

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УДРЕ, ФРЕТ
(повне найменування інституту, назва факультету)
"Радіотехніка та телекомунікації"
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до магістерської роботи

магістр
(рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему "Економічне управління розробками"

Виконав: студент VI курсу, групи РТ-212 м
спеціальності (напряму підготовки)
172 "Телекомунікації та радіотехніка"
(код і назва напрямку підготовки, спеціальності)
0117 Радіотехніка
Пашинченко Н. І.
(прізвище та ініціали)
Керівник к.т.н. доц. Морозавна С. В.
(прізвище та ініціали)
Рецензент Алексеев А. Р.
(прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя
2017 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет ІТРЕ, ФРЕТ
 Кафедра "Радіотехніка та телекомунікації"
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) Магістр
 Спеціальність 171 "Телекомунікації та радіотехніка"
 Напрямок підготовки ОПР Радіотехніка
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри к.т.н. доц. Морозова С.В.
 "___" _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Данилюк Артемий Ігорович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Одноканальне дискретне управління радіодвигуном

керівник роботи к.т.н. доц. Морозова С.В.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "27" жовтня 2017 року №425

2. Строк подання студентом роботи 15.12.17р.

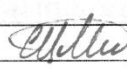
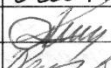
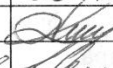
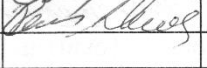
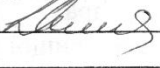
3. Вихідні дані до роботи Дослідити та розвинути параметри одноканального дискретного управління радіодвигуном, розвинути питання з'ясування взаємного впливу двох в за рахунок керування та вибору параметрів радіотраєкторії.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Виведення аналіз радіодвигуна, що присутні на русі. 2. Розрахунки та дослідження параметрів радіотраєкторії. 3. Вибір методу керування. 4. Розробка цифрової частини двійки з урахуванням діючих вимог, що падає керування електрикою.

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

Презентація

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Прийняв виконання завдання
1-4 розділи	к. т. н. доц. Морозова С. В.		
Експерт розрах.	к. т. н. Остапенко В. В.	05.11.17	05.12.17
Оформлення графік	ст. техн. Коробко О. В.		
Нормообчислення	ст. техн. Логачова Л. М.		

7. Дата видачі завдання 1.09.17р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Складання та затвердження ТЗ	1 тиждень	
2.	Вибір літератури за темою	1 тиждень	
3.	Опис аналогів бездротових зв'язків	1 тиждень	
4.	Вибір та обґрунтування електрич. схем	1 тиждень	
5.	Перевірка розрахунків аналізів параметрів електрич. схем	1 тиждень	
6.	Вибір методу вимірювання	1 тиждень	
7.	Порівняльний аналіз методів	1 тиждень	
8.	Написати основної професійної частини мікропроц.	1 тиждень	
9.	Розробка електрич. частини	1 тиждень	
10.	Розробка записів експертних частин	1 тиждень	
11.	Розробка графічної частини	1 тиждень	
12.	Розробка рекомендаційної частини	1 тиждень	

Студент

(підпис)

Данилюк А. І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

к. т. н. доц. Морозова С. В.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 95 сторінок, 28 рисунків, 2 таблиці, 14 джерела.

Об'єкт дослідження – радіодзвінок.

Мета роботи – розробка дистанційного управління, кодування формуючого сигналу. Вибір, обґрунтування та розрахунки схем приймача та передавача. Основною особливістю цієї магістерської роботи є наявність саме мікроконтролера з особливим методом кодування, а також кодера та декодера.

Метод дослідження – приймач, передавач, додавання мікроконтролера PIC16F84A, кодера PT 2262 та декодера PT 2272.

В першому розділі розглядаються аналоги бездротових радіодзвінків, для вибору яких враховуються різноманітні параметри пристроїв. В другому розділі приведені електричні схеми приймача та передавача, а також удосконалення приймального вузла приймача з додаванням декодера та кодера до передавача. У третьому розділі проводяться розрахунки досліджуваних схем дзвінка. У четвертому розділі розглядаються методи кодування блокового та згорткового кодів. Зроблені висновки щодо вибору метода кодування в даній магістерській роботі. Також приведений опис програми для мікроконтролера, розглянуті окремі підпрограми і приведені алгоритми цих підпрограм. П'ятий розділ дає економічну оцінку виконаній роботі. Шостий розділ присвячений питанням охорони праці і безпеки життєдіяльності.

БЕЗДРОТОВИЙ РАДІОДЗВІНОК, МІКРОКОНТРОЛЕР, ПРИЙМАЧ,
ПЕРЕДАВАЧ, ЕЛЕКТРИЧНА СХЕМА, КОДУВАННЯ, БЛОКОВИЙ КОД,
ЗГОРТАЛЬНИЙ КОД

ЗМІСТ

Перелік скорочень.....	7
Вступ.....	8
1. Огляд аналогів бездротових дзвінків.....	9
1.1 Бездротовий дзвінок з датчиком руху та напрямку WT02M0450 31BEK.....	9
1.2 Дверний дзвінок Luazon LZDV – 12 – 1 Black.....	10
1.3 Дверний дзвінок Elektrostandard DBQ03M.....	11
1.4 Бездротовий дверний дзвінок Encore 1.....	12
1.5 Бездротовий дзвінок DBQ10M WL MP3 16M IP44.....	13
1.6 Дверний дзвінок Мелодика Б501.....	14
1.7 Дверний дзвінок Zamel ALCALINO ST-337.....	15
1.8 Бездротовий дзвінок DBQ12M AC 36M IP44.....	16
1.9 Дзвінок СВЕТОЗАР 58075.....	17
2. Вибір та обґрунтування електричних схем.....	18
2.1 Електрична схема приймача.....	20
2.2 Електрична схема передавального вузла.....	21
2.3 Удосконалення приймального вузла.....	23
3. Розрахунки елементів досліджуваних схем дзвінка.....	27
3.1 Принципова схема передавача.....	27
3.1.1 Параметри вихідного каскаду.....	27
3.1.2 Модулятор.....	33
3.1.3 Задаючий генератор.....	37
3.2 Структурної схема приймача.....	43
3.2.1 Смуга пропускання.....	43
3.2.2 Вибір проміжної частоти.....	44
4. Програмне забезпечення дзвінка.....	47
4.1 Загальні принципи і методи кодування.....	47
4.1.1 Блокові коди.....	48

4.1.2 Згорткові коди.....	50
4.1.3 Кодування і перемеження в повношвидкісному каналі передачі даних і каналах управління.....	56
4.1.4 Висновок, щодо вибору кодування.....	60
4.2 Основна програма.....	61
4.3 Підпрограма ініціалізації портів і таймера.....	63
4.4 Підпрограма перетворення двійкового числа в двійково – десятковий код.....	64
4.5 Підпрограма виїмки даних з таймера і предільника.....	66
5. Техніко – економічне обґрунтування.....	68
6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	71
6.1 Аналіз потенційних небезпек.....	71
6.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	72
6.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	75
6.4 Заходи з пожежної безпеки.....	78
6.5 Заходи забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	79
6.6 Висновки з розділу “Охорона праці” та підрозділу “Заходи з цивільної оборони”.....	81
Висновок.....	84
Перелік посилань.....	86
Додаток А Програми для мікроконтролера.....	88

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

МК – мікроконтролер

ПРЧ – підсилювач радіочастоти

ККД – коефіцієнт корисної дії

ППЧ – підсилювач проміжної частоти

ЧМ – частотна модуляція

ПК – персональний комп'ютер

ЦАП – цифро – аналоговий перетворювач

ВСТУП

У багатьох пристроях зв'язку і управління виникають задачі вимірювання і спостереження. Однак у багатьох випадках потрібно автоматичний контроль і управління (в деяких пристроях автоматики) і індикація може бути відсутнім.

Мікроконтролер – мікросхема, призначена для управління електронними пристроями, що включає мікропроцесор, блоки пам'яті для збереження коду програм і даних, порти вводу – виводу і блоки зі спеціальними функціями (лічильники, компаратори, АЦП та інші).

Використовується для керування електронними пристроями. По суті, це — однокристальний комп'ютер, здатний виконувати прості завдання. Використання однієї мікросхеми значно знижує розміри, енергоспоживання і вартість пристроїв, побудованих на базі мікроконтролерів.

Мікроконтролери можна зустріти в багатьох сучасних приладах, таких як телефони, пральні машини, вони відповідають за роботу двигунів і систем гальмування сучасних автомобілів, з їх допомогою створюються системи контролю і системи збору інформації. Більшість процесорів, що випускаються у світі — мікроконтролери.

Кодер і декодер використовуються для побудови систем дистанційного керування різними приладами і системами, за допомогою кодування різних сигналів, що поступають від оператора (наприклад, натиснення кнопки на пульті), подальшої передачі команди по каналах зв'язку, прийому команди і її виконання (видачі сигналу спрацьовування виконавчому пристрою). В якості каналів зв'язки можуть використовуватися: дротяні лінії, інфрачервоні і радіоканали. Кодування сигналу забезпечує мікросхема – кодер, декодування – мікросхема – декодер.

1 ОГЛЯД АНАЛОГІВ БЕЗДРОТОВИХ ДЗВІНКІВ

Останнім часом спостерігається суттєві удосконалення у всіх товарах, і дверні дзвінки не стали винятком. На зміну звичним дзвінків через кабель прийшли бездротові дзвінки. При натисканні на кнопку передається сигнал по радіохвилям. У цьому розділі представлено ТОП 9 бездротових дзвінків на двері будинків, квартир на початок 2017 року.

Для вибірки я враховував такі параметри пристрою: зовнішній вигляд і дизайн, тип пристрою, радіус прийому сигналу, мелодії, якість матеріалу корпусу, комплектація, наявність додаткових функцій, тип кріплення.

1.1 Бездротовий дзвінок з датчиком руху та напрямку WT02M0450 31BEK



Рисунок 1.1 – Бездротовий дзвінок WT02M0450 31BEK

WT02M0450 31BEK – це інноваційний бездротовий дзвінок, який підходить для експлуатації не лише у будинку, але і в торгових центрах, магазинах, в галереях і музеях, на ескалаторах. Ця модель може дати підказку

або раду, відтворити запис, попередити відвідувачів в небезпечній або темній ділянці дороги, повідомити необхідну для вас інформацію.

WT02M0450 31BEK оснащений роз'ємом для CD – карти, LED індикатором роботи, міні USB- портом, кнопками управління гучністю дзвінка і мелодіями. Також гідністю виробу є те, що воно реагує на рух і автоматично спрацьовує в радіусі 3 – 4 метрів. А вбудований сенсорний датчик здатний пізнавати, з якого боку прийшли гості (зліва або справа) і згідно з цим дзвінок видає той або інший голосовий запис або мелодію. Все, що треба – це закачати в прилад відповідні мелодії.

Якість звуку відмінна, гучність регулюється. Відрізняється компактними розмірами, здатний провести 20 годин в режимі безперервного відтворення. WT02M0450 31BEK виготовлений з високоякісного пластика.

1.2 Дверний дзвінок Luazon LZDV – 12 – 1 Black



Рисунок 1.2. – Дверний дзвінок Luazon LZDV – 12 – 1 Black

Бездротовий дзвінок Luazon LZDV – 12 – 1 Black 1196313 – його радіус дії дорівнює 150 м. Він виготовляється з пластика, можна легко встановити без сторонньої допомоги. Більше того, ви самостійно виберіть мелодію, з 32 – х

представлених і відрегулюєте гучність. Окрім звукового сигналу йде світлове сповіщення.

З цим приладом ви не переживатимете про рівень заряду, оскільки він живиться від мережі. Кнопка отримує живлення від однієї батареї типу LR23A.

1.3 Дверний дзвінок Elektrostandard DBQ03M



Рисунок 1.3 – Дверний дзвінок Elektrostandard DBQ03M

Якщо вам необхідно швидко і просто оснастити квартиру, офіс, котедж викличним безпроводним дзвінком, зверніть увагу на комплект дверного дзвінка Elektrostandard DBQ03M. В цьому випадку не знадобиться тривалий монтаж і прокладення кабелю. Дзвінок функціонує на трьох елементах живлення типу AA, а також одному CR2032. Підключення до електромережі не потрібно. Прийом – передача сигналу між кнопкою і дзвінком відбувається навіть на дистанції 200 метрів в умовах відкритого простору. Виріб просто як при установці, так і в експлуатації.

1.4 Бездротовий дверний дзвінок Encore 1



Рисунок 1.4 – Бездротовий дверний дзвінок Encore 1

Принцип роботи цього безпроводного дзвінка полягає в генерації електричного імпульсу безпосередньо від натиснення, не використовуючи джерело енергії (батарей). Тобто, усі характеристики є присутніми, при цьому апарат легкий, маленький і доступний. Виробник врахував численні прохання і встановив трирівневу шкалу зміни гучності, а кількість мелодій досягає 40 штук. Що стосується радіусу дії, то він дорівнює 100 – 150 метрів, але при використанні в приватному секторі, в реальності, він досягає 50 – 60 метрів.

Дзвінки і кнопки пов'язані між собою унікальним кодом, що робить неможливим подзвонити сусідам з подібними дзвінками. Але, якщо у вас є бажання, щоб одна кнопка запускала декілька дзвінків в одному приміщенні, або щоб один дзвінок активувався декількома кнопками, то це настраюється шляхом зв'язується, про що написано в інструкції. І все – таки, процедура зв'язування припускає, що виклик провокуватиметься спеціальним кодом, який присвоєний тільки вашому дзвінку і абсолютно не впливає на подібні пристрої, розташовані поблизу.

Модель можна встановлювати, як усередині, так і зовні, витримує температуру – 40 C⁰, вологостійкий.

1.5 Бездротовий дзвінок DBQ10M WL MP3 16M IP44



Рисунок 1.5 – Бездротовий дзвінок DBQ10M WL MP3 16M IP44

Завдяки дзвінку DBQ10M WL MP3 16M IP44 звукове сповіщення активується на відстані. Через бездротовий зв'язок відбувається передача сигналу від кнопки. Виріб призначений для використання в ролі дверного дзвінка або апарату внутрішнього виклику, яке працює автономно.

На SD карту користувач може записати близько 100 мелодій або ж майже 1500 фрагментів мелодій. DBQ10M WL MP3 16M IP44 підтримує карти пам'яті SD ємністю не більше 16 Гб.

Завдяки програмному забезпеченню ви зможете створювати унікальні рингтони. Комплект поставки складається з: ресивера, батарейки для кнопки, кнопки, кабелю mini USB, карти SD 1 Gb, програмного забезпечення, а також інструкції.

1.6 Дверний дзвінок Мелодика Б501



Рисунок 1.6 – Дверний дзвінок Мелодика Б501

Мелодика Б501 – це мережевий дзвінок, який оснащений 20 мелодіями і служить для відтворення звукового сигналу в житлових приміщеннях. Матеріал виготовлення – пластик. Коли спрацьовує сигнал, загоряється індикатор. Гучність мелодій можна регулювати самостійно. Кнопка вологозахищена, абсолютно безпечна для використання, також її можна розташувати на вулиці. Радіус дії в умовах відкритого простору становить 150 метрів.

Дзвінок бере живлення від мережі в 220 В, кнопка – від батареї типу А23. Безпроводною дзвінок Мелодика Б501 дуже доступний, невеликий по габаритах і легкий в установці і експлуатації.

1.7 Дверний дзвінок Zamel ALCALINO ST – 337



Рисунок 1.7 – Дверний дзвінок Zamel ALCALINO ST – 337

В якості дверного дзвінка можна вибрати відмінний варіант – Zamel ALCALINO ST – 337. Це облаштування передачі сигналу тривоги або внутрішнього виклику, незамінний удома, для осіб, що потребують відходу, в офісі. Вимикач і дзвінок отримують живлення від батареї. Кнопка оснащена інформативною табличкою. Частина корпусу виконана з алюмінію.

Радіус дії апарату складає 100 метрів. За допомогою ретрансмітера RT – 228 можна збільшити радіус дії. Є можливість підключити дві кнопки до одного дзвінка або ж декілька дзвінків до однієї кнопки. Пристрій має чотири звуки на вибір.

1.8 Бездротовий дзвінок DBQ12M AC 36M IP44



Рисунок 1.8 – Бездротовий дзвінок DBQ12M AC 36M IP44

Завдяки безпроводному дзвінку DBQ12M AC 36M IP44 ви почуєте звукове сповіщення на відстані. Безпроводний зв'язок частотою 433МГц забезпечує передачу сигналу про натиснення кнопки. Виріб призначений для використання в ролі дверного дзвінка або апарату внутрішнього виклику, який працює автономно.

Є три режими роботи безпроводного дзвінка DBQ12M AC 36M IP44:

- звуковий сигнал,
- звуковий і світловий сигнал,
- світловий сигнал.

Комплектація товару складається з ресивера, батареї для кнопки, кнопки, а також інструкції з експлуатації. Матеріал виготовлення – пластик.

1.9 Дзвінок СВЕТОЗАР 58075



Рисунок 1.9 – Дзвінок СВЕТОЗАР 58075

Дзвінок бездротової електричний Світозар 58075 стане незамінним помічником в кожному будинку. Це досить функціональне пристосування, яке виконує подачу звукового та світлового сигналу в приміщення житлового та нежитлового призначення. Дзвінок вчасно повідомить вас про прихід гостей. Він виготовлений з високоякісного матеріалу, який гарантує довговічну і безперебійну роботу приладу.

Дзвінок Світозар 58075 діє в радіусі майже 200 метрів. Прилад відрізняється швидкою і простою установкою. Пристрою характерні такі особливості:

- наявність висувної підставки на корпусі;
- 16 поліфонічних мелодій;
- наявність адаптера зовнішнього живлення;
- може працювати як MP3 плеєр;
- працює від трьох батарейок типу AA;
- дзвінок Світозар 58075.[1]

2 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ

Головною частиною досліджень у магістерській роботі є програмне заперечення мікроконтролера, кодера та декодера. Взято мікроконтролер (МК) PIC16F84A, який володіє всіма необхідними характеристиками, кодер РТ 2262 та декотер РТ 2272.

Мікроконтролери сімейств PIC (Peripheral Interface Controller) компанії Microchip поєднують усі передові технології мікроконтролерів: електрично програмовані користувачем ППЗП, мінімальне енергоспоживання, високу продуктивність, добре розвинуту RISC – архітектуру, функціональну закінченість і мінімальні розміри. Широка номенклатура виробів забезпечує використання мікроконтролерів у пристроях, призначених для різноманітних сфер застосування.

Висока швидкість виконання команд у PIC – контролерах досягається за рахунок використання двохшинної гарвардської архітектури замість традиційної одношинної фон – нейманівської. Гарвардська архітектура базується на наборі регістрів з розділеними шинами й адресними просторами для команд і даних. Усі ресурси мікроконтролера, такі як порти вводу/виводу, комірки пам'яті і таймер, являють собою фізично реалізовані апаратні регістри.[2]

Мікроконтролери підгрупи PIC16F8X мають просту й ефективну систему команд, що складає усього з 35 команд. Кожна команда МК підгрупи PIC16F8X являє собою 14 – бітове слово, розділене на код операції (OPCODE), і поле для одного і більше операндів, які можуть брати участь або не брати участь у цій команді. Система команд PIC16F8X є ортогональною і містить у собі команди роботи з байтами, команди роботи з бітами, операції з константами і команди управління.[3]

Є також програмний емулятор, що дозволяє налагоджувати програми для МК, написані на асемблері.

У використовуваному мікроконтролері PIC16F84A шестнадцятиразрядний таймер – лічильник має восьмибітних передільник і трехбітний лічильник переповнення, що в сумі становить 27 розрядів. Таким чином, лічильник може рахувати до 134217727. Максимальна вимірювана частота 25 МГц. Секундний інтервал відраховують за допомогою програмно організованих циклів.

Мікросхема PT2262 фірми Princeton Technology Corp. призначена для брелків дистанційного керування сигналізаціями, дистанційно керованих іграшок, а так само інших систем дистанційного керування побутовими приладами. Вона виконана по CMOS технології. Мікросхеми PT2262RFx формують вихідний сигнал для подання на модулятор радіопередавача. Мікросхеми PT2262IRx формують вихідний сигнал у вигляді імпульсів із заповненням частотою 38 кГц для подання їх, за допомогою проміжного ключа, на інфрачервоний світлодіод. Для ідентифікації "свого" пульта або брелка використовується 6.12 бітовий (залежно від числа команд, чим більше команд, тим менше біт ідентифікатора) ідентифікаційний код, який задається розпаюванням відповідних виведення до плюса і мінуса живлення, або за допомогою знімних перемичок. Станів входів завдання коду може бути три – виведення підключене до плюса живлення, виведення підключене до мінуса живлення і виведення нікуди не підключене. Таким чином, код забезпечує до 312 варіантів.

Мікросхема – кодер PT2262 працює в парі з мікросхемою-декодером PT2272, при цьому задані коди ідентифікації повинні співпадати.

Мікросхема PT2272 приймає вихідний сигнал від радіотракту або від інфрачервоного стандартного фотоприймача для систем дистанційного керування.

2.1 Електрична схема приймача

На рисунку 2.1 (внизу) представлена електрична схема приймача, виведення 2 мікросхеми U1 має активний високий рівень при вступі радіосигналу з приймача (коли на ній натиснута кнопка). Висновки 1 і 8 U1 – навпаки: високий рівень – в стані спокою, а низький логічний рівень – при вступі сигналу управління. Ці два сигнали можна використати для керування облаштуваннями навантаження за допомогою нескладної приставки.

Для того, щоб дистанційне пристрій при першому натисненні на кнопку передавача включало виконавчий механізм, а при повторному натисненні — відключало його, потрібно буде зібрати нескладний додатковий пристрій і підключити його до готової схеми (платі) приймача промислового безпроводного дзвінка.

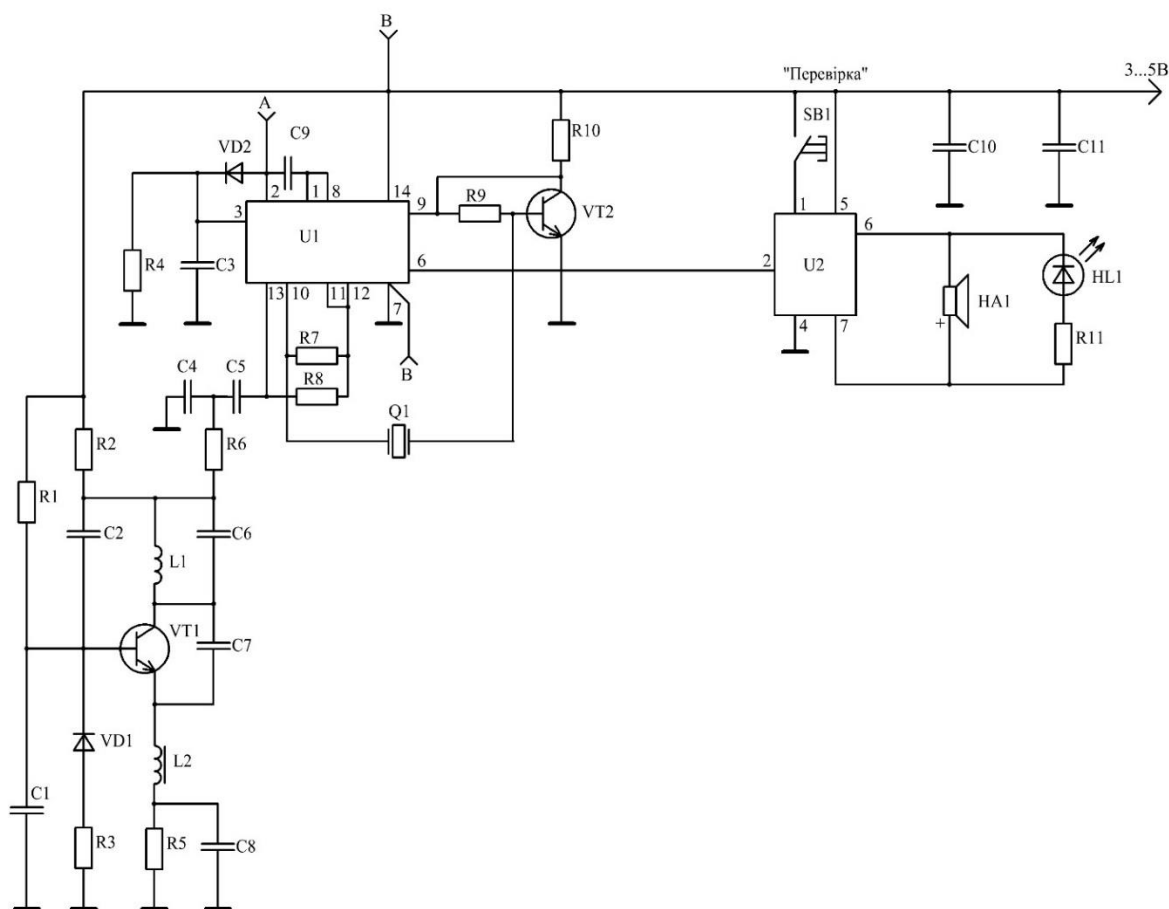


Рисунок 2.1 – Електрична схема приймача

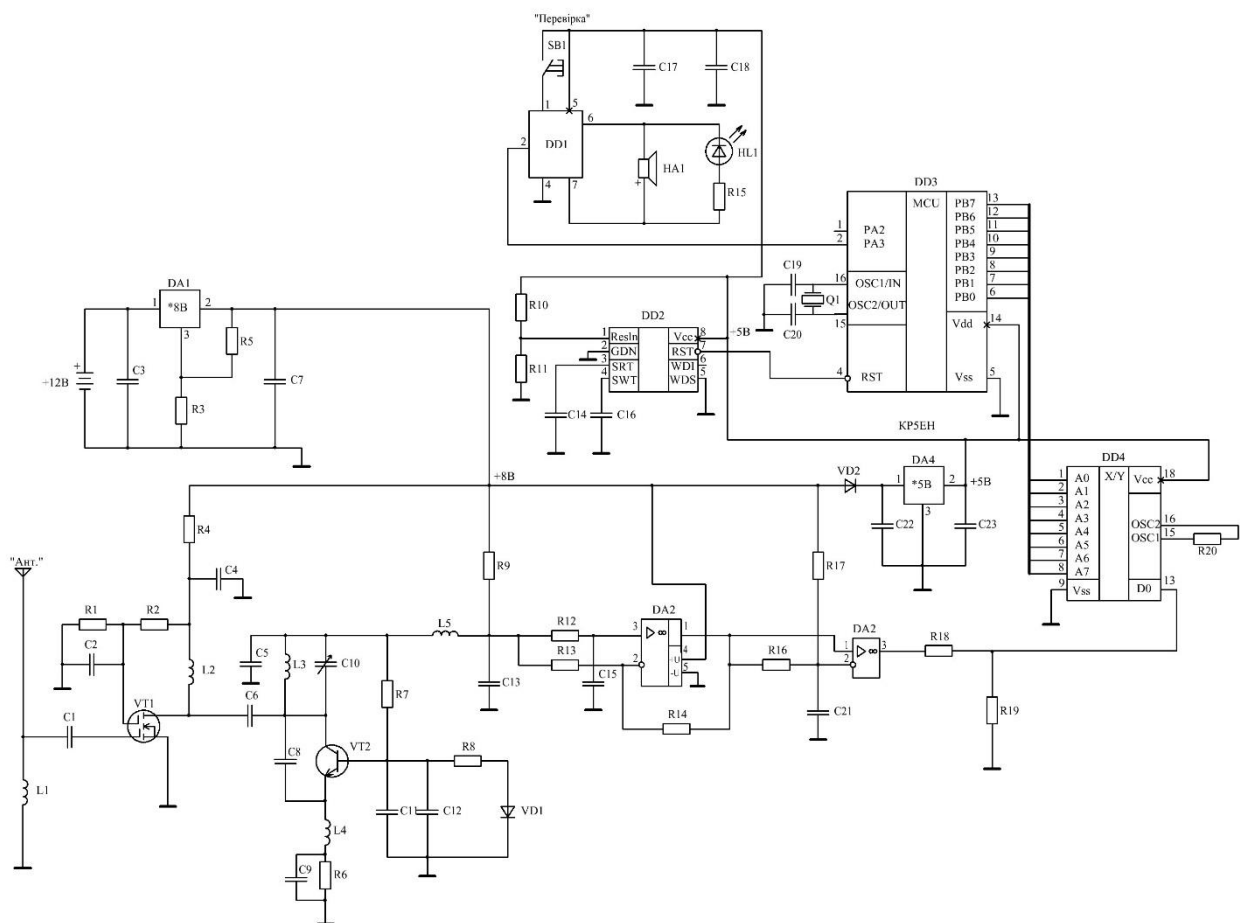


Рисунок 2.2 – Електрична схема приймача с додаванням мікроконтролера та декодера

2.2 Електрична схема передавального вузла

На рисунку 2.3 представлена електрична схема передавального вузла радіодзвінка. Сам передавач, зовні представляє собою корпус у вигляді брелка для ключів, в доопрацюванні не потребує. Щоб не міняти раз на рік акумуляторну батарею (таку ж, яка встановлена в більшості передавачів – брелків охоронної сигналізації для автомобілей – 12 В, 23АЕ, фірма – виробник GP Ultra або аналогічна), живлення передавача можна здійснювати за допомогою будь – якого промислового адаптера з вихідним стабілізованою напругою 12 В і струмом не менше 0,5 А, наприклад типу ТВ – 182 – с.

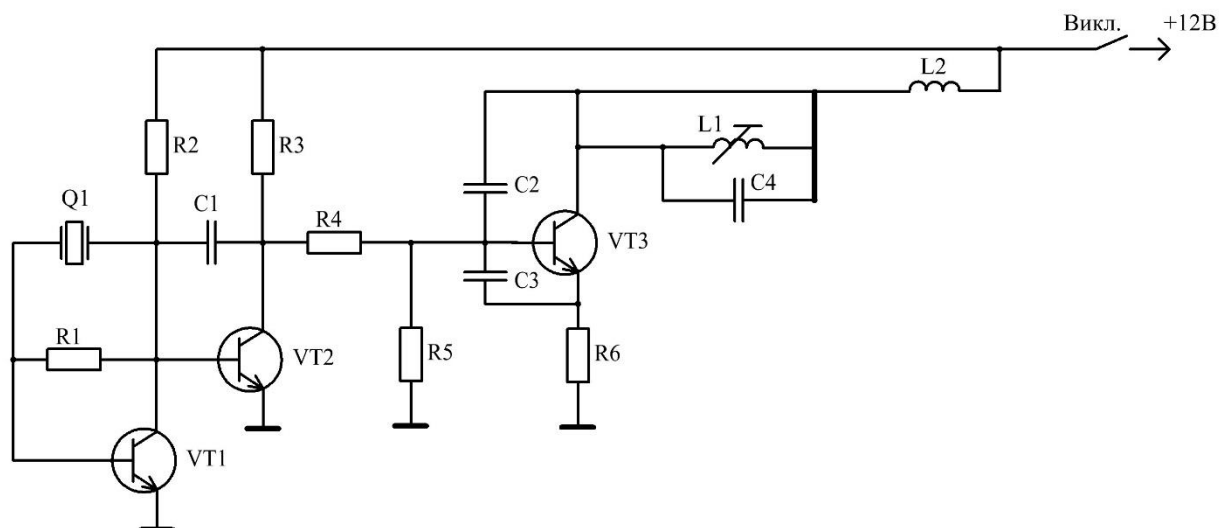


Рисунок 2.3 – Електрична схема передавального вузла

Підстроєна котушка L1 з броньовий сердечником всередині. Діаметр зовнішньої котушки 4 мм, намотування 5 витків посріблені дроту діаметром 0,8 мм.

L2 – дросель типу Д – 06 з індуктивністю 82 мГн.

Для збільшення дальності роботи до контакту антени на друкарській платі за допомогою відрізка дроту МГТФ – 0,8 (або аналогічного) припаюють телескопічну штирові антени для радіоприймачів (можна придбати в магазинах). Або, в крайньому випадку, що незрівнянно гірше використовувати в якості антени аналогічний штатному багатожильний провід довжиною 350 ... 400 мм, розпушивши на його кінці, як пелюстки квітки, тонкі провідники (діаметр «квітки» 60...80 мм).

Найбільша дальність роботи з телескопічною антеною (на практиці) буде в тому випадку, коли «телескоп» висунуть до середини, тобто на 350 ... 400 мм. Тепер за умови рекомендованої доопрацювання антени в пристрої передавача вдається отримати дальність роботи до 200 м в прямої видимості і дистанційно керувати механізмами, потужність яких обмежується параметрами виконавчого реле.

Знизу приведена електрична схема передавача, з додаванням кодера.

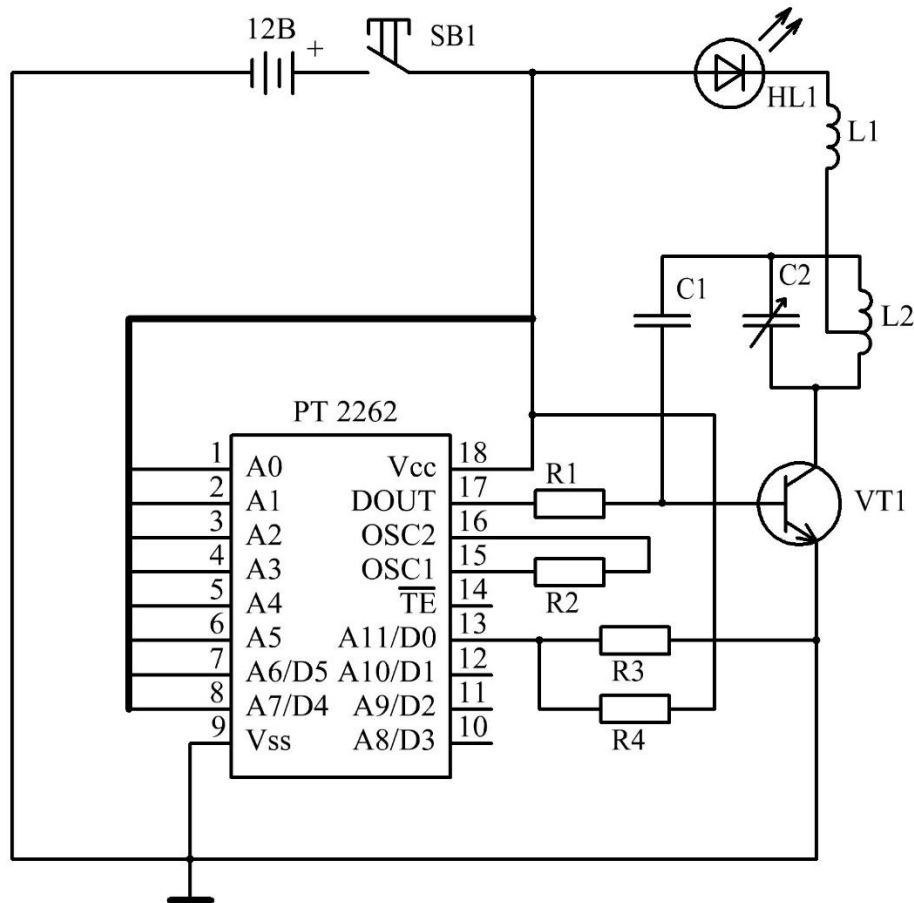


Рисунок 2.4 – Електрична схема передавача с додаванням кодера

Схема, завдання якої тільки є передача ідентифікаційного коду. При натисненні кнопки SB1 виведення 14 з'єднується з мінусом живлення і включає генерацію. Світлодіод служить для індикації передачі. Для завдання ідентифікаційного коду використовуються виведення 1 – 8, 10 – 13 (A0 – A11). Код задається комбінацією підключених провідників до 9 – го, 18 – го і непідключених. Напруга живлення – від 4 до 15 В.

2.3 Удосконалення приймального вузла

На рисунку 2.5 (внизу) представлена електрична схема приставки (додаткового пристрою) приймач бездротового дзвінка.

Паралельно лампі розжарювання EL1 підключають виконавчий механізм (на схемі не показаний). Лампа EL1 є додаткова світловим

індикатором роботи механізму, завдяки їй можна на відстані переконалися в тому, що команда від передавача отримав, дистанційне пристрій спрацював, и механізм включився.

Вихід приставки підключається до базової друкованої плати приймача радіодзвінка неекранованими дротами типу МГТФ – 0,4 (чи аналогічними), при цьому підключається загальний дріт (до мінуса живлення) і виведення 3 елементи мікросхеми DD1.1 (K561TM2) до виведення 2 мікросхеми CD4069BD (у деяких моделях D4069UBC). Аналоги цих мікросхем – КР1561ЛН4 і К561ЛН5.

При вступі радіосигналу від передавача (його тривалість – близько 2 із забезпечується передатчиком – брелком незалежно від тривалості дії на його кнопку) на виведенні 2 мікросхеми CD4069BD (U1) рівень сигналу змінюється з низького на високий. Висновки 6 і 7 мікросхем U2, що є генератором мелодій, підключені до малопотужної динамічної голівки.

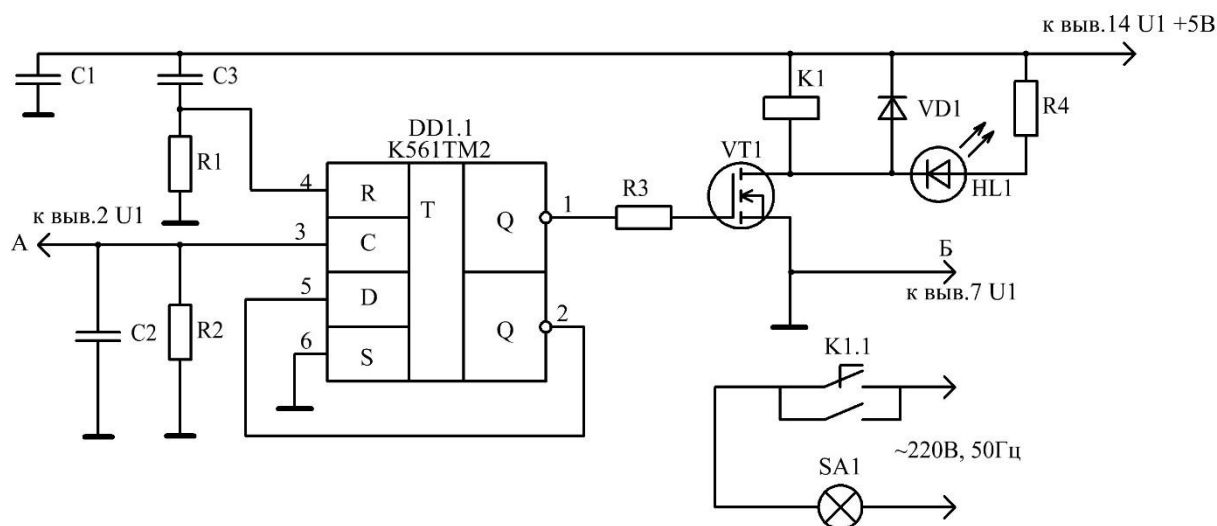


Рисунок 2.5 – Електрична схема приставки приймача безпроводного дзвінка

Таким чином, для того, щоб під час передачі сигналу по радіоканалу не включався мелодійний дзвінок, досить розірвати друкарський провідник від виведення 7 U2 до динамічного капсуля. Чи відпаяти один з провідників, що ведуть до нього.

Основою приставки є тригер на одному елементі популярної мікросхеми K561TM2. Не вдаючись до подробиць її роботи (про це написані багато статей), відмічу головне: в цій мікросхемі два D – тригера, що містять по два входи асинхронного управління S і R. Тригер перемикається по позитивному перепаду на тактовому вході Z (висновок 3 DD1.1). При цьому логічний рівень, присутній на вході D, передається на прямий вихід Q. При високому логічному рівні на вході скидання R тригер обнуляється. Напруга живлення може знаходитися в межах 5...9 В (про експеримент по збільшенню напруги живлення приймального вузла – нижче).

Тепер, знаючи роботу мікросхеми DD1.1, можна зрозуміти загальний принцип роботи приставки. При включенні живлення на вхід R DD1.1 в перший момент завдяки розрядженому конденсатору C2 поступає високий логічний рівень, який обнуляє тригер, на прямому виході Q встановлюється низький рівень напруги. Транзистор VT1 закритий, реле K1 знеструмлене, лампа EL1 не горить, виконавчий механізм не працює.

Приблизно через третину секунди (це обумовлено місткістю оксидного конденсатора C2 і опором резистора R1) перший зарядиться майже до напруги живлення, і рівень на вході R (висновок 4 DD1.1) зміниться на низький. Тепер тригер готовий до прийому сигналів по тактовому входу Z, що має, як впливає з схеми, низький початковий рівень.

Коли радіосигнал з передавача з приймального пристрою поступає на вхід Z мікросхеми DD1.1, від схеми дистанційного дзвінка поступає високий рівень напруги. Внаслідок цього тригер перекидається в інший стійкий стан – тепер на його прямому виході Q високий рівень напруги. Транзистор VT1 включає реле K1, а його контакти, у свою чергу, замикають електричний ланцюг живлення освітлювальної лампи EL1 і виконавчого механізму. У такому стані тригер знаходиться скільки завгодно довго, до наступного позитивного фронту імпульсу на вході Z, при вступі якого (наступного натиснення клавіші на пульті – передавачі) тригер переходить в початковий

стан – освітлювальна лампа EL1 гасне, механізм знеструмлюється і вимикається.

Ланцюг C2R1 забезпечує скидання тригера мікросхеми DD1 в початковий режим очікування при включенні живлення. Оксидний конденсатор C1 виконує функцію елемента, що фільтрує, по живленню. Діод VD1 перешкоджає кидкам зворотної напруги при включенні/виключенні реле.

Сумарна потужність коמוтованого навантаження залежить від параметрів електромагнітного реле K1 і в нашому випадку обмежується 350 Вт.

Оскільки кількість дискретних елементів приставки невелика, усі вони монтуються на ділянці перфорованої плати розмірами 30х40 мм і разом із сполучними дротами поміщаються в штатний корпус приймача дистанційного дзвінка у відсік для елементів автономного живлення. Для зменшення дії електричних перешкод бажано, щоб дроти, що сполучають пристрій з джерелом живлення і йдуть від реле K1 до виконавчого механізму, мали переріз не менше 1,5 мм і мінімальну довжину. [4].

З РОЗРАХУНКИ ЕЛЕМЕНТІВ ДОСЛІДЖУВАНИХ СХЕМ ДЗВІНКА

3.1 Принципова схема передавача

3.1.1. Параметри вихідного каскаду

Початкові дані:

- діапазон частот $f = 100 - 150$ МГц;
- вихідна потужність $P_H = 50$ Вт;
- коефіцієнт посилення по потужності $K_p = 3$.

Оскільки потрібно невисокий коефіцієнт посилення по потужності, то вибираємо схему підсилювача потужності з нульовим зміщенням між базою і емітером, яка дуже зручна в конструктивному відношенні і тому знаходимо широке застосування в транзисторних підсилювачах потужності.

Зробимо розрахунок електронного режиму. Згідно з методикою, запропонованою в [5], спочатку вимагається вибрати транзистор для забезпечення необхідних параметрів. За довідковими даними вибираємо транзистор КТ958А з параметрами:

$f_{гр} = 300$ МГц;	$P_{Kmax} = 85$ Вт;	$U_{Kmax} = 65$ В;
$E_K = 28$ В;	$S_K = 3,5$ А/В;	$r'_B = 1$ Ом;
$C_K = 180$ пФ;	$C_{\Sigma} = 2000$ пФ;	$L_B = 0,6$ нГн;
$\tau_K =$ нс;	$L_X = 1,6$ нГн;	$L_{\Sigma} = 0,49$ нГн.

Відсутні параметри будуть розраховані в подальшому за формулами
Додаткові дані:

$t_c = 25^0$ С;	$t_{n\ max} = 160^0$ С;	$f_p = 125$ МГц.
-----------------	-------------------------	------------------

Оцінімо можливість роботи транзистора з нульовим зміщенням.

Перша гармоніка колекторного струму в нульовому наближенні:

$$I_{K1}^0 = 0.25 \cdot S_K \cdot E_K (1 - \sqrt{1 - x}), \quad (3.1)$$

$$\text{де} \quad x = 16 \cdot \frac{P_H}{S_K E_K^2}, \quad (3.2)$$

$$x = 16 \cdot \frac{50}{3,5 \cdot 28^2} = 0,292 ,$$

$$I_{K1}^0 = 0,25 \cdot 3,5 \cdot 28 \cdot (1 - \sqrt{1 - 0,292}) = 3,885 \text{ (A)}.$$

Параметри нелінійної моделі транзистора при струмі $i_{Kcc} = I_{K1}^0$.

$$S_n = \frac{42,5 \cdot I_{K1}^0}{1 + 3,7 \cdot 10^{-3} \cdot t_n}, \quad (3.3)$$

$$S_n = \frac{42,5 \cdot 3,885}{1 + 3,7 \cdot 10^{-3} \cdot 160} = 58,018 \left(\frac{\text{A}}{\text{B}} \right),$$

$$r_\beta = \frac{\beta_0}{S_n} = \frac{30}{58,018} = 0,57 \text{ (Ом)}, \quad (3.4)$$

$$K_n = \left(1 + S_n \cdot r'_\beta + \frac{r'_B}{r_\beta} \right)^{-1}, \quad (3.5)$$

$$\text{де } r'_\beta = r'_B (1 + \beta_0)^{-1} = 1 \cdot (1 + 30)^{-1} = 0,032 \text{ (Ом)},$$

$$K_n = \left(1 + 58,018 \cdot 0,032 + \frac{1}{0,517} \right)^{-1} = 0,208 ,$$

$$S = K_n \cdot S_n = 0,28 \cdot 58,018 = 12,073 \text{ (A/B)}, \quad (3.6)$$

$$X = \frac{\omega_r \cdot L_\beta}{r'_B} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 300 \cdot 0,49 \cdot 10^6 \cdot 10^{-9}}{1} = 0,924, \quad (3.7)$$

$$\nu_S = \frac{f_{cp} \cdot S \cdot r'_B}{f_r} = \frac{125 \cdot 10^6 \cdot 12,073 \cdot 1}{300 \cdot 10^6} = 5,031, \quad (3.8)$$

$$\nu_{SL} = \nu_S (1 + X) = 5,031 \cdot (1 + 0,924) = 9,677 , \quad (3.9)$$

$$\nu_\beta = \frac{f_{cp} \cdot \beta_0}{f_r} = \frac{30 \cdot 125 \cdot 10^6}{300 \cdot 10^6} = 12,5 , \quad (3.10)$$

$$v_{\Theta} = 2 \cdot \pi \cdot f_{cp} \cdot r'_B \cdot C_{\Theta} = 2 \cdot 3,14 \cdot 125 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 2000 \cdot 10^{-12} = 1571 . \quad (3.11)$$

Розрахунки були приведені для f_{cp} :

$$f_{cp} = \frac{f_{max} + f_{min}}{2} = \frac{150 + 100}{2} = 125 \text{ (МГц)}. \quad (3.12)$$

Параметри α і коефіцієнт розкладання:

$$\alpha = v_{\Theta} / v_S = 1,571/5,031 = 0,312 , \quad (3.13)$$

$$\beta^{-1}(\theta, \alpha) = \frac{\alpha \cdot S \cdot E'_B}{I_{K1}^0} = \frac{0,312 \cdot 12,073 \cdot 0,7}{2,173} = 0,867 . \quad (3.14)$$

За графіками, наведеними в [5], знаходимо, що $\theta = 96^\circ$. При цьому вуглі $\gamma_1 = 0,566$, $\alpha_1 = 0,512$, $\alpha_0 = 0,337$, $\gamma_0 = 0,372$, $g_1 = 1,52$.

Висота імпульсу і перша гармоніка струму при $\theta = 96^\circ$ визначається так:

$$i_{kn} = S_K \cdot E_K \cdot Z , \quad (3.15)$$

$$\text{де } Z = 0,5 \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{x}{2 \cdot \alpha_1}} \right) = 0,5 \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{0,159}{2 \cdot 0,512}} \right) = 0,04(\text{Ом}), \quad (3.16)$$

$$i_{kn} = 3,5 \cdot 30 \cdot 0,04 = 4,24 \text{ (A)},$$

$$I_{K1} = \alpha_1 \cdot i_{kn} = 0,512 \cdot 4,24 = 2,101 \text{ (A)} . \quad (3.17)$$

Як бачимо, $I_{K1} \approx I_{K1}^0$ збігаються (в межах точності обчислень), значить транзистор може працювати в обраному режимі.

Максимум зворотної напруги на емітерний перехід:

$$U_{nmax} = \frac{i_{kn}}{\alpha \cdot S} \cdot \frac{1 + \cos\theta}{1 - \cos\theta} - E'_B, \quad (3.18)$$

$$U_{nmax} = \frac{4,24}{0,312 \cdot 12,073} \cdot \frac{1 + \cos 96^\circ}{1 - \cos 96^\circ} - 0,7 = 2,509 \text{ (В)},$$

$$U_{nmax} < U_{\Delta max} = 41 \text{ (В)}.$$

Розрахунок колекторної ланцюга. Коливальний напруга на колекторі:

$$U_{K\Delta} = \frac{2 \cdot P_H}{I_{0K1}} = \frac{2 \cdot 50}{3,802} = 26,129 \text{ (В)}, \quad (3.19)$$

$$E_K + U_{K\Delta} = 28 + 26,129 = 54,129 \text{ (В)}, \quad (3.20)$$

$$E_K + U_{K\Delta} < U_{Kmax} = 65 \text{ (В)}. \quad (3.21)$$

Провідність навантаження:

$$G_X = \frac{I_{K1}}{U_{K\Delta}} = \frac{3,802}{26,129} = 0,08 \text{ (См)}. \quad (3.22)$$

Постійна складова колекторного струму і потужність, споживана від джерела живлення по колекторній ланцюга:

$$I_{K0} = \frac{I_{K1}}{g1} = \frac{3,802}{1,74} = 2,185 \text{ (А)}, \quad (3.23)$$

$$P_0 = I_{K0} \cdot E_K = 2,185 \cdot 28 = 70,2 \text{ (Вт)}. \quad (3.24)$$

Електронний ККД колекторної ланцюга:

$$\eta_{\Delta} = \frac{P_H}{P_0} = \frac{50}{70,2} = 0,71. \quad (3.25)$$

Перевіримо правильність розрахунку:

$$\xi = 1 - Z = 1 - 0,065 = 0,935, \quad (3.26)$$

$$\eta_{\Theta} = 0,5 \cdot g_1 \cdot \xi = 0,56 \cdot 1,52 \cdot 0,935 = 0,71. \quad (3.27)$$

Розрахунок був проведений правильно.

Розрахунок h – параметрів транзистора.

Так як $v_{\beta} \gg 1$ то можна використовувати наближені формули:

$$h_{11B} = r'_B + r'_{\Theta} + 2 \cdot \pi \cdot f_r \cdot L_{\Theta} \cdot \gamma_1, \quad (3.28)$$

$$h_{11B} = 1,5 + 0,048 + 2 \cdot 3,14 \cdot 300 \cdot 10^6 \cdot 2,4 \cdot 10^{-9} = 4,109 \text{ (Ом)},$$

$$h_{11M} = \omega \cdot L_{\Theta} - \frac{(1 - \gamma_1)}{\omega \cdot C_{\Theta}}, \quad (3.29)$$

$$h_{11M} = 2 \cdot 3,14 \cdot 125 \cdot 2,4 \cdot 10^{-3} - \frac{1 - 0,57}{2 \cdot 3,14 \cdot 125 \cdot 550 \cdot 10^{-6}} = 0,88 \text{ (Ом)},$$

$$h_{11B} = -\omega \cdot C_K \cdot h_{11M} = -2 \cdot 3,14 \cdot 125 \cdot 2,4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,88 = -0,045, \quad (3.30)$$

$$h_{12M} = \omega \cdot C_K \cdot (h_{11M} - r_{\Theta 1}), \quad (3.31)$$

$$\text{где } r_{\Theta 1} = r'_6 \cdot C_{ka} / C_K = 25 / 62 = 0,385 \text{ (Ом)}, \quad (3.32)$$

$$h_{12M} = 2 \cdot 3,14 \cdot 125 \cdot 2,4 \cdot 10^{-3} \cdot (0,88 - 0,385) = 0,19,$$

$$\varphi_{12} = \arctg\left(\frac{h_{12M}}{h_{11B}}\right) = \arctg\left(\frac{0,19}{-0,045}\right) = 103,3^{\circ}, \quad (3.33)$$

$$|h_{12}| = \frac{h_{12M}}{\sin \varphi_{12}} = \frac{0,19}{\sin 103,3^{\circ}} = 0,195, \quad (3.34)$$

$$|h_{12}| = \frac{\gamma_1 f_r}{f} = \frac{0,57 \cdot 300 \cdot 10^6}{125 \cdot 10^6} = 1,358, \quad (3.35)$$

$$\varphi_{12} = \arctg v_{\beta} = -85,426^{\circ}, \quad (3.36)$$

$$h_{22B} = \omega_r \cdot C_K \cdot \gamma_1, \quad (3.37)$$

$$h_{22B} = 2 \cdot 3,14 \cdot 300 \cdot 10^6 \cdot 65 \cdot 10^{-12} \cdot 0,57 = 0,069 \text{ (См)},$$

$$h_{12M} = \frac{h_{12B}}{v_{\beta} + \omega C_K}, \quad (3.38)$$

$$h_{12M} = \frac{0,069}{12,5 + 2 \cdot 3,14 \cdot 125 \cdot 10^6 \cdot 65 \cdot 10^{-12}} = 0,057 \text{ (См)}.$$

Розрахуємо складові вхідного опору і уявну частину провідності навантаження:

$$R_{BX} = h_{11B} - \frac{|h_{12} \cdot h_{21B}|}{h_{22} + G_X}, \quad (3.39)$$

$$R_{BX} = 4,109 - \frac{0,195 \cdot 1,36 \cdot \cos(103 + 85)}{0,069 + 0,08} = 2,422 \text{ (Ом)},$$

$$X_{BX} = h_{11M} - \frac{(h_{12} \cdot h_{21M})}{h_{22B} + G_K}, \quad (3.40)$$

$$X_{BX} = 0,88 - \frac{0,195 \cdot 1,36 \cdot \sin(103 - 85)}{0,069 + 0,08} = 0,336 \text{ (Ом)},$$

$$B_K = -h_{22M} = -0,057 \text{ (См)}. \quad (3.41)$$

Коефіцієнт посилення по потужності і коефіцієнт стійкості.

$$K_p = \frac{|h_{21}|^2 \cdot G_K}{|h_{22B} + G_K| \cdot R_{BX}}, \quad (3.42)$$

$$K_p = \frac{1,358^2 \cdot 0,08}{|0,068 + 0,08| \cdot 2,422} = 2,9,$$

$$K_{yc} = \frac{2h_{11B}(h_{22B} + G_K)}{|h_{12} \cdot h_{21}|} - \cos(\varphi_{12} + \varphi_{21}), \quad (3.43)$$

$$K_{yc} = \frac{2 \cdot 4,109 \cdot (0,069 + 0,08)}{|0,195 \cdot 1,358|} - \cos(103 + 85) = 3,69.$$

Розрахунок базової ланцюга.

Потужність збудження і амплітуда вхідного струму:

$$P_{BI} = \frac{P_H}{K_p} = \frac{50}{2,9} = 17,241 \text{ (Вт)}, \quad (3.44)$$

$$I_{BI} = \sqrt{\frac{2 \cdot P_{BI}}{R_{BX}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 17,241}{2,42}} = 3,775 \text{ (А)}. \quad (3.45)$$

Сумарна потужність розсіювання :

$$P_{\text{рас}} = P_{\text{РК}} + P_{\text{БІ}} = 11,2 + 17,241 = 28,441 \text{ (Вт)}, \quad (3.46)$$

$$P_{\text{Кmax}} = \frac{(t_n - t_c)}{R_{nc}} = \frac{160 - 25}{1,4} = 96,429 \text{ (Вт)}, \quad (3.47)$$

$$P_{\text{рас}} = 28,441 < P_{\text{Кmax}} = 96,429.$$

Означає потужність, що розсіюється на транзисторі, не перевищує максимуму і транзистор не вийде з ладу.

3.1.2. Модулятор

Початкові дані:

- діапазон робочих частот $f_p = 500 - 750 \text{ кГц}$;
- девіація частоти $\Delta f = 500 \text{ Гц}$;
- діапазон модулюючих частот $F = 300 - 3400 \text{ Гц}$;
- коефіцієнт нелінійних спотворень $\text{КНС} = 1\%$.

Вибір схеми модулятора. Для отримання великої девіації частоти виберемо трьох контурний модулятор, схема якого запропонована в [6]. Оскільки діапазон моделюючих частот досить широкий, то, ймовірно, його доведеться розбити на декілька під діапазонів, наприклад на чотири. Розрахунок електронного режиму. Розбиваємо наш діапазон (485 – 575 кГц) на один під діапазону: 485 – 575 кГц; узявши на краях по 15 кГц запасу для того, щоб модулятор міг працювати і на краях діапазону.

Вибираємо з [7] варикап KB117A з параметрами:

$$C_K = 26 \dots 39 \text{ пФ},$$

$$E_K = 3\text{В},$$

$$U_{\text{обрmax}} = 25 \text{ В},$$

$$K_c = 7,$$

$$P_{\max} = 100 \text{ мВт.}$$

Оскільки модульовані частоти не дуже високі, то добротність варикапа висока, тобто втрати, що вносяться в контур, невеликі і на стабільність середньої частоти ніяк не впливають.

Варикап втрат в контур не вносить, а конструктивна добротність зазвичай досить велика, нехай $Q = 100$, а розрахована добротність контуру без втрат на декілька порядків ще вище, потрібна в модуляторі добротність має бути малою, близько 5, значить, вимагається ввести штучні втрати.

Отже, розбивши увесь діапазон на один під діапазон, розрахуємо контур:

$$C_{\text{ОВ}} = \frac{26 + 39}{2} \cdot 10^{-12} = 32,5 \text{ (пФ)}. \quad (3.48)$$

Діапазон 485 – 575 кГц:

$$f_{\text{ср1}} = \frac{575 + 485}{2} \cdot 10^3 = 530 \text{ (кГц)}, \quad (3.49)$$

$$L_1 = \frac{1}{(2\pi \cdot f_{\text{ср1}})^2 \cdot C_{\text{ОВ}}}, \quad (3.50)$$

$$L_1 = \frac{1}{(2 \cdot 3,14 \cdot 530 \cdot 10^3)^2 \cdot 32,5 \cdot 10^{-12}} = 2775 \text{ (мГн)}.$$

Вибираємо $L_1 = 3 \text{ мГн}$;

$$Q_{\text{реал}} = \frac{\sqrt{\frac{L_1}{C_{\text{ОВ}}}}}{r_n} = \frac{\sqrt{\frac{3 \cdot 10^{-3}}{32,5 \cdot 10^{-12}}}}{1} = 9,608 \cdot 10^3, \quad (3.51)$$

де $r_n = 1$ вибрано умовно.

Вибираємо:

$$U_m = E_K - 0,1 = 3 - 0,1 = 2,9 \text{ (В)}. \quad (3.52)$$

Тоді отримаємо, що

$$C_{B1} = C_{B0} + E_K \cdot dC - dC \cdot U', \quad (3.53)$$

$$\text{де} \quad dC = \frac{C_{B0} - \frac{C_{B0}}{K_C}}{E_{K\text{max}} - E_K}, \quad (3.54)$$

$$dC = \frac{32,5 \cdot 10^{-12} - \frac{32,5 \cdot 10^{-12}}{7}}{25 - 3} = 1,266 \cdot 10^{-12} \text{ (пФ)},$$

$$U' = U_m + E_K = 3 + 2,9 = 5,9 \text{ (В)}, \quad (3.55)$$

$$C_{B1} = 32,5 \cdot 10^{-12} + 3 \cdot 1,266 \cdot 10^{-12} - 1,266 \cdot 10^{-12} \cdot 5,9 = 28,8 \cdot 10^{-12} \text{ (пФ)},$$

$$\frac{C_{B1}}{U_m} = C_{\text{ОВ}} \pm \Delta C_B = 32,5 \pm 3,67 \text{ (пФ)}. \quad (3.56)$$

Розрахуємо зміну частоти (фази) при зміні ємності варикапа, розрахованого вище:

Діапазон:

$$Q_{x1} = \frac{f_{\text{cp}}}{f_{\text{max}} - f_{\text{min}}} = \frac{530}{575 - 485} \cdot 10^3 = 4,47, \quad (3.57)$$

$$dF_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_{B1}}} - f_{cp1} = (281,4 - 265) \cdot 10^3 = 16,4 \text{ (кГц)}, \quad (3.58)$$

$$\Delta\varphi = 2Q_{K1} \cdot dF_1 \cdot \frac{N}{f_{cp1}} = 2 \cdot 4,47 \cdot 16,4 \cdot 10^3 \cdot \frac{3}{265 \cdot 10^3} = 93,8^\circ, \quad (3.59)$$

де $N = 3$ – число контурів в одному піддіапазоні.

Для підтримки однакою девіації частоти потрібно підтримувати однакою добротність контурів. Для цієї мети вводимо підрядковий опір – втрати в контурі. Номінали їх визначимо, виходячи з міркування, що

$$Q_{ш} = \frac{Q_{кон}}{1 + \frac{R_{оек}}{R_{ш}}}. \quad (3.60)$$

Нехай для всіх контурів однакою $Q_{кон} = 100$ – конструктивна добротність, то

$$R_{ш} = \frac{R_{оек}}{K - 1}, \quad (3.61)$$

де $K = \frac{Q_{кон}}{Q_{ш}},$

$$R_{оек} = 2\pi \cdot f_{cp} L_K \cdot Q_{кон}, \quad (3.62)$$

$$R_{оек} = 2 \cdot 3,14 \cdot 360 \cdot 10^3 \cdot 11 \cdot 10^{-3} \cdot 100 = 2,5 \text{ (МОм)},$$

$$K = \frac{100}{4,47} = 22,4,$$

$$R_{ш} = \frac{2,5}{22,4} = 117 \text{ (кОм)},$$

тобто $R_{ш}$ потрібно не нижче 11 кОм. Візьмемо його в два рази більше і виберемо з ряду $R_{ш} = 240 \text{ (кОм)}, R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_{ш} = 240 \text{ (кОм)}$.

Напруга зсуву подається через $R_{д1} - R_{д2}$. Нехай $U_n = 10 \text{ (В)}, I_d = 0,77 \text{ (мА)}$, тоді отримуємо:

$$R_C = R_{д1} + R_2 = \frac{U_n}{I_d} = 13 \text{ (кОм)} , \quad (3.63)$$

$$E_{см} = E_k = 3 \text{ (В)},$$

$$R_{д2} = \frac{E_{см}}{I_d} = \frac{3}{0,77} = 3,9 \text{ (кОм)}, \quad (3.64)$$

$$R_{д1} = R_C - R_{д2} = 13 - 3,9 = 9,1 \text{ (кОм)} . \quad (3.65)$$

Так як $R_{д2} = 3,9 \text{ (кОм)}$, то $R_{в2} = 3 \cdot R_{д2} = 3 \cdot 3,9 \cong 12 \text{ (кОм)}$.

$R_{в2}$ зашунтований конденсатором $C1 = 1 \text{ (мкФ)}$.

Номінали в другому і третьому блоці аналогічні першому, блоки розділені конденсаторами. $C_{p1} = C_{p2} = C_{p3} = C_{p4} = 100 \text{ (мкФ)}$.

3.1.3 Задаючий генератор

Початкові дані:

- частота генератора $f_{гр} = 1000 \text{ кГц}$;
- стабільність частоти $\frac{\Delta f}{f} = 10^{-6}$;
- вихідна потужність $P_n = 0,1 \text{ мВт}$.

Вибираємо схему. В якості задаючого генератора вибираємо кварцевий автогенератор, який може забезпечити необхідну стабільність частоти. Вибираємо варіант схеми, в якій кварцевий резонатор грає роль індуктивності.

Зробимо розрахунок електронного режиму згідно з методикою, запропонованою в [8], з довідника [7] вибираємо транзистор КТ3102Г з параметрами:

$\beta_0 = 500;$	$f_{гр} = 300 \text{ МГц};$	$U' = 0,3 \text{ В};$
$r'_6 = 1 \text{ Ом};$	$P_{к max} = 250 \text{ мВт};$	$U_{кэ max} = 20 \text{ В};$
$C_K = 6 \text{ пФ};$	$\tau_K = 100 \text{ нс};$	$I_{к max} = 100 \text{ мА}.$

Задамося параметрами $i_{\text{КТ}} = 10 \text{ мА}$: потрібно потужність в навантаженні $P_{\text{н}} = 0,1 \text{ мВт}$.

Вибираємо кварцевий резонатор з параметрами:

$$f_{\text{кэ}} = 500 \text{ кГц}; \quad P_{\text{кэ.д.}} = 2 \text{ мВт}; \quad \theta_{\text{кэ}} = 10^6.$$

Виходячи з рекомендацій, запропонованих в [8], вибираємо $\gamma_1(\theta) = 0,2$, що відповідає $\theta = 60^\circ$, а також виберемо $U_{\text{к0}} = 5 \text{ В}$, виходячи з вимоги:

$$U_{\text{к0}} \leq (0,3..0,5)U_{\text{кэ max}}.$$

На вимогу до стабільності частоти параметр α вибираємо: $\alpha = 0,1 \leq 0,25$.

Розрахуємо потужність:

$$P_1 = P_{\text{н}} + P_{\text{кэ}} = P_{\text{н}} + \frac{P_{\text{н}}}{\alpha} = 0,1 + \frac{0,1}{0,1} = 1,1 \text{ (Вт)}. \quad (3.66)$$

Вона не повинна бути менше $P_{\text{кэ.д.}}$, що ми і отримали.

Виробляємо апроксимацію параметрів транзистора:

$$S_n = 15i_{\text{КТ}} = 15 \cdot 10 = 0,15 \left(\frac{\text{А}}{\text{В}} \right), \quad (3.67)$$

$$r_{\beta} = \frac{\beta_0}{S_n} = \frac{500}{0,15} = 3,3 (\text{кОм}), \quad (3.68)$$

$$f_s = \frac{f_{\text{гр}}}{S \cdot r'_6} = \frac{300 \cdot 10^6}{0,15 \cdot 1} = 200 \text{ (МГц)}, \quad (3.69)$$

$$S = \beta_0(r'_6 + r_{\beta})^{-1} = 500(1 + 3300)^{-1} = 0,15 \left(\frac{\text{А}}{\text{В}} \right). \quad (3.70)$$

Знайдемо нормовану частоту Ω_{δ} :

$$\Omega_{\delta} = \frac{f_{\text{кэ}}}{f_s} = \frac{500 \cdot 10^3}{200 \cdot 10^6} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ (Гц)} . \quad (3.71)$$

Розраховуємо коливальну систему.

Знайдемо параметр X:

$$X = i_{\text{кт}}^2 \cdot \gamma_1(\theta) \cdot (2P_{\text{кэ}} \cdot S(1 - \cos\theta)^2(1 + \alpha))^{-1} , \quad (3.72)$$

$$X = (10 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 0,2 \cdot (2 \cdot 1 \cdot 0,5(1 + 0,1))^{-1} = 0,121 ,$$

$$\tau_0 = \omega_{\text{к}} C_0 r_{\text{к}} , \quad (3.73)$$

$$\tau_0 = 2 \cdot 3,14 \cdot 500 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^{-12} \cdot 10 = 1,6 \cdot 10^{-4}$$

Знаходимо ємність C_{13} :

$$C_{13} = \omega_{\text{кэ}}^{-1} \left\{ \left[X S_1 (1 + 2 \cdot \tau \cdot \Omega_{\delta}) r_{\text{к}}^{-1} (1 + \alpha)^{-1} (1 + \Omega_{\delta}^2)^{-1} \right]^{0,5} - \omega_{\text{к}} C_0 \right\}, \quad (3.74)$$

$$C_{13} = (2 \cdot 3,14 \cdot 500 \cdot 10^3)^{-1} \{ [0,121 \cdot 0,03(1 + 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-4} \cdot 2,5 \cdot 10^{-3}) 10^{-1} (1 + 0,1)^{-1} (1 + (2,5 \cdot 10^{-3})^2)^{-1}]^{0,5} - 2 \cdot 3,14 \cdot 5 \cdot 10^5 \} = 5,78 \cdot 10^{-9} \text{ (Ф)},$$

$$\text{де } S_1 = S \cdot \gamma(\theta) = 0,15 \cdot 0,2 = 0,03 \left(\frac{A}{B} \right).$$

Знаючи C_{13} , знаходимо:

$$C_2 = \frac{C_{13}}{X} = \frac{5,78 \cdot 10^{-9}}{0,121} = 47,7 \text{ (пФ)}, \quad (3.75)$$

$$C_1 = \frac{C_{13}}{1 - \frac{1}{\omega_{\text{кэ}}^2 C_1 L_1}} = \frac{5,78 \cdot 10^{-9}}{1 - \frac{1}{5}} = 11,6 \text{ (нФ)}, \quad (3.76)$$

де $\omega_{\text{кэ}}^2 C_1 L_1 = 2$ – потрібне умова для збудження коливань на заданій частоті.

При відомому C_1 визначаємо L_1 :

$$L_1 = \frac{2}{\omega_{кз}^2 C_1} = \frac{2}{(2 \cdot 3,14 \cdot 500 \cdot 10^3)^2 \cdot 11,6 \cdot 10^{-9}} = 17,5 \text{ (мкГн)}, \quad (3.77)$$

Знайдемо нестабільність частоти кварцового генератора:

$$\nu = [X_1(1 + X) + \Omega_\delta r_k][2 \cdot \tau_0 \cdot X_1(1 + X) + (\tau_0 \cdot \Omega_\delta - 1)r_k]^{-1}, \quad (3.78)$$

$$\text{де } X_1 = -\frac{1}{\omega_k C_{13}} = -\frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 500 \cdot 10^3 \cdot 5,8 \cdot 10^{-3}} = -5,5, \quad (3.79)$$

$$X_2 = -\frac{1}{\omega_k C_2} = -\frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 500 \cdot 10^3 \cdot 47,7 \cdot 10^{-3}} = -6,67, \quad (3.80)$$

$$\nu = [-5,5(1 + 0,121) + 2,5 \cdot 10^{-3} \cdot 10][2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-4} \cdot (5,5(1 + 0,121) + 1,6 \cdot 10^{-4} \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} - 1)10]^{-1} = 6,16.$$

Стабільність частоти:

$$\frac{\Delta f}{f_{кз}} = \frac{\nu}{2Q_{кз}} = \frac{6,16}{2 \cdot 10^6} = 3 \cdot 10^{-6}. \quad (3.81)$$

Розрахунок режиму роботи транзистора:

$$I_{к0} = \alpha_0(\theta)i_{кт} = 0,22 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,0022 \text{ (А)}, \quad (3.82)$$

$$I_{к1} = \alpha_1(\theta)i_{кт} = 0,33 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,0039 \text{ (А)}, \quad (3.83)$$

Амплітуда:

$$U_{кз} = \frac{2P_1}{I_{к1} \cos \varphi_k}, \quad (3.84)$$

$$\cos \varphi_k = [1 + (S_1 X_2 + \Omega_\delta)^2]^{-0,5}, \quad (3.85)$$

$$\cos \varphi_k = [1 + (0,03 \cdot (-6,7) + 2,5 \cdot 10^{-3})^2]^{-0,5} = 0,980,$$

$$U_{кэ} = \frac{2 \cdot 1,1 \cdot 10^{-3}}{0,0039 \cdot 0,98} = 0,553 \text{ (В)}.$$

Визначимо напругу збудження:

$$U_B = \frac{I_{к1}}{S_f(1 - \cos\theta)} \quad , \quad (3.86)$$

де $S_f = S(1 + \Omega_\delta^2)^{-0,5} = 0,15(1 + (2,5 \cdot 10^{-3})^2)^{-0,5} = 0,15$,

$$U_B = \frac{0,0039}{0,15(1 - \cos 60^\circ)} = 0,13 \text{ (В)}.$$

Потужність, споживана від джерела колекторного живлення P_0 :

$$P_0 = I_{к0} \cdot U_{к0} = 0,0022 \cdot 5 = 0,011 \text{ (Вт)} . \quad (3.87)$$

Потужність, що розсіюється $P_{\text{рас}}$:

$$P_{\text{рас}} = P_0 - P_1 = 0,011 - 0,001 = 0,01 \text{ (Вт)}. \quad (3.88)$$

Перевіряємо виконання умови:

$$P_{\text{рас}} \leq P_{\text{рас.гр}} ,$$

$$0,01 \leq 0,25.$$

Базовий струм:

$$I_6 = \frac{I_{к0}}{\beta_0} = \frac{0,0022}{500} = 4,4 \cdot 10^{-6} . \quad (3.89)$$

Напруга зсуву:

$$U_{B0} = U' + U_B \left[\gamma_0(\theta)(1 + \Omega_\delta^2)^{-0,5} - \gamma_0(\pi - \theta) \right] , \quad (3.90)$$

$$U_{B0} = 0,3 + 0,13[0,11(1 + (2,5 \cdot 10^{-3})^2)^{-0,5} - 0,61] = 0,235 \text{ (В)}.$$

Вибираємо автозміщення для транзистора:

$R_3 = 300 \text{ Ом}$, а також $R_6 = 300 \text{ Ом}$, тоді отримуємо:

$$U_K = U_{K0} + (I_K + I_6)R_3 = 5 + (0,0022 + 4,4 \cdot 10^{-6}) \cdot 300 = 5,67 \text{ (В)} , \quad (3.91)$$

$$U_{ЭК} = U_{B0} + (I_K + I_6)R_3 + I_6R_6 , \quad (3.92)$$

$$U_{ЭК} = 0,235 + (0,0022 + 4,4 \cdot 10^{-6}) \cdot 300 + 4,4 \cdot 10^{-6} \cdot 300 = 0,896 \text{ (В)}.$$

Вибираємо ланцюги зміщення. Нехай струм діляника :

$$I_d = 5I_6 = 5 \cdot 4,4 \cdot 10^{-6} = 22 \cdot 10^{-6} \text{ (А)}. \quad (3.93)$$

Отримуємо:

$$R_1 = \frac{U_K - U_{ЭК}}{I_d} = \frac{5,67 - 0,896}{22 \cdot 10^{-6}} = 2,166 \cdot 10^5 \text{ (Ом)}, \quad (3.94)$$

$$R_1 = \frac{U_{ЕК}}{I_d - I_6} = \frac{0,896}{(22 - 4,4) \cdot 10^{-6}} = 5,1 \cdot 10^8 \text{ (Ом)} . \quad (3.95)$$

Блокувальну ємність $C_{бл1}$ розраховуємо з міркування, що її опір на робочій частоті має бути якомога менше. Візьмемо $C_{бл1} = 10 \text{ мкФ}$, тоді

$$r_{бл} = \frac{1}{2\pi \cdot f_{cp} C_{бл1}} = 0,03 \text{ (Ом)} . \quad (3.96)$$

Другу блокувальну ємність беремо того номіналу: $C_{бл2} = 10 \text{ мкФ}$.

3.2 Структурна схема приймача

3.2.1 Смуги пропускання

Смуга пропускання приймача:

$$\Delta f_{\Pi} = \Delta f_{\text{сп}} + \Delta f_{\text{нест}},$$

де $\Delta f_{\text{сп}}$ – ширина спектра сигналу,

$\Delta f_{\text{нест}}$ – нестабільність сигналу.

Діапазон модулюючи частот $F_{\text{макс}} = 3400$ Гц, $F_{\text{мін}} = 300$ Гц, середня девіація частоти сигналу $\Delta f = 75$ кГц, тоді індекс модуляції:

$$\psi = \frac{\Delta f}{F_{\text{макс}}} = \frac{75000}{3400} = 22,059, \quad (3.97)$$

$$\Delta f_{\text{сп}} = 2F_{\text{макс}}(1 + \psi + \sqrt{\psi}) , \quad (3.98)$$

$$\Delta f_{\text{сп}} = 2 \cdot 3400 \cdot (1 + 22,059 + \sqrt{22,059}) = 1,887 \cdot 10^5 \text{ Гц} .$$

Нестабільність сигналу на приймальній стороні визначається нестабільністю джерела на передавальній стороні, кроком сітки частот і нестабільністю частоти гетеродину.

$$\Delta f_{\text{нест}} = 2\sqrt{(v_c f_c)^2 + (v_r f_r)^2 + \Delta f_r^2} , \quad (3.99)$$

$$\Delta f_{\text{нест}} = 2\sqrt{(10^{-6} \cdot 68 + 10^6)^2 + (10^{-6} \cdot 68 + 10^6)^2 + 10^8} = 2 \cdot 10^4 \text{ (Гц)},$$

якщо крок сітки частот гетеродина прийняти рівним 10 кГц, частоту гетеродину – приблизно рівній частоті сигналу, і відносні нестабільності генераторів на передавальній і приймальній сторонах близько 10^{-6} .

Тоді ширина смуги пропускання приймача:

$$\Delta f_{\Pi} = \Delta f_{\text{сп}} + \Delta f_{\text{нест}} = 1,887 \cdot 10^5 + 2 \cdot 10^4 = 2,087 \cdot 10^5 \text{ (Гц)} . \quad (3.100)$$

Коефіцієнт розширення :

$$k_p = \frac{\Delta f_{\Pi}}{\Delta f_{\text{сп}}} = \frac{2,087 \cdot 10^5}{1,887 \cdot 10^5} = 1,106 . \quad (3.101)$$

Коефіцієнт перекриття діапазону:

$$k_d = \frac{f_{\text{с_макс}}}{f_{\text{с_мін}}} = \frac{68 \cdot 10^6}{50 \cdot 10^6} = 1,36 . \quad (3.102)$$

Коефіцієнт досить малий, тому розбиття на піддіапазони робити не будемо. Перебудова приймача робитиметься за допомогою конденсатора змінної місткості.

3.2.2 Вибір проміжної частоти

Пригнічення сусіднього каналу має бути:

$$\sigma_c = 10^{\frac{36}{20}} = 63,09.$$

При цьому коефіцієнт прямокутності складе:

$$K_{\text{пс}} = \frac{2\Delta f_c}{\Delta f_n} = \frac{2 \cdot 300 \cdot 10^3}{2,087 \cdot 10^5} = 2,874 , \quad (3.103)$$

де, розлад до сусіднього каналу $\Delta f_c = 300$ кГц . З таблиці [9, стр.28] вибираємо схему ППЧ, що відповідає заданому коефіцієнту прямокутності. Це

трьох каскадний ППЧ з пов'язаними парами контурів при критичному зв'язку. З тієї ж таблиці функція $\psi_{\text{пч}} = 1,09$. Прийmemo конструктивну добротність контурів ППЧ рівною 150, тоді навантажена добротність $Q_{\text{эпч}} = 150 / 3 = 50$. Для задоволення умови пригнічення сусіднього каналу проміжна частота має бути менша або рівна:

$$f_{\text{пр2}} = \Delta f_{\text{н}} Q_{\text{эпч}} \psi_{\text{пч}} = 2,087 \cdot 10^5 \cdot 50 \cdot 1,09 = 11,38 \cdot 10^6 \text{ Гц} . \quad (3.104)$$

Одночасно проміжна частота повинна забезпечувати задоволення умови придушення дзеркального каналу прийому. Повинно забезпечуватися придушення дзеркального каналу на 46 дБ, або, при перерахунку в рази, $\sigma_3 = 10^{\frac{46}{20}} = 199,526$. Для цієї мети вибираємо однокаскадний ($n_c=1$) ПРЧ з простою резонансної коливальної системою. З таблиці [9, стор.28] знаходимо $\psi = 1,56$. Прийmemo конструктивну добротність вхідного ланцюга дорівнює 150, тоді навантажена добротність $\sigma_3 = 10^{\frac{46}{20}} = 199,526$. Проміжна частота повинна бути більше або дорівнює:

$$f_{\text{пр1}} = 0,5f_{\text{с_макс}} B = 0,5 \cdot 68 \cdot 10^6 \cdot 0,151 = 5,126 \cdot 10^3 \text{ Гц}, \quad (3.105)$$

$$\text{де } B = \frac{c + \sqrt{c^2 + 4}}{2} - 1 = \frac{0,282 + \sqrt{0,282^2 + 4}}{2} - 1 = 0,15, \quad (3.106)$$

$$c = \frac{1}{Q_{\text{эвц}}} \sqrt{\sigma_3^{\frac{2}{n_c+1}} - 1} = \frac{1}{50} \sqrt{199,52^{\frac{2}{2}} - 1} = 0,282 . \quad (3.107)$$

Також необхідно перевірити відсутність істотного впливу контурів преселектора загальну смугу пропускання приймача. Повинно виконуватися нерівність

$$Q_{\text{эвц}} = 50 \leq \frac{f_{\text{с_мин}}}{3\Delta f_{\text{п}}\psi} = \frac{50 \cdot 10^6}{3 \cdot 2,087 \cdot 10^5 \cdot 1,56} = 51,183 . \quad (3.108)$$

Нерівність виконується. Відповідно до розрахунком вибираємо стандартну проміжну частоту $f_{\text{пр}} = 10,7$ МГц.

Необхідно провести перевірку на придушення каналу прямого проходження узагальнені розлади:

$$X_{\text{пр}} = \frac{2(f_{\text{с_мин}} - f_{\text{пр}})}{f_{\text{с_мин}}} Q_{\text{эвц}} = \frac{2(50 \cdot 10^6 - 10,7 \cdot 10^6)}{50 \cdot 10^6} \cdot 50 = 78,6. (3.109)$$

Пригнічення каналу прямого проходження для простого коливального контуру:

$$\sigma_{\text{nn}} = X_{\text{пр}}^{n_c+1} = 78,6^2 = 6177,96 \quad . \quad (3.110)$$

4 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЗВІНКА

Повний варіант програми (лістинг) приведений в додатку А. Нижче будуть розглянуті окремі підпрограми і приведені алгоритми цих підпрограм.

4.1 Загальні принципи і методи кодування

Особливістю радіоліній в порівнянні з кабельними лініями є підвищений рівень перешкод і спотворень переданого сигналу. При цифровій передачі даних результатом цього є помилкові рішення приймальної сторони відносно значення переданого символу. Для виявлення і виправлення виникаючих помилок застосовується завадостійке кодування, суть якого зводиться до введення надмірності в передане повідомлення. У двійковому випадку кожному повідомленню з k інформаційних біт зіставляється кодове слово завдовжки $n > k$ біт (символів) згідно з деяким правилом кодування.

Найважливішою характеристикою коду є швидкість передачі

$$R_K = k \cdot n. \quad (4.1)$$

Оскільки для без надлишкового коду $R_K = 1$, то (4.1) показує, за рахунок якого зниження швидкості передачі досягається необхідна достовірність прийому. Тому основне завдання побудови хорошого коду полягає в мінімізації надмірності, що гарантує необхідну якість передачі.

Можливі випадки, коли біти передаваного повідомлення нерівноцінні по мірі впливу їх спотворень на відновлюване повідомлення. При цьому розумно окремо закодувати групи інформаційних бітів, відводячи велику надмірність групам з більшою відповідальністю. Так, для мовного кодека виділяються і захищаються кодом старші розряди коефіцієнтів періодів основного тону, коефіцієнтів посилення (всього 30 з 137 біт). Для захисту інших біт вводиться значно менше число надмірних символів.

Завадостійке кодування інакше називається каналним кодуванням, оскільки призначається для нейтралізації каналних перешкод. У системах мобільного зв'язку каналне кодування виконується в кілька етапів, як показано на рисунку 4.1.

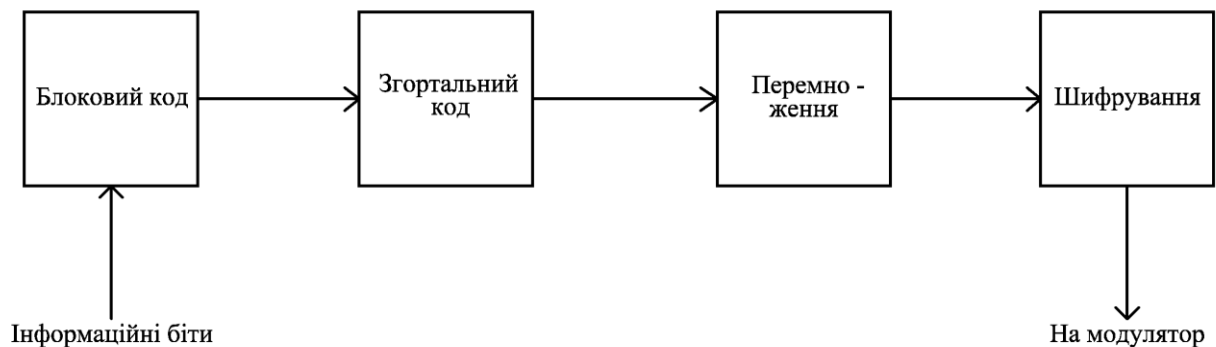


Рисунок 4.1 – Канальне кодування

Залежно від важливості логічних каналів для них передбачаються різні набори зазначених процедур, різні типи кодів і їх параметри.

Зазвичай повний набір процедур містять канали трафіку і синхронізації. У блокових (блокових) кодах k символів джерела зіставляється кодове слово з n символів. У згортальних кодуєма послідовність не розбивається на блоки. Крім того, виділяють систематичні (роздільні) коди, в словах яких можна вказати позиції з символами повідомлення, і несистематичні, кодові слова яких не володіють цією властивістю.

4.1.1 Блокові коди

Блоковий код – тип каналного кодування. Він збільшує надмірність повідомлення так, щоб в приймачі можна було розшифрувати його з мінімальною (теоретично нульовою) похибкою, за умови, що швидкість передачі інформації (кількість передавальної інформації в бітах в секунду) не перевищила б каналну продуктивність.

Бінарні блокові коди найчастіше розглядаються в припущенні, що джерело без надмірності, формуючий k – бітові блоки $\hat{A} = (\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_k)$ двійкових символів $\hat{a}_i = 0, 1$ з рівною імовірністю $1/M$, де $M = 2^k$, а для передачі використовується двійковий симетричний канал (ДСК) без пам'яті, спостереженням на виході якого є вектор $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n) = C + E$, где $\tilde{N} = (\tilde{n}_1, \tilde{n}_2, \dots, \tilde{n}_n)$ – кодовий вектор (кодове слово), а $\hat{A} = (\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_n)$ – вектор помилок з незалежних компонентів. При цьому елементи $y_i, s_i, \hat{a}_i$ – згаданих векторів набувають двійкових значень 0 і 1, а символ "+" усюди в цьому розділі означає по елементно підсумовування по модулю два. У ДБК вірогідність появи конкретного вектору помилки $\hat{A}$ зростає при збільшенні кратності помилки t (тобто числа 1 у векторі $\hat{A}$, або, що рівносильно, числа спотворених символів в переданому кодовому векторі). Тому оптимальною (максимально правдоподібною) стратегією декодування виявляється правило мінімальної відстані Хеммінга згідно з яким прийнятий вектор Y повинен декодуватися в найближчий до нього, по Хеммінгу, кодовий вектор C . Нагадаємо, що в двійковому випадку відстань Хеммінга між Y і C є просто число одиниць серед елементів вектору $Y + C$.

Під терміном код розуміється множина з M кодових слів. Відмітимо, що для довільного коду з великим числом слів реалізація оптимального правила декодування може виявитися надзвичайно витратною в апаратно програмному відношенні. З – за існування досить простих алгоритмів декодування найбільше застосування знаходять лінійні коди, що є лінійними підпросторами. У системах мобільного зв'язку, зокрема, знайшли застосування лінійні коди Хеммінга, Коди Боуза – Чоудхурі – Хоквінгема (БЧХ – коди), Голея, Рида – Маллера, Рида – Соломона (РС).

Головна характеристика блокового коду полягає в тому, що це – каналний код фіксованої довжини (на відміну від такої схеми кодування джерела даних, як код Гаффмана, і у відмінність таких методів каналного кодування, як конволюційне кодування («згортальне» кодування)).

Зазвичай, система блокового кодування отримує на вході k – знакове кодове слово w , і перетворює його в n – знакове кодове слово c (W). Це кодове слово і називається блоком.

4.1.2 Згорткові коди

Згорткові коди відносяться до безперервних рекурентних код. Кодове слово є згортою відгуку лінійної системи (кодера) на вхідну інформаційну послідовність. Тому згорткові коди є лінійними, для яких сума будь – яких кодових слів також є кодовою послідовністю.

Обмежимося нижче розглядом лише найбільш характерних (базових, або материнських) для мобільного зв'язку згортальних кодів зі швидкостями виду $RK = 1/n_0$, де n_0 – деяке натуральне число. Послідовність символів такого згортального коду складається з елементарних блоків завдовжки n_0 , причому n_0 символів поточного блоку (що займають реальний час, що відповідає одному інформаційному біту) є лінійною комбінацією поточного інформаційного біта і m передуючих. Значення m визначає пам'ять коду, а параметр $m + 1$ називається завдовжки кодового обмеження. Якщо один (наприклад, перший) з n_0 символів поточного блоку повторює поточний інформаційний біт, код називається систематичним.

Способи завдання згортальних кодів багато в чому співпадають з використовуваними для лінійних блокових. Одним з основних є опис згортального коду набором n_0 многочленів, що породжують. Кожен многочлен встановлює закон формування одного з n_0 символів в групі і має міру, m , що не перевищує. Ненульові коефіцієнти полінома, що породжує, прямо вказують, які з інформаційних символів (включаючи поточний і m попередніх) входять в лінійну комбінацію, що дає цей символ коду. Многочлени хороших згортальних кодів, що породжують, знайдені перебором і табульовані.

Дуже важливим з точки зору розуміння алгоритмів кодування і декодування інструментом опису згортальних кодів є кодова решітка, сенс якої повинен бути ясний з такого прикладу.

Нехай несистематичний згортальний код із швидкістю $R_k = 1/2$ і кодовим обмеженням $m + 1 = 3$ задається многочленами $g_1(x) = x^2 + x + 1$ та $g_2(x) = x^2 + 1$, що породжують.

Це означає, що перший з двох символів кожного двох символного блоку є лінійною комбінацією (сумою по модулю 2) поточного і двох попередніх інформаційних бітів, тоді як другий виходить складанням по модулю 2 поточного інформаційного біта з тим, який надійшов від джерела двома тактами раніше.

Схема кодера наведена на рисунку 4.2. Зауважимо, що при одному з многочленів, що дорівнює одиниці, вийшов би систематичний згортковий кодування.

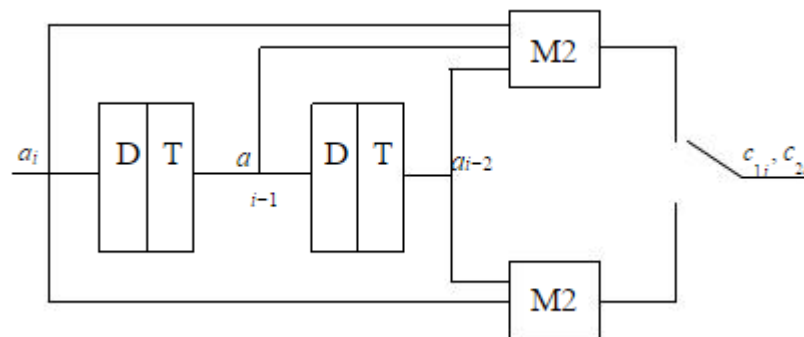


Рисунок 4.2 – Схема кодера

Кодові решітки цього коду показані на рисунку 4.3. При її складанні враховано, що кодер містить пам'ять у вигляді дворозрядного зрушуючого регістра. Кожному з чотирьох можливих станів цього регістра відповідає один з чотирьох вузлів решітки. Тому лівий символ в позначенні вузла дорівнює останньому інформаційному біту, вже записаному в регістр. При записі в регістр чергового інформаційного символу регістр міняє стан на одно з двох сусідніх. Цей перехід позначений ребрами решітки.

Порядок вузлів вибраний таким, що при нульовому поточному інформаційному символі ($a_i = 0$) перехід в наступний стан відповідає верхньому ребру, а при $a_i = 1$ нижньому. Маркування ребер відтворює n – блок, що посиляється в канал. Кожній інформаційній послідовності відповідає певний шлях на кодових решітках і кодова послідовність, що прочитується як мітки, що маркують послідовні ребра шляху. Приміром, вхідним інформаційним бітам відповідає кодове слово 00 11 01 01 11, якому відповідає на рисунку 4.3 шлях, відмічений жирною лінією.

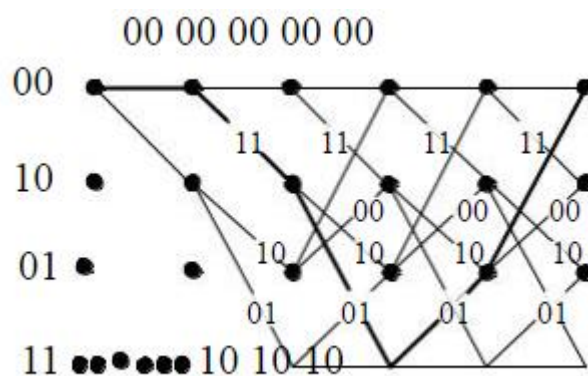


Рисунок 4.3 – Кодова решітка

Відомий ряд алгоритмів декодування згортальних кодів. У практичних системах і, зокрема в мобільному зв'язку, як правило, використовується алгоритм Вітербі, що відрізняється простотою реалізації при помірних довжинах кодового обмеження.

Алгоритм Вітербі реалізує оптимальне (максимально правдоподібне) декодування як рекурентний пошук на кодових ґратах шляху, найближчого до послідовності, що приймається. На кожній ітерації алгоритму Вітербі зіставляються два шляхи, що ведуть в цей стан (вузол ґрат). Найближчий з них до прийнятої послідовності зберігається для подальшого аналізу як що вижив, тоді як інший відкидається. Таким чином, якщо ігнорувати випадки, коли обидва конкуруючі шляхи рівновіддалені від прийнятої послідовності (про дії

в подібній ситуації див. нижче), число шляхів, що вижили, зберігаються в пам'яті, дорівнює числу вузлів 2^m .

Нехай передається нульове кодове слово, а в каналі сталася триразова помилка, так що прийнята послідовність має вигляд 10 10 00 00 10 00 ... 00 Результатів пошуку найближчого шляху після прийому 14 елементарних блоків показані на рисунку. 4.4.

На правій частині малюнка видно чотири шляхи, що ведуть в кожен вузол ґрат. Поруч проставлені метрики (хеммінгові відстані цих шляхів від прийнятої послідовності на відрітку з 14 блоків). Метрика верхнього шляху значно менше метрик нижніх. Тому можна припустити, що верхній шлях найбільш вірогідний. Проте декодер Вітербі, не знаючи наступних фрагментів послідовності, що приймається, вимушений запам'ятати усі чотири шляхи на час прийому L елементарних блоків. Число L називається шириною вікна декодування. Для зменшення помилки декодування величину L слід вибирати досить великий такою, що багаторазово перевищує довжину кодового обмеження, що природно ускладнює декодер. В даному випадку $L = 15$.

Відмітимо, що тактика вибору і подальшого аналізу тільки одного шляху з найменшою відстанню складає суть економнішого послідовного декодування.

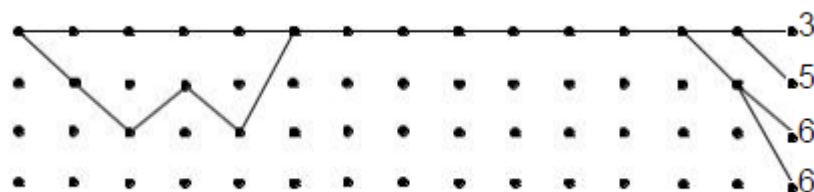


Рисунок 4.4 – Приклад роботи алгоритму Вітербі

На середній частині рисунок 4.4 видно, що усі шляхи мають загальний різання (зливаються від 5 – го до 12 – го кроку) і, отже, прийом нових блоків не може вплинути на конфігурацію цієї ділянки найбільш правдоподібного

шляху. Тому декодер вже може приймати рішення про значення інформаційних символів що відповідають цим елементарним блокам.

Ліва частина малюнка демонструє можливу ситуацію помилки, що не виправляється. Існує два шляхи з однаковими метриками. Декодер може дозволити цю невизначеність двома способами: відмітити цю ділянку як недостовірний або прийняти одно з двох конкуруючих рішень (інформаційна послідовність дорівнює 00000... чи 10100...). Очевидно, що розширення вікна декодування не дозволяє виправити таку помилку. Її виправлення можливе при використанні коду з більшою здатністю, що коригує.

Надходження з каналу нового елементарного блоку викликає зрушення картини у вікні декодування вліво. В результаті ліве ребро шляху зникає, а праворуч з'являється новий стовпець решітки, до вузлів якого повинні бути продовжені збережені шляхи від вузлів попереднього стовпчика. Для цього виконуються наступні операції.

Для кожного вузла нового стовпця обчислюються відстані між прийнятим блоком і маркуванням ребер, що ведуть в цей вузол.

Отримані метрики ребер підсумовуються з відстанню шляхів, які вони продовжують.

З двох можливих шляхів залишається шлях з меншою метрикою, а інший відкидається, оскільки наступні блоки, що поступають, не можуть змінити співвідношення відстаней цих шляхів. У разі рівності відстаней або випадково вибирається один шлях, або зберігаються обидва.

В результаті цих операцій до кожного вузла нового стовпця знову веде один шлях. Наприклад, нехай новий блок з каналу дорівнює 00. Розглянемо продовження шляху до нижнього вузла решітки, в який можна потрапити із стану кодера 10 по ребру 01 або із стану 11 по ребру 10. У обох випадках відстань цих ребер від прийнятого блоку 00 рівне 1. Проте сумарна відстань шляху, продовженого із стану 10, рівне 6, а шляхи із стану 11 рівне 7. Тому другий шлях буде відкинутий разом з ребром 01, яке входило в нижній вузол на попередньому кроці декодування рисунок 4.4.

Оцінка інформаційного символу робиться по крайньому лівому ребру шляху у вікні декодування. Згідно з правилом побудови кодових ґрат приймається, що інформаційний символ дорівнює 0, якщо це ребро верхнє, і 1, якщо ребро нижнє.

Розглянутий приклад пояснює роботу декодера в припущенні, що вихідний сигнал демодулятора квантується на 2 рівні (так зване жорстке декодування). Більше число рівнів квантування призводить до м'якого декодування. Встановлено, що 8 рівнів квантування гарантують практично потенційну достовірність декодування.

Щоб в цьому випадку використати алгоритм Вітербі, вимагається замість відстані Хеммінґа ввести нову відстань, що точніше враховує відмінність між прийнятою послідовністю (вихідним багаторівневим сигналом демодулятора) Y і очікуваним двійковим кодовим словом C . Наприклад, можна використати відстань Евкліда або відстань

$$d(Y, C) = \sum_{i=1}^{n_0} \log P(y_i c_i), \quad (4.2)$$

де $P(y_i c_i)$ – перехідна вірогідність каналу, тобто умовна вірогідність появи на виході демодулятора відліку y_i при передачі символу c_i .

Для зручності обчислень (4.2) на практиці замінюється на $d = \sum_{i=1}^{n_0} m_i$, де m_i – цілі позитивні числа, кількість яких дорівнює числу рівнів квантування, причому $m_i = 0$, коли між y_i і c_i спостерігається найбільша відповідність.

На рисунку 4.5 приведений розмічений граф каналу при 4 рівнях квантування, яким приписані числа m_i , рівні 0, 1, 2, 3.

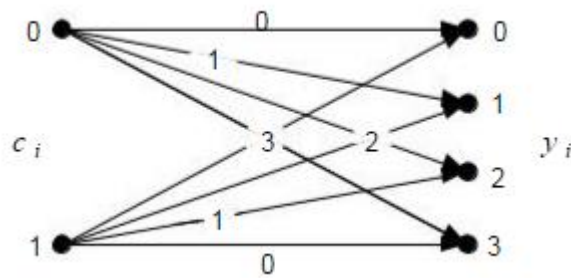


Рисунок 4.5 – Граф каналу при м'якому декодуванні

Граф дозволяє визначити міру розходження між ребрами шляху на кодових ґратах і прийнятими символами. Якщо, наприклад, на виході демодулятора $y_i = 2$, а маркування ребер шляху, що перевіряється, має $c_i = 0$, то міра розходження дорівнює 2. При $y_i = 2$ і наявності на ребрі мітки $c_i = 1$ розходження $m_i = 0$. Ці числа підсумовуються в межах кадра n_0 і додаються до міри розходження шляху, що продовжується. Подальші операції алгоритму Вітербі при м'якому декодуванні співпадають з операціями жорсткого декодування. Виграш м'якого декодування складає близько 2 дБ. Оскільки складність обчислень при цьому зростає трохи, те м'яке декодування широко використовується в сучасних системах мобільного зв'язку.

4.1.3 Кодування і переміщення в повношвидкісному каналі передачі даних і каналах управління

Для підвищення ефективності застосування згортального кодування в повношвидкісних каналах передачі даних потрібний тривалий період переміщення. У цих каналах внутрішньокадрове переміщення реалізується для міри переміщення $I = 19$, що приводить до затримки передачі даних на $19 \times 116 = 2204$ біт. Якщо біти пакету (тимчасового інтервалу) до переміщення позначити як $3(K, m)$, $m = 1 \dots 116$, то схема переміщення, тобто позиції біт після переміщення, визначаються наступною формулою: $I(K + j, j + 19t) = 3(K, m)$ для усіх Do , де $j = m \bmod (19)$, $t = m \bmod (6)$.

Принцип захисту від помилок даних, переданих по каналах управління, використовується для усіх логічних каналів управління, за винятком блоків даних в каналі синхронізації (SCH) і даних в каналі паралельного доступу (RACH). Радіосистема приймає по лінії передачі даних блоки завдовжки $n = 184$ біта. Спочатку вони захищаються укороченим двійковим циклічним кодом (Fire код) з формувальним поліномом виду $g(D) = (D^{23}+1) \cdot (D^{17} + D^3 + 1)$.

У систематичному виді послідовність кодованих циклічним кодом інформаційних біт над полем GF (2) відображається поліномом виду $U(0) \cdot D^{223} + U(1) \cdot D^{222} + \dots + U(183) \cdot D + U(184)$, де $U(0), U(1) \dots U(183)$ – інформаційні біти, $U(184), U(185) \dots U(223)$ – біти перевірки на парність.

В результаті сформований блок з 224 біт (включаючи 40 біт перевірки на парність) доповнюється чотирма кінцевими (нульовими) бітами для отримання рівного захисту для останніх біт. Помітимо, що цей же спосіб вже використовувався для формування тимчасових інтервалів TDMA кадру, в якому передбачаються 3 захисних біта для забезпечення правильного відновлення останніх 5 біт в еквалайзері.

Отримана в результаті блокового кодування послідовність піддається кодуванню згортальним кодом із швидкістю $r = 1/2$ (ідентичний коду в каналі TCH / FS), який задається поліномами $G_0 = 1 + D^3 + D^4$, $G_1 = 1 + D + D^2 + D^4$. В результаті згортального кодування формується блок з 456 кодованих біт $\{3(0), \dots, 3(455)\}$. Так само як і в повношвидкісному мовному каналі, отримана кодована послідовність піддається впорядкуванню і розділенню на 8 по 57 – бит пакетів (B0...B7). Кожен пакет складається з блоків.

Блок j , що означає $B_j = \{b(j, 0), b(j, 1) \dots b(j, 56)\}$ формованих з 456 кодованих біт за правилом $b(j, i) = c(k)$ визначуваному таблицею 3.2.

Алгоритм кодування даних, що передаються із швидкістю 9,6 кбит/з, зроблений нижче.

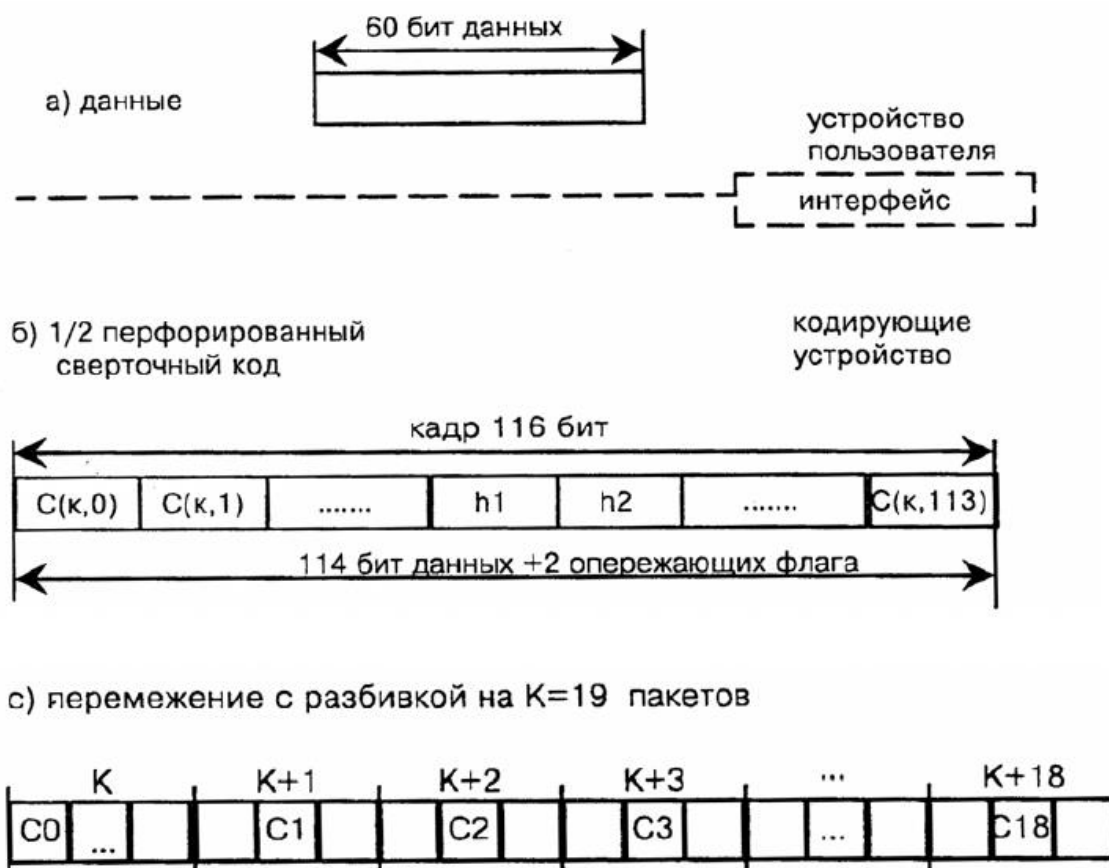


Рисунок 4.6 – Алгоритм кодирования данных, что передаются із швидкістю 9,6 кбит/з,

Таблица 4.1 – Номер позиції біт після перемеження

m	$1(K+j, j+19t) = C(k,m)$	
0	$1(K,0)$	$= C(k,0)$
1	$1(K+1,20)$	$= C(k,1)$
2	$1(K+2,40)$	$= C(k,2)$
3	$1(K+3,60)$	$= C(k,3)$
4	$1(K+4,80)$	$= C(k,4)$
5	$1(K+5,100)$	$= C(k,5)$
6	$1(K+6,6)$	$= C(k,6)$
7	$1(K+7,26)$	$= C(k,7)$
8	$1(K+8,46)$	$= C(k,8)$
9	$1(K+9,66)$	$= C(k,9)$
10	$1(K+10,86)$	$= C(k,10)$
11	$1(K+11,106)$	$= C(k,11)$
12	$1(K+12,12)$	$= C(k,12)$

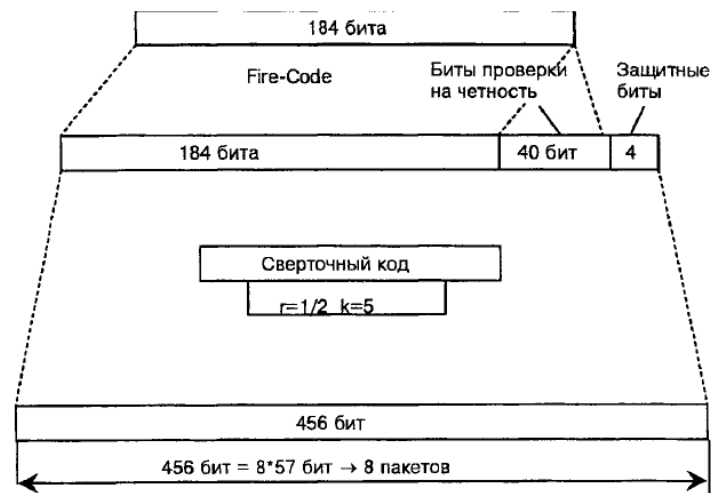


Рисунок 4.7 – Процедуры кодирования і перемешивания в канале управления

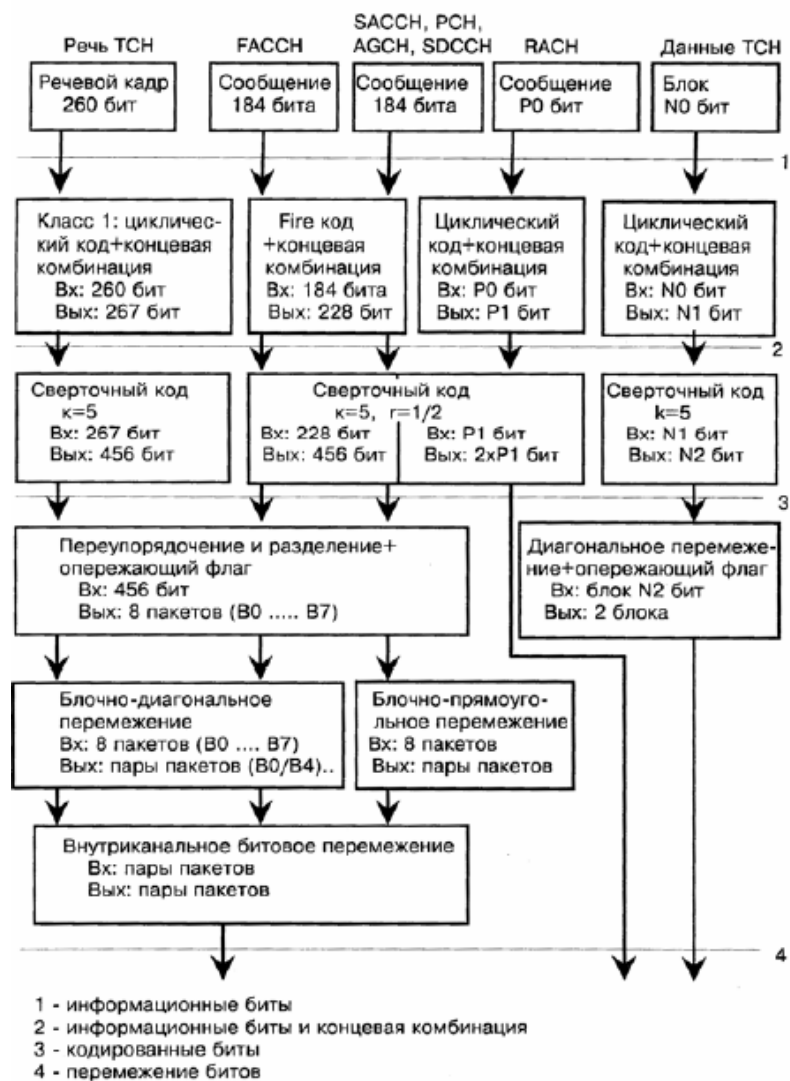


Рисунок 4.8 – Певна послідовність виконання операцій кодування і перемешивания для усіх каналів зв'язку і управління GSM.

Блоково – діагональне і внутрішньокадрове перемеження здійснюються так само, як і в повношвидкісному мовному каналі. Повна послідовність виконання операцій кодування і перемеження для усіх каналів зв'язку і управління GSM показана на рисунку 4.8. У представленій схемі для каналів управління SACCH, PCN, AGCH, SDCCN використовується блокове прямокутне перемеження / деперемеження. При перемеження код (n, k, t) d – p – символних довгих кодованих слів записуються кодуємим пристроєм в пам'ять перемешувача рядок за рядком, а потім передаються в модулятор стовпець за стовпцем. У приймачі після демодулятора деперемешувач зворотною операцією відновлює первинний порядок символів, після чого здійснюється декодування [12].

4.1.4 Висновок, щодо вибору кодування

Згорткове кодування є потужним засобом боротьби з одиночними помилками, а блокове кодування в основному використовується для виявлення невивірених помилок.

При блоковому кодуванні вхідна інформація розділяється на блоки, що містять по k символів, і які по визначеному закону перетворюються блоковим кодером в n символні блоки, причому $n > k$. Відношення $R = k/n$ називається швидкістю кодування і є мірою надлишковості, яка вноситься кодером. При правильній побудові коду збільшення надлишковості призводить до підвищення надійності.

При згортковому кодуванні K послідовних символів вхідної інформаційної послідовності, по k біт в кожному символі, приймають участь в утворенні n – бітових символів вихідної послідовності, $n > k$, причому на кожен символ вхідної послідовності припадає по одному символу вихідної. В стандарті GSM використовуються символи з $k = 1$, тобто символи одно бітові, а згортковий кодер – двійковий. Параметр K

визначає довжину зсувного регістру (в символах), вміст якого приймає участь в формуванні одного вихідного символу, і називається довжиною обмеження. Оскільки складність декодування згорткового коду по алгоритму Вітербі (даний алгоритм є найбільш вигідний з точки зору реалізації) зростає за експоненційним законом із збільшенням довжини кодового обмеження, то на практиці використовуються значення K в межах від 3 до 10 [13].

Взагалі кажучи, згортальні коди можна розглядати як узагальнення блокових кодів, оскільки за кожен такт роботи кодера по поточному блоку останніх інформаційних символів формується певний блок вихідних кодових символів. Проте блоки вихідних кодових символів згортального коду, формовані в наступні один за одним такти роботи кодера, є функціонально залежними, тоді як при блоковому кодуванні залежність між сусідніми блоками кодових символів (ковими словами) відсутня. Вказане положення обумовлює певні переваги згортальних кодів перед блоковими, оскільки дозволяє істотно простіше, ніж при блоковому кодуванні, реалізувати досить велику еквівалентну блокову довжину коду, визначувану завдовжки кодових обмежень. Як відомо, велику блокову довжину коду потрібно для досягнення високої ефективності кодування. Спрощенню апаратної реалізації сприяє також безперервність обробки інформації, здійснюваної при кодуванні і декодуванні [14].

4.2 Основна програма

Основна програма організована у вигляді нескінченного циклу. Блок – схема програми зображена на рисунку 4.9.

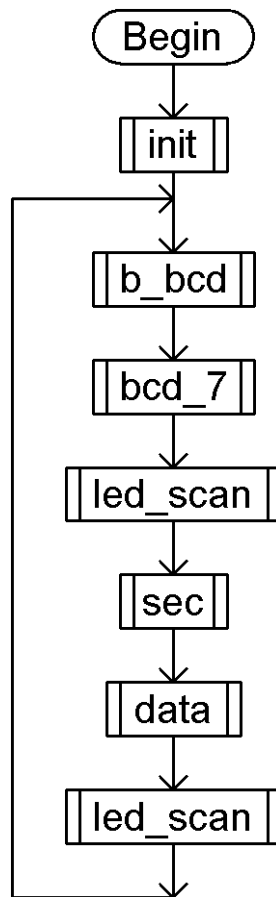


Рисунок 4.9 – Блок – схема основної програми

Після пуску програми запускається підпрограма `init` ініціалізації портів і таймера. Потім підпрограма `b_bcd` перетворення двійкового коду в двійково – десятковий і підпрограма перетворення двійково – десяткового коду в код семисегментного індикатора `bcd 7`. Потім відбувається перемикання скануючої (включається один з розрядів (перший) і на індикатор виводиться число). Далі підпрограмою `sec` виробляється секундний інтервал часу на протязі, якого відбуватиметься підрахунок входних імпульсів лічильником – таймером і з’явиться на індикаторі результат попереднього виміру.

Після виміру відбувається виїмка даних з лічильника – таймера підпрограмою `data`. Потім знову висвічується один з розрядів і цикл повторюється.

Детальніше підпрограми описані нижче.

4.3 Підпрограма ініціалізації портів і таймера

Підпрограма ініціалізації портів і таймера `init` встановлює режими роботи портів і лічильника – таймера:

Порт А :

- виведення PA0 – PA2 перемикаються на вхід/вихід;
- виведення PA4 – активний вихід;
- резистори навантажень відключені окрім PA3;
- переривання від негативного і позитивного фронтів заборонені.

Порт В :

- усі лінії порту перемкнуті на вхід/вихід;
- висновки PB0 – PB7 – активні виходи;
- резистори навантажень відключені;
- переривання від негативного і позитивного фронтів заборонені.

Таймер:

- таймер працює в режимі лічильника зовнішніх імпульсів;
- джерело рахункових імпульсів вхід PA4/TCLC;
- 16-и розрядний рахунковий регістр;
- коефіцієнт ділення передділника 1/256.

Після установки режимів периферійних пристроїв робиться початкове завантаження для тесту (після включення пристрою на індикаторі повинне висвітлитися число " 87654321").

Текст:

```
movl a0,020h ; a0<-020h = 0010 0000b  адреса a0 – 40h,  
movl a1,0F6h ; a1<-0F6h = 1111 0110b  адреса a1 – 41h,  
movl a2,02Fh ; a2<-02Fh = 0010 1111b  адреса a2 – 42h,  
movl a3,0A7h ; a3<-0A7h = 1010 0111b  адреса a3 – 43h.
```

У сегментах a0 – a3 (адреси 40 – 43h) зберігається число підрахованих імпульсів в двійковому вигляді (27 розрядів). Молодші 5 бітів в a0 не використовуються (Рисунок 4.10).

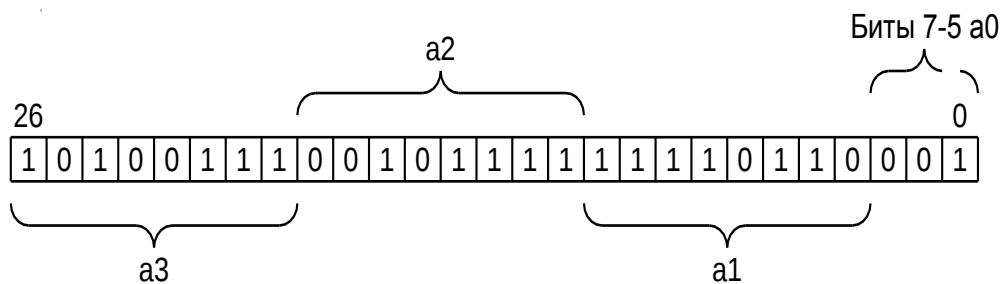


Рисунок 4.10 – Зберігання 27 – розрядного двійкового числа підрахованих імпульсів в пам'яті

В сегменти a4 – a7 (адреси 44 – 47h) записуються нулі (сегменти a4 – a7 використовуються для зберігання числа підрахованих імпульсів в двійковій – десятковому коді).

4.4 Підпрограма перетворення двійкового числа в двійково – десятковий код

Підпрограма b_bcd перетворює двійкове 27 – розрядне число, записане за адресами 40 – 43h (або в сегментах a0 – a3 Рисунок 4.10) в двійковій – десятковий код.

Після перетворення число записується за адресами 44 – 47h (сегменти a4 – a7) як показано на рисунку 4.11.

Вывсвечиваемое число	8	7	6	5	4	3	2	1
Двоично-десятичный код	1000	0111	0110	0101	0100	0011	0010	0001
Номера тетрад	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1
Адрес хранения	a7(47h)		a6(46h)		a5(45h)		a4(44h)	

Рисунок 4.11 – Приклад запису в пам'яті двійковій – десяткового коду десяткового числа 87654321_{10}

У кожній тетраді байта a4 – a7 знаходиться двійковий код десяткового числа. Блок - схема алгоритму підпрограми b_bcd показана на рисунку 4.12. На рисунку 4.13 приведена блок – схема алгоритму допоміжної підпрограми

тестування тетрад (якщо тетрада ≥ 5 те до неї додається 3).

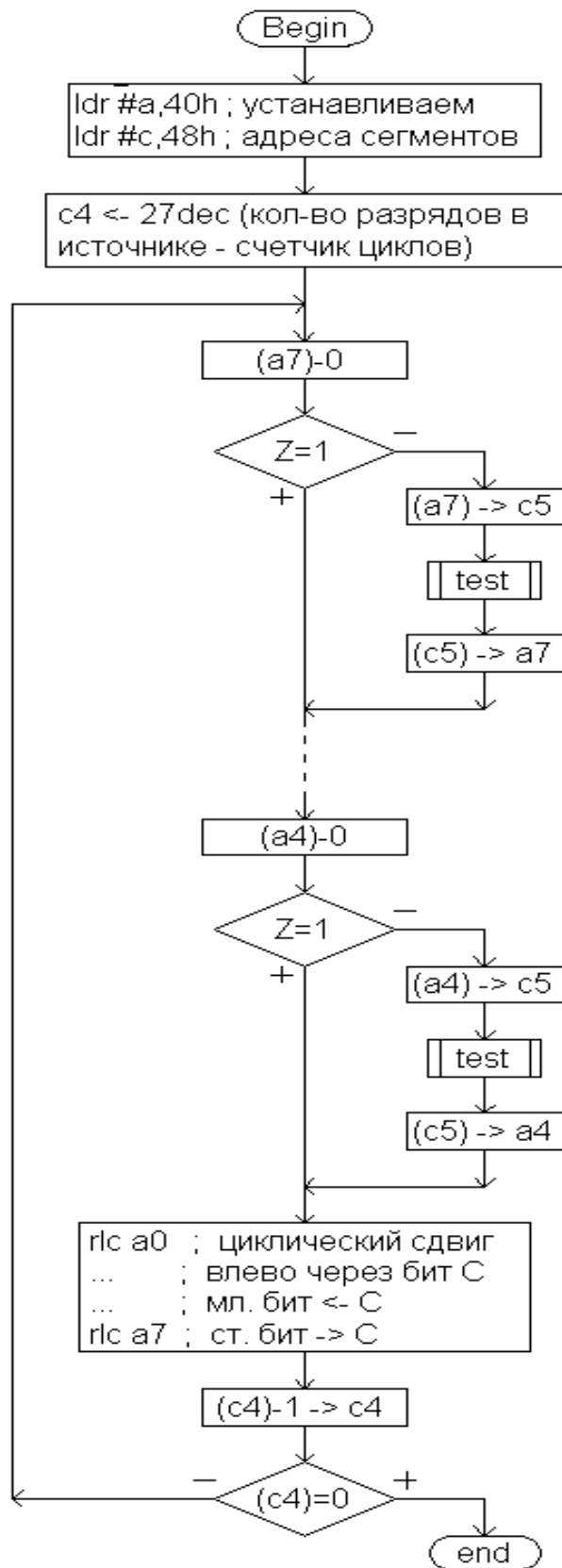


Рисунок 4.12 – Блок – схема алгоритму підпрограми b_bcd

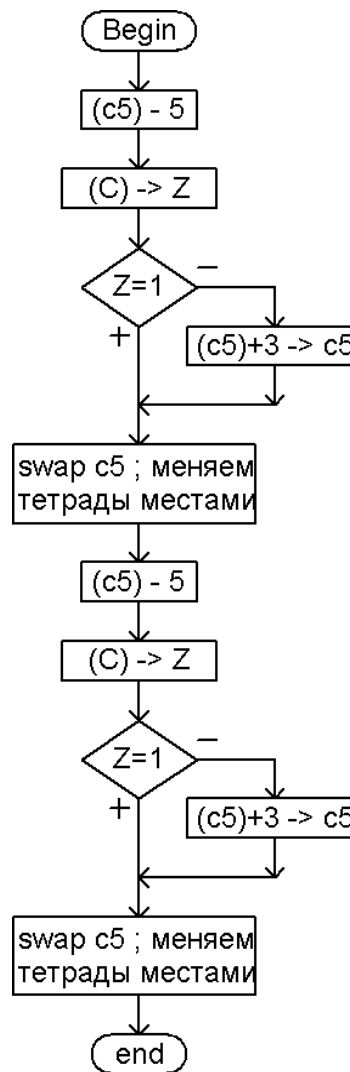


Рисунок 4.13 – Блок – схема алгоритму допоміжної підпрограми тестування тетрад

4.5 Підпрограма виїмки даних з таймера і предільника

Підпрограма data витягає дані, що знаходяться у восьмирозрядному переддільнику і дані з 16, – розрядного таймера – лічильника.

Після запуску підпрограми дозволяються переривання на процесор. Якщо в таймері – лічильнику виникали переповнювання (необроблені переривання), то запускається підпрограма count обробки переривання з вектором <3>, яка в осередок 43h (a3) записує кількість необроблених переривань по переповнюванню (3 розряди).

Блок – схема алгоритму підпрограми data показана на рисунку 4.14.

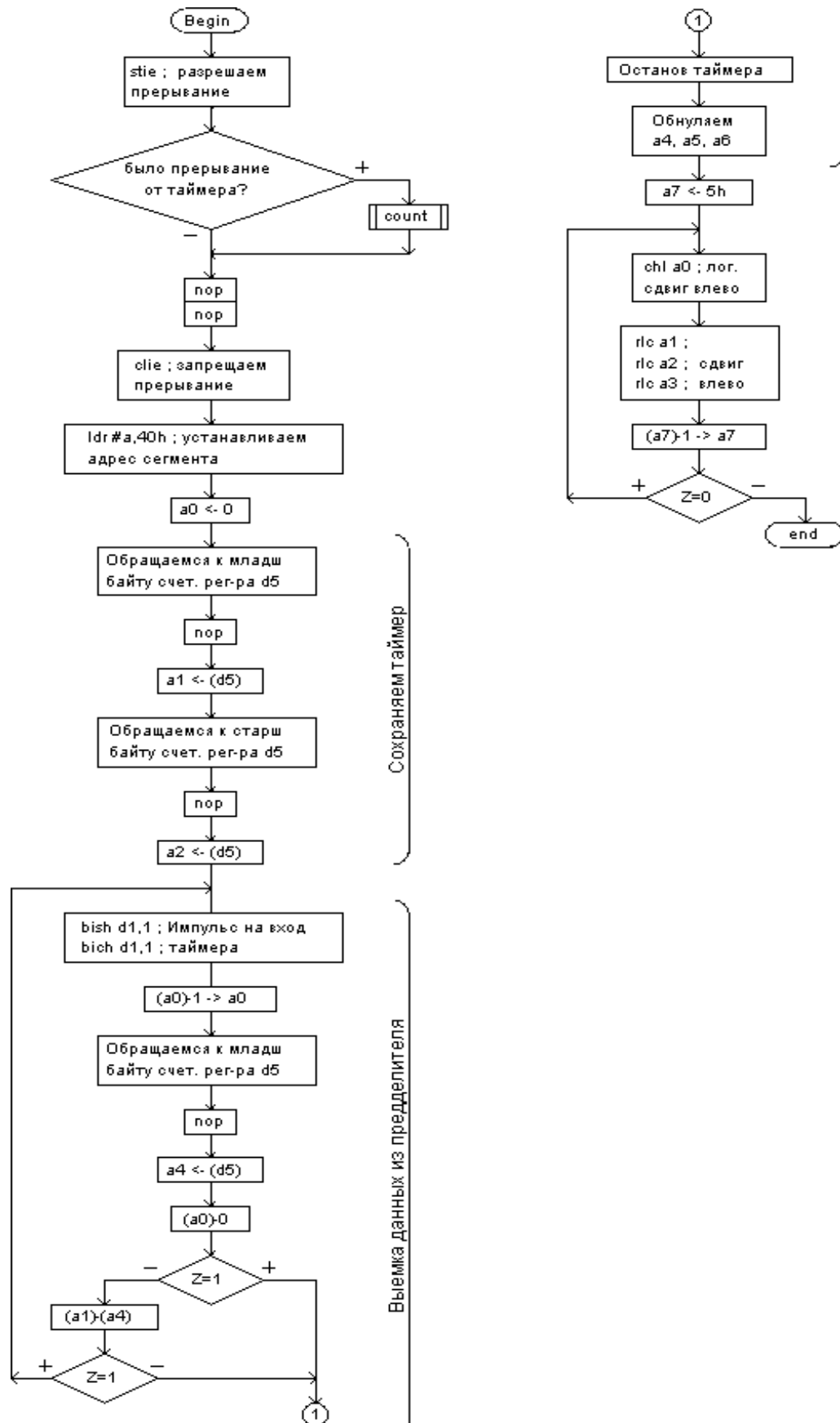


Рисунок 4.14 – Блок – схема алгоритму підпрограми data

5 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНІ ОБҐРУНТУВАННЯ

На ринку є великий вибір радіодзвінків. Для порівняння було вибрано лише три варіанти: безпроводний дверний дзвінок, безпроводний дзвінок (вологозахищена кнопка), безпроводний радіодзвінок.

Безпроводний дверний дзвінок. Безпроводний дверний дзвінок вартість якого 125 грн. Дзвінок складається з двох частин — передавача і приймача. Окрім звуку дзвінок видає світлову індикацію, що зручно для людей з проблемами слуху. Дзвінок працює від батареї, якої вистачає приблизно на 1 рік, за умови використання 20 дзвінків в день. Дзвінок працює на відстані до 150 метрів, що дозволяє встановити його у будь – якому зручному місці Вашого будинку або квартири.

Характеристики:

- водонепроникний передавач може бути встановлений усередині або на відкритому повітрі;
- 32 мелодії на вибір;
- для кнопки дзвінка використовується 1x12v 23а батарея є в комплекті;
- робочий діапазон 150 м (стіни і інші перешкоди знижують діапазон);
- простота установки;
- відсутність електричних дротів для установки;
- низьке енергоспоживання;
- мережа живлення 220 В.

Безпроводний дзвінок, вологозахищена кнопка вартість якого 325 грн. Швидкість і безпека установки безпроводного дзвінка також заслуговують особливої уваги. Такий комплект можна встановити всього за 5 – 10 хвилин. У дротяному дзвінку найчастіше використовується фазовий дріт домашньої мережі напругою 220 В.

Характеристики:

- 36 мелодій на ваш вибір;
- дальність знаходиться від 30 до 120 метрів на відкритому просторі;
- динамік під розетку 220 В і 1 безпроводна кнопка;
- частота передачі на побутовому діапазоні частот 433434МГц.

Безпроводний радіодзвінок. У основі пристрою – придбаний в магазині господарських товарів безпроводні радіодзвінки вартістю 200 грн. Безпроводні дзвінки можуть мати особистий зовнішній вигляд, але в їх складі обов'язковими елементами є передатчик і приймач радіосигналу. Як правило, такі безпроводні дзвінки працюють на частоті 433 МГц і не створюють перешкод. До того ж потужність їх передавача мала. Заявлена виробником в паспорті дальність дії придбаного радіодзвінка складає 50 м. Проте на практиці ця відстань значно менша (реально 35 м). Для кнопки дзвінка використовується 3x1,2v 23AA батарея є в комплекті.

Третій варіант вибрав за прототип тому що він найближче близький моєму проекту.

Порівняння з прототипом і визначення коефіцієнта технічного рівня приведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Коефіцієнта технічного рівня розробки

Найменування параметрів виробу	Значення параметрів		Поліпшення «+», без зміни – «0», погіршення «-»	параметри в долях від 1	параметри на стосунки значень параметрів
	Розробка	Прототип			
1	2	3	4	5	6
Експлуатаційно – технічні показники:					
Ресурс роботи, г	5000	2500	+	0,1	0,2
Маса, кг	1,5	1	–	0,05	0,0333

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6
Споживана потужність, Вт	10	3	–	0,35	0,105
Діапазон частот, МГц	Будь-яка	433	+	0,17	1
Чутливість, мкВ	90	25	+	0,1	0,36
Відстань роботи, м	200	35	+	0,15	0,8571
Мінімальний час життя, мкс	1,5	0,05	+	0,08	2,4
Всього				1	4,9554

Перероблений приймач, став більш чутливим, була перероблена антена, додані 3 мікросхеми: синтезатор, тригер, дешифратор, а також мелодії. Всі ці зміни коштують 80 грн.

Пристрій, що розробляється, пропонується продавати дорожче за прототип на 350 грн, при ціні прототипу 200 грн. Оскільки поточний рівень в 5 разів більше, а ціна зросла тільки в 2 рази. Представимо що новий дзвінок буде матиме попит. Тому, що: цифровий кодований сигнал, підвищення якості сигналу від погодних умов та інших перешкод, вологостійкий, відстань роботи до 200 метрів, для кнопки дзвінка використовується 1x3v CR 2032 батарея.

Як видно з наведених даних проєктований прилад випереджає базовий практично по всім параметрам, окрім «Мінімальний час життя», але реальний час життя напівпровідникових матеріалів, в основному лежить в межах від 3 до 60 мкс, та найчастіше це 10 – 20 мкс. Менший час зустрічається або у зразках з великою кількістю дефектів, не придатних до використання, або в дуже специфічних та рідких матеріалах. Тому вимірювати час життя менше за 1.5 мкс можливо, але це не представляє ніякої практичної цінності. Тому можливо сказати що виробництво та експлуатація розробленого приладу є економічно вигідним.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СІТУАЦІЯХ

6.1 Аналіз потенційних небезпек

1. Ураження електричним струмом – може виникнути в разі пошкодження ізоляції та порушень правил техніки безпеки, наслідком чого може буде отримання електричного удару;

2. Негативний вплив ЕМП на людини – обумовлений тим, що робота користувача персонального комп'ютера проходить навпроти наелектризованого монітора та у приміщенні з різноманітною електронною технікою, такий вплив викликає захворювання загального характеру та зниження імунітету людини;

3. Фізичні перевантаження – обумовлені не ергономічністю робочого місця (робота користувача вимагає тривалого статичного напруження м'язів шиї, спини, рук, ніг), монотонністю роботи, що призводить до втоми і кістково – м'язових порушень;

4. Нервовопсихічні перевантаження – викликані порушеннями, пов'язаними зі стресовими ситуаціями та нервово – емоційними перевантаженнями, що призводить до захворювань загальноневротичного характеру у вигляді головного болю, відчуття важкості в голові, поганого сну, підвищеної втоми;

5. Механічні травми – виникають через нераціональну організованість робочого місця, захащеність приміщення;

6. Недостатня освітленість робочого місця – обумовлена нераціональним освітленням, світлотехнічної специфікою робочих місць з ПК, виходом з ладу освітлювальних пристроїв та недотриманням режиму праці, що може призвести до порушення зору;

7. Незадовільні параметри мікроклімату робочого місця – визвані нераціональними температурою та вологістю повітря, недостатньою чи

надмірною швидкістю руху повітря, інтенсивністю теплового опромінення, все це може викликати захворювання загального характеру;

8. Можливість виникнення пожежу – виникає внаслідок порушення правил пожежної безпеки та коротких замикань, що можуть бути обумовлені дуже щільною упаковкою електронних схем у сучасних ПК, що веде, в свою чергу, до їх перегріву, який може призвести до оплавлення ізоляції та її оголення;

9. Неправильні дії персоналу в умовах надзвичайної ситуації.

Ці проблеми можуть бути вирішені комплексно як з позицій ергономіки (поліпшення робочих місць, засобів управління і т.д.), так і з позицій суворої регламентації режимів праці і відпочинку, цілеспрямованої професійної орієнтації і т.д.

6.2 Заходи по забезпеченню безпеки

Для забезпечення електробезпеки устаткування, вибір технічних засобів захисту здійснюється відповідно до вимог, за ГОСТом 12.1.019 («Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»)

Електроустаткування відповідно до умов, у яких воно експлуатується, відповідає вимогам ПУЭ – 2009 та ГОСТу 12.2.007 («Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»). Експлуатація електроустановок і електроустаткування проводиться відповідно до «Правил технічної експлуатації електроустановок» (ПТЕ) і «Правилами технічної безпеки при експлуатації електроустановок споживачів» (ПТБ) з доповненнями й змінами.

Для забезпечення електробезпеки всі дроти, що перебувають під напругою, надійно обгороджені або розташовані на висоті (більше двох метрів), що виключає можливість випадкового дотику до них.

Заземлення електроустановок виконане відповідно до вимог ПУЭ – 2009 і становить не вище 4 Ом.

У схемі електричних кіл обладнання передбачений пристрій централізованого відключення від живильної мережі всіх електричних кіл, згідно ГОСТ 12.2.007 «Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

Для попередження виникнення електронебезпеки усі працівники мають досконалі знання з техніки безпеки при роботі з електрообладнанням та пройти інструктаж по електробезпеці з атестацією на групу допуску (друга група).

В лабораторії джерелом електромагнітного випромінювання є монітор комп'ютера. Рівні електромагнітних випромінювань моніторів, що вважаються безпечними для здоров'я, регламентуються нормами МРР П 1990:10 та ДСанПіН 3.3.2.007 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин», які встановлюють вимоги до обладнання, організації робочих місць, режимів праці та відпочинку. Відповідно стандартам МРР П напруженість електромагнітного поля на відстані 50 см по електричній складовій складає не більше:

- у діапазоні частот 5 Гц – 2 кГц; 25 В/м;
- у діапазоні частот 2 – 400 кГц; 2,5 В/м.

Щільність магнітного потоку складає не більше:

- у діапазоні частот 5 Гц – 2 кГц; 250 нТл;
- у діапазоні частот 2 – 400 кГц; 25 нТл.

Виходячи з вище сказаного, вибираємо монітор, який відповідає зазначеним нормативним документам – SAMSUNG SyncMaster 223bw.

Характер праці приводить до обмеженої рухової активності, що супроводжується малими м'язовими зусиллями (гіподинамією). При деяких видах праці (введення і редагування інформації) мається значне, але одноманітне і спрощене навантаження на невеликі групи м'язів рук (гіпокінезія). Для усунення шкідливого впливу гіподинамії і гіпокінезії вводяться паузи для виконання комплексу вправ, спрямованих на збільшення

витрат енергії на м'язову роботу і на усунення змін, викликаних локальним характером м'язових дій.

Для основних видів робіт, виконуваних за відеотерміналом, вводяться офіційно передбачені перерви (5 хвилин на годину).

Спеціальні вправи для очей, що сприяють посиленню кровообігу, збалансуванню тону очних м'язів, профілактиці стомлення, виконуються на початку регламентованих перерв, протягом 2 – 3 хвилин, сидячи на робочому місці.

У випадку виникнення надмірної зорової напруги, що супроводжується погіршенням самопочуття, незважаючи на гарну ергономічну організацію роботи і дотримання режимних моментів, необхідний індивідуальний підхід в обмеженні часу роботи, корекція тривалості перерв для відпочинку чи зміна діяльності інший, не зв'язаної з використання ЕОМ.

Нервова перенапруга обумовлена напругою уваги. Часта й тривала перенапруга може служити джерелом ряду захворювань серцево – судинної, нервової, зорової й іншої систем організму.

Розумова перенапруга. Розумова діяльність – це діяльність, насамперед, центральної нервової системи, її вищого відділу кори головного мозку. При розумовій роботі відбувається звуження судин кінцівок і розширення судин внутрішніх органів.

Низький рівень загального обміну при розумовій діяльності не є показником малої інтенсивності обмінних процесів, навпаки, споживання кисню збільшується в 15 – 20 разів у порівнянні з фізичною роботою. Можливі значні зміни кров'яного тиску, пульсу, підвищення цукру в крові. Тривала розумова робота може привести до серцево – судинних захворювань.

Для запобігання розумової та нервової перенапруги під час роботи рекомендована зміна уваги, зміна роду діяльності, перерви (10 – 15 хв. 2 – 3 рази за робочу зміну) .

Механічні травми виникають внаслідок нераціональної організації робочих місць, розташування офісного обладнання та недотримання робітниками правил техніки безпеки на робочому місці.

Для запобігання механічних травм забезпечуємо виконання робітниками правил техніки безпеки на робочому місці. Потрібно слідкувати за тим, щоб проходи не були зашарашені, а робочі місця були організовані раціонально.

6.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

У лабораторії застосовується змішане освітлення. При цьому додаткове штучне освітлення застосовується не тільки в темний, але й у світлий час доби. Розрахунок штучного освітлення у лабораторії розміром $15 \times 12 \times 3$ м матиме вигляд, приведений нижче.

Вихідні данні для розрахунку загального освітлення:

- $A = 15$ м;
- $B = 12$ м;
- $H = 3$ м.

Для лабораторії з розрядом зорових робіт III Б обирається система загального освітлення.

Нормована освітленість для даного розряду зорової роботи буде становити $E_n = 300$ лк.

Для лабораторії, приміщення якої висотою 3 м, доцільно обрати лампу люмінесцентну. Тип світильника ЛСП02–2×40–04–06, тип лампи ЛБ40, з габаритними розмірами $1234 \times 280 \times 159$ мм, $F_{\text{л}} = 3200$ лм, для якого $[L/h] = 1,3$.

Висота розміщення світильників над робочою поверхнею:

$$h = H - h_p = 3 - 0,8 = 2,2 \text{ м}, \quad (6.1)$$

де H – висота приміщення, м;

h_p – висота робочої поверхні над підлогою, м (висота умовної робочої поверхні приймається 0,8 м).

Чисельне значення індексу приміщення визначають із співвідношення:

$$i_n = \frac{A \cdot B}{h(A + B)} = \frac{15 \cdot 12}{2,2 \cdot (15 + 12)} = 3,03, \quad (6.2)$$

де A ; B довжина і ширина приміщення, м ;

h – висота розміщення світильників над робочою поверхнею, м.

Для світлих приміщень відбиття поверхонь у приміщенні складає:

- відбиття від стелі $\rho_{ст} = 50\%$;
- відбиття від стін $\rho_c = 50\%$;
- відбиття від підлоги $\rho_n = 10\%$.

Для даних умов значення коефіцієнта використання світлового потоку:

$\eta \cong 63\%$.

- коефіцієнт нерівномірності освітленості $z = 1,1$,
- коефіцієнта запасу $k_3 = 1,4$.

Визначимо відстань між рядами світильників. Згідно для світильників, які мають КСС типу Д – 2 $L / h \cong 1,3$.

$$L_{\max} = [L / h] \quad h = 1,3 \cdot 2,2 = 2,86 \text{ м.} \quad (6.3)$$

Кількість рядів світильників:

$$N_p = \frac{B}{L_{\max}} = 4,195 \approx 4. \quad (6.4)$$

Приймаємо для установки 4 ряди світильників.

Визначимо світловий потік одного ряду світильників:

$$F_p = \frac{E_n \cdot \kappa_z \cdot S \cdot z}{N_p \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 1,4 \cdot 1,1 \cdot 15 \cdot 12}{4 \cdot 0,63} = 33000 \text{ лм}, \quad (6.5)$$

де E_n – нормоване значення освітленості, лк;

κ_z – коефіцієнт запасу;

S – площа освітлюваної поверхні, м²;

z – коефіцієнт нерівномірності освітленості;

N_p – кількість рядів світильників;

η – коефіцієнт використання світлового потоку.

Необхідна кількість світильників в 1 ряду.

$$N_p = \frac{F_p}{nF_{\text{л}}} = \frac{33000}{2 \cdot 3200} \approx 6. \quad (6.6)$$

Для освітлення приміщення використовуємо світильники по 6 у кожному ряді.

Приміщення з ПК, його розміри (площа, об'єм) повинні в першу чергу відповідати кількості людей, що знаходяться в ньому. В ньому передбачені відповідні параметри температури, освітлення, чистоти повітря та ін.

Відповідно до ДСанПіН 3.3.2.007 «Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» встановлено санітарно – гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища приміщень з КТ. Площа приміщення на одне робоче місце користувача повинна становити 6 м², а об'єм не менше ніж 20 м³.

У виробничих приміщеннях на робочих місцях з КТ забезпечуються оптимальні значення параметрів мікроклімату: температура $+22...+23^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря $40...60\%$, швидкість руху повітря $0,1...0,2$ м/с (ГОСТ 12.1.005 – 88, СН 4088 – 8Є, ДСН 3.3.6.042 – 99), рівень позитивних і негативних іонів у повітрі $1,5...3$ тис./см³ та $3...5$ тис./см³. Підтримується оптимальний рівень легких позитивних і негативних аерофонів у повітрі на робочих місцях за допомогою біполярних коронних аероіонізаторів. У приміщеннях з КТ забезпечений трикратний обмін повітря за годину. Для забезпечення постійних параметрів мікроклімату (температури, вологості, швидкості руху і чистоти повітря) у приміщенні встановлено побутовий кондиціонер SAMSUNG типу AZ12FADEA.

Раціональне колірне оформлення приміщення спрямоване на поліпшення санітарно – гігієнічних умов праці, підвищення його продуктивності і безпеки.

6.4 Заходи з пожежної безпеки

Пожежна профілактика – це комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки людей, на запобігання пожежі, обмеження її поширення, а так само на створення умов для успішного гасіння пожежі.

Відповідно до СНиП 2.09.02 «Нормы проектирования. Производственные здания промышленных предприятий» для ОЦ, в якому встановлено ЕОМ встановлена категорія пожежної, вибухової та вибухо – пожежної небезпеки Д.

Однією з найбільш важливих задач пожежної профілактики є захист будівельних конструкцій від руйнування і забезпечення їхньої достатньої міцності в умовах впливу високих температур при пожежі. У залежності від меж вогнестійкості будівельних конструкцій СНиП 2.01.02 «Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений» для ОЦ і

частин будинків іншого призначення, у яких передбачене розміщення ЕОМ, запроектований II ступень вогнестійкості.

У сучасних ЕОМ дуже висока щільність розміщення елементів електронних схем. У безпосередній близькості один від одного розташовуються сполучні проводи, комутаційні кабелі. При протіканні по них електричного струму виділяється значна кількість теплоти, що може привести до підвищення температури окремих вузлів до 80 – 100 С⁰. При цьому можливо оплавлення ізоляції сполучних проводів, їхнє оголення і як наслідок коротке замикання, що супроводжується іскрінням, яке веде до неприпустимих перевантажень елементів електронних схем. Останні, перегріваючи, згоряють з розкиданням іскор, що може спричинити пожежу.

Для відводу надлишкового тепла від ЕОМ запроектована система вентиляції і кондиціонування повітря.

Обладнання лабораторії ОЦ відповідає вимогам Правил пожежної безпеки в Україні, оскільки виконано відповідно до ПУЕ та ГОСТу 12.1.009 «Электробезопасность. Термины и определения».

Для виявлення загоряння і пожеж у приміщенні встановлена система автоматичної пожежної сигналізації з димовими пожежними сповіщувачами у двох місцях, оскільки площа приміщення становить приблизно 180 м².

У будинку ОЦ пожежні крани запроектовані в коридорах, на площадках сходових кліток, біля входів (у нішах на висоті 1,35 м.).

В приміщенні ОЦ встановлено 2 ручних вуглекислотних вогнегасника ВВ-5 на відстані 5 метрів один від одного.

6.5 Заходи забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях

Вплив електромагнітного імпульсу на елементи виробництва.

Вплив ЕМІ може призвести до згорання чутливих електронних і електричних елементів, пов'язаних з великими антенами або відкритими

проводами, а також до серйозних порушень в цифрових і контрольних пристроях, зазвичай без необоротних змін.

Особливістю ЕМІ як вражаючого фактору є його здатність поширюватися на десятки і сотні кілометрів в навколишньому середовищі і по різних комунікацій. Тому ЕМІ може вплинути там, де ударна хвиля, світлове випромінювання і проникаюча радіація втрачають своє значення як вражаючі фактори.

Ступінь ушкодження залежить в основному від амплітуди наведеного імпульсу напруги або струму та електричної міцності обладнання.

Головне завдання захисних пристроїв від ЕМІ – виключити доступ наведених струмів до чутливих вузлів і елементів устаткування, що захищається. Проблема захисту від ЕМІ ускладнюється тим, що імпульс протікає приблизно в 50 разів швидше, ніж, наприклад, розряд блискавки, і тому прості газові розрядники в даному випадку є малоефективними.

У кожному конкретному випадку повинні бути знайдені найбільш ефективні та економічно доцільні методи захисту електронної апаратури і великих розгалужених електротехнічних систем. Розглянемо основні методи захисту.

Екрани й захисні пристрої;

Металеві екрани відображають електромагнітні хвилі і гасять високочастотну енергію. Через систему заземлення струм, наведений ЕМІ, стікає в землю, не завдаючи шкоди електронній апаратурі, що знаходиться усередині металевих шаф або коробів.

Захист кабелів.

Сполучні кабелі для захисту прокладають в земляних траншеях під цементним або бетонованим підлогою будівель або укладають в сталеві короби, які заземлюють. Можна розміщувати кабель та на поверхні поля, закривши їх заземленими швелерами.

Надійність підвищується, якщо кабель розгалужується і підводиться до декількох шаф з розділовими трансформаторами. У цьому випадку ізольовані

ділянки мережі мають великий опір ізоляції й малу ємність проводів відносно землі. Також доцільно застосовувати фільтри від високочастотних перешкод.

Захисні розрядники і плавкі запобіжники.

Основні функції захисного розрядника – розімкнути лінію або відвести енергію для запобігання пошкодження в захищеному обладнанні. Встановлюється на входи і виходи апаратури.

Для захисту апаратури можуть бути рекомендовані плавкі запобіжники та захисні входні пристосування, які являють собою різні релейні або електронні пристрої, що реагують на перевищення струму або напруги в ланцюзі.

Грозозахисні пристрої забезпечують "стікання" великого розряду в землю без пошкодження ізоляційних елементів ліній.

Використання симетричних двопровідних ліній.

Захист периферійних пристроїв.

Зазначені способи і засоби захисту повинні впроваджуватися в усі види електротехнічної та радіоелектронної апаратури з урахуванням характеру вражаючої дії електромагнітних випромінювань ядерного вибуху для забезпечення надійності роботи підприємств.

6.6 Висновки з розділу “Охорона праці” та підрозділу “Заходи з цивільної оборони”

Для попередження ураження електричним струмом дотримується:

- а) ізоляція струмоведучих частин ГОСТ 12.2.007.0 «Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;
- б) захисне відключення ГОСТ 12.2.007.0 «Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;
- в) захисне заземлення, виконане згідно ПУЭ–2009 і становить 4 Ом;

г) досконале знання робітниками техніки безпеки при роботі з електрообладнанням та проходження інструктажу по електробезпеці з атестацією на групу допуску.

Для попередження негативного впливу ЕМП та ЕМВ використовується монітор SAMSUNG SyncMaster 223bw з рівнем ЕМВ безпечним для здоров'я людини відповідно нормам МРК ІІ 1990:10 Шведського національного комітету по вимірах і випробовуваннях, ДНАОП 0.00 – 1.31 та ДСанПіН 3.3.2.007.

Для запобігання появи фізичних перевантажень та нервових перевантажень вводяться паузи для виконання комплексу вправ, у конструкцію устаткування робочого місця входять сидіння, що враховує індивідуальні антропометричні характеристики людини відповідно до вимог ДСТ 12.2.032 „Робоче місце при виконанні робіт сидячи”.

Для попередження появи механічних травм усе офісне обладнання розташоване доцільно, робочі місця організовані раціонально. Здійснюється контроль за зашарашеністю коридорів та за виконанням робітниками техніки безпеки на робочому місці.

Для створення необхідної освітленості у приміщенні застосовується змішане освітлення, відповідно до норм СНиП ІІ – 4 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования» для приміщення площею 180 м² та висотою 3 м, встановлюємо 24 люмінесцентних ламп типу ЛБ40 та світильника ЛСП02–2×40–04–06.

Тип світильника ЛСП02–2×40–04–06, Для створення сприятливих умов мікроклімату у приміщенні забезпечуються оптимальні значення таких параметрів, як:

- а) температура +22...+24⁰С;
- б) відносна вологість повітря 40...60%;
- в) швидкість руху повітря 0,1...0,2 м/с (ГОСТ 12.1.005, СН 4088–8Є, ДСН 3.3.6.042);

г) рівень позитивних і негативних іонів у повітрі 1,5...3 тис./см³ та 3...5 тис./см³.

Для забезпечення постійних параметрів мікроклімату (температури, вологості, швидкості руху і чистоти повітря) у приміщенні встановлений побутовий кондиціонер SAMSUNG типу AZ12FADEA.

Для попередження загорянь лабораторія обладнана відповідно до СНиП 2.09.02 «Производственные здания» та СНиП 2.01.02 «противопожарные нормы». Для виявлення загорання і пожеж у приміщенні встановлена система автоматичної пожежної сигналізації з димовими пожежними оповісниками у двох місцях, оскільки площа приміщення становить 180 м². У будинку лабораторії розташовані пожежні крани. В приміщенні лабораторії встановлено ручні вуглекислотних вогнегасника.

Для захисту радіоелектронної апаратури від електромагнітного імпульсу використовуються металеві екрани, струмопровідні сітки, чи плівкові покриття для вікон, стільникові металеві конструкції для повітря забірників і вентиляційних отворів і контактні пружинні прокладки, розташовувані по периметру дверей і люків. Також для захисту від електромагнітного імпульсу використовуються розрядники, які встановлені на входах і виходах апаратури, у повітряні і підземні лінії зв'язку і електропостачання.

ВИСНОВОК

В даній магістерській роботі була освоєна методика побудови радіопередавача та приймача, його структурної схеми, а також розрахунок деяких блоків, таких як підсилювач потужності, що задає генератор, модулятор. Як видно, розрахунки бувають дуже громіздкими, що призводить до появи похибок в них. Це призводить до того, що більшість параметрів потрібно коригувати під час налаштування.

Написана програма для використовуваного МК PIC16F84A, наведені алгоритми підпрограм, і метод кодування.

Застосоване згорткове кодування, так як воно краще ніж блокове тому, що дозволяє істотно простіше, ніж при блочному кодування, реалізувати чималу еквівалентну довжину коду, яка визначається довжиною кодового обмежень. Згорткові коди допускають просте об'єднання кодування і модуляції (так звана кодованих модуляція або сигнально – кодові конструкції), що особливо важливо при побудові енергетично ефективних систем зв'язку для каналів з обмеженою смугою частот.

Закодована інформація не групується у блоки, виявлення і виправлення помилок виконується безперервно, і саме в цьому полягає перевага згортальних кодів. Згортальне кодування є потужним засобом боротьби з одиночними помилками. Дзвінки не будуть між собою пересікатися на кожен відгук.

В електричну принципову схему приймача, передавача додав кодер для кодування сигналу і декодер який перетворює інформацію з одного зовнішнього вигляду в інший вид для розпізнання сигналу.

Відзначимо перспективні напрямки техніки радіопередавальних пристроїв на напівпровідникових приладах:

- освоєння міліметрового і субміліметрового діапазонів довжин хвиль – створення потужних і стабільних генераторних і підсилювальних пристроїв шляхом вдосконалення технології виготовлення

напівпровідникових приладів, застосування нових типів резонаторів, високоефективних режимів роботи активних елементів;

- застосування нових видів модуляції, що забезпечують велику перешкодозахищеність;

- збільшення вихідної потужності передавачів шляхом підвищення потужності і ККД активних елементів, а також вдосконалення методів підсумовування потужностей;

- збільшення надійності, зниження габаритів радіопередавальних пристроїв шляхом ширшого застосування інтегральних схем, включаючи розробку напівпровідникових інтегральних схем НВЧ.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бездротові дзвінки [Электронный ресурс]: – Режим доступа: [http://gooosha.ru/top - 9 - besprovodnyh – zvonkov – na – dver – doma – kvartiry – na – nachalo - 2017/](http://gooosha.ru/top-9-besprovodnyh-zvonkov-na-dver-doma-kvartiry-na-nachalo-2017/)
2. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: [https:// infopedia.su/4x59c0.html](https://infopedia.su/4x59c0.html).
3. Апаратні засоби мікроконтролерів серії PIC [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://www.intuit.ru/studies/courses/3/3/lecture/78>.
4. Кашкаров А., Журнал [Текст] /А. Кашкаров «Моделист-Конструктор», №12, 2009. – 50 с.
5. Богачев В. М., Никифоров В. В. “Транзисторные усилители мощности” [Текст] / В. М. Богачев, В. В. Никифоров – М. “Энергия” – 1978 – 260 с.
6. Каганов В. И. “Транзисторные радиопередатчики” [Текст] / В. И. Каганов – М, “Энергия” – 1976г – 420 с.
7. Галкин В. И., Богачев А. П.. Справочник по полупроводниковым приборам [Текст] / В. И. Галкин, А. П. Богачев – Мн, 1987. – 306 с.
8. Уткина Г. М. “Проектирование радиопередающих устройств СВЧ”. Учебное пособие для вузов под редакцией [Текст] / Г. М. Уткина – М. ”Советское радио” – 1979. – 406 с.
9. Валитова Р. А. и Куликовского А. А., Радиоприемные, схемы на полупроводниковых приборах: Проектирование и расчет. [Текст] / под. ред. Р. А Валитова. и А. А. Куликовского – М., Советское радио, 1968. – 384 с.
10. Сиверса А. П. Проектирование радиоприемных устройств. Учебное пособие для вузов [Текст] / под. ред. А. П Сиверса. – М., Советское радио, 1976.– 486 с.
11. Галкин В.И. и др. Полупроводниковые приборы: Транзисторы широкого применения: Справочник [Текст] / В. И Галкин., А. Л Булычев., П. М Лямин. – Минск, Беларусь, 1995. – 383 с.

12. Мищенко В. Н. Электронный учебно – методический комплекс [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/5971018/>

13. Канальне кодування та перемішування [Электронный ресурс]: – Режим доступа: [https://studlib.info/tehnologii/946256 – kanalne – koduvannya – ta – peremishuvannya/](https://studlib.info/tehnologii/946256-kanalne-koduvannya-ta-peremishuvannya/).

14. Никитин Г. И. Н62 Сверточные коды: учеб. пособие [Текст] / Г. И. Никитин СПбГУАП. СПб., 2001. – 80 с.

ДОДАТОК А

Програми для мікроконтролера

РА0-РА2 разряды индикатора 1-8. РА3 - не используется

РА4 вход частоты (обязательно через сопротивление~470 Ом)

Область векторов прерываний процессора

jmp	start	; <0> Начальный пуск программы
nop		; <1> Сторожевой таймер(не используется)
rst		; <2> выход за границу стека
jmp	count	; <3> Таймер А
nop		; <8> не используется
nop		; <5> не используется
nop		; <6> Порт А (прерывания не используются)
nop		; <7> Порт В (прерывания не используются)
nop		; <8>
nop		; <9>
nop		; <10>
nop		; <11>
nop		; <12>
nop		; <13>
nop		; <14>
rst		; <15> Завершение записи в флэш

code: .byte 03fh,006h,05bh,04Fh,066h, ;таблица

06Dh,07Dh,027h,07Fh,06Fh ;таблица

Точка старта программы

start:

	jsr	init	;инициализация портов и таймера
loop:	jsr	b_bcd	;двойчный к двоично-десятичному
	jsr	bcd_7	;в код 7-и сегментного индикатора
	jsr	led_scan	;переключение сканирующей

```

jsr    sec                ;пуск и стоп через 1с
jsr    data               ;выемка данных из таймера
jsr    led_scan           ;переключение сканирующей
jmp    loop               ;бесконечный цикл

```

Старт таймера и индикации на 1 секунду

sec:

```

movl   d4,3              ;разрешение работы таймера
movl   b1,00001011b     ;выбор регистра кофигурации порта а
movl   b1,00000111b     ;перевод ножки а4 (TCLC) на вход
movl   a3,70             ;устанавливаем
movl   a2,5              ;начальные
$3:    movl   a1,232      ;значения циклов
$2:    movl   a0,243      ;
$1:    nop              ;начало цикла
        nop              ;
        nop              ;
        nop              ;
        nop              ;
dec     a0                ;уменьшение -1
jnz     $1                ;переход 1 (цикл 14 x 243)
jsr     led_scan          ;изменение сканирующей (+38 тактов)
dec     a1                ;уменьшение -1
jnz     $2                ;переход 2 (цикл 1 x 232)
dec     a2                ;уменьшение -1
jnz     $3                ;переход 3 (цикл 2 x 5)
$4:    dec     a3          ;добавок (цикл 4 x 70)
jnz     $4                ;переход 4
                        ; ((14*243)+46)*232+6)*5+70*4+10=4000000
        nop              ;
movl   b1,00001011b     ;обращение к регистру кофигурации порта а

```

```

movl    b1,00010111b    ;перевод ножки а4 (TCLC) на выход (0)
                                ;окончание счёта (всего 4.000.000 тактов)

rts                                ;выход

```

Инициализация портов и таймера

init:

```

ldr      #a,40h          ;сегмент источник таймера
ldr      #b,18h          ;сегмент регистров конфигурации портов
ldr      #c,48h          ;сегмент индикация
ldr      #d,0            ;сегмент порты

                                ;формирование конфигурации порта А
movl     b1,00011011b    ;заполнение регистра управления порта для
                                ;формирования конфигурации порта в
                                ;автоинкрементном режиме

movl     b1,00010111b    ;3-сканирующие на вход/выход
movl     b1,00010111b    ;4-активный выход
movl     b1,00001000b    ;5-резисторы отключенны(кроме PA3)
movl     b1,0            ;6-прерывания запрещены
movl     b1,0            ;7-прерывания запрещены
                                ;формирование конфигурации порта В
movl     b2,00011011b    ;заполнение регистра управления порта для
                                ;формирования конфигурации порта в
                                ;автоинкрементном режиме

movl     b2,11111111b    ;3-все вход/выход
movl     b2,11111111b    ;4-активный выход
movl     b2,0            ;5-резисторы отключенны
movl     b2,0            ;6-прерывания запрещены
movl     b2,0            ;7-прерывания запрещены
                                ;формирование конфигурации таймера
movl     d4,00010010b    ;Работа с Регистром Конфигурации
movl     d5,01011111b    ;16 бит + / + внешний вх.+ пред. + на 1/256;

```


	clie		;запрещаем прерывание
	ldr	#a,40h	;устанавливаем область работы
	clr	a0	;очистка цикла
			;сохраняем таймер
	movl	d4,00001011b	;обращение к младшему байту
	nop		;пауза !!!
	mov	a1,d5	;сохранение младшего байта
	movl	d4,00001111b	;обращение к старшему байту
	nop		;пауза !!!
	mov	a2,d5	;сохранение старшего байта
			;выемка данных из прескалера
\$9:	bish	d1,1	;импульс на вход таймера
	bich	d1,1	
	dec	a0	;счетчик -1
	movl	d4,00001011b	;обращение к младшему байту
	nop		;пауза !!!
	mov	a4,d5	;сохранение младшего байта
	cmpl	a0,0	;выход
	jeq	\$8	;если перебрали всё
	cmp	a1,a4	;сравнение
	jeq	\$9	;если не было переноса то снова
\$8:			;иначе получаем в a0 хвост
	movl	d4,0	;стоп таймера
	clr	a4	;обнуляем, что не нужно
	clr	a5	;
	clr	a6	;
	movl	a7,5h	;
\$7:	shl	a0	;подвигаем к краю
	rlc	a1	;
	rlc	a2	;

```

rlc    a3          ;
dec    a7          ;
jnz    $7          ;пока a7 не =0
rts                    ;ВЫХОДИМ

```

Преобразование двоичного к двоично-десятичному

b_bcd:

```

ldr    #a,40h      ;
ldr    #c,48h      ;
movl   c4,27        ;количество разрядов в источнике
                    ;(счетчик цикла)

```

\$53:

```

cmpl   a7,0         ;сравниваем с 0
jz     $40           ;если =0 нечего тестировать выходим
mov    c5,a7         ;иначе посылаем в темп
jsr    test          ;переходим к тесту тетрад на >=5
mov    a7,c5         ;восстанавливаем из темпа

```

\$40:

```

cmpl   a6,0         ;продолжаем дальше тоже самое ...
jz     $41           ;
mov    c5,a6         ;
jsr    test          ;
mov    a6,c5         ;

```

\$41:

```

cmpl   a5,0         ;
jz     $42           ;
mov    c5,a5         ;
jsr    test          ;
mov    a5,c5         ;

```

\$42:

```

cmpl   a4,0         ;

```

```

    jz      $43      ;
    mov     c5,a4    ;
    jsr     test     ;
    mov     a4,c5    ;
$43:
    rlc     a0        ;
    rlc     a1        ;
    rlc     a2        ;сдвиг всего на 1 бит
    rlc     a3        ;
    rlc     a4        ;
    rlc     a5        ;
    rlc     a6        ;
    rlc     a7        ;
    dec     c4        ;цикл 27 раз (3 байта + 3 разряда переполнения)
    jne     $53      ;
    rts                     ;возврат

```

Подпрограмма преобразования в 7 код

to_led:

```

    bich    a0,1111b    ;убиваем старшую тетраду
    mdal    a1,code ;грузим указатель на 7-ый код
    mdah    a4,code ;
    add     a1,a0        ;+ двоичное число (смещение)
    mtp     #6,a1        ;непосредственная адресация к памяти
    mtp     #7,a4        ;
    mov     a0,d7        ;меняем двоичный на 7-ый
    rts                     ;выход

```

**Подпрограмма тестирования тетрад
если тетрада ≥ 5 то к ней прибавляется 3**

test:

	cmpl	c5,5	;сравниваем с 5
	tdc		;переносим флаг заёма в z
	jz	\$44	;если <5 пропускаем +3
	addl	c5,3	;если ≥ 5 +3
\$44:	swap	c5	;меняем тетрады
	cmpl	c5,5	;сравниваем с 5
	tdc		;переносим флаг заёма в z
	jz	\$45	;если <5 пропускаем +3
	addl	c5,3	;если ≥ 5 +3
\$45:	swap	c5	;возвращаем тетрады на место
	rts		;конец

Подпрограмма гашения незначащих нулей

no_o:

	cmpl	a2,0	;проверка небыло ли значащей цифры
	jne	\$87	;иначе на выход
	cmpl	a0,00111111b	;сравнение с 0
	jeq	\$89	;если эквивалентно то переход на гашение
	cmpl	a0,10111111b	;сравнение с 0.
	jne	\$88	;если не эквивалентно то это первая
			;значащая цифра и переход на отмену
			;следующих проверок
\$89:	clr	a0	;гашение знака
	jmp	\$87	;и на выход
\$88:	inc	a2	;+1 отмена проверок
\$87:	rts		;возврат

.END