

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 172 „Телекомунікації та радіотехніка”
(шифр і назва спеціальності)

на тему «Розробка та моделювання електричних параметрів датчику руху для
охорони приміщення»

Виконав: студент групи РЕА-216д

(підпис)

Е.Р. Сторчак

(ініціали і прізвище)

Керівник

(підпис)

І.С. Тюндер

(ініціали і прізвище)

Завідувач кафедри

(підпис)

О.І. Захожай

(ініціали і прізвище)

Рецензент В.А. Зінченко

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 172 „Телекомунікації та радіотехніка”

(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

Сторчак Едуард Русланович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка та моделювання електричних параметрів датчику руху для охорони приміщення

керівник роботи Тюндер Ірина Сергіївна, ст.викладач

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

затверджений наказом університету від “27” 05 2025 року
№ 67/15.15-С

2. Строк подання студентом роботи 08.06.2025р.

3. Вихідні дані до роботи: Об'єктом даної роботи є процес створення датчику руху для охорони приміщення

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. Аналітичний огляд, з висвітленням наступних питань: аналіз аналогів розроблюваного пристрою.

Основна частина, в якій висвітлено аналіз електричної принципової схеми, Аналіз елементної бази розроблюваного пристрою, розрахунок параметрів друкованої плати, моделювання електричних параметрів мікросхеми NE555
Висновки. Перелік використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників) Додаток А. Трасування друкованої плати, Додаток В. Складальне креслення друкованої плати

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 31.03.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної випускної роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1	Одержання завдання на виконання роботи	31.03.25	виконано
2	Укладання і погодження з керівником плану і етапів виконання роботи	07.04.25	виконано
3	Узагальнення даних літературних джерел, укладання розділу «Аналіз предметної галузі»	14.04.25	виконано
4	Аналіз шляхів виконання завдання. Вибір і погодження з керівником оптимального шляху	21.04.25	виконано
5	Дослідження та модулювання об'єктів або процесів	28.04.25	виконано
6	Укладання, оформлення та погодження пояснювальної записки з керівником	05.05.25	виконано
7	Здача готової пояснювальної записки на кафедру	09.06.25	виконано
8	Укладання доповіді і презентації	10.06.25	виконано

Студент

_____ Е.Р. Сторчак
підпис (ініціали і прізвище)

Керівник роботи

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

РЕФЕРАТ

Робота містить:

68 сторінок основного тексту, 4 сторінок додатків, 27 рисунків, 9 використаних джерел, 18 таблиць.

Метою випускної кваліфікаційної роботи є розробка датчику руху для охорони приміщення та моделювання електричних параметрів мікросхеми NE555.

В ході розробки пристрою були проаналізовані аналоги датчику руху для охорони приміщення. В ході виконання роботи було спроектована топологія плати датчику руху на основі схеми електричної принципової відповідно до вимог технічного завдання. Проведені конструктивні розрахунки, розрахунки по постійному та змінному струму. Проаналізовані та узагальнені отримані результати. Промодельовані параметри мікросхеми NE555. Продемонстровано результат виконаної роботи.

Спроектований пристрій задовольняє всім вимогам, пред'явленим в технічному завданні.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД АНАЛОГІВ ПРОЕКТОВАНОГО ПРИБОРУ	7
1.1. Сигналізація на основі датчика удару	7
1.2. Сирена на транзисторах з живленням 220 вольт	8
1.3. Охоронна система	10
2. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ	11
2.1. Аналіз призначення і принципової схеми виробу	11
2.2. Вибір елементної бази	13
2.3. Конструктивно-технологічні вимоги проектуваного виробу	44
3. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПРИБОРУ	44
3.1. Вибір конструкції друкованої плати	44
3.2. Конструктивно-технологічний розрахунок друкарського монтажу	46
3.3. Розрахунок по постійному струму	53
3.4. Розрахунок по змінному струму	54
4. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТАЙМЕРА NE555	57
4.1. Дослідження основних схем підключення Таймера 555	57
4.2. Моностабільний режим (одновібратор)	58
4.3. Автоколивальний режим (мультивібратор)	60
4.4. Бістабільний режим (тригер Шмітта)	64
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ	66
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	67
Додаток А	68
Додаток В	70

ВСТУП

Актуальність. Безпека — одне з найважливіших завдань для кожної людини. Одним зі способів її досягнення — використання охоронних систем, які включають датчики безпеки. Це спеціальні пристрої, які використовуються для виявлення небезпеки та запобігання можливим загрозам. Допоможуть убезпечити не лише територію, а й передбачити комунальні аварії.

Датчики руху (або присутності) є одними із найпоширеніших видів датчиків безпеки. Виявляє рух у певній зоні та встановлюється як усередині, так і зовні приміщень. Активізується за наявності руху у зоні його дії. Є спеціальні сенсори, що реагують на рухи живих істот у заданому просторі.

Ці датчики спочатку сканують простір, і визначають ділянки з різними температурними показниками в інфрачервоному діапазоні випромінювання. Якщо в області, що охороняється, помічена різка зміна показників, то виникає відповідний сигнал про можливу тривогу.

Об'єкт дослідження: датчик руху для охорони приміщення.

Предмет дослідження: розроблена плата датчику руху для охорони приміщення на основі принципової електричної схеми.

Мета дослідження: створення електронного пристрою.

Задачі дослідження:

1. Вибір електричної принципової схеми датчику руху для охорони приміщення;
2. Розробка друкованої плати електронного пристрою датчику руху для охорони приміщення;
3. Моделювання електричних параметрів мікросхеми таймер NE555.

1.АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД АНАЛОГІВ ПРОЕКТОВАНОГО ПРИСТРОЮ

1.1. Сигналізація на основі датчика удару.

В системах охоронної сигналізації найчастіше використовується датчик удару. Механічні коливання перетворюються на електричний сигнал, якщо використовується схема роботи цього датчика. Потім схемою сигналізації цей електричний сигнал перетворюється в акустичний звук.

П'єзокерамічний перетворювач є найбільш використовуваним компонентом для побудови датчика удару. П'єзокерамічний перетворювач генерує звукові сигнали у різних електронних схемах. При його механічній вібрації виникає слабкий електричний сигнал. П'єзокерамічний перетворювач може бути використано в якості мікрофона.

За допомогою транзисторів VT1...VT3 будується підсилювач. Сигнал із п'єзoelementу подається на підсилювач. На транзистор VT4 подається сигнал, який надходить з колектора VT3 через конденсатор C4 і при цьому підсилюється. Конденсатор C6 заряджається позитивним сигналом. Потім відкривається транзистор VT5 і транзистор VT6. Це відбувається в тому випадку, якщо напруга C6 перевищує напругу перемикання VT5. Напруга на колекторі транзистора VT6 піднімається та звільняє вхід скидання мультівібратора, побудованого на таймері NE555.

На мініатюрний звуковипромінювач опор, якого дорівнює 8 Ом, надходить сигнал з виходу 3 таймера NE555. Мультівібратор є в активному стані приблизно 10 секунд після заряджання конденсатора C6. Поріг чутливості при цьому визначається за допомогою резистора R12. Експериментально підбирають величину опору R12. Величина опору варіюється від 220 до 680 Ом. Для спрощення процесу на час налаштування опору R12 замінюють змінним резистором.

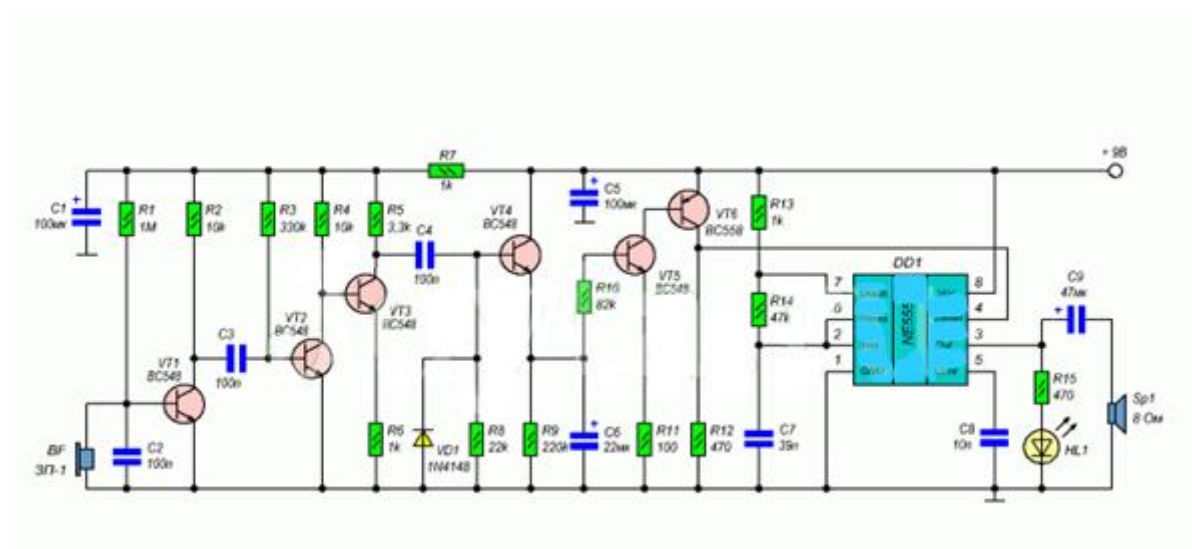


Рисунок 1. Електрична принципова схема сигналізації на основі датчика удару

В якості частини електронної системи безпеки може бути використана сигналізація на основі датчика удару. Також сигналізація може використовуватися для захисту конкретних об'єктів. Її можна використовувати замість дверного дзвінка, якщо хтось постукає у двері.

1.2. Сирена на транзисторах з живленням 220 вольт

Якщо живити сирену малого розміру від джерела від 220 В, то її можна використовувати в малогабаритних електронних пристроях.

При використанні потужних динаміків, в яких є великі розміри, надмірне споживання енергії і мала ефективність неможливо отримати мінімальні розміри сирени. Тому п'єзокерамічний елемент є в даній конструкції звуковипромінювачем.

В даній схемі не використовується трансформатор і застосовується конденсатор С6, що гасить. Для живлення сирени на транзисторах

використовуються джерело, яке виробляє 24 вольт. Якщо п'єзоелемент буде живитися частотою, яка буде еквівалентною його резонансній частоті за мостовою схемою, то в цьому випадку гучності сирени буде достатньо.

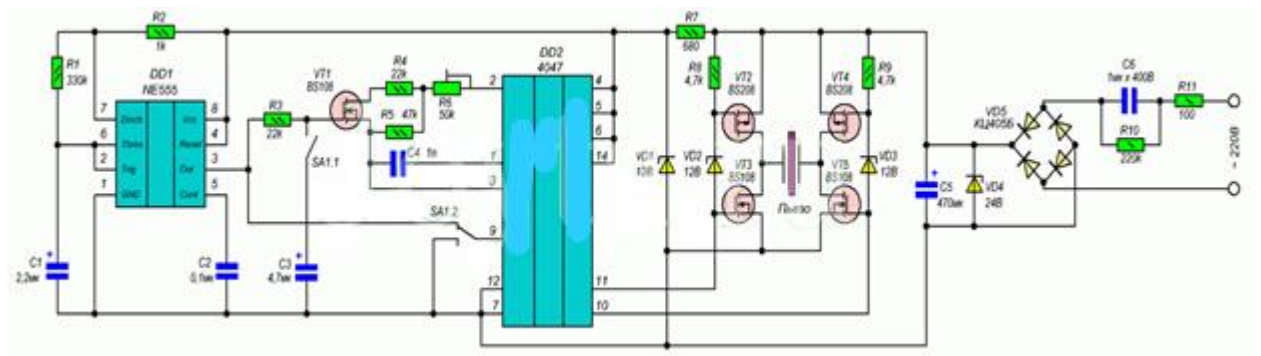


Рисунок 2. Електрична принципова схема сирени на транзисторах з живленням 220 вольт

У нестабільному режимі працює мультивібратор 4047, який є основою сирени. За допомогою таймера NE555 керується польовий MOSFET-транзистор VT1, який керує схемою генератора. Для імітування звуку пожежної сирени необхідно щоб таймер створював прямокутні імпульси низької частоти. Якщо додати RC-ланцюг в складі якого є R3, C3, то можна домогтися звуку сирени схожій з поліцейською. При цьому перемикач SA1 здійснює (безперервно/переривчасто) перемикання режимів.

Чотири MOSFET-транзистори створюють міст, яким керують виводи 10, 11 мікросхеми DD2 (4047), і які знаходяться у протифазі. До колекторного ланцюга транзисторів був включений п'єзоелемент. Ці транзистори дозволяють досягти майже повної напруги живлення та ємнісного навантаження на п'єзоелементі. До схеми додається підстроювальний резистор R6. Якщо налаштувати схему на резонансну частоту п'єзоелемента, то можна отримати найбільшу силу звучання.

Ця схема не має гальванічної розв'язки, тобто в даному випадку використана безтрансформаторна схема. Тому що схема сирени запитана від

мережі 220 вольт необхідно дотримуватися крайньої обережності в налагодженні та використанні даного пристрою.

1.3. Охоронна система

В тілі людини існують електричні поля, які можуть бути наведені зовнішньою електропроводкою. Тому існують схеми охоронних систем, заснованих на виявленні цих електричних полів. При цьому якщо електрика відсутня у мережі, то такі схеми охоронних систем стають загалом непридатними. Тому використовується охоронна система яка зображена на рисунку 3. Вона може бути використана без електрики.

Ця схема викликає наведення електричного поля. Таким чином схема виявляє присутність людини. Для цього емальований дріт діаметром 0,3 мм в кількості 5 витків намотується на котушку передавача. По периметру охороняемого об'єкта намотують котушку. Котушка приймача є меншою котушки передавача на 15 см. Котушка приймача містить приблизно 100 витків того ж дроту що і передавач.

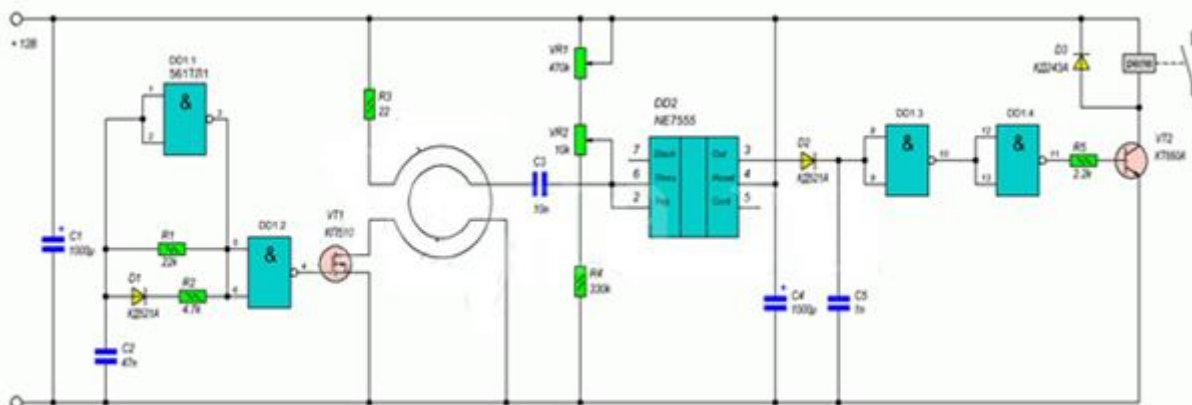


Рисунок 3. Електрична принципова схема охоронної системи

Якщо людина стає поза котушки приймача, то звук тривоги може пропасти. При підборі опору резисторів R і $R1$ здійснюється налаштування охоронної системи. При цьому відбувається підключення сирени до реле.

За допомогою потужного польового транзистору VT1 на виході зібраний простий генератор передавача на елементах DD1.1 і DD1.2. За допомогою мікросхеми DD2 був зроблений sine-square конвертор приймача. Конвертор приймача керує включенням реле за допомогою елементів DD1.3 і DD1.4. Значення конденсатора C5 може бути збільшено або зменшено. На протязі двох секунд конденсатор C5 перемикає реле.

Якщо тварина, людина або будь яка жива істота можуть бути виявлені в межах десятків сантиметрів від котушки, то в цьому випадку схема спрацює миттєво. Котушка можна розмістити в поріг дверей, під килим і так далі.

2. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

2.1.Аналіз призначення і принципової схеми виробу

Електричну принципову схему датчика руху для охорони приміщення (рис.4) можна зібрати з доступних радіоелектронних компонентів.

Якщо розглядати принцип дії датчика руху для охорони приміщення, то можна бачити наступне: при наближенні до датчика, інфрачервоний (ІЧ) сигнал, відбивається від об'єкта і, потрапляючи на фотодіод, призводить до появи сигналу тривоги. При цьому треба врахувати, що інфрачервоний сигнал випромінюється ІЧ-світлодіодом з певною частотою.

Через інфрачервоний світлодіод HL1 протікає середній струм близько 65 мА. Для цього потрібно використовувати опір 22 Ом для резистора R1. через ІЧ-світлодіод HL1 проходить пульсуючий сигнал. Частота пульсуючого сигналу є приблизно 20 кГц. Сигнал сформований мікросхемою DD1 і

посилений транзистором VT1. Максимальний струм даного сигналу має у кожному напівперіоді приблизно 128 мА та шпаруватість близько 50%. Цей струм знаходиться в межах безпечного значення згідно специфікації на LD274.

При цьому інфрачервоним світлодіодом HL1 випускається інфрачервоний промінь. Коли цей промінь відбивається від прилеглого об'єкта, мікросхема DD1, через фотодіод VD1 і транзистор VT2, отримує відновлений сигнал 20 кГц на свій вхід (вивод 3).

Мікросхема LM567 – селективна схема з фазовою автопідстройкою частоти (ФАПЧ). Мікросхему можна налаштувати на частоту від 100 Гц до 500 кГц. Стабілізатором напруги 78L05 здійснюється живлення мікросхеми. Це є 5 вольт. Транзисторний ключ на виході мікросхеми (вивод 8) відкривається в тому випадку, якщо на вхід мікросхеми (вивод 3) надходить сигнал із частотою 20 кГц.

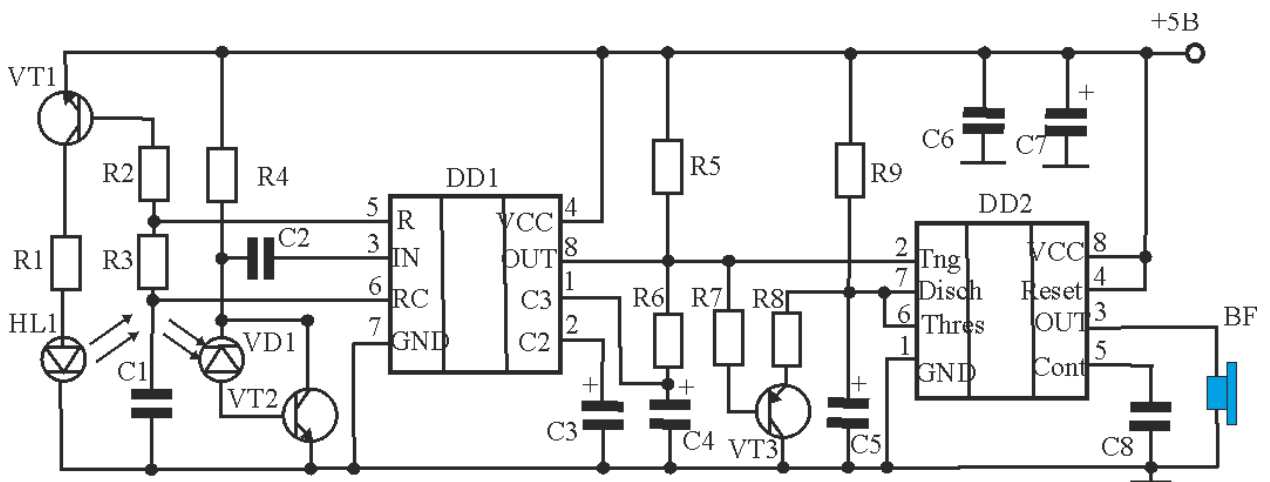


Рисунок 4. Електрична принципова схема датчика руху для охорони приміщення

Якщо на вхід 2 таймера NE555I надходить логічний нуль, то вмикається тривожна сирена. При цьому на виході працює підтягуючий резистор R5. Якщо об'єкт буде знаходитися перед датчиком, то буде звучати

сирена. Як тільки об'єкт відійде від датчика, конденсатор C5 зарядиться і сирена автоматично відключиться приблизно через 5 секунд. Час визначається елементами R9-5.

ІЧ-світлодіод і фотодіод датчика руху необхідно розташувати так, щоб на фотодіод потрапляв лише відбитий сигнал. Елементи HL1 і VD1 можуть бути будь-якими, аби вони були розраховані на генерацію та прийом однієї й тієї ж довжини хвилі. Робоча точка входу приймача досить залежна від рівня денного світла, тому можливо доведеться підкоригувати опір резистора R4, щоб забезпечити напругу на колекторі транзистора VT2 в районі 1,5...4 за відсутності сигналу від датчика.

2.2. Вибір елементної бази

Мікросхема LM567

LM567х: мікросхема декодера тонального сигналу. Мікросхема LM567 та LM567С компанії Texas Instruments (також існують аналоги від інших виробників NE567, SE567) – це тональний декодер загального призначення, розроблений для управління транзисторним ключем, коли на вході є сигнал у заданому частотному діапазоні. У мікросхемі міститься детектор І і Q, що тактується генератором, який керується напругою, що визначає центральну частоту декодера. Зовнішні компоненти використовуються для незалежної установки центральної частоти, смуги пропускання та вихідної затримки.

Основні функції LM567:

- Підстроювання частотного діапазону 20 до 1 зовнішнім резистором.
- Сумісний із логікою вихід, що забезпечує струм навантаження на GND до 100 мА.

- Смуга пропускання, що підбудовується, від 0 до 14%.
- Високий рівень придушення сигналів поза діапазоном та шумами.
- Стійкість до неправильного сигналу.
- Висока стабільність центральної частоти.
- Центральна частота, що настраюється, від 0.01 Гц до 500 кГц.

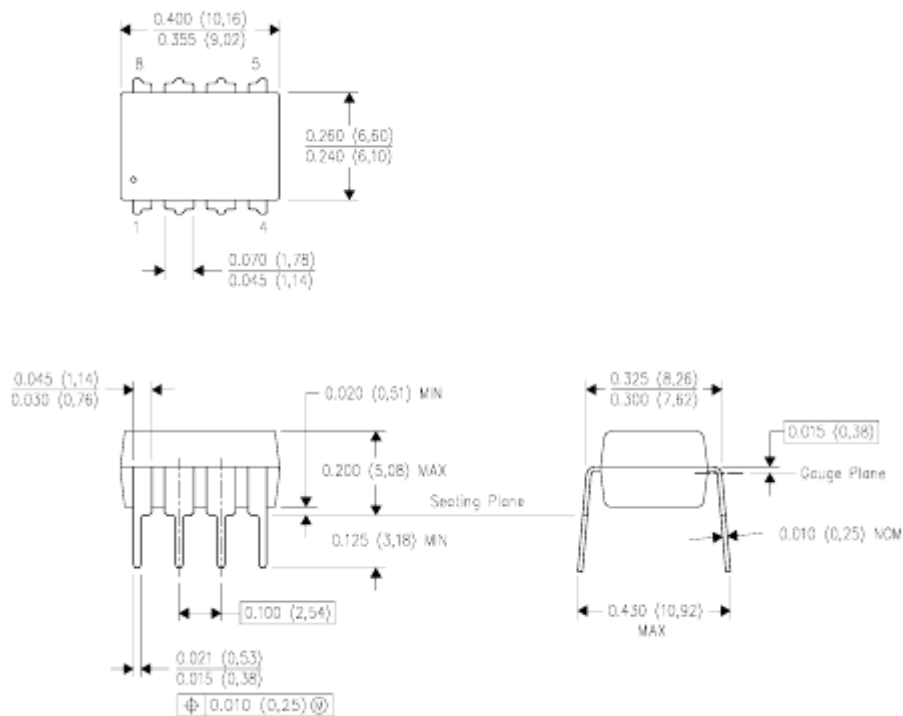


Рисунок 5. Мікросхема LM567

Області застосування:

- Декодування сигналів тонального дзвінка (Touch Tone).
- Точний генератор.
- Моніторинг частоти та керування.
- Демодуляція широкосмугового FSK.

- Управління ультразвуковими пристроями.
- Дистанційне керування за допомогою несучої.
- Декодери для пейджерів.

LM567C випускається в корпусах SOIC8 (4.90×3.91 мм) та PDIP8 (9.81×6.35 мм). Існує малоспоживна версія LMC567, яка за функціоналом збігається з LM567C, відрізняючись тільки напругою живлення, струмом споживання, здатністю навантаження виходу і подвоєною частотою генератора.

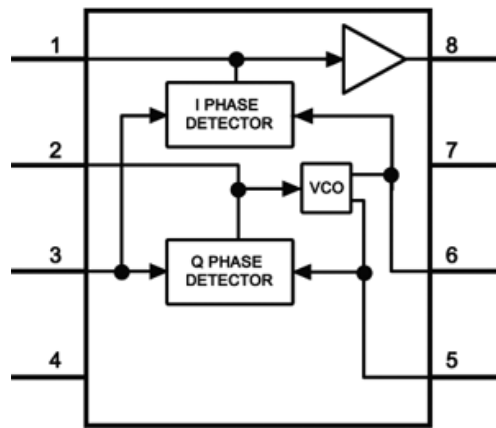


Рисунок 6. Спрощена схема внутрішнього пристрою LM567.

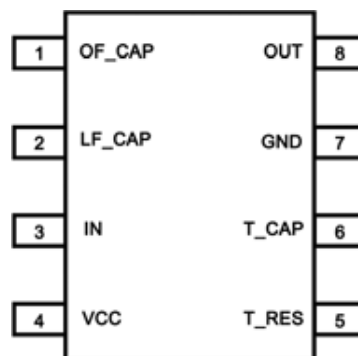


Рисунок 7. Цоколівка виводів PDIP8 (P) та SOIC (D), вид зверху на корпус.

Таблиця 1. Опис виводів. У стовпці "Тип" символи позначають наступне: І вхід, О вихід, Р живлення.

№	Им'я	Тип	Опис
1	<i>OF_CAP</i>	<i>I</i>	Виводи для конденсатора вихідного фільтра.
2	<i>LF_CAP</i>	<i>I</i>	Вивод для конденсатора loop-фільтра (LPF системи PLL).
3	<i>IN</i>	<i>I</i>	Вхід сигналу.
4	<i>VCC</i>	<i>P</i>	Плюс напруги живлення.
5	<i>T_RES</i>	<i>I</i>	Підключення резистора, що керує частотою внутрішнього генератора.
6	<i>T_CAP</i>	<i>I</i>	Підключення конденсатора, що керує частотою внутрішнього генератора.
7	<i>GND</i>	<i>P</i>	Спільна земля, мінус живлення.
8	<i>OUT</i>	<i>O</i>	Вихід.

Таблиця 2. Граничні допустимі параметри.

Параметр	min	MAX	Од.
1	2	3	4
Напруга на виводі живлення		9	V
Розсіювана потужність		1100	мВт

Продовження таблиці 2.

1			2	3	4
V8				15	V
V3				-10	
V3				V4 + 0.5	
Робочий діапазон температур	LM567CM, LM567CN		0	70	°C
	Корпус PDIP8	Паяння (10 сек)		260	
	Корпус SOIC8	Паяння в паровій зоні (60 сек)		215	
		Паяння інфрачервоним світлом (15 сек)		220	
Діапазон температур зберігання, Tstg			- 65	150	

Таблиця 3. Рекомендовані експлуатаційні характеристики.

Параметр		min	MAX	Ед.
VCC	Напруга живлення	3.5	8.5	V
VIN	Рівень вхідної напруги	-8.5	8.5	
T _A	Робочий діапазон температур	-20	120	°C

Таблиця 4. Електричні показники.

Параметр	Умови тесту	LM567			LM567C/LM567CM			Од.
		min	typ	MAX	min	typ	MAX	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Напруга живлення		4.75	5.0	9.0	4.75	5.0	9.0	V
Струм неактивного стану	$R_L =$ $=20 \text{ кОм}$		6	8		7	10	mA
Струм активного стану			11	13		12	15	
Вхідний опір		18	20		15	20		кОм
Найслабший сигнал, що детектується	$I_L =$ $=100 \text{ мА},$ $f_i = f_0$		20	25		20	25	mV RMS
Найбільший сигнал без вихідного сигналу		10	15		10	15		
Найбільше співвідношення сигналу поза діапазоном до сигналу в діапазоні			6			6		dB
Співвідношення найменшого сигналу до широкосмугового шуму	$B_n =$ $=140 \text{ кГц}$		-6			-6		
Найбільша смуга пропускання детектування		12	14	16	10	14	16	% от f_0
Найбільший догляд смуги пропускання			1	2		2	3	

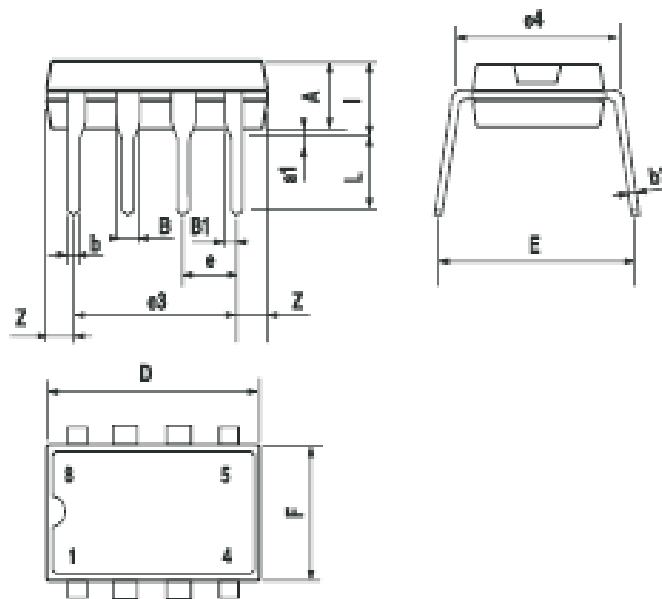
Продовження таблиці 4.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Найбільша зміна смуги пропускання детектування через температуру			± 0.1			± 0.1		%/°C

Найбільша зміна смуги пропускання детектування через напругу живлення	4.75 – 6.75 V		± 1	± 2		± 1	± 5	%V
Найвища центральна частота		100	500		100	500		кГц
Стабільність центральної частоти (4.75 – 5.75 V)	0°C < T _A < 70°C	35 ± 60			35 ± 60			ppm/°C
	–55°C < T _A < +125°C	35 ± 140			35 ± 140			
Догляд центральної частоти через напругу живлення	4.75 V – 6.75 V 4.75 V – 9 V		0.5	1.0 2.0		0.4	2.0 2.0	%/V
Найбільша швидкість перемикування виходу			f0/20			f0/20		
Струм витоку виходу	V ₈ = 15 V		0.01	25		0.01	25	μA
Вихідна напруга насичення	e _i = 25 mV, I ₈ = 30 mA		0.2	0.4		0.2	0.4	V
	e _i = =25 mV, I ₈ = =100 mA		0.6	1.0		0.6	1.0	
Час спаду рівня на виході			30			30		нс
Час наростання рівня на виході			150			150		

Мікросхема NE555

У середині кристала мікросхема містить близько 20 транзисторів, 15 резисторів, 2 діоди. Склад і кількість елементів можуть змінюватись в залежності від виробника.



PC

Рисунок 8. Мікросхема NE555

Принцип роботи мікросхеми Таймер 555

Умовно функціональна схема мікросхеми NE555 (рис.9) складається із шести функціональних блоків:

- дільнийник напруги (1);
- два компаратори (2 та 3);
- RS-тригер (4);
- інвертуючий підсилювач потужності (5);
- транзистор із відкритим колектором на виході (6).

Таблиця 5. Розміри корпусу.

Параметр	мм			дюйм		
	min	typ	max	min	typ	max
A		3,3			0,130	

a1	0,7			0,028		
B	1,39		1,65	0,055		0,065
B1	0,91		1,04	0,036		0,041
b		0,5			0,020	
b1	0,38		0,5	0,015		0,020
D			0,8			0,368
E		8,8			0,348	
e		2,54			0,100	
e3		7,62			0,300	
e4		7,62			0,300	
F			7,1			0,280
l			4,8			0,180
L		3,3			0,130	
Z	0,44		1,6	0,017		0,053

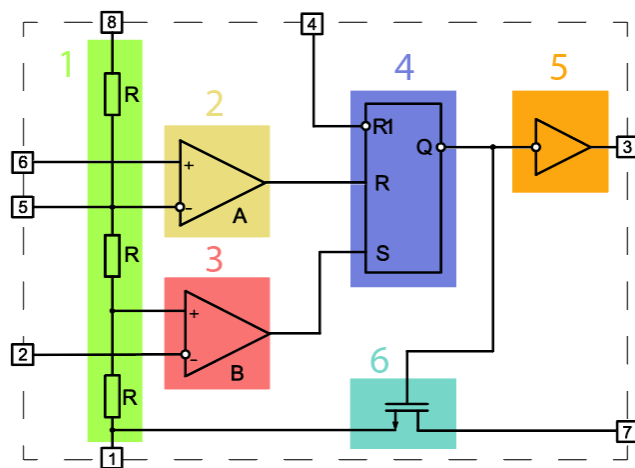


Рисунок 9. Функціональна схема мікросхеми NE555

На вході розташований резистивний дільник напруги (1), який формуює дві опорні напруги для компараторів (2 та 3). Вихідні контакти компараторів надходять на RS-тригер (4) із зовнішнім виводом для скидання, а потім на підсилювач потужності (5). Останнім вузлом є транзистор з відкритим колектором (6), який може виконувати кілька функцій залежно від поставленого завдання.

Маркування та позначення мікросхеми

Мікросхема NE555 та її аналоги випускаються у восьмививідному корпусі типу DIP-8, TSSOP або SOIC. Розташування виводів незалежно від корпусу стандартне.

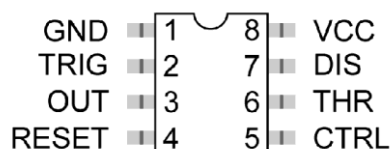


Рисунок 10. Розташування виводів мікросхеми NE555

Таблиця 6. Призначення виводів.

Номер виводу	Позначення	Призначення	Опис
1	GND	Загальна земля	Вивод з'єднується із загальним дротом схеми або мінусом джерела живлення.
2	TRIG	Запуск	Вхід компаратора "В". При надходженні на вхід «TRIG» сигналу довільної форми напругою менше $\frac{1}{3}$ від «VCC» здійснюється запуск інтегрального таймера, внаслідок чого на виході «OUT» виникає логічна одиниця.
3	OUT	Вихід	Вихідний сигнал таймера. На виводі «OUT» формується одна з двох напруг, що приблизно відповідають рівням GND або VCC, залежно від стану таймера.
4	RESET	Скидання	При надходженні на вивод «RESET» напруга живлення менше 0,7 В відбувається скидання таймера і відповідно на виводі «OUT» з'явиться логічний нуль. Якщо в проєктованій схемі не потрібен

Номер виводу	Позначення	Призначення	Опис
			режим скидання, бажано вивод «RESET» з'єднати з плюсом джерела живлення.
5	CTRL	Управління	Додаткове керування таймером. При подачі на вхід CTRL сигнал від 45 до 90% від VCC, можна контролювати тривалість імпульсів на виході. Це дозволяє позбутися зовнішнього RC ланцюжка. Якщо ви регулюєте часові параметри RC-ланцюжком, підключіть вивод «CTRL» до мінусу схеми через конденсатор 10 нФ.
6	THR	Стоп	Вхід компаратора "А". При надходженні на вхід «THR» сигналу довільної форми напругою більше $\frac{2}{3}$ від «VCC» здійснюється зупинка інтегрального таймера, внаслідок чого на виході «OUT» виникає логічний нуль.
7	DIS	Розряд	Вихід "DIS" до колектора вихідного транзистора. Використовується для розрядки час конденсатора, що задає, між інтервалами. Стани цього виходу повторюють стани основного виходу OUT, тому використовується для нарощування здатності навантаження таймера.
8	VCC	Харчування	Живлення мікросхеми. Вивод з'єднується із проводом живлення схеми з напругою від 4,5 до 16 вольт.

Схеми підключення Таймер 555

Таймер 555 підтримує три основні режими роботи:

- моностабільний режим (одновібратор);
- автоколивальний режим (мультивібратор);
- бістабільний режим (тригер Шмітта).

Для розрахунків тимчасових затримок за таймером необхідно виконувати математичні розрахунки RC-ланцюжка.

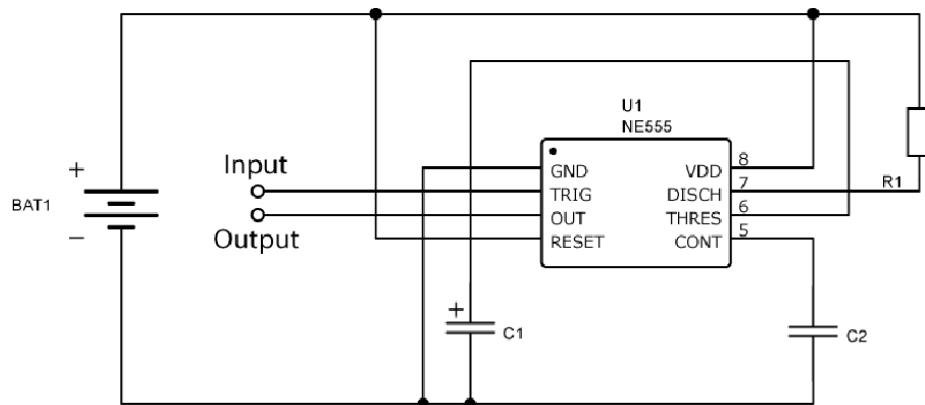


Рисунок 11. Моностабільний режим (одновібратор)

Режим підійде для увімкнення таймера на фіксований інтервал часу. Наприклад, увімкнення світла на заданий інтервал часу при спрацьовуванні датчика руху.

Стабільний стан таймера – вимкнено, тобто. на ніжці "OUT" логічний нуль. За сигналом у довільній формі на вході TRIG, мікросхема генерує одиночний прямокутний імпульс (логічну одиницю) на виході OUT. Тривалість імпульсу визначається зовнішньою RC-ланцюжком з одного конденсатора та резистора за формулою:

$$T = 1,1 \times R \times C, \quad (2.1.)$$

де:

Таблиця 7. Основні величини формули

Літера	Опису	Шкала виміру
T	Час імпульсу	Секунда

Літера	Опису	Шкала виміру
R	Номінал опору	Ом
C	Номінал ємності	Фарад

T – час імпульсу на секундах;

R - Опір в Омах;

C – ємність у Фарадах.

Транзистор BD680

Виробник: Multicomp

Складовий транзистор Дарлінгтона, TO-126

Основні технічні параметри:

PNP Power Darlington Transistors

TO-126 Plastic Package

Dimensions A B C D E F G L M N P S 3.0 2.5 (Typical)

Dimensions: Millimetres

Специфікації:

- Полярність транзистора: PNP
- Collector Emitter Voltage $V_{(br)ceo}$: 60 В
- Power Dissipation P_d : 40 Вт
- DC Collector Current: 4 А
- Робочий діапазон температур: -55°C $+150^{\circ}\text{C}$
- Корпус транзистора: TO-126

- Кількість виводів: 3
- Av Current Ic: 4 A
- Collector Emitter Voltage Vces: 2.5 B
- Струм колектора постійний максимальний: 4 A
- Current Ic Continuous a Max: 4 A
- DC Current Gain: 1.5 A
- Full Power Rating Temperature: 25°C
- DC Current Gain Min: 750
- Тип корпусу: TO-126
- Максимальна потужність, що розсіюється: 40 Вт
- Спосіб монтажу: Through Hole
- Тип транзистора: Darlington
- Зворотний струм переходу база-колектор: 80 B

RoHS: Y-Ex

Додаткові аксесуари:

- Aavid Thermalloy - TV4
- Multicomp - MK3316/S

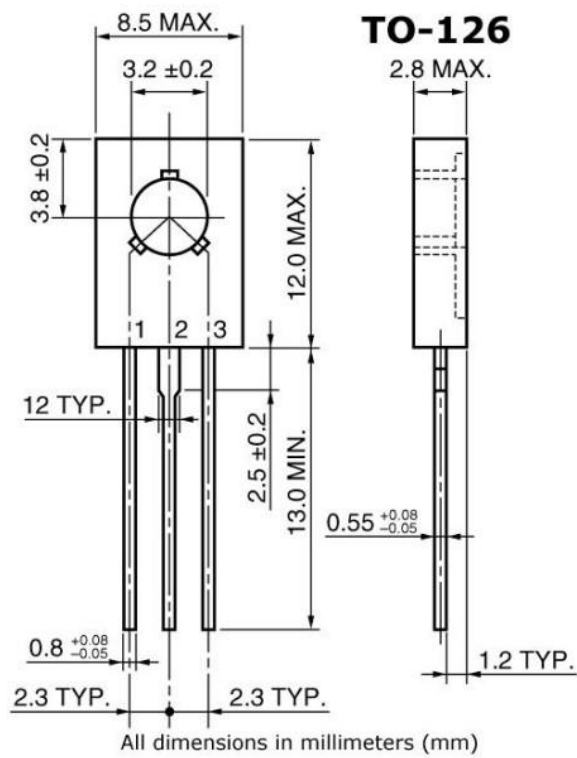


Рисунок 12. Транзистор BD680

Транзистор BC547A

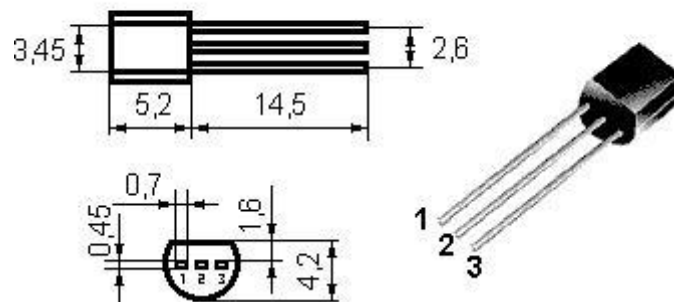


Рисунок 13. Транзистор BC547A

Таблиця 8. Основні технічні характеристики

Тип транзистора	NPN
Напруга колектор база, відкритий перехід (U_{cb}),	50

Напруга колектор емітер, відкритий перехід (U_{ce}),	45
Напруга емітер база, відкритий перехід (U_{eb}),	5
Максимально допустимий струм колектора (I_c), А	0.1
Максимальна потужність ($P_{\text{макс}}$), Вт	0.5
Гранична робоча частота ($f_{\text{гран}}$), МГц	300
Коефіцієнт посилення струму (h_{fe})	90
Комплементарна пара	BC557
Тип корпусу	ТО-92

Транзистор BC557

Транзистор BC557 - кремнієвий малопотужний біполярний транзистор р-п-р структури.

Транзистор BC557 часто використовуються у вихідних каскадах високоякісних Hi-Fi підсилювачів. BC557 виготовляють у пластмасовому корпусі ТО-92 з гнучкими виводами.

Транзистор BC557 часто використовуються у вихідних каскадах високоякісних Hi-Fi підсилювачів, каскадах магнітофонів та телевізійних приймачах. Він також може застосовуватися в імпульсних та перемикаючих схемах, наприклад, в керуванні підсилювачами. Має високий коефіцієнт посилення та низьку напругу насичення. Цоколівка кремнієвого р-п-р транзистора BC557 роблять у пластмасовому корпусі ТО-92 з гнучкими виводами. Всі виробники даного приладу дотримуються такого розташування контактів: перший ліворуч – колектор, другий – база, третій – емітер.

Технічні характеристики

Найменування виробника: BC557

Тип матеріалу: Si

Полярність: PNP

Максимальна потужність, що розсіюється (P_c): 0.3

Максимальна допустима напруга колектор-база (U_{cb}): 50

Максимально допустима напруга колектор-емітер (U_{ce}): 45

Максимально допустима напруга емітер-база (U_{eb}): 5

Максимальний постійний струм колектора (I_c): 0.2

Гранична температура PN-переходу (T_j), град: 150

Гранична частота коефіцієнта передачі струму (f_t): 75

Ємність колекторного переходу (C_c), пФ:

Статичний коефіцієнт передачі струму (h_{fe}): 75

Корпус транзистора: TO92

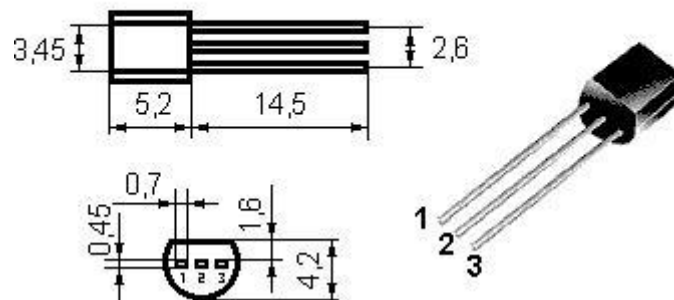


Рисунок 14. Транзистор BC557

Світлодіод LD274

Світлодіод LD274-3 OSRAM Opto Semiconductors

Osram LD274 – потужний 5мм інфрачервоний світлодіод. Як Osram LD271, але з більш вузьким кутом огляду та більш високою силою випромінювання.

Технічні дані:

пікова довжина хвилі 950 нм,

кут огляду 20 градусів ($\pm 10^\circ$),

сила випромінювання >50 мВт/ср,

повна потужність випромінювання 15 мВт,

максимально допустимий прямий струм 100 мА, струм одиночному імпульсі 3 А,

пряма напруга 1,3 В/1,9 В.

Особливості:

- Вузька діаграма спрямованості;
- Високоефективний світлодіод (СД) на основі арсеніду галію (GaAs);
- Виготовлений за технологією рідкофазної епітаксії (РФЕ);
- Висока надійність;
- Гарні можливості роботи на імпульсах;
- Гарне спектральне узгодження з кремнієвими фотоприймачами;
- Той самий корпус, як у Osram SFH 484.

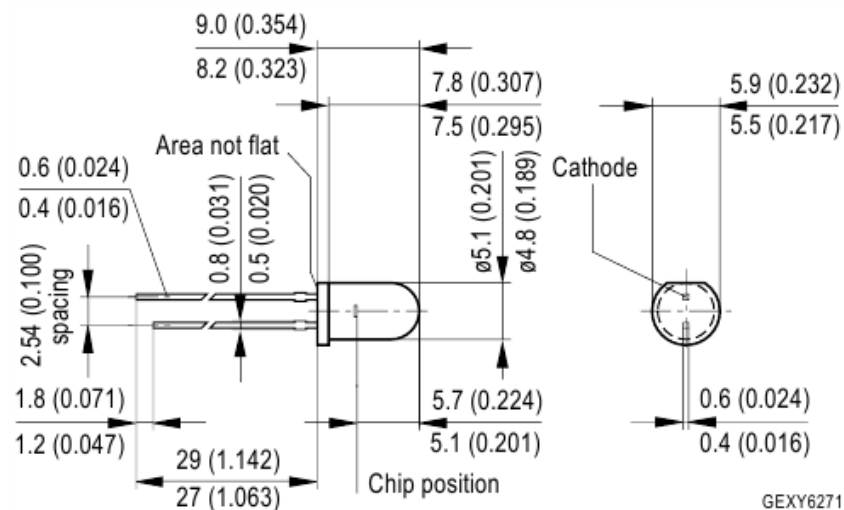


Рисунок 15. Світлодіод LD274

Фотодіод ВР104

Повна назва: ВР104, Точковий ІЧ-фотодіод, 950нм, 130 °, Монтаж ТНТ.

Технічні характеристики:

Максимальна довжина хвилі, що визначається: 1050нм

Матеріал діода: SI

Виробник: Vishay

Довжина: 4.65мм

Висота: 2мм

Ширина: 4.3мм

Полярність: Стартер

Мінімальна довжина хвилі, що визначається: 870нм

Кількість контактів: 2

Тип монтажу: Монтаж на плату в отвори

Кут половинної чутливості: 65°

Довжина хвилі пікової чутливості: 940нм

Виявлені спектри: Інфрачервоний

Активна площа: 7,5 мм²

Базовий номер продукту: BP104 ->

Струм - темний (тип): 2 нА

Тип діода: PIN

ECCN: EAR99

HTSUS: 8541.40.6050

Рівень чутливості до вологи (MSL): 1 (без обмежень)

Тип кріплення: наскрізний отвір

Робоча температура: -40°C ~ 100°C

Упаковка: оптом

Упаковка / корпус: 2-DIP (0,200", 5,10 мм)

Статус RoHS: сумісний з ROHS3

Спектральний діапазон: 870 нм ~ 1050 нм

Кут огляду: 130°

Напруга - зворотний постійний струм (Vr) (макс.): 60 В

Довжина хвилі: 950 нм

ECCN (США): EAR99

RoHS ЄС: Сумісний

Тип лінзи: Епоксидна

Максимальний темновий струм (нА): 30

Максимальний час спаду (нс): 100 (тип)

Максимальний світловий струм (мкА): 45 (тип)

Максимальна робоча температура (°C): 100

Максимальна розсіювана потужність (мВт): 215

Максимальна зворотна напруга (В): 60

Максимальний час наростання (нс): 100 (тип)

Мінімальна робоча температура (°C): -40

Монтаж: Наскрізний отвір

Упаковка: Насипна

Стан деталі: Активна

Змінено друковану плату: 2

Пікова довжина хвилі (нм): 950

Матеріал фотодіода: Si

Тип фотодіода: PIN-код

Кількість контактів: 2

Полярність: Пряма

Тип: Чіп

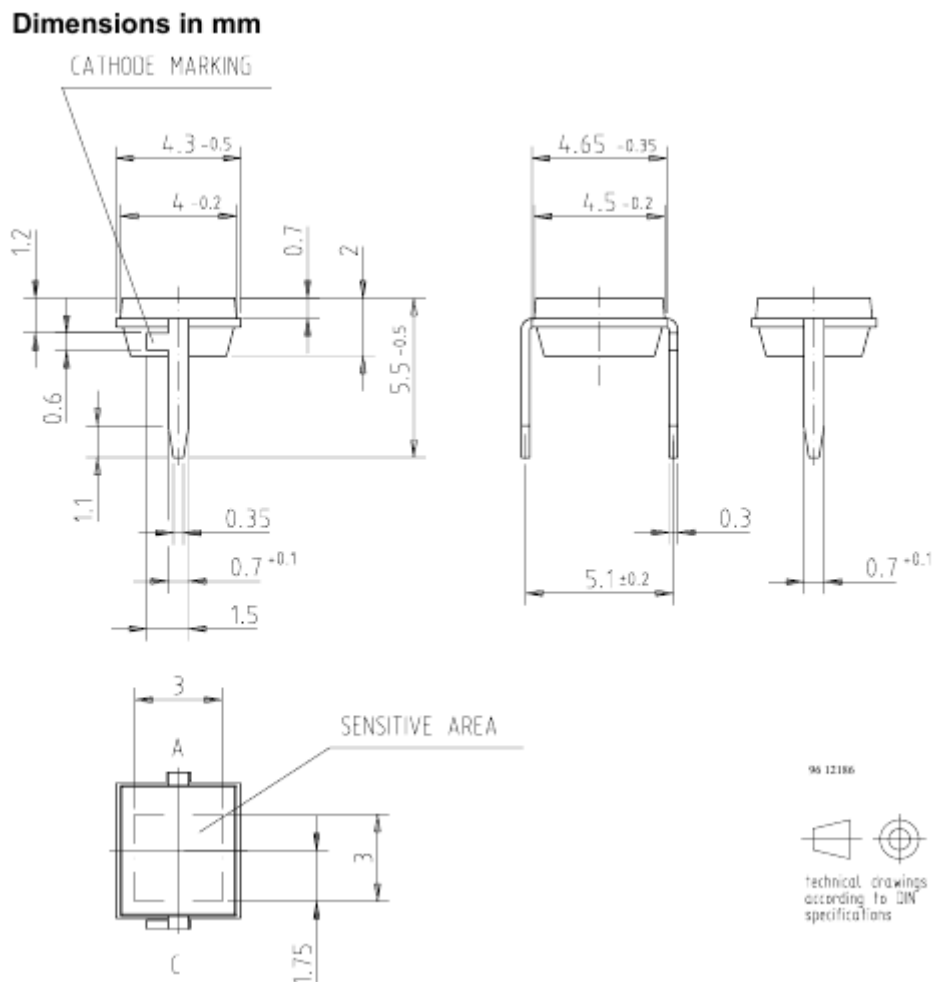


Рисунок 16. Фотодіод BP104

Конденсатори електролітичні низькоімпедансні (Low ESR)

Ємність 1 – 10000 мкФ

Алюмінієвий електролітичний конденсатор з низьким імпедансом (low ESR, low imp.) – електролітичний накопичувальний пристрій постійної ємності з низьким внутрішнім опором, діапазон заряду, що накопичується від 0.47мкФ до 10000мкФ при напрузі від 16В до 16В. Допустиме відхилення ємності становить $\pm 20\%$. Корпус циліндричний, з односпрямованими гнучкими дрітряними виводами радіального типу. Тип конструкції - полярний, що має на увазі дотримання полярності при підключенні конденсаторів до схеми. Полярність виводів, короткі технічні дані та маркування конденсатора

вказані шрифтом золотистого кольору на вініловому ізоляторі алюмінієвого корпусу. Відмінними характеристиками представлених конденсаторів є: незмінно низький імпеданс на частоті 100 кГц і температурному діапазоні від -10°C до $+20^{\circ}\text{C}$ дуже низький еквівалентний послідовний опір ESR (Low ESR) високий максимально допустимий пульсуючий струм збільшений термін напрацювання в порівнянні зі стандартом в 105°C підвищена температурна стабільність. Підвищена робоча температура середовища становить трохи більше $+105^{\circ}\text{C}$, робоча знижена температура – не нижче -55°C . Граничний тангенс кута втрат $\text{tg}\delta$ не вище 0,24, максимальний струм витоку – 3мкА. Застосовуються низькоімпедансні електролітичні конденсатори в високочастотних імпульсних джерелах живлення, адаптерах, перетворювачах, промисловому електронному обладнанні, телекомунікаційних приладах та інших пристроях.

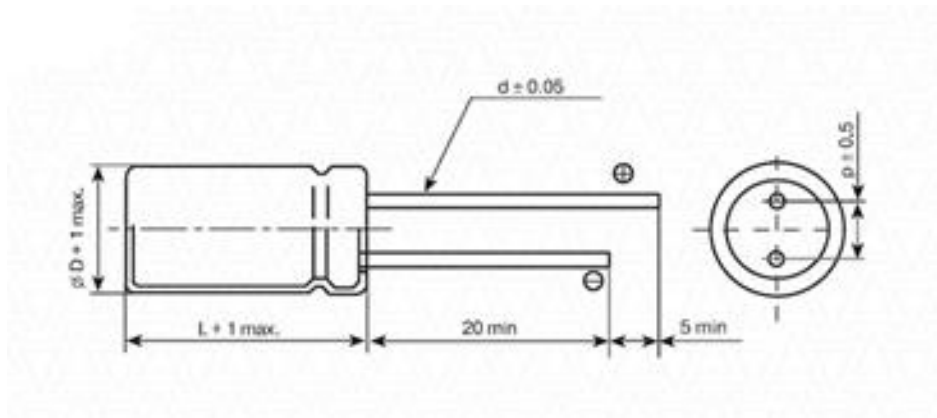


Рисунок 17. Конденсатори електролітичні низькоімпедансні (Low ESR)

Плівкові конденсатори K73-9 (CL11)

Плівкові конденсатори K73-9 (CL11) – поліетиленентерефталатні фольгові конденсатори постійної ємності, накопичують заряд від 0,00047 мкФ до 0,47 мкФ при напрузі від 100В до 630В. Допустиме відхилення ємності становить $\pm 5\%$, $\pm 10\%$, $\pm 20\%$. Призначені для експлуатації в ланцюгах постійного, змінного або пульсуючого струму. Конденсатори серії CL11 є аналогами конденсаторів серії K73-9. Конденсатор є залялькованим безкорпусним прямокутником, залитим ізоляційною та термоактивною епоксидною оболонкою – компаундом. Гнучкі дротяні виводи односпрямовані та знаходяться у протилежних сторонах нижньої частини прямокутника. Кріплення конденсаторів на друкованій платі здійснюється за виводи за допомогою групового паяння або паяльника. Підвищена робоча температура середовища не більше $+85^{\circ}\text{C}$, робоча знижена температура – не нижче -40°C . Максимальний тангенс кута втрат $\text{tg}\delta$ не перевищує 0,01, граничний струм витоку – 3мкА. Напрацювання при цьому становить не менше 10 000 год. Плівкові конденсатори K73-9 стійкі до вібраційних навантажень у діапазоні частот 1-80Гц при прискоренні до 10g та механічних ударів багаторазової дії при прискоренні до 15g. Мінімальне значення опору ізоляції типу вивод-корпус становить 30000 МОм. Застосовуються низьковольтні конденсатори K73-9 у пристроях фільтрації пульсацій, телевізійної техніки, аудіосистем та іншої радіоелектронної апаратури.

Конденсатори плівкові K73-9 (CL11)

Номінальна ємність 0,00047 мкФ - 0,0068 мкф

Робоча напруга 100 В – 630 В

Допустиме відхилення ємності $\pm 5\%$, $\pm 10\%$, $\pm 20\%$

Тангенс кута втрат, $\operatorname{tg}\delta$ 0,01

Робоча температура $-40^{\circ}\text{C} - +85^{\circ}\text{C}$

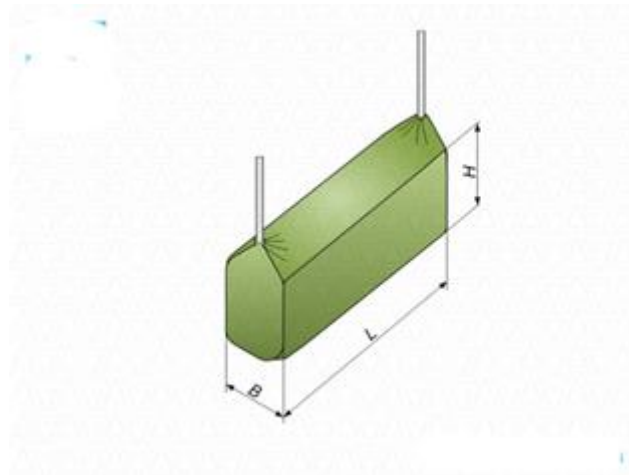


Рисунок 18. Плівкові конденсатори K73-9 (CL11)

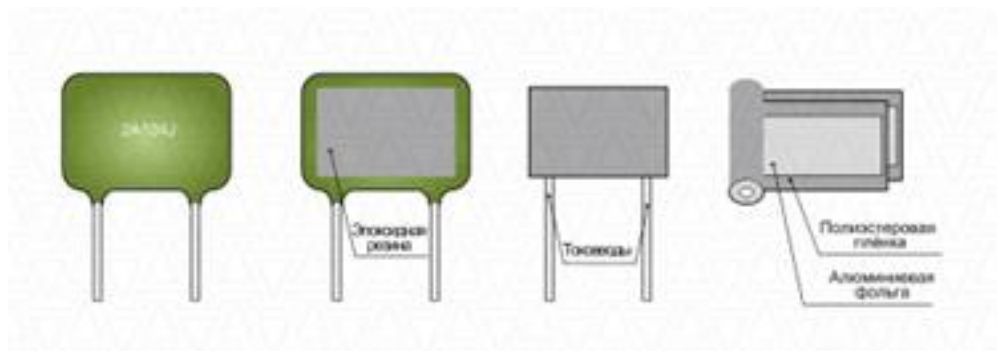


Рисунок 19. Конструкция плёночных конденсаторов K73-9 (CL11)

Розміри конденсаторів в залежності від параметрів

K73-9 0,1мкФ 100В – 20×9×12 мм

K73-9 0,047мкФ 100В – 15×9×11 мм

Резистори С2-23

Резистори постійні дротяні С2-23. Постійні дротяні загального застосування неізововані резистори С2-23 призначені для роботи в ланцюгах постійного, змінного та імпульсного струму. Резистори С2-23 виготовляють у кліматичному виконанні В2 за ГОСТ 15150-69. Резистори, призначені для автоматизованого збирання апаратури, та задовольняють вимогам ГОСТ 20.39.405-84.

Резистори С2-23 виготовляються у пожежобезпечному виконанні.

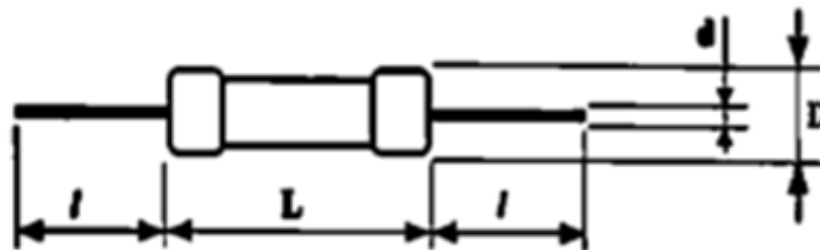


Рисунок 20. Резистори С2-23

Таблиця 9. Розміри резистора С2-23

Вид резистора	Розміри, мм				Маса, г, не більше
	$L_{\max}$	$D_{\max}$	d	l	
1	2	3	4	5	6
С2-23-0,062	4,6-0,3	1,6-0,1	0,5±0,06	16*-1	0,12
С2-23-0104				20±3	

Продовження таблиці 9.

C2-23-0,125	6,0-0,6	2,2-0,3	0,5±0,06	29*-1 20±3	0,15
C2-23-0206					
C2-23-0,25	7,0-0,7	3,0-0,3	0,6**±0,06	28*-1 20±3	0,25
C2-23-0,5	10,8-1,1	4,2-0,6	0,6±0,06	25*+1 25±3	1,0

* - резистори призначені для автоматизованого складання апаратури.

** - Допускаються розміри 0,5±0,06 мм.

Примітка. 1. Допускається за погодженням із споживачем виготовляти резистори С2-23 з граничним відхиленням довжини виведення (l)±3 мм.

Проміжні значення номінального опору резисторів С2-23 відповідають ряду Е96 для резисторів з відхиленнями ±1, ±2% і ряду Е24 за ГОСТ 28884 для резисторів з допусканими відхиленнями ±5, ±10%.

Таблиця 11. Номінальна потужність розсіювання резисторів С2-23,
номінальний опір і відхилення номінального опору, що допускаються,
гранична робоча напруга:

Вид резистор а	Номінальна потужність розсіювання , Вт	Номі- наль- ний опір, Ом	Допус- -тимі від- хилен- ня, %	Гранична робоча напруга, В			
				Постій- ного або змін- ного (еф. знач.) струму	імпульсного (ампл. знач.) струму		постійного, змінного (еф. знач.) або імпульсног о (ампл. знач.) струму
					Р _{ср} =0,1 Р	Р _{ср} =0,2 Р	
при атмосферному тиску, Па (мм рт. ст.)							
5360 і вище (40 і вище)			0,00013 (10 ⁻⁶)				
1	2	3	4	5			6
С2-23- 0,062	0,062	от 1 до 10	±5, ±10	100	150	100	60
		св. 10 до 5,11•10 ⁶	±1, ±2, ±5, ±10				
		св. 5,11•10 ⁶ д о 2,21•10 ⁶	±2, ±5, ±10				

C2-23-0104	0,125	от 1 до 10	$\pm 5, \pm 10$	100	150	100	60
		св. 10 до $5,11 \cdot 10^6$	$\pm 1, \pm 2, \pm 5, \pm 10$				
		св. $5,11 \cdot 10^6$ до $2,21 \cdot 10^6$	$\pm 2, \pm 5, \pm 10$				
C2-23-0,125	0,125	от 1 до 10	$\pm 5, \pm 10$	200	350	250	150
		св. 10 до $1 \cdot 10^6$	$\pm 0,5; \pm 1, \pm 2, \pm 5, \pm 10$				
		св. $1 \cdot 10^6$ до $3,01 \cdot 10^6$	$\pm 2, \pm 5, \pm 10$				
		св. $3,01 \cdot 10^6$ до $22 \cdot 10^6$	$\pm 5, \pm 10$				
C2-23-0206	0,25	от 1 до 10	$\pm 5, \pm 10$	200	350	300	200
		св. 10 до $1 \cdot 10^6$	$\pm 0,5; \pm 1, \pm 2, \pm 5, \pm 10$				
		св. $1 \cdot 10^6$ до $3,01 \cdot 10^6$	$\pm 2, \pm 5, \pm 10$				
C2-23-0.25	0,25	от 1 до 10	$\pm 5, \pm 10$	250	450	300	200
		св. 10 до $1 \cdot 10^6$	$\pm 0,5; \pm 1, \pm 2, \pm 5, \pm 10$				
		св. $1 \cdot 10^6$ до $5,11 \cdot 10^6$	$\pm 2, \pm 5, \pm 10$				
C2-23-0.5	0,5	от 1 до 10	$\pm 5, \pm 10$	350	750	650	300
		св. 10 до $1 \cdot 10^6$	$\pm 0,5; \pm 1, \pm 2, \pm 5, \pm 10$				
		св. $1 \cdot 10^6$ до $5,1 \cdot 10^6$	$\pm 2, \pm 5, \pm 10$				

$P_{\text{сер}}$ - сума середньої імпульсної та постійної складової потужності навантаження,

P - допустима потужність, що розсіюється резистором при навантаженні постійним або змінним струмом з урахуванням зниження.

Таблиця 12. Температурний коефіцієнт опору (ТКО) резисторів С2-23

Група по ТКО	Номинальний опір, Ом	Допустимі відхилення, %	ТКС•10 ⁻⁶ , 1/°С, не більше в інтервалі температур, °С	
			от 20 до 155	від +20 до мінус 60
Б	10 – 1•10 ⁶	±0,5; ±1; ±2	±50	±150
В	10 – 1•10 ⁶	±1; ±2; ±5; ±10	±100	±300
Г	1 – 22•10 ⁶	±2; ±5; ±10	±200	±500
Д	1 – 22•10 ⁶	±2; ±5; ±10	±500	±800
Е	1 – 22•10 ⁶	±5; ±10	±1000	±1200

Примітка. 1. Резистори С2-23-0,062; С2-23-0104 номінальним опором від 10 до 0,1 • 10⁶ Ом виготовляють з ТКС, відповідним групам В, Г і Д; понад 0,1 • 10⁶ Ом – групам «Г» та «Д».

П'єзокерамічний випромінювач ЗП-1

П'єзокерамічний випромінювач ЗП-1 призначений для формування та видачі звукових сигналів у діапазоні частот 3-5 кГц. Складається із металевої пластини з шаром нанесеної на неї п'єзоелектричної кераміки, покритої на зовнішній стороні струмопровідним напиленням. Випускається у кліматичному виконанні для помірного та холодного клімату «УХЛ» за ГОСТ 15150-69. П'єзокерамічний випромінювач ЗП-1 допускає експлуатацію при

температурі навколишнього середовища від -30 до +60 °С і відносній вологості повітря 98 % при температурі +25 °С. Технічні умови: 12МО.081.085ТУ.

Основні технічні та експлуатаційні характеристики п'єзодзвінка ЗП-1:

Частота 3-5 кГц;

Номінальна робоча напруга 5;

Звуковий тиск з відривом 1м 75 дБ;

Діапазон робочих температур -30..+60°С;

Маса 5 г.

Допустима напруга звукового сигналу3..6V

Резонансна частота1000..3000Hz

Діапазон робочих температур-30..+60°С

Габаритні розміри..... $\varnothing 39 \times 4 \text{ mm}$

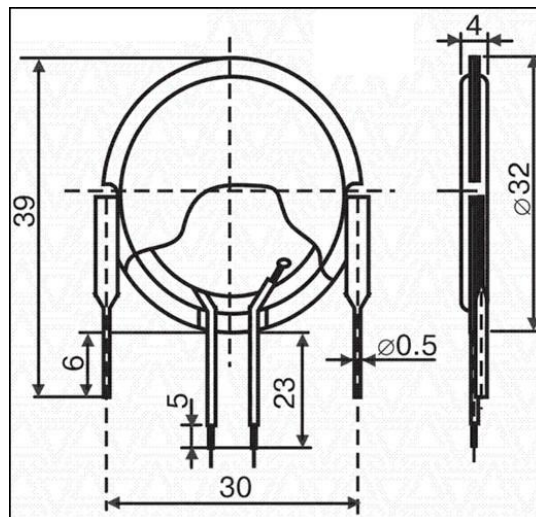


Рисунок 21. П'єзокерамічний випромінювач ЗП-1

2.3. Конструктивно-технологічні вимоги проектного виробу

Конструктивно-технологічні вимоги полягають у наступному:

матеріали та комплектуючі вироби повинні застосовуватися за чинними стандартами та технічними умовами на них;

конструкція виробу повинна забезпечувати складання під час виготовлення без створення та застосування спеціального обладнання. Допускається застосування спеціальних пристроїв;

показники технологічності конструкції виробу мають відповідати ГОСТ 14.201 – 73.

Маса модуля – не більше 3 кг.

Габарити пристрою – не задані.

Вимога до надійності полягає в тому, що напрацювання на відмову пристрою має бути 2500 годин у нормальних умовах експлуатації.

Маркування пристрою, що розробляється, має відповідати вимогам ГОСТ 21552 - 84.

Тип виробництва: дрібносерійне.

3. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ

3.1. Вибір конструкції друкованої плати

Для виготовлення друкованих плат (ДП) зазвичай застосовуються фольговані діелектрики. Як ізоляційну основу застосовують гетинакс,

склотекстоліт, поліамід. Ізоляційна основа покривається з одного або двох сторін шарами мідної фольги. Якщо виміряти товщину мідної фольги, то вона складає від 5 до 50 мкм. Найчастіше застосовується фольга з товщиною 35 та 50 мкм.

Таблиця 13. Клас точності друкованих плат.

Умовне позначення	Номінальне значення основних параметрів для класу точності				
	1	2	3	4	5
t, мм	0,75	0,45	0,25	0,15	0,10
S, мм	0,75	0,45	0,25	0,15	0,10
b, мм	0,30	0, 20	0,10	0,05	0,025
γ *	0,40	0,40	0,33	0,25	0, 20

Виходячи з вимоги - надійності виберемо склотекстоліт як найбільш міцний матеріал. Склотекстоліт буває одношаровим та двошаровим. Розроблювану схему важко розвести в одному шарі.

Тому застосовується двостороння друкована плата. Крім того, при розведенні в одному шарі збільшаться розміри ДП, доведеться використовувати перемички, а все це знижує міцність та надійність ДП. Отже, схему розводитимемо у двох шарах і, виходячи з цього, вибираємо двосторонній фольгований склотекстоліт СФ-2-35, товщиною 2 мм і з товщиною фольги 35 мкм. Товщина обраної марки склотекстоліту задовольняє навантаженням характерним для модуля, що розробляється, в заданих умовах експлуатації.

3.2. Конструктивно - технологічний розрахунок друкованої плати

Вибравши матеріал друкованої плати, визначаємо ширину друкованого провідника за формулою:

$$t \geq \frac{I}{j \cdot h} \quad (3.1.)$$

де I - струм, А, що протікає по провіднику; h – товщина фольги, мм; j - густина струму, А/мм².

Мінімальна відстань між друкованими провідниками визначається з міркувань забезпечення електричної міцності.

Таблиця 14. Мінімальна відстань між друкованими провідниками.

Відстань між елементами рисунка, що проводить	Значення робочої напруги, В	
	ГФ	СФ
От 0,1 до 0,2 мм	-	25
Св.0,2 " 0,3 "	30	50
" 0,3 " 0,4 "	100	150
" 0,4 " 0,7 "	150	300
" 0,7 " 1,2 "	300	400
" 1,2 " 2,0 "	400	600

Знаючи t і S , конструктивних міркувань вибирається клас точності друкованої плати.

Опір друкованого провідника розраховується за такою формулою:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{t \cdot h} \quad (3.2.)$$

де ρ - питомий опір міді, Ом·мм²/м; l – довжина провідника, м.м.

Для вибору розмірів друкованої плати потрібно визначити її площу.

Площу можна визначити за формулою:

$$F = \frac{F_{\text{ЕРЕ}} + F_{\text{ТО}} + F_{\text{ВІ}}}{K_3} \quad (3.3.)$$

де $F_{\text{ЕРЕ}}$ - площа, яку займає електрорадіоелемент (ЕРЕ); $F_{\text{ТО}}$ - площа, що займається технологічними та/або кріпильними отворами; $F_{\text{ВІ}}$ - площа, яку не повинні займати електрорадіоелементи з конструктивних міркувань; K_3 - коефіцієнт заповнення друкованої плати, зазвичай береться не більше 0,3-0,8.

Площа, яку займає ЕРЕ, визначається за настановними розмірами електрорадіоелементів.

Площа, що займається технологічними та/або отворами кріплення визначається за формулою:

$$F_{\text{ТО}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{ТО}}}{4} \cdot n \quad (3.4.)$$

де $d_{\text{ТО}}$ - діаметр технологічних та/або кріпильних отворів; n – кількість отворів. Порахувавши площу друкованої плати, необхідно вибрати розміри плати згідно з ГОСТ 10317-79.

Визначається реальний коефіцієнт заповнення друкованої плати за такою формулою:

$$K_3 = \frac{F_{\text{ЕРЕ}} + F_{\text{ТО}} + F_{\text{ВІ}}}{A \cdot B} \quad (3.5.)$$

де – A і B обрані розміри друкованої плати.

Зона розміщення електрорадіоелементів (ЕРЕ) є основною і визначається за формулою:

$$S = \frac{1}{K_S} \sum_{i=1}^N S_{\text{наст}}^i \quad (3.6.)$$

де K_S - коефіцієнт заповнення ДП ЕРЕ, що визначається залежно від класу РЕА та об'єкта установки в межах 0,4...0,85 залежно від призначення, умов експлуатації та методу складання проектного пристрою; $S_{\text{наст}}^i$ - настановна площа компонентів. Максимальну довжину провідника можна визначити як суму двох різних сторін ДП:

$$L_{\text{max}} = a + b, \quad (3.7.)$$

де a та b - довжини сторін ДП.

Отримане значення L_{max} порівнюють з довжиною хвилі λ найбільш високочастотної складової спектру сигналів, що передаються в межах плати.

Площа елементів, що встановлюються на дану друковану плату, розраховується за формулою:

$$S_{\text{заг}} = S_{\text{DA}} + S_{\text{VD}} + S_{\text{C}} + S_{\text{R}} + S_{\text{oe}}' \quad (3.8.)$$

де S_{DA} – площа необхідна для встановлення мікросхем; S_{VD} – площі необхідні для встановлення активних елементів (діодів, транзисторів, стабілітронів тощо); $S_{\text{C}}, S_{\text{R}}$ - площі необхідні для установки пасивних елементів (конденсатори, резистори); S_{oe}' - площа необхідна для встановлення інших елементів, що входять до друкованої плати.

$$S_{\text{DA}} = S_{\text{DD1}} + S_{\text{DD2}} = 61,75 + 62,48 = 124,23 \text{ (мм}^2\text{)}$$

$$S_{VD} = S_{VT1} + S_{VT2} + S_{VT3} + S_{VD1} + S_{HL1} = 23,8 + 14,49 + 14,49 = 52,78 \text{ (мм}^2\text{)}$$

$$S_C = S_{C1} + S_{C2} + S_{C3} + S_{C4} + S_{C5} + S_{C6} + S_{C7} + S_{C8} = 165 + 240 \times 3 + 314 \times 4 = 2\,141 \text{ (мм}^2\text{)}$$

$$S_R = S_{R1} + S_{R2} + S_{R3} + S_{R4} + S_{R5} + S_{R6} + S_{R7} + S_{R8} + S_{R9} = 13,2 \times 9 = 118,8 \text{ (мм}^2\text{)}$$

$$S_{oe'} = S_{BF} = 120 \text{ мм}^2$$

$$S_{заг} = S_{DA} + S_{VD} + S_C + S_R + S_{oe'} = 124,23 + 52,78 + 2\,141 + 118,8 + 120 = 2\,556,81 \text{ мм}^2$$

Загальна площа займана компонентами на друкованій платі становить 2 556,81 мм².

Державний стандарт обмежує довжину сторони друкованих плат розміром 470 мм. Зазвичай розмір друкованої плати вибирається у 240х360 мм. При розробці перевага надається малогабаритним платам, оскільки зі збільшенням габаритів знижується механічна міцність та зростає складність виготовлення. Розміри сторін друкованих плат мають бути кратними 2,5 при довжині до 100 мм, 5,0 при довжині до 350 мм і 10 при довжині, що перевищує 350 мм.

Крок сітки: 1,25 мм.

Розміри кожної сторони ДП: a = 95 мм; b = 42,5 мм.

Висновок: Таким чином розміри ДП становить ГОСТ Р 53429-2009 a = 95 мм; b = 42,5 мм.

При розрахунку площі друкованої плати для побутової РЕА за ГОСТ Р 53429 – 2009 прийнято враховувати коефіцієнт заповнення площі ДП, $k_3 = 0,6$.

Площа друкованої плати з урахуванням коефіцієнт заповнення площі $k_3 = 0,6$ складе:

$$S_{III} = 95 \times 42,5 = 4\,037,5 \text{ мм}^2$$

Знаючи площу ДП, максимально допустиму довжину провідника, задаючи співвідношення сторін ДП, вибирають її лінійні розміри, керуючись ГОСТ 10317-79.

Ширина друкованого провідника залежить від електричних, конструктивних та технологічних вимог. Для провідників, що формують сигнальні кола, головним є вимоги щодо тепловиділення. Необхідно, щоб перегрів провідника щодо навколишнього середовища за рахунок джоулевого тепла, що виділяється в ньому, не перевищив допустимого рівня.

При розрахунках ширини друкованого провідника перетин провідника приймається прямокутним, факт спотворення перерізу з допомогою підтравлювання до уваги береться.

Найменше номінальне значення ширини друкованого провідника t , мм розраховують за формулою:

$$t = t_{minD} + |\Delta t_{нв}| \quad (3.9.)$$

де t_{minD} – мінімально допустима ширина провідника; $t_{нв}$ – нижнє граничне відхилення ширини друкованого провідника.

Величину t_{minD} визначають за такою формулою:

$$t_{minD} = \frac{I_{max}}{j_{доп} \cdot h} \quad (3.10.)$$

де I_{max} - чинне значення максимального струму, що у провідниках (визначають з аналізу електричної принципової схеми); $j_{доп}$ - допустима щільність струму; h – товщина друкованого провідника.

Значення допустимої щільності струму вибирається:

для мідної фольги - $(100...250) \cdot 10^6 \text{ А/м}^2$ ($100...250 \text{ А/мм}^2$);

для гальванічної міді - $(60...100) \cdot 10^6 \text{ А/м}^2$ ($60...100 \text{ А/мм}^2$).

Мінімально допустиму ширину провідника з урахуванням допустимого падіння напруги на ньому $U_{\text{доп}}$, якщо конструкція провідника складається з одного шару міді, визначають так:

$$t_{\text{minD}} = \frac{\rho l_{\text{max}} l}{U_{\text{доп}} \cdot h} \quad (3.11.)$$

де ρ - питомий опір шару міді; l – максимально допустима довжина провідника.

Номінальний діаметр d монтажних металізованих та неметалізованих отворів встановлюють з наступного співвідношення:

$$d - |\Delta d_{\text{нв}}| \geq d_e + r \quad (3.12.)$$

де $d_{\text{но}}$ – нижнє граничне відхилення діаметра отвору; d_e -максимальне значення діаметра виводу електронного компонента, що встановлюється на друковану плату; r - різниця (гарантований зазор) між мінімальним значенням діаметра отвору і максимальним діаметром виводу електронного компонента, що встановлюється.

Таблиця 15. Граничні відхилення діаметрів монтажних та перехідних отворів.

Діаметр отвору, мм	Наявність металізації	Граничні відхилення діаметра $\Delta d_{но}$				$\Delta d_{во}$, мм
				за класами точності		
		1	2	3	4	5
До 1,0	Без металізації	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,0025$
	З металізацією	$+0,05$	$+0,05$			
ВКЛЮЧНО	без оплавлення	-	-0,15	0; -	0; -	0;-
	З металізацією	$+0,05$	$+0,05$			
	з оплавленням	-0,18	-0,12	0; -0,13	0; -0,13	0; -0,13
Понад 1,0	Без металізації	$\pm 0,15$	$\pm 0,15$	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$
	З металізацією	$+0,10$	$+0,10$	$+0,05$	$+0,05$	$+0,05$
	без оплавлення	-0,20	-0,20	-0,15	-0,15	-0,15
	З металізацією	$+0,10$	$+0,10$	$+0,05$	$+0,05$	$+0,03$
	з оплавленням	-0,23	-0,23	-0,18	-0,18	-0,18

Таблиця 16. Питомий об'ємний опір різних металів.

Метал	Питомий об'ємний опір, $\times 10^{-8}$, Ом·м
Мідна фольга	1,72
Гальванічна мідь	1,90
Хімічна мідь	2,80
Олово	12,00
Срібло	1,59
Золото	2,22
Нікель	7,80
Паладій	10,80

Розрахункове значення d слід округлити у бік збільшення до цілих десятих часток міліметра з низки бажаних діаметрів отворів: 0,7; 0,9; 1,1; 1,3; 1,5мм. Товщину друкованої плати визначають із співвідношення:

$$H = d/\gamma \quad (3.13.)$$

де H – товщина друкованої плати; d – номінальне значення діаметра наскрізного отвору до товщини друкованої плати; γ - відношення діаметра металізованого отвору до товщини друкованої плати.

Відношення γ залежить від класу точності.

Для 1 та 2го - 0.4. Для 3 го – 0.33. Для 4 го – 0.25. Для 3 го – 0.20.

3.3 Розрахунок по постійному струму

При установці мікросхем на друковану плату рядами ширина друкованого провідника шини живлення й землі розраховується за виразом:

$$t_{nz} \geq P_{IC} \rho / (0,01E^2 h_{\phi}), \quad (3.14)$$

де P_{IC} – потужність IC, Вт (максимальна споживана потужність мікросхеми LM567);

ρ - питомий опір провідника ($\rho = 1,72 \times 10^{-8}$ Ом/м) [1];

h_f - товщина фольги ($h_f = 35 \times 10^{-6}$ м) [1];

E_n – номінальне значення напруги живлення ($E_n = 5V$).

$$t_{пз} \geq 0,5 \times 1,72 \times 10^{-8} / (0,01 \times 5^2 \times 35 \times 10^{-6}) = 0,1 \times 10^{-2} \text{ м} = 1 \text{ мм}.$$

Тому що друковані шини живлення й землі рекомендується виконувати шириною не менш 1мм, те приймаємо $t_{пз} = 1$ мм.

3.4 Розрахунок по змінному струму

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

Припустимо довжину трьох паралельно розташованих сигнальних провідників визначають по формулі

$$l_d = \frac{0,5 * l_{cd} * l_{md}}{l_{cd} + l_{md}}, \quad (3.15)$$

де l_{cd}, l_{md} - припустима довжина паралельно розташованих провідників при впливі тільки ємнісного паразитного зв'язку й тільки індуктивного паразитного зв'язку відповідно.

Припустима довжина паралельно розташованих сусідніх провідників при впливі тільки ємнісного паразитного зв'язку визначається за формулою

$$l_{cd} = \frac{C_D}{C_P}, \quad (3.16)$$

де C_D – припустима ємність паразитного зв'язку, обумовлена завадостійкістю мікросхем ($C_D = 22$ пФ);

C_P – погонна ємність пФ/см, визначається по формулі

$$C_P = K_P * E', \quad (3.17)$$

де K_P – коефіцієнт пропорційності ($K_P = 0,25$);

E' - діелектрична проникність середовища.

Для провідників, розташованих на поверхні плати;

$$E' = \frac{E_o + E}{2}, \quad (3.18)$$

де E_o – діелектрична проникність повітря або лаку, якщо плата покрита лаком; E - діелектрична проникність матеріалу плати.

Для склотекстоліта марок СТФ1, СТФ2 – $E = 6$. Для лаку – $E_o = 4$.

По формулі (3.18) одержуємо, що

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

Підставляючи E' в (3.17), одержуємо значення погонної ємності C_P :

$$C_P = 0,25 * 5 = 1,25 \text{ нФ/см}.$$

Значення C підставляємо у формулу (3.17) і обчислюємо припустиму довжину паралельно розташованих сусідніх провідників при впливі тільки ємнісного паразитного зв'язку:

$$l_{cd} = \frac{22}{1,25} \approx 17,6 \text{ см}.$$

Припустима довжина паралельно розташованих сусідніх провідників при впливі тільки індуктивного паразитного зв'язку для плати без площини, що екранує, визначають за рівнянням (3.19):

$$l_{MD} * \ln\left(\frac{2 * l_{MD}}{S + 0,5 * (t_1 + t_2)} - 1\right) = t_{зсп} * \frac{u_{пз} + u_o}{K_3 + \Delta I}, \quad (3.19)$$

де $U_{\text{пу}}$ – значення завадостійкості мікросхем наведене в ТУ, довідниках,
В ($U_{\text{пу}} = 1,5 \text{ В}$);

U_0 - напруга логічного 0, наведеного в ТУ, В ($U_0 = 1,5 \text{ В}$);

ΔI - перепад струму в ланцюзі живлення при перемиканні ІС ($I = 0,01 \text{ А}$);

$t_{\text{зср}}$ - середній час затримки ($t_{\text{зср}} = 75 \text{ нс}$);

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

Для рішення даного рівняння скористаємося ітераційним методом Ньютона. Введемо позначення

$$Z = 1 \text{ мД};$$

$$C = t_{\text{зср}} \times (U_{\text{пу}} + U_0) / K_3 \times \Delta I;$$

$$B = -1;$$

$$A = S + 0.5 \times (t_1 + t_2) / 2.$$

Тоді вихідне рівняння перетвориться до виду

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

і ітераційна формула буде

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

Обчислення по ітераційній формулі виконують доти, поки не виконається умова

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

де Δ - точність обчислень.

Рекомендується вибирати $Z_0 = 10 \dots 100$, $\Delta = 1$.

Тоді при $t_{\text{з порівн}} = 75 \text{ нс}$, $U_{\text{пу}} = 1,5 \text{ В}$; $U_0 = 1,5 \text{ В}$; $K_3 = 0,7$; $\Delta I = 0,01 \text{ А}$;
 $S = 0,025 \text{ см}$; $t_1 = t_2 = 0,025 \text{ см}$, маємо:

$$C = 75 \times (1,5 + 1,5) / (0,7 \times 0,01) = 317;$$

$$B = -1;$$

$$A = 0,025 + 0,5 \times (0,025 + 0,025) / 2 = 0,038.$$

Тоді:

$$Z1 = (100 + 317) / (\ln (100 / 0.038) + (-1) + 1) = 52;$$

$$/ 52 - 100 / = 48 > 1;$$

$$Z2 = (52 + 317) / (\ln (52/0.038) + (-1) + 1) = 51,11;$$

$$/ 51,11-52 / = 0,89 < 1 \text{ умова виконується.}$$

Отже, $l_{\text{мд}} = 51,11 \text{ см.}$

Тоді по формулі (3.15) припустима довжина трьох паралельних провідників буде:

$$l_d = \frac{0,5 * 17,6 * 51,11}{17,6 + 51,11} \approx 6,5 \text{ см.}$$

Звідси можна зробити висновок, що довжину трьох паралельно розташованих сигнальних провідників не можна робити більше чим 6,5 см.

4. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТАЙМЕРА NE555

4.1. Дослідження основних схем підключення Таймера 555

Таймер 555 підтримує три основні режими роботи:

- моностабільний режим (одновібратор);
- автоколивальний режим (мультивібратор);
- бістабільний режим (тригер Шмітта).

Для розрахунків тимчасових затримок за таймером необхідно виконувати математичні розрахунки RC-ланцюжка.

4.2. Моностабільний режим (одновібратор)

Якщо потрібно увімкнути світло на заданий інтервал часу для випадка спрацювання датчика руху, то можна використовувати моностабільний режим таймера. Моностабільний режим підійде для увімкнення таймера на фіксований інтервал часу.

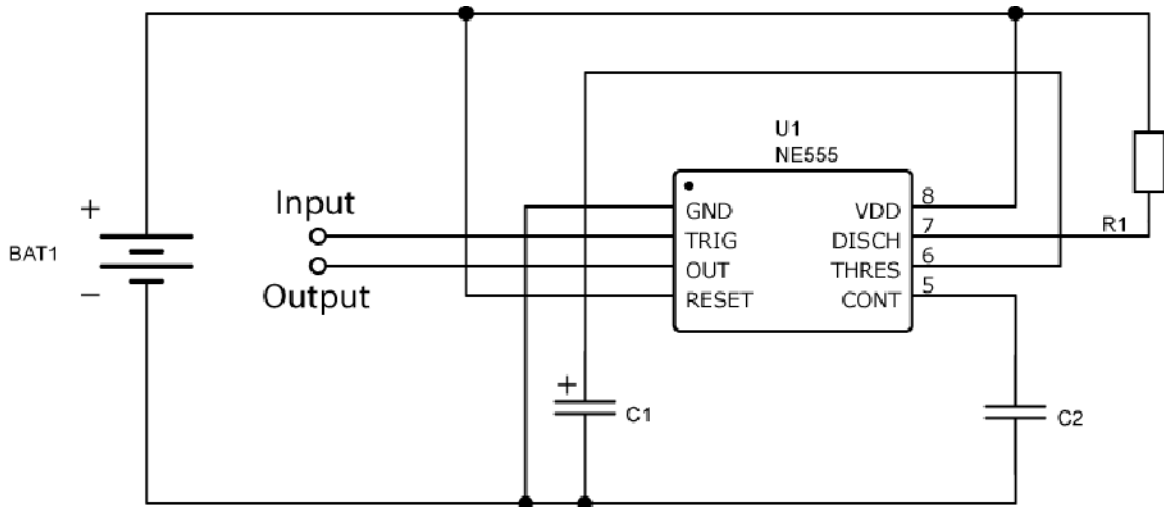


Рисунок 22. Схема включення мікросхеми NE555 в моностабільному режимі (одновібраторі)

Якщо на ніжці "OUT" є логічний нуль, то таймер вимкнено. Тобто стабільним станом для таймера є стан, при якому таймер вимкнено. На виході OUT мікросхема створює логічну одиницю у вигляді одиночного прямокутного імпульсу. Це відбувається на вході TRIG якщо сигнал навіть має довільну форму. Зовнішній RC-ланцюжок, який складається з одного конденсатора та резистора, визначає тривалість імпульсу формулою:

$$T = 1,1 \times R \times C, \quad (4.1.)$$

де:

Таблиця 17. Основні величини

Буква	Опис	Шкала виміру
T	Час імпульсу	Секунда
R	Номінал опору	Ом
C	Номінал ємності	Фарад

T – час імпульсу в секундах;

R - опір в Омах;

C – ємність у Фарадах.

Приклад розрахунку моностабільного режиму.

Якщо резистор R2, який обмежує струм, підключити до виходу OUT, то світлодіод LED1 буде спрацьовувати періодами часу. І до піну «TRIG» підключимо тактову кнопку SW1 для запуску таймера

Дано:

$R1 = 10 \text{ кОм} = 10000 \text{ Ом}$.

$C1 = 220 \text{ мкФ} = 220 \times 0,000001 \text{ Ф} = 0,00022 \text{ Ф}$.

Розв'язок:

$$T = 1,1 \times 10000 \times 0,00022 = 2,2 \text{ секунди.}$$

Алгоритм розрахунку моностабільного режиму

- LED1 не світиться, якщо використовується моностабільний режим.
- Світлодіод LED1 буде загорятися, якщо на виході «OUT» з'являється логічна одиниця. Це буде відбуватися в тому випадку, якщо натиснути на кнопку SW1. Цей сигнал на піні «TRIG» буде запускати таймер.
- Світлодіод LED1 буде гаснути, якщо через 2,2 секунди таймер буде вимикатися. Наступне включення відбудеться у випадку наступного кліка за кнопкою SW1.

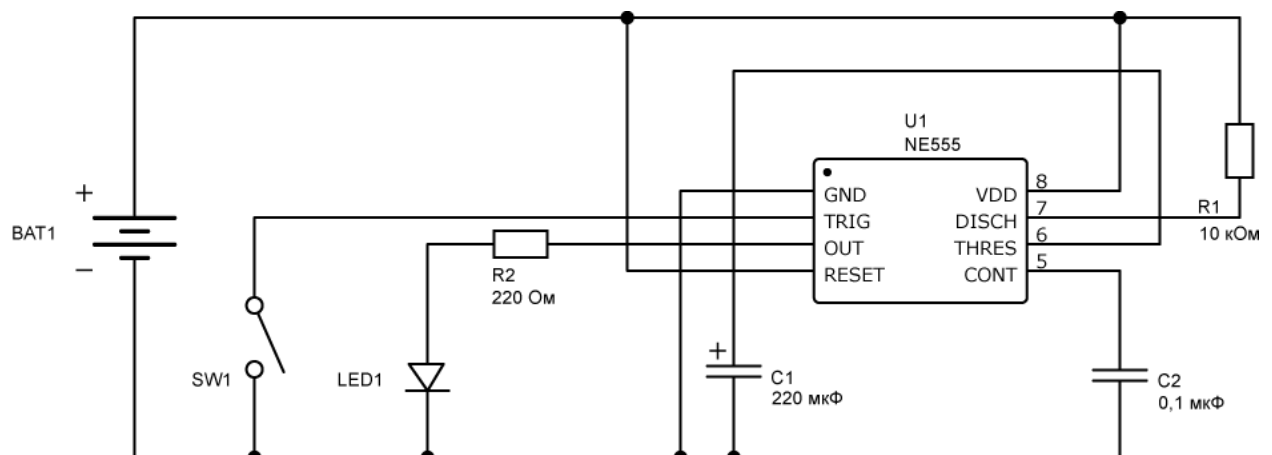


Рисунок 23. Моностабільний режим

4.3. Автоколивальний режим (мультивібратор)

Якщо потрібно щоб блимали світлодіоди або керувати швидкістю моторів та генерувати звуки, то можна використовувати режим

мультивібратора. В цьому випадку на виході «OUT» мікросхема формує послідовність прямокутних імпульсів. Треба відзначити, що RC - ланцюжок, який складається з конденсатора C1 та двох резисторів R1 та R2, визначає параметри цих імпульсів.

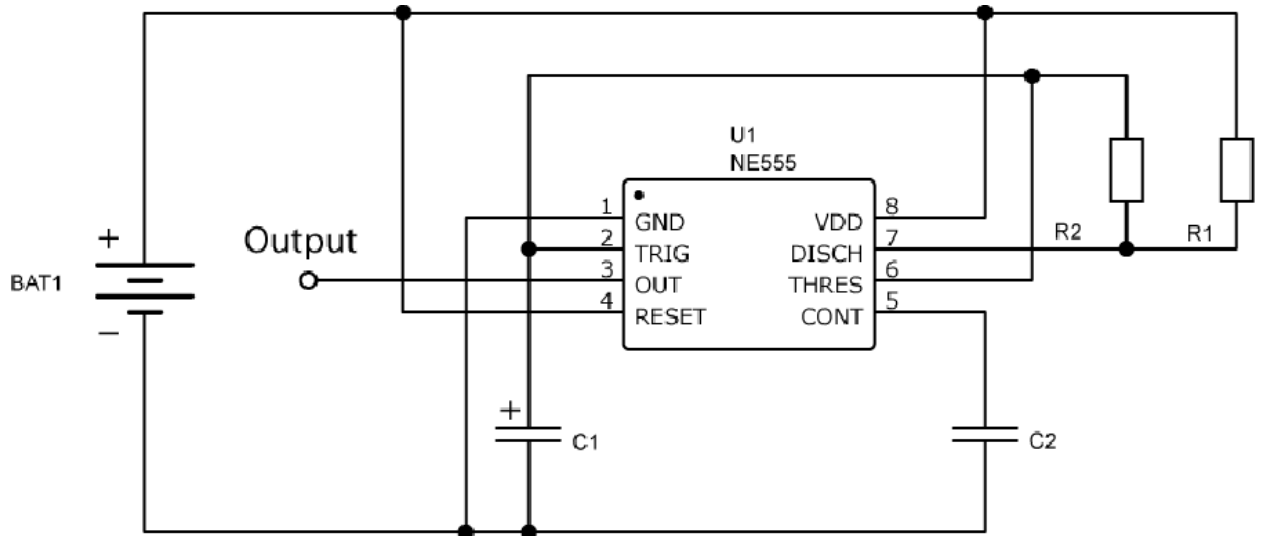


Рисунок 24. Схема автоколивального режиму (мультивібратору)

Розрахунок основних параметрів:

$$f = 1 / 0,693 \times C \times (R_1 + 2 \times R_2) \quad (4.2.)$$

$$t = 1 / f \quad (4.3.)$$

$$t = t_1 + t_2 \quad (4.4.)$$

$$t_1 = 0,693 \times C \times (R_1 + R_2) \quad (4.5.)$$

$$t_2 = 0,693 \times C \times R_2, \quad (4.6.)$$

де:

Таблиця 18. Основні величини

Буква	Опис	Шкала виміру
f	Частота імпульсів	Герц
t	Період імпульсу	секунда
t1	Довжина імпульсу (логічна одиниця)	секунда
t2	Довжина паузи (логічний нуль)	секунда
R1, R2	Номінал опорів	Ом
C	Номінал ємності	Фарад

Приклад розрахунку автоколивального режиму.

Якщо використати резистор R3 для обмеження струму і підключити до виходу OUT світлодіод LED1, то можна отримати в схемі автоколивальний режим.

Дано:

$$R_1 = 10 \text{ кОм} = 10000 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 100 \text{ кОм} = 100000 \text{ Ом}$$

$$C_1 = 22 \text{ мкФ} = 0,000022 \text{ Ф}$$

Розв'язок:

- Частота імпульсів :

$$f = 1/0,693 \times C_1 \times (R_1 + 2 \times R_2) = 0,693 \times 0,000022 \times (10000 + 2 \times 100000) = 1/3,2 = 0,31 \text{ Герц.}$$

- Період імпульсу:

$$t = 1/f = 1/0,31 = 3,2 \text{ секунди.}$$

- Тривалість імпульсу (логічна одиниця):

$$t_1 = 0,693 \times C_1 \times (R_1 + R_2) = 0,693 \times 0,000022 \times (10000 + 100000) = 1,67 \text{ секунди.}$$

- Довжина паузи (логічний нуль):

$$t_2 = 0,693 \times C_1 \times R_2 = 0,693 \times 0,000022 \times 100000 = 1,52 \text{ секунди.}$$

Алгоритм

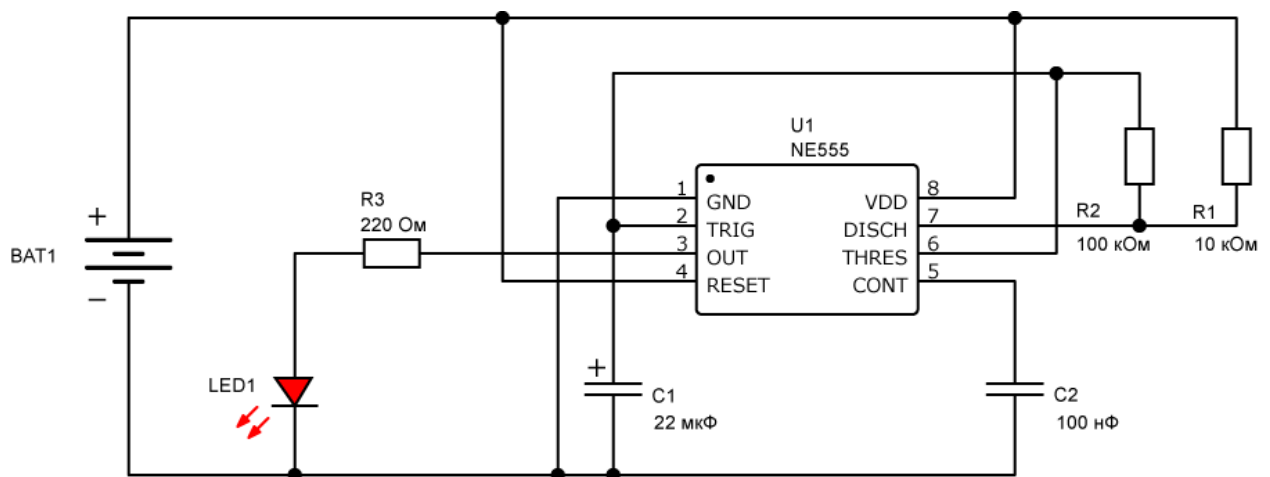


Рисунок 25. Автоколивальний режим

Через 1,52 секунди світлодіод, який горить 1,67 секунди буде гаснути, якщо використовувати поточні номінали RC-ланцюжка. Працювати світлодіод буде по колу. Частота миготіння світлодіода дорівнює 0,31 Гц, а період 3,2 секунди.

4.4. Бістабільний режим (тригер Шмітта)

Четвертим режимом в якому працює мікросхема є бістабільний режим. Його ще називають тригером Шмітта. Якщо потрібно увімкнути та вимкнути електронний пристрій, достатньо клікнути на кнопку. RC-ланцюжок в даному випадку не потрібен, так як немає жодних часових інтервалів.

Приклад розрахунку бістабільного режиму.

Можна підключити до виходу OUT резистор R3, який буде обмежувати струм через світлодіод LED1. Якщо до виводу «TRIG» підключити кнопку SW1, а до виводу «RESET» – кнопку SW2, то в цьому випадку є можливість керувати лампочкою.

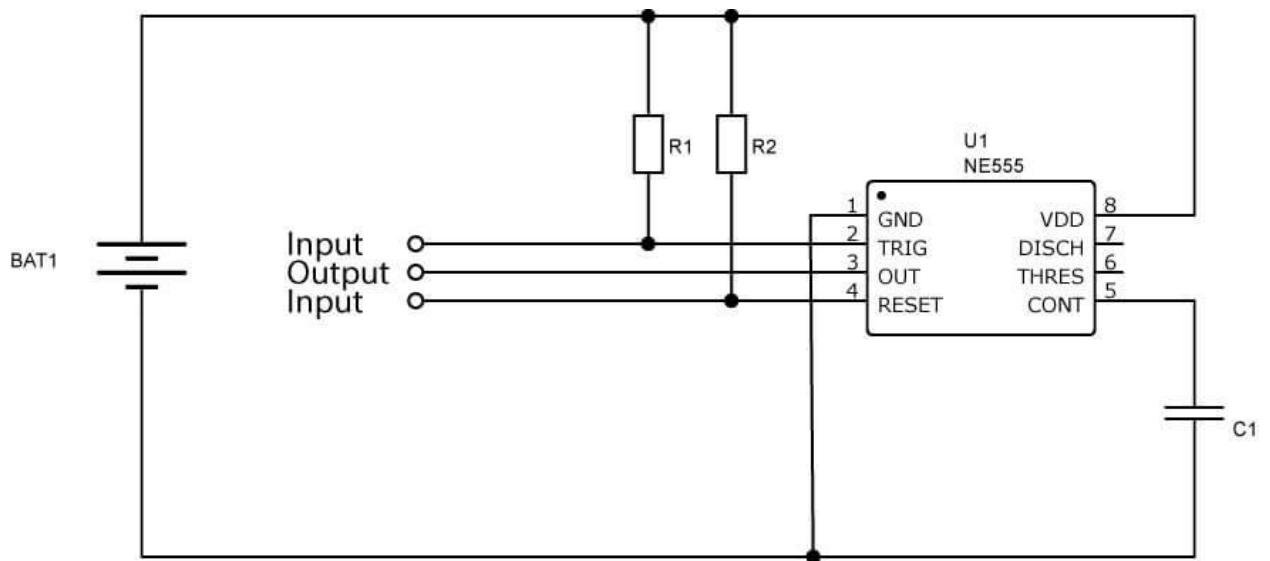


Рисунок 26. Схема підключення бістабільного режиму

Алгоритм

- Якщо використовується номінальний режим, то LED1 не світиться.

- Якщо на піні «TRIG» натиснути кнопку SW1, то є сигнал. Сигнал в свою чергу запускає таймер. На виході «OUT» з'являється логічна одиниця і світлодіод LED1 загоряється.
- Світлодіод LED1 згасає в тому випадку, якщо виході «OUT» виникає логічний нуль. Це відбувається якщо натиснути кнопку SW2. При цьому сигнал «RESET» скидає таймер.

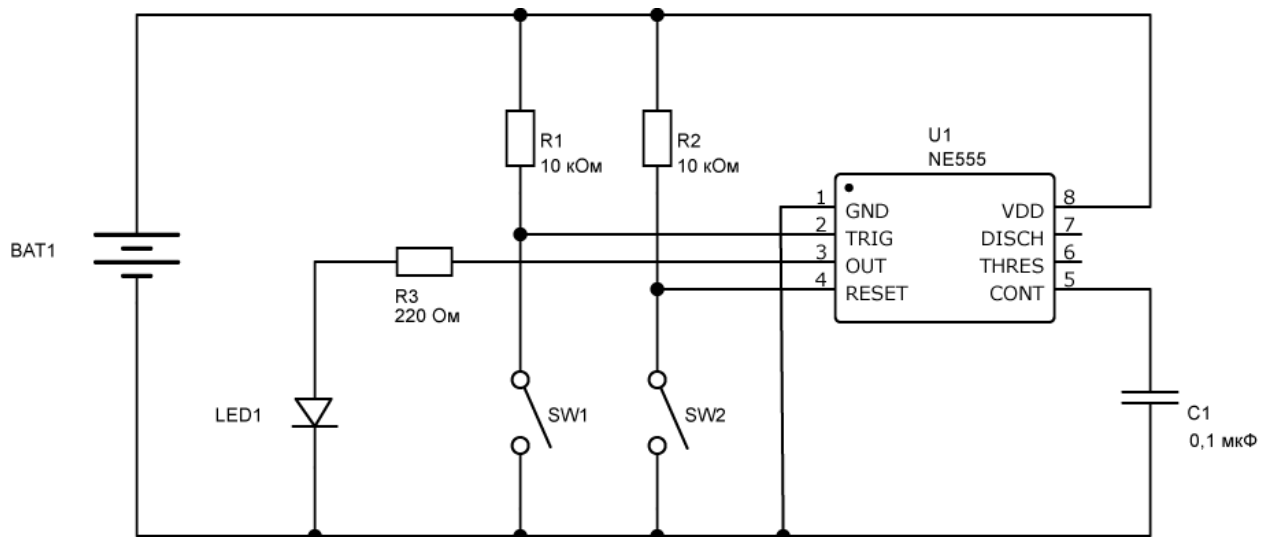


Рисунок 27. Бістабільний режим

Характеристики:

- Модель: інтегральний таймер 555
- Напруга живлення: 4,5 – 16 В
- Максимальний струм споживання: до 12 мА
- Максимальний струм виходу: до 200 мА
- Максимальна робоча частота: до 500 кГц
- Корпус: DIP-8, SOP-8
- Температура роботи: від 0 до 70 °С
- Температура зберігання: –65 до 150°С

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

Датчики руху для охорони приміщення є одними із найпоширеніших видів датчиків безпеки. Вони можуть бути встановлені як усередині, так і зовні приміщень тому, що виявляють рух у певній зоні. Датчики можуть бути активовані, якщо є рух у зоні їх дії.

В дипломній роботі було досліджено датчик руху для охорони приміщення, а також електричні параметри мікросхеми таймера NE555. В рамках виконання дипломної роботи було зроблено порівняльний аналіз інших датчиків руху для охорони приміщення. Була обрана електрична принципова схема датчика. Було обрано також технічні параметри елементної бази датчика руху для охорони приміщення. У проведеній роботі з аналізу технічного завдання були проаналізовані умови експлуатації розроблюваного пристрою, його застосування й принцип роботи. Основною частиною пристрою є операційний підсилювач і таймер NE555.

На основі принципової електричної схеми була розрахована та накреслена плата пристрою. Після вибору матеріалу друкованої плати розраховані параметри та отримані значення габаритних розмірів друкованої плати – 95 x 42,5 мм.

За результатами розрахунків параметрів друкованого монтажу з урахуванням технологічних можливостей виробництва був обраний третій клас точності плати. Конструкторсько-технологічний розрахунок був уточнений перевірочними розрахунками по постійному та змінному струму. Виконані трасування друкованої плати, одержані креслення і конструкторська документація. Креслення друкованої плати й складальне креслення представлені в графічній частині проекту.

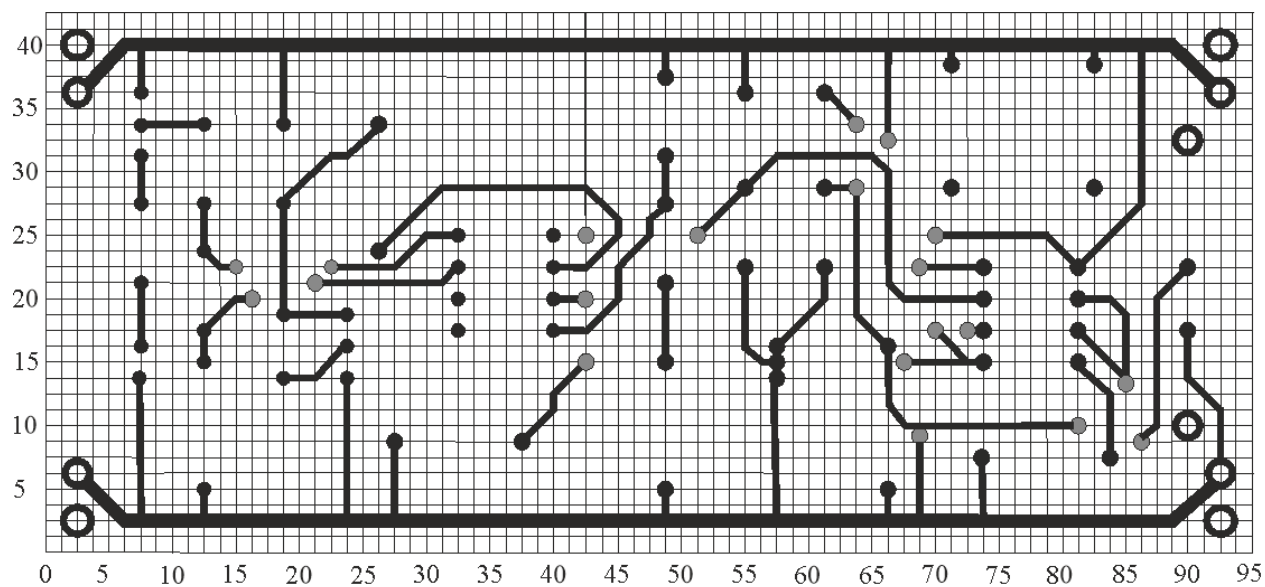
Було промодельовано електричні параметри мікросхеми таймер NE555. Були досліджені три основні схеми підключення таймера NE555.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

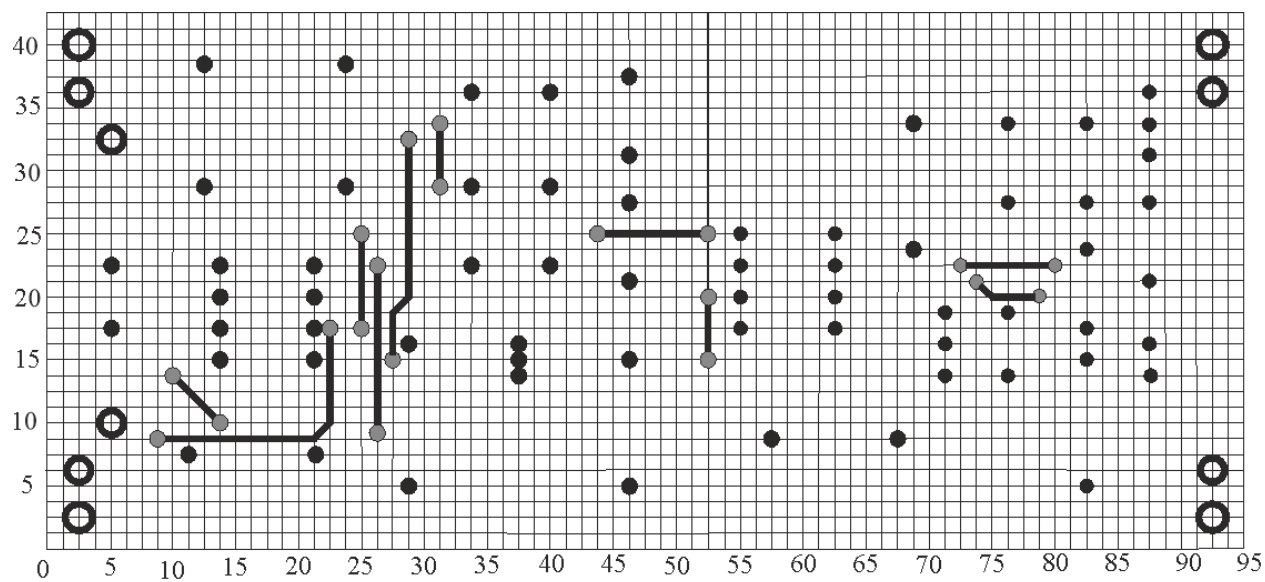
1. Основні проблеми розумних будинків і як їх можна вирішити. [Електронний ресурс]. Кластер. Інженетрі системи та мережі. 2019. Режим доступу до ресурсу: URL: <https://klaster.ua/ua/stati-i-obzory/osnovnye-problemy-umnyhdomov-i-kak-ih-mozhno-reshit/>
2. Каталог 2012. Обладнання для автоматизації. / ОВЕН, 2012. – 420 с.
3. Верьовкін Л.Л. Світанько М.В., Кісельов Є.М., Хрипко С.Л. Цифрова схемотехніка: Підручник. – Запоріжжя: ЗДІА, 2016. 214
4. Белуха М.Т. Основи наукових досліджень. Київ : Вища шк., 1997. 271 с
5. Кашкаров, А.П. Датчики в електронних схемах: від простого до складного: навч. посіб. / А. П. Кашкаров — К. : ДМК, 2017. — 200 с. 2. Повний А.
6. Як влаштовані інфрачервоні датчики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://elektrik.info/main/automation/917-kak-ustroeny-irabotayut-infrakrasnye-datchiki-dvizheniya.htm>
7. Кашкаров, А.П. Довідковий посібник з систем охорони з п'єзоелектричними датчиками: навч. посіб. / А. П. Кашкаров — К. : ДМК, 2016. — 200 с.
8. Іванов А. О. Теорія автоматичного керування: Підручник. — Дніпропетровськ: Національний гірничий університет. — 2014. — 250 с.
9. Енциклопедія кібернетики. тт. 1, 2. — К.: Головна редакція УРЕ, 2016.

Додаток А.

Трасування друкованої плати



Дзеркальне відображення друкованої плати



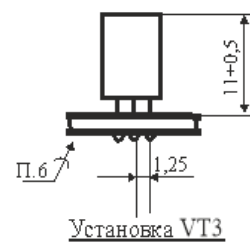
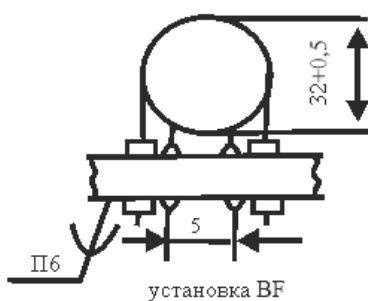
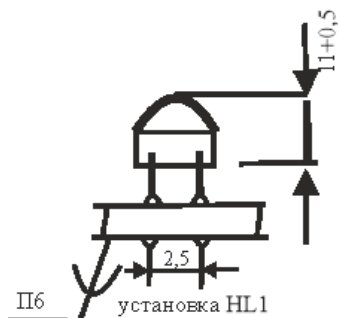
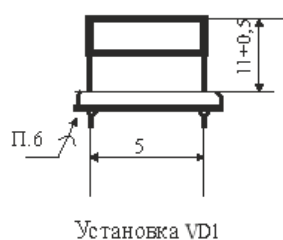
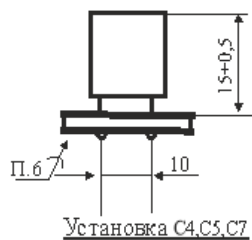
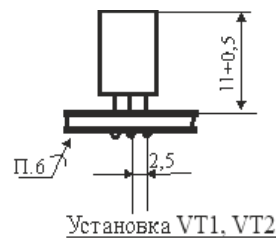
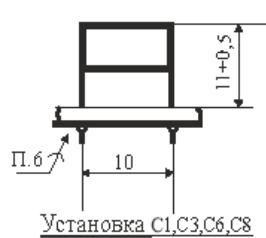
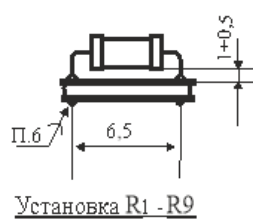
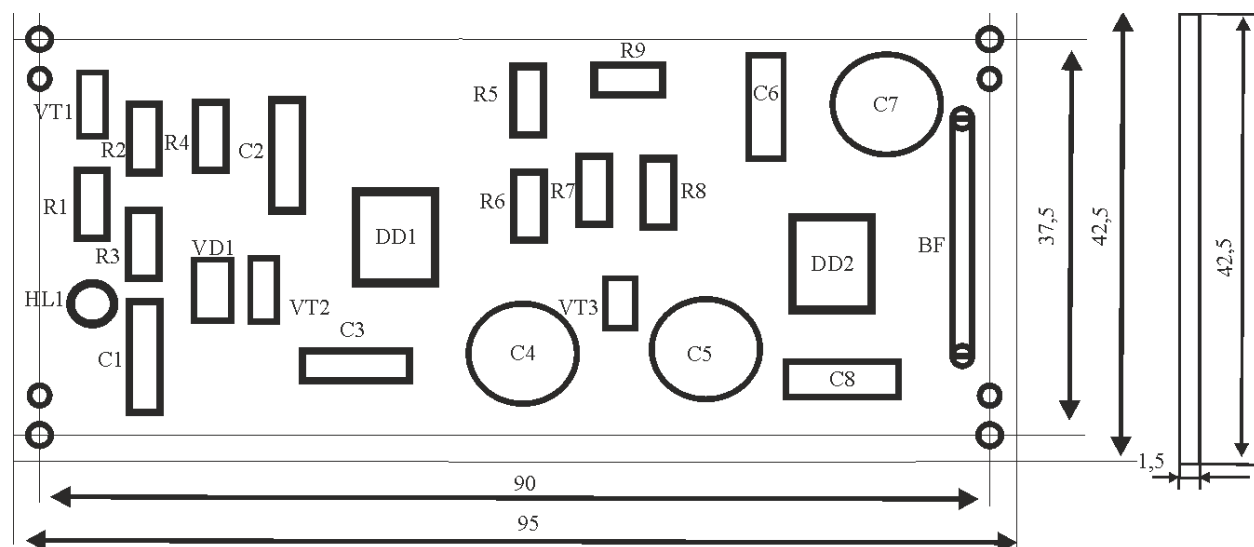
Таблиця отворів

графіч. зображ.	діаметр КМ	діаметр отвору	наявність металу	призначення
•	1,5	1,3	так	монтажне
•	0,9	0,7	так	перехідне
○	2,4	2,0	так	монтажне
○	5,3	5	ні	кріплення

- *
- 1. Розміри довідок
- 2. Плату зробити комбінованим позитивним способом.
- 3. Плата має відповідати ГОСТ 23752-86, група жорсткості 3.
- 4. Клас точності 3 за ГОСТ 23751-86.
- 5. Крок основної координатної сітки 1,25 мм. Лінії координатної сітки показано через 1,25 мм.
- 6. Відстань між двома провідниками, контактними майданчиками, провідником та контактним майданчиком не менше 0,25мм.
- 7. Ширина друкарського провідника 0,25 мм шини живлення.
- 8. Провідники покрити сплавом Розі за ТУ-09-4065-88.
- 9. Інші ТУ за ДСТУ 4ГО.070.015

Додаток В

Складальне креслення друкованої плати



1. Плата должна соответствовать требованиям ГОСТ 23752-79. Группа жесткости 1.
2. Класс точности 3 по ГОСТ 23751-88.
3. * Размер для справки
4. Конфигурация проводников выдерживать по координатной сетке с отклонением от чертежа $\pm 0,1$ мм
5. Ширина проводника *  0,5 мм *  1,5 мм *
 3 мм
6. Форма и размеры контактных площадок определяются возможностями технических средств и устанавливаются предприятием-изготовителем фотолитога. Размер контактной площадки определяется диаметром вписанной окружности и должен соответствовать ГОСТ 23751-88.
7. Маркировку проводником выполнять шрифтом 2,5-Пр3 ГОСТ 26.020-80. Допускается шрифт, выполненный на координатографе с программным управлением. Расстояние от маркировки до края платы не менее 0,5 мм. Допускается тиснение маркировочных обозначений одного печатного элемента.
8. Плату печатную покрыть полым защитным резистом (поясной маской) в соответствии с технической инструкцией завода-изготовителя. Тип полупроводникового защитного резиста устанавливает завод-изготовитель.
9. Маркировать краской PLASTSTAR OE-025, белой, фирмы "SERXOL". Шрифт 2,5-Пр3 ГОСТ 26.020-80.
10. Клеить краской PLASTSTAR OE-025, белой, фирмы "SERXOL".
11. Допускается маркировать и клеить краской прозрачной для непроводящих поверхностей ТНФ-84, белой ТНФ-01, черной TV 29-02-889-88, УНН или краской PLASTSTAR OE-001, черной, фирмы "SERXOL".
12. Маркировочный слой выполнить краской ТНФ-84, белой TV 29-02-889-88, УНН. Шрифт 2-Пр3 ГОСТ 26.020-80.
13. Условные обозначения и размеры отверстий см. табл. лист . Наименование столбцов таблицы отверстий: Hole Dia(mm)-Диаметр отверстий(мм); Symbol-Условное обозначение; Quantity-Количество Plated-Наличие металлизации (Yes-Есть, No-Нет).
14. Допускается замена материала на стеклотекстолит СТФ-2-35-1,5 ТМ6-503.161.-83.
15. Площадь металлизации 85 кв.см
16. Обработку печатной платы по контуру выполнять фрезерованием согласно
17. Остальные технические требования по ОСТ4 П.070.014.