

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Навчально-науковий інститут (факультет) інформаційних технологій та електроніки

Кафедра інформаційних технологій та програмування

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної випускної роботи

освітній ступінь бакалавр
спеціальність 171 „Електроніка”
(шифр і назва спеціальності)

на тему **«Розробка блоку декодера системи управління дверима»**

Виконав: студент групи ЕЛ-216д

(підпис)

Ю.В. Рєзнік

(ініціали і прізвище)

Керівник

(підпис)

І.С. Тюндер

(ініціали і прізвище)

Завідувач кафедри

(підпис)

О.І. Захожай

(ініціали і прізвище)

Рецензент _____ доц., д.т.н.О.І. Захожай

Київ – 2025

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Навчально-науковий інститут (факультет) інформаційних технологій та електроніки

Кафедра інформаційних технологій та програмування

Освітній ступінь бакалавр

спеціальність 171 „Електроніка”

(шифр і назва спеціальності)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Захожай О.І.
“___” _____ 2025 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ ВИПУСКНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Резніку Юрію Вадимовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка блоку декодера системи управління дверима

керівник роботи Тюндер Ірина Сергіївна, ст. викл.

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

затверджений наказом університету від “27” травня 2025 року
№67/15.15-С

2. Строк подання студентом роботи 16.06.2025р.

3. Вихідні дані до роботи: Схема електрична принципова;
напруга живлення – 12В; струм споживання блоку - не більше 50мА;
максимальна споживна потужність – 5,5Вт; наробіток на відмову не менш
20000 годин

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. Аналіз технічного завдання. Конструкторська частина.
Технологічна частина.

Висновки. Перелік використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників) Схема електрична принципова. Плата друкована. Складальне
креслення. Схема технологічного процесу.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 30.03.2025р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної випускної роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1	Одержання завдання на виконання роботи	30.03.25	виконано
2	Укладання і погодження з керівником плану і етапів виконання роботи	06.04.25	виконано
3	Узагальнення даних літературних джерел, укладання розділу «Аналіз технічного завдання»	13.04.25	виконано
4	Розробка конструкції виробу	20.04.25	виконано
5	Розробка технології виготовлення виробу	27.04.25	виконано
6	Укладання, оформлення та погодження пояснювальної записки з керівником	04.05.25	виконано
7	Здача готової пояснювальної записки на кафедру	08.06.25	виконано
8	Укладання доповіді і презентації	10.06.25	виконано

Студент _____ Ю.В. Рєзнік
 підпис (ініціали і прізвище)

Керівник роботи _____ І.С. Тюндер
 підпис (ініціали і прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту містить:

сторінок - 63 , рисунків - 17 , таблиць - 17 , джерел - 12 , додатків - 2 , мова - українська.

Об'єкт розробки – блок декодери системи управління дверима

Мета роботи - розробити конструкцію і технологію виготовлення виробу на основі схеми електричної принципової відповідно до вимог технічного завдання.

У дипломному проекті розроблена конструкція блок декодери системи управління дверима і технологія його виготовлення. Проведено конструктивні розрахунки, розрахунки по постійному і перемінному струму, розрахунки теплового режиму і надійності проектного пристрою. При проектуванні друкованої плати і випуску конструкторської документації широко використовувалися можливості САПР ACCEL EDA (PCAD) і AUTOCAD

НАЧІПНИЙ ЕЛЕМЕНТ, ЕЛЕКТРОРАДІОЕЛЕМЕНТ, МІКРОСХЕМА, РЕЗИСТОР, ДІОД, КОНДЕНСАТОР, ТРАНЗИСТОР, ДРУКОВАНА ПЛАТА, ДРУКОВАННИЙ ПРОВІДНИК, МОНТАЖНИЙ ОТВІР, ПЕРЕХІДНИЙ ОТВІР, КОНСТРУКЦІЯ, НАДІЙНІСТЬ, ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ, ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ, СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ, ТРАСУВАННЯ

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ.....	8
1.1 Аналіз призначення виробу.....	8
1.2 Аналіз електричної схеми і принципу роботи пристрою.....	9
1.3 Аналіз умов експлуатації.....	12
1.4 Аналіз елементної бази.....	13
1.5 Аналіз конструкторсько-технологічного аналога.....	23
1.6 Технічні пропозиції на розробку.....	26
2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ.....	34
2.1 Вибір типу і розмірів друкованої плати	34
2.2 Конструктивно-технологічний розрахунок друкованої плати.....	34
2.3 Розрахунок по постійному струмі.....	38
2.4 Розрахунок по перемінному струмі.....	40
2.5 Розміщення ЕРЕ та трасування.....	43
2.6 Оцінка теплового режиму.....	44
2.7 Оцінка показників надійності.....	44
3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРИСТРОЮ.....	46
3.1 Аналіз технології виготовлення	46
3.2 Структура технології виготовлення виробу.....	46
3.3 Аналіз технологічності виробу.....	48
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	51
ВИСНОВОК.....	53
ЛІТЕРАТУРА.....	54
ДОДАТОК А.....	55
ДОДАТОК Б.....	56

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АВ - аксіальні висновки;
ПЕА - побутова електронна апаратура;
ДПП - двостороння друкована плата;
ДК - дистанційне керування;
ІМС - інтегральні мікросхеми;
НЕ - навісний елемент;
ОВ - осьові висновки;
ОДП - одностороння друкована плата;
ОП - операційний підсилювач;
ДП - друкована плата;
РЕА - радіоелектронна апаратура;
САПР - система автоматичного проектування;
СМС - світломонтажний стіл;
ТЗ - технічне завдання;
ТЭЗ – типовой элемент замены;
ПХК - помірно-холодний клімат;
ЧПУ - числове програмне управління;
ЕОА - електронна обчислювальна апаратура;
ЕРЕ - електрорадіоелементи.

ВСТУП

У процесі розвитку радіоелектроніки та її мініатюризації, а також у зв'язку її масштабного впровадження в різні побутові прилади та пристрої стало можливим створення пристроїв, які дозволяють полегшити людське життя. До таких пристроїв можна віднести мобільні телефони, пульти дистанційного керування. Швидке розширення областей застосування електронних пристроїв - одна з характерних особливостей сучасного прогресу. Цей прогрес в певній мірі пов'язаний з впровадженням інтегральних мікросхем і в побутове обладнання. Застосування інтегральних мікросхем дозволило удосконалити і створити нові методи проектування, конструювання та виробництва радіоелектронної апаратури різного призначення, підвищити її технічні та експлуатаційні характеристики. темой данного дипломного проекта является разработка устройства дистанційного управління дверями гаража.

При розробці системи дистанційного керування дверима гаража передбачається використання недорогих і недефіцитних деталей, що робить конструкцію пристрою легко відтворюваними. Все це говорить про реальність проекту і можливості його безпосередньої виробничої реалізації.

Проектована система повинна створюватися з максимальним використанням тієї елементної бази, яка має високу надійність і низьку ціну. Пристрій повинен мати низьку собівартість, що дозволить встановити низьку роздрібну ціну.

1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Аналіз призначення і складу виробу

Дістанційне керування дверима дозволяє заходити і виходити, не виходячи з автомобіля, щоб відкрити двері, але така система більш складна, потребує до неї більш уваги при експлуатації.

При натисканні пульта дистанційного керування, випромінюється радіосигнал, що передається на приймач дистанційного керування. У налаштуваннях самого пульта можна змінювати режими кодування сигналу або статичного (постійного), або на динамічний (плаваючий) код.

Пристрій призначений для роботи з приймачем команд, які надходять з пульта дистанційного керування і служить для управління виконавчими механізмами дверей воріт гаража, дає можливість, користувачеві не виходячи з машини швидко і оперативно відкривати і закривати ворота гаража або стоянки автомашин за допомогою пульта дистанційного керування.

Час відкривання/закривання воріт залежить від використовуваних виконавчих електромеханічних приводів і може коливатися від 30 секунд до 1 хвилини.

Пристрій можна конструктивно розбити на наступні складові частини:

- радіоприймач і декодер;
- пристрій живлення і комутації;
- передавач.

У даному проекті розробки будуть піддаватися блок декодера.

Основні технічні характеристики декодера:

- кількість можливих команд - 64;
- дальність дії пульта дистанційного керування, м - 10;
- напруга живлення, В - 12;
- споживаний струм, мА - 50.

Коли ми обираємо матеріали необхідні для виготовлення пристрою, треба враховувати такі характеристики:

- високі показники механічної, електричної міцності,
- екологічні, безпечні, як при нормальних, так і при аварійних режимах роботи,
- стабільні в часі і температурному діапазоні,
- володіти високими технологічними параметрами (паяємо ость, оброблюваність, безвідходність),
- мати низьку вартість.

Що стосується корпусу пристрою, він повинен мати сучасний дизайн, що відповідає останнім світовим тенденціям, володіти гарним естетичним виглядом. Колір корпусу повинен задовольняти споживчим вимогам і може варіюватися в широких межах (починаючи з світлих тонів і закінчуючи темними). У корпусі пристрою необхідно передбачити відсік для встановлення резервного джерела живлення (гальванічних елементів).

При конструюванні і підборі органів управління та індикації необхідно враховувати ряд важливих факторів, таких як розміри, форма, колір, розташування, напрямки і зусилля перемикачів.

При використанні пристрою в темний час доби необхідно забезпечити органи управління та індикації (при використанні рідкокристалічного індикатора) пристроями підсвічування, такими як мініатюрні лампочки розжарювання, світловипромінюючі діоди.

Таким чином, можна казати, що даний пристрій відноситься до стаціонарної апаратури.

1.2 Аналіз схеми електричної принципової і принципу дії пристрою

Найважливішим пунктом у розробці нового пристрою є правильний і обґрунтований підхід до аналізу питань що стосуються роботи, як окремих вузлів, так

і всього пристрою в цілому. У цьому розділі буде розглянуто основні принципи роботи декодера системи управління дверима.

Основою схеми декодера є мікросхема DD1 KP1506ХЛ2, яка шифрує прийняті кодові комбінації. Комплект мікросхем KP1506ХЛ1, KP1506ХЛ2 дозволяє задавати до 64 різних команд. У пропонованому пристрої в порівнянні зі стандартним пультом ДК змінені коди команд шляхом перемикання зв'язку, що йде на 13 виведення мікросхеми DD1, на 12 висновок цієї ж мікросхеми. При цьому використовуються команди 25-32, 35, 36 і 2. Команди 25-32 використовуються для керування електроприводами М1, М2 дверей воріт і гаража. Команди 35, 36 - для блокування / розблокування управління приводами, а команда 2 - для припинення виконання команд «відкрити / закрити». Тип інших мікросхем декодера обраний з міркувань використання одного джерела напруги живлення - 12 В.

Після припинення прийому команди з пульта ДК припиняється і надходження імпульсів з виведення 17 DD1. При цьому конденсатор С13 через деякий час заряджається до рівня логічної одиниці і тригер DD5 по входу R повертається в початковий стан. Конденсатор С14 швидко розряджається через діод VD1 і резистор R32. Тригер Шмітта на елементах DD8.1 DD8.2 також повертається в початковий стан.

Вихід Р3 (висновок 11 мікросхеми DD1) використовується тільки для виключення дешифрації неіснуючих команд при включенні живлення, оскільки в цій ситуації на виходах Р0-Р3 формується код, відповідний програмі 1.

Команди 26, 27, 30, 31 можуть виконуватися тільки при натисканні та утриманні однієї з відповідних кнопок на пульті ДК. Алгоритм виконання команд «відкрити 1,2 / закрити 1,2» в пристрої такий: після натиснення відповідної кнопки привід приходить в рух і відпрацьовує задану команду до спрацювання кінцевого вимикача. Поки працює один привід, можна задати незалежну команду другого. У разі необхідності будь-яку з цих команд в будь-який момент часу можна змінити або призупинити. Таким чином, в'їхавши в двір можна одночасно закривати двері воріт і відкривати двері гаража.

Команди «відкрити 1, 2 / закрити 1, 2» подаються на входи 1 DD8.4, 5 DD13.2, 9 DD13.3, 13 DD13.4 з виходів елементів «3І-НЕ» DD11.1-DD11.3, а також DD2.4, DD13.1, DD6.3, DD6.4, які виконують функцію елемента «3І-НЕ». Елементи DD11.1, DD11.2, управляють приводом 1, а DD2.4, DD13.1, DD6.3, DD6.4 - приводом 2. RS-тригери DD7.1 і DD7.2 є елементами пам'яті для можливості виконання двох незалежних команд «відкрити 1, 2 / закрити 1, 2» одночасно і залишаються в довільному стані при включенні живлення або у стані, визначеному попередньої переданої командою. Оскільки ці схеми працюють аналогічно, то достатньо розглянути схему роботи одного з них, наприклад приводу 1.

При прийомі команди «відкрити 1» на вхід 2 елементи «2ИЛИ-НЕ» DD6.1 з дешифратора DD4 надходить рівень логічної одиниці, що призводить до формування низького логічного рівня на вході 1 елемента «3ІІІ-НЕ» DD11.1. С описаної вище затримкою на вхід 2 цього елемента також надходить рівень логічного нуля. На вхід 8 цього ж елемента також подається низький рівень з виходу елемента заборони DD8.3. При такому збігу на виході 9 DD9.1 формується високий логічний рівень, який по входу S переводить RS-тригер DD10.1 в стан, коли на його виході Q (висновок 1) формується рівень логічної одиниці, який по входу 4 DD11.1 дозволяє проходження прийнятої команди на управління дверима з тригера пам'яті DD7.1. Починає працювати виконавчий двигун дверей 1.

Коли двері натикаються на яку-небудь перешкоду, то відбувається прослизання фрикційної муфти електроприводу. Щоб це не відбувалося нескінченно довго без втручання людини, в схему введений лічильник технічного часу (таймер). Після закінчення цього часу виконання всіх інших команд припиняється.

Працює лічильник наступним чином. На елементах DD3.2, DD14.1 зібраний керований мультивибратор, що формує при зазначених номіналах імпульси з частотою 125 Гц. Ці імпульси підраховує лічильник DD15 і при його заповненні на виході 2 з'являється високий рівень, який прикладається до входу 13 DD3.2, і схема зупиняється в такому стані. Проінвертований елементом DD14.2 сигнал з виходу

лічильника надходить на елемент «2И-НЕ» DD9.3, що призводить до перекидання тригера DD10.1 і відбувається заборона виконання команд.

Тривалість технічного часу можна змінювати в широких межах шляхом зміни номіналів елементів C15, R36 і перемиканням виходів лічильника DD15. У наведеному варіанті цей час становить 8 секунд. При цьому лічильник повертається в початковий стан (починає рахунок спочатку) при надходженні будь-якої команди, скиданням по входу R DD15 зі схеми затримки висновок 11 елемента DD8.1.

На підставі аналізу схеми електричної принципової блоку можна укласти наступне:

- основними електрорадіoeлементами схеми електричної принципової є мікросхеми. Враховуючи цей факт, мікросхеми буде раціонально розмістити на друкованій платі рядами. Це дозволить забезпечити зручний підведення ланцюгів живлення і "землі" до мікросхем. Також при розташуванні мікросхем слід взяти до уваги число їх взаємних зв'язків між собою та зв'язків з роз'ємами, щоб забезпечити мінімальну довжину сигнальних провідників. Так, мікросхему DD1 слід розташувати якомога ближче до роз'ємів XP1-XP2, а DD8, DD13 - до гнізда XP4 (це мінімізує довжину вхідних і вихідних ланцюгів);

- мікросхеми DD1, DD2 необхідно розмістити поруч, тому що між ними проходять високочастотні ланцюга, які є основним джерелом перешкод. Їх трасувати рекомендується в першу чергу.

1.3 Аналіз умов експлуатації

Пристрій буде експлуатуватися в наступних умовах:

- мінімальна температура + 5° C;
- максимальна температура + 55° C;
- відносна вологість при температурі + 25° C 90%.

Міцність проектного виробу при транспортуванні:

- прискорення, g 15;

- тривалість ударного імпульсу, мс 11;
- число ударів, не менш 1000.

Слід звернути увагу на значну відмінність умов експлуатації від умов зберігання і транспортування. Умови зберігання і транспортування відрізняються набагато більш жорсткими діями на виріб. Тому на період зберігання і транспортування потрібні спеціальні заходи захисту від зовнішніх впливів, головним з яких є використання пакувальної тари.

Для розроблюваного виробу можна застосувати литу пенопластову упаковку. При помірній вологості навколишнього повітря і відсутності прямого попадання вологи на упаковку можна використовувати поміщені всередину упаковки вологопоглинаючий матеріали, в кількості, що забезпечує допустимий рівень вологості всередині упаковки. В умовах підвищеної вологості, при впливі атмосферних опадів, біологічних факторів доцільно застосування герметичній поліетиленовій оболонки.

При транспортуванні виробу при негативних температурах перед введенням в експлуатацію необхідна витримка його в упаковці протягом 4 годин.

У наступному розділі буде проаналізована елементна база виробу, після чого будуть уточнюватися умови експлуатації виробу в цілому.

1. 4 Аналіз елементної бази

У проектованому пристрої використовуються наступні електронні компоненти.

Мікросхема КР1506ХЛ2, є приймачем-дешифратором команд ІК ДУ, конструктивно виконана в 24-вивідному корпусі типу PDIP. Основні електричні та експлуатаційні характеристики мікросхеми наведені в таблиці 1.1 а її габаритні розміри наведено на рисунку 1.1

Таблиця 1.1 – Основні характеристики мікросхеми KP1506ХЛ2

Параметр	Значення
Напруга живлення	-16,5...-19,5 В
Струм споживання	30 мА
Діапазон робочих температур	-10...+70 °С
Діапазон температур зберігання	-65...+100 °С

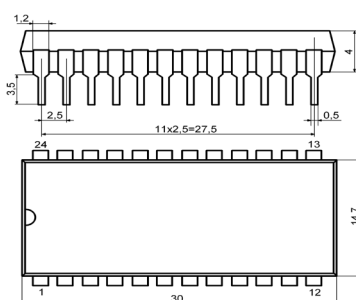


Рисунок 1.1 – Габаритні розміри KP1506ХЛ2

Мікросхеми логіки K561ЛА7, K561ЛЕ5, K561ТМ2, K561ЛЕ10, K561ЛА9, конструктивно виконані в 14-вивідному корпусі типу PDIP. Основні електричні та експлуатаційні характеристики мікросхем наведені в таблиці 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6 а їх габаритні розміри наведено на рисунку 1.2.

Таблиця 1.2 – Основні характеристики мікросхеми K561ЛА7

Параметр	Значення
Напруга живлення	5...15 В
Струм споживання	5 мА
Діапазон робочих температур	0...+70 °С
Діапазон температур зберігання	-65...+100 °С

Таблиця 1.3 – Основні характеристики мікросхеми K561ЛЕ5

Параметр	Значення
Напруга живлення	5...15 В
Струм споживання	3 мА
Вихідна напруга «0»	0,01 В
Вихідна напруга «1»	4...9 В
Час затримки сигналу	300 нс
Діапазон робочих температур	-10...+70 °С

Таблиця 1.4 – Основні характеристики мікросхеми K561ТМ2

Параметр	Значення
Напруга живлення	5...15 В
Струм споживання	5 мА
Діапазон робочих температур	-10...+70 °С
Діапазон температур зберігання	-65...+100 °С

Таблиця 1.5 – Основні характеристики мікросхеми K561ЛЕ10

Параметр	Значення
Напруга живлення	5...15 В
Струм споживання	3 мА
Діапазон робочих температур	-10...+70 °С
Діапазон температур зберігання	-65...+100 °С

Таблиця 1.6 – Основні характеристики мікросхеми K561ЛА9

Параметр	Значення
Напруга живлення	5...15 В
Струм споживання	3 мА
Вихідна напруга «0»	0,01 В
Вихідна напруга «1»	4...9 В
Час затримки сигналу	300 нс
Діапазон робочих температур	-10...+70 °С

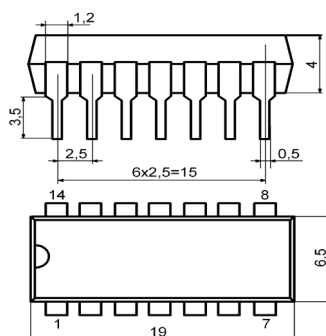


Рисунок 1.2 – Габаритні розміри мікросхем K561ЛА7, K561ЛЕ5, K561ТМ2, K561ЛЕ10, K561ЛА9

Мікросхеми K561КП2, K561ІЕ16 конструктивно виконані в 16-вивідному корпусі типу PDIP. Основні електричні та експлуатаційні характеристики мікросхем наведено в таблицях 1.7, 1.8 відповідно, а їх габаритні розміри наведено на рисунку 1.3.

Таблиця 1.7 – Основні характеристики мікросхеми K561КП2

Параметр	Значення
Напруга живлення	3...15 В
Струм споживання	4 мА
Діапазон робочих температур	-10...+70 °С
Діапазон температур зберігання	-65...+100 °С

Таблиця 1.8 – Основні характеристики мікросхеми K561ІЕ16

Параметр	Значення
Напруга живлення	5...15 В
Струм споживання	3 мА
Діапазон робочих температур	-10...+70 °С
Діапазон температур зберігання	-65...+100 °С

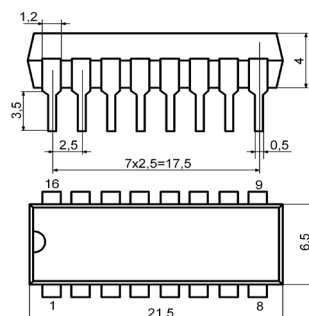


Рисунок 1.3 – Габаритні розміри мікросхем К561КП2, К561ИЕ16

У пристрої застосований кремнієвий транзистор типу: КТ315Б. Основні електричні та експлуатаційні характеристики транзистора наведено в таблиці 1.9, а його габаритні розміри наведено на рисунку 1.4.

Таблиця 1.9 - Електричні параметри транзистора КТ315Б.

Параметр	Значення
$I_{k \max}, \text{mA}$	100
$U_{KЭР}, (U_{KЭО}), \text{max}, \text{B}$	20
$U_{ЭБО}, \text{max}, \text{B}$	6
$P_{k \max}, \text{мВт}$	150
$T, ^\circ\text{C}$	25
$T_{П \max}, ^\circ\text{C}$	120
$T_{\max}, ^\circ\text{C}$	100

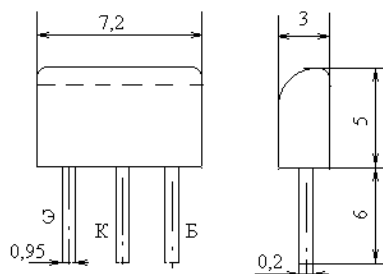


Рисунок 1.4 – Габаритні розміри транзистора КТ315

У пристрої застосований кремнієвий діод типу КД522Б. Основні електричні та

експлуатаційні характеристики діода наведено в таблиці 1.10, а його габаритні розміри наведено на рисунку 1.5.

Таблица 1.10 – Основные характеристики диодов КД522Б

Постійна пряма напруга	1,1 В
Постійний зворотний струм	5 мкА
Максимальна постійна зворотна напруга	60 В
Максимальний постійний прямий струм	10 мА
Діапазон робочих температур	-55...+85 °С

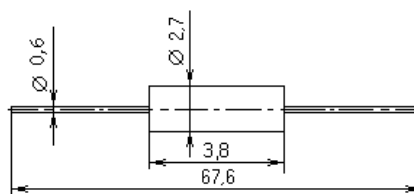


Рисунок 1.5 – Габаритні розміри діодів КД522

У пристрої застосовані металодіелектричних резистори типу С2-33. Основні електричні та експлуатаційні характеристики цих резисторів наведено в таблиці 1.11, а їх габаритні розміри наведено на рисунку 1.6.

Таблица 1.11 – Основные характеристики резисторов С2-33

Параметр	Значення
Номінальна потужність	0,125 Вт
Ряди проміжних значень опору	Е96
Допустиме відхилення опору від номінального	5%
Гранична робоча напруга	200 В
Температурний коефіцієнт опору	$\pm(200...50$
Діапазон робочих температур	-60...+155
Мінімальне напруження	20000 ч
Термін зберігання	15 лет

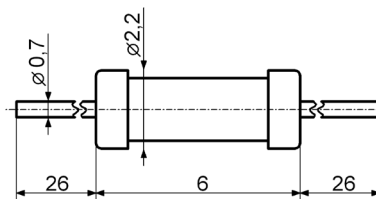


Рисунок 1.6 – Габаритні розміри резисторів С2-33

У пристрої застосовані керамічні конденсатори типу К10-17-1. Основні електричні, експлуатаційні характеристики цих конденсаторів наведено в таблиці 1.12, а їх габаритні розміри наведено на рисунку 1.7.

Таблица 1.12 – Основные характеристики конденсаторів типа К10-17-1

Параметр	Номінальна ємність		
	К10-17		К10-17
Номінальна ємність	100-4700 пф	0,047-0.33 пф	1-2,2мк
Номінальна напруга, В	50	40	25
Допустимі відхилення ємності, %	-20..+20	-20..+80	-20..+80
Діапазон робочих температур, оС	-60..+85	-60..+85	-60..+85
Довжина (L), мм	6,8	6,8	12
Товщина (B), мм	4,6	4,6	8,6
Висота (H), мм	5,5	5,5	5,5
Діаметр виводу (d), мм	0,7	0,7	0,7

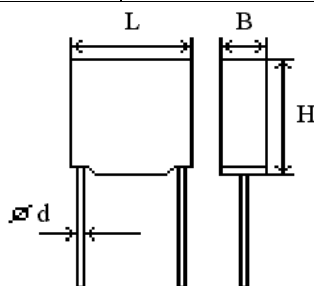


Рисунок 1.7 – Габаритні розміри конденсаторів К10-17-1

У пристрої застосовані електролітичні конденсатори типу К50-35. Основні електричні та експлуатаційні характеристики цих конденсаторів наведено в таблиці 1.13, а їх габаритні розміри наведено на рисунку 1.8.

Таблиця 1.13 – Основні характеристики конденсаторів типа К50-35

Параметр	Номинальна ємність		
Номинальна ємність	10 мкф	47 мкф	100 мк
Номинальна напруга, В	16	16	16
Допустимі відхилення ємності, %	-20..+20	-20..+80	-20..+80
Тангенс кута втрат	15...40	15...40	15...40
Допустимий рівень змінної складової напруги, %	4...25	4...25	4...25
Діапазон робочих температур, °C	-20..+70	-20..+70	-20..+70
Діаметр корпусу (D), мм	6	7,6	8,2
Висота (H), мм	5,5	5,5	5,5
Діаметр виводу (d), мм	0,8	0,8	0,8

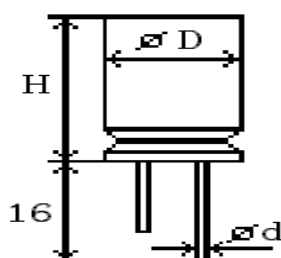


Рисунок 1.8 – Габаритні розміри конденсаторів типа К50-35

У пристрої застосований кварцовий резонатор типу РК-169. Основні електричні та експлуатаційні характеристики резонатора наведено в таблиці 1.14, а його габаритні розміри наведено на рисунку 1.9.

Таблиця 1.14 – Основні характеристики кварцового резонатора РК-169

Параметр	Значення
Точність настройки	$\pm 15 \cdot 10^6$
Діапазон робочих температур	-
Стійкість у робочому інтервалі температур	$\pm 30 \cdot 10^6$
Динамічний опір	25 Ом

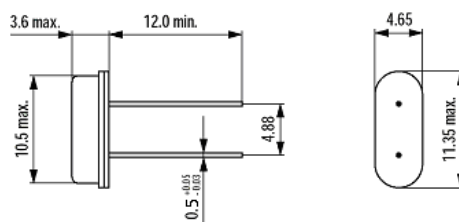


Рисунок 1.9 – Габаритні розміри кварцового резонатора типу РК-169

Основні електричні та експлуатаційні характеристики роз'єму типу PLS наведено в таблиці 1.15, а його габаритні розміри наведено на рисунку 1.10.

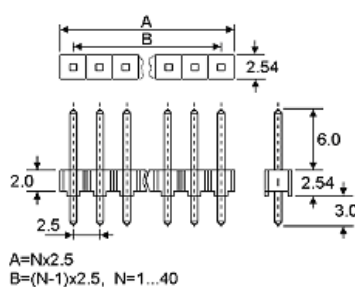


Рисунок 1.10 – Габаритні розміри роз'єма типу PLS

Для підключення виробу до пристрою живлення і комутації використовуються роз'ємні з'єднувачі типу Тj. Основні електричні та експлуатаційні характеристики різних з'єднувачів наведено в таблиці 1.15, а їх габаритні розміри наведено на рисунку 1.11.

Таблиця 1.15 – Основні характеристики роз'ємних з'єднувачів типу Тj

Параметр	Значення
Робочий струм, А	1,5
Робоча напруга, В	250
Граничне напруга, В	1000
Опір контактів, МОм	35
Опір ізоляції, МОм	500
Діапазон робочих	-40...+ 125
Маса, г	2,2

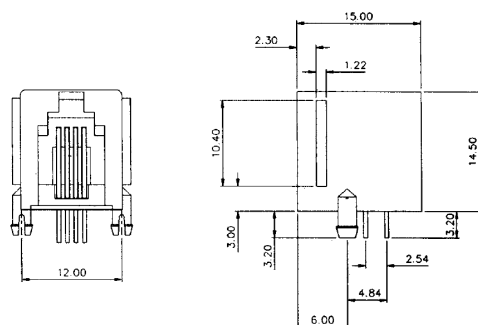


Рисунок 1.11 – Габаритні розміри роз'ємних з'єднувачів типа TJ

У пристрої застосовується вимикач SWR 41. Основні електричні та експлуатаційні характеристики вимикача наведено в таблиці 1.16, а габаритні розміри наведено на рисунку 1.12.

Таблиця 1.16 – Основні характеристики вимикача SWR41

Параметр	Значення
Робоча напруга	250 В
Робочий струм	4 А
матеріал ізолятора	полістирол посилений скловолокном UL-
опір ізолятора	не менше 1000 МОм
Діапазон робочих	-55...+ 140

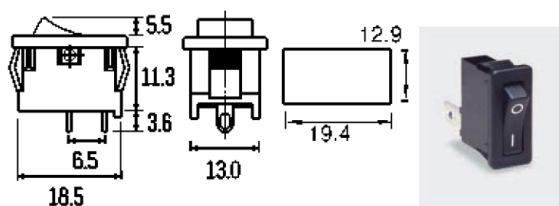


Рисунок 1.12 – Габаритні розміри вимикача SWR41

Як ми бачимо, у пристрої застосовуються навісні елементи з аксіальним і радіальними висновками, а також мікросхеми в корпусах типу DIP. Ці ЕРЕ призначені для установки на друковану плату в монтажні отвори. Елементи поверхневого монтажу та оригінальні компоненти відсутні, що дає можливість

застосування повної автоматизації складального процесу, збільшення продуктивності, надійності, зменшення відсотка браку і зменшення ціни.

Варто відзначити, що в разі дефіциту деяких електрорадіоелементів, що використовуються в конструкції блоку, можна буде їх замінити.

Проаналізував схему електричну принципову, принцип дії та елементну базу, в якості основного конструктиву прийmemo двосторонню друковану плату (високо середня кількість задіяних висновків мікросхем, велике число сигнальних ліній між ними не дозволяють розвести всі друковані провідники в одному шарі). Розміри плати будуть підраховані в конструкторському розділі проекту. Трасування з'єднань на платі буде проводитися у двох шарах. Враховуючи, що відстань між висновками мікросхем становить 2,5 мм, приймаємо крок координатної сітки 1,25 мм, клас точності друкованої плати 3. Щоб уникнути паразитних наведень, в першу чергу необхідно прокладати провідники височастотних ланцюгів, потім провідники ланцюгів живлення і землі, а потім - сигнальні провідники.

1.5 Аналіз аналогічних конструкцій

Метою даного розділу є порівняння проектного пристрою з аналогічними конструкціями. При цьому необхідно детально проаналізувати переваги і недоліки однотипних пристроїв, що випускаються провідними світовими виробниками з наступним впровадженням найкращих функціональних і конструкторських рішень в пропоноване до розробки пристрій.

Перед тим, як приступити до розробки будь-якої побутової техніки, необхідно, насамперед, провести аналіз спектру пристроїв, що поставляються на ринок різними фірмами. Цей вид аналізу дозволяє провести огляд кращих конструкторсько-технологічних рішень аналогів, які будуть використовуватися в проектованій апаратурі. Це стосується, в першу чергу, поліпшення зовнішнього вигляду ПЕА, його колірного рішення, загальної форми або форми і розмірів окремих модулів;

забезпечення необхідного теплового режиму, зручного доступу до елементів під час ремонту тощо.

Виробництвом систем дистанційного управління різного роду пристроїв займається безліч різних підприємств по всьому світу. Провідними виробниками в цій галузі є такі фірми як Pantera, Excalibur, GEOQUIP і багато інших.

Принципи побудови базових блоків електронних систем управління різних фірм в основному подібні. Відмінності полягають у використовуваних датчиках (використовуються електричні, інфрачервоні, мікрохвильові типи датчиків), наборах додаткових функцій, елементної базою, організації систем управління та індикації.

Аналогом розроблювального пристрою є пристрій керування "Струмок - К". Воно призначене для управління електромеханічними приводами дверей і воріт складів, стоянок, дачних ділянок і так далі.

До складу пристрою входить виконавчий прилад, що містить в собі основний керуючий блок і пульт дистанційного керування. При виконанні команд виріб формує відповідні звукові сигнали, а також електричний сигнал у вигляді зміни потенціалу на виході. Є можливість дискретного регулювання звукового сигналу.

Основні характеристики охоронного пристрою "Струмок - К":

- пристрій розрахований на роботу в умовах від -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості до 95%;
- живлення основного пристрою здійснюється від мережі змінного струму з напругою 220В, живлення - від двох гальванічних елементів типорозміру напругою 1,5 В кожний;
- струм споживання в черговому режимі не більше 0,1А; струм, споживаний ПДУ в робочому режимі, не більше 1 мА;
- дальність роботи ПДУ (залежно від часу доби) коливається від 5 до 10м;
- габарити пристрою 100 * 120 * 60 мм, маса не більше 1кг, корпус пристрою виготовлений з ударопрочной пластмаси



Рисунок 1.13 – Пристрій управління (виконавчий блок)

Другий аналог - охоронна сигналізація з можливістю управління воротами «Охоронець-5». Пристрій призначений як для охорони об'єктів, так і для управління воротами цих об'єктів.

Ця охоронна сигналізація може працювати з будь-якими датчиками: з нормально замкнутими і нормально роз'єднаними контактами. У пристрої передбачені регулювання часу включення / виключення, затримки спрацювання сигналізації, інтервалу повторного включення, тривалості звучання сирени. Для екстреного включення сигналізації мається «тривожна» кнопка. У пристрої передбачена автоматична подача резервного живлення в разі відключення мережевої напруги. Для роботи системи необхідний понижуючий мережевий трансформатор 220В / 10В. Потужність трансформатора і тип аварійного акумулятора залежить від потужності використовуваної сирени.

Сигналізація може працювати з різними додатковими пристроями, що розширюють можливості охоронної системи: інфрачервоний бар'єр, цифровий замок, ультразвуковий радар, сирени.

До недоліків слід віднести низьку ремонтпридатність, пов'язану із застосуванням поверхневого монтажу і використання технології багат шарових друкованих плат; дефіцитність на вітчизняному ринку радіоелектронної продукції комплектуючих іноземного виробництва та відсутності вітчизняних аналогів; досить висока ціна.

Поліпшити якість, підвищити надійність проектного пристрою можливо при усуненні недоліків властивим розглянутим пристроям. Для цього необхідно:

- здійснювати живлення базового блоку від мережі та / або від акумулятора (змішане живлення), передбачити автоматичний перехід на автономне живлення при відключенні мережевої напруги;
- використовувати вбудовану систему контролю напруги у мережі живлення (+ 9В ... + 13В);
- використовувати вітчизняну елементну базу;
- для зменшення енергоспоживання пристроїв звукової сигналізації та індикації застосувати імпульсний метод живлення;
- зменшити витрати на виробництво.

Присутність вказаних недоліків враховані при розробці, зроблені відповідні зміни в конструкції нового блоку.

1.6 Технічне завдання на розробку

1.6.1 Призначення і область застосування

Прилад призначений для використання в побутових цілях. З його допомогою можна дистанційно керувати відкриттям / закриттям дверей воріт гаража, не виходячи з машини.

1.6.2 Технічні характеристики.

Напруга живлення - 12В.

Струм споживання – 50мА.

Кількість можливих команд - 64.

1.6.3 Технічні вимоги до конструкції.

Габаритні розміри блоку повинні бути не більше 135 * 65 * 14 мм.

Маса блоку повинна бути не більше 155 гр.

Основний монтаж повинен бути виконаний на одній друкованій платі.

Підключення пристрою до ланцюгів живлення і сигнальним ланцюгах повинно здійснюватися за допомогою з'єднувачів.

1.6.4 Умови експлуатації.

Пристрій призначений для роботи в сухих неопалюваних і опалюваних приміщеннях в умовах кліматичної зони "УХЛ":

- діапазон температур навколишнього середовища від -5 до $+55$ ° С;
- відносна вологість повітря при $t = +25$ ° С від 40 до 90%;
- атмосферний тиск від 84 до 107 кПа;
- запиленість повітря в приміщенні, де експлуатується пристрій дистанційного керування, повинна бути не більше 105 шт. / Дм³ при розмірах часток не більше 3 мкм;
- пристрій повинен бути працездатним і витримувати вібрацію частотою до 25 Гц з амплітудою не більше 0,1 мм;
- вимоги по стійкості до механічних і кліматичних впливів комплектуючих виробів електронної техніки та електротехніки;
- нормальні кліматичні умови експлуатації - температура 25 ± 10 °С, вологість повітря 80% при температурі $+25$ °С.

1.6.5 Вимоги до надійності

- напрацювання на відмову проектного виробу повинна становити не менше 20000 годин;
- виріб має бути відновлюваним, середній час відновлення працездатності не більше 2 годин;
- коефіцієнт готовності повинен бути не менше 0,95;
- середній термін служби - не менше 5 років;
- середній термін зберігання до введення в експлуатацію - 6 місяців;
- ймовірність безвідмовної роботи повинна бути на рівні 0,80 - 0,6 за 20000 годин.

2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ

2.1 Вибір типу і розмірів друкованої плати

Зробимо розрахунок сумарної площі, займаної кожним типом ЕРЕ на друкованій платі по формулі

$$S = \sum_{i=1}^n S_i / K \quad (2.1)$$

де n - кількість елементів і-го типу;

S_i - площа одного елемента і-го типу

З формули (2.1) отримуємо

$$S = 3 * (1824 + 352 + 512 + 1080 + 455 + 140 + 14 + 22,5 + 21 + 60 + 87,5) = 13704 \text{ мм}^2.$$

Плати уніфікованих типових конструкцій не підходять, тому що пристрій не стандартний, тому візьмемо ДП довільних розмірів з дотриманням вимог.

Відповідно до вищевикладеного ДП матиме наступні розміри: 135×65 мм.

Вибираємо найбільш поширений матеріал склотекстоліт СФ-2-35-1,5 з товщиною діелектрика 1,5 мм [6].

2.2 Конструктивно - технологічний розрахунок друкованої плати

Розрахунок друкованої плати враховує погрішності, які виникають при виробництві друкованої плати, пов'язані з неточністю фотошаблону та рисунку друкованих провідників, неточністю сполучення друкованої плати і т.д.

Вихідними даними для розрахунку параметрів друкованого монтажеві є дані, приведені в таблицях 2.1, 2.2.

Найменування параметра	Позначення	Значення параметрів ДП 3-го класу точності
Ширина провідника, мм	t_M	0,25
Відстань між краями сусідніх елементів провідного рисунка, мм	S	0,25
Відношення діаметра металізованого отвору до товщини плати	I	0,33
Ширина гарантійного паска	B_M	0,1

Діаметри перехідних і монтажних отворів повинні відповідати ДСТУ 10317-79.

Мінімальний діаметр перехідного отвору визначають зі співвідношення

$$d_{no} \geq I H_{nn} \quad (2.2)$$

де H_n - товщина друкованої плати ;

I - відношення діаметра металізованого отвору до товщини плати

$$d_i \geq 0,33 \cdot 1,5 = 0,495 \text{ мм} .$$

Приймаємо $d_n = 0,5 \text{ мм}$.

Номінальне значення діаметра монтажного отвору визначається з формули

$$d_m \geq d_e + \Delta + |\Delta d_n| \quad (2.3)$$

де d_v - максимальне значення діаметра виводу націпного елемента;

Δd - нижнє граничне відхилення номінального значення діаметра отвору;

Δ - зазор між виводом і монтажним отвором ($\Delta = 0,1 \dots 0,4 \text{ мм}$);

Діаметри висновків застосовуваних елементів:

- для всіх типів мікросхем, кварцового резонатора, - $d_1 = 0,5 \text{ мм}$;

для діода КД522 - $d_2 = 0,6 \text{ мм}$;

для керамічних конденсаторів типу К10-17 і резисторів типу С2-33 - $d_3 = 0,7 \text{ мм}$;

для електролітичних конденсаторів -;

для транзистора типу КТ315, з'єднувачів типу PLS -.

Визначаємо діаметри монтажних отворів за формулою (2.3):

$$d_{M1} = 0,5 + 0,2 + 0,05 = 0,75 \text{ мм} - \text{приймаємо } d_1 = 0,8 \text{ мм}.$$

$$d_{M2} = 0,6 + 0,2 + 0,05 = 0,85 \text{ мм} - \text{приймаємо } d_2 = 0,8 \text{ мм}.$$

$$d_{M3} = 0,7 + 0,2 + 0,05 = 0,95 \text{ мм} - \text{приймаємо } d_3 = 1,0 \text{ мм}.$$

$$d_{I4} = 0,8 + 0,2 + 0,05 = 1,05 \text{ мм} - \text{приймаємо } d_4 = 1,0 \text{ мм}.$$

$$d_{I5} = 0,95 + 0,1 + 0,05 = 1,1 \text{ мм} - \text{приймаємо } d_5 = 1,1 \text{ мм}.$$

Номінальне значення ширини провідника t в міліметрах розраховують за формулою

$$t = t_M + |\Delta t_{HO}| \quad (2.4)$$

де t_M - мінімально допустима ширина провідника;

Δt_H - нижнє граничне відхилення ширини провідника (таблиця 2.2).

$$t = 0,2 + 0,08 = 0,28 \text{ мм}.$$

Приймаємо ширину провідника $t = 0,3 \text{ мм}$.

Номінальне значення відстані між сусідніми елементами друкованого монтажу

$$S = S_M + \Delta t_g, \quad (2.5)$$

де S_M - мінімально допустима відстань між сусідніми елементами провідного малюнка (таблиця 2.1);

Δt_g - верхнє граничне відхилення ширини провідника.

$$S = 0,25 + 0,08 = 0,33 \text{ мм}$$

Приймаємо $S = 0,3 \text{ мм}$.

Таблиця 2.2 - Припустимі погрішності виконання конструктивних елементів

Погрішність	Позначення	Значення, мм
Допуск на металізований отвір При (≤ 1 мм При (>1 мм	Δd	(0,05 (0,10
Допуск на ширину провідника, мм З покриттям	Δt	+0,03 -0,03
Допуск при розташуванні отворів при розмірі МПП, мм L (≤ 180 $180 < L \leq 360$	δd	0,08 0,1
Допуск на розташування контактних площадок при L (≤ 180 $180 < L \leq 360$	δp	0,3 0,4
Допуск на розташування провідників	δl	0,07

Діаметр контактної площадки (для перехідних і монтажних отворів)

$$D = (d_{MO} + \Delta d_{BO}) + 2 \cdot b_M + \Delta t_{BO} + 2 \cdot \Delta d_{TP} + \sqrt{\delta d^2 + \delta p^2 + \Delta t_{HO}^2}, \quad (2.7)$$

де d – діаметр отвору;

δd – діаметральне значення позиційного допуску розміщення центрів отворів щодо номінального положення ($\delta d = 0,08$ мм);

δp – діаметральне значення позиційного допуску розміщення контактних площадок щодо номінального положення ($\delta p = 0,2$ мм);

Δd_{TP} – підтравлювання діелектрика ($\Delta d_{TP} = 0,03$ мм).

$$D_1 = 0,8 + 0,05 + 2 \times 0,1 + 0,1 + 2 \times 0,03 + \sqrt{0,08^2 + 0,2^2 + 0,08^2} = 1,44 \text{ мм};$$

Приймаємо $D_1 = 1,4$ мм.

$$D_2 = 1 + 0,1 + 2 \times 0,1 + 0,03 + 2 \times 0,03 + \sqrt{0,08^2 + 0,2^2 + 0,08^2} = 1,69 \text{ мм};$$

Приймаємо $D_2 = 1,7$ мм.

$$D_3 = 1,1 + 0,1 + 2 \times 0,1 + 0,03 + 2 \times 0,03 + \sqrt{0,08^2 + 0,2^2 + 0,08^2} = 1,79 \text{ мм};$$

Приймаємо $D_3=1,8$ мм

Розрахунок мінімальної відстані для проведення n-ного кількості провідників між контактними площадками діаметрів D_1 і D_2 виробляється по формулі

$$l = (D_1 + D_2) / 2 + t \cdot n + S(n + 1) + \delta l \quad (2.7)$$

де δl – діаметральне значення позиційного допуску розміщення провідника щодо номінального значення

Мінімальне відстані між двома контактними площадками мікросхем для проведення одного провідника

$$l = \frac{1,4 + 1,4}{2} + 0,2 \times 1 + 0,4 \times (1 + 1) + 0,05 = 2,45 \text{ мм.}$$

З вищенаведених розрахунків можна зробити висновок, що відстані між двома сусідніми контактними майданчиками достатньо для прокладки одного провідника з урахуванням обмежень, що пред'являються до друкованого монтажу.

Основні параметри друкованого монтажу, значення яких можуть коригуватися у бік збільшення на підставі електричного розрахунку тих же елементів по постійному струму:

- діаметри монтажних отворів:
- для типів мікросхем, кварцового резонатора, діода КД522 - 0,8 мм;
- для керамічних конденсаторів типу К10-17 і резисторів типу С2-33, електrolітичних конденсаторів - 1 мм;
- для транзистора типу КТ315 - 1,1 мм;
- номінальна ширина провідника 0,3 мм;
- номінальне відстань між сусідніми елементами провідного малюнка 0,3 мм;
- діаметри контактних майданчиків 1,4; 1,5; 1,6 мм.

2.3 Розрахунок по постійному струмі

Найбільш важливими електричними властивостями друкованих плат по

постійному струмі є перевантажувальна здатність провідників по струму, опір провідників і діелектрична міцність підстави друкованої плати.

Визначимо необхідний перетин друкованих провідників ланцюгів живлення й «земля». Розрахунок виконаємо по максимальній щільності струму для провідника.

Ширина провідників визначається по формулі

$$S_{пз} \geq \rho \cdot l \cdot I / (0,02 \cdot U_{п}) \quad (2.8)$$

де ρ – питомий опір провідника ($\rho = 0,0172 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$);

l – максимальна довжина провідника (прийmemo $l = 0,9 \text{ м}$);

I – максимальний струм, що протікає по провіднику: $I = 0,25 \text{ А}$ для шин живлення й «земля», $I = 1 \text{ А}$ для вихідних ланцюгів,

$U_{п}$ – напруга в ланцюгах.

$$S_{пз} \geq 0,0172 \cdot 0,2 \cdot 0,1 / (0,02 \cdot 12) = 0,014 \text{ мм}^2.$$

Визначимо мінімальну ширину шини живлення і землі

$$b_{пз} = S_{пз} / h_{ф} \quad (2.9)$$

$$b_{пз} = 0,0014 / 0,035 = 0,4 \text{ мм.}$$

Приймаємо $b_{пз} = 0,5 \text{ мм}$.

Визначаємо мінімальну ширину сигнальних провідників

$$S \geq \frac{\rho \cdot I \cdot l}{0,02 \cdot U} = \frac{0,0172 \cdot 0,01 \cdot 0,2}{12 \cdot 0,02} = 0,0025 \text{ мм}^2. \quad (2.10)$$

$$b = S / h_{ф} = 0,0025 / 0,035 = 0,072 \text{ мм.}$$

Приймаємо $b = 0,3 \text{ мм}$.

Кількість контактів з'єднувача непрямого зчленування, що здійснюють підведення напруги живлення і "землі" визначають зі співвідношення:

$$n_k = \frac{t_{пз}}{\pi \times d_B}, \quad (2.11)$$

де d_B – діаметр виводів

$$n_k = \frac{0,3}{3,14 \times 1,1} = 0,08.$$

Приймаються кількість контактів з'єднувача непрямого зчленування $p = 1$.

Зазор S між провідниками живлення і "землі" обирають на підставі даних [13] в залежності від різниці напруг між сусідніми провідниками. Для розроблюваної друкованої плати мінімальний зазор становить 0,25 мм.

Отримані результати розрахунку по постійному струму уточнюють прийняті раніше розміри друкованого монтажу. Розрахунок показав можливість нормального функціонування проектного виробу з точки зору здатності навантаження провідників по струму і напрузі.

2.4 Розрахунок по змінному струмі

При передачі по друкованих елементах плати високочастотних імпульсних сигналів через наявність індуктивного опору провідників, взаємній індуктивності і ємності, опору витоку між провідниками сигнали спотворюються, з'являються перехресні перешкоди. Розрахунок по змінному струмі дозволяє уточнити максимальну довжину одиночного провідника, максимальну довжину спільного проходження рядом розташованих провідників, зазори між провідниками. [1, 4]

Припустимо довжину трьох паралельно розміщених сигнальних провідників розраховують по формулі

$$l_o = 0,5 l_{cd} l_{md} / (l_{cd} + l_{md}) \quad (2.12)$$

де l_{cd}, l_{md} - гранична довжина паралельно розміщених провідників при дії тільки ємнісного паразитного зв'язку й тільки індуктивного паразитного зв'язку відповідно

Гранична довжина паралельно розміщених провідників при дії тільки ємнісного паразитного зв'язку визначається по формулі

$$l_{cd} = \frac{C_d}{C_n} \quad (2.13)$$

де C_d - припустима ємність паразитного зв'язку $C_d = 50n\Phi$.

C_n - погонна ємність лінії зв'язку, $n\Phi/см$, обумовлена по формулі

$$C_n = K_n \xi' \quad (2.14)$$

де K_n - коефіцієнт пропорційності ($K_n = 0,12$, ([1], на рисунку 4.2);

ξ' - діелектрична проникність середовища $K_n = 0,12$.

Для провідників, розташованих на поверхні плати

$$\xi' = (\xi_0 + \xi) / 2 \quad (2.15)$$

де ξ_0 – диэлектрическая проницаемость воздуха или лака, если плата покрыта лаком;

ξ – діелектрична проникність середовища.

Для стеклотекстоліта марок СФ1, СФ2 – $E = 6$. Для лака ДСА – $E_0 = 4$.

За формулою (3.15) отримуємо

$$\xi' = \frac{4 + 6}{2} = 5.$$

Підставляючи E в (3.14) отримуємо значення погонної ємності C_n :

$$C_n = 0,12 * 5 = 0,6 n\Phi / см$$

Значення C_n підставляємо в формулу (3.13) і обчислити допустиму довжину паралельно розташованих сусідніх провідників при впливі тільки ємнісного паразитного зв'язку:

$$l_{cd} = 50 / 0,6 = 83 \text{ см}.$$

Гранична довжина паралельно розташованих сусідніх провідників при дії тільки індуктивного паразитного зв'язку для плати без екранованої площини

$$l_{m\bar{a}} \{ \ln[2l_{m\bar{a}} / [S + 0,5(t_1 + t_2)]] - 1 \} = \frac{t_{c\bar{n}}(U_{ny} + U_o)}{K_{\zeta} \Delta^2} \quad (2.16)$$

де $U_{пу}$ – значення завадостійкості мікросхем, В;

U_0 - напруга логічного «0», наведеного в ТУ, В ($U_0 = 0,4$ В);

ΔI - перепад струму в ланцюзі живлення при перемиканні ІС (0,01А);

$t_{зср}$ - середній час затримки ($t_{зср} = 40$ нс);

K_3 - коефіцієнт запасу ($K_3 = 0,5 \dots 0,7$).

Для рішення рівняння використовується ітераційний метод Ньютона.

Уведемо позначення:

$$Z = l_{m0}$$

$$C = t_{зср} (U_{ny} + U_0) / (K_3 \Delta I)$$

$$B = -1$$

$$A = [S + 0,5(t_1 + t_2)] / 2$$

Тоді вихідне рівняння перетвориться до виду

$$Z [\ln(Z / A) + B] - C = 0$$

Ітераційна формула буде мати такий вигляд

$$Z_{i+1} = \frac{Z_i + C}{\ln(Z_i / A) + B + 1}$$

Обчислення по ітераційній формулі виконують доти, поки не виконається умова

$$|Z_{i+1} - Z_i| \leq \Delta$$

де Δ – точність обчислень.

$$C = 40 \cdot (0,4 + 0,4) / (0,6 \cdot 0,01) = 900$$

$$B = -1$$

$$A = [0,4 + 0,5(0,3 + 0,3)] / 2 = 0,35$$

Приймаємо: $Z_0 = 100$; $\Delta = 1$.

$$Z_1 = (100 + 900) / (\ln(100 / 0,35)) = 178 \text{ см.}$$

$$|176 - 100| = 76 > 1$$

$$Z_2 = (178 + 900) / (\ln(178 / 0,35)) = 174 \text{ см.}$$

$$| 174 - 178 | = 3 > 1$$

$$Z3 = (174 + 900) / (\ln(174 / 0,35)) = 173,5 \text{ см.}$$

$$| 174 - 173,5 | = 0,5 < 1 - \text{необхідна умова виконується}$$

Отже $l_{\text{мд}} = 173,5 \text{ см.}$

Тоді допустима довжина двох паралельних провідників буде

$$l_o = 0,5 l_{co} l_{mo} / (l_{co} + l_{mo}) = 0,5 \cdot 83 \cdot 173,5 / (83 + 189,04) = 28,3 \text{ см.}$$

Висновок - довжину двох паралельно розташованих сигнальних провідників не можна робити більше ніж 28 см, в іншому випадку можливі різні паразитні наведення, що призводять до різних помилкових спрацьовувань елементів схеми і погіршення роботи пристрою.

2.5 Розміщення елементів та трасування друкованого монтажу

Розміщення елементів на друкованій платі та трасування провідників – найбільш трудомістка частина проектування блока ЕА. При вирішенні цього завдання треба знати критерії оптимізації, це може бути мінімум сумарної довжини зв'язків, рівномірне заповнення монтажного простору тощо. Проектована друкована плата є двосторонньою, тому основним критерієм компоновання ЕРЕ буде мінімальна сумарна довжина всіх ліній зв'язку, тому, при розміщенні чергового елемента, у першу чергу буде враховуватися кількість зв'язків цього елемента із уже розміщеними.

Трасування полягає у визначенні конкретного шляху провідника друкованого монтажу, що реалізує з'єднання між елементами схеми. На основі представлених способів отримання провідного рисунка для проєктованих друкованих плат виконується трасування друкованого монтажу за допомогою спеціалізованої програми PCAD.

2.6 Перевірочний розрахунок теплового режиму

Розрахунок вироблявся по програмі “Терло.exe”. Вихідними даними до розрахунку є:

- розміри блоку;
- температура навколишнього середовища;
- потужність, що розсіюється в блоці;
- дані про елементів й т.д.

У розробляемому виробі найбільш тепловиділяючим елементом є транзистор типу КТ315, який має номінальну споживану потужність – 0,15 Вт, гранична робоча температура становить $+100^{\circ}\text{C}$.

У даному пристрої застосовується метод природного охолодження.

У конструкції корпусу пристрою повністю відсутня будь-яка перфорація. Це пов'язано в першу чергу з тим, що в пристрої відсутні теплонавантаженому елементи, що вимагають по можливості циркуляцію повітряних мас в корпусі, а також з метою запобігання потрапляння всередину пристрою комах, пилу і вологи.

Результати розрахунку наведені в додатку А. За результатами розрахунку можна зробити висновок про можливість застосування в проектованому устрої природного охолодження, тому отримані результати задовольняють температурним критеріям на ЕРЕ.

2.7 Розрахунок надійності блоку

У справжньому проекті оцінюється структурна надійність проектованого блоку. Структурна надійність РЭА - це його результуюча надійність при відомій структурній схемі й відомих значеннях надійності всіх елементів, що становлять структурну схему. При цьому приймається послідовна структурна схема, відповідно до якої відмова пристрою виникає при відмові хоча б одного елемента.

Розрахунок надійності блоку виконується на ЕОМ по програмі “Nad32.exe”. Вихідними даними до розрахунку є інтенсивності відмов використовуваних елементів і їхня кількість.

Результати розрахунку наведені в додатку Б. За результатами розрахунку, середня ймовірність безвідмовної роботи після 20000 годин функціонування склала 0,871, що задовольняє вимогам технічного завдання на розробку.

3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРИСТРОЮ

3.1 Аналіз технології виготовлення

Пристрій призначено для широкого споживчого контингенту, тому виробництво буде серійним (приблизно 20000 виробів на рік).

У розробляється пристрої використано наступне процентне співвідношення між різними типами елементів:

- мікросхеми в корпусі типу DIP - 29,73%;
- ЕРЕ з осьовими висновками - 36,94%;
- ЕРЕ з аксіальними виводами - 33,33%;

Підвищення продуктивності і зниження витрат на одиницю продукції можна добитися шляхом автоматизації робочого місця (використовувати автоматичне і напівавтоматичне обладнання для підготовки НЕ до монтажу, установки НЕ на ДП, светомонтажніе столи, виробничі роботи і т. П.).

3.2 Структура технології виготовлення блоку

Необхідно, при виборі технології виготовлення блоку використовувати типові технологічні процеси, таким чином, ми скоротим строкі виготовлення блоку, чим забезпечим високу якість та мінімальни затрати.

Процес виготовлення пристрою викладений у структурній схемі (рисунок 3.1).

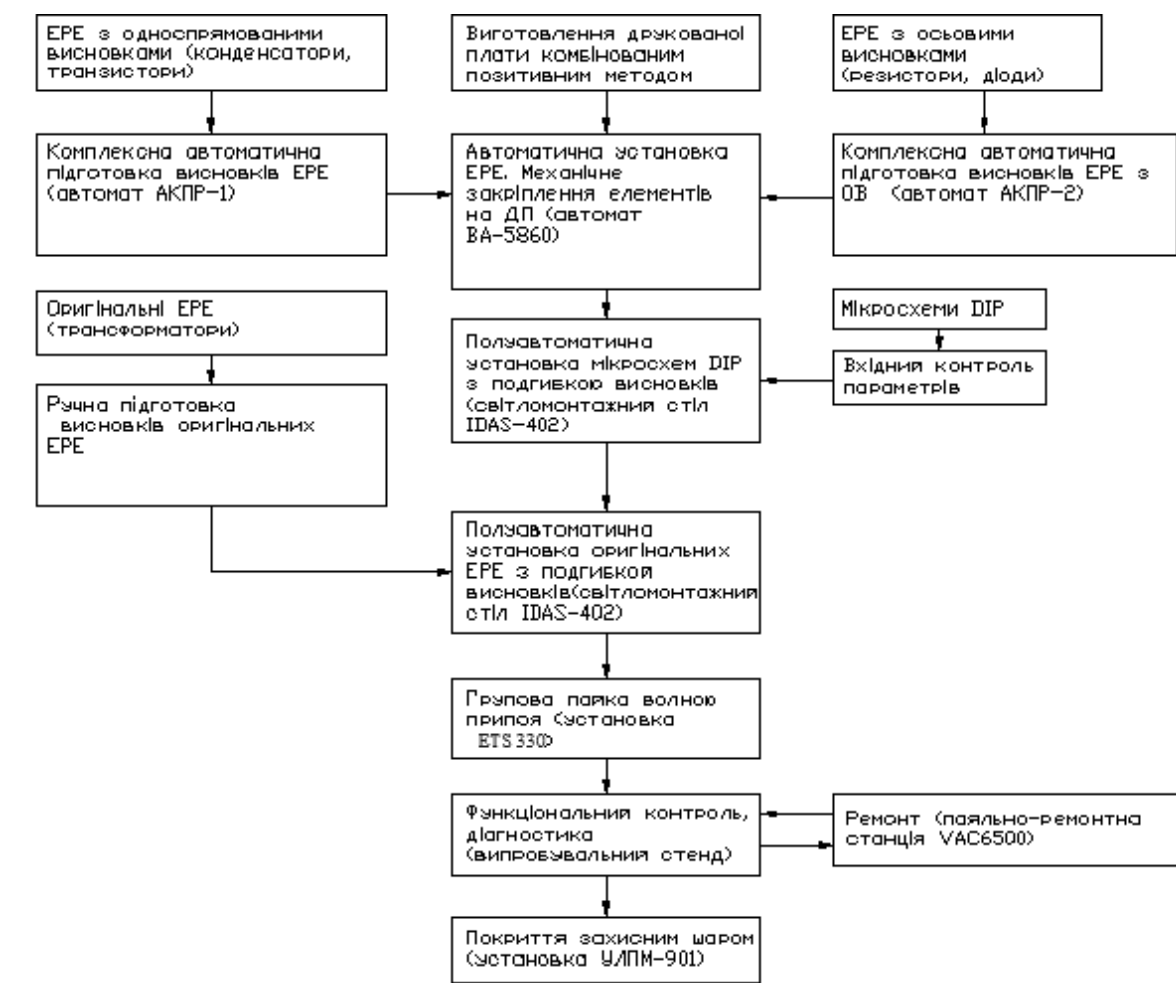


Рисунок 3.1 – Схема технологічного процесу

У розроблювальному блоці основою конструкції є двостороння друкована плата, виготовлена по третьому класі точності.

Для нашого блоку вибираємо комбінований позитивний метод виготовлення друкованої плати, його перевага є висока щільність монтажу.

Комбінований позитивний метод являє собою сполучення субтрактивного й аддитивного методів. Вихідним матеріалом служить фольгирований із двох сторін діелектрик, що тому проводить рисунок одержують витравлюванням міді, а металізація отворів здійснюється за допомогою мідніння з наступним електрохімічним нарощуванням шару міді. Пайка висновків ERE виробляється за допомогою пайки хвилею припію.

Друковані плати й компоненти надходять на складання підготовленими

(розпакування елементів, зачищення, формування, обрізки й лудіння висновків, розміщення компонентів у технологічній тарі в кількості) із засвідченим рівнем якості.

Продуктивність при ручній підготовці становить 1500-3000 эл./ч.

При використанні комплексній автоматичній підготовці висновків автоматом АКПР-1 для ЭРЭ з аксіальними висновками й АКПР-2 для ЭРЭ з осьовими висновками продуктивність зростає до 5000 эл./ч.

Для того, щоб підвищити продуктивність ручного складання підвищується використовують світломонтажні столи.

Вибираємо світломонтажний стіл (СМС) тип IDAS-402.

Пайка буде здійснюватися груповим методом - пайка хвилею припою.

Достоїнства такої пайки:

- висока продуктивність;
- обмежений час взаємодії припою із платою, що знижує термоудар, перегрівши елементів.

Нанесення захисного шару після функціонального контролю буде вироблятися установкою УЛПМ-901. Застосування якої дозволяє одержувати якісний захист друкованого монтажу й НЭ.

3.3 Розрахунок і аналіз технологічності виробу

Оцінюють технологічність конструкції розрахунком комплексного показника технологічності даного виробу й порівняніють його з нормованим показником, встановленим для даного виду виробу. Для серійного виробництва нормований показник технологічності перебуває в межах від 0,45 до 0,75. Комплексний показник визначається на основі відносних приватних показників і коефіцієнтів їхнього впливу на технологічність виробу φ_i , які наведені в таблиці.

Таблиця 3.1 – Показники технологічності й коефіцієнти значимості

Порядковий номер у ранжируванні послідовності	Показник технологічності K_i	Коефіцієнт значимості φ_i
1	K_H	1
2	$K_{ПМ}$	1
3	$K_{ПОВ}$	0,75
4	$K_{П}$	0,5
5	K_y	0,313

Коефіцієнт автоматизації й механізації підготовки елементів до монтажу:

$$K_{ПМ} = \frac{H_{ПМ}}{H_{Э} + H_{С}}, \quad (3.1)$$

де $H_{ПМ}$ – число ЭРЭ й ИМС, підготовка яких до монтажу здійснюється механізованими або автоматизованим способом;

$H_{Э}$ – загальне число ЭРЭ;

$H_{С}$ – загальне число мікросхем.

$$K_{ПМ} = \frac{37}{71} = 0.52.$$

Коефіцієнт настановних розмірів

$$K_y = 1 - \frac{H_{ТР}}{H_P}, \quad (3.2)$$

де $H_{ТР}$ – число типів настановних розмірів;

H_T – число всіх настановних розмірів.

$$K_y = 1 - \frac{12}{71} = 0,83.$$

Коефіцієнт застосовності ЭРЭ

$$K_{П} = 1 - \frac{H_{ТО}}{H_T}, \quad (3.3)$$

де H_{TO} – число типорозмірів оригінальних ЕРЭ;

H_T – число всіх типорозмірів ЕРЭ.

$$K_{II} = 1 - \frac{3}{12} = 0,75.$$

Коефіцієнт повторюваності ЕРЭ

$$K_{пов} = 1 - \frac{H_T}{H_{\text{э}} + H_C}, \quad (3.4)$$

$$K_{пов} = 1 - \frac{12}{71} = 0,83.$$

Коефіцієнт використання мікросхем

$$K_{II} = \frac{H_C}{H_{\text{э}} + H_C}, \quad (3.5)$$

$$K_{II} = \frac{15}{71} = 0,197.$$

Комплексний показник технологічності

$$K = \frac{\sum_{i=1}^5 K_i * \varphi_i}{\sum_{i=1}^5 \varphi_i}, \quad (3.6)$$

$$K = \frac{1 \times 0,52 + 1 \times 0,83 + 0,75 \times 0,75 + 0,5 \times 0,83 + 0,313 \times 0,197}{1,00 + 1,00 + 0,75 + 0,5 + 0,313} = 0,67.$$

Порівнюючи отриманий комплексний показник технологічності виробу з нормованим показником технологічності для серійного виробництва можна зробити висновок про те, що розроблювальний виріб є недостатньо технологічним. Основний вплив на низьку технологічність зробив коефіцієнт використання мікросхем, а також коефіцієнт автоматизації й механізації підготовки елементів до монтажу.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

При виготовленні пристрію можуть виникнути наступні небезпеки і шкідливості: поразка електричним струмом, вибухо- і пожежонебезпека, термоопік, хімічний опік, небезпека травмування механічним устаткуванням, поразка шкірних покривів і отруєння, шум, вібрація, світловий вплив газорозрядних ламп.

Більшість матеріалів і речовин, застосовуваних при виготовленні друкованих плат, є небезпечними для здоров'я і життя людини. Шкідливі речовини і їхні пари можуть проникати в організм людини через органи подиху, шкіру і травний тракт.

Для забезпечення безпеки праці, передбачають автоматизацію і механізацію процесів. Працівники автоматичних ліній із програмним керуванням повинні бути віддалені від шкідливих операцій на визначену відстань, що виключає вплив на працюючих небезпечного і шкідливих виробничих факторів.

При неможливості автоматизації процесів повинна бути забезпечена комплексна механізація окремих операцій — підготовчих, транспортних, фінішних, зокрема, завантаження плат у ванни і їхні вивантаження.

Якщо, застосується ручний труд необхідно використовувати колективний та індивідуальний захист працюючих.

Особлива увага повинна бути приділена заміні токсичних речовин менш токсичними чи нетоксичними, заміні шкідливих операцій менш шкідливими.

Усі робочі місця повинні бути обладнані витяжною вентиляцією, а працюючі застосовувати засоби індивідуального захисту органів дихання, очей і шкірних покривів.

В даний час майже всі електромонтажні з'єднання здійснюються пайкою.

Забруднення середовища при пайки, залужування і випалу ізоляції парами свинцю, олова, сурми й інших елементів, що входять до складу припою, парами каніфолі і різних рідин, застосовуваних для флюсу, змивки та розчинення різних

лаків парами соляної кислоти; газами і т.д. Пари, потрапляючи в атмосферу цеху, конденсуються і перетворюються в аерозоль такої конденсації, частки якої по своїй дисперсності наближаються до димів.

Робітники піддаються впливу пилу і парів; шкідливі речовини осідають на поверхні шкірного покриву, попадають на слизову оболонку порожнини рота, очі, верхніх дихальних шляхів, зі слиною заковтуються в травний тракт, вдихуються в легені, а також забруднюються робочі поверхні, одяг і шкірні покриви працюючих.

Особливо шкідливі при пайці пари свинцю. Свинець і його з'єднання отруйні.

У приміщеннях, де проводиться пайка, забороняється зберігати спецодяг, особисті речі, приймати і зберігати їжу, питну воду, а також курити. Знаходитися в приміщеннях для прийому їжі, їдальнях і буфетах у робочому одязі забороняється.

Після закінчення роботи необхідно прийняти теплий душ, почистити зуби зубним порошком і прополоскати порожнину рота водою.

При виробництві РЕА проводяться кліматичні і механічні випробовування, що повинні бути організовані так, щоб працюючим забезпечувалися умови праці відповідно до вимог санітарних норм і правил.

Кліматичні випробовування проводяться в спеціально обладнаних камерах чи приміщеннях. Камери і приміщення з кліматичним середовищем герметизують з метою виключення попадання елементів кліматичного середовища (вологи, пилу, газів і т.д.) у повітря приміщень, де постійно перебувають працюючі. Для періодичної дезінфекції повітряного середовища приміщення обладнуються загальобмінною вентиляцією і протибактерицидними лампами. Працюючі забезпечуються засобами індивідуального захисту від впливу високих і низьких температур.

При проведенні механічних випробовувань працюючі піддаються впливу шуму, вібрації, що рухаються й обертаються механізмів. Тому необхідно проводити міри захисту працюючих.

ВИСНОВОК

У процесі виконання даного дипломного проекту було розглянуто та детально проаналізовані всі аспекти, що стосуються технічного завдання на розробку в результаті чого був спроектований блок декодера дистанційного керування воротами гаража, характеристики якої повністю відповідають представленим в ТЗ вимогам.

При проведенні аналізу ТЗ визначені основні вимоги до конструкції розроблюваного устрою з точки зору його призначення і складу, умов експлуатації, використаної елементної бази та передбачуваної технології виготовлення. Крім того, розгляд особливостей побудови сучасної апаратури даного класу дозволило виділити ряд конструкторських рішень, використання яких в розробляється виробі дасть можливість значно підвищити його експлуатаційні характеристики.

Виконання конструктивно-технологічного розрахунку показало доцільність виготовлення ДП блоку по 3 класу точності. Імовірність безвідмовної роботи блоку після закінчення заявленого в ТЗ періоду часу 20000 годин склала 0,871. Результати теплового розрахунку свідчать про нормальний тепловому режимі критичних до перегріву елементів і підтверджують правильність вибору природного повітряного охолодження блоку.

У технологічній частині проекту складена загальна структурна схема виготовлення блоку з урахуванням передбачуваного типу виробництва. Технологічність виготовлення розроблюваного виробу знаходиться в допустимих для серійного виробництва межах.

У розділі "Охорона праці" був виконаний аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що впливають на персонал.

Таким чином, можна зробити висновок про доцільність введення виробу у виробництво.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ 3321:2003. Друковані плати. Загальні технічні умови. – Київ: Держспоживстандарт України, 2003. – 47 с.
2. ДСТУ EN 60204-1:2015. Безпека машин. Електрообладнання машин. Частина 1: Загальні вимоги. – Київ: Держспоживстандарт України, 2015. – 154 с.
3. ДСТУ EN 61000-6-2:2016. Електромагнітна сумісність (ЕМС). Стійкість до перешкод. Промислове середовище. – Київ: Держспоживстандарт України, 2016. – 72 с.
4. ДСТУ ІЕС 60050-151:2001. Міжнародний електротехнічний словник. Частина 151. Електронні схеми. – Київ: Держстандарт України, 2001. – 90 с.
5. ДСТУ ІЕС 60571:2003. Електронні пристрої для рухомого складу. Загальні технічні вимоги. – Київ: Держспоживстандарт України, 2003. – 86 с.
6. Електроніка для інженерів: навчальний посібник / За ред. А.В. Ковалю. – Харків: ХНУ ім. Каразіна, 2020. – 452 с.
7. Моделювання та аналіз електронних схем: підручник / Під ред. О.В. Іванова. – Київ: Вища школа, 2021. – 256 с.
8. Назаренко В.А. Основи проектування силових електроніки: Навчальний посібник. – Київ: НТУУ "КПІ", 2018. – 314 с.
9. Основи силових електроніки: підручник / За ред. І.О. Пономаренка. – Львів: Львівська політехніка, 2020. – 326 с.
10. Сертифікація електронних пристроїв в Україні / Під ред. О.М. Ткаченка. – Київ: Наукова думка, 2020. – 95 с.
11. Шумило О.М., Гайдай В.О. Основи електроніки: Навчальний посібник. – Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2019. – 318 с.
12. Power Electronics for Renewable Energy Systems / Ed. by B. Jayant Baliga. – Academic Press, 2021. – 658 p.

ДОДАТОК А

Таблиця А1 – Вихідні дані до теплового розрахунку

Параметр	Значення
1-й горизонтальний розмір корпусу блоку, мм	135,00
2-й горизонтальний розмір корпусу блоку, мм	65,00
Вертикальний розмір корпусу блоку, мм	14,00
Температура навколишнього середовища, град	35,00
Кількість елементів	1
Коефіцієнт заповнення	0,4
Потужність, що розсіюється в блоці, Вт	1,2
Потужність, що розсіюється 1 елементом, Вт	0,15
Площа 1-го елемента, кв.мм	512

Таблиця А2 – Результати розрахунку

Параметр	Значення
Температура нагрітої зони, град	55,94
Температура повітря в блоці, град	55,36
Температура поверхні 1-го елемента, град	57,31

ДОДАТОК Б

Розрахунок надійності програмою «Nad 32.exe»

№ п/п	Елементи	Вид монтажу	Кільк. контактів	Кільк. елементів,N	Інтенс. відмов, Λ	Коеф. нагрузки, α	$N*\Lambda*\alpha$
1	Мікросхема КР1506ХЛ2	0	24	1	3	1	3
2	Мікросхема К561ЛА7	0	14	4	3	1	3
3	Мікросхема К561ЛЕ5	0	14	3	1,5	1	1,5
4	Мікросхема К561КП2	0	16	1	1,5	1	4,5
5	Мікросхема К561ТМ2	0	14	3	1,5	1	20
6	Мікросхема К561ЛЕ10	0	14	1	3,3	1	3,3
7	Мікросхема К561ЛА9	0	14	1	1,5	1	1,5
8	Мікросхема К561ІЕ16	0	16	1	4,4	1	4,4
9	Конденсатор К10-17А	0	2	15	0,4	1	7,2
10	Кварцевий резонатор РК169	0	2	1	6,8	1	6,8
11	Резистор С2-23	0	2	36	0,1	1	6,7
12	Конденсатор К50-35	0	2	1	1	1	7
13	Діод К522А	0	2	1	0,3	1	6,6
14	Транзистор КТ315	0	3	1	0,75	1	6,75
15	З'єднувач типа PLS	0	14	1	0,006	1	0,006

Імовірність відмовної та безвідмовної роботи

Наробіток, годин	Імовірність безвідм. роботи, $P(t)$	Імовірність відмов, $Q(t)$
1000	0,993	0,007
2000	0,986	0,014
3000	0,979	0,021
4000	0,973	0,027
5000	0,966	0,034
6000	0,959	0,041
7000	0,953	0,047
8000	0,946	0,054
9000	0,94	0,06
10000	0,933	0,067
15000	0,901	0,099
20000	0,871	0,129

Кількість паек = 349

Кількість провідників друкованих = 234

Кількість провідників фізичних = 0

Параметр потоку відмов = $6,9206E-6$

Наробіток, годин = 144495,125 ч

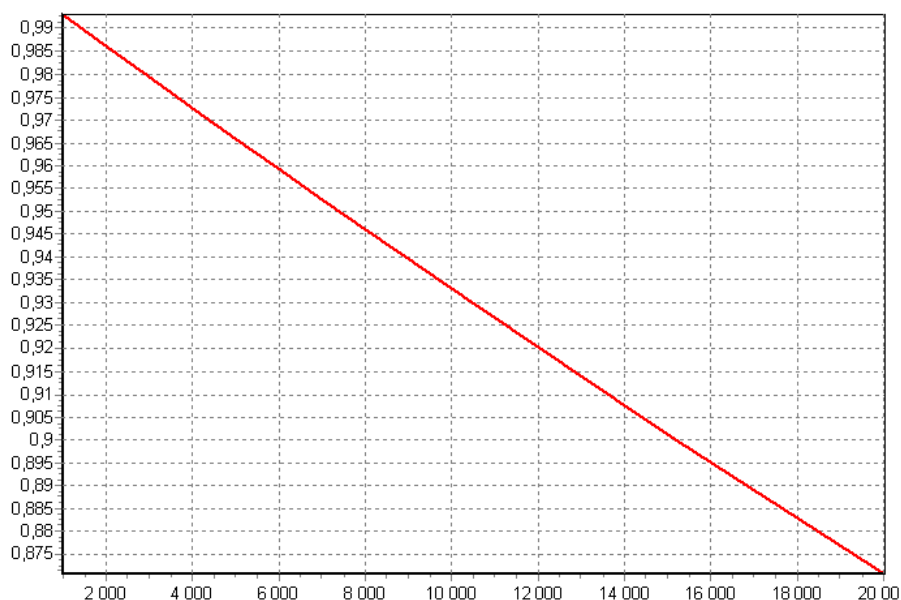


Рисунок Б.1 – Залежність імовірності безвідмовної роботи від часу

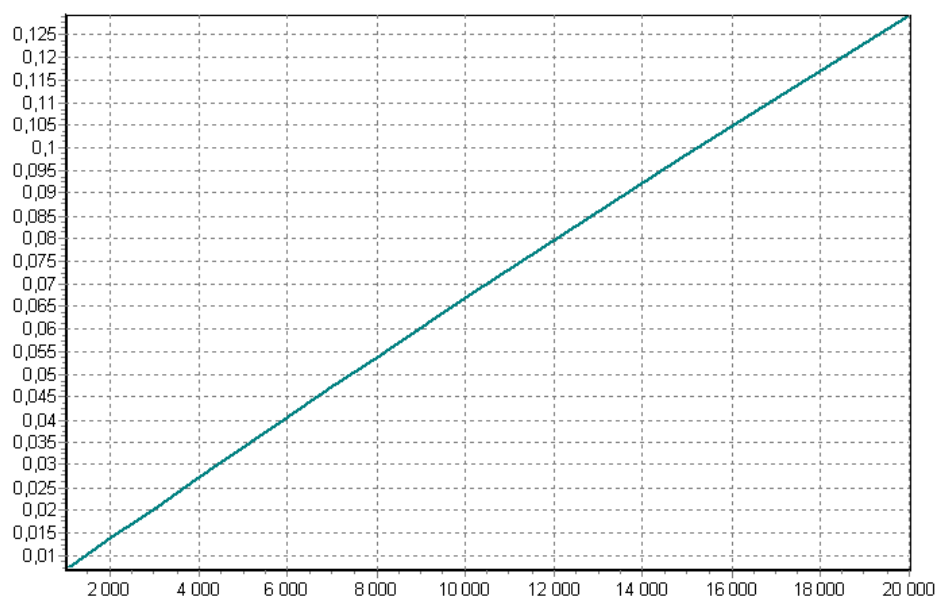


Рисунок Б.2 – Залежність імовірності відмови від часу

Поз. Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка								
	Конденсатори										
C1	K10-17A – 25 В – 6800 пФ ± 20% ОЖ0.460.172ТУ	1									
C2,C3	K10-17A – 25 В – 0,033 мкФ ± 20%	2									
C4..C7	K10-17A – 25 В – 0,1 мкФ ± 20% ОЖ0.460.172ТУ	4									
C8	K50-35 – 16 В – 500 мкФ (+ 80... – 50%)	1									
C9..C12	K10-17A – 25 В – 1000 пФ ± 20% ОЖ0.460.172ТУ	4									
C13	K10-17A – 50 В – 1 мкФ ± 20% ОЖ0.460.172ТУ	1									
C14	K10-17A – 50 В – 2 мкФ ± 20% ОЖ0.460.172ТУ	1									
C15	K10-17A – 25 В – 0,01 мкФ ± 20%	1									
	Мікросхеми										
DD1	KP1506XJ2 6K0.348.457-11ТУ	1									
DD2	K561ЛА7 6K0.348.457-11ТУ	1									
DD3	K561ЛЕ5 6K0.348.457-11ТУ	1									
DD4	K561КП2 6K0.348.457-11ТУ	1									
DD5	K561ТМ2 6K0.348.457-11ТУ	1									
DD6	K561ЛЕ5 6K0.348.457-11ТУ	1									
DD7	K561ТМ2 6K0.348.457-11ТУ	1									
DD8	K561ЛА7 6K0.348.457-11ТУ	1									
DD9	K561ЛЕ10 6K0.348.457-11ТУ	1									
DD10	K561ТМ2 6K0.348.457-11ТУ	1									
DD11	K561ЛА9 6K0.348.457-11ТУ										
DD12	K561ЛА7 6K0.348.457-11ТУ	1									
DD13	K561ЛА7 6K0.348.457-11ТУ	1									
DD14	K561ЛЕ5 6K0.348.457-11ТУ	1									
DD15	K561ІЕ16 6K0.348.457-11ТУ	1									
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ПДБ 171.06.01 ПЕЗ						
Розроб.		Резнік			Блок декодери системи управління дверима Перелік елементів			Літ	Лист	Листів	
Перев.		Тюндер								1	2
								СНУ			
Н. контр		Тюндер						Гр.ЕЛ-216д			
Затв.		Захожай									

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка		
				<u>Документація</u>				
			ДПБ 171.06.02 СК	Складальне креслення				
				<u>Деталі</u>				
			ДПБ 171.06.03	Плата печатная	1			
				<u>Інші вироби</u>				
				Конденсатори				
				K10-17A-25 В-1000 пФ ± 20%	4	C9..C12		
				ОЖ0.460.172ТУ				
				K10-17A-25 В-6800 пФ ± 20%	1	C1		
				ОЖ0.460.172ТУ				
				K10-17A-25 В-0,01 мкФ ± 20%	1	C15		
				ОЖ0.460.172ТУ				
				K10-17A-25В-0,033мкФ ± 20%	2	C2,C3		
				ОЖ0.460.172ТУ				
				K10-17A-25 В-0,1 мкФ ± 20%	4	C4..C7		
				ОЖ0.460.172ТУ				
				K10-17A-50 В-1 мкФ ± 20%	1	C13		
				ОЖ0.460.172ТУ				
				K10-17A-50 В-2 мкФ ± 20%	1	C14		
				ОЖ0.460.172ТУ				
Вм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ДПБ 171.06.02			
Розроб..	Резнік				Блок декодери системи управління дверима	Лит.	Лист	Листів
Перев..	Тюндер							
Н. контр	Тюндер					СНУ		
Затв.	Захожай					Гр.ЕЛ-21бд		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<u>Мікросхеми</u>		
				БК0.348.457-11ТУ		
				КР1506ХЛ2	1	DD1
				К561ЛА7	4	DD2,DD8,DD12,
						DD13
				К561ЛЕ5	2	DD3, DD6
				К561КП2	1	DD4
				К561ТМ2	3	DD5, DD7, DD10
				К561ЛЕ10	1	DD9
				К561ЛА9	1	DD11
				К561ІЕ16	1	DD15
				<u>Резистори</u>		
				С2-23 – 0,125 – 1 Ом	2	Р24, R34
				ОЖ0.467.104ТУ		
				С2-23 – 0,125 – 5,6	1	Р14
				ОЖ0.467.104ТУ		
				С2-23 – 0,125 – 6,2	1	Р35
				ОЖ0.467.104ТУ		
				С2-23 – 0,125 – 7,5	7	Р25..R30, R32
				ОЖ0.467.104ТУ		
				С2-23 – 0,125 –	1	Р1
				ОЖ0.467.104ТУ		
				С2-23 – 0,125 – 62	15	Р2..R13, R15.. R23
				ОЖ0.467.104ТУ		
	</					

