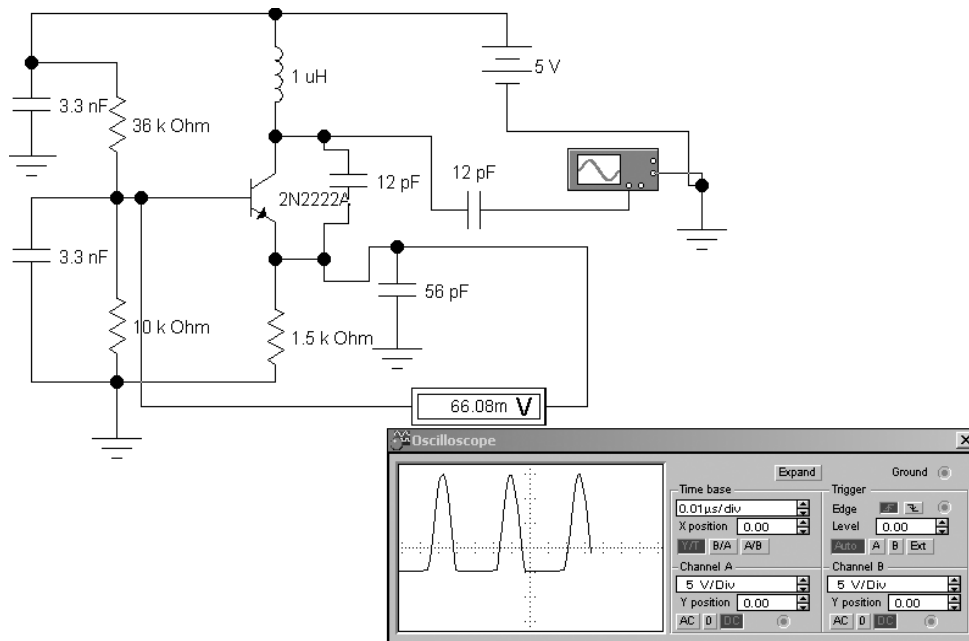


Рисунок 4.1 – Аналіз роботи модулятора в програмі EWB 5.12

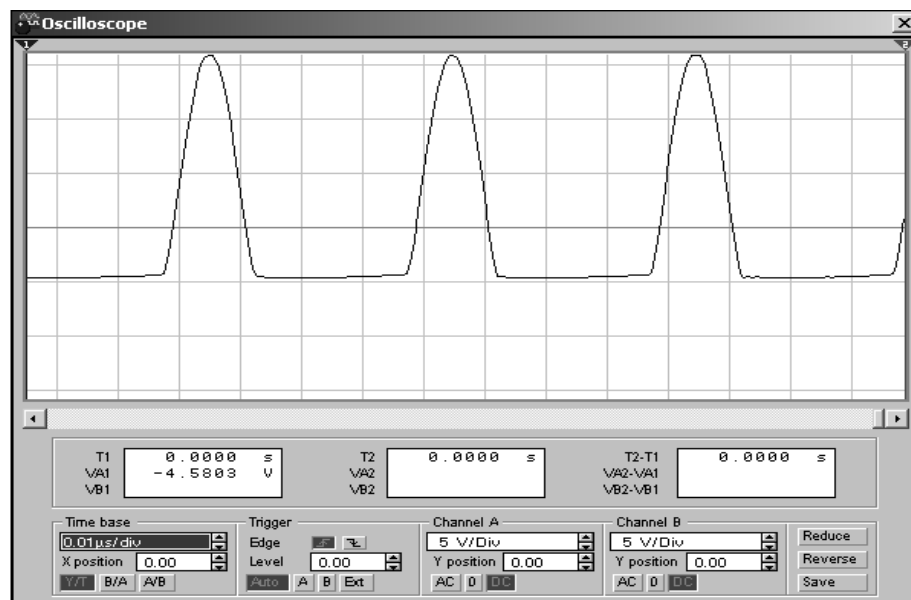
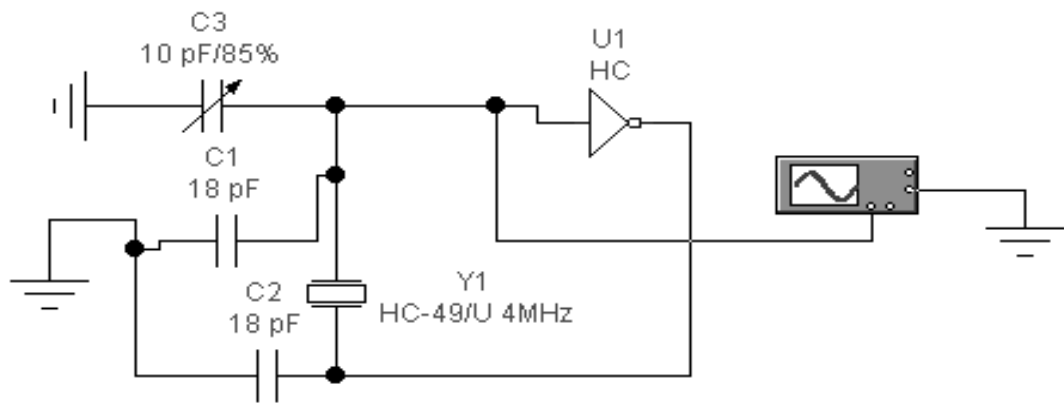


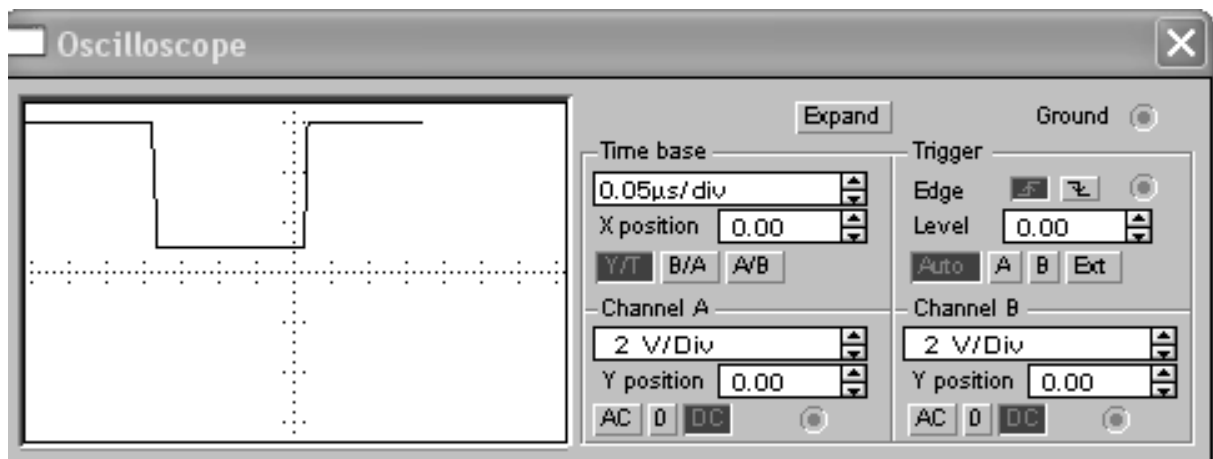
Рисунок 4.2 – Форма сигналу на виході генератора

4.3 Моделювання кварцового генератора прямокутних імпульсів

Електрична схема кварцового генератора прямокутних імпульсів промодельована в програмі Electronics Workbench. Результати її моделювання приведені на рисунку 4.3 (та наведена в додатку А рис. 17)



а)



б)

Рисунок 4.3 – Результати моделювання кварцового генератора в моделювальному редакторі EWB 5.12: а) – електрична схема (логічний елемент І-НІ входить до складу ІМС PIC16F84); б) – осцилограми коливань, які генеруються

З екрану осцилографа видно, що період коливань становить $T=220$ нс, а частота коливань складає $f_{ГЕН.}=1/T=1/220 \cdot 10^{-9}=4.55$ МГц (це приблизно дорівнює 4,5 МГц). Амплітуда коливань становить 5,6 В. Цього достатньо для нормальної роботи приладу.

4.4 Моделювання діодного моста та ємнісного фільтра

Використовуйте програму Electronics Workbench, щоб перевірити працездатність та усунути шаблони напруги на діодному мосту та конденсаторному фільтрі, як показано на рисунку 4.4 та рисунку 4.5 відповідно.

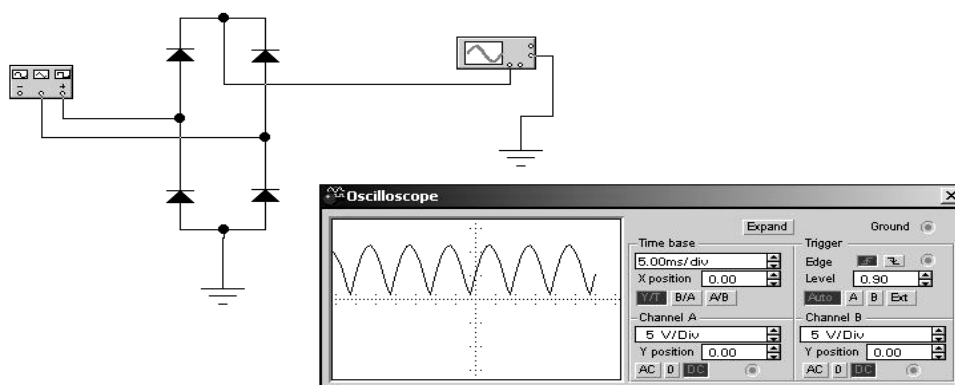


Рисунок 4.4 – Електрична схема діодного моста в програмі Electronics Workben і осцилограми напруги

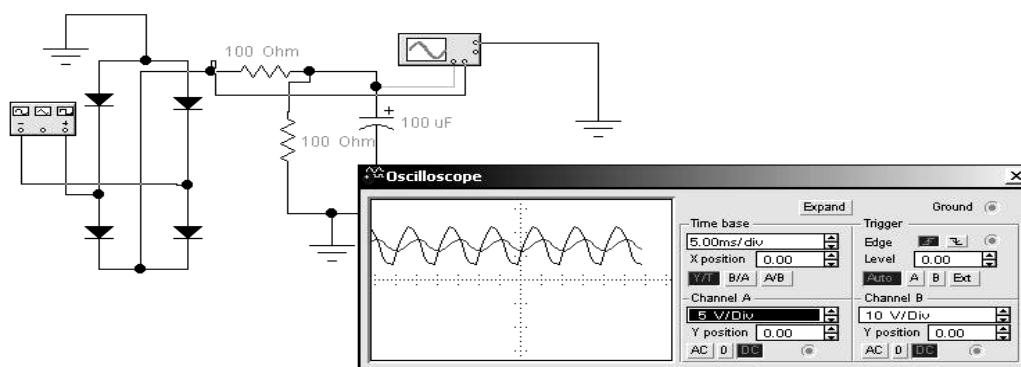


Рисунок 4.5 – Електрична схема ємнісного фільтра в програмі Electronics Workben і осцилограми вихідної напруги

Отже, моделюючи схему фільтра згладжування випрямляча, можна зробити висновок, що схема працює нормально і особливих відхилень немає. З отриманої діаграми форми сигналу видно, що вихідні пульсації на виході діодного моста згладжуються ємнісним С-фільтром.

5 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗРАХУНОК ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ ТА ЇЇ НАДІЙНОСТІ

Конструкторський розрахунок друкованої плати передбачає розрахунок геометричних розмірів провідного малюнка: ширина та товщина провідників, відстань між елементами, а також визначення допустимих напруг між провідниками, та струму який протікає через них.

5.1 Конструкторський розрахунок друкованої плати

Вихідні дані:

- метод виготовлення плати: комбінований;
- метод отримання малюнка: хімічний;
- мінімальна відстань між монтажними отворами: 2,5 мм;
- крок координатної сітки: 2,5 мм;
- форма контактної площадки: кругла;
- щільність друкованого монтажу: перший клас;
- максимальний струм через провідник: 0,05 А.

У нашому випадку використовується одностороння друкована плата, оскільки односторонні друковані плати характеризуються: високою надійністю комутаційними властивостями; підвищеною міцністю з'єднання виводу навісного елемента з провідним рисунком плати, а також є економічно вигіднішими за двосторонні. Крок координатної сітки відповідно до ГОСТ 10317–79 обираємо 2,5 мм [10].

Товщина друкованої плати визначається товщиною вихідного матеріалу і вибирається виходячи з підкладки компонента та фактичного механічного навантаження.

Виходячи з технічних можливостей виробництва друкованих плат, було обрано комбінований спосіб виготовлення та першокласну точність [10].

5.2 Розрахунок діаметра контактних площадок

Діаметр контактної площадки розраховується за методикою, описаною в [10]. Мінімальний діаметр контактної площадки визначається із збереженням її цілісності при свердлінні. Розрахувати за формулою

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5 \cdot t_{\phi} + 0,03 \text{ [мм]}, \quad (5.1)$$

де t_{ϕ} – товщина фольги, мм;

$D_{1\min}$ – мінімальний ефективний діаметр площадки, який визначається по формулі [10]

$$D_{1\min} = 2 \cdot \left(b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta_d + \delta_p \right) \text{ [мм]}, \quad (5.2)$$

де b_m – відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площадки, мм;

δ_d , δ_p – допуски на розташування отворів та контактних площадок відповідно, мм.

d_{\max} – максимальний діаметр просвердленого отвору, який визначається

$$d_{\max} = d + d_{H.B.} + (0,1 \dots 0,15) \text{ [мм]}, \quad (5.3)$$

де d – діаметр отвору, мм.

Оскільки $t_{\phi} = 0,035$ мм, а із [10], $b_m = 0,035$ мм, $\delta_d = 0,08$ мм, $\delta_p = 0,02$ мм, тоді максимальний діаметр отвору буде становити

$$d_{\max 1} = 1,0 + 0,05 + 0,15 = 1,2 \text{ (мм)},$$

$$D_{1\min 1} = 2 \cdot \left(0,035 + \frac{1,2}{2} + 0,08 + 0,2 \right) = 1,83 \text{ (мм)}.$$

Тоді, діаметр контактних площадок буде становити

$$D_{\min 1} = 1,83 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 1,91 \text{ (мм)}.$$

Максимальний діаметр контактних площадок визначається за формулою

$$D_{\max} = D_{\min} + (0,02 \dots 0,06) \text{ [мм]}, \quad (5.4)$$

$$D_{\max 1} = 1,91 + 0,02 = 1,93 \text{ (мм)}.$$

5.3 Розрахунок ширини провідників

Мінімальна ширина провідників визначається з умови зберігання достатнього щеплення провідника з діелектриком, в залежності від адгезійного матеріалу та гальваностійкості фольги. Мінімальна ширина друкованого провідника за постійним струмом визначається за формулою

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{дон}} \cdot t} \text{ [мм]}, \quad (5.5)$$

де I_{\max} – максимальний постійний струм, що протікає в провідниках, А;

$j_{\text{дон}}$ – допустима густина струму, А/мм²;

t – товщина провідника, мм.

При $t=35$ мкм, $j_{\text{дон}} = 48$ А/мм².

Тоді, при $I_{\max} = 0,05$ А, мінімальна ширина провідника дорівнює

$$b_{\min 1} = \frac{0,05}{48 \cdot 0,035} = 0,029 \text{ (мм)}.$$

Мінімальна ширина провідника, виходячи із допустимого падіння напруги на ньому визначається за формулою

$$b_{\min 2} = \frac{\rho \cdot I_{\max}}{l \cdot U_{\text{дон}}} [\text{мм}], \quad (5.6)$$

де ρ – питомий об'ємний опір матеріалу провідників Ом·мм²/м;

l – довжина провідника, м;

$U_{\text{дон}}$ – допустиме падіння напруги. В.

Тоді, при $\rho=0,0175$ Ом·мм²/м, $l=0,15$ м, $U_{\text{дон}} = 0,3$ В.

$$b_{\min 2} = \frac{0,0175 \cdot 0,05}{0,15 \cdot 0,3} = 0,04 (\text{мм}).$$

Мінімальна ширина провідників для односторонніх друкованих плат, що виготовлені комбінованим методом при хімічному способі отримання рисунку визначається за формулою

$$b_{\min} = b_{\min 1} + 1,5 \cdot t + 0,03 [\text{мм}]. \quad (5.7)$$

Таким чином,

$$b_{\min} = 0,029 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 0,11 (\text{мм}).$$

Приймаємо ширину провідників $b = 0,4$ мм.

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d за формулою

$$d = d_B + d_{H.B} + r [\text{мм}], \quad (5.8)$$

де d_B – максимальний діаметр виводу встановлюваних елементів, мм;

$d_{H.B.}$ – нижнє відхилення від номінального діаметру монтажною отвору, мм;

r – різниця між мінімальним діаметром отвору та максимальним діаметром виводу елемента, мм.

Згідно [10], $d_{H.B.} = 0,05 \text{ мм}$, $r = 0,2 \text{ мм}$.

Товщина виводів елементів, які використовуються при виготовленні вимірювача становить 0,6 мм.

Номінальне значення діаметрів отворів буде становити

$$d = 0,6 + 0,05 + 0,2 = 0,85 \text{ (мм)}.$$

Розраховане значення d зводимо до стандартного значення, приймемо $d = 1 \text{ мм}$.

5.4 Розрахунок ширини контактних площадок

Мінімальну відстань між двома контактними площадками визначається за формулою

$$S_{\min} = L_0 - (D_{\max} + 2 \cdot \delta_p) \text{ [мм]}, \quad (5.9)$$

де L_0 – відстань між центрами контактних площадок, мм.

$$S_{\min} = 2,5 - (1,93 + 2 \cdot 0,2) = 0,17 \text{ (мм)}.$$

Таким чином, параметри друкованого монтажу відповідають вимогам, що ставляться до плат 1-го класу точності [10].

5.5 Розрахунок надійності друкованої плати по раптовим відмовам

Надійністю називають властивість пристрою виконувати задані функції, які визначаються безвідмовною в роботі і ремонтпридатністю. Під безвідмовною в роботі розуміють властивість пристрою безперервно зберігати працездатність в заданих умовах експлуатації на протязі заданого інтервалу часу (напрацювання).

Відмови поділяються на раптові та поступові. Перші виникають в результаті миттєвої зміни параметрів пристроїв. Поступові відмови характеризуються поступовими змінами параметрів.

Під ймовірністю безвідмовної роботи елемента $P(t)$ або системи $P_c(t)$ розуміють ймовірність того, що в межах заданого часу напрацювання T при певних умовах експлуатації не відбудеться ні однієї відмови

$$P(t) = P(t) \geq T; \quad (5.10)$$

де T — час від початку роботи до першої відмови.

Ймовірність відмови пристрою $q(t)$ — це ймовірність того, що відмова при певних умовах експлуатації відбудеться через час, який не перевищує заданої наробки.

Якщо функція $q(t)$ диференційована, то щільність розподілення напрацювання пристрою до відмови

$$w(t) = \frac{dq(t)}{d_q(t)} = \frac{dP(t)}{d_q(t)}. \quad (5.11)$$

Інтенсивність відмови $L(t)$ — умовна щільність ймовірності виникнення відмови. Середнє час напрацювання на відмову

$$T_{CP} = \int_0^{lt} tw(t)dt. \quad (5.12)$$

Таким чином, вираз для ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$

$$P(t) = e^{-L(t)t}. \quad (5.13)$$

При експоненціальному законі час наробки на відмову визначається по формулі (5.14).

$$T_{CP} = \frac{1}{L0}. \quad (5.14)$$

При визначенні надійності системи через відомі показники надійності її елементів вводять два припущення: відмова елементів статично незалежна; відмова будь-якого елемента приводить до відмови системи. Таку систему в теорії надійності називають послідовною. При цьому можна використати теорему множення ймовірностей

$$P_{CP} = \sum_{i=1}^n P_i(t), \quad (5.15)$$

де $P_i(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи i -го елемента;

n – кількість комплектуючих елементів.

При експоненціальному законі ймовірність безвідмовної роботи елемента $P_c(t)$ рівна

$$P_{сер}(t) = \sum_{j=1}^m e^{-L_j(t)m_j t}, \quad (5.16)$$

де L_j – інтенсивність відмови j -ої групи;

N_j — кількість елементів j -ої групи;

m — кількість груп рівнонадійних елементів.

По отриманій формулі виконується наближений розрахунок надійності. При уточнюючому розрахунку звичайно враховують вплив умов експлуатації, температури, електричного режиму. Розрахунок проводять при врахуванні коефіцієнта a_j , при цьому

$$L_j = L_{0j} \cdot j. \quad (5.17)$$

Значення поправочного коефіцієнта a_j в залежності від температури і коефіцієнта навантаження приведені в таблиці 5.1.

Коефіцієнт навантаження приймаємо рівним:

для резисторів – це $K_H=0,6$;

для конденсаторів – це $K_H=0,7$;

для мікросхем – це $K_H=0,5$;

для діодів – це $K_H=0,7$.

Значення інтенсивності відмов вибираємо із таблиць.

Поправочні коефіцієнти, які враховують умови експлуатації, вибираємо із таблиці 5.1.

При визначенні інтенсивності відмов елементів пристрою, що знаходяться в нормальному робочому режимі L_j , з врахуванням зовнішніх дестабілізуючих факторів, інтенсивність відмов груп елементів L_0 , що знаходяться в номінальному режимі, помножують на поправочні коефіцієнти. Інтенсивність відмов j -ої групи елементів знаходять з добутку L_j на N_j , де N_j – кількість елементів j -ої групи, шт. Величини поправочних коефіцієнтів та N_j , L_0 , та L_j заносимо до таблиці 5.1.

Таким чином, інтенсивність відмов пристрою буде рівна

$$L_c = 22,1 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год.} \quad (5.18)$$

Таблиця 5.1 – Інтенсивності відмов груп елементів

№ п/п	Групи Елементів	Кількість елементів, шт.	$L_{в}$ в номін. режимі 10^{-6}	Поправочний коефіцієнт	Поправочний коефіцієнт	$L_{в}$ в Робоч. Режимі з врах. ЗФ 10^{-6}	$L_{в}$ j-ої групи елементів 10^{-6}
1	Мікросхеми	4	0,5	1	0,1	0,05	2
3	Діоди та транзистори	11	0,3	0,9	2,5	0,675	3,3
5	Резистори	22	0,1	0,4	0,18	0,0072	2,1
6	КОНДЕНСАТОРИ	16	1,1	0,2	0,22	0,048	12,8
9	Плата	1	0,1	1	1	0,1	0,1
10	Пайка	180	0,01	1	1	0,01	1,8
	Всього						22,1

Середній час напрацювання на відмову складає

$$T_{сер} = \frac{1}{L_c} [\text{год}],$$

(5.19)

$$T_{сер} = \frac{1}{22,1 \cdot 10^{-6}} = 45248 (\text{год}).$$

Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$ наведений на рисунку 5.1.

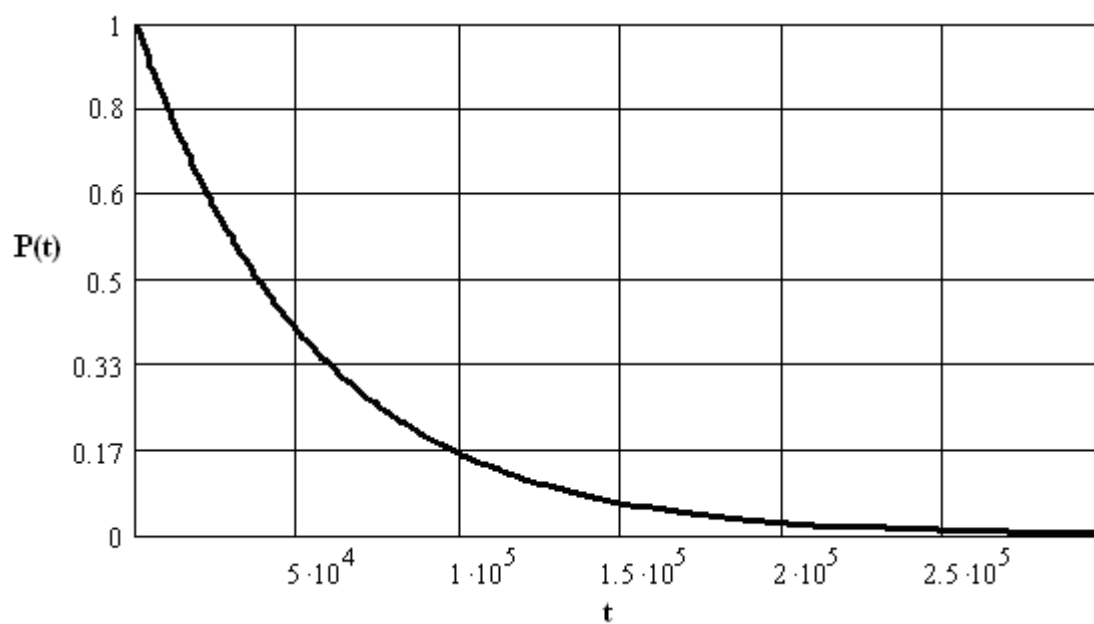


Рисунок 5.1 – Ймовірність безвідмовної роботи в залежності від часу

Умови технічного завдання виконані, оскільки розрахований середній час напрацювання на відмову 45 тис. год. більше заданого $T_{cp} = 3,8$ тис. год.

6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Науково-технічна розробка має право на існування та впровадження, якщо вона відповідає вимогам часу, як в напрямку науково-технічного прогресу та і в плані економіки. Тому для науково-дослідної роботи необхідно оцінювати економічну ефективність результатів виконаної роботи.

Магістерська кваліфікаційна робота з розробки та дослідження «Генератор випробувальних телевізійних сигналів» відноситься до науково-технічних робіт, які орієнтовані на виведення на ринок (або рішення про виведення науково-технічної розробки на ринок може бути прийнято у процесі проведення самої роботи), тобто коли відбувається так звана комерціалізація науково-технічної розробки. Цей напрямок є пріоритетним, оскільки результатами розробки можуть користуватися інші споживачі, отримуючи при цьому певний економічний ефект. Але для цього потрібно знайти потенційного інвестора, який би взявся за реалізацію цього проекту і переконати його в економічній доцільності такого кроку.

Для наведеного випадку нами мають бути виконані такі етапи робіт:

- 1) проведено комерційний аудит науково-технічної розробки, тобто встановлення її науково-технічного рівня та комерційного потенціалу;
- 2) розраховано витрати на здійснення науково-технічної розробки;
- 3) розрахована економічна ефективність науково-технічної розробки у випадку її впровадження і комерціалізації потенційним інвестором і проведено обґрунтування економічної доцільності комерціалізації потенційним інвестором.

6.1 Проведення комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки

Метою проведення комерційного і технологічного аудиту дослідження за темою «Генератор випробувальних телевізійних сигналів» є оці-

нювання науково-технічного рівня та рівня комерційного потенціалу розробки, створеної в результаті науково-технічної діяльності.

Оцінювання науково-технічного рівня розробки та її комерційного потенціалу рекомендується здійснювати із застосуванням 5-ти бальної системи оцінювання за 12-ма критеріями, наведеними в табл. 6.1 [19].

Таблиця 6.1 – Рекомендовані критерії оцінювання науково-технічного рівня і комерційного потенціалу розробки та бальна оцінка

Бали (за 5-ти бальною шкалою)					
	0	1	2	3	4
Технічна здійсненність концепції					
1	Достовірність концепції не підтверджена	Концепція підтверджена експертними висновками	Концепція підтверджена розрахунками	Концепція перевірена на практиці	Перевірено працездатність продукту в реальних умовах
Ринкові переваги (недоліки)					
2	Багато аналогів на малому ринку	Мало аналогів на малому ринку	Кілька аналогів на великому ринку	Один аналог на великому ринку	Продукт не має аналогів на великому ринку
3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни аналогів
4	Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі, ніж в аналогів
5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати на рівні експлуатаційних витрат аналогів	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогів
Ринкові перспективи					
6	Ринок малий і не має позитивної динаміки	Ринок малий, але має позитивну динаміку	Середній ринок з позитивною динамікою	Великий стабільний ринок	Великий ринок з позитивною динамікою
7	Активна конкуренція великих компаній на ринку	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкуренція немає
Практична здійсненність					

8	Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти та час на навчання наявних фахівців	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх штату	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування ідеї відсутні	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Не потребує додаткового фінансування
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військовопромисловому комплексі	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні дорогі та дешеві матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві
11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10-ти років	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років
12	Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту

Результати оцінювання науково-технічного рівня та комерційного потенціалу науково-технічної розробки потрібно звести до таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Результати оцінювання науково-технічного рівня і комерційного потенціалу розробки експертами

Критерії	Експерт (ПІБ, посада)		
	1	2	3
	Бали:		
1. Технічна здійсненність концепції	5	4	5
2. Ринкові переваги (наявність аналогів)	3	4	3
3. Ринкові переваги (ціна продукту)	4	4	4
4. Ринкові переваги (технічні властивості)	3	3	3
5. Ринкові переваги (експлуатаційні витрати)	3	3	3
6. Ринкові перспективи (розмір ринку)	4	3	3
7. Ринкові перспективи (конкуренція)	3	2	2
8. Практична здійсненність (наявність фахівців)	5	5	5
9. Практична здійсненність (наявність фінансів)	2	3	2
10. Практична здійсненність (необхідність нових матеріалів)	4	5	5
11. Практична здійсненність (термін реалізації)	5	4	5
12. Практична здійсненність (розробка документів)	5	5	4
Сума балів	46	45	44
Середньоарифметична сума балів $СБ_c$	45,0		

За результатами розрахунків, наведених в таблиці 6.2, зробимо висновок щодо науково-технічного рівня і рівня комерційного потенціалу розробки. При цьому використовуємо рекомендації, наведені в табл. 6.3 [19].

Таблиця 6.3 – Науково-технічні рівні та комерційні потенціали розробки

Середньоарифметична сума балів $СБ_c$, розрахована на основі висновків експертів	Науково-технічний рівень та комерційний потенціал розробки
41...48	Високий
31...40	Вище середнього
21...30	Середній
11...20	Нижче середнього
0...10	Низький

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки за темою «Генератор випробувальних телевізійних сигналів» становить 45,0 бала, що, відповідно до таблиці 6.3, свідчить про комерційну ва-

жливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки високий).

Генератор повинен виробляти повний кольоровий телевізійний сигнал (ПКТС) у системах PAL і SECAM, що відповідає основним вимогам ДСТУ 7845-92 “Система мовного телебачення. Основні параметри. Методи Вимірювань”, а також формувати сигнал телетексту відповідно до ДСТУ Р 50861-96 “Система телетекст. Основні параметри. Методи вимірювань”.

Проектований пристрій має відповідати ДСТУ 12.1.007.0-95 "Вироби електротехнічні "Клас захисту приладу - її (прилад має робочу ізоляцію і елемент для заземлення).

Генератор випробувальних телевізійних сигналів, що розробляється, має ряд суттєвих переваг перед існуючими аналогами. Створення такого приладу на сучасній елементній базі є не дуже складним, при цьому забезпечуються високі технічні та конструктивні показники апаратури та порівняно низька ціна.

6.2 Розрахунок узагальненого коефіцієнта якості розробки

Окрім комерційного аудиту розробки доцільно також розглянути технічний рівень якості розробки, розглянувши її основні технічні показники. Ці показники по-різному впливають на загальну якість проектної розробки.

Узагальнений коефіцієнт якості (B_H) для нового технічного рішення розрахуємо за формулою [20]

$$B_H = \sum_{i=1}^k a_i \cdot \beta_i, \quad (6.1)$$

де k – кількість найбільш важливих технічних показників, які впливають на якість нового технічного рішення;

α_i – коефіцієнт, який враховує питому вагу i -го технічного показника в загальній якості розробки. Коефіцієнт α_i визначається експертним шляхом і при цьому має виконуватись умова

$$\sum_{i=1}^k \alpha_i = 1 ;$$

β_i – відносне значення i -го технічного показника якості нової розробки.

Відносні значення β_i для різних випадків розраховуємо за такими формулами:

- для показників, зростання яких вказує на підвищення в лінійній залежності якості нової розробки

$$\beta_i = \frac{I_{ni}}{I_{ai}} , \quad (6.2)$$

де I_{ni} та I_{na} – чисельні значення конкретного i -го технічного показника якості відповідно для нової розробки та аналога;

- для показників, зростання яких вказує на погіршення в лінійній залежності якості нової розробки

$$\beta_i = \frac{I_{ai}}{I_{ni}} ; \quad (6.3)$$

Використовуючи наведені залежності можемо проаналізувати та порівняти техніко-економічні характеристики аналогу та розробки на основі отриманих наявних та проектних показників, а результати порівняння зведемо до таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Порівняння основних параметрів розробки та аналога.

Показники (параметри)	Одиниця вимірювання	Аналог	Проектований пристрій	Відношення параметрів нової розробки до аналога	Питома вага показника
Час готовності до роботи	с	2	0,5	4	0,25
Споживана потужність	Вт	8	1,5	5,33	0,3
Маса	кг	0,4	0,2	2	0,2
Час напрацювання на відмову	год	3500	4500	1,29	0,15
Система кольоровості ПКТС	тип	1	2	2	0,1

Узагальнений коефіцієнт якості (B_n) для нового технічного рішення складе:

$$B_n = \sum_{i=1}^k \alpha_i \cdot \beta_i = 4 \cdot 0,25 + 5,33 \cdot 0,3 + 2 \cdot 0,2 + 1,29 \cdot 0,15 + 2 \cdot 0,1 = 3,39.$$

Отже за технічними параметрами, згідно узагальненого коефіцієнту якості розробки, науково-технічна розробка переважає існуючі аналоги приблизно в 3,39 рази.

6.3 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи

Витрати, пов'язані з проведенням науково-дослідної роботи на тему «Генератор випробувальних телевізійних сигналів», під час планування, обліку і калькулювання собівартості науково-дослідної роботи групуємо за відповідними статтями.

6.3.1 Витрати на оплату праці

До статті «Витрати на оплату праці» належать витрати на виплату основної та додаткової заробітної плати керівникам відділів, лабораторій, секторів і груп, науковим, інженерно-технічним працівникам, конструкторам

рам, технологам, креслярам, копіювальникам, лаборантам, робітникам, студентам, аспірантам та іншим працівникам, безпосередньо зайнятим виконанням конкретної теми, обчисленої за посадовими окладами, відрядними розцінками, тарифними ставками згідно з чинними в організаціях системами оплати праці.

Основна заробітна плата дослідників

Витрати на основну заробітну плату дослідників (Z_o) розраховуємо у відповідності до посадових окладів працівників, за формулою [19]

$$Z_o = \sum_{i=1}^k \frac{M_{ni} \cdot t_i}{T_p}, \quad (6.4)$$

де k – кількість посад дослідників залучених до процесу досліджень;

M_{ni} – місячний посадовий оклад конкретного дослідника, (грн.);

t_i – число днів роботи конкретного дослідника, дн.;

T_p – середнє число робочих днів в місяці, $T_p=22$ дні.

$$Z_o = 12210,00 \cdot 22 / 22 = 12210,00 \text{ (грн.)}.$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Витрати на заробітну плату дослідників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн	Оплата за робочий день, грн	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн
Керівник проекту науково-інженерної розробки	12210,00	555,00	22	12210,00
Інженер-конструктор (розробник радіоелектронної апаратури)	10520,00	478,18	20	9563,64
Технік (без категорії)	7065,00	321,14	18	5780,45
Всього				27554,09

Основна заробітна плата робітників

Витрати на основну заробітну плату робітників (Z_p) за відповідними найменуваннями робіт НДР на тему «Генератор випробувальних телевізійних сигналів» розраховуємо за формулою

$$Z_p = \sum_{i=1}^n C_i \cdot t_i, \quad (6.5)$$

де C_i – погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, за виконану відповідну роботу, (грн/год.);

t_i – час роботи робітника при виконанні визначеної роботи, год.

Погодинну тарифну ставку робітника відповідного розряду C_i можна визначити за формулою

$$C_i = \frac{M_M \cdot K_i \cdot K_c}{T_p \cdot t_{зм}}, \quad (6.6)$$

де M_M – розмір прожиткового мінімуму працездатної особи, або мінімальної місячної заробітної плати (в залежності від діючого законодавства), прийmemo $M_M=6700,00$ (грн.);

K_i – коефіцієнт міжкваліфікаційного співвідношення для встановлення тарифної ставки робітнику відповідного розряду (табл. Б.2, додаток Б) формулою [19];

K_c – мінімальний коефіцієнт співвідношень місячних тарифних ставок робітників першого розряду з нормальними умовами праці виробничих об'єднань і підприємств до законодавчо встановленого розміру мінімальної заробітної плати.

T_p – середнє число робочих днів в місяці, приблизно $T_p = 22$ дн;

$t_{зм}$ – тривалість зміни, год.

$$C_1 = 6700,00 \cdot 1,70 \cdot 1,35 / (22 \cdot 8) = 87,37 \text{ (грн.)}$$

$$Z_{p1} = 87,37 \cdot 2,50 = 218,42 \text{ (грн.)}$$

Таблиця 6.6 – Величина витрат на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Тривалість роботи, год	Розряд роботи	Тарифний коефіцієнт	Погодинна тарифна ставка, грн	Величина оплати на робітника грн
Вхідний контроль радіоелектронних компонентів	2,50	5	1,70	87,37	218,42
Підготовка робочого місця інженера-конструктора	4,80	3	1,35	69,38	333,02
Підготовка плати розміщення радіоелектронних компонентів	7,20	4	1,50	77,09	555,03
Монтаж радіоелектронних компонентів	5,60	5	1,70	87,37	489,25
Складання пристрою (Генератор випробувальних телевізійних сигналів)	3,56	4	1,50	77,09	274,43
Налагодження пристрою (Генератор випробувальних телевізійних сигналів)	3,50	5	1,70	87,37	305,78
Випробування пристрою (Генератор випробувальних телевізійних сигналів)	2,25	4	1,50	77,09	173,45
Всього					2349,39

Додаткова заробітна плата дослідників та робітників

Додаткову заробітну плату розраховуємо як 10 ... 12% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою

$$Z_{\text{дод}} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{\text{дод}}}{100\%}, \quad (6.7)$$

де $H_{\text{дод}}$ – норма нарахування додаткової заробітної плати. Прийmemo 12%.

$$Z_{\text{дод}} = (27554,09 + 2349,39) \cdot 12 / 100\% = 3588,42 \text{ (грн.)}$$

6.3.2 Відрахування на соціальні заходи

Нарахування на заробітну плату дослідників та робітників розраховуємо як 22% від суми основної та додаткової заробітної плати дослідників і робітників за формулою

$$Z_n = (Z_o + Z_p + Z_{\text{дод}}) \cdot \frac{H_{zn}}{100\%} \quad (6.8)$$

де H_{zn} – норма нарахування на заробітну плату. Приймаємо 22%.

$$Z_n = (27554,09 + 2349,39 + 3588,42) \cdot 22 / 100\% = 7368,22 \text{ (грн.)}$$

6.3.3 Сировина та матеріали

До статті «Сировина та матеріали» належать витрати на сировину, основні та допоміжні матеріали, інструменти, пристрої та інші засоби і предмети праці, які придбані у сторонніх підприємств, установ і організацій та витрачені на проведення досліджень за темою «Генератор випробувальних телевізійних сигналів».

Витрати на матеріали (M), у вартісному вираженні розраховуються окремо по кожному виду матеріалів за формулою

$$M = \sum_{j=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j - \sum_{j=1}^n B_j \cdot C_{\epsilon j}, \quad (6.9)$$

де H_j – норма витрат матеріалу j -го найменування, кг;

n – кількість видів матеріалів;

C_j – вартість матеріалу j -го найменування, грн/кг;

K_j – коефіцієнт транспортних витрат, ($K_j = 1,1 \dots 1,15$);

B_j – маса відходів j -го найменування, кг;

$C_{\epsilon j}$ – вартість відходів j -го найменування, (грн/кг.)

$$M_1 = 2,0 \cdot 211,00 \cdot 1,1 - 0 \cdot 0 = 464,20 \text{ (грн.)}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці 6.7.

Таблиця 6.7 – Витрати на матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Ціна за 1 кг, грн	Норма витрат, кг	Величина відходів, кг	Ціна відходів, грн/кг	Вартість витраченого матеріалу, грн
Папір канцелярський офісний (А4)	211,00	2,0	-	-	464,20
Папір для заміток (А5)/70	92,00	3,0	-	-	303,60
Начиння канцелярське	145,00	4,0	-	-	638,00
Органайзер офісний	189,00	3,0	-	-	623,70
Картридж для принтера	1859,00	1,0	-	-	2044,90
Диск оптичний CD/RW	17,80	3,0	-	-	58,74
Спирт	256,00	0,0600	-	-	16,90
Склотекстоліт СТФ 1 – 1.5 ДЕСТ 102-78	298,00	0,1200	-	-	39,34
Травник	210,00	0,1600	-	-	36,96
Припой ПОС-61 ДЕСТ 21931-86	680,00	0,1100	-	-	82,28
Епоксидна смола	425,00	0,0080	-	-	3,74
Флюс ФКСП ОСТ	520,00	0,1400	-	-	80,08
Клей	185,00	0,0050	-	-	1,02
Ізольований провідник	22,50	0,1000	-	-	2,48
Лак	260,00	0,1800	-	-	51,48
Провід монтажний	12,40	0,1000	-	-	1,36
Всього					4448,77

6.3.4 Розрахунок витрат на комплектуючі

Витрати на комплектуючі (K_6), які використовують при проведенні НДР на тему «Генератор випробувальних телевізійних сигналів», розраховуємо, згідно з їхньою номенклатурою, за формулою

$$K_6 = \sum_{j=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j \quad (6.10)$$

де H_j – кількість комплектуючих j -го виду, шт.;

C_j – покупна ціна комплектуючих j -го виду, (грн.);

K_j – коефіцієнт транспортних витрат, ($K_j = 1,1 \dots 1,15$).

$$K_6 = 1 \cdot 150,00 \cdot 1,1 = 165,00 \text{ (грн.)}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці 6.8.

Таблиця 6.8 – Витрати на комплектуючі

Найменування комплектуючих	Кількість, шт.	Ціна за штуку, грн	Сума, грн
Корпус для пристрою (метал листовий 0,2 формований)	1	150,00	165,00
Монтажні елементи (полістирол ударостійкий чорний)	4	15,80	69,52
Комплект кріплення (гвинти, гайки, шурупи)	1	10,50	11,55
Резистори MF-50	22	2,10	50,82
Конденсатори NPO	11	2,60	31,46
ЕСАР	4	3,70	16,28
Підлаштовуваний 3/10пФ	1	7,20	7,92
Діоди та транзистори 1N4148	6	4,20	27,72
КС126Е	1	6,60	7,26
BC547	2	2,80	6,16
Мікросхеми LM311	1	35,00	38,50
1533КП12	1	35,00	38,50
РІС16F676	1	180,00	198,00
КР142ЕН5А	1	25,00	27,50

Продовження таблиці 6.8 – Витрати на комплектуючі

Рідинно кристалічний індикатор КО-4В	1	210,00	231,00
Дросель ДМ 100мк	1	8,50	9,35
Перемикачі, кнопки та роз'єми 5Н12П	1	15,30	16,83
PS580L	1	36,00	39,60
ПкН-188	2	22,00	48,40
СП5	4	8,00	35,20
Всього			1076,57

6.3.5 Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт

До статті «Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт» належать витрати на виготовлення та придбання спецустаткування необхідного для проведення досліджень, також витрати на їх проектування, виготовлення, транспортування, монтаж та встановлення.

Балансову вартість спецустаткування розраховуємо за формулою

$$V_{\text{спец}} = \sum_{i=1}^k C_i \cdot C_{\text{пр.}i} \cdot K_i, \quad (6.11)$$

де C_i – ціна придбання одиниці спецустаткування даного виду, марки, грн;

$C_{\text{пр.}i}$ – кількість одиниць устаткування відповідного найменування, які придбані для проведення досліджень, шт.;

K_i – коефіцієнт, що враховує доставку, монтаж, налагодження устаткування тощо, ($K_i = 1,10 \dots 1,12$);

k – кількість найменувань устаткування.

$$V_{\text{спец}} = 5340,00 \cdot 1 \cdot 1,1 = 5874,00 \text{ (грн.)}$$

Отримані результати зведемо до таблиці 6.9.

Таблиця 6.9 – Витрати на придбання спецустаткування по кожному виду

Найменування устаткування	Кількість, шт	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
Блок живлення універсальний лабораторний	1	5340,00	5874,00
Вольтметр цифровий	1	8500,00	9350,00
Осцилограф цифровий	1	8800,00	9680,00
Частотомір	1	7850,00	8635,00
Всього			33539,00

6.3.6 Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт

До статті «Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт» належать витрати на розробку та придбання спеціальних програмних засобів і програмного забезпечення, (програм, алгоритмів, баз даних) необхідних для проведення досліджень, також витрати на їх проектування, формування та встановлення.

Балансову вартість програмного забезпечення розраховуємо за формулою

$$B_{\text{прог}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{прог}} \cdot C_{\text{прог.і}} \cdot K_i, \quad (6.12)$$

де $C_{\text{прог}}$ – ціна придбання одиниці програмного засобу даного виду, (грн.);

$C_{\text{прог.і}}$ – кількість одиниць програмного забезпечення відповідного найменування, які придбані для проведення досліджень, шт.;

K_i – коефіцієнт, що враховує інсталяцію, налагодження програмного засобу тощо, ($K_i = 1, 10 \dots 1, 12$);

k – кількість найменувань програмних засобів.

$$B_{\text{прог}} = 10250,00 \cdot 1 \cdot 1,1 = 11275,00 \text{ (грн.)}$$

Отримані результати зведемо до таблиці 6.10.

Таблиця 6.10 – Витрати на придбання програмних засобів по кожному виду

Найменування програмного засобу	Кількість, шт	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
Прикладне програмне забезпечення конструювання РЕА	1	10250,00	11275,00
Всього			11275,00

6.3.7 Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщень

В спрощеному вигляді амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання, приміщень та програмному забезпеченню тощо, розраховуємо з використанням прямолінійного методу амортизації за формулою

$$A_{обл} = \frac{Ц_{б}}{T_{в}} \cdot \frac{t_{вик}}{12}, \quad (6.13)$$

де $Ц_{б}$ – балансова вартість обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, які використовувались для проведення досліджень, (грн.);

$t_{вик}$ – термін використання обладнання, програмних засобів, приміщень під час досліджень, місяців;

$T_{в}$ – строк корисного використання обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, років.

$$A_{обл} = (48899,00 \cdot 1) / (3 \cdot 12) = 1358,31 \text{ (грн.)}.$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці 6.11.

Таблиця 6.11 – Амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн	Строк корисного використання, років	Термін використання обладнання, місяців	Амортизаційні відрахування, грн
Обчислювальний комплекс та комп'ютеризована система проектування	48899,00	3	1	1358,31
Вимірювальний комплекс метрологічної системи	21680,00	4	1	451,67
Робоче місце розробника РЕА	9350,00	5	1	155,83
Обладнання для виготовлення топології друкованої плати	15600,00	5	1	260,00
Вольтметр цифровий	9350,00	5	1	155,83
Осцилограф цифровий	9680,00	4	1	201,67
Частотомір	8635,00	4	1	179,90
Пристрої виведення інформації	6800,00	5	1	113,33
Лабораторія досліджень	365000,00	20	1	1520,83
Всього				4397,37

6.3.8 Паливо та енергія для науково-виробничих цілей

Витрати на силову електроенергію (B_e) розраховуємо за формулою

$$B_e = \sum_{i=1}^n \frac{W_{yi} \cdot t_i \cdot C_e \cdot K_{eni}}{\eta_i}, \quad (6.14)$$

де W_{yi} – встановлена потужність обладнання на визначеному етапі роботи, кВт;

t_i – тривалість роботи обладнання на етапі дослідження, год;

C_e – вартість 1 кВт-години електроенергії, грн; (вартість електроенергії визначається за даними енергопостачальної компанії), прийmemo $C_e = 7,50$ (грн.);

K_{eni} – коефіцієнт, що враховує використання потужності, $K_{eni} < 1$;

η_i – коефіцієнт корисної дії обладнання, $\eta_i < 1$.

$$B_e = 0,36 \cdot 160,0 \cdot 7,50 \cdot 0,95 / 0,97 = 432,00(\text{ грн.}).$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці 6.12.

Таблиця 6.12 – Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Встановлена потужність, кВт	Тривалість роботи, год	Сума, грн
Обчислювальний комплекс та комп'ютеризована система проектування	0,36	160,0	432,00
Вимірювальний комплекс метрологічної системи	0,20	120,0	180,00
Робоче місце розробника РЕА	0,05	160,0	60,00
Обладнання для виготовлення топології друкованої плати	0,32	15,0	36,00
Вольтметр цифровий	0,12	120,0	108,00
Осцилограф цифровий	0,03	120,0	27,00
Частотомір	0,75	100,0	562,50
Пристрої виведення інформації	0,04	3,25	0,98
Всього			1406,48

6.3.9 Службові відрядження

До статті «Службові відрядження» дослідної роботи на тему «Генератор випробувальних телевізійних сигналів» належать витрати на відрядження штатних працівників, працівників організацій, які працюють за до-

говорами цивільно-правового характеру, аспірантів, зайнятих розробленням досліджень, відрядження, пов'язані з проведенням випробувань машин та приладів, а також витрати на відрядження на наукові з'їзди, конференції, наради, пов'язані з виконанням конкретних досліджень.

Витрати за статтею «Службові відрядження» розраховуємо як 20...25% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою

$$B_{cv} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{cv}}{100\%}, \quad (6.15)$$

де H_{cv} – норма нарахування за статтею «Службові відрядження», приймемо $H_{cv} = 20\%$.

$$B_{cv} = (27554,09 + 2349,39) \cdot 20 / 100\% = 5980,70 \text{ (грн.)}$$

6.3.10 Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації

Витрати за статтею «Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації» розраховуємо як 30...45% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою

$$B_{cn} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{cn}}{100\%}, \quad (6.16)$$

де H_{cn} – норма нарахування за статтею «Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації», приймемо $H_{cn} = 35\%$.

$$B_{cn} = (27554,09 + 2349,39) \cdot 35 / 100\% = 10466,22 \text{ (грн.)}$$

6.3.11 Інші витрати

До статті «Інші витрати» належать витрати, які не знайшли відображення у зазначених статтях витрат і можуть бути віднесені безпосередньо на собівартість досліджень за прямими ознаками.

Витрати за статтею «Інші витрати» розраховуємо як 50...100% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою

$$I_e = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{ie}}{100\%}, \quad (6.17)$$

де H_{ie} – норма нарахування за статтею «Інші витрати», прийmemo $H_{ie} = 50\%$.

$$I_e = (27554,09 + 2349,39) \cdot 50 / 100\% = 14951,74 \text{ (грн.)}$$

6.3.12 Накладні (загальновиробничі) витрати

До статті «Накладні (загальновиробничі) витрати» належать: витрати, пов'язані з управлінням організацією; витрати на винахідництво та раціоналізацію; витрати на підготовку (перепідготовку) та навчання кадрів; витрати, пов'язані з набором робочої сили; витрати на оплату послуг банків; витрати, пов'язані з освоєнням виробництва продукції; витрати на науково-технічну інформацію та рекламу та ін.

Витрати за статтею «Накладні (загальновиробничі) витрати» розраховуємо як 100...150% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою

$$B_{нзв} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{нзв}}{100\%}, \quad (6.18)$$

де $H_{нзв}$ – норма нарахування за статтею «Накладні (загальнопромислові) витрати», прийmemo $H_{нзв} = 110\%$.

$$B_{нзв} = (27554,09 + 2349,39) \cdot 110 / 100\% = 32893,83 \text{ (грн.)}$$

Витрати на проведення науково-дослідної роботи на тему «Генератор випробувальних телевізійних сигналів» розраховуємо як суму всіх попередніх статей витрат за формулою

$$B_{заг} = Z_o + Z_p + Z_{дод} + Z_n + M + K_v + B_{спец} + B_{прт} + A_{обл} + B_e + B_{св} + B_{сп} + I_v + B_{нзв}. \quad (6.19)$$

$$\begin{aligned} B_{заг} &= 27554,09 + 2349,39 + 3588,42 + 7368,22 + 4448,77 + 1076,57 + 33539,00 \\ &+ 11275,00 + 4397,37 + 1406,48 + 5980,70 + 10466,22 + 14951,74 + 32893,83 \\ &= 161295,77 \text{ (грн.)} \end{aligned}$$

Загальні витрати ZB на завершення науково-дослідної (науково-технічної) роботи та оформлення її результатів розраховується за формулою

$$ZB = \frac{B_{заг}}{\eta}, \quad (6.20)$$

де η - коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання науково-дослідної роботи, прийmemo $\eta=0,95$.

$$ZB = 161295,77 / 0,95 = 169785,02 \text{ (грн.)}$$

6.4 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки при її можливій комерціалізації потенційним інвестором

В ринкових умовах узагальнюючим позитивним результатом, що його може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження результатів тієї чи іншої науково-технічної розробки, є збільшення у потенційного інвестора величини чистого прибутку.

Результати дослідження проведені за темою «Генератор випробувальних телевізійних сигналів» передбачають комерціалізацію протягом 4-х років реалізації на ринку.

В цьому випадку майбутній економічний ефект буде формуватися на основі таких даних:

ΔN – збільшення кількості споживачів пристрою, у періоди часу, що аналізуються, від покращення його певних характеристик;

Показник	1-й рік	2-й рік	3-й рік	4-й рік
Збільшення кількості споживачів, осіб	800	1000	1050	750

N – кількість споживачів які використовували аналогічний пристрій у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки, прийmemo 9000 осіб;

C_o – вартість пристрою у році до впровадження результатів розробки, прийmemo 8570,00 (грн.);

$\pm \Delta C_o$ – зміна вартості пристрою від впровадження результатів науково-технічної розробки, прийmemo зниження ціна на 496,27 (грн.) (-496,27 грн.)

Можливе збільшення чистого прибутку у потенційного інвестора $\Delta \Pi_i$ для кожного із 4-х років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, розраховуємо за формулою [19]

$$\Delta \Pi_i = (\pm \Delta C_o \cdot N + C_o \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\rho}{100}\right), \quad (21)$$

де λ – коефіцієнт, який враховує сплату потенційним інвестором податку на додану вартість. У 2023 році ставка податку на додану вартість складає 20%, а коефіцієнт $\lambda = 0,8333$;

ρ – коефіцієнт, який враховує рентабельність інноваційного продукту). Приймемо $\rho = 38\%$;

ϑ – ставка податку на прибуток, який має сплачувати потенційний інвестор, у 2023 році $\vartheta = 18\%$;

Збільшення чистого прибутку 1-го року:

$$\begin{aligned} \Delta\Pi_1 &= (-496,27 \cdot 9000,00 + 8073,73 \cdot 800) \cdot 0,83 \cdot 0,38 \cdot (1 - 0,18/100\%) = \\ &= 515317,58 \text{ (грн.)} \end{aligned}$$

Збільшення чистого прибутку 2-го року:

$$\begin{aligned} \Delta\Pi_2 &= (-496,27 \cdot 9000,00 + 8073,73 \cdot 1800) \cdot 0,83 \cdot 0,38 \cdot (1 - 0,18/100\%) = \\ &= 2603408,93 \text{ (грн.)} \end{aligned}$$

Збільшення чистого прибутку 3-го року:

$$\begin{aligned} \Delta\Pi_3 &= (-496,27 \cdot 9000,00 + 8073,73 \cdot 2850) \cdot 0,83 \cdot 0,38 \cdot (1 - 0,18/100\%) = \\ &= 4795904,85 \text{ (грн.)} \end{aligned}$$

Збільшення чистого прибутку 4-го року:

$$\begin{aligned} \Delta\Pi_4 &= (-496,27 \cdot 9000,00 + 8073,73 \cdot 3600) \cdot 0,83 \cdot 0,38 \cdot (1 - 0,18/100\%) = \\ &= 6361973,36 \text{ (грн.)} \end{aligned}$$

Приведена вартість збільшення всіх чистих прибутків $ПП$, що їх може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки

$$ПП = \sum_{i=1}^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1 + \tau)^i}, \quad (6.22)$$

де $\Delta\Pi_i$ – збільшення чистого прибутку у кожному з років, протягом яких виявляються результати впровадження науково-технічної розробки, грн;

T – період часу, протягом якого очікується отримання позитивних результатів від впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, роки;

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні, $\tau=0,4$;

t – період часу (в роках) від моменту початку впровадження науково-технічної розробки до моменту отримання потенційним інвестором додаткових чистих прибутків у цьому році.

$$\begin{aligned} ПП &= 515317,58/(1+0,4)^1 + 2603408,93/(1+0,4)^2 + 4795904,85/(1+0,4)^3 + \\ &+ 6361973,36/(1+0,4)^4 = 368083,99 + 1328269,86 + 1747778,74 + 1656073,87 = \\ &= 5100206,45 \text{ (грн.)}. \end{aligned}$$

Величина початкових інвестицій PV , які потенційний інвестор має вкласти для впровадження і комерціалізації науково-технічної розробки

$$PV = k_{инв} \cdot ЗВ, \quad (6.23)$$

де $k_{инв}$ – коефіцієнт, що враховує витрати інвестора на впровадження науково-технічної розробки та її комерціалізацію, приймаємо $k_{инв}=2$;

$ЗВ$ – загальні витрати на проведення науково-технічної розробки та оформлення її результатів, приймаємо 169785,02 (грн.).

$$PV = k_{инв} \cdot ЗВ = 2 \cdot 169785,02 = 339570,05 \text{ (грн.)}.$$

Абсолютний економічний ефект $E_{абс}$ для потенційного інвестора від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки становитиме

$$E_{абс} = ПП - PV \quad (6.24)$$

де $ПП$ – приведена вартість зростання всіх чистих прибутків від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, 5100206,45 (грн.);

PV – теперішня вартість початкових інвестицій, 339570,05 (грн.).

$$E_{абс} = ПП - PV = 5100206,45 - 339570,05 = 4760636,40 \text{ (грн.)}$$

Внутрішня економічна дохідність інвестицій E_{ϵ} , які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки

$$E_{\epsilon} = T_{жс} \sqrt[1 + \frac{E_{абс}}{PV}] - 1, \quad (6.25)$$

де $E_{абс}$ – абсолютний економічний ефект вкладених інвестицій, 4760636,40 (грн.);

PV – теперішня вартість початкових інвестицій, 339570,05 (грн.);

$T_{жс}$ – життєвий цикл науково-технічної розробки, тобто час від початку її розробки до закінчення отримування позитивних результатів від її впровадження, 4 роки.

$$E_{\epsilon} = T_{жс} \sqrt[1 + \frac{E_{абс}}{PV}] - 1 = (1 + 4760636,40/339570,05)^{1/4} = 0,97.$$

Мінімальна внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій

τ_{\min}

$$\tau_{\min} = d + f, \quad (6.26)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2023 році в Україні $d = 0,12$;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладення інвестицій, прийmemo 0,4.

$\tau_{\min} = 0,12 + 0,4 = 0,52 < 0,97$ свідчить про те, що внутрішня економічна дохідність інвестицій E_{ε} , які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки вища мінімальної внутрішньої дохідності. Тобто інвестувати в науково-дослідну роботу за темою «Генератор випробувальних телевізійних сигналів» доцільно.

Період окупності інвестицій $T_{ок}$ які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки

$$T_{ок} = \frac{1}{E_{\varepsilon}}, \quad (6.27)$$

де E_{ε} – внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій.

$$T_{ок} = 1 / 0,97 = 1,03 \text{ р.}$$

$T_{ок} < 3$ -х років, що свідчить про комерційну привабливість науково-технічної розробки і може спонукати потенційного інвестора профінансувати впровадження даної розробки та виведення її на ринок.

6.5 Висновки до розділу

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки за темою «Генератор випробувальних телевізійних сигналів» становить 45,0 бала, що, свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки високий).

При оцінюванні за технічними параметрами, згідно узагальненого коефіцієнту якості розробки, науково-технічна розробка переважає існуючі аналоги приблизно в 3,39 рази.

Також термін окупності становить 1,03 р., що менше 3-х років, що свідчить про комерційну привабливість науково-технічної розробки і може спонукати потенційного інвестора профінансувати впровадження даної розробки та виведення її на ринок.

Отже можна зробити висновок про доцільність проведення науково-дослідної роботи за темою «Генератор випробувальних телевізійних сигналів».

7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці - це комплекс заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини під час трудової діяльності. Вона включає в себе:

- забезпечення безпеки праці, тобто захист працівників від виробничого травматизму, професійних захворювань та інших негативних наслідків трудової діяльності. Це досягається шляхом дотримання вимог законодавства про охорону праці, застосуванням сучасних засобів захисту тощо;
- забезпечення гігієни праці, тобто створення безпечних і здорових умов праці, що відповідають вимогам санітарних норм і правил;
- забезпечення психофізіологічної безпеки праці, тобто захист працівників від негативного впливу важких фізичних навантажень, монотонної праці, несприятливих психоемоційних факторів. Це досягається шляхом раціональної організації праці та відпочинку, забезпечення працівників необхідними засобами індивідуального захисту та гігієнічних засобів.

Розробка генератора випробувальних телевізійних сигналів здійснювалося в приміщенні, яке обладнане комп'ютеризованими робочими місцями. На розробника відповідно до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», мали вплив такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори [21]:

1. Фізичні: підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; підвищений рівень шуму на робочому місці; підвищена чи понижена вологість повітря; підвищений рівень статичної електрики; підвищений рівень електромагнітного випромінювання; пряма і відбита блискіть; підвищена яскравість; понижена контрастність; недостатня освітленість робочої зони.

2. Психофізіологічні: розумове перевантаження; перенапруга аналізаторів; статичне перевантаження.

7.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи

7.1.1 Обладнання приміщення та робочого місця

Забезпечення відповідності ергономічним вимогам робочого місця відіграє важливу роль у створенні комфорту та безпеки для працівників. Впровадження ефективних рішень у галузі ергономіки сприяє зниженню ризику виникнення професійних захворювань і травм, а також підвищенню продуктивності праці. Раціонально спроектовані робочі місця, які враховують фізичні та психологічні потреби працівників, допомагають зменшити втомленість та стрес, що може призвести до покращення загального робочого процесу. Виконання ергономічних стандартів позитивно позначається на здоров'ї працівників, що, у свою чергу, сприяє зниженню плинності робітників та підвищує також якість виробництва.

Для створення оптимальних умов праці у сидячому положенні під час розробки генератора випробувальних телевізійних сигналів робоче місце працівника повинно відповідати вимогам, визначеним у ДСТУ 8604:2015. При виборі меблів для робочого місця з ПК варто з'ясувати її відповідність вимогам ДСанПіН 3.3.2.007-98. Велика кількість наявних у даний час комп'ютерних столів не відповідають вимогам ДСанПіН 3.3.2.007-98 [22] за висотою робочої поверхні над підлогою. Практично всі комп'ютерні столи мають підставку, що висувається, для розташування клавіатури, виконання якої не відповідає вимогам Директиви № 90/270/ЕЄС «Про мінімум вимог безпеки і гігієни праці при роботі з екранними пристроями (п'ята окрема директива в рамках тлумачення Статті 16(1) Директиви 89/391/ЕЄС)». Вимога цієї статті Директиви – забезпечення достатнього простору перед клавіатурою, наявність опори для рук оператора. У конс-

трукції спеціального комп'ютерного столу з підставкою, що висувається, така вимога не забезпечується.

Робоче місце має бути обладнане спеціальною підставкою для документів та для ніг. Екран дисплея, клавіатуру та документи необхідно розміщувати на раціональній відстані (приблизно 50 см) від очей оператора, а верхній край дисплея повинен розташовуватися на рівні очей користувача. Робоче крісло має бути належним чином адаптоване до форми тіла і підтримувати правильну поставу. Важливо, щоб усі елементи робочого місця були регульованими, включаючи висоту столу та кут нахилу клавіатури, щоб працівник міг налаштувати своє обладнання на зручний робочий режим.

Приміщення, в якому знаходиться робоче місце розробника генератора випробувальних телевізійних сигналів має загальну площу 18,65 м², і висотою стелі 3,2 м. У приміщенні знаходиться 3 робочих місця обладнаних ПК. Слід відзначити, що площа одного робочого місця працівника, який використовує під час роботи ПК не повинна бути меншою за 6 м², а об'єм не менший за 20 м³, відповідно до НПАОП 0.00-7.15-18 [23]. У досліджуваному приміщенні на одного працівника припадає 6,2 м², що відповідає допустимій нормі. Об'єм даного приміщення становить 59,7 м³, відповідно на одного працівника припадає 19,9 м³, що знаходиться на межі допустимої норми.

Для забезпечення високої працездатності та профілактики професійних захворювань важливо дотримуватися раціонального режиму праці та відпочинку. Передбачено проведення 5-хвилинних перерв після кожної години роботи (за основною перервою на обід). Під час таких коротких перерв доцільно виконувати спеціальні вправи для зняття втоми очей та підтримання загального м'язового тону. З метою зняття нервово-психологічної напруги, рекомендовано обладнати кімнату для психофізіологічного розвантаження.

7.1.2 Електробезпека приміщення

Приміщення, де відбувалася розробка генератора випробувальних телевізійних сигналів для забезпечення електробезпеки обладнання, а також для захисту від ураження електричним струмом самих користувачів ПК повинні мати достатні технічні засоби захисту відповідно до НПАОП 40.1-1.07-01 «Правила експлуатації електрозахисних засобів», НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів», НПАОП 40.1-1.32-01[24] «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок». З метою запобігання ушкодженням, що можуть статися через ураження електричним струмом, загоряння, коротке замикання тощо, розроблено загальний стандарт безпеки ІЕС 950. Загальним стандартом електробезпечності для країн Європейської співдружності є Cemark.

На робочих місцях знаходиться 3 комп'ютери. Напруга джерела живлення комп'ютерів – 220 В. За небезпекою ураження електричним струмом таке приміщення належить до приміщень без підвищеної небезпеки ураження електричним струмом працюючих.

Електротравми, які можуть виникнути на робочому місці, можуть мати різні причини, і основні серед них такі:

1. Несправність електричного обладнання. Використання застарілого або несправного електричного обладнання може призвести до коротких замикань, перенапруги та інших електричних проблем, які в результаті можуть призвести до електротравми.

2. Недотримання правил електробезпеки. Наприклад, слід заземлення, неправильне використання подовжувачів, розеток або електричних шнурів може призвести до травми.

3. Незнання ризиків. Працівники можуть не бути повністю обізнаними з деякими ризиками, пов'язаними з електротехнікою, і не дотримуватися певних заходів безпеки.

4. Статичний заряд. Накопичений статичний заряд на одязі або обладнанні може призвести до несправностей в електроніці або навіть до іскри, що може стати причиною пожежі.

5. Недоліки організації виробничого середовища зокрема, не раціонально обладнане робоче місце, недостатнє освітлення, некомфортні умови та нестабільне електропостачання можуть сприяти виникненню електротравм.

Для запобігання електротравмам у приміщенні здійснюються:

- 1) ізоляція нормально струмоведучих елементів електроустаткування відповідно з вимогами нормативів;
- 2) захисне заземлення із використанням природних заземлювачів;
- 3) систематичне проведення інструктажу з електробезпеки;
- 4) суворе дотримання правил електробезпеки на робочому місці.

Для попередження електротравм на робочому місці розробника важливо дотримуватися всіх необхідних правил електробезпеки, регулярно перевіряти стан обладнання та освітлення, а також стан робочого місця, і вживати необхідні заходи безпеки при виконанні роботи з електроприладами.

Для запобігання електротравм на робочому місці розробника необхідно враховувати всі основні правила електробезпеки та приділяти увагу ряду важливих аспектів, зокрема здійснювати регулярну перевірку стану обладнання та освітлення, а також стану робочого місця.

7.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

7.2.1 Мікроклімат

Фізіологічні процеси та загальне самопочуття людини залежать від постійного відведення тепла, яке виробляється в організмі, у навколишнє середовище. Досягнення оптимальних мікрокліматичних умов є фактором для регулювання цього процесу. У разі недостатньо комфортних мікроклі-

матичних умов організм людини використовує різні механізми для підтримки сталої температури тіла, шляхом контролю тепловироблення та тепловіддачі. За витратами енергії в процесі розробки генератора випробувальних телевізійних сигналів, відповідно до Гігієнічної класифікації праці, ця діяльність відноситься до категорії I б. Нормовані параметри мікроклімату для цієї категорії працівників наведені в таблиці 7.1 (відповідно до ДСН 3.3.6.042-99) [27].

Таблиця 7.1 – Параметри мікроклімату

Період року	Допустимі		
	t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	22-28	40-60	0,1-0,3
Холодний	20-24	75	0,2

Для забезпечення комфортних умов перебування людей у приміщенні передбачено:

- опалення приміщення здійснюється за допомогою централізованої парової системи опалення, що забезпечує комфортну температуру в приміщенні в холодну пору року;
- повітрообмін забезпечується за допомогою системи припливно-втяжної вентиляції;
- систематичне вологе прибирання для підтримання оптимального рівня вологості повітря в приміщенні.

7.2.2 Склад повітря робочої зони

Для створення нормальних умов виробничої діяльності необхідно забезпечити не лише комфортні метеорологічні умови, а й необхідну чистоту повітря. Внаслідок виробничої діяльності у повітряне середовище приміщень можуть надходити різноманітні шкідливі речовини, що використовуються в технологічних процесах. Основними джерелами забруднення

повітря в робочій зоні є комп'ютерні пристрої, системи автоматики та оператори, які працюють з обладнанням. Для визначених шкідливих речовин існують конкретні ГДК, які відображені у таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони.

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньодобова	
Озон	0,16	0,03	1
Вуглекислий газ (CO ₂)	3	1	4
Формальдегід	0,35	0,03	2
Пил нетоксичний	10	4	4

Повітря, що містить негативні аероіони, є своєрідним екраном, що відображає випромінювання позитивних іонів від дисплеїв, телевізорів та іншої оргтехніки. Нормативні рівні іонізації повітря у виробничих та громадських приміщеннях наведені в санітарних правилах і нормативах СанПіН 2.2.4.1294-03 [28]. Згідно з цим документом регламентують: мінімально допустимий рівень, максимально допустимий рівень, коефіцієнт уніполярності (табл.7.3).

Таблиця 7.3 – Рівні іонізації повітря приміщень при роботі на ПК

Рівні	Кількість іонів в 1 см ³	
	n+	n-
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500-3000	3000-5000
Максимально необхідні	50000	50000

Для забезпечення належного складу повітря в робочій зоні використовується механічна вентиляція та систематичне вологе прибирання.

7.2.3 Виробниче освітлення

Світло впливає не лише на функцію органів зору, а й на діяльність організму в цілому. При поганому освітленні людина швидко втомлюється, працює менш продуктивно, зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків. Згідно з статистичними даними, до 5% травм можна пояснити недостатнім або нераціональним освітленням, а в 20% воно сприяло виникненню травм. Врешті, погане освітлення може призвести до професійних захворювань, наприклад, таких як робоча міопія (короткозорість), спазм акомодациї.

Для створення оптимальних умов зорової роботи слід враховувати не лише кількість та якість освітлення, а й кольорове оточення. Так, при світлому пофарбуванні інтер'єру завдяки збільшенню кількості відбитого світла рівень освітленості підвищується на 20-40% (при тій же потужності джерел світла), різкість тіней зменшується, покращується рівномірність освітлення.

Норми освітленості при штучному освітленні та КПО (для III пояса світлового клімату) при природному та сумісному освітленні відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 [29] зазначені у таблиці 7.4:

Таблиця 7.4 - Норми освітленості в приміщенні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фона	Освітленість, лк		КПО,			
						Штучне освітлення		Природне освітлення		Сумісне освітлення	
						Комбіноване	Загальне	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,3	II	г	великий	світлий	1000	300	7	2,5	4,2	1,5

Для забезпечення достатнього освітлення в приміщенні використовуються комплекс заходів, що включають: регулярне чищення вікон і ламп (з метою запобігання помутнінню скла та втраті працездатності ламп), вибір оптимального типу освітлювальних приладів та їх раціональне розміщення.

7.2.4 Виробничий шум

Шум – це сукупність звуків різноманітної частоти та інтенсивності, що виникають у результаті коливального руху частинок у пружних середовищах (твердих, рідких, газоподібних). Шумом також вважають будь-який небажаний для людини звук. У працюючих в умовах шуму основними скаргами є: зниження слуху, головний біль тупого характеру, відчуття важкості і шуму в голові, що виникають до кінця робочої зміни або після роботи,

запаморочення при зміні положення тіла, підвищена дратівливість, швидка стомлюваність, зниження працездатності, уваги, підвищена пітливість, порушення ритму сну (сонливість вдень, тривожний сон у нічний час). Можуть спостерігатися неприємні відчуття в області серця у вигляді поколювань, серцебиття. Відзначається виражена нестійкість пульсу і артеріального тиску, особливо в період перебування в умовах шуму.

Джерелами шуму під час розробки генератора випробувальних телевізійних сигналів є працююча техніка та транспорт, який рухається ззовні приміщення. Допустимі рівні звукового тиску та рівні звуку L_A в приміщенні наведені у таблиці 7.5. (згідно ДСН 3.3.6.037-99) [30].

Таблиця 7.5 – Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного шуму

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньгеометричними частинами (Гц)									Допустимий рівень звуку, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Виробничі приміщення	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні передбачено використання звукопоглинаючих матеріалів та раціональне розташування виробничого обладнання.

7.2.5 Виробничі випромінювання

Під час розробки генератора випробувальних телевізійних сигналів використовувалися комп'ютери та відповідне програмне забезпечення. Це призвело до підвищення рівня електромагнітного випромінювання на робочому місці. Ступінь впливу цього випромінювання на організм працівника залежить від багатьох факторів, таких як діапазон частот, тривалість

опромінення, характер опромінення, режим опромінення, розміри поверхні тіла, яке опромінюється, та індивідуальні особливості організму. Електромагнітні випромінювання, випромінювані відеодисплеями, мають широкий діапазон частот. Відповідно до стандартів, електромагнітне випромінювання повинне бути виміряне в діапазоні частот від 5 Гц до 400 кГц. Гранично допустимі значення напруженості електричного і магнітного полів промислової частоти в залежності від часу їх впливу встановлюються ДСанПіН 3.3.6.096-2002 [32]. Згідно з цим нормативним документом перебування в ЕП промислової частоти напруженістю до 5 кВ/м допускається протягом усього робочого дня. Гранично допустимі рівні електромагнітного поля радіочастотного діапазону для працівника становлять $E_{гдр} = 25$ В/м та $B_{гдр} = 250$ нТл.

Для зменшення впливу електромагнітного випромінювання на проєктувальника слід дотримуватися раціонального режиму роботи та відпочинку.

7.2.6 Психофізіологічні фактори

Важливою складовою частиною системи охорони праці є створення таких умов праці, за яких зберігаються високі психофізіологічні можливості людини в процесі трудової діяльності. Оцінка психофізіологічних факторів під час розробки генератора випробувальних телевізійних сигналів здійснюється відповідно до Гігієнічної класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу.

Загальні енергозатрати організму: до 174 Вт.

Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну): до 40 000.

Робоча поза: вільна зручна поза, можливість зміни пози («сидячи – стоячи») за бажанням працівника; перебування в позі «стоячи» до 40% часу зміни.

Нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну: до 50 раз.

Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження:

– зміст роботи – творча діяльність, що вимагає вирішення складних завдань за відсутності алгоритму;

– сприймання інформації та їх оцінка – сприймання сигналів з наступним порівнянням фактичних значень параметрів з їх номінальними значеннями. Заключна оцінка фактичних значень параметрів;

– розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, виконання завдання та його перевірка.

Сенсорні навантаження:

– зосередження (% за зміну) – до 5-75%;

– щільність сигналів (звукові за 1 год) – до 150;

– навантаження на слуховий аналізатор (%) – розбірливість слів та сигналів від 50 до 80 %;

– спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) – 4-6 год.

– навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 16 до 20.

Емоційне навантаження:

ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за функціональну якість основної роботи; Ступінь ризику для власного життя – вірогідний;

Режим праці:

– тривалість робочого дня – більше 8 год;

– змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

За зазначеними показниками важкості та напруженості праці, робота, яка виконується належить до допустимого класу умов праці (напруженість праці середнього ступеня).

7.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження режимів захисту персоналу в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

7.3.1 Дія радіації на живі організми

Оскільки 70% маси тіла складається з води, то під впливом радіації розпочинається утворення вільних радикалів гідроксогрупи і гідрогени, що в свою чергу продукують пероксид гідрогену. Утворені радикали окислюють і відновлюють молекули органічних сполук. Цими речовинами є білки, ліпіди, нуклеопротеїди, ферменти та інші.

Заключним результатом початкової дії радіації є порушення структури клітин і тканини.

Після припинення процесу опромінення живого організму біохімічні зміни не припиняються тому, що утворені радикали та іони продовжують свою активну дію ще протягом деякого періоду часу. Виникає період вторинної дії радіації [34].

7.3.2 Визначення режимів захисту персоналу в умовах дії іонізуючих випромінювань

Вихідні дані: $P_{1max} = 44$ Р/год, $K_{носл} = 35$, $t_n = 1,2$ год, $t_{pmin} = 1,7$ год, $t_{pmax} = 12$ год, $D_0 = 3,5$ Р.

Знаходимо час кінця опромінення

$$t_k = t_n + t_{pmin} \text{ [год]}; \quad (7.1)$$

$$t_k = 1,2 + 12 = 13,2 \text{ (год)}.$$

Знаходимо можливу експозиційну дозу опромінення протягом повної робочої зміни

$$D_{12} = \frac{1,33P_{1\max} \left(\sqrt[4]{t_K^3} - \sqrt[4]{t_n^3} \right)}{K_{\text{посл}}} \quad [\text{P}]; \quad (7.2)$$

$$D_{12} = \frac{1,33 \cdot 44 \left(\sqrt[4]{13,2^3} - \sqrt[4]{1,2^3} \right)}{35} = 9,662 \text{ (P)}.$$

Так як ($D_{12} = 9,662 \text{ P}$) > ($D_D = 3,5 \text{ P}$), то робота у звичайному режимі неможлива, тому потрібно організувати режим роботи за скороченими змінами.

Потрібно першу повну зміну поділити на таку кількість скорочених змін

$$n = \frac{D_{12}}{D_D}; \quad (7.3)$$

$$n = \frac{9,662}{3,5} = 2,7606.$$

Округливши до цілого в більшу сторону, приймаємо $n = 3$.

Визначаємо час початку t_{ni} , час кінця t_{ki} , тривалість t_{pi} та можливу дозу опромінення D_i кожної скороченої зміни.

Знаходимо t_{n1} , t_{k1} , t_{p1} , D_1 :

$$t_{n1} = t_n \text{ [ГОД]}; \quad (7.4)$$

$$t_{n1} = 1,2 \text{ (ГОД)};$$

$$t_{k1} = \left(\frac{D_D K_{\text{посл}} + 1,33P_{1\max} \sqrt[4]{t_{n1}^3}}{1,33P_{1\max}} \right)^{4/3} \text{ [ГОД]}; \quad (7.5)$$

$$t_{k1} = \left(\frac{3,5 \cdot 35 + 1,33 \cdot 44 \sqrt[4]{1,2^3}}{1,33 \cdot 44} \right)^{4/3} = 4,79 \text{ (ГОД)};$$

$$t_{p1} = t_{k1} - t_{n1} \text{ [ГОД]}; \quad (7.6)$$

$$t_{p1} = 4,79 - 1,2 = 3,59 \text{ (ГОД)};$$

$$D_1 = \frac{1,33P_{1\max} \left(\sqrt[4]{t_{K1}^3} - \sqrt[4]{t_{P1}^3} \right)}{K_{\text{посл}}} \quad [P]; \quad (7.7)$$

$$D_1 = \frac{1,33 \cdot 44 \left(\sqrt[4]{4,79^3} - \sqrt[4]{1,2^3} \right)}{35} = 3,5 \text{ (P)}.$$

Визначаємо t_{n2} , t_{K2} , t_{P2} , D_2 за формулами (7.5, ..., 7.7):

$$t_{P2} = t_{P1} + t_{P1} [\text{ГОД}]; \quad (7.8)$$

$$t_{P2} = 1,2 + 3,59 = 4,79 \text{ (год)};$$

$$t_{K2} = \left(\frac{3,5 \cdot 35 + 1,33 \cdot 44 \sqrt[4]{4,79^3}}{1,33 \cdot 44} \right)^{4/3} = 9,31 \text{ (год)};$$

$$t_{P2} = 9,31 - 4,79 = 4,52 \text{ (год)};$$

$$D_2 = \frac{1,33 \cdot 44 \left(\sqrt[4]{9,31^3} - \sqrt[4]{4,79^3} \right)}{35} = 3,5 \text{ (P)}.$$

Визначаємо t_{n3} , t_{K3} , t_{P3} , D_3 за формулами (7.8, 7.5, ..., 7.7):

$$t_{P3} = 4,79 + 4,52 = 9,31 \text{ (год)};$$

$$t_{K3} = \left(\frac{3,5 \cdot 35 + 1,33 \cdot 44 \sqrt[4]{9,31^3}}{1,33 \cdot 44} \right)^{4/3} = 14,48 \text{ (год)};$$

$$t_{P3} = 14,48 - 9,31 = 5,17 \text{ (год)};$$

$$D_3 = \frac{1,33 \cdot 44 \left(\sqrt[4]{14,48^3} - \sqrt[4]{9,31^3} \right)}{35} = 3,5 \text{ (P)}.$$

Отримані результати заносимо в табл. 7.1.

Таблиця 7.1 – Результати розрахунків режимів захисту персоналу в умовах дії іонізуючих випромінювань

№ зміни	t_{ni} , ГОД	t_{pi} , ГОД	t_{ki} , ГОД	D_i , Р
1	1,2	3,59	4,79	3,5
2	4,79	4,52	9,31	3,5
3	9,31	5,17	14,48	3,5

Отже, як видно з табл. 7.1 перших 3 зміни будуть працювати в скороченому режимі, а вже 4-та зміна може працювати в звичайному режимі. При цьому можлива доза опромінення чергових змін формувань не перевищує допустимої дози.

7.6 Висновки до розділу

Визначено режими захисту персоналу в умовах дії іонізуючих випромінювань. Встановлено, що перших 3 зміни будуть працювати в скороченому режимі, а вже 4-та зміна може працювати в звичайному режимі.

ВИСНОВКИ

У ході виконання магістерської кваліфікаційної роботи розроблено та досліджено малогабаритний мікропроцесорний генератор телевізійних сигналів. Багатофункціональна програма, а також всі перераховані параметри і керування генератором реалізовано на досить поширеному мікроконтролері PIC16F84. Мікроконтролер має тактовий генератор, що працює на частоті 10 МГц, який забезпечує швидкість передачі інформації записаної програми на зовнішні порти виводу, дозволяє багаторазове перепрограмування і має мінімальне енергоспоживання.

Оскільки більшість сучасних телевізорів провідних світових фірм-виробників PANASONIC, JVC, SONY та інших працюють в системі телебачення PAL, то в генераторі використаний кодер PAL і модулятор, виконаний у вигляді окремого блоку. Попередньо настроєний і відрегульований модулятор знаходиться в металевому корпусі, який служить екраном. Виходячи з цього, модулятор захищений від впливу зовнішніх магнітних полів, що покращує його роботу.

Генератор може працювати як з кольоровими телеприймачами, так і з чорно-білими. Це забезпечується введенням в генератор резистивної матриці.

Живлення генератора здійснюється автономним джерелом живлення з напругою $(5 \pm 0,1)$ В. Стабілізатор напруги живлення реалізовано на досить розповсюдженому інтегральному стабілізаторі КРЕН5Б.

У розрахунковій частині магістерської кваліфікаційної роботи наводиться побудова генераторів телевізійних сигналів та їх порівняльний аналіз. Здійснене розроблення схеми запропонованого генератора, електричний розрахунок генератора модулятора та кварцового генератора мікроконтролера, а також розрахунок надійності приладу з використанням технологічних карт напруг на елементах схеми відносно корпусу приладу.

У конструкторській частині магістерської кваліфікаційної роботи ро-

зроблений технологічний процес настройки генератора телевізійних сигналів з аналізом можливих несправностей приладу. Приводяться експериментальні дослідження генератора.

В економічному розділі проведений комерційний та технологічний аудит науково-технічної розробки. Здійснені розрахунки економічної ефективності науково-технічної розробки при її можливій комерціалізації потенційним інвестором. Також термін окупності становить 1,03 роки, що свідчить про комерційну привабливість науково-технічної розробки і може спонукати потенційного інвестора профінансувати впровадження даної розробки та виведення її на ринок.

У магістерській кваліфікаційній роботі також розроблено заходи з охорони праці у лабораторії для теоретичних досліджень розроблюваного об'єкта. Зокрема розглянуто питання забезпечення параметрів мікроклімату, вентиляції, освітлення, шуму у лабораторії, а також розроблено заходи по забезпеченню техніки безпеки і протипожежної безпеки. Також розроблені аспекти безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Зміст усіх розділів магістерської кваліфікаційної роботи відповідає вимогам індивідуального завдання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Семенов А.О., Дектярьов А.Ю., Ольхович В.М., Педос М.А. Феритовий перетворювач енергії електромагнітних хвиль для селективних НВЧ ватметрів одномодової потужності. Збірник праць ІХ Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем (СПІРН-2023)», 15-17 листопада 2023, Вінниця, ВНТУ. URL:
<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/spirn/spirn2023/paper/view/19232/15934>
2. DTA-107 Satellite modulator for PCI [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.dektec.com/products/PCI/DTA-107/>.
3. DTA-115 Multi-standard cable/terrestrial modulator for PCI [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://www.dektec.com/products/PCI/DTA115/>
4. Apelsin.net. URL: <https://inet108.com/news/iptv-sovremennoe-televideniev-hd-kachestve.html> (дата звернення 27.05.2020)
5. Mwarel IPTV. URL: <https://iptvmiddleware.com/ru/iptv-ott/iptv-imminentfuture-television/> (дата звернення 02.06.2020)
6. Rozetka. URL: <https://rozetka.com.ua/promo/summertime/> (дата звернення 01.06.2020)
7. Prom. Ua. URL: <https://prom.ua/> (дата звернення 27.05.2020)
8. ETSI EN 302 307. Digital Video Broadcasting (DVB); Second generation framing structure, channel coding and modulation system for Broadcasting Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications.
9. ETSI EN 300 421. Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for 11/12 GHz satellite services.
10. ETSI EN 301 210. Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for Digital Satellite News Gathering (DSNG) and other contribution applications by satellite.

11. M.Eroz, F.-W Sun and L.-N. Lec: “DVB-S2 Low Density Parity Cheek Codes with near Shannon Limit Performance”, International Journal on Satellite Communication Networks, 2004, 22.
12. ETSI TR 102 376 v1.1.1 (2005-02). Digital Video Broadcasting (DVB); User guidelines for the second generation system for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications (DVB-S2).
13. ETSI EN 300 744. Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television.
14. European Standard EN 300 429 v.1.2.1 (1998-04). Digital Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for cable systems.
15. Software Defined Radio: Architectures, Systems and Functions (Markus Dillinger, Kambiz Madani, Nancy Alonistioti) Page xxxiii, Wiley & Sons, 2003
16. Гофайзен О. В. Область кольорів, передаваних системами цифрового телебачення / О. В. Гофайзен, В. В. Пилявський // Цифрові технології. – 2012. – №11. – С.47–70
17. Color Science Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae (second edition) / G. Wyszecki, W.S. Stiles // John Wiley & Sons. – 2000. – 950 p.
18. Омелянюк І.В. Цифрове ефірне телебачення. Практика, нові напрямки розвитку та створення цифрових ефірних телемереж; посібник для фахівців телебачення. - К.: ЗАО «Телерадіокур'єр», 2009. – 192 с.
19. Методичні вказівки до виконання економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт / Уклад. : В. О. Козловський, О. Й. Лесько, В. В. Кавецький. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 42 с.
20. Кавецький В. В. Економічне обґрунтування інноваційних рішень: практикум / В. В. Кавецький, В. О. Козловський, І. В. Причепка – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 113 с.
21. НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://sop.zp.ua/norm_npaop_0_00-7_15-18_01_ua.php

22. ДСТУ 8604:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги - [Електронний ресурс] - http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=71028
23. Наказ від 08.04.2014 № 248 Про затвердження Державних санітарних норм та правил Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/topiccatalogua/labor-protection/14_nakazy_ta_rozpor_183575/248+58074-detail.html
24. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>
25. СанПіН 2.2.4.1294-03 «Фізичні фактори виробничого середовища. Гігієнічні вимоги до аероіонного складу повітря виробничих і громадських приміщень» - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.ionization.ru/issue/iss5.htm>
26. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885
27. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>
28. ДСанПіН 3.3.6.096-2002 Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0203-03>
29. ДСанПіН 3.3.2-007-98 Державні санітарні правила і норми. Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0007282-98#Text>

30. Директива № 90/270/ЕЕС «Про мінімум вимог безпеки і гігієни праці при роботі з екранними пристроями (п'ята окрема директива в рамках тлумачення Статті 16(1) Директиви 89/391/ЕЕС)».
31. НПАОП 40.1-1.07-01 «Правила експлуатації електрозахисних засобів» - [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=21830
32. НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://antifire.ua/dbn/10.pdf>
33. НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» - [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=4725/
34. Сакевич В. Ф. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах / В. Ф. Сакевич. – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 109 с.

Додаток А
(обов'язковий)

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

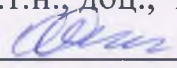
ГЕНЕРАТОР ВИПРОБУВАЛЬНИХ ТЕЛЕВІЗІЙНИХ СИГНАЛІВ

Виконав: студент 2-го курсу, групи РТ-22м
спеціальності 172 – Телекомунікації та радіо-
техніка

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)


Ольхович В.М.
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц., каф. ІРТС


Осадчук Я.О.
(прізвище та ініціали)

« 15 » 12 2023 р.

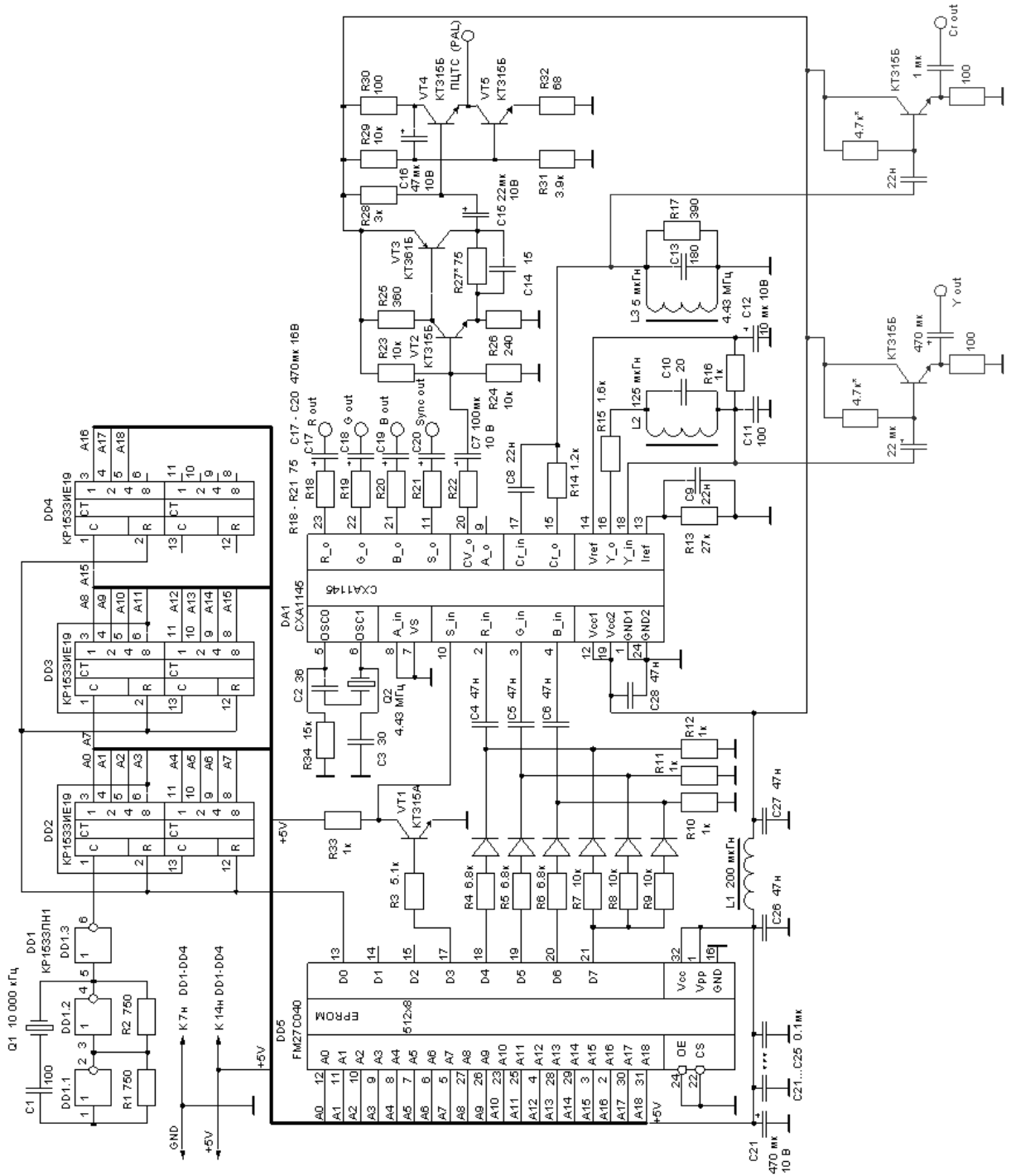
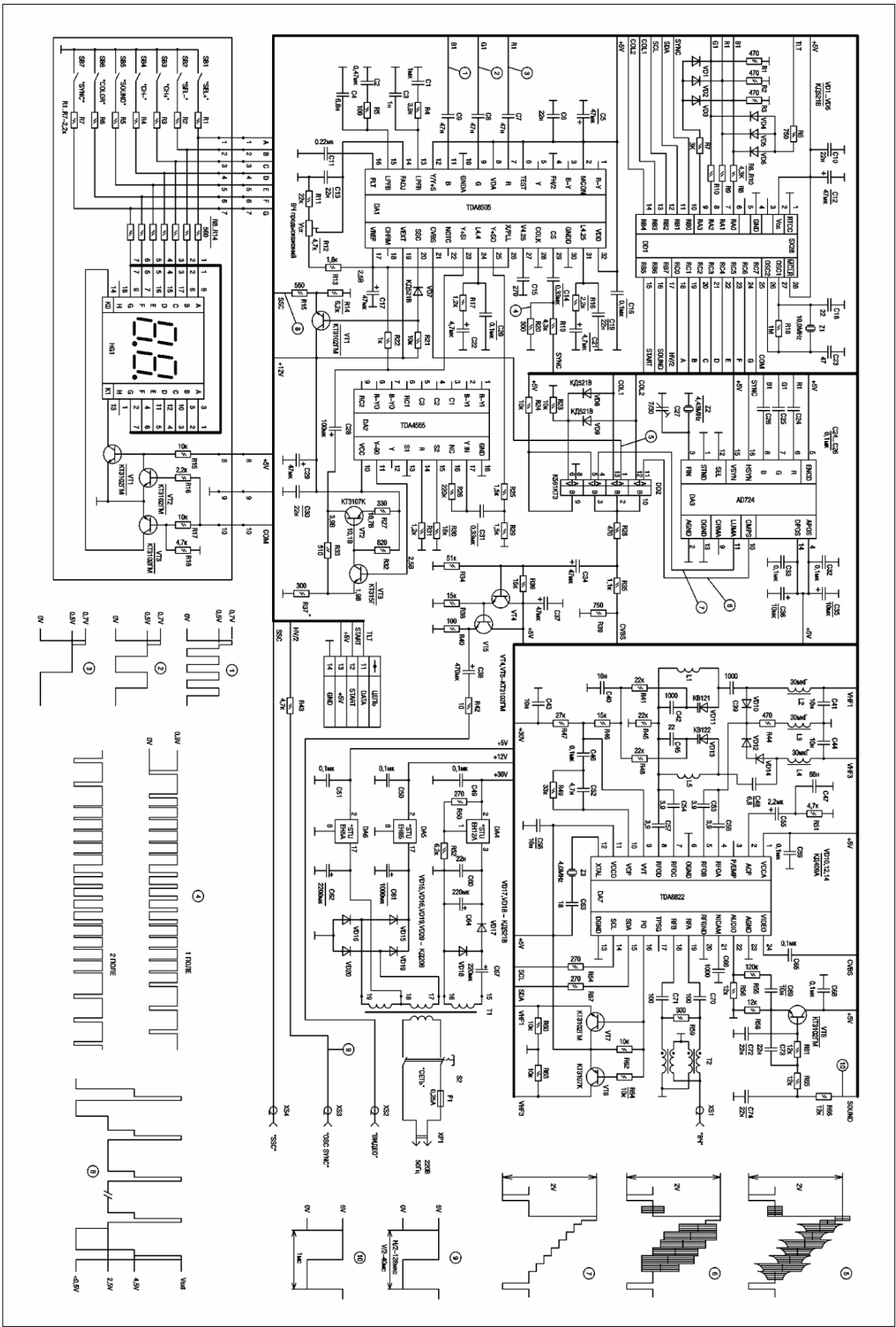


Рисунок 1 – Електрична принципова схема генератора телевізійних сигналів ГТІ-01



Рисунок 2 – Лицьова та задня панель генератора тестових телевізійних сигналів ГТТС-03

Рисунок 3 – Електрична принципова схема генератора телевізійних сигналів ГТС-03



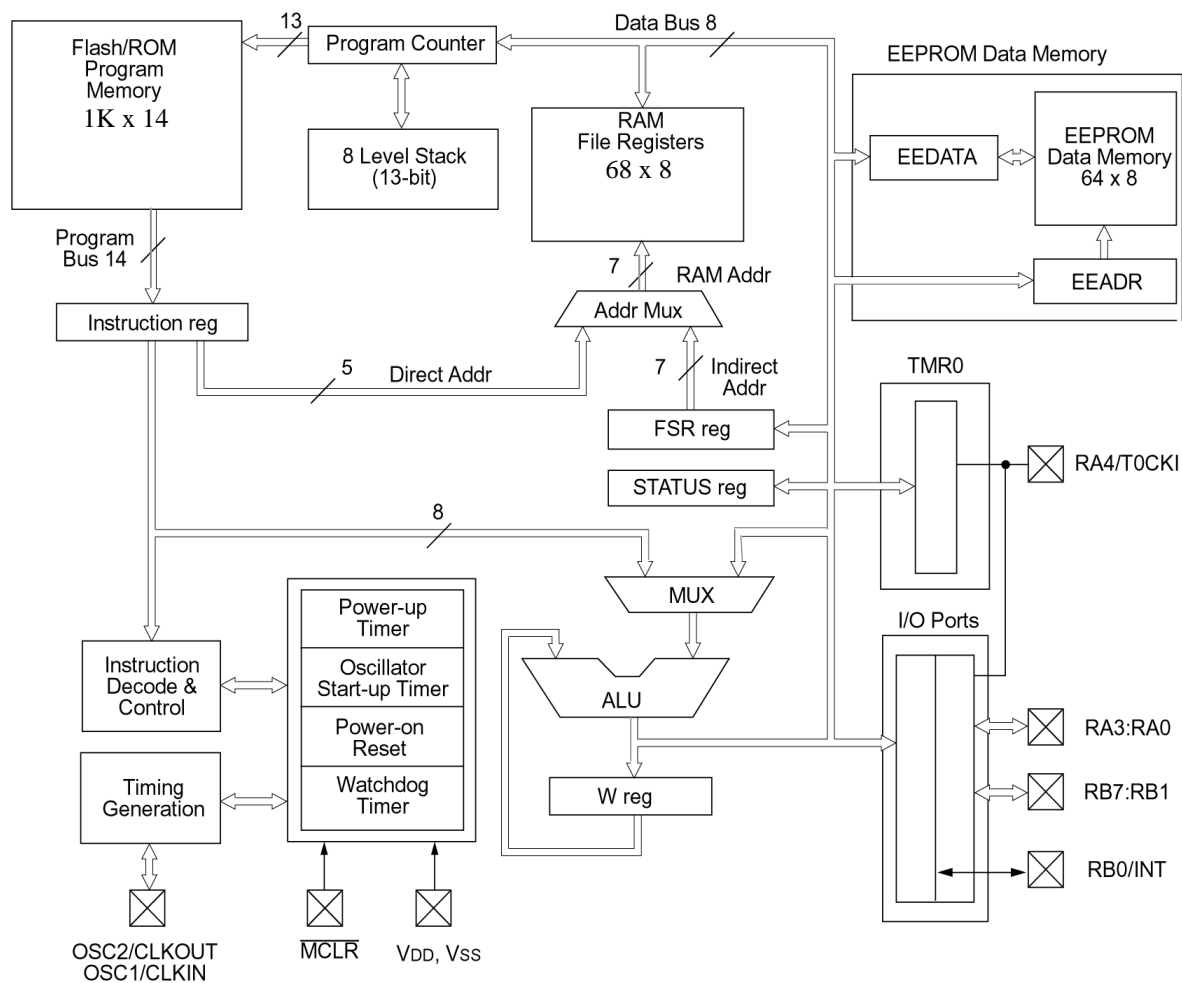


Рисунок 4 – Архітектура PIC16F84

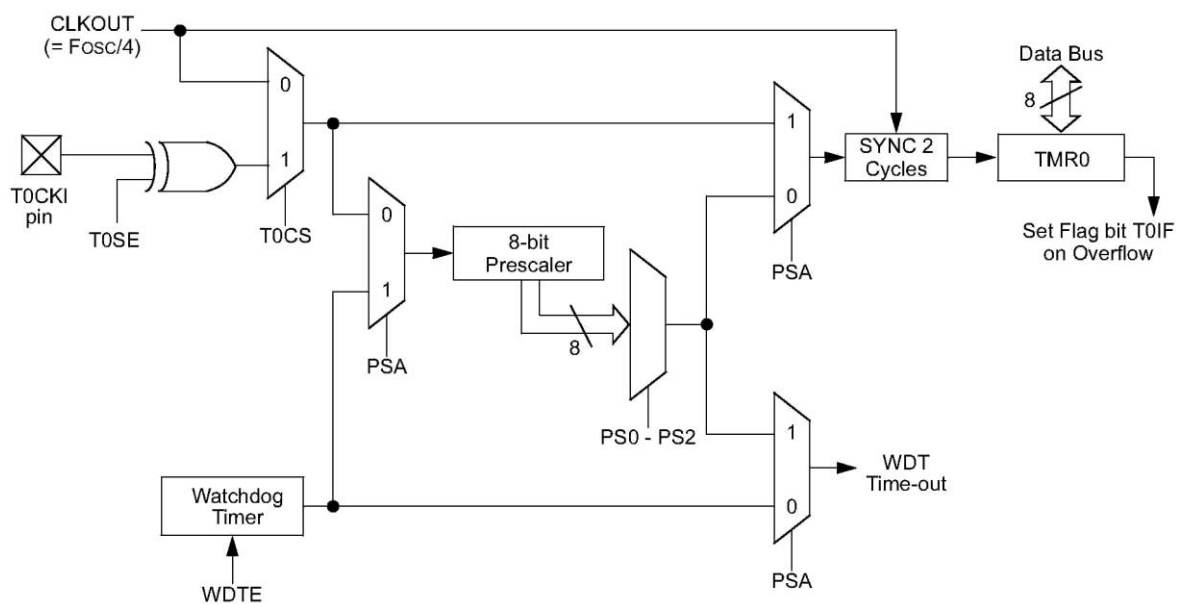


Рисунок 5 – Блок діаграма таймер/лічильника

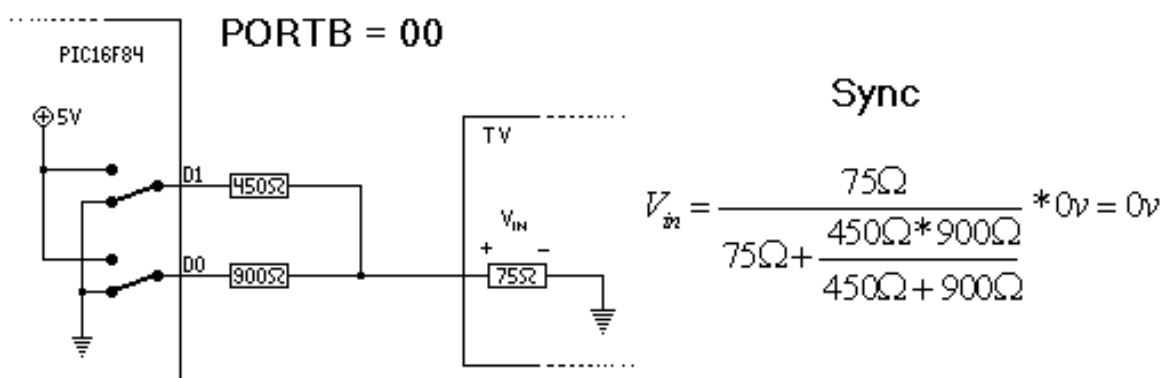


Рисунок 6 – Формування сигналу Sync на мікроконтролері

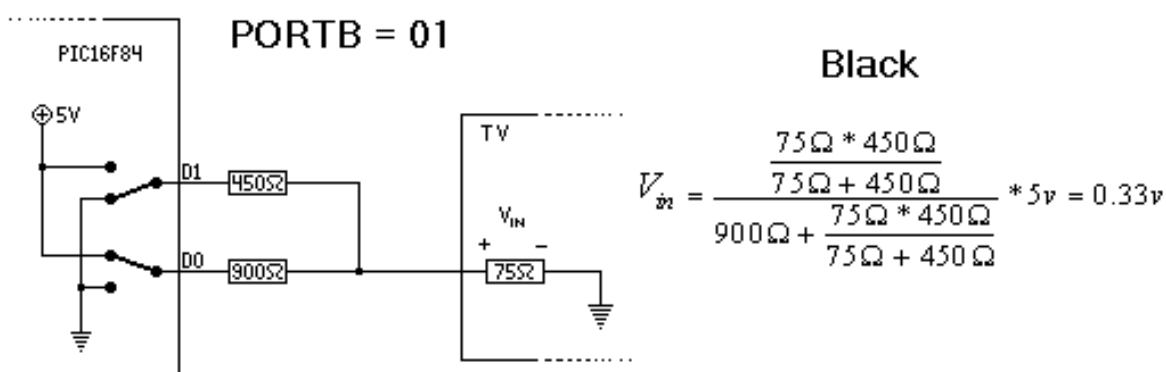


Рисунок 7 – Формування сигналу Black на мікроконтролері

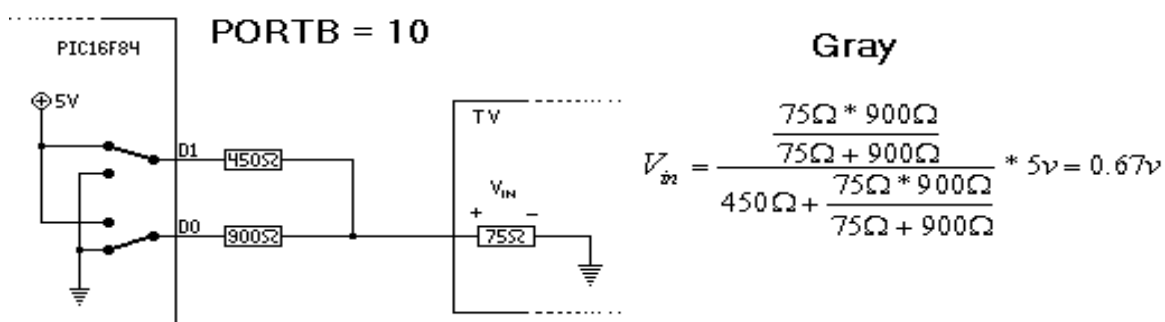


Рисунок 8 – Формування сигналу Gray на мікроконтролері

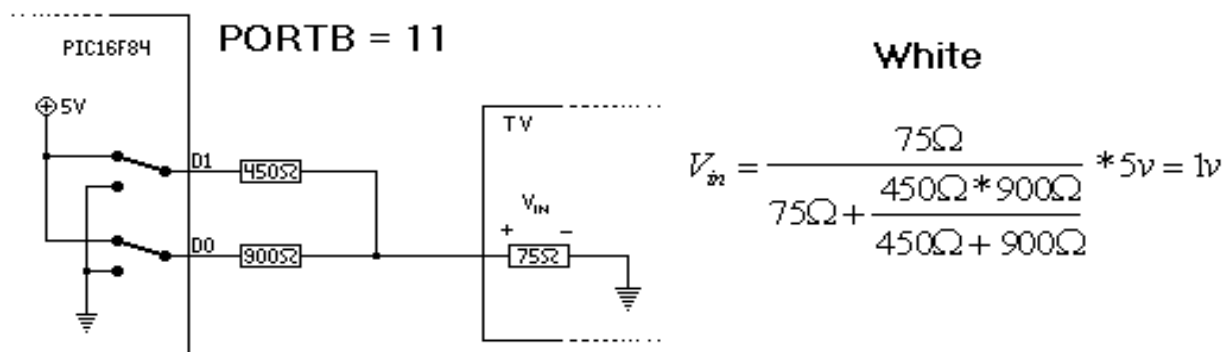


Рисунок 9 – Формування сигналу White на мікроконтролері

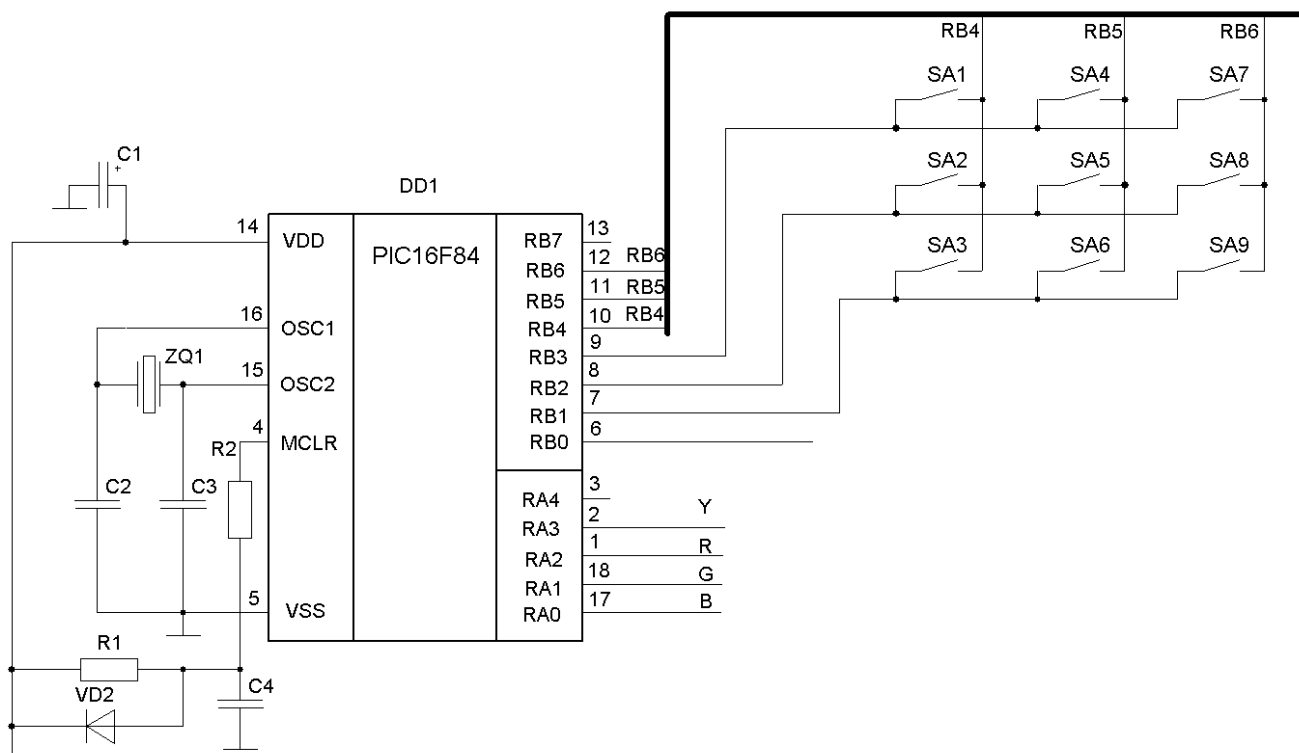


Рисунок 10 – Електрична схема ввімкнення генератора на PIC16F84

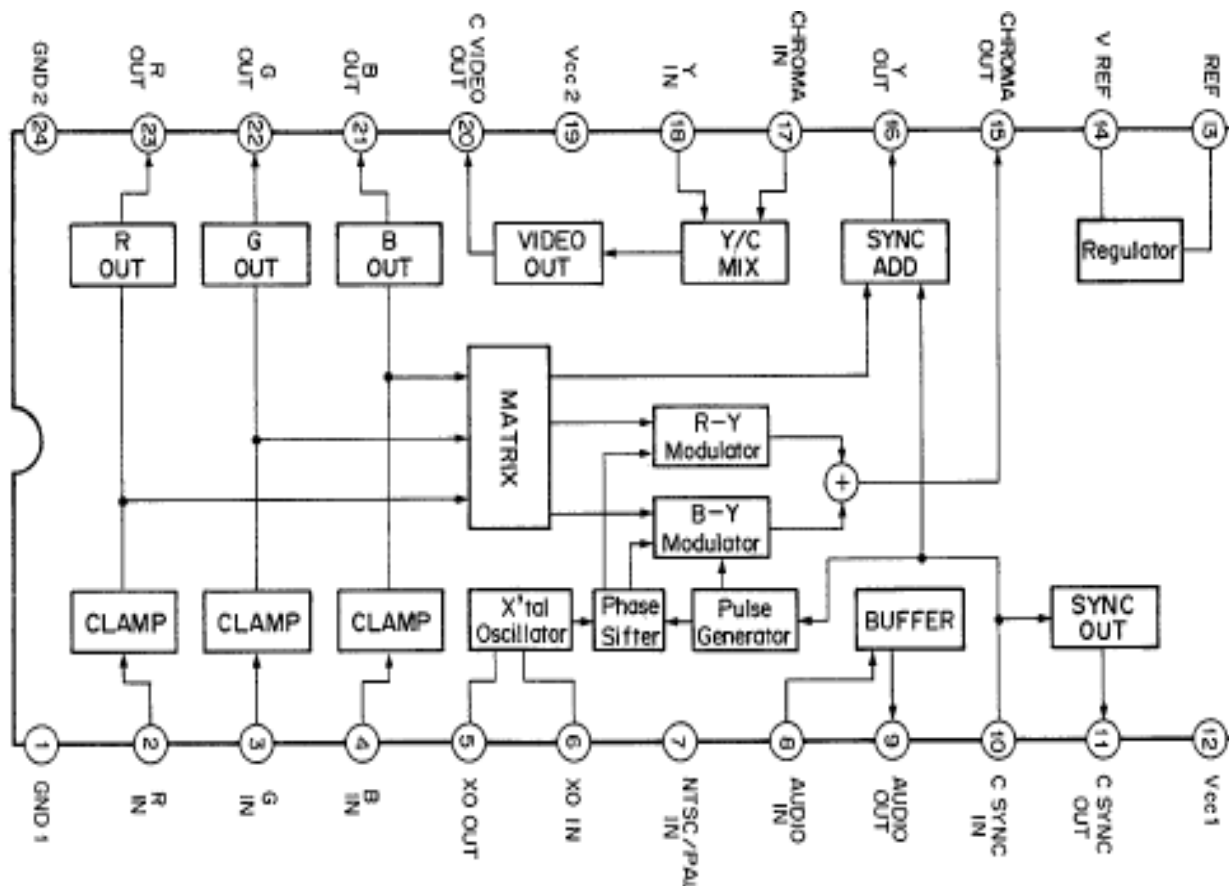


Рисунок 11 – Функціональна схема кодера CXA1145

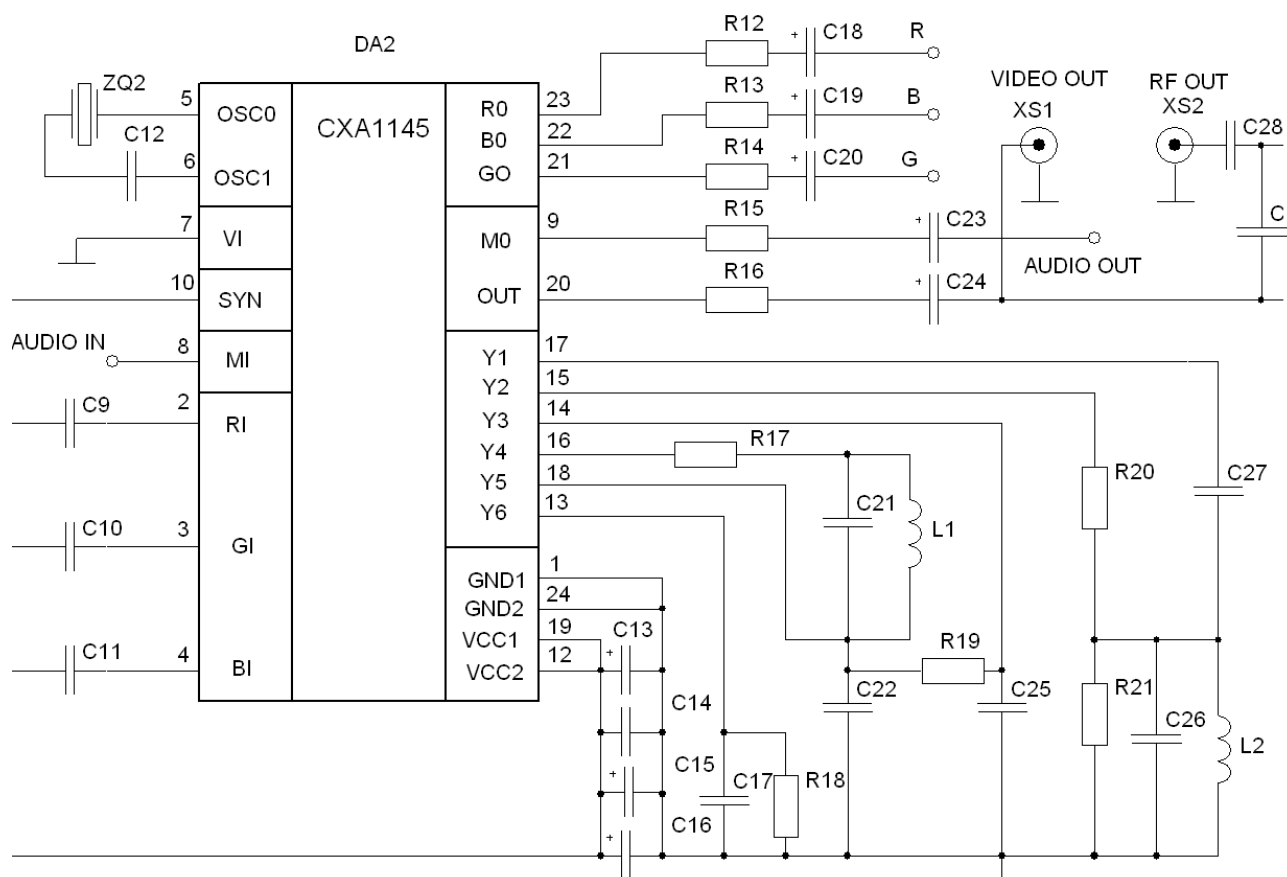


Рисунок 12 – Принципова схема включення кодера CXA1145 в схему генератора телесигналів

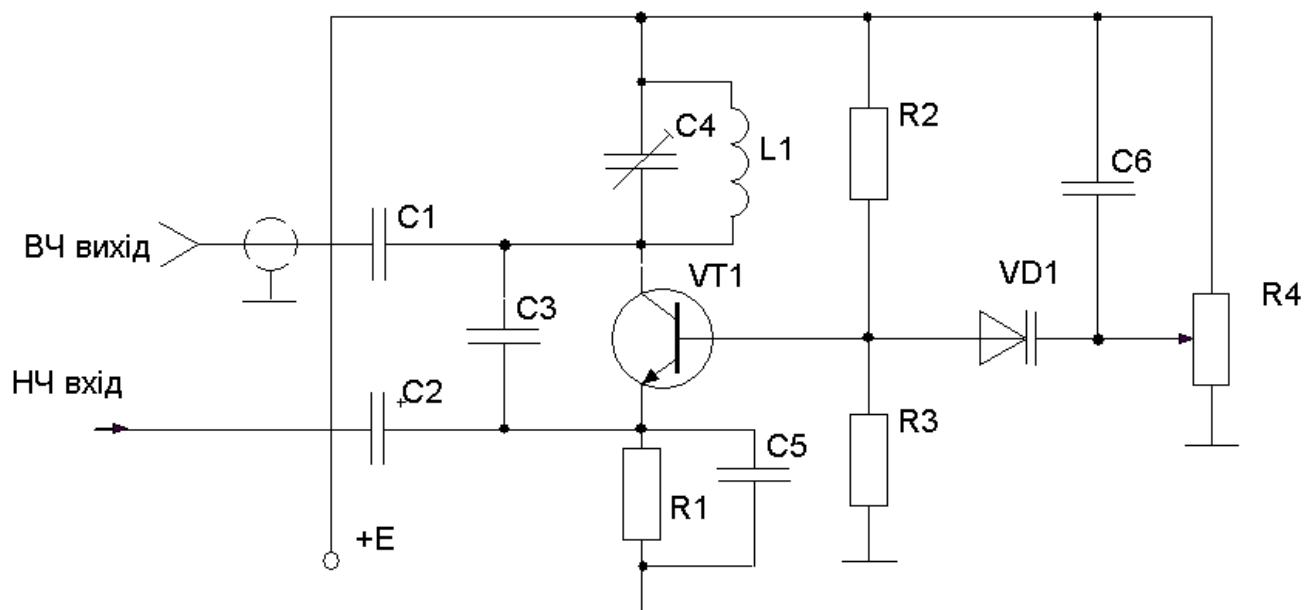


Рисунок 13 – Електрична схема радіочастотного модулятора

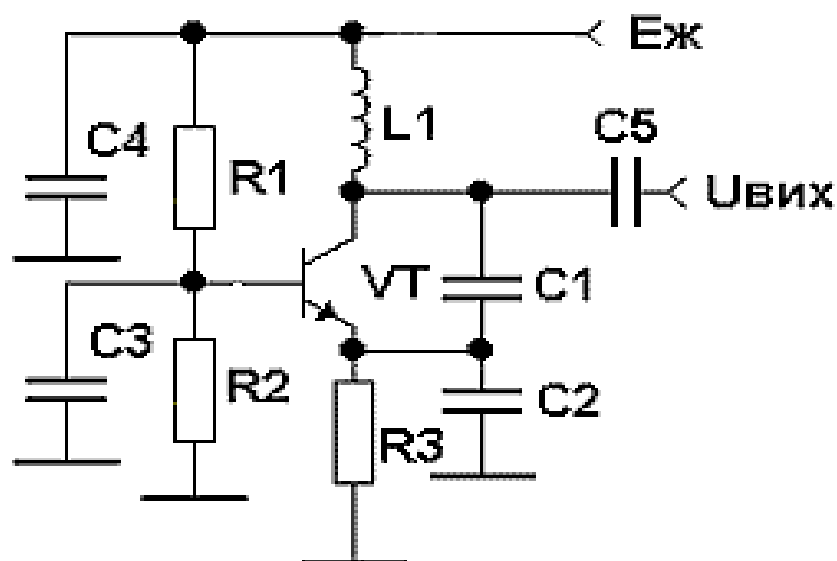


Рисунок 14 - Електрична схема генератора для модулятора

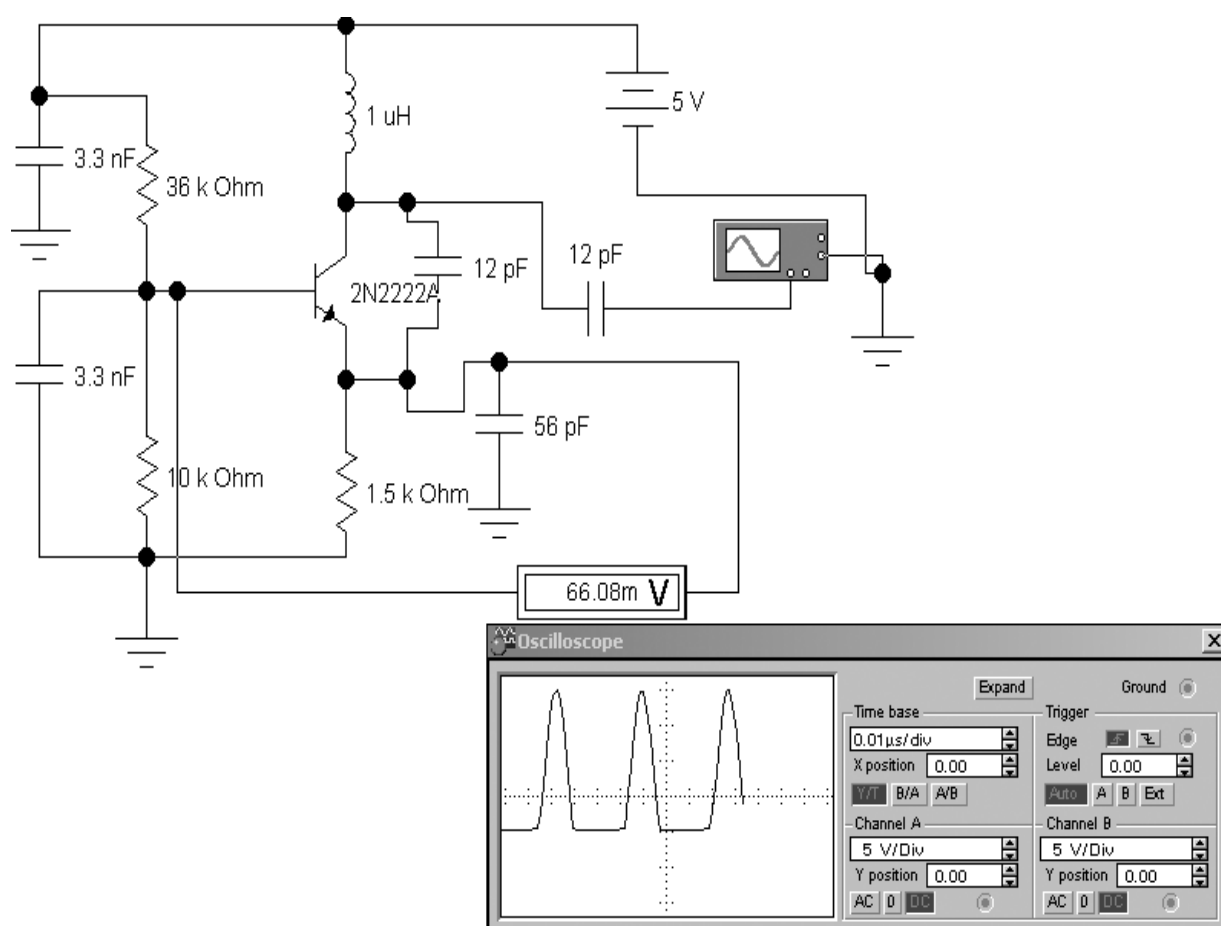


Рисунок 15 - Аналіз роботи модулятора в програмі EWB 5.12

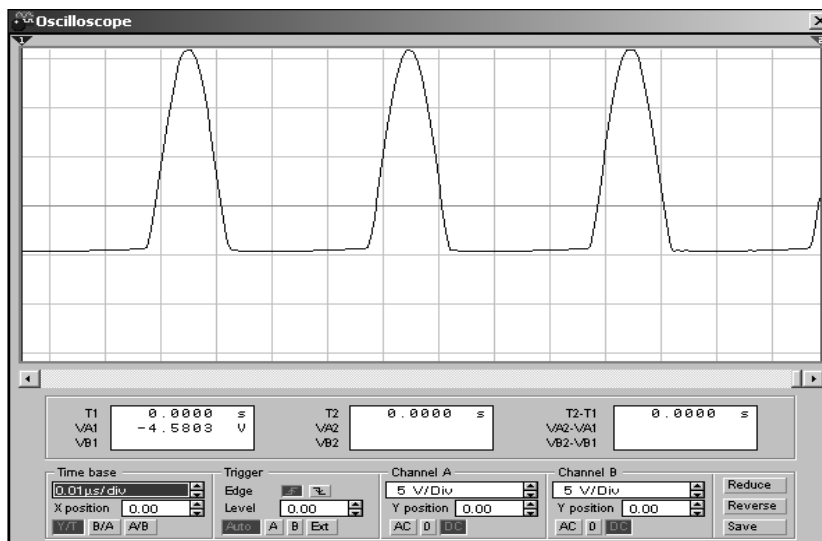
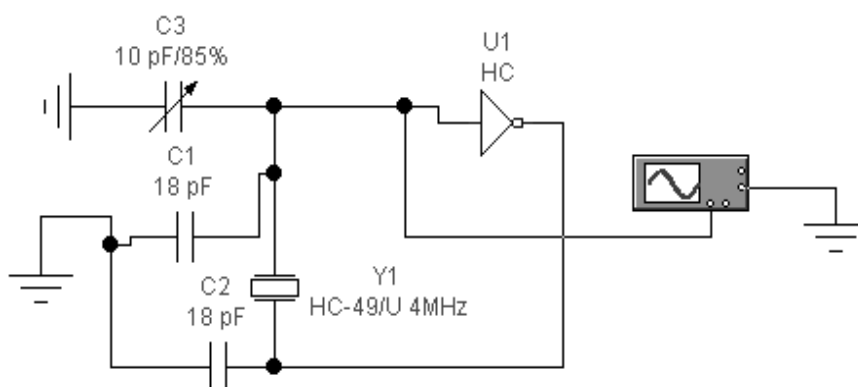
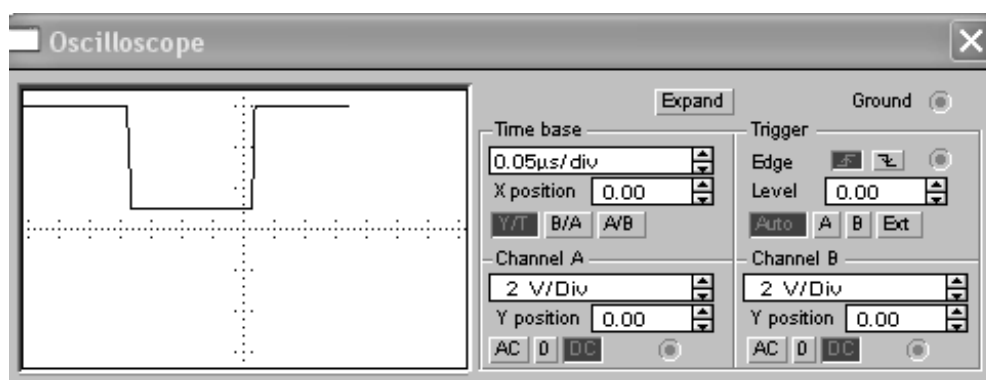


Рисунок 16 - Форма сигналу на виході генератора



а)



б)

Рисунок 17 - Результати моделювання кварцового генератора в моделювальному редакторі EWB 5.12: а) – електрична схема (логічний елемент І-НІ входить до складу мікросхеми PIC16F84); б) – епюри коливань, які виробляє генератор

Додаток Б
(обов'язковий)

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ РОБОТИ

ГЕНЕРАТОР ВИПРОБУВАЛЬНИХ ТЕЛЕВІЗІЙНИХ СИГНАЛІВ

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: «Генератор випробувальних телевізійних сигналів»

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

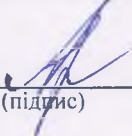
Підрозділ кафедра ІРТС
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 83,8% Схожість 16,2%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

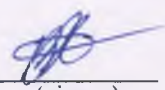
1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку 
(підпис)

Звягін О.С.
(прізвище, ініціали)

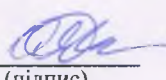
Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Ольхович В.М.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Осадчук Я.О.
(прізвище, ініціали)