

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

(м. Київ)

Факультет інформаційних технологій та електроніки  
(повне найменування факультету)

Кафедра електронних апаратів  
(повна назва кафедри)

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр

(бакалавр, спеціаліст, магістр)

спеціальності 172 – Телекомунікації та радіоелектроніка

(шифр і назва спеціальності)

на тему **Таймер для апаратури з живленням від мережі**

Виконав: студент групи РЕА-19бд

Мережко Ф.Д.

(прізвище, та ініціали)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Керівник Тюндер І.С.

(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Завідувач кафедри Паєранд Ю.Е.

(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Рецензент Самойлова Ж.Г.

(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Київ - 2023

## СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

(м. Київ)

Факультет інформаційних технологій та електронікиКафедра електронних апаратівОсвітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

(бакалавр, спеціаліст, магістр)

Спеціальність 172 – Телекомунікації та радіоелектроніка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ю.Е. Паеранд“   ”     2023 року

## ЗАВДАННЯ

## НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Мережку Федіру Дмитровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Таймер для апаратури з живленням від мережікерівник проекту Тюндер Ірина Сергіївна, с.в.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “   ”     №    2. Строк подання студентом проекту (роботи) 31.05.20233. Вихідні дані до роботи Матеріали переддипломної практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1) Аналітичний огляд таймерів, які призначені для формування інтервалу часу

2) Аналіз вихідних даних

3) Визначення вимог по стійкості до механічних і кліматичних впливів

4) Вибір елементної бази і попередня компоновка конструкції електронного пристрою

5) Розробка конструкції друкованого блоку

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

7. Дата видачі завдання 10.02.2023

### **КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний огляд таймерів, які призначені для формування інтервалу часу	03.03.2023	
2	Аналіз вихідних даних	13.03.2023	
3	Визначення вимог по стійкості до механічних і кліматичних впливів	15.03.2023	
4	Вибір елементної бази і попередня компоновка конструкції електронного пристрою	10.04.2023	
5	Розробка конструкції друкованої плати	20.04.2023	
6	Розробка конструкції друкованого узла	28.04.2023	
7	Вибір умов охолодження і розрахунок Теплового режиму	15.05.2023	
8	Розрахунок надійності пристрою	20.05.2023	
9	Оформлення пояснювальної записки дипломного проекту та презентації	25.05.2023	

Студент Мережко Ф.Д.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) Тюндер І.С.  
(підпис) (прізвище та ініціали)



## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТАЙМЕРІВ, ЯКІ ПРИЗНАЧЕНІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ІНТЕРВАЛУ ЧАСУ .....	8
1.1 Різновиди таймерів та їх застосування .....	9
1.2 Загальні переваги та недоліки таймерів .....	19
1.3 Режими роботи таймерів .....	26
1.4 Використання таймерів у різних умовах .....	27
1.5 Особливість таймера для апаратури з живленням від мережі .....	28
1.6 Класи точності таймерів для апаратури.....	29
2 АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ .....	30
3 ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ПО СТІЙКОСТІ ДО МЕХАНІЧНИХ І КЛІМАТИЧНИХ ВПЛИВІВ .....	32
4 ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ І ПОПЕРЕДНЯ КОМПОНОВКА КОНСТРУКЦІЇ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ .....	33
5 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ.....	43
6 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ДРУКОВАНОГО УЗЛА .....	46
7 ВИБІР УМОВ ОХОЛОДЖЕННЯ І РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ .....	49
8 РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ ПРИСТРОЮ .....	57
ВИСНОВКИ.....	60
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	61

Підп. і дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв.№ підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата			5

## ВСТУП

Апаратура з живленням від мережі є невід'ємною частиною сучасного технічного світу, використовуючись в різних сферах, таких як побут, комерція, промисловість та інші. Однак, використання електроенергії також вимагає ефективного керування, з урахуванням аспектів енергоефективності, екологічної сталості та сталого розвитку. В цьому контексті, розробка таймерів для апаратури з живленням від мережі, які дозволяють ефективно керувати часом роботи пристроїв, має великий потенціал для забезпечення оптимальної роботи систем живлення.

Наукове дослідження та розробка ефективних таймерів для апаратури з живленням від мережі має важливе значення в контексті сталого розвитку технологічних систем. Ця робота має на меті розробку методу керування таймерами, який дозволить досягнути енергоефективної роботи апаратури з живленням від мережі, враховуючи вимоги екологічної сталості та сталого розвитку.

У цьому дипломному проекті будуть проведені наукові дослідження, випробування та експерименти, щоб розробити оптимальний метод керування таймерами для апаратури з живленням від мережі. Метод буде базуватись на аналізі різних типів апаратури, їх енергоспоживання, режимів роботи та вимог енергоефективності. Також будуть враховані відповідні стандарти та норми, які визначають ефективність роботи систем живлення.

Одним із важливих аспектів дослідження є розробка алгоритмів та програмного забезпечення для керування таймерами. Це може включати аналіз режимів роботи пристроїв, визначення оптимального часу роботи, розробку функцій автоматичного вимкнення та включення, врахування різних факторів, таких як рівень енергопостачання, час доби, вимоги користувача та інші.

Для досягнення мети дослідження будуть використані різні наукові методи, такі як аналіз літературних джерел, моделювання, експериментальні

Підп. и дата					
Инв.№ дубл.					
Взам. инв. №					
Підп. и дата					
Инв.№ підл.					
Изм.	№ докум.	Підп.	Дата		
					6

дослідження, аналіз даних та статистичні методи. Результати роботи можуть бути корисні для науковців, інженерів, дослідників, які працюють в галузі енергоефективності, електротехніки та сталого розвитку.

Отже, розробка ефективного методу керування таймерами для апаратури з живленням від мережі має великий потенціал у забезпеченні сталої роботи систем живлення, підвищенні енергоефективності та досягненні екологічної сталості. Результати цього дослідження можуть мати практичне застосування у різних галузях технічного прогресу, сприяючи раціональному використанню електроенергії та сталому розвитку суспільства. Застосування розробленого таймера може мати позитивний вплив на енергоефективність будинків, офісів та промислових об'єктів, забезпечуючи автоматичне вимкнення апаратури в періоди, коли вона не використовується, що дозволяє знижувати споживання електроенергії та зменшувати екологічний вплив.

Инь.№ підл.		Підп. и дата		Инь.№ дубл.		Взам. инв. №		Підп. и дата		Инь.№ инв. №		Підп. и дата	
Изм.		№ докум.		Підп.		Дата							
												7	

# 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТАЙМЕРІВ, ЯКІ ПРИЗНАЧЕНІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ІНТЕРВАЛУ ЧАСУ

Зазвичай, коли ми почуємо слово "таймер", то в уяві виникає картинка пристрою, який має певний відрізок часу (наприклад, секунди, хвилини або години). Цей тип таймера в 99% випадків має циферблат та елементи керування, за допомогою яких користувач встановлює потрібну часову мітку, по досягненню якої пристрій видасть відповідний сигнал або виконає увімкнення/вимкнення (це може стосуватися як самого таймера, так і приладів, до яких він встановлюється).

Ці вище згадані таймери, вбудовані в різні пристрої, також називаються "реле часу". Реле може бути одне або кілька, залежно від моделі. При встановленні таймера вони спрацьовують в строго визначений час. Їх також називають таймерами реального часу, з вбудованим годинником або, використовуючи відповідну термінологію, пристроєм збереження часу. Прикладом такого таймера є звичайний будильник.

Електронні таймери, які за своїм принципом дії схожі на електронні годинники, є найпоширенішими на сучасному ринку. Вони використовують мікроконтролери, що дозволяє створювати прилади з багатою функціональністю та налаштуваннями. Наприклад, астрономічні таймери можуть зберігати в пам'яті час сходу і заходу сонця для певної довготи і широти в конкретний день року. Однак, електронні таймери мають деякі недоліки, такі як залежність від наявності електроживлення (хоча це можна вирішити використанням акумулятора) та складність налаштування, а також висока ціна.

Тим не менше, можливості електронних таймерів надзвичайно розширені, і це не можна заперечувати. Тому багато людей задаються питанням, чому все ще використовуються пристрої з механічним годинниковим механізмом. Все виявляється дуже просто - простота механізму

Підп. і дата	
Інв.№ дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Інв.№ підл.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата



годинника забезпечує високу надійність в умовах нестабільного електроживлення або в пристроях, які потребують автономності.

## 1.1 Різновиди таймерів та їх застосування

Існує багато різних типів таймерів, призначених для різної апаратури та застосувань. Ось кілька типів таймерів, які можуть використовуватися для різної апаратури:

**Електронні таймери (рис.1.1):** Ці таймери використовують електронні компоненти, такі як транзистори, оптрони, мікросхеми та інші, для вимірювання часу. Вони можуть бути програмованими, що дозволяє налаштувати різні часові інтервали та режими роботи. Вимірювання часу: Після налаштування таймер починає вимірювати час, використовуючи внутрішні годинники, що базуються на внутрішньому генераторі часу, який може бути реалізований з використанням кварцових кристалів або інших резонаторів.

**Логіка роботи:** Таймер може мати вбудовану логіку роботи, яка визначає, що відбудеться після закінчення встановленого часу. Наприклад, він може активувати дзвінок, вимкнути прилад або змінити режим роботи.

**Керування навантаженням:** Таймер може мати вбудований вимикач або реле, яке дозволяє керувати електричним навантаженням, таким як включення або вимкнення пристрою, в залежності від встановленого часу.

**Дисплей:** Деякі електронні таймери можуть мати дисплей для відображення налаштованого часу, налаштувань, режиму роботи або інших відомостей. Дисплей може бути реалізований за допомогою різних технологій, таких як LCD (рідкокристалічний дисплей), LED (світлодіодний дисплей) або OLED (органічний світлодіодний дисплей). Дисплей може відображати цифрові або аналогові значення, а також індикатори стану, такі як світлові індикатори або символи.

Інв. № підл.	Підп. і дата
	Інв. № дубл.
Взам. инв. №	Підп. і дата
	Інв. № дубл.

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата
------	----------	-------	------

Дисплей на електронному таймері може виконувати різні функції, такі як:

Відображення встановленого часу: Користувач може налаштувати бажаний час на таймері, і це значення може бути відображено на дисплеї, щоб візуально показати встановлений час.

Відображення залишкового часу: Після початку відліку часу, дисплей може відображати залишковий час до закінчення встановленого інтервалу, що дозволяє користувачеві візуально відстежувати час, який залишився до закінчення таймера.

Відображення налаштувань та режиму роботи: Деякі електронні таймери можуть мати різні налаштування, такі як режими роботи, інтервали часу, налаштування звукових сигналів та інші параметри. Ці налаштування можуть бути відображені на дисплеї, щоб дати користувачеві можливість легко налаштувати таймер під свої потреби.

Відображення стану: Деякі таймери можуть мати вбудовані датчики або функції, які відслідковують стан пристрою або системи, з якою вони використовуються. Дисплей може відображати стан пристрою, такий як включено/вимкнено.

Підп. і дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв. № підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата	



Рисунок 1.1 – Електронний таймер

Механічні таймери (рис.1.2): Ці таймери використовують механічні механізми, такі як зубчасті колеса, пружини та інші механізми, для вимірювання часу. Вони можуть бути простими таймерами з обертовими ручками або більш складними механізмами з великою кількістю налаштованих параметрів. Вони використовуються в різних пристроях та системах, таких як побутові плити, акваріумні системи, системи поливу та багато інших. Основний принцип роботи механічних таймерів полягає в використанні механічних зубчастих коліс, роторів, пластинок та інших механізмів для вимірювання часових інтервалів.

Основні етапи роботи механічного таймера:

Налаштування часу: Користувач може налаштувати бажаний час на механічному таймері, використовуючи ручки або інші елементи керування. Наприклад, він може повертати зубчасте колесо або ротор, щоб встановити потрібний час.

Механічні механізми: Після налаштування таймер починає вимірювати час за допомогою вбудованих механічних механізмів. Наприклад, механічні

Підп. и дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв.№ підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата	
				11

зубчасті колеса можуть рухатися з певною швидкістю, викликаючи зміни положення ротора, пластинок або інших деталей.

Керування навантаженням: Механічний таймер може мати вбудований механічний вимикач або реле, яке дозволяє керувати електричним навантаженням, таким як включення або вимкнення пристрою, в залежності від встановленого часу. Наприклад, коли відбувається певний рух механізмів, може бути активоване реле, що вмикає або вимикає електричне навантаження.

Логіка роботи: Деякі механічні таймери можуть мати вбудовану логіку роботи, таку як послідовність включень або вимкнень, циклічність, регулювання тривалості включення або вимкнення та інші функції. Це може бути досягнуто за допомогою різних механізмів, таких як різні зубчасті колеса, важелі, фігурні камені та інші деталі, які взаємодіють між собою відповідно до встановленої логіки.

Завершення роботи: Після того, як встановлений час вичерпано або виконано встановлену логіку роботи, механічний таймер може виконати відповідну дію, таку як вимкнення електричного навантаження, або припинити свою роботу.

Важливо зауважити, що механічні таймери працюють виключно на механічних принципах та не потребують зовнішнього джерела енергії, такого як батарейки або електрична мережа. Вони можуть бути відносно простими в використанні та налаштуванні, а також надійними в роботі. Однак, їхні можливості можуть бути обмеженими порівняно з більш сучасними електронними таймерами, які можуть мати більше функцій та точніше вимірювати час.

Підп. і дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв.№ підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата



Рисунок 1.2 – Механічний таймер

Цифрові таймери (рис.1.3): Ці таймери використовують цифрові дисплеї або LED-індикатори для відображення часу. Вони можуть мати різні функції, такі як таймер зворотного відліку, таймер зворотного відліку зі звуковими або візуальними сигналами, режими затримки, підрахунок витрати енергії та інші. Цифрові таймери використовують електроніку для вимірювання та керування часом. Основна логіка роботи цифрових таймерів може бути наступною:

Вимірювання часу: Цифровий таймер може мати вбудований реалізацію годинника або таймера, який може вимірювати час з високою точністю. Це може бути внутрішній кварцовий генератор або зовнішній сигнал, такий як мережевий сигнал.

Відображення часу: Цифровий таймер може мати цифровий дисплей, який відображає виміряний час. Деякі цифрові таймери можуть мати також

Инв.№ підл.	Підп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Підп. и дата				
Изм.	№ докум.	Підп.	Дата					

світлодіодні (LED) або рідкокристалічні (LCD) дисплеї для відображення часу або інших параметрів.

Налаштування параметрів: Користувач може налаштувати різні параметри цифрового таймера, такі як тривалість таймера, час включення або вимкнення, циклічність та інші налаштування відповідно до своїх потреб.

Керування діями: Після налаштування параметрів таймера, він може керувати різними діями, такими як включення або вимкнення електричного навантаження, звуковий сигнал, візуальний сигнал, та інші дії, залежно від функціональності таймера.

Завершення роботи: Після того, як встановлений час вичерпано або виконана встановлена логіка роботи, цифровий таймер може виконати відповідну дію, таку як вимкнення електричного навантаження, або припинити свою роботу.

Цифрові таймери зазвичай є більш гнучкими та можуть мати більше функцій порівняно з механічними таймерами, оскільки вони базуються на електронній технології. Вони можуть мати різні додаткові функції, такі як налаштування різних режимів роботи, збереження налаштувань, відображення статусу роботи, можливість програмування багаторазових розкладів, дистанційне керування, таймери з можливістю підключення до мережі Інтернет та інші.

Цифрові таймери можуть використовуватися в різних областях, таких як домашнє використання (наприклад, для керування освітленням, опаленням, кухонними приладами), комерційне використання (наприклад, у промисловості, ресторанах, готелях, офісах) та інші сфери, де потрібно точне керування часом та діями.

Цифрові таймери зазвичай мають простий інтерфейс користувача, дозволяють легко налаштовувати різні параметри та забезпечують високу точність вимірювання часу. Деякі цифрові таймери можуть також мати додаткові функції, такі як графічні інтерфейси, підсвічування дисплеїв, звукові сигнали, можливість зберігати налаштування при відключенні

Підп. и дата					
Инв.№ дубл.					
Взам. инв. №					
Підп. и дата					
Инв.№ підп.					
Изм.	№ докум.	Підп.	Дата		
					14

живлення, режим енергозбереження та інші, що забезпечують зручне та функціональне використання.

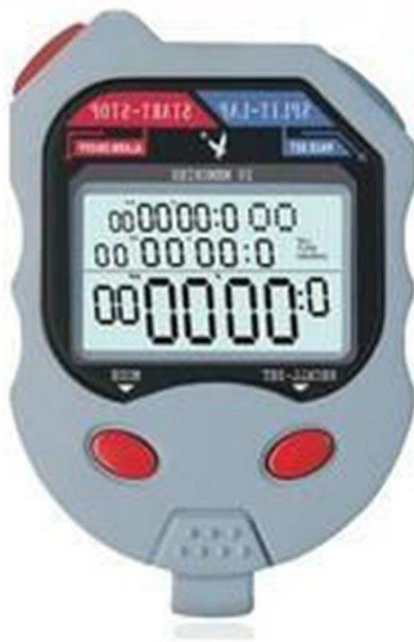


Рисунок 1.3 – Цифровий таймер

Аналогові таймери (рис.1.4): Ці таймери використовують аналогові шкали або стрілки для відображення часу. Вони можуть бути вбудовані в апаратуру або бути окремими пристроями, які можна підключити до апаратури. Вони мають фізичні рухомі частини, такі як ручки або диски, які використовуються для встановлення часу та налаштування режимів роботи.

Основна принципова схема роботи аналогових таймерів наступна:

Механічний механізм: Аналогові таймери використовують механічні механізми, такі як рухомі частини, ручки або диски, для встановлення потрібного часу. Ці механізми можуть мати різні форми, включаючи колеса з зубцями, шестерні, різні рухомі механізми, які дозволяють встановлювати час з використанням фізичних рухомих частин.

Регулятори часу: Аналогові таймери мають регулятори, які дозволяють налаштовувати час використання. Ці регулятори можуть бути ручними

Підп. і дата	
Інв.№ дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Інв.№ підл.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата

ручками, дисками або іншими механізмами, які дозволяють користувачеві встановлювати потрібний час.

Електронні компоненти: Аналогові таймери також містять електронні компоненти, такі як резистори, конденсатори, транзистори та інші, які використовуються для керування роботою таймера, забезпечення точності вимірювання часу та контролю режимів роботи.

Електромеханічні перемикачі: Аналогові таймери можуть використовувати електромеханічні перемикачі, такі як реле, для виконання різних дій в налаштований час. Ці перемикачі можуть бути включені або виключені в залежності від налаштованого часу, що встановлено на механізмі таймера.

Джерело живлення: Аналогові таймери можуть використовувати різні джерела живлення, такі як батареї або джерела змінного струму (АС). Це дозволяє їм працювати в різних умовах живлення.

Виведення вимірювання: Аналогові таймери можуть мати фізичні виводи або дисплеї, які відображають встановлений час або залишок часу, який залишився до закінчення таймера.

Механізм включення/виключення: Аналогові таймери можуть мати механізми включення/виключення, які активуються після досягнення встановленого часу. Це можуть бути реле або інші електромеханічні перемикачі, які вмикають або вимикають підключене до таймера обладнання відповідно до встановленого часу.

Основна ідея аналогових таймерів полягає в тому, що вони використовують механічні елементи, такі як рухомі частини та ручки, для встановлення та вимірювання часу, а також використовують електронні компоненти для керування роботою таймера. Вони можуть бути використані в різних областях, таких як домашнє використання, промислові застосування, садівництво, акваріумістика та багато іншого.

Підп. і дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв.№ підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата		



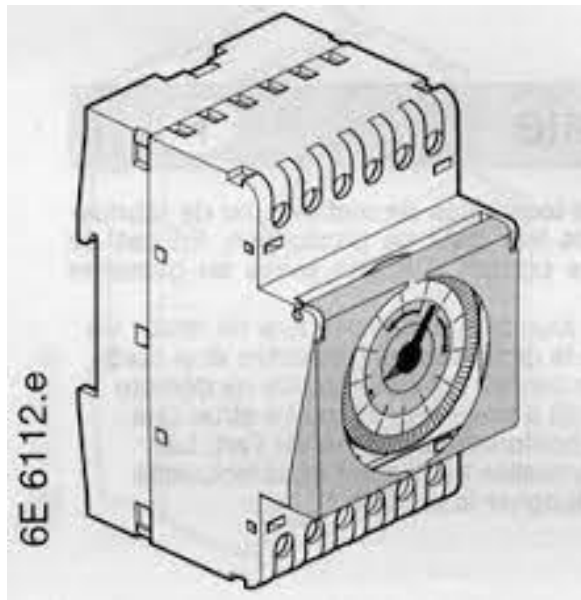


Рисунок 1.4 – Аналоговий таймер

Програмовані таймери (рис.1.5): Ці таймери використовуються для програмування різних подій або функцій в апаратурі. Вони можуть бути вбудованими програмованими контролерами, які керують роботою. Програмовані таймери працюють на основі встановленої користувачем програми або розкладу, який включає різні налаштування, такі як дні тижня, години, хвилини та інші параметри. Основні етапи роботи програмованого таймера можуть бути наступні:

**Встановлення програми:** Користувач встановлює розклад або програму на таймері, вказуючи потрібні налаштування, такі як час включення/виключення, дні тижня, режими роботи та інші параметри.

**Збереження програми:** Після встановлення програми, користувач зберігає її на таймері, щоб вона застосовувалась відповідно до встановленого розкладу.

**Виконання програми:** Програмований таймер автоматично виконує встановлену програму, включаючи включення або виключення підключеного до нього обладнання відповідно до налаштувань, вказаних в програмі.

Підп. і дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв.№ підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата

**Моніторинг стану:** Програмований таймер може моніторити стан підключеного обладнання, таке як перевірка включення або виключення, і взаємодіяти з ним відповідно до встановленої програми. Наприклад, вимкнути обладнання після закінчення встановленого часу.

**Корекція програми:** Користувач може вносити зміни в програму таймера в будь-який момент, коригувати налаштування, змінювати розклад або додавати/видаляти події в програмі.

**Інтерфейс керування:** Програмовані таймери можуть мати різні інтерфейси керування, такі як електронні кнопки, сенсорні екрани, дистанційні пульти, мобільні додатки та інші, які дозволяють користувачеві налаштувати програму та керувати таймером зручним для нього способом.

**Додаткові функції:** Програмовані таймери можуть мати ряд додаткових функцій, таких як автоматичне відновлення програми після відключення електропостачання, режими випадкового включення/виключення для імітації присутності вдома, функції затримки, пропуску, блокування, а також можливість керування декількома програмами одночасно.

**Звукові/візуальні сигнали:** Програмовані таймери можуть мати звукові або візуальні сигнали, такі як дзвінки, сигнали, світлові індикатори та інші, які можуть використовуватись для попередження користувача про включення або виключення обладнання відповідно до встановленої програми.

**Енергозбереження:** Програмовані таймери можуть мати функції енергозбереження, такі як автоматичне вимкнення після тривалої неактивності або режими сну, що дозволяють знижувати енергоспоживання та економити електроенергію.

**Гнучкість:** Програмовані таймери дозволяють користувачеві налаштувати розклади та програми відповідно до власних потреб і вимог, забезпечуючи гнучкість в керуванні підключеним обладнанням.

Це загальні принципи роботи програмованих таймерів, проте можуть бути різні варіації та додаткові функції залежно від конкретних моделей та

Підп. и дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв.№ підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата





може знижувати ризик поломок. Вони також можуть мати захист від вологи, пилу та інших негативних факторів, що може забезпечити довгий термін служби та стабільну роботу в різних умовах.

11. Простота використання: Багато електронних таймерів мають простий інтерфейс з легким налаштуванням, що робить їх зручними в експлуатації. Вони можуть мати кнопки, регулятори, дисплеї та інші елементи керування, що спрощують процес налаштування та використання таймера.

12. Можливість автоматизації: Електронні таймери можуть використовуватися для автоматизації різних процесів, таких як включення/виключення електроприладів, освітлення, поливу рослин, систем опалення та охолодження, систем безпеки та багато інших. Це дозволяє ефективно керувати роботою різних пристроїв та систем з використанням одного електронного таймера.

13. Розширені функції: Деякі електронні таймери можуть мати розширені функції, такі як функція затримки старту, функція випадкового включення/виключення, функція плавного згасання світла, функція вимірювання споживання енергії та інші, що забезпечують більший функціонал та зручність в використанні.

14. Пам'ять налаштувань: Деякі електронні таймери можуть мати функцію пам'яті, яка дозволяє зберігати попередні налаштування в разі відключення живлення або зміни умов використання. Це забезпечує збереження налаштувань таймера та зручність в його використанні після відновлення живлення або змін умов.

Ці можливості можуть варіюватися в залежності від моделі та виробника електронного таймера, але загальні можливості електронних таймерів включають:

15. Гнучкість налаштувань: Електронні таймери зазвичай мають більше опцій налаштувань порівняно з механічними таймерами. Вони можуть мати більшу кількість програмованих режимів, різні часові інтервали, можливість налаштування різних днів тижня або календарних дат, налаштування

Підп. і дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв.№ підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата	
------	----------	-------	------	--

декількох подій в одному таймері та інші функції, що дозволяють точно налаштувати роботу таймера під потреби користувача.

16. Точність: Електронні таймери зазвичай мають вищу точність порівняно з механічними таймерами. Вони можуть мати точність в мілісекундах або навіть мікросекундах, що дозволяє дуже точно встановлювати часові інтервали та керувати пристроями або системами з високою точністю.

17. Інтелектуальні функції: Деякі електронні таймери можуть мати інтелектуальні функції, такі як датчики освітлення, датчики руху, здатність взаємодії зі смарт-пристроями чи мережами Інтернету різних рівнів, можливість програмування через комп'ютер або мобільний додаток, взаємодію з іншими автоматизованими системами та інші функції, що розширюють можливості таймера та дозволяють використовувати його в складних автоматизованих рішеннях.

18. Енергоефективність: Деякі електронні таймери можуть бути енергоефективними, забезпечуючи оптимальне використання енергії та економію електроенергії.

Недоліки таймерів, включають:

1. Енергозалежність: Більшість таймерів, будь то механічні або електронні, потребують енергії для своєї роботи. Це може означати, що вони можуть зупинятися або втрачати налаштування, якщо енергія відключається або вичерпується.

2. Обмежені можливості: Таймери можуть мати обмежені можливості функціоналу, особливо в разі механічних таймерів. Наприклад, вони можуть мати обмежену кількість програмованих часових інтервалів або обмежену точність.

3. Обмежена гнучкість: Деякі таймери можуть бути менш гнучкими в налаштуванні або зміні розкладу роботи. Наприклад, в механічних таймерах

Инь.№ підл.	Підп. и дата	Взам. инв. №	Инь.№ дубл.	Підп. и дата				
Изм.	№ докум.	Підп.	Дата					
								22

може бути складно налаштувати точний час або змінити графік роботи, особливо якщо вони вже запрограмовані.

4. Вразливість до зовнішніх факторів: Таймери можуть бути вразливі до зовнішніх факторів, таких як вологість, температура, пил, удари, що може вплинути на їх роботу та надійність.

5. Несумісність з деякими пристроями: Деякі таймери можуть бути несумісні з деякими пристроями або системами, особливо в разі застосування різних стандартів зв'язку або інтерфейсів.

6. Фізичні обмеження: Таймери можуть мати фізичні обмеження, такі як розмір, маса, форма або монтажні вимоги, що можуть обмежувати їхнє використання в певних умовах або пристосування до конкретних вимог користувача.

7. Витрати на обслуговування: Таймери можуть вимагати регулярного обслуговування, такого як заміна батарей (у випадку електронних таймерів), очищення від пилу або вологи (у випадку механічних таймерів) або налаштування параметрів. Це може викликати додаткові витрати часу та ресурсів.

8. Обмежена мобільність: Таймери, особливо механічні, можуть бути обмежені в мобільності та переносці. Вони можуть бути важкими, великими або складними в транспортуванні, що може бути незручним в деяких ситуаціях, особливо якщо вони потрібні для використання в різних місцях або в подорожах.

9. Відсутність додаткових функцій: Деякі таймери можуть бути досить простими в своєму функціоналі та не мати додаткових корисних функцій, таких як підключення до мережі Інтернет, можливість дистанційного керування або сенсорний екран. Це може обмежити їхні можливості в сучасних умовах технічного розвитку.

10. Стійкість до впливу навколишнього середовища: Таймери можуть бути вразливі до впливу навколишнього середовища, такого як вологість, пил,

Инь.№ підл.	Підп. и дата	Взам. инв. №	Инь.№ дубл.	Підп. и дата					23
					Изм.	№ докум.	Підп.	Дата	

висока температура, механічні пошкодження та інші фактори, що можуть вплинути на їхню працездатність та тривалість роботи.

11. Обмеження в налаштуванні: Деякі таймери можуть бути складними в налаштуванні або вимагати додаткових знань або навичок від користувача. Це може створювати перешкоди для тих, хто не має досвіду в налаштуванні електронних пристроїв або не має доступу до відповідної документації.

12. Енергоспоживання: Деякі таймери можуть споживати електроенергію, навіть у режимі очікування, особливо електронні таймери з підсвічуванням або вбудованим дисплеєм. Це може призводити до додаткових витрат на електроенергію, особливо якщо використання таймерів велике або тривале.

13. Обмеження на кількість програм: Деякі таймери можуть мати обмеження на кількість програм, які можна налаштувати, або на кількість днів, на які можна запланувати події. Це може бути незручним, якщо потрібно багато різних програм або налаштувань для різних днів тижня.

14. Ризик втрати налаштувань: Деякі таймери можуть втрачати налаштування або програми при відключенні від електромережі або в разі відмови елементів живлення, таких як батареї. Це може призвести до неочікуваного відключення або зміни режимів роботи, що може бути незручним або викликати проблеми в роботі підключених пристроїв.

15. Вразливість до взлому: Деякі електронні таймери можуть бути вразливі до взлому або злому за допомогою хакерських атак або неправильного використання. Це може призвести до незаконного доступу до налаштувань, зміни програм або вмикання/вимикання таймерів без дозволу, що може порушити режим роботи підключених пристроїв або викликати інші негативні наслідки.

Це лише кілька загальних недоліків таймерів, які можуть бути присутніми у різних типів таймерів. Важливо врахувати, що кожен таймер має свої особливості і може мати свої власні недоліки залежно від виробника, моделі та функціональності.

Підп. и дата				
Инв.№ дубл.				
Взам. инв. №				
Підп. и дата				
Инв.№ підп.				
Изм.	№ докум.	Підп.	Дата	
				24



Однак механічні таймери мають серйозні обмеження в часовому діапазоні (зазвичай не більше кількох годин) та не дуже високу точність.

Електромеханічні реле часу є перехідними приладами між цифровими та механічними таймерами, оскільки поєднують надійність годинникового механізму з точністю електронного. Вони використовують недорогі електронні компоненти разом з механічною частиною, що робить їх доступними за ціною для використання в побуті. Налаштування електромеханічних реле часу більш зрозуміле, ніж налаштування в меню електронного таймера.

Електронний таймер має кілька переваг перед механічним. В першу чергу, це більша точність, оскільки електронна техніка може забезпечити високу точність вимірювання часу. Крім того, електронні таймери мають широкий діапазон налаштувань, включаючи різні режими роботи, програмування складних сценаріїв, налаштування сигналів та індикації. Вони також забезпечують зручний інтерфейс для користувача, можливість збереження налаштувань, довгий термін служби та високу надійність. Електронні таймери можуть мати різноманітні функції, такі як пам'ять, можливість встановлення декількох часових подій, різні типи сигналу та індикації, що робить їх більш універсальними та зручними у використанні. Взагалі, електронні таймери забезпечують більш широкі можливості та більший функціонал, порівняно з механічними таймерами, що робить їх популярними в різних галузях життя, включаючи побутове використання, наукові дослідження, промислові застосування та багато інших сфер. Реле часу має вбудований таймер, який може бути налаштований на певний часовий інтервал. Цей таймер може бути зворотнім або прямим, залежно від того, які операції відбуваються після закінчення часового інтервалу. Він може мати різні режими роботи, такі як одноразове включення або виключення, циклічне включення або виключення, відстрочене включення або виключення, та багато інших.

Підп. і дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв.№ підл.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата

### 1.3 Режими роботи таймерів

Найпоширеніші режими роботи таймерів:

1. Одноразове включення або виключення: В цьому режимі таймер виконує одну операцію - вмикає або вимикає електричний прилад на заданий часовий інтервал і потім автоматично вимикається.

2. Циклічне включення або виключення: В цьому режимі таймер включає та вимикає електричний прилад на заданий часовий інтервал, а потім повторює цю операцію циклічно за встановленим графіком, наприклад, включає на 5 хвилин, вимикає на 10 хвилин, потім знову включає на 5 хвилин і так далі.

3. Відстрочене включення або виключення: В цьому режимі таймер відкладає включення або виключення електричного приладу на певний часовий інтервал після введення команди. Наприклад, можна налаштувати таймер на включення після 1 години або виключення після 30 хвилин.

4. Повторюване включення або виключення: В цьому режимі таймер включає або вимикає електричний прилад на заданий часовий інтервал, а потім автоматично повторює цю операцію через заданий проміжок часу. Наприклад, можна налаштувати таймер на включення на 10 хвилин кожні 2 години.

5. Випадкове включення або виключення: В цьому режимі таймер включає або вимикає електричний прилад на випадковий часовий інтервал в заданому діапазоні. Це може бути корисно, наприклад, для симуляції присутності вдома під час відсутності власника.

Ці режими роботи таймерів можуть бути комбіновані і налаштовані залежно від потреб користувача та можливостей приладу, з яким вони використовуються. Додаткові функції можуть включати можливість налаштування різних днів тижня, налаштування точного часу включення або вимикання, налаштування довготривалого таймера, наявність дисплея для

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Інв. № підл.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата	
				26

відображення часу та налаштувань, а також можливість зберігання налаштувань після відключення живлення.

Основні переваги різних режимів роботи таймерів полягають у їхній гнучкості та можливостях автоматизації. Наприклад, циклічний режим може бути використаний для ефективного управління енергозберігаючими режимами, випадковий режим може бути корисним для захисту від взлому або забезпечення випадковості режиму роботи, а відстрочене включення або виключення може бути зручним для попереднього планування режимів роботи приладів.

Загалом, різні режими роботи таймерів надають користувачам більше можливостей для ефективного та зручного управління електричними приладами згідно їхніх потреб та вимог.

#### 1.4 Використання таймерів у різних умовах

1. автоматизація освітлення на автостоянках, у під'їздах та прибудинковій території житлових будинків;
2. автоматизація освітлення вітрин, рекламних щитів;
3. автоматизація освітлення та подачі повітря, води, поживних сумішей при вирощуванні рослин, у тераріумах та акваріумах;
4. управління сигналізацією таймінгу робочих процесів - на заводах, фермах та інших об'єктах, а також для управління опаленням та освітленням, включенням обладнання та верстатів строго в робочий час;
5. автоматизація дзвінків у школах;
6. з метою імітації ефекту присутності (широко застосовується в охоронних системах з метою запобігання крадіжкам та зламам);
7. в умовах денного\вечірнього тарифу обліку електроенергії - автоматичне відключення\включення приладів.

Підп. і дата					
Инв.№ дубл.					
Взам. инв. №					
Підп. і дата					
Инв.№ підп.					
Изм.	№ докум.	Підп.	Дата		
					27

## 1.5 Особливість таймера для апаратури з живленням від мережі

Основна особливість таймера для апаратури з живленням від мережі полягає в тому, що він живиться від стандартної електромережі (наприклад, 220 В змінного струму) і використовує внутрішні джерела живлення та електронні компоненти для точного вимірювання і відліку часу.

Типові характеристики таймера для апаратури з живленням від мережі можуть включати:

- Вхідний напруговий діапазон: Таймер може мати вхідний діапазон напруги, в якому він може працювати, наприклад 100-240 Вольт змінного струму (АС), що дозволяє використовувати його в різних країнах з різними стандартами електромережі.

- Максимальне навантаження: Це може бути максимальна потужність або струм, яку таймер може витримати, наприклад 10 А або 2000 Ватт. Це важливо враховувати при виборі таймера для певних електричних приладів з високою потужністю.

- Кількість програмованих подій: Таймер може мати можливість програмувати певну кількість подій або налаштувань, таких як включення та вимикання на певний час. Наприклад, таймер може мати 24-годинний цикл з 48 програмованими подіями на день.

- Точність: Це може бути точність відліку часу таймера, наприклад в секундах, хвилинах або годинах. Висока точність важлива для точного виконання налаштованих подій.

- Типи режимів роботи: Таймер може мати різні режими роботи, такі як циклічний, випадковий, відстрочене включення або виключення, розклад, з понеділка по п'ятницю, вихідні та інші, які дозволяють налаштувати таймер відповідно до потреб користувача.

- Додаткові функції: Таймер може мати ряд додаткових функцій, таких як резервний акумулятор для збереження налаштувань при відключенні живлення, захист від випадкової зміни налаштувань, відображення поточного

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Інв. № підп.	
Изм.	№ докум.
Підп.	Дата
28	

часу та налаштувань на дисплеї, можливість вимикання звуку або підсвітки дисплея, автоматичне переключення на літній/зимовий час, можливість віддаленого керування через додатки або інтерфейси зв'язку, можливість налаштувати рандомні включення/виключення для симуляції присутності вдома, а також інші функції, які забезпечують більший комфорт, ефективність та безпеку використання таймера в певних додаткових умовах апаратури з живленням від мережі.

### 1.6 Класи точності таймерів для апаратури

Таймери для апаратури можуть бути різних класів точності, що залежить від їхнього призначення та вимог до точності вимірювань. Основні класи точності таймерів включають:

1. Висока точність: Ці таймери зазвичай мають точність в мікросекундах або навіть наносекундах. Вони використовуються в дослідницьких лабораторіях, наукових дослідженнях, а також в вимогливих технічних застосуваннях, де вимагається висока точність вимірювань часу.

2. Середня точність: Ці таймери мають точність в мілісекундах або декілька мікросекунд. Вони використовуються в багатьох різних застосуваннях, таких як автоматизація, контроль процесів, вимірювання затримок, відлік часу в промисловості та техніці.

3. Загальна точність: Ці таймери мають точність в мілісекундах або більше. Вони використовуються в різноманітних застосуваннях, таких як домашні прилади, електроніка споживчого вжитку, інформаційні технології, аудіо-відео техніка та ін.

Важливо враховувати, що точність таймера може бути визначена рядом факторів, таких як якість кварцевого резонатора, електронна схемотехніка, стабільність живлення та інші вимоги до середовища експлуатації. Перед вибором таймера для певного застосування, важливо оцінити вимоги до точності і відповідні можливості таймера.

Підп. і дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв.№ підл.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата	

## 2 АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ

Таймери – пристрої, призначені на формування заданого оператором (керовані) чи виробником інтервалу часу. За своїм виконанням поділяються на механічні, електромеханічні та електронні. Серед останніх окрему групу складають інтегральні таймери – функціонально завершені інтегральні мікросхеми середнього та великого ступеня інтеграції. Інтегральні таймери за способом функціонування поділяються на аналогові та цифрові. Останні мають на кристалі тільки суто цифрові компоненти: логічні вентиля, тригери і базовані на їх основі складніші вузли таймера - лічильники, регістри, осередки пам'яті, шифратори і дешифратори.

Пропонований пристрій призначений для включення або вимикання через певний час різної апаратури, що живиться від мережі. Завдяки цьому виключені перешкоди, які можуть створювати пристрої на тиристорах. Крім того, навантаження може бути і малопотужною, оскільки, на відміну від тиристорів, польові транзистори зберігають відкритий стан при будь-якому малому струмі навантаження. Схема таймера показано на рис. 2.1 Мікросхема DD1 за основним призначенням - "годинна". Працюючи з кварцовим резонатором на 32 678 Гц, вона генерує секундні імпульси. Тут замість кварцового резонатора встановлена частотозадаюча ланцюг R4C2. Підбираючи елементи цього ланцюга, можна домогтися затримки між натисканням на кнопку SB1 і встановленням високого рівня на виведенні мікросхеми 5 до декількох годин. При вказаних на схемі номіналах резистора R4 та конденсатора C2 отримано витримку тривалістю близько 18,5 хв. На польових транзисторах VT2, VT3, включених послідовно зустрічно, зібраний електронний комутатор. Завдяки вбудованим захисним діодам кожен із цих транзисторів працює тільки при позитивній відносно початку полярності напруги на стоку, а разом вони забезпечують замикання і розмикання ланцюга змінного струму. Стабілітрони VD5 та VD6 – захисні. Вони обмежують на допустимому рівні напругу затвор-витік польових транзисторів. Залежно від

Підп. и дата					
Инв.№ дубл.					
Взам. инв. №					
Підп. и дата					
Инв.№ підп.					
Изм.	№ докум.	Підп.	Дата		
				30	

положення перемикача SA1 керуюча напруга на затвори транзисторів VT2 і VT3 надходить безпосередньо з виведення 5 мікросхеми, або через інвертор на транзисторі VT1. У першому випадку навантаження, залишаючись вимкненим протягом витримки таймера, після закінчення буде включена. У другому випадку – навпаки. Напруга живлення мікросхеми DD1 надходить від випрямляча на діоді VD1 (ще один елемент цього випрямляча - внутрішній захисний діод транзистора VT3) через параметричний стабілізатор напруги приблизно 9 В з резистора R1 і послідовно з'єднаних стабілітрона VD3 і світлодіодів HL1, HL2. Конденсатор C3 згладжує пульсацію. Світлодіоди служать також індикаторами режиму роботи: HL1 сигналізує, що таймер увімкнено в мережу, а HL2 - про те, що йде відлік витримки. Після її завершення світлодіод HL2 згасне, оскільки через діод VD4 він буде зашунтований транзистором VT1, що відкрився. Це призведе і до незначного зниження напруги живлення мікросхеми DD1, що не вплине, однак, на її роботу. До того ж завдяки діоду VD2, що відкрився, тактовий генератор мікросхеми буде зупинений. Таймер, що спрацював, може залишатися в цьому стані невизначений час. При новому натисканні на кнопку SB1 мікросхема DD1 повернеться у вихідний стан з низьким рівнем на виведенні 5 і розпочнеться новий відлік витримки. Усі деталі таймера розміщені на друкованій платі із одnobічно фольгованого склотекстоліту. Плату слід помістити в пластмасовий корпус відповідного розміру, в його стінках повинні бути зроблені отвори для світлодіодів, кнопки та розетки, в яку вставляють вилку навантаження. Транзистор KT315Б можна замінити будь-яким іншим тієї ж серії або серії KT3102, а польові транзистори IRFBC40 - IRF840. Світлодіоди бажано застосовувати підвищеної яскравості різного кольору свічення. Кнопка – будь-яка малогабаритна з добре ізольованим штовхачем. Якщо передбачити перемикач, що підключає як C2 конденсатори різних задалегідь підібраних номіналів, можна зробити таймер з декількома фіксованими значеннями витримки. Опір резистора R4 не повинен перевищувати 5...7 МОм.

Підп. и дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв.№ підп.	
Изм.	№ докум.
Підп.	Дата
31	

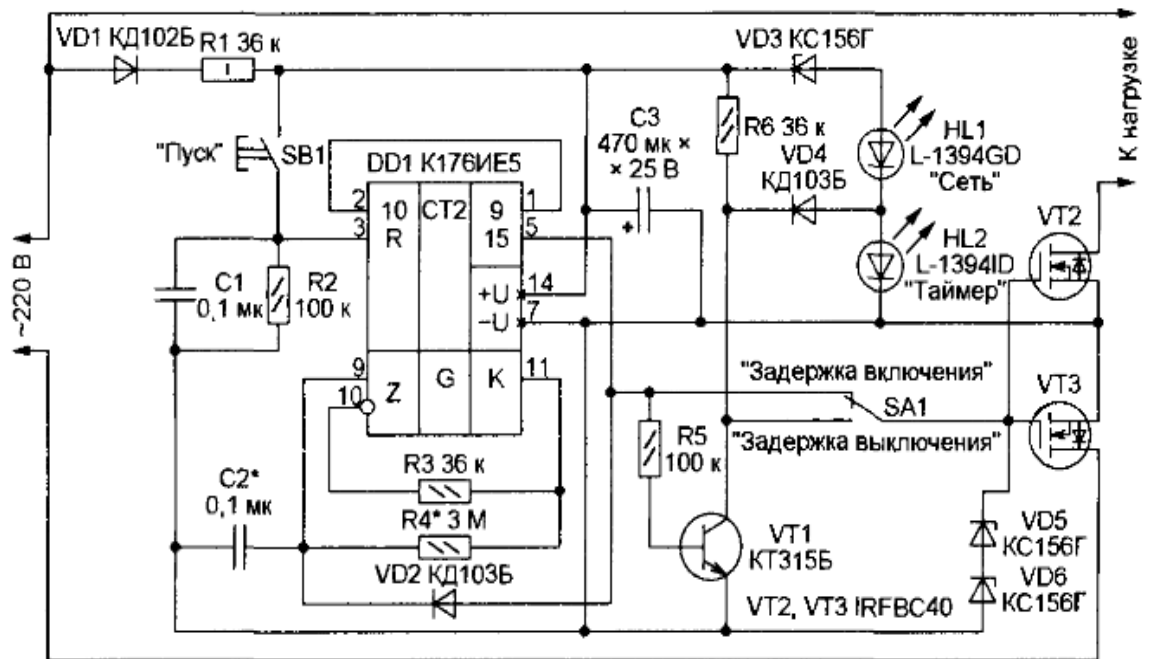


Рисунок 2.1 – Схема таймера

Инь.№ підл.	Підп. и дата	Взам. инв. №	Инь.№ дубл.	Підп. и дата
Изм.	№ докум.	Підп.	Дата	



### 3 ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ПО СТІЙКОСТІ ДО МЕХАНІЧНИХ І КЛІМАТИЧНИХ ВПЛИВІВ

Таймер електронний призначений для автоматичного увімкнення (вимкнення) апаратів виробничого призначення через заданий проміжок часу. Таймер може бути використаний на технологічних лініях як реле часу. Умови розміщення електронного пристрою визначають рівень впливу на нього механічних і кліматичних факторів. Тому на стадії конструювання необхідно визначити характер і рівень цих впливів. До таких дій відносять дію механічної вібрації та ударів, температурні впливи, дії підвищених і знижених вологості і тиску. Визначення вимог до механічних і кліматичних впливів здійснюється відповідно до ГОСТ 15150-69. Цей пристрій передбачається розміщуватися в країнах Європи.

Для країн Європи кліматичне виконання пристрою відноситься до категорії - УХЛ. В категорії «УХЛ» передбачається, що пристрій призначений для роботи в районах з помірним кліматом, де зміна температури від  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , зміна вологості до 80% при температурі  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Так як даний пристрій розміщується в закритих приміщеннях (об'ємах), де температура і вологість повітря істотно менше, ніж на відкритому повітрі, то для пристрою обрана категорія розміщення - 3, а саме - експлуатація в закритих приміщеннях з природною вентиляцією без штучно регульованих кліматичних умов, де коливання температури і вологості повітря і вплив піску та пилу істотно менше, ніж на відкритому повітрі. Для даної категорії розміщення робоча температура становить  $-45\text{...}+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , максимальні робочі температури -  $50\text{...}+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ , відносна вологість -75% при  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Підп. і дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв.№ підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата		
					33

## 4 ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ І ПОПЕРЕДНЯ КОМПОНОВКА КОНСТРУКЦІ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ

### Мікросхема K176IE5

Є 15-розрядним двійковим лічильником - генератором секундних імпульсів. ІС K176IE5 (рис. 4.1) була розроблена спеціально для роботи в схемах електронного годинника, але знаходить застосування і в інших пристроях.

14-pin plastic DIP  
(DIP-14P-M02)

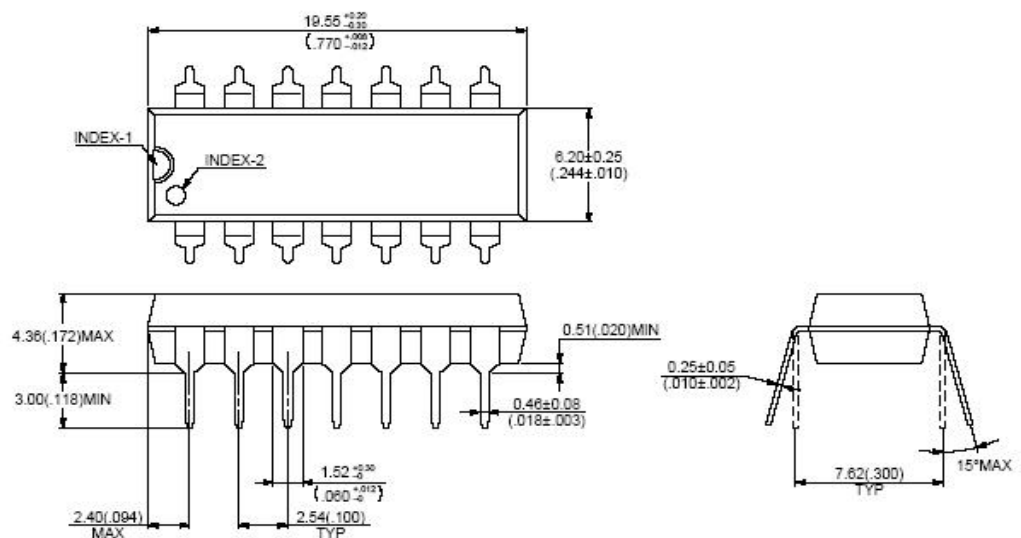


Рисунок 4.1 – 15-розрядний двійковий лічильник

Призначення виводів K176IE5:

- 1 Вихід 28 В; 8 -;
- 2 Вхід 28 В; 9 - вхід генератора;
- 3 Вхід скидання; 10 - вихід генератора;
- 4 Вихід 2,14 (2Гц); 11 - контроль за такт. імп.;
- 5 Вихід 2,15 (1Гц); 12 - контроль такт.імп.;
- 6 Вхід установки; 13 -;
- 7 Загальний; 14 Живлення +9V.

Основні параметри K176IE5:

Підп. і дата		Инь.№ дубл.		Взам. инв. №		Підп. і дата		Инь.№ підп.	
Изм.	№ докум.	Підп.	Дата						
									34

- напруга живлення 5..10V;
- вихідна напруга "0" <0,3V;
- вихідна напруга "1" >8,2V;
- вхідний струм "0/1" <0,5мкА;
- струм споживання (статичний,  $U_{\text{п\iт}} = 5\text{В}$ ) 5мкА;
- типовий час затримки 300 нС;
- діапазон температур 0..+70°C;
- зарубіжний аналог CD4033E.

### Резистор 0,125Вт

Резистори 0,125 (рис. 4.2) з метало діелектричним провідним шаром призначені для роботи в ланцюгах постійного, змінного і імпульсного струму як елементи навісного монтажу. Резистори відносяться до неізолюваним.

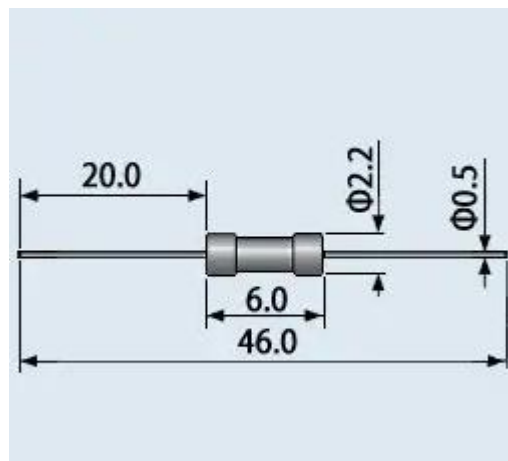


Рисунок 4.2 – резистор 0,125Вт

#### Характеристики резистора 0,125

- Гранична робоча напруга 200 В
- Максимальная рассеиваемая мощность 0,125 Вт
- Масса резистора 0,15 г
- Уровень собственных шумов 5 мкВ

Підп. і дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв.№ підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата

- Минимальная наработка 25000 ч
- Диапазон номинальных сопротивлений 8,2 Ом - 3 Мом
- Температура окружающей среды -60...+70 °С

### Резистор 1 Вт

Резисторы 1 Вт (рис. 4.3) з метало діелектричним провідним шаром призначені для роботи в ланцюгах постійного, змінного і імпульсного струму як елементи навісного монтажу. Резистори відносяться до неізолюваним.

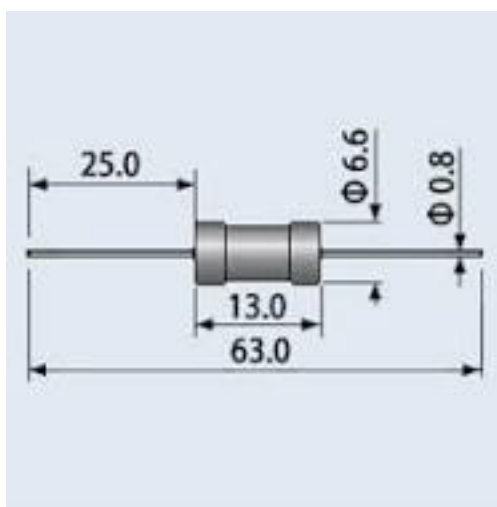


Рисунок 4.3 – Резистори 1 Вт

### Випрямний діод

КД102Б випрямний діод (рис.4.4) призначений для роботи у випрямлювальних схемах. Постійний зворотний струм при максимальній постійній зворотній напрузі та температурі - не більше 0,5 мкА. Максимальна постійна зворотна напруга – 300 В. Постійна пряма напруга при постійному прямому струмі та температурі – не більше 1 В.

Підп. і дата	
Инь.№ дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инь.№ підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата

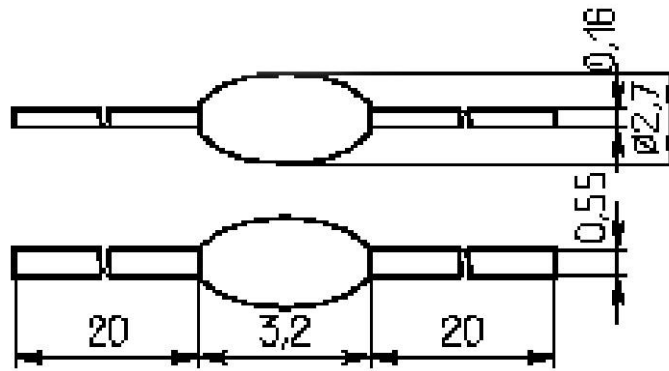


Рисунок 4.4 – КД102Б випрямний діод

Основні характеристики:

- постійний прямий струм – 50 мА;
- середній випрямлений струм діода КД102Б – 100 мА;
- максимальна робоча частота – 20 кГц;
- температура навколишнього середовища - від -60°C до +100 °C;
- габаритні розміри діода: довжина - 3,2 мм; діаметр - 2,7 мм;
- габаритні розміри виведення – 20x0,16x0,55 мм;
- маса – не більше 0,1 г;
- корпус пластмасовий – КД-30;
- висновки – гнучкі.

### Стабілітрон КС156Г

Стабілітрон малої потужності КС156 кремнієвий (рис. 4.5), дифузійно-сплавний, призначений для стабілізації напруги 5,6 В в діапазоні струмів стабілізації 1...22.4 мА. Випускаються стабілітрон у скляному корпусі з гнучкими різноспрямованими висновками. Для позначення типу та полярності використовується умовне маркування кольоровим кодом. Колір мітки на торці корпусу з боку виводу катодного.

Підп. і дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв. № підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата

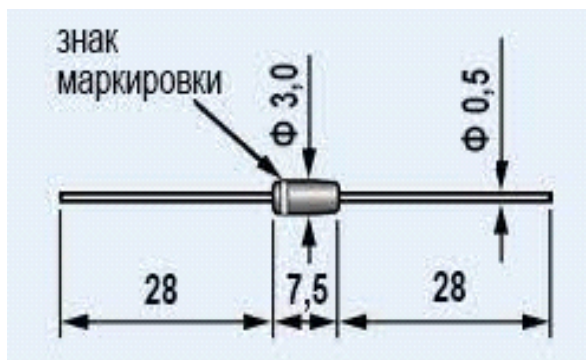


Рисунок 4.5 – Стабілітрон малої потужності КС156

Технічні характеристики:

- потужність розсіювання – 0,125 Вт;
- мінімальна напруга стабілізації – 5 В;
- номінальна напруга стабілізації – 5,6 В;
- максимальна напруга стабілізації – 6,2 В;
- статичний опір  $R_{ст}$  – 100 Ом;
- мінімальний струм стабілізації  $I_{ст.мін.}$ , 1 мА;
- максимальний струм стабілізації  $I_{ст.макс.}$ , 22 мА;
- робоча температура – мінус 60 ... 125°C;
- тимчасова нестабільність напруги стабілізації  $dU_{ст.}$ , 1.5 В;
- температурний коефіцієнт напруги стабілізації  $aU_{ст.}$ , 0.07 %/°C.

**Діод КД103Б**

Діоди КД103Б кремнієві (рис. 4.6), дифузійні, випрямляючі. Призначені для перетворення змінної напруги у вторинних джерелах живлення. Використовуються для роботи у радіоелектронній апаратурі загального призначення. Випускаються у пластмасовому корпусі з гнучкими різноспрямованими висновками.

Підп. і дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв. № підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата

### 2Д103А, КД103(А,Б)

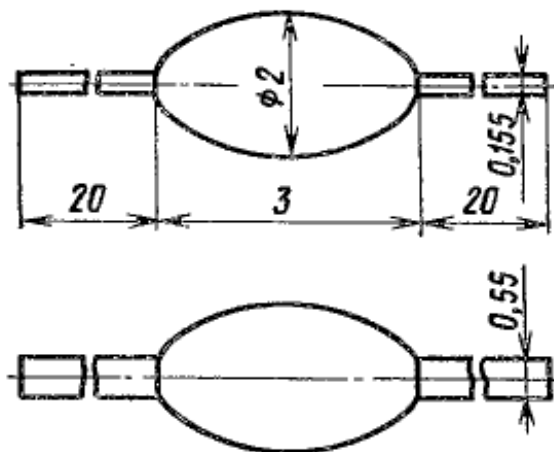


Рисунок 4.6 – Діод КД103Б

Технічні характеристики КД103Б:

- максимальна постійна зворотна напруга, 50 В;
- максимальна імпульсна зворотна напруга, 75 В;
- максимальний прямий (випрямлений за напівперіод) струм 0.1 А;
- максимально допустимий прямий імпульсний струм, 2 А;
- максимальна пряма напруга, 1,2 В; при  $I_{пр.}$ , 0.05 А;
- робоча температура, 60 ... 100°C;
- тип корпусу kd30.

### Транзистор КТ315Б

Відповідно до своїх технічних характеристик транзистор КТ315Б (рис.4.7) - є біполярним і має крем'яну n-p-n структуру, виготовлений за епітаксійно-планарною технологією.

Підп. і дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв. № підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата

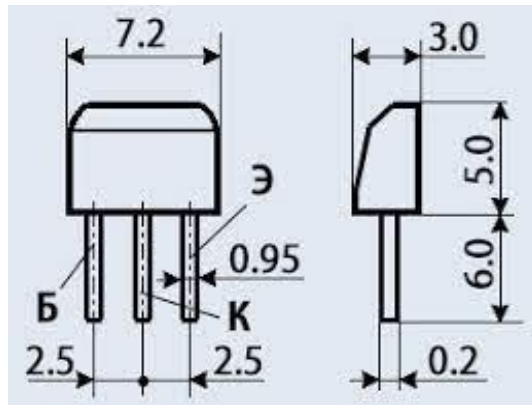


Рисунок 4.7 – Транзистор КТ315Б

Укбо(и), В	Укэо(и), В	Ікмах(и), мА	Ркмах(т), мВт	h21э	fгр., МГц
20	20	100	150	50-350	250

### Світлодіод АЛ307БМ

Спочатку світлодіоди (рис. 4.8) застосовувалися лише як індикатори на апаратурі та обладнанні. Яскравість індикаторних світловипромінюючих діодів була невелика, і їхнє свічення було добре помітне лише у темряві. Вироби відрізнялися вивідною конструкцією – з круглого корпусу виходили два виводи (анод та катод). З розвитком технологій та появою потреби в альтернативних джерелах світла з'явилися потужніші та яскравіші діоди. Результатом багаторічних розробок стали SMD-діоди та багатокристалічні COB-діоди. Вони використовуються в сучасних світильниках, люстрах і прожекторах, вигідно відрізняючись від ламп розжарювання та галогенових більшою світловіддачею та яскравістю, що досягає кількох тисяч люменів.

Підп. і дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв.№ підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата



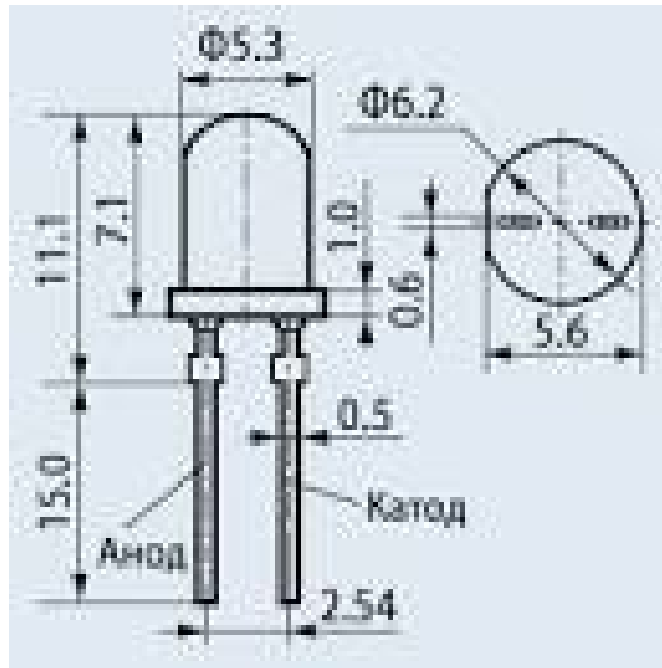


Рисунок 4.8 – Світлодіод

Випускаються у пластмасових корпусах з гнучкими висновками.

Маркування світлодіодів наводиться на груповій тарі.

Маса діода трохи більше 0,35 р.

Тип корпусу: КІ2-2.

Вид кліматичного виконання: «УХЛ».

Категорія якості: ВТК.

Технічні умови: аА0.336.076ТУ/04.

Гарантійний термін збереження – 12 років.

Імпортний аналог: HLMP1600.

Основні технічні параметри світлодіода АЛ307БМ:

- колір випромінювання (свічення): червоний;
- сила світла: щонайменше 0,9 кд/м<sup>2</sup>;
- постійна пряма напруга: не більше 2 В;
- максимум спектрального розподілу: 0,665 мкм;
- максимально допустимий постійний прямий струм: 20 мА;

Инь.№ підл.	Підп. и дата
Взам. инв. №	Инь.№ дубл.
Підп. и дата	Підп. и дата

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата
------	----------	-------	------

- максимальний імпульсний струм за заданої тривалості імпульсу: 100мА;
- максимально допустима зворотна постійна напруга: 2 В;
- максимально допустима імпульсна зворотна постійна напруга: 2 В.

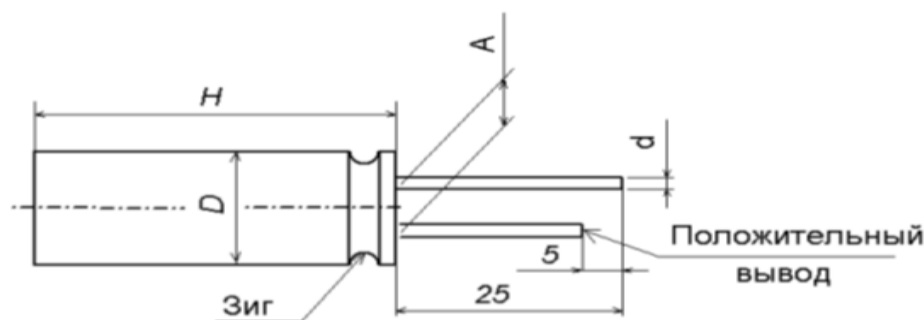
### Конденсатор К50-35

Конденсатори імпорتنі електролітичні алюмінієві радіальні (аналог К50-35) ізольовані полярні.

Виробляються у двох варіантах виконання:

- з односпрямованими дротяними висновками;
- з односпрямованими жорсткими лепестковими висновками.

Призначені для роботи в ланцюжках постійного, пульсуючого струмів і в імпульсному режимі. Випускаються в кліматичному виконанні «УХЛ» для застосування в продукції загального призначення. Для конденсатора К50-35 25В 470мкФ (рис.4.9).



$$A = 5 \text{ мм}, d = 0,8 \text{ мм}; D = 14 \text{ мм}; H = 19 \text{ мм}$$

Рисунку 4.9 - Конденсатор К50-35

Діапазон номінальних значень ємності - 470мкФ;

Номінальна напруга - 25В;

Діапазон робочих температур – (-55+105)°С;

Допустиме відхилення ємності від номіналу – (±20)%.

Підп. і дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв.№ підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата

## 5 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ

Розробка конструкції друкованої плати має такі основні стадії:

- вибір і обґрунтування типу друкованої плати;
- вибір і обґрунтування класу точності друкованої плати;
- вибір матеріалу, габаритних розмірів і конфігурації друкованої плати;
- попереднє розміщення навісних елементів;
- трасування провідників і розміщення елементів;
- розробка конструкторської документації друкованої плати.

Відповідно до ГОСТ 23751-86 [3] друковані плати за точністю виконання елементів діляться на п'ять класів точності.

В даному дипломному проекті обраний другий клас точності, так як плати другого класу точності більш надійні і мають меншу вартість, ніж класи вищих рівнів. Плати другого класу точності мають наступні конструктивні параметри:

- мінімальне значення ширини провідника  $t = 0,45$  мм;
- мінімальне значення відстані між провідниками  $S = 0,45$  мм;
- гарантований пасок  $b = 0,2$  мм;
- граничне відхилення діаметра отвору  $\Delta d = \pm 0,15$  мм;
- граничне відхилення ширини друкованого провідника  $\Delta t = \pm 0,1$  мм;
- допуск на розташування вісій отворів  $Td = 0,15$  мм;
- допуск на розташування центрів контактних площадок  $TD = 0,25$  мм.

В якості матеріалу для виготовлення друкованої плати використовується склотекстоліт, облицьований мідної оксидованою фольгою (СФ-2-35) [9]. Товщина фольги - 35 мкм. Товщина плати - 1,5 мм. Робочий діапазон температур: від мінус 60°C до 85°C. Габаритні розміри друкованої плати - 55×50 мм.

Діаметр отвору під вивід вибирають з умови отримання зазору між виводом і стінкою отвору, що забезпечує капілярне проникнення припою в процесі пайки, тобто  $d_{\text{отв}} = d_{\text{вив}} + (0,1 \dots 0,4)$  мм [10].

Підп. і дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв.№ підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата						

Діаметри виводів  $d_{\text{ВВВ}} - 0,5\text{мм}, 0,55\text{мм}, 0,6\text{мм}, 0,8\text{мм}, 0,9\text{мм}, 0,95\text{мм}.$

Діаметри отворів -  $d_{\text{ОТВ}} = d_{\text{ВВВ}} + (0,1 \dots 0,4)\text{мм}$

Приймаємо  $d_{\text{ОТВ1}} = 0,8 \text{ мм}$

Приймаємо  $d_{\text{ОТВ2}} = 1,1 \text{ мм}$

Мінімальний діаметр контактної площадки  $D$  навколо монтажного отвору з відомим діаметром  $d$  визначається за формулою (5.1).

$$D = (d + \Delta d_e) + 2b + \Delta t_e + 2\Delta d_T + \sqrt{T_d^2 + T_D^2 + \Delta t_n^2} \quad (5.1)$$

де  $d$  - діаметр отвору;

$\Delta d_e$  - верхнє граничне відхилення номінального значення діаметра отвору -  $0,1 \text{ мм}$  для отворів діаметром  $\leq 1\text{мм}$  та  $0,15 \text{ мм}$  для отворів діаметром більше  $1 \text{ мм}$ ;

$b$  - гарантійний пасок на зовнішньому шарі -  $0,2 \text{ мм}$

$\Delta t_e, \Delta t_n$  - верхнє і нижнє граничні відхилення ширини провідника -  $0,1 \text{ мм}$ ;

$\Delta d_T$  - підтравлювання діелектрика,  $\Delta d_T = 0,03 \text{ мм}$ ;

$T_d$  - допуск на розташування осей отворів для відповідного класу точності і розмірів плати -  $0,15 \text{ мм}$ ;

$T_D$  - допуск на розташування контактних площадок для відповідного класу точності і розмірів плати -  $0,25 \text{ мм}$ .

Мінімальний діаметр контактної площадки  $D$  навколо монтажного отвору з відомим діаметром  $0,8 \text{ мм}$  визначається за формулою

$$D_1 = (0,8 + 0,1) + 2 \times 0,2 + 0,1 + 2 \times 0,03 + \sqrt{0,15^2 + 0,25^2 + 0,1^2} = 1,8 \text{ мм}$$

Мінімальний діаметр контактної площадки  $D$  навколо монтажного отвору

Підп. і дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв. № підл.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата

з відомим діаметром 1,1 мм визначається за формулою




$$D_2 = (0,8 + 0,15) + 2 \times 0,2 + 0,1 + 2 \times 0,03 + \sqrt{0,15^2 + 0,25^2 + 0,1^2} = 2,2 \text{ мм}$$

Правила виконання креслень друкованої плати як деталі встановлені ГОСТ 2.417-91 [6]. Розміри на кресленні друкованої плати вказані за допомогою координатної сітки в прямокутній системі координат. Крок сітки 1,25 мм.

Координатна сітка нанесена на частину поверхні друкованої плати. За початок відліку прийнятий лівий нижній кут друкованої плати [11].

Діаметр отвору, його умовний знак, діаметр контактної площинки, наявність металізації, кількість отворів об'єднані в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 - Параметри монтажних отворів і контактних площадок.

Умовне позначення	Діаметр отворів, мм	Наявність металізації	Кількість отворів	Мінімальний діаметр контактної площинки, мм
	0,8	Є	52	1,8
	1,1	Є	13	2,2
	3,0	-	2	-

Підп. і дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв. № підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата

## 6 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ДРУКОВАНОГО УЗЛА

Основними складовими друкованого вузла є друкована плата та начіпні елементи. На складальному кресленні вузла електрорадіоеlementи допускається зображати спрощено зовнішніми обрисами. При нанесенні позиційних позначень на кресленні для складових частин, що є елементом принципової електричної схеми, наноситься позиційне позначення, присвоєної цьому елементу в схемі.

Установка начіпних елементів на друкованій платі відповідно до ДСТУ 2779-94 [5] здійснюється в отвори друкованої плати. Стандарт [5] при установці резисторів, конденсаторів, напівпровідникових приладів, інтегральних мікросхем і інших елементів на друкованих платах передбачає, що мінімальний розмір від корпусу елемента до центру кола вигину при формуванні виводів складає 1 мм.

При розміщенні елементів на друкованій платі слід дотримуватися таких правил:

- кожен вивід елемента слід встановлювати в окремий монтажний отвір;
- елементи, що встановлюються в монтажні отвори, переважно розташовуються з одного боку друкованої плати.

Складальне креслення пристрою представлено в графічній частині проекту.

Складальне креслення пристрою представлене на рисунку 6.3, а креслення друкованої плати – на рисунках 6.1, 6.2.

Підп. і дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв.№ підл.	

Изм.		№ докум.	Підп.	Дата																		
46																						

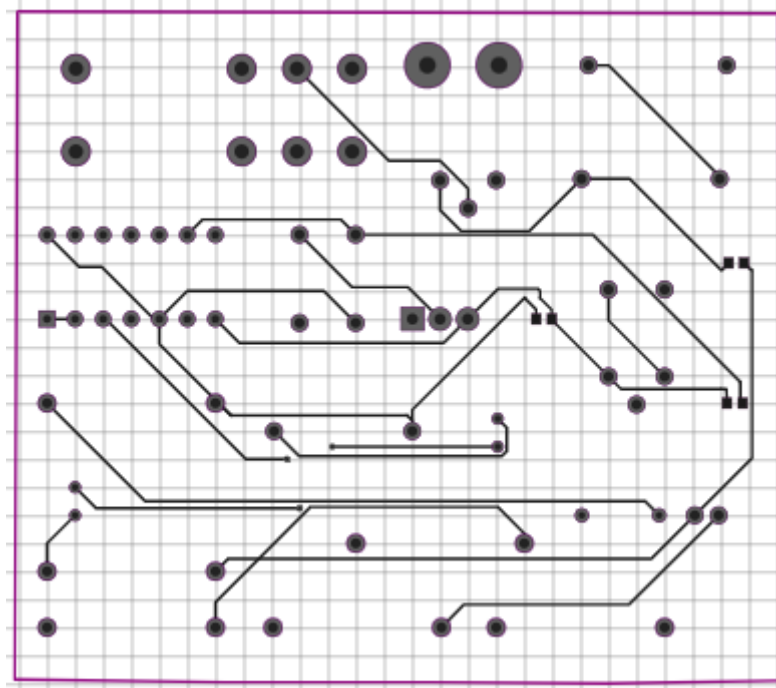


Рисунок 6.1 – Креслення друкованої плати таймеру (сторона 1)

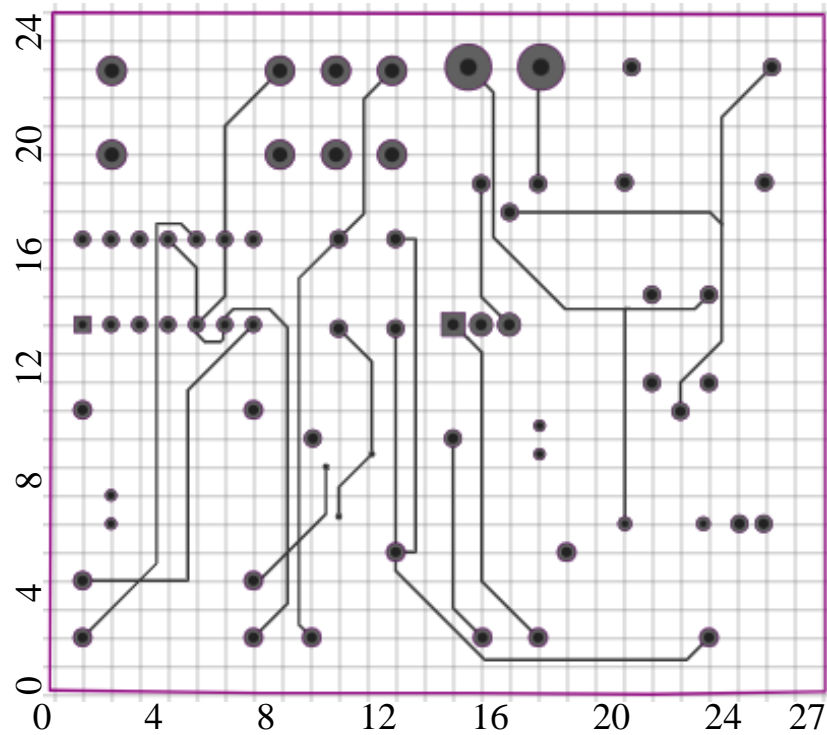


Рисунок 6.2 – Креслення друкованої плати таймеру (сторона 2)

Инь.№ підл.	Підп. и дата	Взам. инв. №	Инь.№ дубл.	Підп. и дата

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата

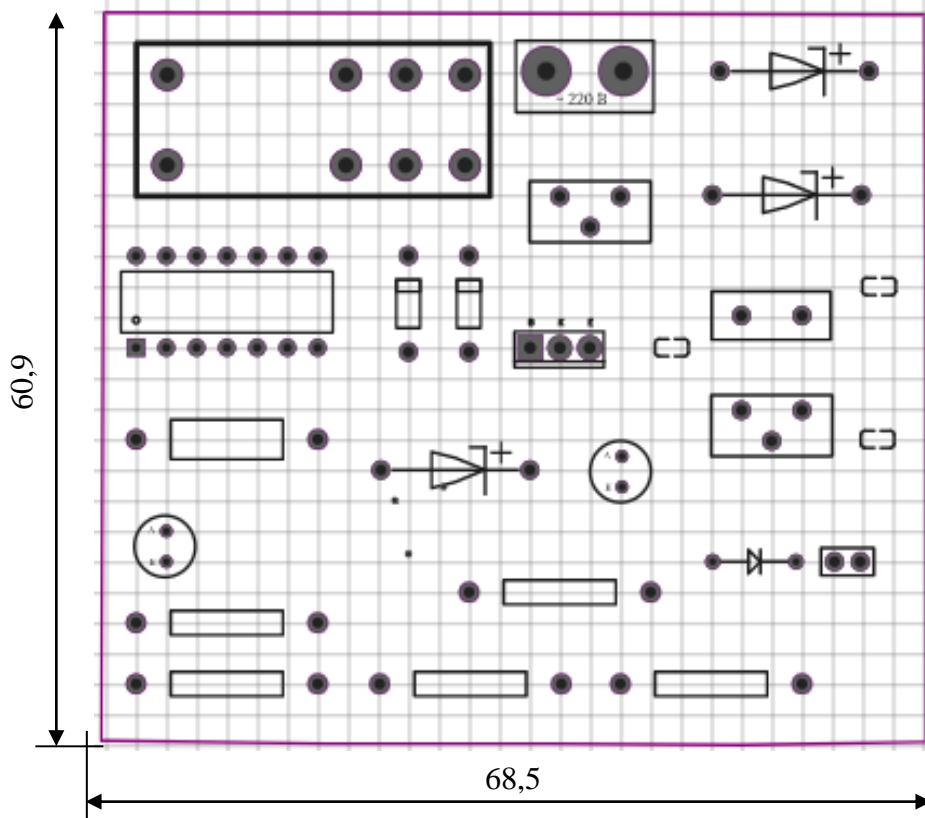


Рисунок 6.3 – Складальне креслення таймеру



Инь.№ підл.	Підп. и дата	Взам. инв. №	Инь.№ дубл.	Підп. и дата

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата



## 7 ВИБІР УМОВ ОХОЛОДЖЕННЯ І РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ

В процесі роботи електронного пристрою температура нагріву його елементів не повинна перевищувати допустимих технічними умовами значень. При конструюванні необхідні температурні умови досягаються застосуванням відповідних умов охолодження і раціональною компоновкою при конструюванні.

Попередній вибір системи охолодження проводиться за допомогою графіків, що характеризують область доцільного застосування різних способів охолодження.

Оцінка проводиться на підставі попередніх даних по величині теплового потоку, що приходить на одиницю площі теплообміну згідно з формулою (7.1):

$$p = \frac{P \times k_p}{S_{\Pi}}, \quad (7.1)$$

де  $P$  – сумарна розсіювальна потужність електронного пристрою;

$k_p$  – коефіцієнт, що враховує тиск повітря ( $k_p = 1$ );

$S_{\Pi}$  – поверхня теплообміну, що визначається геометричними розмірами корпусу електронного пристрою.

$$P = \sum p_i, \quad (7.2)$$

де  $p_i$  – потужність кожного елемента окремо.

$$P = 0,125 \times 5 + 1 \times 1 + 0,15 + 0,15 = 1,925 \text{ Вт.}$$

Корпус проектованого пристрою прямокутної форми з розмірами:

Підп. и дата					
Инв.№ дубл.					
Взам. инв. №					
Підп. и дата					
Инв.№ підп.					
Изм.	№ докум.	Підп.	Дата		
					49



$$p_K = \frac{P}{S_K} = \frac{1,925}{0,05} = 38,2 \text{ Вт/м}^2 \quad (7.6)$$

Питома потужність розсіювання нагрітої зони

$$p_3 = \frac{P}{S_{II}} = \frac{1,925}{0,045} = 42,7 \text{ Вт/м}^2 \quad (7.7)$$

Перегрів корпусу електронного пристрою, що працює в нормальних кліматичних умовах, щодо навколишнього середовища визначається залежністю (7.8):

$$\begin{aligned} \Theta_1 &= 0,1472p_K - 0,2962 \times 10^{-3} p_K^2 + 0,3127 \times 10^{-6} p_K^3 = \\ &= 0,1472 \times 38,2 - 0,2962 \times 10^{-3} \times 38,2^2 + 0,3127 \times 10^{-6} \times 38,2^3 = 5,2^\circ\text{C} \end{aligned} \quad (7.8)$$

Перегрів нагрітої зони визначається залежністю (7.9):

$$\begin{aligned} \Theta_2 &= 0,1390p_3 - 0,1223 \times 10^{-3} p_3^2 + 0,0698 \times 10^{-6} p_3^3 = \\ &= 0,1390 \times 42,7 - 0,1223 \times 10^{-3} \times 42,7^2 + 0,0698 \times 10^{-6} \times 42,7^3 = 5,7^\circ\text{C} \end{aligned} \quad (7.9)$$

Перегрів повітря в пристрої визначається за формулою (7.10):

$$\Theta_B = 0,6\Theta_3 = 0,6 \times 5,7 = 3,4^\circ\text{C} \quad (7.10)$$

Температурний режим окремих теплонавантажених елементів залежить від питомої потужності елемента і питомої потужності нагрітої зони.

Підп. і дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв.№ підп.	
Изм.	№ докум.
Підп.	Дата
51	

## Мікросхема К176ИЕ5

Потужність елемента  $P_{ел} = 0,02$  Вт

Площа поверхні елемента  $S_{ел} = 0,00012$  м<sup>2</sup>. Питома розсіювальна потужність за формулою (7.11):

$$p_{ел} = \frac{P_{ел}}{S_{ел}} = \frac{0,02}{0,00012} = 167 \text{ Вт} / \text{м}^2 \quad (7.11)$$

Перегрів поверхні елемента визначається залежністю (7.12):

$$\Theta_{ел} = \Theta_3 \times (0,75 + 0,25 \frac{p_{ел}}{p_3}) = 5,7 \times (0,75 + 0,25 \times \frac{167}{42,3}) = 9,9^\circ\text{C} \quad (7.12)$$

Перегрів навколишнього середовища елемента визначається залежністю (7.13):

$$\Theta_{сп} = \Theta_B \times (0,75 + 0,25 \frac{p_{ел}}{p_3}) = 3,4 \times (0,75 + 0,25 \times \frac{167}{42,3}) = 5,9^\circ\text{C} \quad (7.13)$$

Перегрів поверхні елемента визначається залежністю (7.14):

$$T_{ел} = \Theta_{ел} + T_C = 9,9 + 40 = 49,9^\circ\text{C} \quad (7.14)$$

Температура навколишнього середовища елемента визначається залежністю (7.15):

$$T_{сп} = \Theta_{сп} + T_C = 5,9 + 40 = 45,9^\circ\text{C} \quad (7.15)$$

Так як температура поверхні елемента менше максимальної робочої температури (70°C), то елемент не перегрівається і працює нормально.

Підп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата	
				52

## Постійні резистори 0,125Вт

Потужність елемента  $P_{ел} = 0,0625$  Вт

Площа поверхні елемента  $S_{ел} = 102,4 \text{ мм}^2 = 0,0001024 \text{ м}^2$ . Питома розсіювальна потужність за формулою (7.11):

$$p_{ел} = \frac{P_{ел}}{S_{ел}} = \frac{0,0625}{0,0001024} = 520 \text{ Вт/м}^2 \quad (7.11)$$

Перегрів поверхні елемента визначається залежністю (7.12):

$$\theta_{ел} = \theta_3 \times (0,75 + 0,25 \frac{p_{ел}}{p_3}) = 5,7 \times (0,75 + 0,25 \times \frac{520}{42,7}) = 21,6^\circ\text{C} \quad (7.12)$$

Перегрів навколишнього середовища елемента визначається залежністю (7.13):

$$\theta_{ср} = \theta_{II} \times (0,75 + 0,25 \frac{p_{ел}}{p_3}) = 5,2 \times (0,75 + 0,25 \times \frac{520}{42,7}) = 19,7^\circ\text{C} \quad (7.13)$$

Перегрів поверхні елемента визначається залежністю (7.14):

$$T_{ел} = \theta_{ел} + T_C = 21,6 + 45 = 66,6^\circ\text{C} \quad (7.14)$$

Температура навколишнього середовища елемента визначається залежністю (7.15):

$$T_{ср} = \theta_{ср} + T_C = 19,7 + 45 = 64,7^\circ\text{C} \quad (7.15)$$

Так як температура поверхні елемента менше максимальної робочої температури ( $155^\circ\text{C}$ ), то елемент не перегрівається і працює нормально.

Підп. и дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв.№ підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата	
				53

## Постійні резистори 1Вт

Потужність елемента  $P_{ел} = 0,5$  Вт

Площа поверхні елемента  $S_{ел} = 673,5\text{мм}^2 = 0,0006735$  м<sup>2</sup>.

Питома розсіювальна потужність за формулою (7.11):

$$p_{ел} = \frac{P_{ел}}{S_{ел}} = \frac{0,5}{0,0006735} = 740 \text{ Вт/м}^2 \quad (7.11)$$

Перегрів поверхні елемента визначається залежністю (7.12):

$$\Theta_{ел} = \Theta_3 \times (0,75 + 0,25 \frac{p_{ел}}{p_3}) = 5,7 \times (0,75 + 0,25 \times \frac{740}{42,7}) = 29^\circ\text{C} \quad (7.12)$$

Перегрів навколишнього середовища елемента визначається залежністю (7.13):

$$\Theta_{ел} = \Theta_3 \times (0,75 + 0,25 \frac{p_{ел}}{p_3}) = 3,4 \times (0,75 + 0,25 \times \frac{740}{42,7}) = 17,3^\circ\text{C} \quad (7.13)$$

Перегрів поверхні елемента визначається залежністю (7.14):

$$T_{ел} = \Theta_{ел} + T_C = 29 + 45 = 69^\circ\text{C} \quad (7.14)$$

Температура навколишнього середовища елемента визначається залежністю (7.15):

$$T_{cp} = \Theta_{cp} + T_C = 17,3 + 45 = 62,3^\circ\text{C} \quad (7.15)$$

Підп. і дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв. № підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата	
				54

Так як температура поверхні елемента менше максимальної робочої температури (155°C), то елемент не перегрівается і працює нормально.

### Біполярний транзистор КТ315Б

Потужність елемента  $P_{ел} = 0,15$  Вт

Площа поверхні елемента  $S_{ел} = 0,000216$  м<sup>2</sup>. Питома розсіювальна потужність за формулою (7.11):

$$p_{ел} = \frac{P_{ел}}{S_{ел}} = \frac{0,075}{0,000216} = 347,2 \text{ Вт/м}^2 \quad (7.11)$$

Перегрів поверхні елемента визначається залежністю (7.12):

$$\Theta_{ел} = \Theta_3 \times (0,75 + 0,25 \frac{p_{ел}}{p_3}) = 5,7 \times (0,75 + 0,25 \times \frac{347,2}{42,7}) = 15,9^\circ\text{C} \quad (7.12)$$

Перегрів навколишнього середовища елемента визначається залежністю (7.13):

$$\Theta_{сп} = \Theta_B \times (0,75 + 0,25 \frac{p_{ел}}{p_3}) = 3,4 \times (0,75 + 0,25 \times \frac{347,2}{42,7}) = 9,5^\circ\text{C} \quad (7.13)$$

Перегрів поверхні елемента визначається залежністю (7.14):

$$T_{ел} = \Theta_{ел} + T_C = 15,9 + 45 = 60,9^\circ\text{C} \quad (7.14)$$

Температура навколишнього середовища елемента визначається залежністю (7.15):

$$T_{сп} = \Theta_{сп} + T_C = 9,5 + 45 = 54,5^\circ\text{C} \quad (7.15)$$

Так як температура поверхні елемента менше максимальної робочої температури (125°C), то елемент не перегрівается і працює нормально.

Підп. і дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв. № підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата		
					55

## Польовий транзистор IRFBC40

Потужність елемента  $P_{ел} = 1,5 \text{ Вт}$

Площа поверхні елемента  $S_{ел} = 1401 \text{ мм}^2 = 0,0014 \text{ м}^2$ .

Питома розсіювальна потужність за формулою (7.11):

$$p_{ел} = \frac{P_{ел}}{S_{ел}} = \frac{0,75}{0,0014} = 535,7 \text{ Вт/м}^2 \quad (7.11)$$

Перегрів поверхні елемента визначається залежністю (7.12):

$$\Theta_{ел} = \Theta_3 \times (0,75 + 0,25 \frac{p_{ел}}{p_3}) = 5,7 \times (0,75 + 0,25 \times \frac{535,7}{42,7}) = 22,2^\circ\text{C} \quad (7.12)$$

Перегрів навколишнього середовища елемента визначається залежністю (7.13):

$$\Theta_{ср} = \Theta_6 \times (0,75 + 0,25 \frac{p_{ел}}{p_3}) = 3,4 \times (0,75 + 0,25 \times \frac{535,7}{42,7}) = 13,2^\circ\text{C} \quad (7.13)$$

Перегрів поверхні елемента визначається залежністю (7.14):

$$T_{ел} = \Theta_{ел} + T_C = 22,2 + 45 = 67,2^\circ\text{C} \quad (7.14)$$

Температура навколишнього середовища елемента визначається залежністю (7.15):

$$T_{ср} = \Theta_{ср} + T_C = 13,2 + 45 = 58,2^\circ\text{C} \quad (7.15)$$

Так як температура поверхні елемента менше максимальної робочої температури ( $125^\circ\text{C}$ ), то елемент не перегрівается і працює нормально.

Підп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата	
				56



## 8 РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ ПРИСТРОЮ

Визначення надійності пристрою здійснюється за методикою розрахунку за раптовими експлуатаційними відмовами по відомим показникам надійності елементів пристрою з урахуванням наступних припущень: відмови елементів статистично незалежні і відмова будь-якого елемента призводить до відмови всього пристрою.

Інтенсивність відмов пристрою визначиться за формулою (8.1).

$$\lambda_C = k_\lambda \sum_{i=1}^n \alpha_i \lambda_{0i} \quad (8.1)$$

де  $\lambda_{0i}$  - інтенсивність відмови  $i$ -го елемента;

$\alpha_i$  - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього середовища і електричне навантаження приладу;

$k_\lambda = k_{\lambda 1} \times k_{\lambda 2} \times k_{\lambda 3}$  - поправочний коефіцієнт, що враховує умови експлуатації пристрою;

$k_{\lambda 1}$  - вплив механічних чинників ( $k_{\lambda 1} = 1,07$ );

$k_{\lambda 2}$  - вплив кліматичних факторів ( $k_{\lambda 2} = 1$ );

$k_{\lambda 3}$  - умови роботи при зниженому атмосферному тиску ( $k_{\lambda 3} = 1$ ).

Конденсатори керамічні:

– інтенсивність відмов  $\lambda_0 = 0,1 \times 10^{-6}$  1/год;

– коефіцієнт навантаження  $k_H = 0,7$ ;

– поправочний коефіцієнт  $\alpha = 0,35$ ;

– кількість елементів – 2.

Конденсатор електролітичний:

– інтенсивність відмов  $\lambda_0 = 0,5 \times 10^{-6}$  1/год;

– коефіцієнт навантаження  $k_H = 0,7$ ;

Підп. і дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв. № підл.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата		

– поправочний коефіцієнт  $\alpha = 1,24$ ;

– кількість елементів – 1.

Світлодіоди:

– інтенсивність відмов  $\lambda_0 = 0,1 \times 10^{-6}$  1/год;

– кількість елементів – 2.

Мікросхема К176ИЕ5:

– інтенсивність відмов  $\lambda_0 = 1,0 \times 10^{-6}$  1/год;

– кількість елементів – 1.

Постійні резистори:

– інтенсивність відмов  $\lambda_0 = 0,1 \times 10^{-6}$  1/год;

– коефіцієнт навантаження  $k_H = 0,5$ ;

– поправочний коефіцієнт  $\alpha = 0,6$ ;

– кількість елементів – 6.

Напівпровідникові діоди:

– інтенсивність відмов  $\lambda_0 = 0,5 \times 10^{-6}$  1/год;

– коефіцієнт навантаження  $k_H = 0,5$ ;

– поправочний коефіцієнт  $\alpha = 0,6$ ;

– кількість елементів – 2.

Транзистори:

– інтенсивність відмов  $\lambda_0 = 0,3 \times 10^{-6}$  1/год;

– коефіцієнт навантаження  $k_H = 0,5$ ;

– поправочний коефіцієнт  $\alpha = 0,4$ ;

– кількість елементів – 3.

Комутаційні вироби:

– інтенсивність відмов  $\lambda_0 = 0,1 \times 10^{-6}$  1/год;

– кількість елементів – 4.

Друкована плата:

– інтенсивність відмов  $\lambda_0 = 0,1 \times 10^{-6}$  1/год;

– кількість елементів – 1.

Підп. і дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв.№ підп.	

Изм.	№ докум.	Підп.	Дата	
------	----------	-------	------	--

Паяні з'єднання:

- інтенсивність відмов  $\lambda_0 = 0,002 \times 10^{-6}$  1/год;
- кількість елементів – 65.

Інтенсивність відмови пристрою за формулою (8.1) становить:

$$\lambda_c = 1,07 \times 1 \times 1 \times (0,35 \times 0,1 \times 2 + 1,24 \times 0,5 \times 1 + 0,1 \times 2 + 1,0 \times 1 + 0,6 \times 0,1 \times 6 + 0,97 \times 0,5 \times 6 + 0,4 \times 0,5 \times 1 + 0,4 \times 0,3 \times 1 + 0,1 \times 4 + 0,002 \times 65) \times 10^{-6} = 6,43 \times 10^{-6} \text{ 1/год}$$

Середній наробіток на відмову всього пристрою розраховуємо за формулою (8.2):

$$T_c = \frac{1}{\lambda_c} = \frac{1}{6,43 \times 10^{-6}} = 155520 \text{ год} = 18 \text{ років}$$

Інв.№ підл.	Підп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Підп. и дата				
Изм.	№ докум.	Підп.	Дата					
								59

## ВИСНОВОК

В даному дипломному проекті зроблено проектний розрахунок параметрів і розробка конструкції друкованого вузла таймеру для апаратури з живленням від мережі. Проведена розробка друкованої плати і друкованого вузла, проведений тепловий розрахунок і розрахунок надійності друкованого вузла блоку.

Основні конструктивні параметри:

- розміри друкованої плати - 55×50×1,5 мм;
- середнє напрацювання на відмову - 155520 годин.

Загалом, використання таймера для апаратури з живленням від мережі є раціональним рішенням з погляду енергоефективності, економії ресурсів та зменшення негативного впливу на довкілля. Він може бути важливою частинкою сталого споживання електроенергії та сприяти більш екологічному способу використання техніки. Особливо важливо використання таймера для апаратури, яка має тенденцію залишатися увімкненою без користування, такої як телевізори, комп'ютери, зарядні пристрої, тощо. Це може значно скоротити зайве споживання енергії та допомогти знизити вплив на навколишнє середовище, зменшуючи викиди парникових газів, пов'язаних з виробництвом електроенергії.

Підсумовуючи, розроблений таймер для апаратури з живленням від мережі є важливим елементом для забезпечення захисту апаратури від можливих пошкоджень та оптимізації споживання електроенергії. Результати роботи в даному дипломному проекті можуть бути використані в подальших дослідженнях та розробках в галузі радіоелектроніки, що має важливе значення для подальшого розвитку технічного прогресу.

Інв.№ підл.	Підп. і дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Підп. і дата					60
					Изм.	№ докум.	Підп.	Дата	

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ГОСТ 15150-69. Машины, прилади та інші технічні вироби. Виконання для різних районів. Категорії, умови експлуатації, зберігання і транспортування в частині впливу кліматичних факторів зовнішнього середовища. Введ. 01.01.70.

2. Практичний посібник з навчального конструювання РЕА. / Под ред. К. Б. Круковського-Сіневича, Ю. Л. Мазора. - К. : «Вища школа», 1992. - 494с.

3. ГОСТ 23751-86. Плати друковані. Основні параметри конструкції. - Введ. 01.07.87.

4. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту з дисципліни «Основи конструювання і технології електронних пристроїв» / Упоряд. : Ю. Е. Паеранд - Алчевськ: ДГМІ, 2003. 38 - с.

5. ДСТУ 2779-94. Монтаж електричний радіоелектронної апаратури та приладів. Загальні технічні вимоги до формування висновків і до установки виробів електронної техніки на друковані плати. - Введ. 01.01.96.

6. ГОСТ 2.417-91. ЕСКД. Плати друковані. Правила виконання креслень. - Введ. 01.07.92.

7. Резистори: Довідник. / Под ред. І.І. Четверткова і В.М. Терехова - М.: Радіо та зв'язок, 1991. - 528 с.

8. Довідник по напівпровідникових діодів, транзисторів і інтегральних схем. / Под.ред. М.М. Горюнова. - М. : «Енергія», 1977. - 744 с.

9. ГОСТ 10316-78. Гетінакс і склотекстолит фольговані. Технічні умови. - Введ. 01.01.79.

10. ГОСТ 2.755-87. Позначення умовні в графічних схемах. Пристрої комутаційні і контактні з'єднання. - Введ. 01.01.88.

11. ГОСТ 2.701-84. Схеми. Види і типи. Загальні вимоги до виконання. - Введ. 01.07.85.

Підп. і дата								
Інв. № дубл.								
Взам. инв. №								
Підп. і дата								
Інв. № підл.								
	Изм.	№ докум.	Підп.	Дата				
								61

12. Я.І. Антоненко, Магістерська дисертація на здобуття освітнього ступеня «магістр», Національний технічний університет України КПІ імені Ігоря Сікорського.

13. В.В. Величко, Е.А. Субботин, В.П. Шувалов, А.Ф. Ярославцев  
Телекоммуникационные системы и сети. Современные технологии, Том 3  
Мультисервисные сети. М.: Горячая линия-Телеком. 2005. 592 с.

Инв.№ підл.	Підп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Підп. и дата	Ізм.	№ докум.	Підп.	Дата						