

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: “Пульт управління універсальний”

(назва теми)

(назва теми)

(назва теми)

Виконав (ла): студент (ка) IV курсу групи РАс-41

спеціальності: 172 “Телекомунікації та радіотехніка”

(шифр і назва напряму підготовки)

Степанюк М.Ю.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник:

Дуда С.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль:

Марценюк А.С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри:

Дунець В.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент:

Стрембіцький М.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет: прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

Кафедра: радіотехнічних систем

(повна назва кафедри, циклової комісії)

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри

Дунець В.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

“ ” червня 20 21 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня: бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю: 172 “Телекомунікації та радіотехніка”

(назва освітнього ступеня)

студенту: Степанюк Мар'яні Юрїївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема: “Пульт управління універсальний”

Керівник роботи: Дуда Сергій Петрович, асист.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання, посада)

затверджена наказом ректора від “ 31 ” травня 20 21 року № 4/7-435

2 Термін подання студентом завершеної роботи: 25 червня 2021 р.

3 Вихідні дані роботи: Дальність дії, м 5;

Відхилення довжини імпульсу від номінального, % 6;

Відношення сигнал/шум, дБ 105;

Перехресні завади, дБ -56;

Протоколи команд, які формує пульт RC5, RC6;

NEC, Sony;

та інші види

4 Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Проектування та рахунок схеми електричної структурної

2 Проектування та рахунок схеми електричної структурної

3 Розробка програми

4 Проектування друкованого вузла

5 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

6 Схема електрична структурна (обов'язкове)

7 Схема електрична принципова (обов'язкове)

8 Алгоритм роботи

9 Друкований вузол (деталь) (обов'язкове)

10 Складальне креслення друкованого вузла (обов'язкове)

11 Технічні показники (плакат)

6 Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис (дата)	
		завдання	
		видав	прийняв
<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>			

Дата видачі завдання “ 31 ” травня 20 21р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи	Термін виконання	Примітка
1	<i>Розробка та затвердження технічного завдання</i>	<i>17.02.2021</i>	
2	<i>Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи</i>	<i>24.02.2021</i>	
3	<i>Розробка та розрахунок схеми електричної структурної</i>	<i>03.03.2021</i>	
4	<i>Розробка та розрахунок схеми електричної принципової</i>	<i>17.03.2021</i>	
5	<i>Розробка алгоритму</i>	<i>19.04.2021</i>	
6	<i>Проектування конструкторське</i>	<i>05.05.2021</i>	
7	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>12.05.2021</i>	
8	<i>Нормоконтроль</i>	<i>16.05.2021</i>	
9	<i>Попередній захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>09.06.2021</i>	
10	<i>Захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>23.06.2021</i>	

Студент

_____ (підпис)

Степанюк М.Ю.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Дуда С.П.

_____ (прізвище та ініціали)

Анотація

Тема кваліфікаційної роботи: “Пульт управління універсальний” // Кваліфікаційна робота бакалавра // Степанюк Мар’яна Юріївна // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, кафедра радіотехнічних систем, група РАС-41 // Тернопіль, 2021 // с. – 53, рис. – 5, табл. – 1, бібліографія – 12, креслення – 5.

Ключові слова: АЛГОРИТМ, ДИНАМІЧНИЙ ДІАПАЗОН, ДИСТАНЦІЙНЕ УПРАВЛІННЯ, МІКРОКОНТРОЛЕР, ПРОТОКОЛ, ЧУТЛИВІСТЬ.

Проведено аналіз алгоритмів формування протоколів пультів дистанційного управління побутовою апаратурою. Розроблено універсальний алгоритм формування усіх видів протоколів управління побутовою апаратурою. Розроблено схему електричну структурну та принципову. Проведено розрахунок каскадів схеми електричної. Розроблено програму для реалізації універсального алгоритму роботи пульта.

Технічні параметри пульта управління універсального:

Дальність дії 5 м,

Відхилення довжини імпульсу від номінального 1%,

Відношення сигнал/шум 105 дБ,

Перехресні завади -56 дБ

Протоколи команд, які формує пульт RC5, RC6, NEC, Sony, та інші типи.

Annotation

Work qualification theme: “Universal Remote Control” // Bachelor qualification work // Stepaniuk Mariana Yuriivna // Ivan Pulyuj Ternopil National Technical University, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, Radio Engineering Systems Department, group RAs-41 // Ternopil 2021 // p. – 53, fig. – 32, table – 0, bibliography – 12, drawing – 5.

Keywords: ALGORITHM, DYNAMIC RANGE, REMOTE CONTROL, MICROCONTROLLER, PROTOCOL, SENSITIVITY.

The analysis of algorithms of formation of protocols of remote controls of household appliances is carried out. A universal algorithm for forming all types of home appliance control protocols has been developed. The electrical structural and basic scheme is developed. The calculation of the cascades of the electrical circuit. The program for realization of universal algorithm of work of the panel is developed.

Technical parameters of the universal control panel:

Range of 5 m,

Deviation of pulse length from nominal 1%,

The signal-to-noise ratio is 105 dB,

Cross-noise -56 dB

Command protocols generated by the RC5, RC6, NEC, Sony, and other types.

Зміст

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів	7
Вступ.....	8
1.1 Аналіз технічного завдання	10
1.2 Проектування схеми електричної структурної.....	16
1.2.1 Обґрунтування та проектування схеми електричної структурної	16
1.3 Розрахунок схеми електричної принципової	18
1.3.1 Розрахунок драйвера інфрачервоного світлодіода.....	18
1.4 Програмне проектування.....	32
2 Вибір і обґрунтування елементної бази.....	46
2.1.1 Оптимізація компоновки, друкованого вузла	46
3 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	47
3.1 Концепція безпеки життєдіяльності	47
3.2 Аварійно-відновлювальні роботи на лініях і об'єктах.....	48
Висновки	51
Список використаних джерел	52
Додатки.....	53

					СМЮЗ.042.001 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Пульт управління універсальний Пояснювальна записка					
Розроб.		Степанюк М.Ю.						Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Дуда С.П.						6	48	
Реценз.								ТНТУ імені Івана Пулюя, ФПТ, каф. РТ, гр. РАС-41		
Н. Контр.		Марценюк А.С.								
Затверд.		Дунець В.Л.								

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів

АФЧХ – амплітудно-фазочастотна характеристика;

АЧХ – амплітудно-частотна характеристика;

БЖД – безпека життєдіяльності;

ЕСКД – єдина система конструкторської документації;

ЕСПД – єдина система програмної документації;

ОБР – область безпечної роботи;

САПР – система автоматизованого проектування;

ФЧХ – фазочастотна характеристика.

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Пристрої дистанційного управління – це пристрої, які передають закодовані імпульси для управління такими функціями, як потужність, гучність, налаштування, задана температура, швидкість вентилятора, та інші функції управління різним обладнанням. Ці пристрої, як правило, є невеликими бездротовими портативними об'єктами з масивом для різних регульованих кнопок налаштування телевізійного каналу, номера доріжки та гучності. Для багатьох пристроїв пульт дистанційного управління містить усі функції управління, тоді як сам пристрій має лише декілька основних елементів управління. Раніше пульти дистанційного управління використовували ультразвукові тони [1]. За останні роки пульт дистанційного управління постійно розвивався та вдосконалювався, включаючи інфрачервоний (ІЧ), радіочастотний, з'єднання Bluetooth, можливості давача руху, голосове управління. Доведено, що ІЧ-пульт є найпопулярнішим обладнанням для офісного застосування, наприклад, управління кондиціонером, увімкнення або вимкнення світла, а також звичайне використання супутникових приймачів та телевізорів [2]. У цій роботі, впроваджуючи використання різних технологій, що включають безпеку, розроблена система дистанційного управління, яка використовує радіочастотну технологію.

У більшості будинків використовується багато електричних та електронних приладів, таких як телевізор, вентилятор, кондиціонер, лампочки освітлення, відеоплеєри, радіо та ін. Ці прилади вимагають традиційного ввімкнення та вимкнення цих приладів. Це ручне перемикання будь-якої побутової техніки є незручним методом людям з обмеженими фізичними вадами, людей похилого віку або навіть для молодих та зайнятих людей, коли необхідно часте перемикання. Таким чином, для заміни цього методу ручного перемикання, використовуючи вдосконалений метод перемикання електронних побутових приладів, розроблено більш простий спосіб перемикання.

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сфера застосування пультів дистанційного управління значно ширша ніж управління побутовими пристроями.

Ранні дротові пульти дозволяли користувачам керувати побутовими приладами на відстані, але дротовий пульт також обмежував мобільність користувача, прив'язуючи користувачів. Якщо користувач провів шнур пульта дистанційного управління під килимами та меблями, ефективно прикріпивши пристрій до одного місця в кімнаті, пульт дистанційного управління тим самим обмежує свободу пересування, для якого він був розроблений. Але якщо шнур залишати відкритим, користувачі можуть натрапити на нього.

Бездротовий пульт дистанційного управління вирішив усі ці проблеми, дротового пульта дистанційного управління, і ефективно бере на себе контроль над домогосподарством.

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Основна частина

1.1 Аналіз технічного завдання

Багато сучасних пристроїв обладнані системами дистанційного управління. Інфрачервоне світло, невидиме для очей, виявляється досить простим, зручним і надійним засобом бездротового дистанційного управління. Також можна використовувати бездротові канали передачі команд управління.

Передача даних здійснюється, у близькому до видимого інфрачервоному спектрі. Довжина хвилі в більшості реалізованих систем межах 800-950 нм. Найпростіший спосіб позбутися від фонового шуму – модулювати (заповнити) сигнал при передачі однієї із стандартних частот: 30, 33, 36, 37, 38, 40, 56 кГц. Саме на ці частоти налаштовані всі сучасні інтегральні приймачі.

Для забезпечення достатньої дальності при передачі кодової послідовності необхідно сформувати потужний сигнал. Струм через інфрачервоний світлодіод може сягати 1 А – такі струми цілком припустимі в імпульсному режимі, при цьому середня Потужність розсіювання не повинна перевищувати гранично допустиму, зазначену в документації.

Розроблено велику кількість спеціалізованих мікросхем (SAA3010, GS8489, KS51840 і т.п.), які генерують готову кодову послідовність і споживають мінімальний струм (режим очікування), що важливо при живленні від батарей. Ці мікросхеми суттєво спрощують схему ПУ. Коли ми натискаємо кнопку пульта, мікросхема передавача активізується і генерує кодову послідовність, із заданим заповненням. Світлодіод перетворює ці сигнали в ІЧ-випромінювання.

Ширина імпульсів на виході приймача повинна відрізнятися від номінальної не більше ніж на 10%.

Поява пристроїв з інфрачервоним портом дозволила створювати універсальні перепрограмовані пульти ДУ. Проте через високу вартість метод не став

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дуже поширений. Не набули широкого поширення і спеціальні універсальні пульти управління, які навчають, через відносну складність програмування та високу вартість.

Для забезпечення надійного прийому та гарантованого захисту від завад використовується модуляція сигналу та кодування. На жаль немає єдиного і універсального протоколу для ІЧ ПДУ, хоча серед усього різноманіття є найбільш широко розповсюджені.

Тому актуальним є створення простого в користуванні, програмуванні та дешевого пульта дистанційного управління.

Модуляція

У ПДУ використовується три види модуляції. Розглянемо їх без заповнення, приведених до TTL-рівня (відразу на виході типового ІР-приймача).

Двофазне кодування (Bi-phase coding). Зображено на рисунку 1.1.

Фронт імпульсу – логічної одиниці, спад імпульсу – логічного нуля.

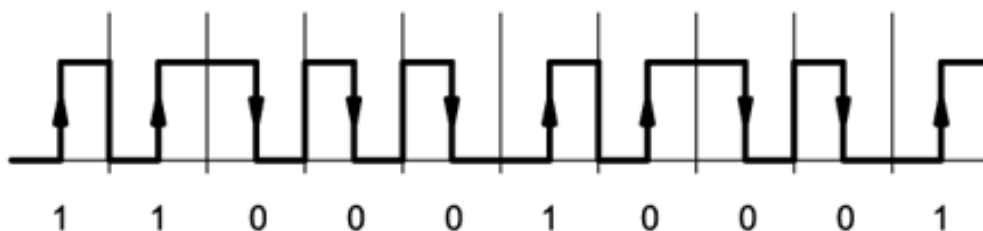


Рисунок 1.1 – Двофазне кодування (Bi-phase coding)

Модуляція тривалістю пауз (Pulse Distance Modulation). зображено на рисунку 1.2.

Довжина імпульсів постійна. Паузи більшої тривалості – логічної одиниці, меншою – логічного нуля.

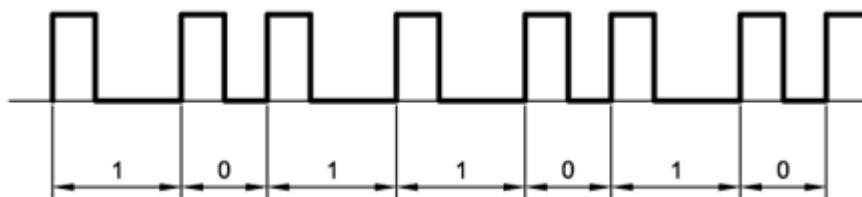


Рисунок 1.2 – Модуляція тривалістю пауз (Pulse Distance Modulation)

Модуляція тривалістю імпульсу (Pulse Width Modulation).

Довжина пауз постійна. Імпульси більшої тривалості – логічної одиниці, меншою – , логічного нуля.

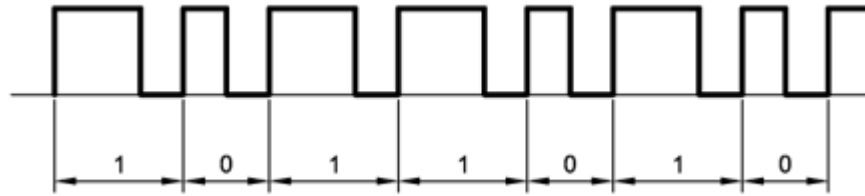


Рисунок 1.3 – Модуляція тривалістю імпульсу (Pulse Width Modulation)

Протокол RC5 розроблений фірмою Philips зображено на рисунку 1.4.

- ✓ 5-розрядна адреса, 6-розрядні команди;
- ✓ модуляція Bi-phase coding;
- ✓ спочатку йдуть старші біти, потім молодші (MSB first);
- ✓ частота заповнення 36kHz.

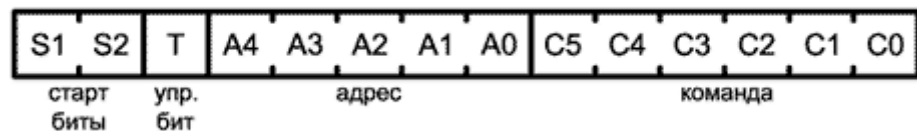


Рисунок 1.4 – Протокол RC5 фірми Philips

На рисунку 1.5 зображено кодування логічної одиниці, логічного нуля протоколу RC5

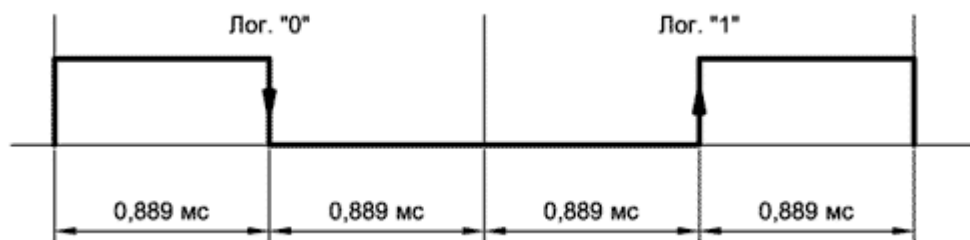


Рисунок 1.5 – Кодування логічної одиниці, логічного нуля протоколу RC5

Два перших біта – це стартові біти (завжди логічна одиниці). Біт управління T змінюється лише при новому натисненні на кнопку зображено на рисунку 1.6. При утриманні кнопки, посилка передається з інтервалом 64 такти (113.778ms).

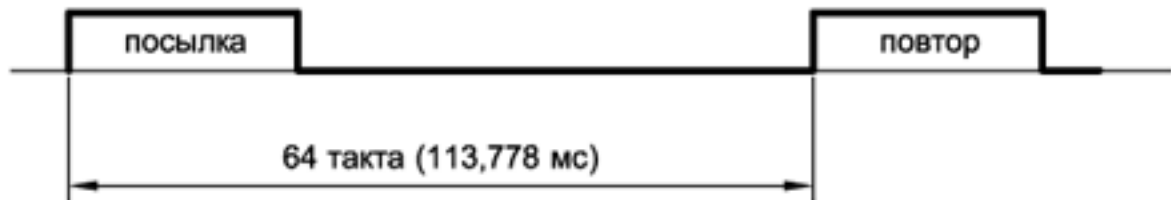


Рисунок 1.6 – Передача посилки при утримуванні кнопки

Протокол NEC дуже розповсюджений, простий і універсальний протокол. Його використовують багато корейських і японських виробників побутової техніки, такі як NEC, Sanyo, Panasonic, Hitachi, Nokia.

- ✓ 8 розрядні адреса і команди;
- ✓ адреса і команди дублюються з інверсією;
- ✓ модуляція Pulse Distance Modulation;
- ✓ спочатку йдуть молодші біти, потім старші (LSB first);
- ✓ частота заповнення 38kHz.

На рисунку зображено 1.7 формат посилки NEC.

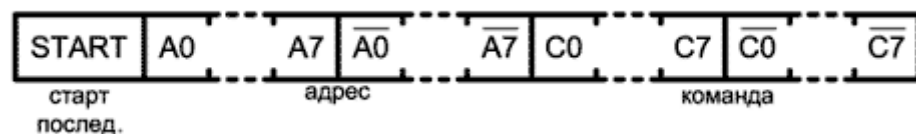


Рисунок 1.7 – Формат посилки NEC

На рисунку 1.8 зображена стартова послідовність.

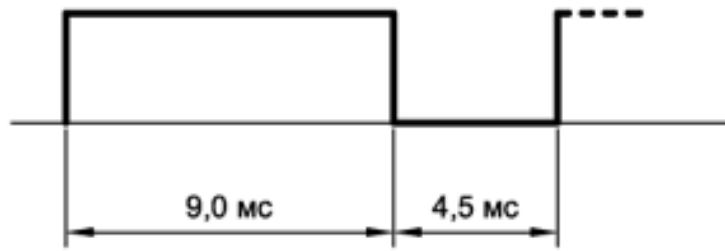


Рисунок 1.8 – Стартова послідовність формату NEC

на рисунку 1.5 зображено кодування логічної одиниці, логічного нуля протоколу NEC.

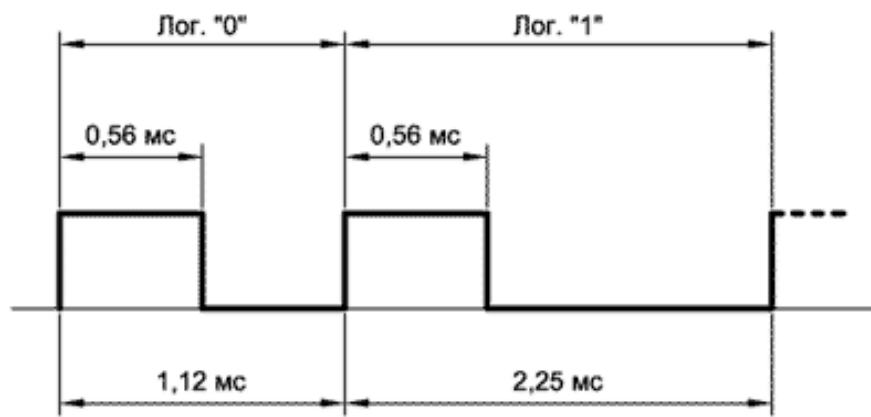


Рисунок 1.9 – Кодування логічної одиниці, логічного нуля протоколу NEC

Основна посилка передається лише один раз при натисненні на кнопку. При утриманні кнопки, передається послідовність повтору через кожні 110 ms зображено на рисунку 1.10.

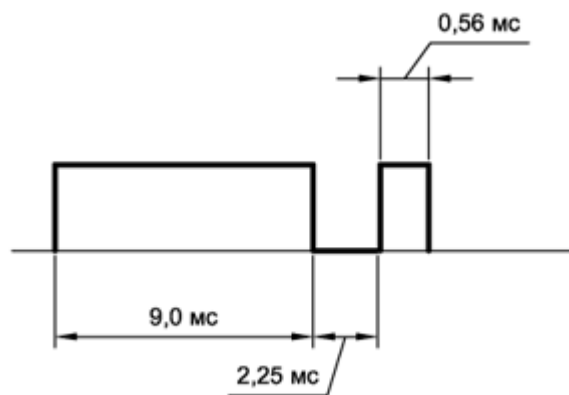


Рисунок 1.10 – Послідовність повтору посилки

Повторна передача посилки рисунок 1.11.

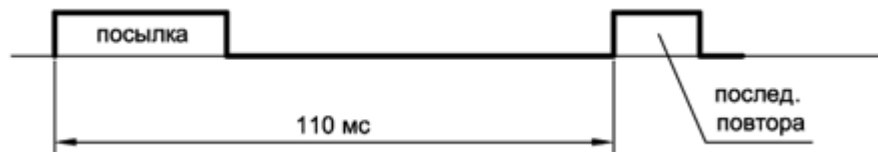


Рисунок 1.11 – Повторна передача посилки

Протокол Sony ще один поширений протокол.

- ✓ 12-, 15- і 20-розрядні варіанти протоколу;
- ✓ модуляція Pulse Width Modulation;
- ✓ спочатку йдуть молодші біти, потім старші (LSB first);
- ✓ частота заповнення 40kHz.

У 12-розрядному варіанті рисунок 1.12: 7 біт команди і 5 біт адреси пристрою. У 15-розрядному варіанті 8 і 7 біт відповідно. Після завершення передачі утримується стан логічного нуля до досягнення 45ms інтервалу з початку передачі.

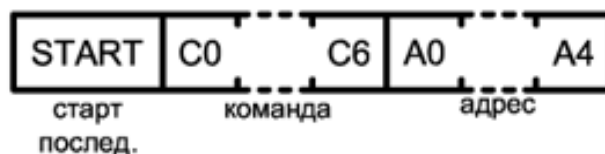


Рисунок 1.12 – Протокол Sony 12 розрядний варіант протоколу

Стартова послідовність зображена на рисунку 1.13.

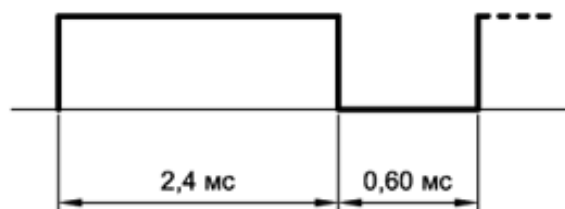


Рисунок 1.13 – Стартова послідовність формату Sony

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Кодування логічної одиниці, логічного нуля протоколу Sony зображено на рисунку 1.14.

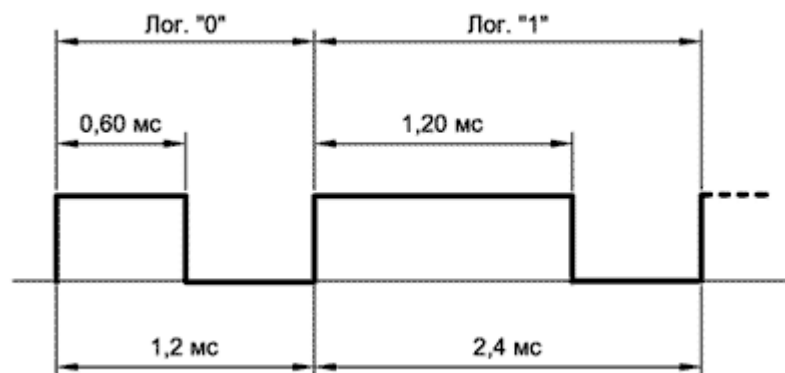


Рисунок 1.14 – Кодування логічної одиниці, логічного нуля протоколу Sony

Повторна передача посилки зображена на рисунку 1.15.

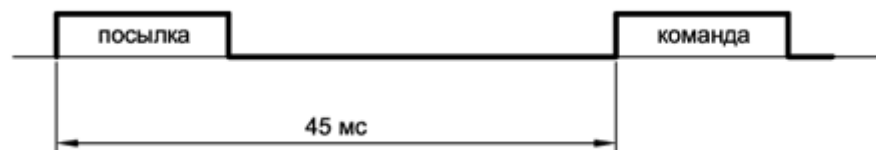


Рисунок 1.15 – Повторна передача посилки

1.2 Проектування схеми електричної структурної

1.2.1 Обґрунтування та проектування схеми електричної структурної

На рисунку 1.16 представлена структурна схема пульта дистанційного управління спеціалізованого:

- клавіатура управління роботою пульта;

Мікроконтролер:

- тригер стану клавіатури;

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

- дешифратор клавіатури;
- генератор високочастотного заповнення;
- блок пам'яті команд;
- формувач команд

Драйвер управління інфрачервоним світлодіодом.

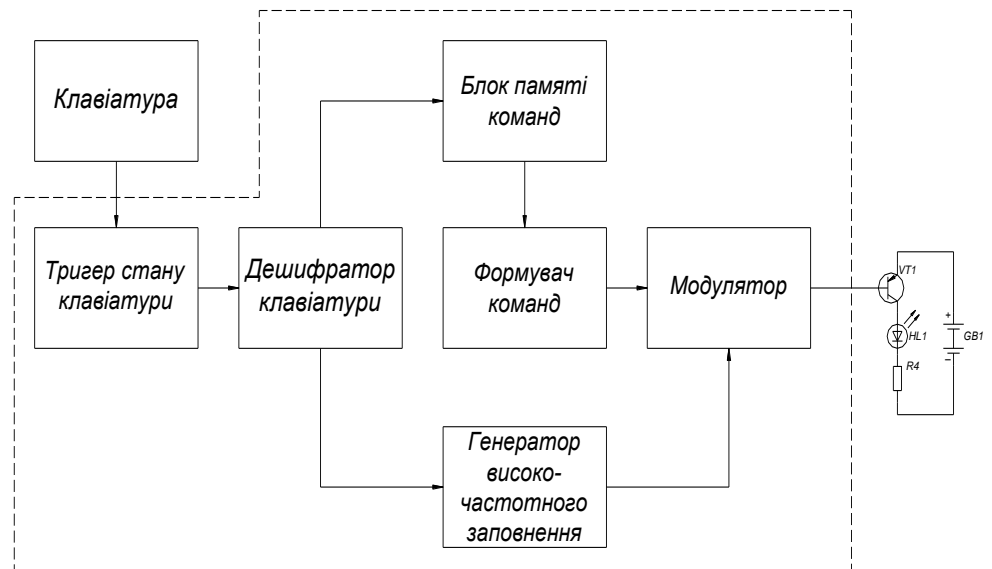


Рисунок 1.16 – Структурна схема пульта управління універсального

Як драйвер управління ІR світлодіодом використовуємо транзистор ррр типу.

Використання ррр транзистора дозволяє управляти світлодіодом використовуючи прямий код. Непотрібно виконувати додаткову операцію інвертування коду. Для зменшення споживання код команди заповнюється високо частотною складовою від 30 до 50 кілогерц. Ріні фірми використовують частоту з цього діапазону.

Управління роботою пульта дистанційного управління відбувається за допомогою клавіатури.

Тригер стану клавіатури призначений для усунення фальшивих спрацювань при натискуванні кнопок клавіатури. Тригер переходить в інший стійкий

стан тільки тоді коли час утримання кнопки перевищує 15 мілісекунд. Після завершення передачі команди мікроконтролер переходить в standby для економії споживання енергії.

Дешифратор команд проводить визначення ряду та стовпця клавіатури для того щоб вибрати необхідний код команди з блоку пам'яті команд, для подальшої передачі даного коду команди.

1.3 Розрахунок схеми електричної принципової

1.3.1 Розрахунок драйвера інфрачервоного світлодіода

Вузол на транзисторі VT1 і випромінюючий діод HL1 перетворює сигнал з виходу RA2 в інфрачервоне випромінювання зображено на рисунку 1.17. Конденсатор C2 форсує перепади напруги, що подається на базу транзистора VT1, прискорюючи його відкриття і закриття. Резистор R4 обмежує амплітуду імпульсів струму через випромінюючий діод до 0,15 А. При необхідності збільшити дальність дії ПДУ можна збільшити їх амплітуду до 0,5 А, коли інфрачервоний діод, який застосовується таке допускає. Для цього досить встановити резистор R4 меншого номіналу. Необхідно також замінити конденсатор C4 іншим, більшої ємності.

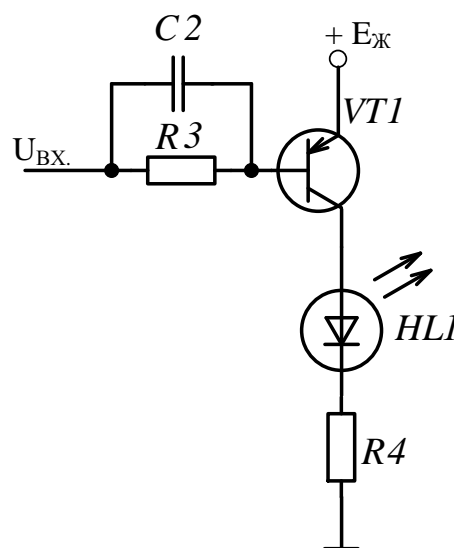


Рисунок 1.17 – Драйвер управління інфрачервоним світлодіодом

Для підсилювального каскаду вибираємо схему включення транзистора спільний емітер. Сигнал подається на перехід база-емітер, напруга живлення на колектор-емітер. Таким чином, емітер є загальним електродом для входу і виходу. Вхідний струм малий за величиною є струмом бази, вихідним струмом є струм колектору. Схема із спільним емітером дозволяє отримати коефіцієнт підсилення струму порядку декілька десятків разів.

Транзистор працює як електронний ключ він або закритий і володіє високим опором, або включений і його опір мінімальний. У ключовому режимі транзистор включаємо послідовно з навантаженням, коли він закритий струм, який протікає навантаженням близький до нуля і вся напруга від джерела живлення прикладається до транзистора. Коли транзистор відкритий, то струм через транзистор великий і наближається до гранично. Ключовий режим роботи транзисторів широко використовується в цифрових пристроях.

Критерії вибору транзистора:

а) $U_{KE\text{ доп.}} \geq (1,1 \dots 1,3) E_K, 7\text{В}$ – максимально допустима напруга колектор-емітер.

б) $I_{K\text{ доп.}} \geq (1,1 \dots 1,3) I_{K\text{ ммакс}} 100\text{ мА}$ – найбільший допустимий струм колектору, наводиться в довідниках.

Навантажувальна пряма являє собою місця положення робочих точок транзистора при зміні рівня вхідного сигналу. В основі побудови лежить розв'язок рівняння динамічного режиму транзистора щодо струму колектору. Спершу будуємо навантажувальну пряму режим постійного струму кола колектору (пряма АВ на рис. 1.18.)

При відсутності змінної напруги $U_{\text{вх.}}$ заданої частоти на вході, в колекторному колі буде протікати тільки постійний струм колектору I_K , і встановиться баланс напруг, який визначається законом Кірхгофа:

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

$$E_K = U_{R4} + U_{KE} = I_K R4 + U_{KE} \quad (1.1)$$

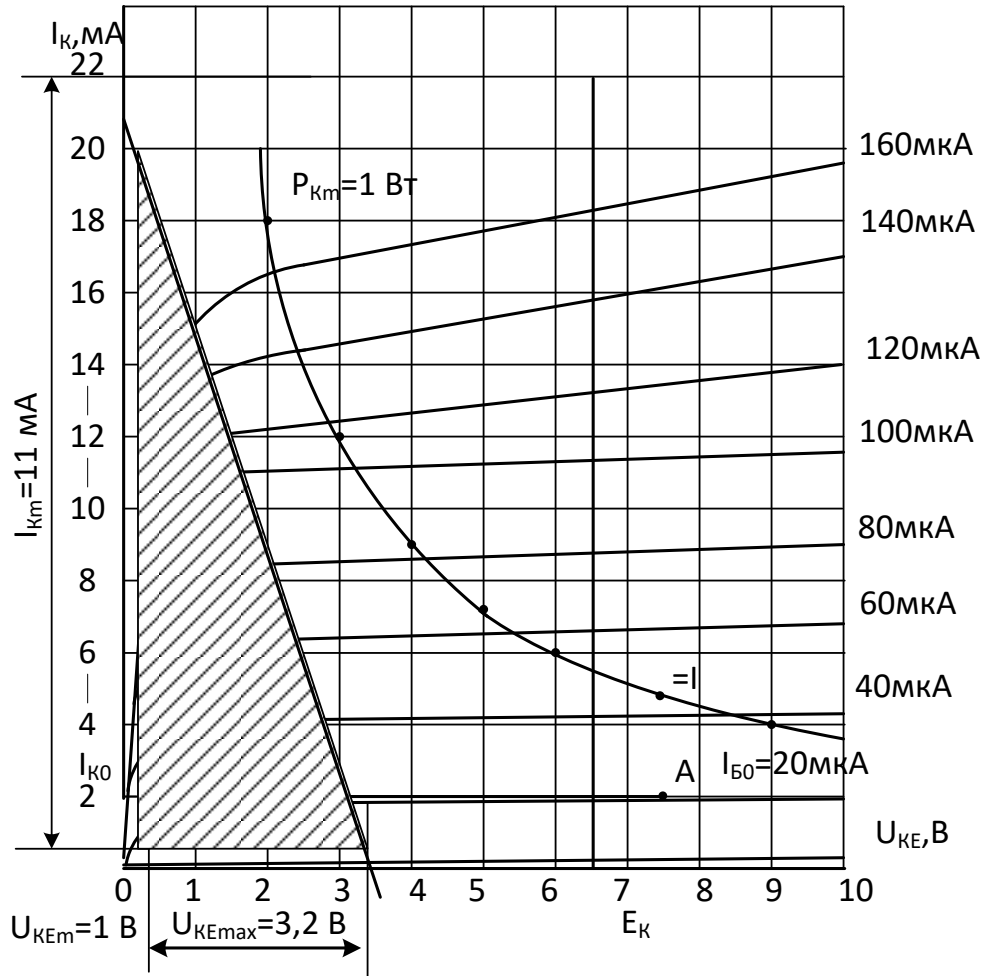


Рисунок 1.18 – Вихідна характеристика транзисторного каскаду

Звідси напруга, яка знімається з колектору транзистора (вихідна для нього):

$$U_{KE} = E_K - U_{R4} = E_K - I_K R4 \quad (1.2)$$

Для спрощення міркувань знехтуємо відомим співвідношенням $I_E = I_K + I_B > I_K$ і, оскільки струм бази $I_B \ll I_K$, прийmemo $I_E \gg I_K$. Тоді вираз (1.2) прийме вигляд:

$$U_{KE} = E_K - U_{R4} = E_K - I_K R4 \quad (1.3)$$

Вираз (1.3) називається рівнянням динамічного режиму роботи транзистора, що показує, що напруга на виході транзистора U_{KE} змінюється при будь-яких змінах струму колектору I_K . Розв'язавши рівняння (1.3) щодо струму I_K , отримаємо:

$$I_K = \frac{E_K - U_{KE}}{R_4} \quad (1.4)$$

Рівняння (1.4) дозволяє побудувати навантажувальну пряму транзистора по постійному струму. Прирівнюючи нулю значення U_{KE} (транзистор відкритий), отримаємо:

$$I_K = \frac{E_K}{R_4} \quad (1.5)$$

$$I_K = \frac{3}{150} = 20 \text{ (мА)}$$

перетин навантажувальною прямою осі ординат.

Прирівнюючи нулю значення I_K (транзистор закритий), отримуємо:

$E_K = U_{KE}$ перетин навантажувальною прямою осі абсцис.

З'єднавши між собою дві точки прямою, отримуємо навантажувальну пряму колекторного струму (рисунок 1.18).

Користуючись графіками вхідної характеристики і навантажувальної прямої знайдемо геометричний розв'язок рівняння $I_K = f(I_B)$ в динамічному режимі, що є динамічною перехідною характеристикою. Динамічну перехідну характеристику будемо графічним методом в верхньому лівому квадранті. Для цього координати точок статичних вихідних характеристик проектується у другій квадрант, де перетинаються з проєкціями відповідних їм струмів бази. За отриманими точкам будемо динамічну перехідну характеристику $I_K = f(I_B)$.

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

При $I_B = 0$ струм колектору дуже малий та обумовлений тільки рухом “теплових” неосновних носіїв переходу колектор-база і являє собою струм насичення неосновних носіїв переходу колектор-емітер $I_K = I_{KS}$ (транзистор знаходиться на границі режиму відсічки). Перехідна характеристика має лінійну ділянку. Стає нелінійною при наближенні до стану насичення транзистора. Збільшення струму бази I_B призводить до збільшення колекторного струму та асимптотично прямує до свого максимального значення $I_K = 20$ (мА) .

Напруга зміщення I_{BE} задає положення початкової робочої точки P (точки спокою при $U_{BK} = 0$) на характеристиці яке визначає здатність каскаду впливати на форму сигналу при підсиленні. Найменші спотворення сигналу досягається в транзисторному каскаді, працюючому в класі А.

Початкова робоча точка P для такого підсилювального каскаду повинна розташовуватися на ділянці вхідної характеристики, найбільш близькому до лінійного (у межах подвійної амплітуди вхідного сигналу), відповідному найбільш лінійній ділянці перехідної характеристики. Тільки в цьому випадку між змінами вхідного сигналу ΔU_{BE} і вихідного струму ΔI_K (а, отже, і вихідної напруги ΔU_{KE}) матиме місце лінійна залежність. Після вибору положення початкової робочої точки P на вхідній і перехідній динамічній характеристиках вона переноситься на навантажувальну пряму. Саме в цій точці знімаємо з графіків числові значення параметрів, що характеризують початкову робочу точку (точку спокою при відсутності вхідного сигналу).

Для нашої схеми каскад повинен працювати в режимі відсічки, тобто струм спокою транзистора має бути мінімальним. На вихідній характеристиці це відповідає точці А, що відповідає струму бази $I_B = 20$ (мкА) . На вхідній характеристиці рисунок 1.19 це відповідає напрузі $U_{BE} = 0,82$ (В) .

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

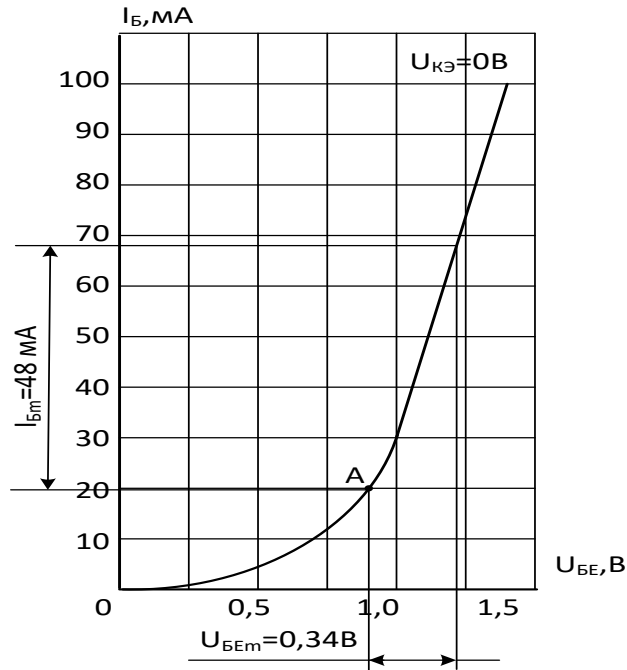


Рисунок 1.19 – Вхідна характеристика транзисторного каскаду

Режим роботи підсилювача класу С.

Коли вхідний сигнал $U_{ВХ.} = 0$ режим транзистора визначає напруга зміщення $U_{BE} = U_{BE0} = 0,8 (В) = const$, яка забезпечує режим класу С. На базу подається напруга зміщення, щоб робоча точка P , яка визначає початковий стан, знаходилась на початку вхідної характеристики. Напруга зміщення U_{BE} режиму за абсолютною величиною завжди менше амплітуди вхідного сигналу $U_{ВХ.}$, а струм спокою I_{K0} завжди менше вихідного струму ($I_{K0} > I_{KM}$). У режимі класу С при подачі на вхід імпульсної напруги у вихідному колі струм, також буде змінюватись імпульсно. Режим класу С самий економічний ККД – 75-90%.

Каскад реалізовано на транзисторі VT1.

Знаходимо вихідну провідність транзистора:

$$Y_{ВИХ.} = I_{ВИХ.} / U_{ВИХ.} \quad (1.6)$$

Схема еквівалентна транзистора представлена а рисунку 1.20.

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

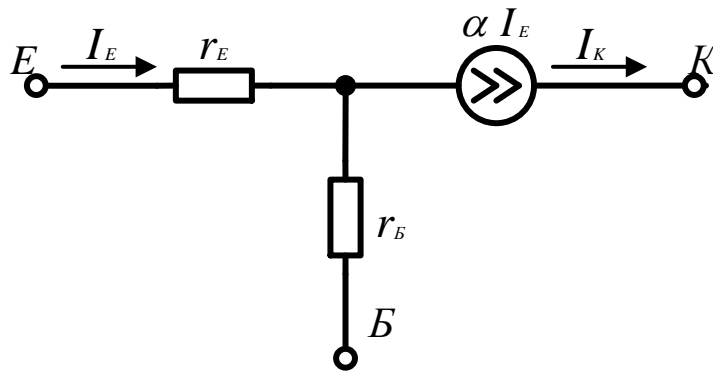


Рисунок 1.20 – Схема еквівалента транзистора

де r_E – диференціальний опір переходу емітера транзистора $\varphi_T = 25 \text{ мВ}$

;

r_B – опір бази (менш 200 Ом);

Y_K – диференціальна провідність колекторного переходу, яка складає близько 0,2 мксм при струмі емітера в 1 мА і пропорційно падає при його зменшенні;

r_{K0} – об'ємний опір колектору, зазвичай не перевищує 100 Ом;

C_{EB} , C_{KB} – бар'єрна складова відповідно емітерної і колекторної ємностей для високочастотних транзисторів, що лежать в межах 1-10 пФ;

C_{ED} , C_{KD} – дифузійні складові відповідно емітерної і колекторної ємностей;

$C_K = C_{KB} + C_{KD}$ – загальна ємність колекторного переходу;

μ – КЗЗ по напрузі, причому типове значення дорівнює $5 \cdot 10^{-4}$;

α – комплексний коефіцієнт передачі струму:

$$\underline{\alpha} = \alpha \frac{e^{-jcf/f_\alpha}}{1 + j \frac{f}{f_\alpha}} \quad (1.7)$$

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

де для високочастотних транзисторів параметр $s = 0,6$, а гранична частота передачі струму емітера теоретичної моделі транзистора $f_{\alpha TM} = f_{\alpha}$ становить для близько 500 МГц;

α – коефіцієнт передачі емітерного струму на низькій частоті, $\alpha = 0,99$,

$$\beta = \alpha / (1 - \alpha) = 100.$$

Для знаходження вихідної провідності джерела струму можна замінити кожен з транзисторів еквівалентною схемою, показаної на рис. 1.12. При цьому, однак, виходять досить громіздкі вирази. Тому ці вирази спрощують з урахуванням співвідношень між параметрами транзистора і зовнішньої ланки. Більш економічним є шлях, який базується на використанні еквівалентних генераторів [1]. Для цього необхідно спочатку знайти струми і напруги в ланці для спрощеної моделі транзисторів. Виключені з цього розгляду параметри моделі враховуються потім за допомогою еквівалентних генераторів. На рисунку 1.22 показана вихідна еквівалентна схема транзистора, отримана шляхом її спрощення.

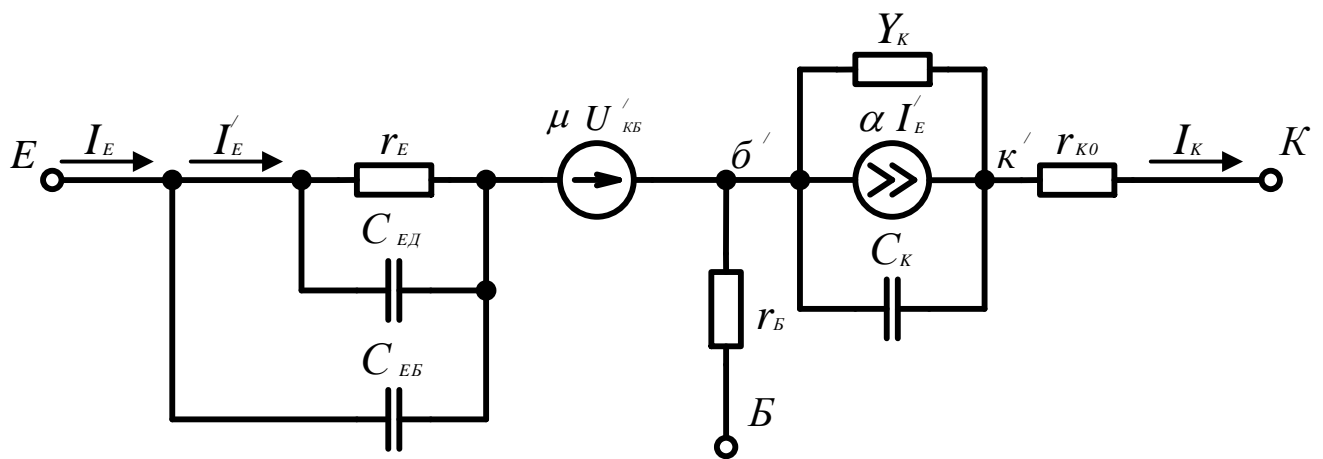


Рисунок 1.21 – Повна (спрощена) еквівалентна схема транзистора

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

З врахуванням рис. 1.21, в еквівалентна схема джерела показана на рис. 1.14. Прийmemo, що аналіз вихідної провідності проводиться на частотах $f \ll f_{\alpha TM}$.

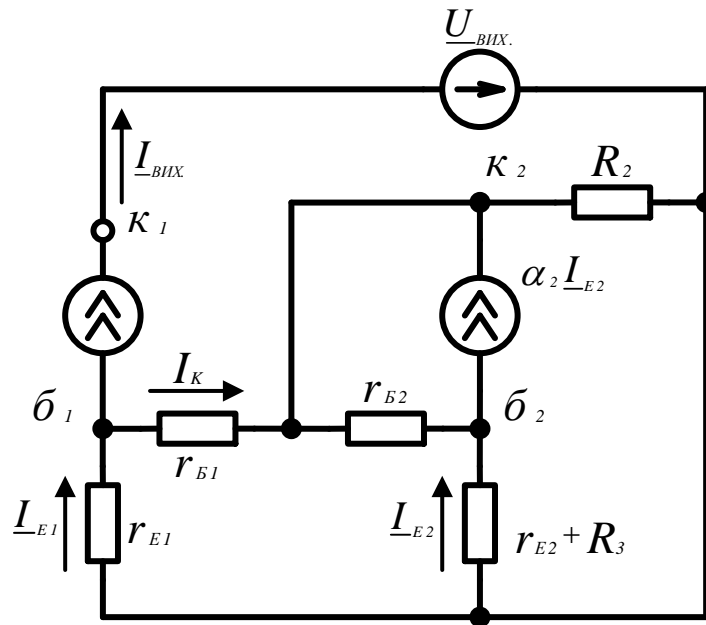


Рисунок 1.22 – Вихідна еквівалентна схема транзистора

Тоді вираз (1.13) може бути наближено записано шляхом його розкладання в ряд у вигляді

$$\alpha = \alpha - j \alpha f (1 + c) / f_{\alpha TM} \quad (1.8)$$

Генератор струму αI_E представлений сумою двох генераторів:

$$\alpha I_E = \alpha I'_E - j \alpha f (1 + c) / f_{\alpha TM} \quad (1.9)$$

У вихідній схемі (рис. 1.23) ємність C_{EB} відсутня, тому $I_E = I'_E$. Отже, перший член правої частини виразу (1.8) представлений на рис. 1.23 і 1.24. Другий член правої частини виразу (1.8) будемо відображати шляхом заміни стру-

му I'_E на близький йому струм I_E . Ємність C_{EB} можна врахувати за допомогою генератора струму $j \omega C_{EB} r_E I_E$. Ємність C_{ED} за умови $f \ll f_{\alpha TM}$ несуттєва і її враховувати надалі не будемо. Параметр μ може бути відображений за допомогою генератора μU_{BK0} , де U_{BK0} – напруга між базою і колектором відповідного транзистора для вихідної еквівалентної схеми джерела струму. Параметри Y_K і C_K врахуємо для каскадів з спільним емітером $Y_K U_{BK0}$, $j \omega C_K U_{BK0}$. Використовуємо провідність Y_K , а не опір r_K , оскільки прийнята умова забезпечує більш високу точність розрахунку. Опір r_{K0} включено послідовно з вихідним опором. Для спрощення розрахунку спочатку його не враховуємо, додавши значення r_{K0} до результату. Оскільки r_{K0} малий його можна не враховувати. Таким чином, нам необхідно врахувати за допомогою еквівалентних схем введення в схему наступних елементів:

$$\alpha I'_E - j \alpha f (1 + c) / f_{\alpha TM}, j \omega C_{EB} r_E I_E, \mu U_{BK0}, Y_K, U_{BK0}, j \omega C_K U_{BK0}.$$

За допомогою схеми еквівалентної на рис. 1.23 знаходимо емітерні струми і напругу колектор-база, викликані напругою $U_{ВИХ.}$. Оскільки вихідна провідність каскаду з спільним емітером $\alpha_1 I_{E1}$ для обраної вихідної схеми еквівалентної дорівнює нулю. Напруга колектор-база другого транзистора також дорівнює нулю, а першого – збігається з вихідним, тобто $U_{BK10} = U_{ВИХ.}$. Тоді від схеми на рис. 1.23 приходимо введенням еквівалентних генераторів до результуючої схеми для вихідної провідності (рис. 1.24).

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

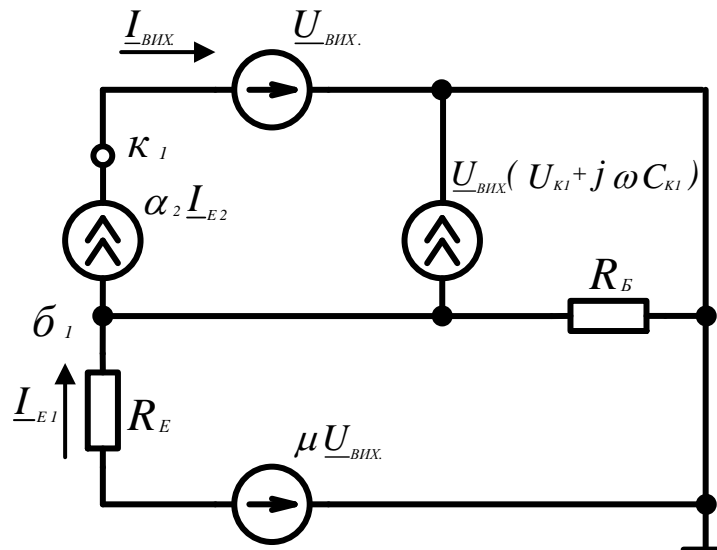


Рисунок 1.23 – Еквівалента вихідна схема транзистора

Знаходимо R_B . З рис.1.25

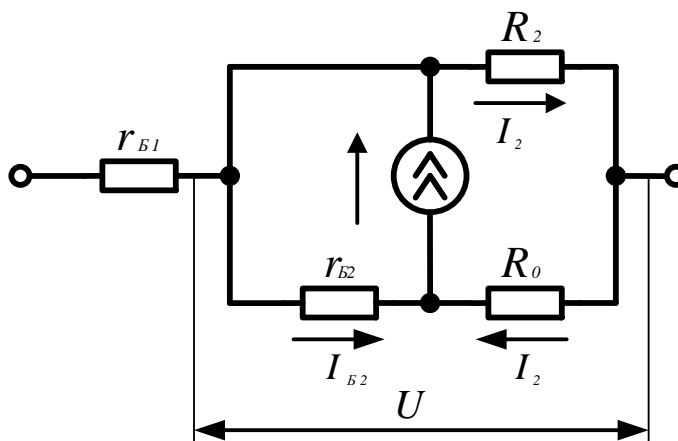


Рисунок 1.24 – Схема еквівалента для R_B

$I_{B2} + I_2 = I_2 \alpha_2$, звідки $I_{B2} = I_2 (1 - \alpha_2)$ враховуємо, що $\alpha < 1$.

Вводимо позначення:

$$R_0 = r_{E2} + R_3$$

R – опір нижньої ланки $r_{B2} - R_0 = + R_3$. Тоді

$$U = I_2 R = I_2 (r_{E2} + r_{B2} (1 - \alpha_2)), \text{ звідси } R = r_{E2} + r_{B2} (1 - \alpha_2)$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$$R_B = r_{B1} + \frac{R_2 R}{R_2 + R} = r_{B1} + \frac{R_2 (r_{E2} + R_3 + r_{B2} (1 - \alpha_2))}{R_2 + (r_{E2} + R_3 + r_{B2} (1 - \alpha_2))} \quad (1.10)$$

Знаходимо вихідну провідність $Y_{ВИХ.}$. Згідно з рисунком 1.26 схема еквівалента для $Y_{ВИХ.}$.

$$I_B = U_{ВИХ.} Y_K + \alpha_1 I_{E1} - I_{E1};$$

$$\mu_1 U_{ВИХ.} = -R_B I_B Y_K + I_{E1} R_E;$$

$$I_{E1} = I_{ВИХ.} - I_B;$$

$$Y_K = y_K + j \omega C_K;$$

$$I_B = U_{ВИХ.} Y_K + \alpha_1 I_{ВИХ.} - \alpha_1 I_B - I_{ВИХ.} + I_B;$$

$$\alpha_1 I_B = U_{ВИХ.} Y_K + \alpha_1 I_{ВИХ.} - I_{ВИХ.};$$

$$\mu_1 U_{ВИХ.} = -R_B \frac{U_{ВИХ.} Y_K + \alpha_1 I_{ВИХ.} - I_{ВИХ.}}{\alpha_1} + I_{ВИХ.} R_E - R_E \frac{U_{ВИХ.} Y_K + \alpha_1 I_{ВИХ.} - I_{ВИХ.}}{\alpha_1}.$$

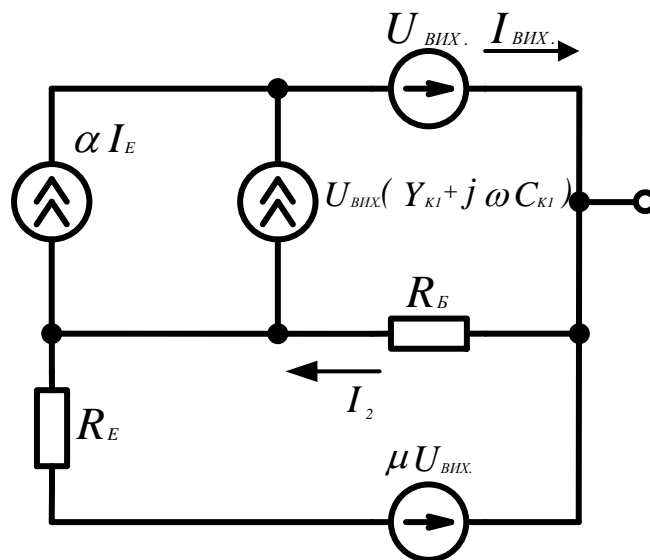


Рисунок 1.25 – Схема еквівалента для $Y_{ВИХ.}$

З врахуванням 1.12:

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

$$Y_{ВИХ.} = \frac{\alpha_1 \mu_1 + (y_K + j \omega C_K)(R_E + R_B)}{R_E + R_B(1 - \alpha_1)} =$$

$$= \frac{\alpha_1 \mu_1 + y_K(R_E + R_B)}{R_E + R_B(1 - \alpha_1)} + \frac{j \omega C_K(R_E + R_B)}{R_E + R_B(1 - \alpha_1)}. \quad (1.11)$$

Вихідна провідність представляємо паралельно включеними активною провідністю і ємністю $C_{ВИХ.}$:

$$C_{ВИХ.} = C_{К1} \frac{(R_E + R_B)}{R_E + R_B(1 - \alpha_1)}, \quad (1.12)$$

$$Y_{ВИХ.} = \frac{\alpha_1 \mu_1 + y_K(R_E + R_B)}{R_E + R_B(1 - \alpha_1)}. \quad (1.13)$$

Вираз (1.14) досить строго сформулює умову, при якій впливом коефіцієнта μ_1 можна знехтувати:

$$\mu_1 \ll y_K(R_E + R_B). \quad (1.14)$$

$I_{EI} = 1$ (мА), то для зазначених вище значень $\mu_1 = 5 \cdot 10^{-4}$, $y_K = 0,2$ (мкСм) впливом μ_1 можна знехтувати:

$$(R_E + R_B) \gg 2,5 \text{ (кОм)} \quad (1.15)$$

Вплив параметрів μ_1 і y_K рівноцінний якщо умова (1.15) перетворюється на рівність. Вплив коефіцієнта μ_1 стає переважаючим, якщо в умові (1.15)

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

змінити знак нерівності на протилежний. Коли нерівність (1.14) виконується то вихідні провідності і вихідні ємності залежать від співвідношення опорів R_E і R_B . Якщо $R_E \gg R_B$, то з (1.13) і (1.14) з урахуванням (1.15) випливає

$$Y_{вих.} = y_K \quad (1.16)$$

$$C_{вих.} = C_{KI} \quad (1.17)$$

Вирази (1.16) і (1.17) дають найменші значення вихідної провідності для вибраної каскаду з спільним емітером. При $R_B \gg R_E$ вирази (1.18) і (1.19) приймають вид

$$C_{вих.} = C_{KI} (1 + \beta)$$

$$Y_{вих.} = y_K (1 + \beta)$$

При типовому значенні $\beta = 100$ отримаємо в 100 раз гірші результати, ніж раніше. Для каскадів з спільним емітером виконується умова $R_E \gg R_B (1 - \alpha_1)$. Можливий випадок коли умова $R_E \gg R_B$ може і не виконуватися. То з (1.18-1.23) отримуємо:

$$C_{вих.} = C_{KI} (R_E + R_B) \quad (1.24)$$

$$Y_{вих.} = y_K (R_E + R_B) \quad (1.25)$$

Отримані вирази показують, що збільшення R_E понад три R_B не має сенсу, тому що подальше збільшення R_E зменшує провідність і ємність не більше ніж на 30%.

В вихідному положенні при $U_{вх.} = U_{лог.}^1$ транзистор закритий, тобто працює в режимі відсічки, оскільки потенціал бази по відношенню до емітера дорівнює нулю. Де $U_{лог.}^1$ напруга логічної одиниці на виході мікроконтролера.

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Управління транзистором відбувається при подачі низького рівня на виході мікроконтролера, що відповідає $U_{\text{вх.}} = U_{\text{лог.}}^0$. Де $U_{\text{лог.}}^0$ напруга логічного нуля на виході мікроконтролера, тому що це відповідає високому рівню потенціалу бази відносно емітера.

1.4 Програмне проектування

В даній розробці використовуємо мікропроцесор фірми ATtiny28V-1AC. Використання даного мікропроцесора обумовлено рядом переваг порівняно з іншими мікропроцесорами струми споживання:

- ✓ режим Standby 750 нА;
- ✓ режим Off Mode 760 нА;
- ✓ режим Active Mode 160 мкА.

Що є надзвичайно ефективним при використанні даного мікропроцесора в системах з живленням від батареї.

Даний тип мікропроцесора надзвичайно ефективно працює з таблицями, такими є блок пам'яті команд.

Власне і розробляємо алгоритм роботи для даного мікропроцесора для реалізації поставленої задачі.

Архітектура мікроконтролерів ATtiny28V-1AC:

- ✓ 16-розрядний CPU;
- ✓ система тактування;
- ✓ периферійні модулі, з адресною шиною (MAB) та шиною пам'яті даних (MDB). Ключові особливості мікроконтролерів ATtiny28V-1AC:

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

✓ ультранизьке споживання збільшує час роботи при живленні від батарей:

- струм збереження вмісту ОЗП не більше 0,1 мкА;
- струм споживання модуля тактування реального часу 0,8 мкА;
- струм споживання при максимальній продуктивності 250 мкА;
- ✓ високоякісна аналогова периферія для виконання точних вимірів:
- вбудовані модулі 12-розрядного або 10-розрядного АЦП швидкістю 200 ksps;

- температурний давач і джерело опорної напруги V_{Ref} ;
- здвоєний 12-розрядний ЦАП;
- таймери, керовані компаратором для вимірювання резистивних елементів;

- схема стеження (супервізор) за напругою живлення;
- ✓ 16-розрядне RISC CPU, що допускає нові додатки до фрагментів коду:

□ великий регістровий файл знімає проблему “вузького файлового горлечка”;

- компактне ядро має знижене енергоспоживання і вартість;
- оптимізовано для сучасного високорівневого програмування;
- набір команд включає з 27 інструкцій;
- підтримується сім режимів адресації;
- розширено можливості векторних переривань;
- ✓ можливість внутрішньосхемного програмування Flash-пам’яті.

Гнучка система тактування.

Система тактування призначена спеціально для використання в додатках з батарейним живленням. ACLK працює від годинникового кристала 32 кГц та може використовуватися як функція реального часу виходу з чергового режиму. Осцилятор з цифровим управлінням може бути джерелом MCLK CPU і периферійних пристроїв стає активним менше 6 мкс. Режим ультранизького спо-

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

живання забезпечується допоміжною системою тактування мікроконтролера. Обробка сигналів виконується активізацією високошвидкісного модуля тактування.

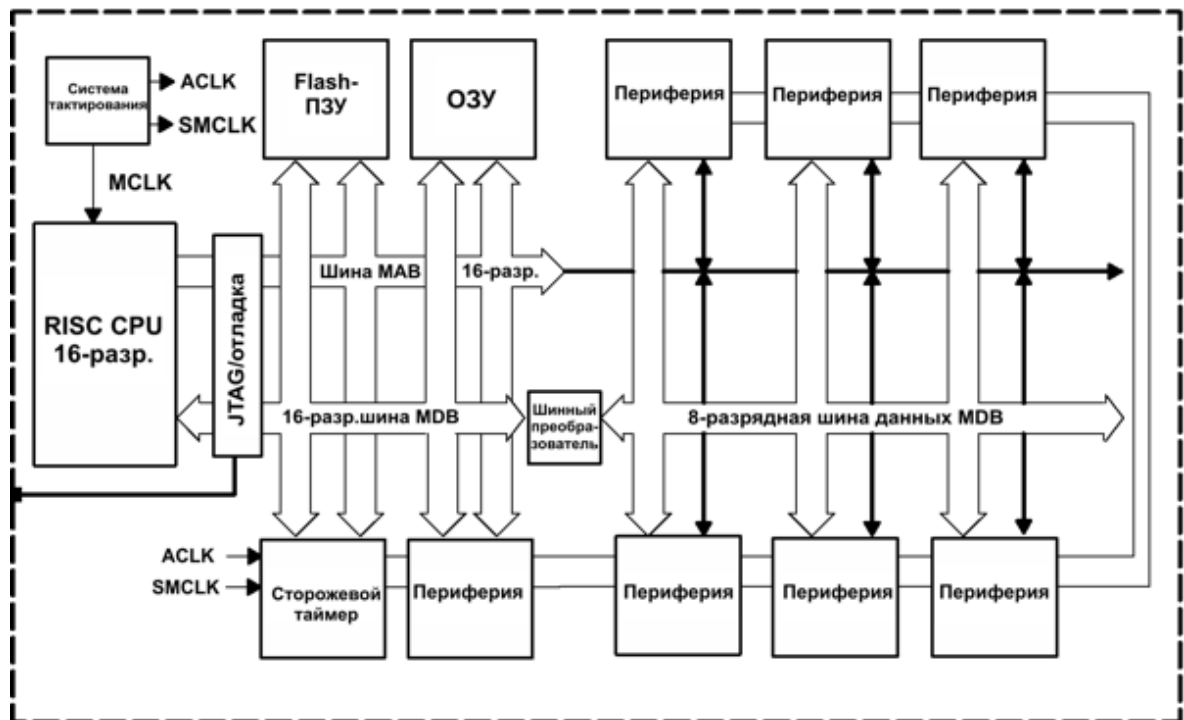


Рисунок 1.26 – Структура мікропроцесора ATtiny28V-1AC

Вбудована емуляція.

Вбудована логічна система емуляції знаходиться безпосередньо в пристрої і доступна через порт JTAG без додаткових ресурсів системи. Переваги вбудованої системи емуляції:

- ✓ Дозволяють в фоновому режимі розробляти та налагоджувати на повній робочій частоті виконання програми;
- ✓ підтримує використання контрольних точок і виконання програми покроково;
- ✓ внутрішньосхемна розробка має ті ж характеристики, що і реальний пристрій;
- ✓ зберігається цілісність змішаних сигналів.

Адресний простір.

Сімейство ATtiny28V-1AC фон-нейманівської архітектури володіє спільним адресним простором регістрів спеціального призначення (SFR), периферії, оперативного запам'ятовувального пристрою і Флеш-пам'яті, відповідно до рис.1.28. Конкретний розподіл пам'яті в довідкових даних на пристрій.

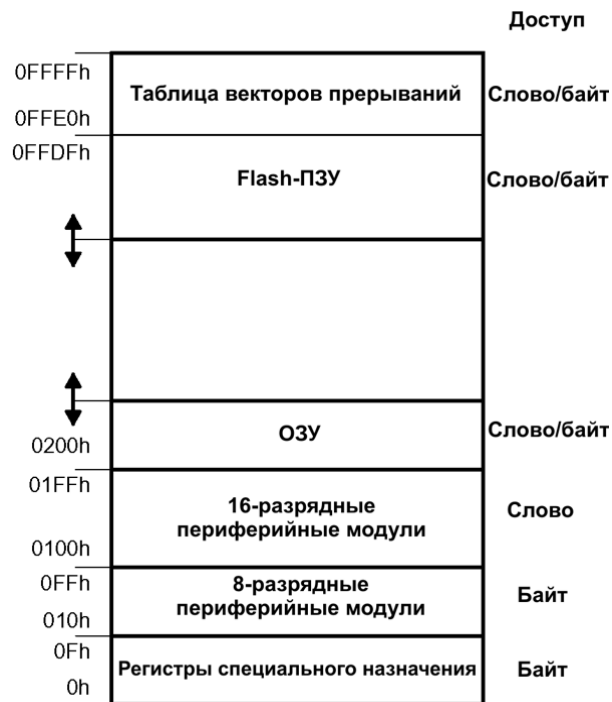


Рисунок 1.27 – Архітектура з спільним адресним простором

Доступ до коду програм виконується завжди по парних адресах. Дані можуть бути доступні як байти так і слова. Загальний обсяг адресної пам'яті становить 64 кБ, врахувавши передбачуване розширення.

Флеш-пам'ять.

Початкова адреса Флеш-пам'яті визначає обсяг пам'яті мікроконтролера та різна для різних пристроїв. Остання адреса Флеш-пам'яті завжди 0FFFFh. Флеш-пам'ять використовується, як для програмного коду, так і для даних. Байти або слова таблиць даних можуть зберігатися і використовуватися безпосередньо в Флеш-пам'яті, що виключає необхідність копіювати ці таблиці в ОЗП перед подальшим використанням. Вектори переривань займають верхні 16 слів адресного простору Флеш-пам'ять, при цьому вектор переривань з найви-

щим пріоритетом знаходиться в самому верхньому адресному слові Флеш-пам'ять (0FFFFh).

ОЗП починається адресою 0200h. Кінцева адреса ОЗП залежить від об'єму представленої пам'яті і відрізняється для кожного конкретного пристрою.

Для 16-розрядних периферійних пристроїв зарезервовано адреси з 0100 до 01FFh, які доступні за допомогою слів. Однобайтним командам, допустимі тільки парні адреси, старший байт команди містить нуль. Для 8-розрядних периферійних пристроїв зарезервовано адресний простір з 010h по 0FFh. Ці блоки доступні однобайтними командами. Читання байтів блоків за допомогою слів призводить до появи в старшому байті невизначеного стану. При записі даних словом, в реєстрі периферійного пристрою зберігається молодший байт, старший ігнорується.

(SFRs) реєстри спеціального призначення.

В SFRs конфігуруються деякі функції периферії. Реєстри спеціального призначення розташовані в перших 16-ти байтах адресного простору з організацією у вигляді байтів. Звернення до реєстрів SFRs проводиться тільки з використанням однобайтових команд. Біти окремих реєстрів SFRs описано в технічному керівництві на кожний конкретний пристрій.

Організація пам'яті.

Байти розташовані в будь-яких адресах. Слова тільки в парних адресах
рис.1.29.

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36



Рисунок 1.28 – Побайтна організація пам'яті

Молодший байт в парній адресі. У наступній непарній адресі – старший байт. Адреса слова xxxb_h, молодший байт слова матиме адресу xxxb_h, старший байт адресу xxx7_h.

16 – розрядне CPU включає можливості, спеціально створені для сучасних технологій програмування, таких як обчислення розгалуження, обробка таблиць і використання мов високого рівня, подібних мові C++. ЦПУ виконує адресацію в усьому адресному полі без використання сторінок пам'яті. ЦПУ володіє наступними можливостями:

RISC-архітектура з двадцяти сімома командами та сімома режимами адресації;

Ортогональна архітектура, при якій будь-яка команда може використовуватись для кожного режиму адресації;

Повний доступ до регістрів, включаючи лічильник програм, регістри статусу і вказівник стеку;

Однотактні регістрові операції;

Великий 16-розрядний регістровий файл, що зменшує кількість звернень до пам'яті;

16-розрядна адресна шина, що забезпечує прямий доступ і розгалуження у всьому діапазоні пам'яті;

16-розрядна шина даних, що дозволяє безпосередньо працювати словами;

Генератор констант миттєво видає шість значень, які найбільш часто використовуються, зменшуючи розмір коду;

Прямий обмін між комірками пам'яті без проміжного запису в регістр;

Команди адресації в форматах слово і байт.

Блок-схема ЦПП (центрального процесорного пристрою) показана на рисунку 1.30.

Пропонований ПДУ формує команди відповідно до поширеним протоколом RC-5, але при розробці нового алгоритму буде працювати і з іншими протоколами на прийом яких розраховані багато пристроїв побутової електроніки. Особливість його в тому, що відповідність між кнопкою, яка натиснена і поданими IR командами можна встановити або змінити за власним бажанням, пристосувавши таким чином пульт для управління будь-яким пристроєм. Більш того, можна задати три різних співкомбінаціях клавіатури, перемикаючи їх за потребою. Є можливість задати і таку співкомбінацію, при якій натискання на різні кнопки ПДУ будуть адресовані різним пристроям.

В конструкції використано МК ATtiny28V-1AC, в якому можливо організувати спеціально роботу в режимі ПДУ На відміну від інших, в ньому передбачений запит переривання установкою низького логічного рівня на будь-якому з входів одного з портів. Це дозволяє без додаткових апаратних витрат ввімкнути МК, що знаходиться в режимі сну, натисканням на будь-яку кнопку пульта. Зробити це, використовуючи МК більшості інших типів, значно складніше. Крім того, в ATtiny28V-1AC є вбудований модулятор імпульсів, що також спрощує схему ПДУ.

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

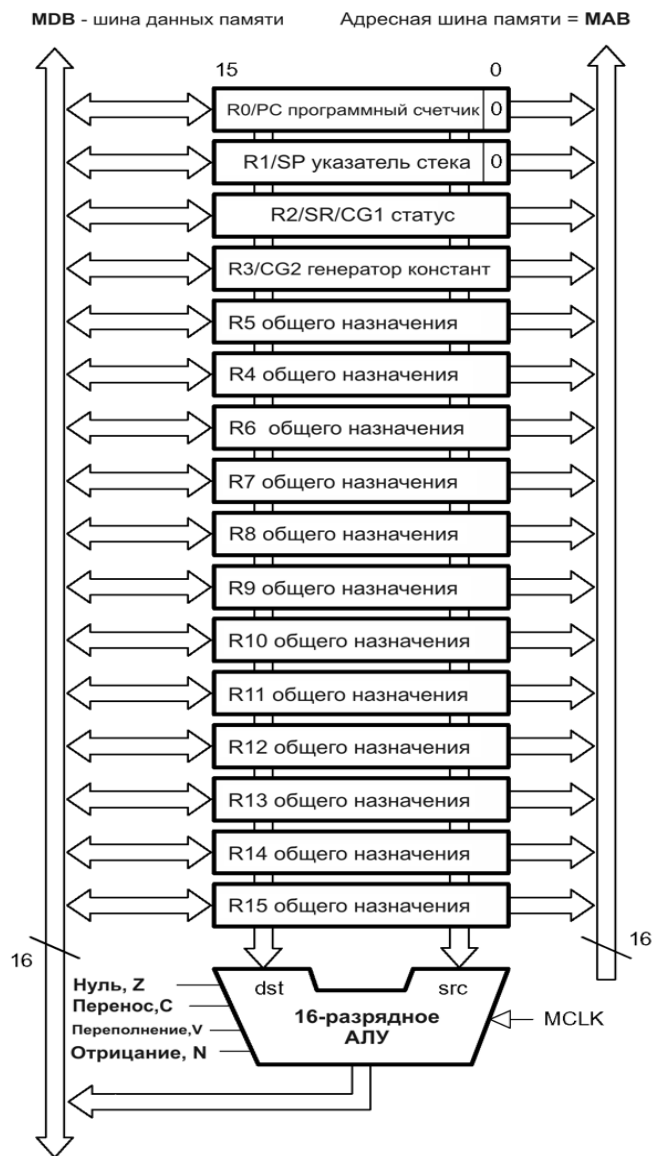


Рисунок 1.29 – Блок-схема ЦПП

В проміжках між натисканнями на кнопки програма переводить МК в режим сну з мінімальним енергоспоживанням. При цьому на виводах PD2-PD7 (виходах) встановлені низькі логічні рівні, а на виводах PB2-PB7 (входах) – високі, завдяки внутрішнім резисторам, що з'єднує їх з плюсом живлення. При натисканні на будь-яку з кнопок SB1-SB36 рівень на відповідному вході стає низьким, що переводить МК в робочий режим, змушуючи його продовжити виконання програми. Насамперед, вона визначає, яка кнопка натиснута, потім формує на виході PA2 МК кодову послідовність відповідної команди. Якщо кноп-

ка не відпущена, через 114 мс програма повторить команду, в іншому випадку МК перейде в режим сон до наступного натискання на будь-яку кнопку. Вузол на транзисторі VT1 і випромінюючий діод HL1 перетворює сигнал з виходу PA2 в IR випромінювання. Конденсатор C3 форсує перепади напруги, що подається на базу транзистора VT1, прискорюючи його відкривання і закривання. Резистор R6 обмежує амплітуду імпульсів струму через випромінюючий діод до 0,15 А. При необхідності збільшити дальність дії ПДУ можна збільшити їх амплітуду до 0,5 А, коли застосований ІК діод таке допускає. Для цього досить встановити резистор R6 меншого номіналу. Необхідно також замінити конденсатор C4 іншим більшої ємності. Світлодіод HL1 спалахує на час передачі команди, а також при перемиканні співкомбінації команд по кнопках. Колір його світіння (червоний, жовтий або зелений) показує яка співкомбінація ввімкнена. Обмежувальні резистори R3 і R4 підібрані такими, щоб суб'єктивно яскравість світіння червоного і зеленого кристалів світлодіодів була однаковою. Батарея живлення GB1 – два з'єднаних послідовно гальванічних елементи типорозміру AA. Так як більшу частину часу МК перебуває в режимі сну, споживаючи дуже малий струм, вимикач живлення не передбачений. Блокувальні конденсатори C1 і C2 повинні бути змонтовані як можна ближче до виводів живлення та загального проводу МК, а конденсатор C4 – до транзистора VT1 і випромінюючий діод VD1. Коди програми, яку необхідно занести під ФЛЕШ-пам'ять МК можна скачати в нашому архіві. Крім того, таблиця команд перенесена з початку займаного програмою блоку пам'яті в його кінець. Тепер вона складається з трьох окремих таблиць, а з кодів команд видалені стартові розряди, підпрограма передачі команд формує їх автоматично. Передбачено перемикання співсполучення натисканням на одну з кнопок, а також блокуванням невикористовуваних кнопок.

На рисунку 1.31 зображено алгоритм роботи пульта управління універсального.

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

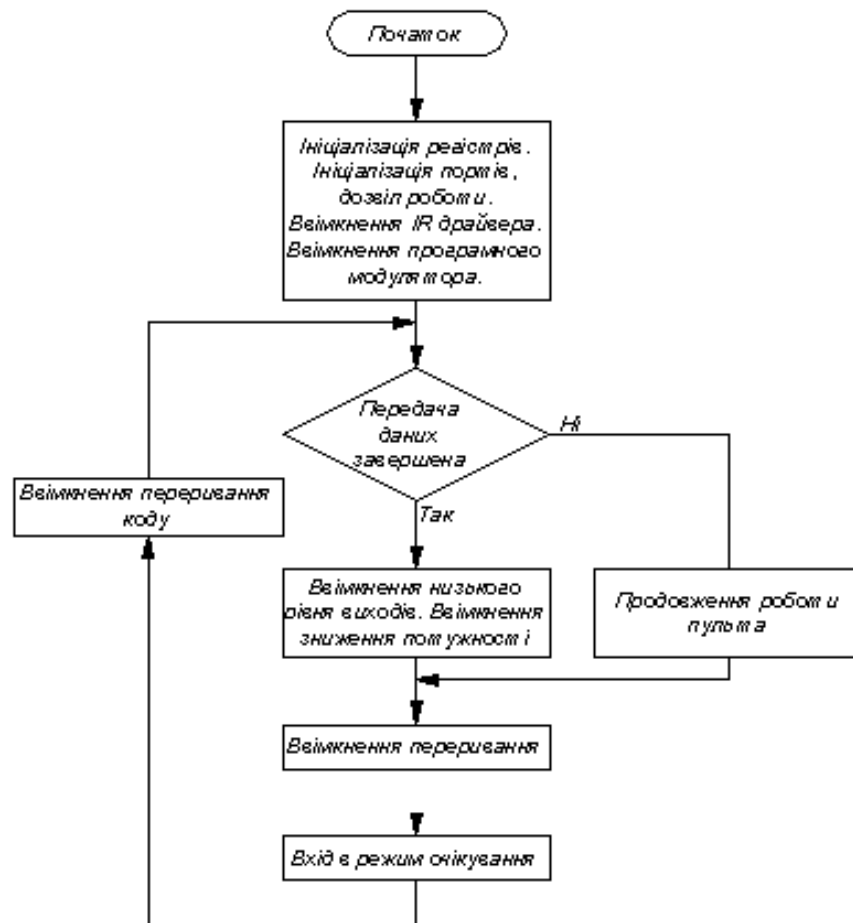


Рисунок 1.30 – Алгоритм роботи пульта управління універсального ініціалізація стану системи

На рисунку 1.31 зображено алгоритм формування коду пульта дистанційного управління спеціалізованого та підготовка мікропроцесора для передачі даного коду.

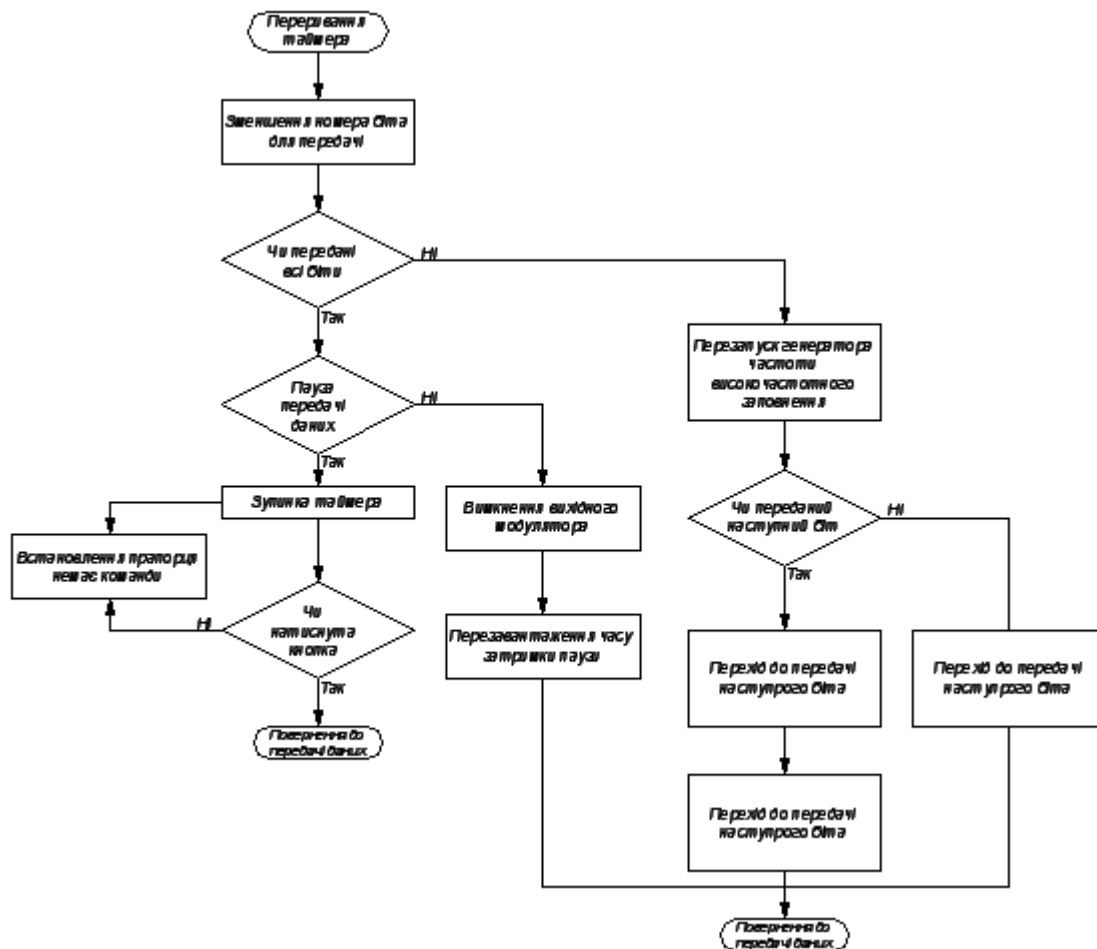


Рисунок 1.31 – Алгоритм формування коду пульта управління універсального

На рисунку 1.32 зображено алгоритм формування високочастотного запобіжника коду пульта дистанційного управління спеціалізованого та передача даних на драйвер управління світлодіодом.

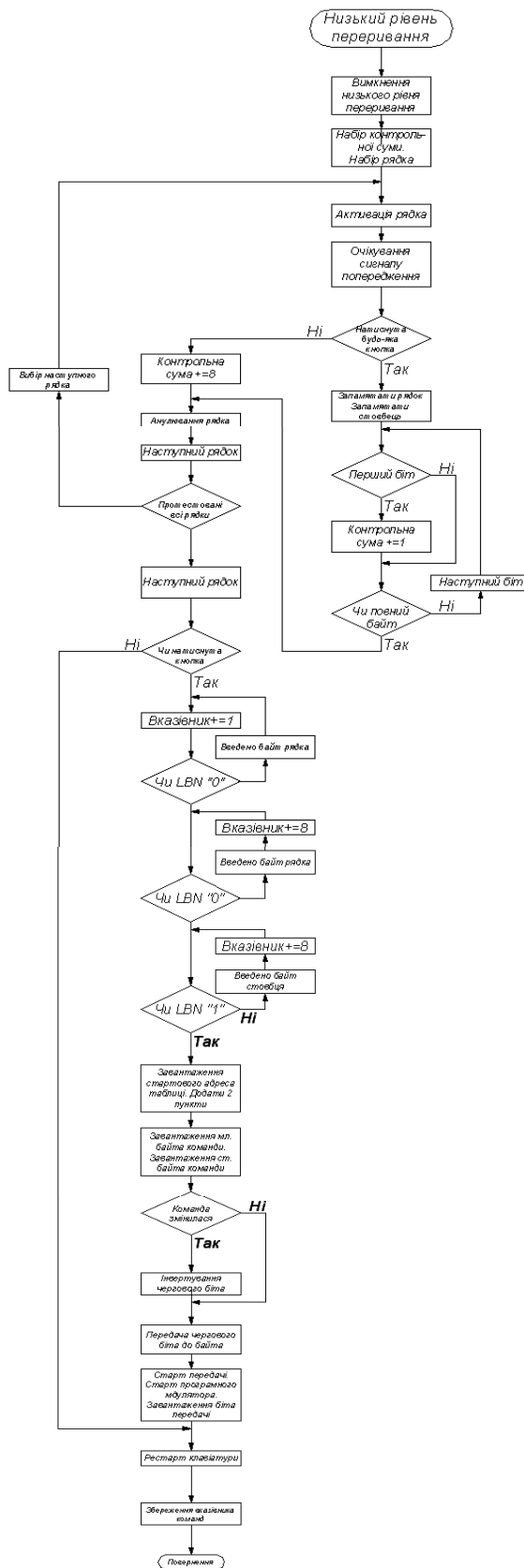


Рисунок 1.32 – Алгоритм формування високочастотного заповнення коду пульта дистанційного управління спеціалізованого та передача даних на драйвер управління світлодіодом

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

На основі даного алгоритму розроблена програма для роботи мікропроце-

сора:

```

        Блок сканування клавіатури і підготовки даних:
MOV R2, #4          ; початок відліку стовпців клавіатури
                    ; (необхідно Повтор цикли 4 рази)
NXTST: DEC R2       ; числа на дешифраторі от 0 до 3
MOV A, #8           ; запобігання гашенню світлодіода
ADD A, R2           ;
MOV R2, A           ; запис в R2.3 високого рівня
MOV A0h, R2        ; налаштування дешифратора
NOP                ; затримка для спрацювання дешифратора
MOV A, 90h         ; зняття даних з клавіатури
MOV R5, A          ; запам'ятовуємо A в R5
MOV R3, #0         ;
SUBB A, R3         ; перевірка A на нуль
JZ NXT            ; якщо на виході клавіатури нуль, то на
                    ; наст. стовбець
MOV A, R5          ; відновлюємо значення акумулятора
ANL A, #1          ; виділяємо перший біт акумулятора
SUBB A, #1         ; перевіряємо на 1 перший біт
JZ ZERO           ;
MOV A, R5          ; відновлюємо значення акумулятора
ANL A, #2          ; виділяємо другий біт акумулятора
SUBB A, #2         ; перевіряємо на 1 другий біт
JZ ONE            ;
MOV A, R5          ; відновлюємо значення акумулятора
ANL A, #4          ; виділяємо третій біт акумулятора
SUBB A, #4         ; перевіряємо третій біт
JZ TWO            ;
MOV A, #3          ; якщо не 1, не 2 і не 3 біти, то встанов-
                    ; лений 4
                    ;
                    ;
ZERO:  MOV A, #0    ; встановлюємо код першої клавіші
        SJMP DALEE ; вихід з циклу опитування клавіатури
ONE:   MOV A, #1    ;
        SJMP DALEE ;
TWO:  MOV A, #2    ;
        SJMP DALEE ;
NXT:  INC R2;      ; повернення номера стовпця
        MOV A, #247 ; зняття четвертого біта
        ANL A, R2   ;
        MOV R2, A   ;
        DJNZ R2, NXTST ; перевірка на завершення сканування
        SJMP SLEEP  ; немає натиснутих клавіш, відповідно
                    ; Sleep
DALEE: RRA A       ; зсув 2 останніх значущих бітів на місця
                    ; A7, A6
        RRA A      ; для зручності передачі
        ADD A, R2  ; додання до номера рядка номера стовп-

```

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

```

                ця
RRA A           ; зсув 4 бітів на місця A4, A5, A6, A7
RRA A           ; отримуємо A=xxxx0000 (A7, A6-від регіст-
                ра
                R2; A5, A4-від P1)
                Блок передачі інформації:
SET C           ; встановлюємо старт-біт
MOV R2, #5      ; необхідно передати 5 біт
BEGIN: JC RESET ; встановлення фази
SET A3h         ; встановлення нульового зсуву фази (A3-
                біт передачі на світлодіод)

S JMP JUMP      ;
RESET: CLR A3h  ; встановлення початкової фази на 180°
S JMP JUMP      ;
JUMP: S JMP JP  ; пуста команда для синхронізації тактів
JP: CPL A3h     ; зміна рівня (створення коливань)
MOV R0, #FFh   ; встановлення значень на цикли повторення
MOV R1, #8Eh   ; пуста команда для синхронізації тактів
NOP            ;
RLC A          ; наступний біт
RET2: CPL A3h  ; зміна рівня (створення коливань)
S JMP GO1      ; пуста команда для синхронізації тактів
GO1: DJNZ R0, RET2 ;
RET3: CPL A3h  ; зміна рівня (створення коливань)
S JMP GO2      ; пуста команда для синхронізації тактів
GO2: DJNZ R1, RET3 ;
CPL A3h        ; зміна рівня (створення коливань)
DJNZ R2, BEGIN ;
SLEEP: MOV A0, #12 ; зняття з стовпців високого рівня, гашен-
                ня
                світлодіоду
MOV 87h, #2    ; перехід в режим мікроспоживання
S JMP RET1     ; повернення на початок програми

```

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

2 Вибір і обґрунтування елементної бази

2.1.1 Оптимізація компоновки, друкованого вузла

Проектування друкованого вузла (деталь) та оптимізація компоновки друкованого вузла проводились з дотриманням вимог, які пред'являються до носимої радіоапаратури.

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

3.1 Концепція безпеки життєдіяльності

Концепція – це сформована система поглядів на явище або процес.

Концепція “Безпеки життєдіяльності” (БЖД) виступає як система основоположних наукових теоретичних положень і практичних підходів, що забезпечують мінімальний ризик у процесі життя і діяльності будь-якої людини.

У більшості країн, і в Україні теж, концепція БЖД розробляється як міждисциплінарна, синтетична сукупність додаткових знань, умінь і навичок, яка об’єднує виховно-освітню і професійну функції. Це диктується змінами в суспільстві нашої держави на сучасному етапі її розвитку.

Безпека людини – поняття складне, багатогранне і багатофакторне. За обсягом і змістом воно охоплює весь комплекс людських відносин у соціальній і виробничій сферах, саму сутність людського життя, рівень національного розвитку і безпосередньо впливає на основний показник благополуччя населення - індекс людського розвитку. Тому виховання у кожної людини методологічних навичок організації безпеки власного життя та довкілля повинне починатися з дитинства і продовжуватися в процесі всього життєвого циклу.

Оскільки подальший розвиток цивілізації неминуче пов’язаний з розширенням виробництва, і, як наслідок, виникненням додаткових видів небезпек, що стосуються кожної людини, то одним з актуальних завдань сучасності є подальше підвищення науково-освітнього і виховного рівня населення, його здатності й уміння проводити комплексну оцінку ступеня загроз і ефективності рівня захисту.

Наслідки кризових явищ соціально-економічного характеру досить численні. До них відносяться різні форми насильства (війни, збройні конфлікти, терористичні акти, масові заворушення тощо), кримінал (бандитизм, злочинство, шахрайство, шарлатанство тощо), уживання речовин, що порушують психі-

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чну й фізичну рівновагу людини (алкоголь, нікотин, наркотики, лікарські препарати), суїциди та ін., здатні завдати шкоди здоров'ю й житті людини.

Підставою концепції стратегії соціально-економічної безпеки є можливість моніторингу й прогнозування кризових явищ соціально-економічного характеру шляхом використання технічних індикаторів соціально-економічної безпеки. Показники що відображають рівень та якість життя населення, можуть бути індикаторами небезпечного загострення соціально-економічних і політичних відносин, соціальної напруженості із приводу несправедливого перерозподілу суспільних благ, що є наймогутнішим імпульсом до внутрішнього протистояння та небезпечним для суспільства.

Соціальні небезпеки – це дії одних класів, груп, шарів, особистостей, спрямовані (навмисно чи несвідомо) на знищення інших. А також позбавлення їх життєво важливих умов і об'єктів, заподіяння шкоди, що веде до фізичної і духовної деградації, руйнування особистості, етносу, суспільства, держави.

Умовно соціальні небезпеки можна звести в три групи:

1. виходять із інших сфер суспільного життя - політики, економіки, військово-оборонних справ тощо;
2. впливають із соціальної сфери для економіки, політики, військової та екологічної безпеки та ін;
3. укладені в самій соціальній сфері.

3.2 Аварійно-відновлювальні роботи на лініях і об'єктах

Аварійно-відновлювальні роботи першочергові роботи в зоні надзвичайної ситуації по локалізації окремих осередків руйнувань і підвищеної небезпеки, з усунення аварій та пошкоджень на лініях і об'єктах зв'язку, радіомовлення і телебачення (оператори телекомунікацій), створення мінімальних і необхідних умов для життєзабезпечення ліній і об'єктів зв'язку, радіомовлення і телебачення, а також роботи по санітарному очищенню і знезараженню території.

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проводяться аварійно-технічними формуваннями цивільного захисту з метою забезпечення успішного ведення рятувальних робіт, підтримки життєдіяльності на збережених об'єктах і швидкого відновлення. Проведення невідкладних аварійно-відбудовних робіт досягається: завчасною розробкою плану об'єкта, на якому вказуються місця знаходження мереж та об'єктів зв'язку, радіомовлення і телебачення, місця розташування оглядових колодязів і камер з регульовальної апаратурою, а також орієнтири, до яких прив'язуються колодязі та інші важливі елементи мереж; підготовкою посадових осіб, органів управління, сил і засобів до дій у надзвичайних ситуаціях; вмільм поєднанням даних робіт з багатьма іншими видами робіт, що виконуються медичними, протипожежними та іншими формуваннями цивільного захисту, інженерним забезпеченням робіт.

Оператори телекомунікацій зобов'язані забезпечувати якісний зв'язок та оповіщення в умовах надзвичайних ситуацій, надзвичайного стану та особливого періоду.

У особливий період усі лінії та об'єкти зв'язку, радіомовлення і телебачення незалежно від форм власності, використовуються для забезпечення своєчасного і організованого проведення мобілізації та задоволення потреб оборони та безпеки держави, а оператори зв'язку в даних питаннях підпорядковуються Центральному органу виконавчої влади в галузі зв'язку та інформатизації.

В умовах надзвичайних ситуацій, надзвичайного стану та особливого періоду оператори телекомунікації з метою оповіщення населення та забезпечення послугами телекомунікації учасників ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, відбудовних робіт та проведення заходів надзвичайного стану або особливого періоду за погодженням з Центральним органом виконавчої влади в галузі зв'язку та інформатизації, Радою Міністрів Автономної Республіки Крим, обласними державними адміністраціями та органами місцевого самоврядування можуть встановлювати тимчасове обмеження щодо надання послуг телекому-

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нікації користувачам до ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, відміни режиму надзвичайного стану та закінчення особливого періоду.

Рада Міністрів Автономної Республіки Крим, обласні державні адміністрації та органи місцевого самоврядування надають операторам телекомунікації та їх місцевим підрозділам допомогу у ліквідації надзвичайних ситуацій, що сталися внаслідок стихійного лиха, і в усуненні їх наслідків, у придбанні необхідних матеріальних ресурсів, а також сприяють у наданні для цих цілей робочої сили, транспортних та інших технічних засобів.

Мобілізаційна готовність операторів телекомунікації усіх форм власності в мирний час та функціонування в особливий період здійснюються в порядку, який затверджується Кабінетом Міністрів України.

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Розроблено універсальний алгоритм формування різних типів протоколів управління побутовою апаратурою. Обґрунтовано вибір типу мікроконтролера. Розроблено алгоритм роботи мікроконтролера по формуванню протоколу команд управління побутовою апаратурою. Технічні характеристики пульта дистанційного управління універсального повністю відповідають технічному завданню.

Проаналізовано концепція безпеки життєдіяльності та проведення аварійно-відновлювальних робіт на лініях і об'єктах.

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

- 1 Пульты дистанционного управления. Ремезанцев И.А. – М.: Радио и связь, 2007. – 438с.
- 2 Микроконтроллер ATtiny28V-1AC. Первое знакомство. Автор: Семенов Б. Ю. – М.: Радио и связь, 2006. – 438с.
- 3 Радіотехніка: Енциклопедичний навчальний довідник: Навч. Р15 посібник / За ред. Ю.Л.Мазора, Є.А. Мачунського, В.І.Правди. – К.: Ви-ща шк., 1999. – 838с.
- 4 Титце У, Шенк А. Полупроводниковая схемотехника. – М.: Мир, 1982. – 512 с.
- 5 Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. - Львів: Афіша, 2000 – 350с.
- 6 Винокурова Л.Е., Васильчук М.В., Гаман М.В. Основи охорони праці. – К.: Факт, 2005. – 344 с.
- 7 Дорогунцов С.І. Екологія. – К.: КНЕУ. – 1999 – 152с.
- 8 Гайченко В. А., Коваль Г. М. Основи безпеки життєдіяльності людини. – К.: В-во МАУП. – 2004.
- 9 <http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/ir.htm>.
- 10 <http://www.telesys.ru/electronics/projects.php>.
- 11 <http://www.sibaudio.ru/>.
- 12 <http://www.ti.com/sc/docs/psheets/abstract/apps/sl0096a.htm>.

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Додатки

					СМЮЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

ДОДАТКИ

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Завідувач кафедри

_____ Дунець В.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)
“ _____ ” _____ червня 20 21 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: _____ “Вимірювач амплітудно-частотної характеристик чотириполюсника
(назва теми)
апаратно-програмний”

Узгоджено

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ Дуда С.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)
“ _____ ” _____ 20 21 р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”

Студент групи РАС-41

_____ Степанюк М.Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)
“ _____ ” _____ 20 21 р.

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ТА ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: "Пульт управління універсальний"

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи " 31 " травня 20 21 року № 4/7-435

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1 Студент Степанюк Мар'яна Юріївна групи РАС-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

3 Метою кваліфікаційної роботи є:

- проектування схеми електричної структурної;
- проектування схеми електричної принципової;
- розрахунок параметрів каскадів проектованого виробу;
- проектування друкованого вузла;
- розрахунок собівартості проектованого виробу;

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ:

4.1 Дальність дії, м	5;
4.2 Відхилення довжини імпульсу від номінального, %	6;
4.3 Відношення сигнал/шум, дБ	105;
4.4 Перехресні завади, дБ	-56;
4.5 Протоколи команд, які формує пульт	RC5, RC6; NEC, Sony; та інші види

5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ:

5.1 Конструкторська документація має відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2 Комплект конструкторської документації:

- пояснювальна записка;
- схема електрична структурна;
- схема електрична принципова;
- друкована плата (деталь);
- друкований вузол (складальне креслення);
- алгоритм.

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ:

Таблиця 6.1 – Етапи виконання кваліфікаційної роботи

№ етапу	Назва етапу виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання
1.	Розробка та затвердження технічного завдання	
2.	Проектування схеми електричної структурної	
3.	Розрахунок каскадів схеми електричної принципової	
4.	Обґрунтування вибору компонентної бази	
5.	Компоновка друкованого вузла	
6.	Спеціальна частина	
7.	Розділ охорона праці та безпека життєдіяльності	
8.	Нормоконтроль	
9.	Попередні захист кваліфікаційної роботи	
10.	Захист кваліфікаційної роботи	

Термін виконання кваліфікаційної роботи узгоджується з керівником і з графіком виконання.

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

7.1 Під час виконання кваліфікаційної роботи в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

Перш. викорис.	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка	
Добід. №	A1			СМЮ3.042.001 ЕЗ	Схема електрична принципова	1		
	A4			СМЮ3.042.001 ПЕ	Перелік елементів	1		
	A1			СМЮ6.042.001 СК	Складальне креслення	1		
					<u>Деталі</u>			
	A1	1		СМЮ7.042.001	Плата друкована	1		
					<u>Інші вироби</u>			
					<u>Конденсатори</u>			
			10		Samsung CL21B103KBNE	2	С2, С3	
			11		Samsung SSL-5B 47мФ	1	С1, С4	
					<u>Мікросхема</u>			
		14		Мікропроцесор АТtinu28V-1АС	1	МСU1		
				<u>Резистори</u>				
		17		MF-12 - 120 Ом ±5%	1	R1		
				СМЮ3.042.001 СК				
Інв. № ориг.	Розроб.	Степанюк М.Ю.			Пульт управління універсальний	Літ.	Арк.	Аркушів
	Перевір.	Дуда С.П.					1	2
	Реценз.					ТНТУ, ФПТ, каф. РТ, гр.РАс-41 м. Тернопіль		
	Н. Контр.	Марценюк А.С.						
	Затверд.	Дунець В.Л.						

