

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(назва факультету)

Приладів і контрольно-вимірювальних систем

(повна назва кафедри)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
до дипломного проекту (роботи)  
бакалавр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Розробка приладу керування світлодіодним світильником

Виконав: студент (ка) 4 курсу, групи РВс

спеціальності (напряму підготовки) 152

Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Гесюк В.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Дубиняк Т.С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)





## Зміст

### АНОТАЦІЯ

### ВСТУП

### 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

### 2 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів.

2.2 Обґрунтування вибору конструкції

2.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

2.4 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу

2.5 Якісна оцінка технологічності конструкції

2.6 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів

2.7 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

2.8 Розробка і оформлення маршрутної технології складання і монтажу виробу

### 3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

3.2 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

3.3 Оцінка теплових режимів роботи виробу

3.4 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності

3.5 Наукове дослідження і математичне моделювання

3.5.1 Розрахунок надійності проектованого пристрою

3.5.2 Побудова і дослідження S-моделі випрямляючого моста із емнісним згладжувальним фільтром

#### 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Соціальний захист потерпілих на виробництві

4.2 Вимоги техніки безпеки при регулюванні та обслуговуванні прилад керування світлодіодним світильником

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

## АНОТАЦІЯ

Темою кваліфікаційної роботи є розробка приладу керування світлодіодним світильником. Так у роботі розраховано його основні тех. параметри, так проведено якісну та кількісну оцінку технологічності й визначено умови експлуатації.

Також у спеціальній частині розкрито призначення, також область застосування та технічні вимоги до проєктованого радіопристрою. Також здійснено вибір елементної бази, так у роботі описано принцип роботи по електричній схемі, а також виконано її аналіз. Також виконано розрахунок електричних параметрів, також окремих каскадів й обґрунтування виробу. Описано конструкції, розраховано надійність пристрою. Також здійснено аналіз технологічності конструкції виробу, також розроблено маршрутно-операційної технології складання і також монтаж друкованого вузла.

Також у розділі охорона праці розкрито соціальний захист потерпілих на виробництві. Також вимоги техніки безпеки при регулюванні та обслуговуванні виробу, основні протипожежні заходи.

Пояснювальна записка даного дипломного проєкту становить 60 сторінок формату А4.

Графічна частина становить три листи формату А1 та два листи А2, а також плакат ТЕП.

В додатках подано специфікацію на складальне креслення друкованого вузла пристрою і перелік елементів до схеми електричної принципової, також техпроцеси.

В графічну частину входять такі креслення:

- схема електрична принципова;
- схема електрична структурна;
- робоче креслення плати друкованої;
- складальне креслення друкованого вузла;
- складальне креслення корпусу.

## ВСТУП

При енергетичному дефіциті проблема економії і ефективного використання енергії виходить на передній план. Один із способів її рішення - перехід від штучного освітлення лампами розжарювання на люмінесцентне, а сьогодні вже і на світлодіодне, що обіцяє вельми значну економію електроенергії. Уже випускаються сьогодні надяскравих і підвищеної потужності світлодіодів можна з успіхом створювати системи декоративного освітлення фасадів будівель, офісів, терас і інших подібних об'єктів. Пропонований прилад призначений саме для таких цілей. До нього можна підключити світильники, що містять в цілому кілька сотень світлодіодів.

Сьогодні виробляються і вже є у вільному продажу світлодіоди силою світла до 100 кд і потужністю до 10 Вт як кольорові, так і різних відтінків білого кольору. Кут випромінювання від 15 до 120 град, дозволяє застосовувати їх для місцевого і загального освітлення без додаткових лінз. Термін служби світлодіодів сягає 50 ... 100 тис. годин, що значно більше, ніж у інших джерел світла. ККД світлодіодів - до 40%, в той час як лампи розжарювання перетворюють у видиме світло всього 3% споживаної енергії. Все це дає світлодіодам явні переваги у все більшій кількості різноманітних застосувань. Незважаючи на порівняно високу поки вартість і необхідність в порівняно складному джерелі живлення світлодіодна система декоративного освітлення будівлі окупає себе менш ніж за 12 місяців.

# 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

## 1.1 Розробка технічного завдання

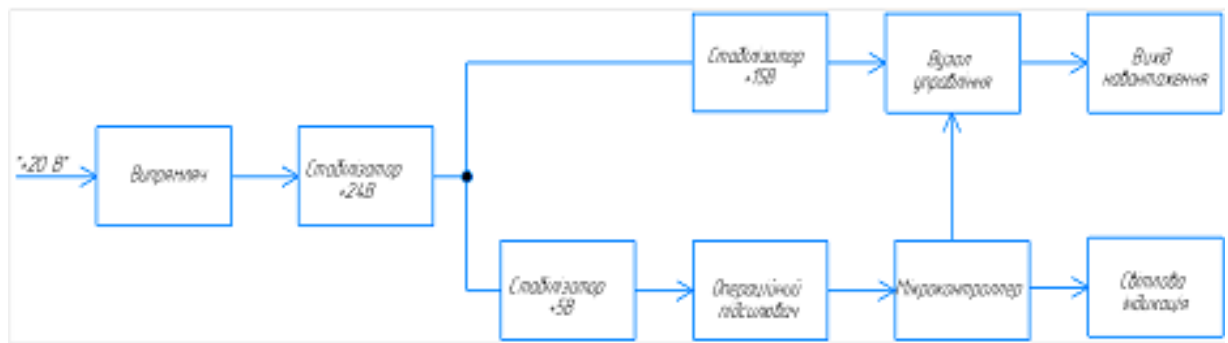
Технічні характеристики приладу:

Напруга живлення.....	20В;
Затримка перемикання .....	60 с;
Розрахований на струм до .....	1,5 А;
Габаритні розміри.....	128×43 ×125 мм;
Діапазон робочих температур.....	-20 до +50 <sup>0</sup> С;
Затримка включення.....	60с;
Наявність захисту від замикання;	
Наявність порогів спрацювання .....	"верхнього" і "нижнього";
Вага.....	600г

## 1.2 Вибір і опис структурної схеми приладу керування світлодіодним світильником

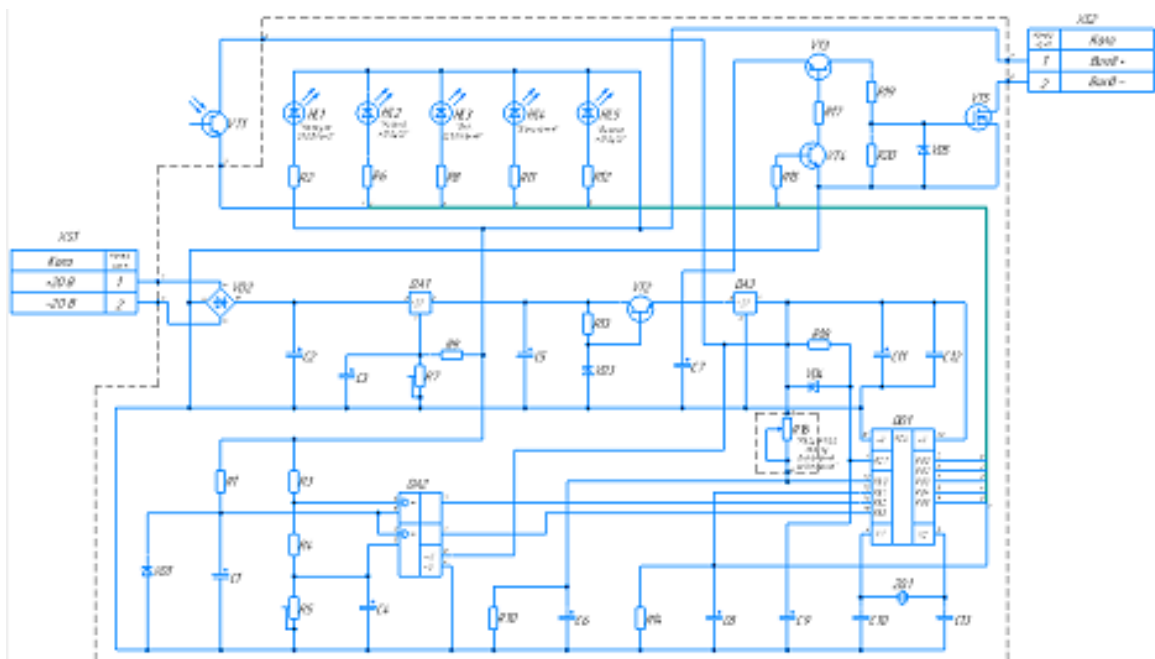
Структурна схема приладу керування світлодіодним світильником складається з таких блоків як: живлення +20В, випрямляча, стабілізатора +24В, стабілізатора +15В, стабілізатора +5В операційного підсилювача, вузла управління, мікроконтролера, світлової індикації та виходу навантаження.





**Рисунок 1.1- Схема електрична структурна**

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз  
Схема електрична принципова представлена на рисунку 1.2.



**Рисунок 1.2 - Схема електрична принципова**

З гнізда XS1 від надходить постійна напруга 20 В, яку випрямляє діодний міст VD2. Згладжена конденсатором C2 постійна напруга подається на інтегральний стабілізатор DA1, на виході якого підстроювальним резистором R7 необхідно встановити 24 В. Зелений світлодіод HL1 сигналізує про наявність 24В.

На стабілітроні VD3 і транзисторі VT2 зібраний стабілізатор напруги 15В для живлення вузла управління польовим транзистором VT5. Напруга 5 В, що живить здвоєний ОП DA2 і мікроконтролер DD1, отримано за допомогою інтегрального стабілізатора DA3.

Прилад управління вмикає і вимикає декоративні світлодіодні світильники в залежності від рівня природного освітлення об'єкту. Програмно введена затримка перемикачів на 60 с, щоб виключити вплив короточасних змін освітленості, викликаних фарами автомобілів, блискавками, хмарами та іншими подібними факторами. Поріг перемикачів можна встановити жорстко або передбачити його регулювання змінним резистором. Є захист від замикань в світильниках і від перевищення допустимого для них напруги, викликаного несправністю стабілізатора.

Всі функції управління і контролю реалізовані програмно за допомогою мікроконтролера DD1. Елементи C9R18VD4 формують сигнал установки мікроконтролера в початковий стан тривалістю, достатньою для закінчення перехідних процесів в ланцюгах харчування. Тактова частота мікроконтролера задана кварцовим резонатором ZQ1. Датчиком природної освітленості служить фототранзистор VT1. Резистори R10, R14, R16 разом з фототранзистором утворюють вимірювальний міст, до діагоналі якого підключені входи PBO і PB1 мікроконтролера. Поріг спрацьовування регулюють змінним резистором R16, який можна замінити підібраним постійним, якщо часта регулювання не потрібно. Про освітленості нижче порогової сигналізує зелений світлодіод HL2, що включається програмно.

Світлодіодні світильники підключаються з дотриманням полярності до роз'єму XS2, ними управляє польовий транзистор VT5 за сигналом, що формується мікроконтролером на виході PDO. Підсилювач на транзисторах VT3 і VT4 доводить цей сигнал до рівня, необхідного для подачі на затвор польового транзистора. Індикатор включення світильників - жовтий світлодіод HL3, керований сигналом з виходу PD3 мікроконтролера.

Два компаратора, зібраних на ОП мікросхеми DA2, стежать за напругою на виході стабілізатора DA1, що подається на світильники. Зразкова напруга надходить на компаратори з стабілітрона VD1. Пороги спрацьовування регулюють підстроєні резистором R5. Різниця порогів "верхнього" і "нижнього" компараторов залежить від номіналу резистора R4.

У разі несподіваного підвищення контрольованої напруги (наприклад, внаслідок виходу з ладу стабілізатора DA1) змінюються стан "нижнього" компаратора мікросхеми DA2 і рівень на вході PB3 мікроконтролера. Зниження напруги, викликане, наприклад, замиканням в одному із світильників або пошкодженням ізоляції сполучних проводів, призводить до спрацьовування "верхнього" компаратора і зміни рівня на вході PB2 мікроконтролера. В обох випадках програма встановлює низький рівень на виході PDO, що закриває транзистор VT5 і вимикає світильники, а також високий рівень на одному з виходів PD4 і PD5, якщо включаються червоний світлодіод відповідно HL4 ("Замикання") або HL5 ("Висока напруга").

## 2 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Опис компонування виробу

Компонування РЕА – це також частина процесу конструювання. Під час якого також визначається форма, також габаратні розміри всього апарату. Також взаємне розміщення окремих вузлів. Від якості компонування в значній мірі залежать технічні, технологічні і експлуатаційні характеристики виробу. А також його надійність, зовнішній вигляд.

У процесі компонування необхідно дотримуватись таких вимог:

1) Між окремими вузлами, приладами і блоками повинні бути відсутні помітні паразитні, електричні взаємозв'язки, що впливають на технічні характеристики виробу.

2) Теплові і механічні впливи елементів конструкції не повинні значно погіршувати їх технічні характеристики.

3) Взаємне розміщення елементів конструкції повинно забезпечити технологічність складання і монтажу з врахуванням використання автоматів і напіваавтоматів. Легкий доступ до деталей для контролю, ремонту і обслуговування.

4) Розміщення і конструкція органів управління та лічильних пристроїв повинні забезпечити максимальну зручність для оператора.

5) Вибір повинен задовольняти вимогам технічної естетики.

6) Габарити і маса виробу повинні бути мінімальні.

Етапи управління пристроєм з інтегральною мікросхемою світлодіодної лампи залежать від необхідної щільності розміщення, діапазону температур компонентів на платі, способу розробки топології плати (ручний, машинний), типу ситуації та складність схеми. Рекомендований крок установки ІМС – 2,5 мм.

Також друкованих виробів ми виконуємо наступні вимоги до компонування: забезпечуємо оптимальну щільність розміщення компонентів. Також ми виключаємо явні паразитні електричні з'єднання, такі які негативно впливають на технічні характеристики виробу.

Електронні радіодеталі пристрою мають штирьові клеми., тому ми монтуємо їх в отвори на друкованій платі. А також загинаємо клеми під кутом  $30^{\circ} \pm 2^{\circ}$ , ось вирізаємо всередині контактні площадки та запаюємо їх. Використовують метод пайки «хвилею припою» .

Мікросхеми з клемами розташовані з одного боку друкованої плати. Також оскільки контактні клеми встановлені в наскрізних отворах. А також кінці клем виступають до задньої частини плати.

Корпус пристрою IMS надійно закріплений на друкованій платі за допомогою паяних клем. Також витримує практично будь-які механічні дії.

При розміщенні електронних радіокомпонентів пристрою на друкованій платі необхідно враховувати наступні фактори:

- 1) Добитися мінімальної довжини доріжок (друкованих провідників).
- 2) Розміщувати елементи так, щоб максимально зменшити негативний вплив елементів один на другий: не розміщувати елементи, які виділяють велику кількість тепла поряд з ІМС або напівпровідниковими елементами; джерела електромагнітного випромінювання не розміщувати поряд з ІМС.
- 3) Розміщуючи елементи на платі повинна бути передбачена нормальна конвекція повітря, особливо в зоні розміщення елементів, які нагріваються.
- 4) Повинен бути забезпечений легкий доступ до елементів, які регулюються.
- 5) Не розміщувати елементи з великою масою по центру плати.
- 6) Передбачити додаткове механічне кріплення для крупно-габаритних елементів (приклеювання, припаювання, механічно (за допомогою скоби, різьбовим з'єднанням).
- 7) Мікросхеми на друкованій платі розміщувати довшою стороною вздовж повітряних потоків.
- 8) Забезпечити вільний доступ для кріплення друкованого вузла.

## 2.2 Обґрунтування вибору конструкції

Корпус даного пристрою керування світлодіодним світильником виготовлений із пластмаси. Верхня та нижня кришки мають корито подібну форму. До верхньої кришки кріпляться резистор та роз'єми за допомогою гайок та шайб, на верхній кришці також місця для світлодіодів. До нижньої кришки кріпиться роз'єм для підключення навантаження та фототранзистор через втулку.

У нашому випадку корпус пристрою використовується для захисту внутрішніх компонентів. Прилад захищений від попадання пилу, сонячного проміння і вологи. А також служить для захисту від ураження електричним струмом користувача, коли той буде проводити певні маніпуляції із

пристроєм. Взагалі корпус являється досить важливою складовою пристрою, оскільки в середині нього кріпляться всі вузли і елементи.

Для друкованого вузла ми виконуємо наступні вимоги компоновання. необхідно забезпечити оптимальну щільність розташування компонентів. також ми виключимо помітні паразитні електричні взаємозв'язки. Які впливають на технічні характеристики виробу. Взаєморозміщення елементів виробу забезпечує технологічність складання, а також регулювання конструкції.

Вимоги до габаритних розмірів плат визначимо технологією їх виготовлення. Розміри плати виконаємо економічно доцільними (істотне обмеження на типорозміри з метою стандартизації інструментів і пристосувань). Відхилення від прямокутної форми і створення пазів у зовнішньому контурі призводить до підвищених виробничих витрат і неповного використання вихідних матеріалів. Розміри плати повинні відповідати ГОСТ 10317-72, в якому рекомендовано типи плат із співвідношенням сторін від 1 до 1 до 2 до 1. Максимальна ширина не повинна перевищувати 500мм. Рекомендована товщина в мм: 0,8; 1; 1,5; 2; 2,5; 3.

Якщо електронні радіодеталі мають штирьові виводи, то вони монтуються в отвори друкованої плати, виводи загнуті на  $60^\circ$  і зрізані в межах контактних майданчиків і запаяні методом пайки «хвилею». У той же час ми забезпечимо більшу щільність монтажу, оскільки розмістимо більше компонентів на одній платі.

При розміщенні електронних радіокомпонентів на друкованій платі необхідно враховувати наступні фактори:

- 1) Має бути передбачена можливість конвекції повітря в зоні розташування елементів, що виділяють велику кількість теплоти;

2) Напівпровідникові прилади та мікросхеми не слід розташовувати близько до елементів, що виділяють велику кількість теплоти, а також до джерел сильних магнітних полів (постійним магнітів, трансформаторів та ін);

3) Повинна бути передбачена можливість легкого доступу до елементів, які підбирають при регулюванні схеми.

Етапи монтажу інтегральної мікросхеми залежать від необхідної щільності розміщення. Також від температурного діапазону компонентів на платі, від способу розробки топології плати (ручний, машинний). Від типу корпусу і складності схеми. Рекомендований крок установки ІМС – 2,5 мм.

Відстань між корпусами має бути не менше 1,5 мм. Мікросхеми з клемами розташовані з одного боку друкованої плати. Оскільки кріплення контактних клем здійснюється в наскрізних отворах, а їх кінці клем виступають на задню частину плати. Корпус мікросхеми надійно кріпиться до плати за допомогою паяних клем і він може витримувати практично будь-які механічні дії.

Корпуси REA призначені для механічного захисту частин продукту, кріплення продукту до предметів під час транспортування та переміщення, а також покращення зовнішнього вигляду продукту.

Даний корпус РЕА задовольняє такі вимоги:

- 1) Однозначно визначає взаємне розміщення частин виробу.
- 2) Корпус РЕА забезпечує заданий тепловий режим роботи його вузлів та частин виробу.
- 3) Конструкція корпусу забезпечує мінімальні паразитні зв'язки та впливи частин виробу між собою.
- 4) Даний корпус має міцну конструкцію, що забезпечує механічний захист, як в процесі експлуатації так і при транспортуванні.
- 5) Конструкція корпусу забезпечує мінімальну масу і габарити.
- 6) Корпус просто і бажано без пайок забезпечує підключення зовнішніх пристроїв.
- 7) Конструкція корпусу забезпечує захист від вологи, брисків води, туманів.
- 8) Корпус повинен забезпечити під'єднання внутрішніх вузлів один до другого без використання пайок.
- 9) Корпус повинен мати спеціальне місце для вкладання джгутів, шлейфів, а також їх механічне кріплення.
- 10) Забезпечує легкий доступ до блоків при його ремонті і регулюванні.

### 2.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Під час вибору елементної бази для проектованого виробу основними критеріями слід вважати, наступні вимоги для дипломного проектування це:

- відповідність номіналів елементів вказаних в схемі електричній принциповій;
- наявність даних елементів на виробництві;
- технічні вимоги поставлені до конструкції;
- економічна вигода;
- універсальність радіоелементів;
- стабільність параметрів;
- мінімальна кількість розмірів корпусів.



## 2.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Під час вибору елементної бази для проєктованого виробу основними критеріями слід вважати, наступні вимоги для дипломного проєктування це:

- відповідність номіналів елементів вказаних в схемі електричній принциповій;
- наявність даних елементів на виробництві;
- технічні вимоги поставлені до конструкції;
- економічна вигода;
- універсальність радіоелементів;
- стабільність параметрів;
- мінімальна кількість розмірів корпусів.

В проєктованому виробі була використана сучасна елементна база.

При виборі елементів враховувалося співвідношення між ціною радіоелемента та його технічними характеристиками, а також забезпечення необхідних електричних параметрів та надійності в діапазоні температур, вологості та механічних впливів.

Виходячи із цих умов, вибираємо наступні електрорадіоелементи:

В якості електролітичного конденсатора використовуємо конденсатор типу ЕСАР-С1-С9, С11– оксидно електролітичні алюмінієві, вони мають досить великі відхилення ємності, але це достатньо для забезпечення хороших параметрів для нашого виробу. Володіють наступними перевагами:

- високий максимально допустимий струм пульсації;
- висока надійність. Призначений для роботи в ланках постійного та пульсуючого струмів, та в імпульсних режимах (див. рис. 2.1.)

Він є дуже дешевий та поширений. Використовуючи конденсатора такого типу дає нам можливість автоматизувати процес виготовлення виробу.

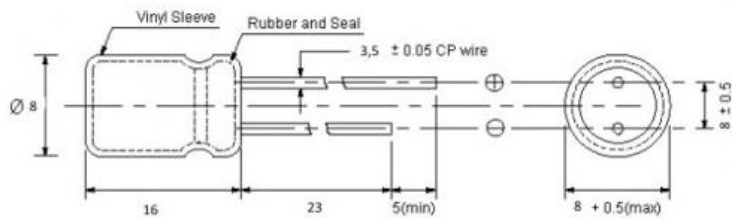


Рисунок 2.1 - Габаритні розміри конденсатора типу ЕСАР

Основні параметри конденсаторів типу ЕСАР:

- Номинальна напруга .....16,25 В.
- Номинальна ємність .....4,7...2200 мкФ;
- Допуск ємності..... ± 20%;
- Термін служби .....2000 г;
- Розмір .....13 x 13 x 20 мм;
- Робоча температура .....-55 ... 105 ° С;
- Тип .....В41828;
- Тангенс кута втрат,% .....0,14.

Даний конденсатор обирався із врахуванням вимог до схеми, а також враховувалися цінові характеристики та якість виконання.

b37979-"Ercos"-C10, C12, C13- керамічний конденсатор,це елемент у якому як діелектрик використано керамічний матеріал. Керамічні конденсатори є природним елементом практично будь-якої електронної схеми. Вони мають здатність працювати з сигналами мінливої полярності, хороші частотні характеристики, малі втрати, незначні струми витоку, невеликі габаритні розміри й низьку вартість. Там же, де ці вимоги перетинаються, вони практично незамінні. Але проблеми, пов'язані з технологією їх виробництва, відводили цьому типу конденсаторів нішу пристроїв малої ємності. Керамічний конденсатор на 10 мкФ ще недавно сприймався як дивовижна екзотика, і коштувало таке диво, як жменя алюмінієвих електролітичних тій же ємності і напруги, чи як кілька аналогічних танталових. Однак розвиток технологій дав змогу відразу

декільком фірмам заявити про досягненні їхніми керамічними конденсаторами ємності в 100 мкФ і анонсувати початок виробництва ще більших значень. А безперервне падіння цін на всі вироби цієї групи змушує уважніше придивитися до вчорашньої екзотики, щоб не відстати від технічного прогресу і зберегти конкурентоспроможність

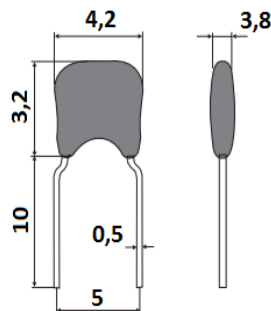
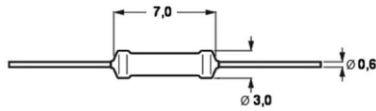


Рисунок 2.2 - Габаритні розміри конденсатора b37979

Основні параметри:

- робоча напруга .....50В;
- відхилення ємності від номінального значення ...  $\pm 10\%$ ;
- інтервал робочих температур .  $-40^{\circ}\text{C} \dots +100^{\circ}\text{C}$ ;
- температурний коефіцієнт ємності ..... $+3,3\%$ ;
- відносна вологість .....до 98%;
- діапазон тиску .....6,6-2942ГПа;
- діапазони ємностей.....5нФ – 0,1мкФ;
- група ТКЄ:.....Н20.

Оптимальним варіантом вибору є постійні резистори типу R1-R4, R6,R8-R15, R17-R20-MFP-"Yageo", які зображенні на рисунку 2.3. Вони мають високу стабільність параметрів, малу залежність опору від температури, частоти, напруги, малі габарити і високу надійність. Призначені для роботи в електричних колах постійного, змінного та імпульсного струмів, ці резистори найбільш часто використовуються, також даний тип резисторів є не дорогими, що значно зменшує вартість виробу.



Рисинок 2.3 - Габаритні розміри резисторів MFP-"Yageo"

Основні параметри:

- номінальна потужність, Вт.....0,125;
- діапазон номінальних опорів, Ом..... $1 \dots 10 \cdot 10^6$ ;
- допустиме відхилення опору, %..... $\pm 10$ ;
- максимальна робоча напруга, В.....200;
- діапазон робочих температур, °C..... -60.....+70;

Також для світлової індикації використовуються світлодіоди типу FYL-3014GD-HL1, HL2-FYL-3014UD-HL3, FYL-3014HD-HL4, HL5. Основне призначення світлодіодів у даному приладі – візуальне відображення інформації, індикація. Я обрав саме ці світлодіоди тому, що вони недорогі, мають хорошу яскравість свічення, хороші параметри і добре підходять до даного виробу.

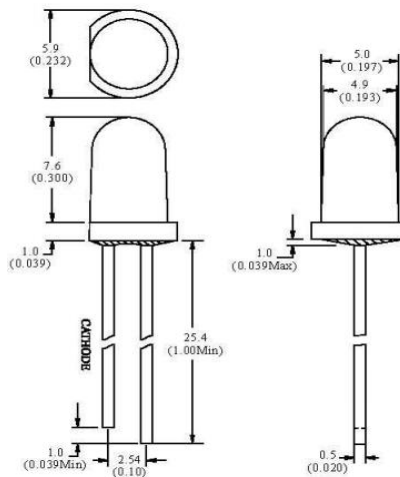


Рисунок 2.4 - Габаритні розміри світлодіода FYL-3014 HD

Технічні параметри:

- Розміри (лінза) (д \* в), мм: .....3 \* 4,5;
- Тип: .....3014 HD;
- Кількість висновків: .....2;
- Колір випромінювання:..... червоний;

Довжина хвилі: .....700nm;  
 Яскравість світіння:..... 3 мкд;  
 Вид лінзи: .....червоний матовий;  
 Робоча напруга: .....2,25-2,6V;  
 Робочий струм: .....15mA;  
 Кут світіння °: .....60 °;  
 Робоча температура:..... -40 ° до 60 ° С.

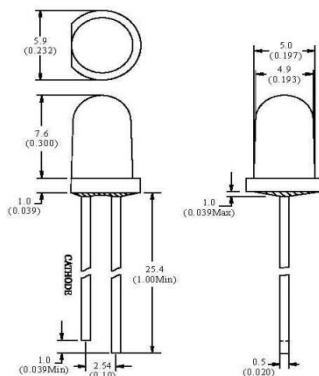


Рисунок 2.5 - Габаритні розміри світлодіода FYL-3014GD

Характеристики світлодіода FYL-3014GD:

Основна довжина хвилі .....570nm;  
 Матеріал кристала .....GaP;  
 Колір колби.....зелений;  
 Номінальний прямий струм .....10mA;  
 Максимальний прямий струм .....20mA;  
 Максимальний імпульсний прямий струм .....50mA;  
 Максимальна потужність .....50mW;  
 Кут огляду (половинний) .....60 °;  
 Максимальна зворотна напруга .....5V;  
 Типова яскравість світіння .....15-30mCd;  
 Пряма напруга .....2,1V;

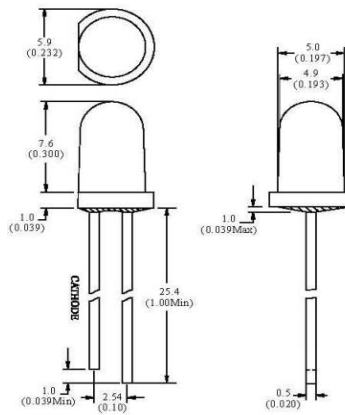


Рисунок 2.6 - Габаритні розміри світлодіода FYL-3014YD

Технічні параметри:

Тип.....світлодіод вивідний;

Діаметр.....3 мм;

колір світіння.....жовтий;

кут.....55 °;

Довжина хвилі.....585 нм;

Напруга живлення (номінальна).....2 В;

Напруга живлення.....1,6 ... 2,4 В;

Номінальний струм.....20 мА;

Сила світла.....35 мкд;

Тип лінзи.....дифузна.

16к1 "SongHuei"-R16-резистор регульований, одно оборотний з круговим переміщенням рухомої системи. Призначений для роботи в електричних колах постійного, змінного та імпульсного струму, одинарний, для навісного монтажу.

В схемі використовується для регулювання зміни вихідної напруги.

Вибраний у зв'язку з хорошими параметрами, дешевизною, якістю і легкістю покупки.

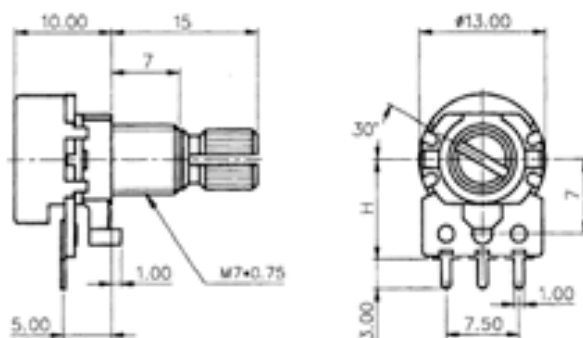


Рисунок 2.7 – Габаритні розміри змінного резистора 16к1

Технічні параметри:

- Тип провідника: .....вуглець;
- Номін.опір: .....68;
- Одиниця виміру:..... кОм;
- Точність: .....% 20;
- Номін.потужність: .....Вт 0.25;
- Макс.робоча напруга: В .....150;
- Робоча температура: С .....-45 ... 65;
- Кількість оборотів менше: .....1;
- Кут повороту движка: .....270;
- Спосіб монтажу: .....навісний;
- Довжина движка: .....20.

В даному виробі використовується стабілізатор 78L05-DA3. Стабілізатор напруги - перетворювач електричної енергії, що дозволяє отримати на виході напругу, що знаходиться в заданих межах при значно більших коливаннях вхідної напруги і опору навантаження (див. рис.2.8)

За типом вихідної напруги стабілізатори діляться на стабілізатори постійного струму і змінного струму.

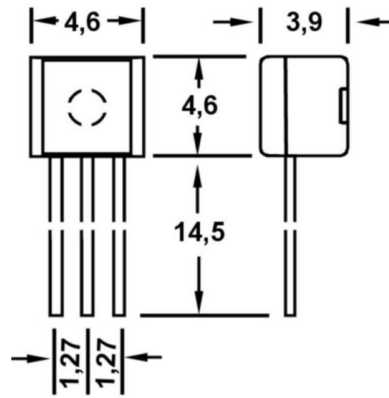


Рисунок 2.8 - Габаритні розміри стабілізатора 78L05

Технічні параметри:

Корпус .....	TO92;
Номинальний вихідний струм, А .....	0.1;
Максимальна вхідна напруга, В .....	40;
Вихідна напруга, В.....	5;
Вихідний струм: А.....	0,1 ;
Падіння напруги: В.....	1,7;
Робоча температура: .....	0...125C;
Точність: .....	5% ;
Аналоги/заміна:.....	L78L05ACZ, KP1157EH502 ;
Виробник: .....	STMicroelectronics / STM.

В даній схемі використовуються діоди VD4 -1N4148 –для захисту світлодіодного індикатора (рисунок 2.9). Дешевизна і відносно невеликий корпус DO-35 дозволили стати йому одним з найпоширеніших діодів. Мітка у вигляді чорного кільця нанесена з боку катода. Діод випускається багатьма десятками, якщо не сотнями фірм-виробників.

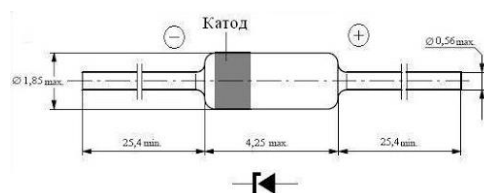


Рисунок 2.9 – Габаритні розміри діода 1N4148



### Технічні характеристики діода 1N4148:

- матеріал.....кремній;
- корпус..... DO-35;
- максимальна постійна зворотна напруга.....75В;
- максимальна імпульсна зворотна напруга.....120В;
- максимальний прямий(випрямлений за півперіод) струм.....0,2А;
- максимально допустимий прямий імпульсний струм.....0,45А;
- максимальний зворотній струм.....5 мкА;
- максимальна пряма напруга.....1В;
- максимальний час зворотного відновлення.....0,004мкс;
- діапазон робочих температур.....-65...+150°C

DA2-LM358 - двоканальний операційний підсилювач широкого застосування для роботи в побутовому діапазоні температур (0 .. +70 ° C). Операційний підсилювач - підсилювач постійного струму з диференціальним входом і, як правило, єдиним виходом, що має високий коефіцієнт підсилення. ОП майже завжди використовуються в схемах з глибоким негативним зворотним зв'язком, яка, завдяки високому коефіцієнту підсилення ОП, повністю визначає коефіцієнт передачі отриманої схеми.

В даний час ОП отримали широке застосування, як у вигляді окремих чіпів, так і у вигляді функціональних блоків у складі більш складних інтегральних схем. Така популярність обумовлена тим, що ОП є універсальним блоком з характеристиками, близькими до ідеальних, на основі якого можна побудувати безліч різних електронних

Технічні параметри:

Кількість каналів .....	2;
Напруга живлення, В .....	3 ... 32 ;
Частота, МГц .....	1 ;
Напруга зсуву, мВ .....	2 ;
Температурний діапазон, С .....	0 ... 70 ;
Тип корпусу dip.....	8;
Тип ОП .....	Стандартний ;
Кількість каналів ОП .....	2;
Напруга живлення .....	3 ... 30 В;
Ток власного споживання .....	700 мкА;
Частота одиничного посилення .....	1.1 МГц;
Максимальна швидкість наростання вихідного сигналу .....	0.6 В / мкс.

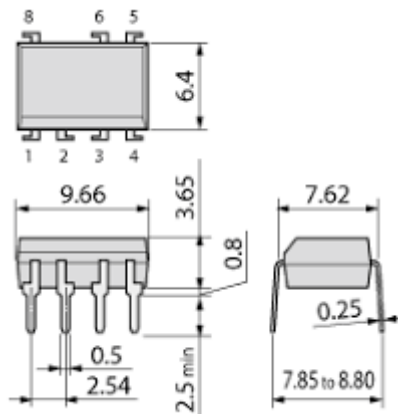


Рисунок 2.10 - Габаритні розміри мікросхемиLM358

BC182LB "Fairchild"-VT2,VT4-напівпровідниковий елемент із трьома електродами, один з яких служить для керування струмом між двома іншими. Термін «біполярний» підкреслює той факт, що принцип роботи приладу полягає у взаємодії з електричним полем частинок, що мають як позитивний, так і негативний електричний заряд на рисунку 2.11.

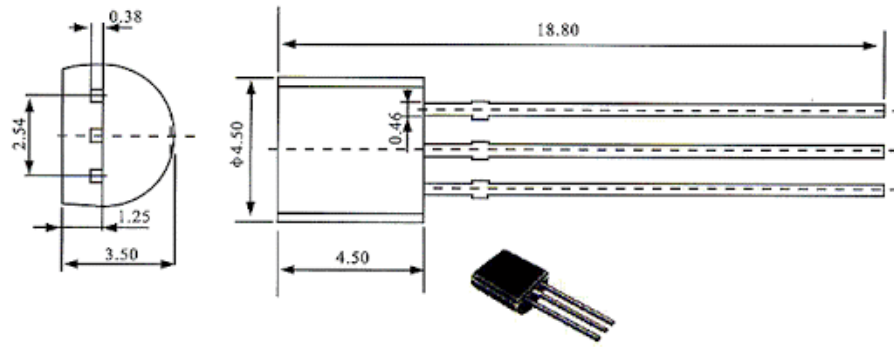


Рисунок 2.11 - Габаритні розміри транзистора BC182LB

Технічні параметри:

Структура .....	NPN;
Макс. напр. до-б при заданому зворотному струмі до і розімкнутого ланцюга е.. (Uкбо макс), В.....	50;
Макс. напр. к-е при заданому струмі до і заданому сопр. в ланцюзі б-е. (Uкег макс), В .....	50;
Максимально допустимий струм до (Iк макс, А) .....	0.1;
Статичний коефіцієнт передачі струму h21е хв .....	100;
Гранична частота коефіцієнта передачі струму fгр, МГц .....	150.00;
Максимальна потужність, що розсіюється до (Рк, Вт) .....	0.25;

В даному пристрої використовуються також кварцевий резонатор HC-49S - 32768 Гц "Abraco"-ZQ1.

Кварцеві резонатори призначені для використання в аналогово цифрових ланцюгах для стабілізації і виділення електричних коливань певної частоти або смуги частот.

Принцип роботи: у широкій смузі частот опір приладу має ємнісний характер і лише на деяких (робочих) частотах має широко виражений резонанс (зменшення опору).

Кварцовий резонатор має кращі характеристики, ніж інші прилади для стабілізації частоти (коливальні контури, пьезокерамічні резонатори): такі як стабільність за частотою і температурі (зміна частоти резонансу в залежності від температури навколишнього середовища).

Вибірчий, яскраво виражений резонансний характер опору цих компонентів визначає основні області застосування кварцових резонаторів - високостабільні генератори тактових сигналів і опорних частот, ланцюга частотної селекції, синтезатори частоти.

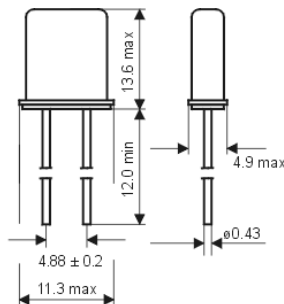


Рисунок 2.12- Габаритні розміри кварцового резонатора НС-49S - 32768 Гц

Технічні параметри:

Резонансна частота, МГц .....	32786Гц;
Точність настройки dF/Fx.....	10-6 30;
Температурний коефіцієнт, Ктх.....	10-30;
Нагрузочная ємність, пФ .....	32;
Робоча температура, С -.....	20 ... +70;
Корпус .....	НС-49U;
Довжина корпусу L., мм .....	13.5;
Діаметр (ширина) корпуси, D (W), мм.....	11.5.

В даному пристрої використовується мікросхема DD1-AT90S2313. AT90S2313 є 8 -ми розрядним CMOS мікроконтролером з низьким енергоспоживанням , заснованим на вдосконаленій AVR RISC архітектури.

Технічні параметри:

AT90S2313-10PI - IC MCU 2K 10MHZ UART IT 20DIP	
Виробник .....	Atmel ;
Серія.....	AVR ® 90S;
Процесор.....	AVR ;
Розмір ядра .....	8-Bit ;

швидкість .....10MHz ;  
 Тип підключення..... SPI, UART / USART ;  
 Периферія .....Brown-out Detect / Reset, POR, PWM, WDT ;  
 Число вводів / висновків ..... 15 ;  
 Розмір програмованої пам'яті .....2KB (2K x 8);  
 Тип програмованої пам'яті .....FLASH ;  
 EEPROM Size .....128 x 8;  
 Розмір пам'яті .....128 x 8;  
 Напруга джерела (Vcc / Vdd).....4 V ~ 6 V;  
 Тип осцилятора .....External ;  
 Робоча температура .....-40 ° C ~ 85 ° C ;  
 Корпус .....20-DI.

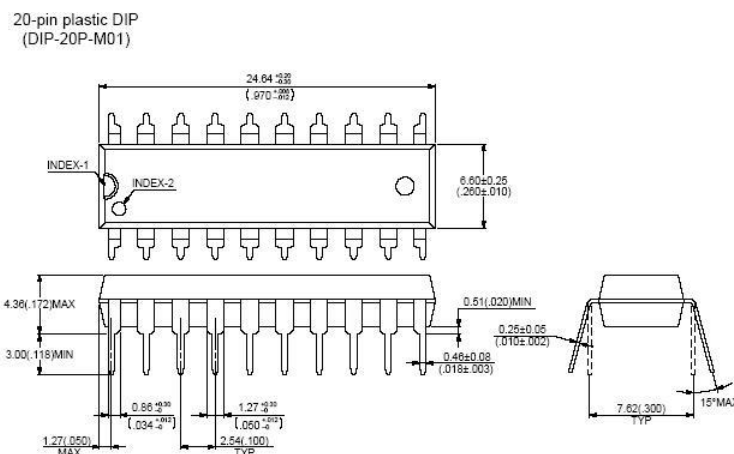


Рисунок 2.13- Габаритні розміри мікросхеми AT90S2313

Ядро AVR містить потужний набір інструкцій і 32 робочих регістра загального призначення. Всі 32 регістра безпосередньо підключені до арифметико - логічного пристрою ( АЛП) , що забезпечує доступ до двох незалежних регістрів при виконанні однієї інструкції за один такт. В результаті , дана архітектура має більш високу ефективність коду , при підвищенні пропускну здатності , аж до 10 разів, порівняно зі стандартними мікроконтроллерами CISC.

AVR AT90S2313 підтримується повним набором програм і пакетів для розробки, включаючи : компілятори C, макроасемблер , внутрісхемні емулятори та набори для макетування .

Використовується також мікросхема LM317-DA1. Інтегральний регульований стабілізатор LM317 як ніколи підходить для проектування нескладних регульованих джерел і блоків живлення, для електронної апаратури, з різними вихідними характеристиками, як з регульованим вихідним напругою, так і з заданою напругою і струмом навантаження

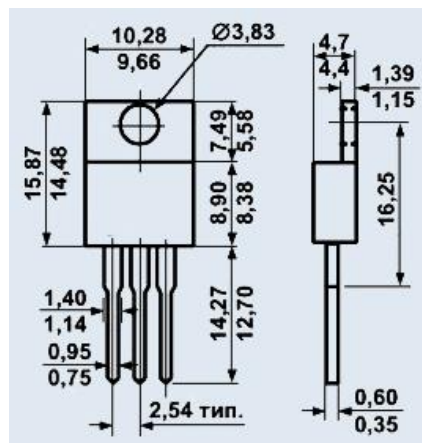


Рисунок 2.14- Габаритні розміри мікросхеми LM317

Технічні характеристики:

Корпус .....to 220;  
 Максимальний струм навантаження, А .....1.5;  
 Діапазон допустимих вхідних напруг, В .....40;  
 Вихідна напруга, В .....1.2 ... 37.

Транзистор біполярний типу BC557АТА "ON Semiconductor"-VT3, р-п-р провідності середньої частоти призначений для роботи у радіоприймачах, підсилювачах звукової частоти, блоках живлення у схемах в ключевому режимі. Виконаний за планарною технологією в пластмасовому корпусі КТ-26. Його перевага є дешевизна, доступна кількість, висока надійність.

В схемі виконує функцію підсилювача сигналу.

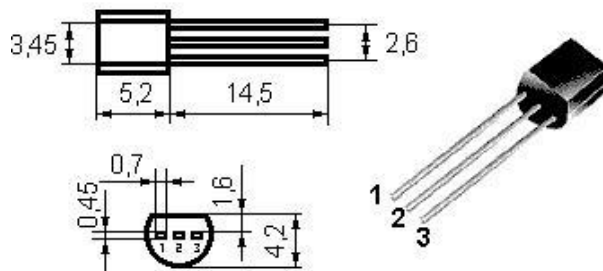


Рисунок 2.15-Зовнішній вигляд та габаритні розміри транзистора  
КТ3107А

Технічні параметри:

Структура.....	PNP;
Макс. напр. до-б при заданому зворотному струмі до і розімкнутого ланцюга е.. (Укбо макс), В .....	50;
Максимально допустимий струм до (Ik макс, А) .....	0.1;
Статичний коефіцієнт передачі струму h21e мін .....	70;
Гранична частота коефіцієнта передачі струму f <sub>гр</sub> , МГц .....	200.00;
Максимальна потужність, що розсіюється до (Рк, Вт) .....	0.3;
Корпус .....	КТ-26.

Резистор підлаштування, не дротяний 3329H-R5,R7, однооборотний, Корпусовані, вивідний, потужність 0,5 Вт.

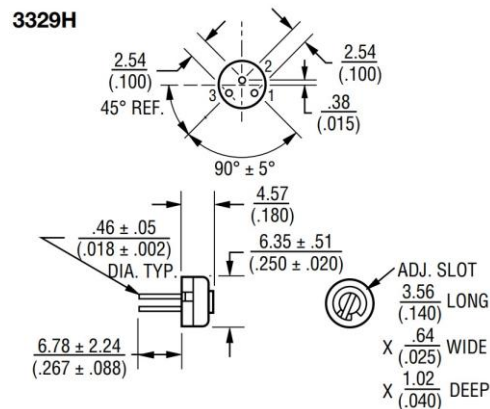


Рисунок 2.16 –Габаритні розміри резистора підстроювального

Основні параметри і характеристики:

номінальне відхилення,% .....	10;
максимальне постійна напруга .....	500;
температурний коефіцієнт +/-.....	250;
гранична вібрація .....	10 ... 500Гц, 0.75мм, 6г;
ударостійкість .....	390m / s <sup>2</sup> , 4000 циклів;
максимальна розсіює потужність при .....	70гр., 1000 годин 200;
інтервал робочих температур .....	-55 ... + 125.

BZX55C3V9-VD1-Стабілітрони (діоди Зенера) - це напівпровідникові діоди, що працюють при зворотному зміщенні в режимі пробою. До настання



пробою через діод протікають малі струми, при настанні пробою струм, що протікає через стабілітрон, збільшується і його опір падає до певного рівня. Т.ч. стабілітрон в режимі пробою може підтримувати напругу із заданою точністю. Стабілітрони (діоди Зенера) серії BZX55C мають потужність 0,5 Вт і підходять для захисту слабкострумівих елементів, вимогливих до вхідній напрузі. Стабілітрони серії BZX55C виконані в скляному корпусі DO-35 для монтажу в отвір і мають допуск по напрузі стабілізації 5%



Рисунок 2.17- Зовнішній вигляд стабілітрона BZX55C3V9

Технічні характеристики:

Потужність розсіювання, Вт .....	0.5;
Мінімальна напруга стабілізації, В .....	3.7;
Номінальна напруга стабілізації, В .....	3.9;
Максимальна напруга стабілізації, В .....	4.1;
Статичний опір $R_{ст.}$ , Ом .....	90;
при струмі $I_{ст.}$ , мА .....	5;
Максимальний струм стабілізації $I_{СТ.МАКС.}$ , МА .....	95;
Робоча температура, С .....	-55 ... 200;
Спосіб монтажу .....	в отвір;
корпус .....	do35.

Діодний міст VD2-RS402 "Vishay" призначений для роботи в схемах випрямлення синусоїдальної напруги і використовується в багатьох приладах напругою до 800 В., при струмі не більше 2 А . Взагалі застосування діодних мостів КВР08 доцільно через його компактності.

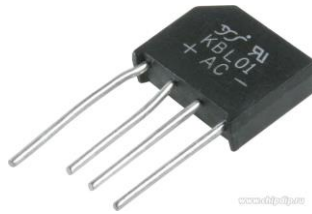


Рисунок 2.18- Зовнішній вигляд діодного моста RS402

Технічні характеристики:

Максимальна постійна зворотна напруга, В .....	100;
Максимальна імпульсна зворотна напруга, В .....	120;
Максимальний прямий (випрямлений за напівперіод) струм, А.....	4;
Максимальний допустимий прямий імпульсний струм, А.....	200;
Максимальний зворотний струм, мкА .....	10;
Максимальна пряму напругу, В .....	1;
при $I_{пр.}$ , А .....	3;
Робоча температура, С.....	-55 ... 125;
корпус .....	кbl;
Кількість фаз .....	1.



Рисунок 2.19- Зовнішній вигляд діода BZX55C15

Технічні характеристики:

Потужність розсіювання, Вт .....	0.5;
Мінімальна напруга стабілізації, В .....	13.8;
Номінальна напруга стабілізації, В .....	15;
Максимальна напруга стабілізації, В .....	15.6;
Статичний опір $R_{ст.}$ , Ом .....	30;
при струмі $I_{ст.}$ , мА .....	5;

Максимальний струм стабілізації ICT.МАКС., МА .....	27;
Робоча температура, С .....	-55 ... 200;
Спосіб монтажу .....	в отвір корпусу .....
	do35.

ВРУ62 "Osram"-VT1-кремнієві планарні pnp фототранзистори випускають у пластмасовому корпусі з жорсткими лудженими висновками . Масса- не більше 0,15 мг. Прилади призначені для використання в вузлах автостопу магнітофонів та іншої побутової апаратури , а також в системах охоронної сигналізації , дистанційного управління і автоматики , в тахо - датчиках .



Рисунок 2.20- Зовнішній вигляд фототранзистора

#### Основні технічні характеристики

при  $T_{окр.ср} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$

Фотострум колектора. мА. Проте, при напрузі колектор -емітер 5В і потужності опромінення 0.3 мВт .....

типове значення .....

максимальне значення .....

Монохроматична токова чутливіст , А / Вт. Проте, при напрузі колектор -емітер 5 В і опроміненні з довжиною хвилі 0.83 мкм .....

Темнової струм колектора . мкА, не більше, при напрузі колектор -емітер 5 В і температурі навколишнього середовища

+25 ° С .....

+55 ° С .....

Час наростання імпульсу ФОТОВідповідь при подачі опромінення , мкс. не більше .....15;

Час спаду імпульсу при знятті опромінення, мкс, не більше .....5;

Довжина хвилі максимуму спектральної фоточутливості , мкм .....1,08;

Мінімальна гарантійна напрацювання , на відмову, год .....20 000;

Найбільше постійна напруга колектор -емітер . У .....10;

Найбільша потужність розсіювання , мВт .....10;

Робочий інтервал температури навколишнього середовища°C -60 . +55;

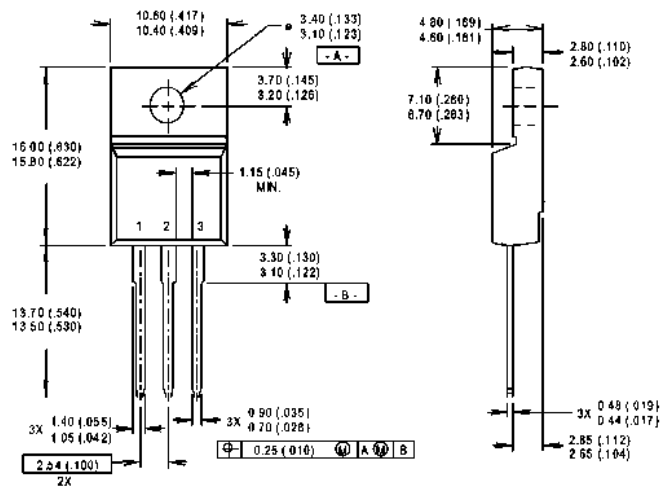


Рисунок 2.21- Габаритні розміри транзистора IRFZ44N

Технічні характеристики:

Структура .....n-канал;

Максимальна напруга стік-витік  $U_{си}$ , В..... 60;

Максимальний струм втік-витік при 25 С  $I_{св макс}$ ..А .....50;

Максимальна напруга затвор-витік  $U_{зи макс}$ ., В .....± 20;

Опір каналу у відкритому стані  $R_{сі вкл}$ ., Мом .....28;

Максимальна потужність, що розсіюється  $P_{сі макс}$ ..Вт .....150;

Крутизна характеристики, S .....15;

корпус .....to220ab;

Гранична напруга на затворі .....4.

Обираючи елементну базу для розробки даного пристрою я опирався на відповідність елементів параметрам схеми, доступність їх в місцях

продажу, хорошу якість виконання та не високу ціну, а також щоб вони підходили до даного приладу та конструкції виробу. В проектованому виробі була використана сучасна елементна база. При виборі елементів враховувалося співвідношення між ціною радіоелемента та його технічними характеристиками, а також забезпечення необхідних електричних параметрів та надійності в діапазоні температур, вологості та механічних впливів.

#### 2.4 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу

Корпус приладу виготовляється з поліетилентерефталату литтєвого ПЕТФ – КМ. Деякі характеристики матеріалу:

- Густина 1300 – 1330 кг/м<sup>3</sup>
- інтервал робочих температур -50°....+90°С;
- розрахункова усадка 1,2 – 1,5%.

Слідуючим етапом є виготовлення корпусу. Оскільки будуть виготовлятися дві кришки , то технологічний процес буде складатися з слідуючих операцій:

1. Виготовлення форми, згідно з типової інструкції з допомогою станків ЧПК.
2. Виготовлення суміші пластмаси. Кришки виготовляються з пластмаси методом лиття.
3. Процес лиття. Здійснюється через литникові канали в спеціально заготовлені форми.
4. Охолодження. Здійснюється поступове охолодження сплаву.
5. Операція механічних доробок. Проводиться зняття литникових каналів, свердління отворів і інші доробки.

6. Контроль якості. Здійснюється 100% контроль. Виконується операція спеціалістами візуально.

Основною складовою частиною виробу є друкований вузол. На якому розміщено всі електрорадіоелементи пристрою, на верхню і нижню кришки не кріпиться жоден ЕРЕ. На поверхню верхньої та нижньої кришок не виведено жодних елементів управління чи індикації, оскільки пристрій всю роботу виконує в автоматичному режимі на основі алгоритмів, що реалізовані за допомогою набору логіки відповідних типів мікросхем.

Друкована плата являється двосторонньою, але при цьому має досить велику кількість електричних з'єднань і при цьому потрібно забезпечити компактність пристрою, тому було викорис-тано металізацію отворів та більш компактне встановлення ЕРЕ, за допомогою таких методів було спрощено розробку конструктиву плати друкованої.

Виготовлятися плата буде з фольгованого склотекстоліту СФ2–35–1,5ІКП ГОСТ 10316-78. Плата виготовляється комбінованим позитивним методом, який є найбільш поширеним і доцільним для двосторонніх друкованих плат, також даний метод вимагає значно дорожчого технологічного процесу виготовлення друкованої, оскільки потрібно проводити металізацію отворів, що підвищує вартість розробки, та ускладнює сам технологічний процес, але при цьому можна виготовити складні друковані плати і зробити їх більш компактними.

## 2.5 Якісна оцінка технологічності конструкції

Технологічність конструкції виробу — це сукупність властивостей конструкції, проявляються в можливості оптимальних затрат праці, засобів виробництва, матеріалів і часу при технологічній підготовці виробництва, виготовленні, експлуатації, ремонті, в порівнянні з відповідними показниками однотипних конструкцій, при забезпеченні встановлених значень якості виробу. Технологічність можна оцінювати двома способами: кількісно і якісно.

Кількісна оцінка технологічності - це розрахунок з допомогою математичних формул показників технологічності. Якісна оцінка - це словесне обґрунтування рівня технологічності конструкції виробу.

Оцінка технологічності виробу проводиться для забезпечення ефективного опрацювання і аналізу конструкції на зниження затрат часу і засобів на її розробку, технологічну підготовку, виготовлення, експлуатацію і ремонт. При якій оцінці проводиться конструктивно-технологічний аналіз конструкції з точки зору пристосовуваності виробу до умов виробництва та затрат при виготовленні і експлуатації.

Якісна оцінка технологічності включає в себе опис, обґрунтування вибору конструктивних матеріалів елементів корпусу, плати з вказуванням використаних методів і умов виготовлення, застосованих інструментів і обладнання.

Процес складання друкованого вузла поділяється на такі основні операції:

- Комплектування, маркування.
- Захист контактних площадок, які не підлягають автоматизованій пайці латексом, при цьому використовується дозатор латексу
- Сушка плати в сушильних шафах.
- Формування виводів електрорадіоелементів здійснюється автоматизовано за допомогою установок для формування
- Лудження радіоелементів. Здійснюється автоматизованим методом припоєм ПОС – 61
- Установка ЕРЕ, що будуть запаюватись автоматизовано.

Встановлення ЕРЕ проводиться вручну оскільки є велика кількість типів елементів і використовувати автоматизований метод установки для серійного виробництва не доцільно.

- Автоматизована пайка ЕРЕ. Здійснюється методом пайки хвилею

(припой ПОС-61), що значно зменшує трудомісткість виготовлення друкованого вузла.

- Рихтування пайки – це виправлення пайок, здійснюється вручну.
- Регулювання і технічний контроль. Здійснюється на пульті згідно інструкції.

Складання виробу в цілому не потребує спеціального обладнання, використовується пневмоверт і електропаяльник .

2.6 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів

Отже для виготовлення друкованого вузла виробу необхідно виготовити плату друковану з провідниками, висвердленими отворами і контактними площадками.



В якості діелектричної основи використовуємо склотекстоліт. Він повинен задовільняти такі умови:

1. Володіти високою механічною міцністю при малій товщині.
2. Володіти гнучкістю і піддаватися усім видам різання.
3. Повинен мати високу хімічну стійкість і вологостійкість.
4. Повинен мати малу діелектричну проникненість.
5. Володіти високою адгезією.
6. Володіти мінімальними діелектричними втратами в діапазоні робочих частот.

На даному етапі ми використовуємо фольгований склотекстоліт товщиною 35мкм. В якості провідного шару мідь. Цей матеріал володіє необхідними провідними властивостями, а також володіє хорошою адгезією з ізолюючим матеріалом.

Друковану плату виготовляємо комбінованим методом. Цей метод включає в себе наступні операції:

1. Різання заготовок .
2. Пробивання базових отворів.
3. Підготовка поверхні заготовок.
4. Нанесення сухого плівкового фоторезисту.
5. Нанесення захисного лаку.
6. Свердління отворів.
7. Хімічне міднення.
8. Зняття захисного лаку.
9. Гальванічне напилення .
10. Електролітичне міднення та нанесення захисного покриття.
11. Зняття фоторезисту.
12. Травлення друкованої плати.
13. Промивання друкованої плати.
14. Механічна обробка.

1. Заготівельні роботи — це підготовка всіх необхідних радіоелектронних компонентів для подальшого використання. Здійснюється працівниками, які роблять комплектацію.

2. Установка та кріплення деталей здійснюється вручну. Але при даному типі виробництва можуть використовуватися напівавтоматизовані машини.

3. Вкладання та механічне кріплення монтажних проводів (гнучких перемичок), які згодом будуть під'єднуватися до РЕК, котрі не знаходяться на друкованому вузлі.

4. Пайка монтажних з'єднань. Здійснюється автоматизовано - пайка хвилею, а гнучких перемичок вручну за допомогою електропаяльника. Пайка здійснюється такими матеріалами : припоєм ПОС - 61 і флюсом АПІ - 120.

5. Контроль механічної міцності паяних з'єднань, здійснюється на спеціальних стендах. Створюється штучна вібрація, тиск і інші фактори, які відповідають експлуатаційним умовам використовуваного пристрою. Виконують працівники, які можуть керувати обладнанням спеціального типу.

6. Контроль правильності монтажних з'єднань, здійснюється візуально. Виконують ці операції працівники середньої кваліфікації.

7. Контроль електричної міцності з'єднань. Здійснюється на спеціальних пультах. Виконують працівники середньої кваліфікації.

Після виконання таких двох техпроцесів ми отримуємо друкований вузол проєктованого пристрою.

## 2.7 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

При кількісній оцінці технологічності розраховується комплексний показник технологічності  $K$ , який враховує усереднене значення часткових показників з урахуванням коефіцієнтів, які характеризують їх значимість при розрахунку.

Коефіцієнт використання мікросхеми  $K_{\text{вик.імс}}$  визначається за формулою:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{5}{5 + 45} = 0,1 \quad (2.1)$$

Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу  $K_{\text{А.М}}$  виробу визначається за формулою:

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{129}{145} = 0,89 \quad (2.2)$$

де  $H_{\text{А.М}}$  – загальна кількість монтажних з'єднань, які здійснюються або можуть здійснюватись автоматизованим способом, тобто наявні механізми для виконання монтажних з'єднань.

$H_{\text{М}}$  – загальна кількість монтажних з'єднань.

Коефіцієнт амортизації і механізації підготовки ЕРЕ до монтажу  $K_{\text{М.П.ЕРЕ}}$  визначається за формулою:

$$K_{\text{М.П.ЕРЕ}} = \frac{H_{\text{М.П.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{42}{47} = 0,89 \quad (2.3)$$

де  $H_{\text{М.П.ЕРЕ}}$  кількість ЕРЕ, підготовка до яких до монтажу здійснюється або може здійснюватися механізованим або автоматизованим методом, тобто наявні механізми, обладнання чи оснастки для виконання цих операцій. До числа вказаних ЕРЕ входять і такі, що не потребують спеціальної підготовки до монтажу.

Коефіцієнт повторюваності електрорадіоелементів  $K_{\text{ПОВТ.ЕРЕ}}$  визначається за формулою:

$$K_{\text{ПОВТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = 1 - \frac{43}{47} = 0,1 \quad (2.4)$$

де  $H_{\text{ЕРЕ}}$  – загальна кількість ЕРЕ у виробі.

Коефіцієнт застосовності електрорадіоелементів  $K_{\text{ЗАСТ.ЕРЕ}}$  визначається за формулою:

$$K_{\text{ЗАСТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ОР.ЕРЕ}}}{H_{\text{Т.ЕРЕ}}} = 1 - \frac{7}{47} = 0,85 \quad (2.5)$$

де  $H_{\text{Т.ОР.ЕРЕ}}$  кількість типорозмірів оригінальних ЕРЕ у виробів

$H_{\text{Т.ЕРЕ}}$  – загальна кількість типорозмірів ЕРЕ у виробі

Коефіцієнт установочних розмірів електрорадіоелементів  $K_{\text{ВСТ.Р}}$  визначається за формулою:

$$K_{\text{ВСТ.Р}} = 1 - \frac{H_{\text{ВСТ.Р}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = 1 - \frac{47}{47} = 0 \quad (2.6)$$

де  $H_{\text{ВСТ.Р}}$  кількість видів встановлених розмірів ЕРЕ у виробі

Коефіцієнт прогресивності Формоутворення  $K_{\text{Ф}}$  деталей визначається за формулою:

$$K_{\text{Ф}} = \frac{D_{\text{нр}}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.7)$$

де  $D_{\text{нр}}$  – кількість деталей, заготовки або самі деталі отримані прогресивним методом формоутворення.

Комплексний показник технологічності  $K$  визначається за формулою

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,1*1 + 0,89*1 + 0,89*0,75 + 0,1*0,5 + 0,85*0,310 + 0*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,56 \quad (2.8)$$

Оцінка рівня технологічності виробу визначається з відношення розрахованого комплексного показника  $K$  до комплексного нормативного показника  $K_n$ , який відображає реальний існуючий рівень технологічності на підприємствах по випуску РЕА. Для нашого виробу  $K_n = 0,5$ .

Відношення  $K/K_n$  повинно задовольняти умову:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (2.9)$$

Перевіряємо умову:  $\frac{0,56}{0,5} = 1,12 \geq 1$ .

З відношення бачимо що дана умова виконується, отже виріб вважається технологічним.

Таблиця 2.3 - Вихідні дані для розрахунку комплексного показника технологічності

Порядковий номер в ранговій послідовності	Показники технологічності	Позначення	$\phi_i$
1.	Коефіцієнт виконання мікросхеми	Квик.імс	1
2.	Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу	Ка.м.	1
3.	Коефіцієнт механізації підготовки ЕРЕ	Км.п.ере	0,750
4.	Коефіцієнт застосування	Кповт.ере	0,500

	ЕРЕ		
5.	Коефіцієнт застосування ЕРЕ	Кзаст.ере	0,310
6.	Коефіцієнт встановочних розмірів ЕРЕ	Квст.р	0,187
7.	Коефіцієнт прогресивності формування	Кф	0,110

Оцінка рівня технологічності виробу визначається в порівнянні розрахованого комплексного показника К з комплексним нормативним показником  $K_n$  (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 - Комплексні показники рівня технологічності виробу

Найменування класу блоків	Стадії розробки робочої документації		
	Дослідний взірець	Установочна серія	Серійне виробництво
Електроні	0,40-0,70	0,45-0,75	0,50-0,80
Радіотехнічні	0,40-0,60	0,75-0,8	0,80-0,85
Електромеханічні	0,30-0,50	0,40-0,55	0,45-0,60

## 2.8 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу

Маршрутно-операційна технологія складання і монтажу описує в собі послідовність виконання операцій спочатку для виготовлення друкованого вузла, а потім для складання корпусу всього пристрою. Виконується на спеціальних технологічних картах з дотриманням відповідних вимог.

Також в технологічних картах розраховується кількість витрачених на виробництво матеріалів та затрата часу на складання виробу.

Докладна маршрутно-операційна технологія складання і монтажу друкованого вузла приведена в додатках до даного дипломного проекту.

Маршрутно-операційна технологія складання включає в себе наступні кроки:

- установка друкованого вузла у верхню частину корпусу;
- кріплення друкованого вузла до верхньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- кріплення гнізд, резистора, на верхню кришку тора;
- кріплення роз'єму для підключення навантаження та фото транзистора через втулку;
- фіксація кришок за допомогою гвинтів та установленн втулок;

Маршрутно-операційна технологія складання друкованого вузла включає в себе наступні кроки:

- розконсервація друкованої плати;
- маркування заводського номера;
- захист контактних площадок, які не підлягають автоматизованій пайці, латексом;
- сушка;
- формування виводів ЕРЕ;
- лудження виводів ЕРЕ;
- встановлення ЕРЕ;
- автоматизована пайка хвилею припою;
- рихтування;
- регулювання;
- лакування;
- технічний контроль.

### 3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

В даному пункті виконуємо електричний розрахунок випрямляючого моста на діодному мості VD2 та ємнісного згладжувального фільтра на конденсаторі C2. Нижче приведена схеми електрична принципова випрямляча і ємнісного фільтра, який зображений на рисунку 3.1:

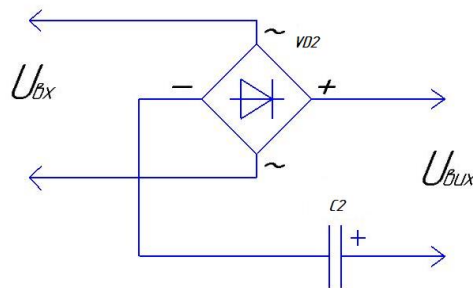


Рисунок 3.1 - Схема електрична принципова випрямляча та ємнісного фільтра

Вихідні дані для розрахунку:

- Номінальна випрямлена напруга  $U_0=8$  В;
- Номінальний струм навантаження  $I_0=2$  А;
- Коефіцієнт пульсацій  $K_{п0}=0,03$  %;

Визначення основних параметрів і вибір діодів.

$U_{зв}$  – зворотна напруга;

$I_{пр.сер}$  – середнє значення прямого струму;

$I_m$  – амплітуда імпульсного струму.

В подальшому процесі розрахунку випрямлячів ці значення параметрів діодів уточнюються.

Таблиця 3.1- Формули для розрахунку мостового випрямляча

$U_{зв.}$	$I_{пр.сер.}$	$I_m$	$U_{2x}$



$1,4U_{2x} \approx 1,5U_0$	$\frac{I_0}{2}$	$0,5FI_0 \approx 3,5I_0$	$\frac{1,5U_0}{1,4}$
----------------------------	-----------------	--------------------------	----------------------

$$U_{зв} = 1,5 \cdot U_0 \quad , \quad (3.1)$$

$$U_{зв} = 1,5 \cdot 8 = 12(B).$$

$$I_{np.cер} = \frac{I_0}{2} \quad (3.2)$$

$$I_{np.cер} = \frac{2}{2} = 1(A)$$

$$I_m = 3,5 \cdot I_0 \quad (3.3)$$

$$I_m = 3,5 \cdot 1 = 3,5(A)$$

З довідника по напівпровідникових діодах вибираємо тип діода, параметри якого  $U_{зв.маx}$  – максимально-допустима зворотна напруга і  $I_{np.cер.маx}$  – максимально-допустимий прямий середній струм трохи перевищують розраховані значення:  $U_{зв.маx} > U_{зв}$ ;  $I_{np.cер.маx} > I_m$ .

За розрахованими значеннями параметрів вибираємо з довідника чотири діоди типу 1N4007.

Розрахунок прямого опору випрямляючого діода за наближеною формулою:

$$r_{np} \approx \frac{U_{np.cер}}{3 \cdot I_{np.cер}}, \quad (3.4)$$

де  $U_{np.cер}$  – середня пряма напруга діода, В (з довідника).

$$r_{np} \approx \frac{1,2}{3 \cdot 1} = 0,4(Ом) \quad (3.5)$$

Визначення активного опору фази випрямляча  $r$  за формулою:

$$r = 0,7 + 2 \cdot 0,4 = 1,5(Ом) \quad (3.6)$$

Визначення ємності конденсатора фільтра за формулою:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{\gamma_0}} \quad (3.7)$$

де  $C_0$  – ємність, мкФ;

$r$  – опір, Ом.

$$C_0 = \frac{5}{1,5 \cdot 0,03} = 4675(\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

$$U_{роб} = \sqrt{2}U_{2x} \quad (3.8)$$

$$U_{роб} = 2,5 \cdot 14 = 35(\text{В})$$

Вибираємо тип конденсатора з довідника за параметрами  $C_{0 \text{ ном}}$  і  $U_{роб}$ . -  
ЕСАР-35 В-4700 мкФ 20% "Jamicon.

3.2 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Основною складовою частиною проектованого пристрою є друкована плата.

Друкована плата являється двосторонньою і виготовлена з фольгованого склотекстоліту СФ2-35Г-1,5ІКП ГОСТ 2910-74. Він повинен задовільняти таким вимогам:

- механічна міцність при малій товщині;
- вологостійкість;
- високий коефіцієнт діелектричної проникливості, особливо на високих частотах;
- стійкість до дії хімічних речовин;
- добре піддаватися механічній обробці;
- витримувати високі температури;
- хороша теплопровідність;
- хороша адгезія із провідником;
- коефіцієнт лінійного розширення ізоляційної основи повинен бути близьким до коефіцієнту лінійного розширення провідника.

Провідним шаром на склотекстоліті являється мідь. Товщина мідної фольги складає 35 мкм. Вона володіє такими властивостями:

- мінімальний опір;
- корозостійкість;
- добре взаємодіє з травниками;
- добре паяється;
- коефіцієнт лінійного розширення фольги близький до коефіцієнта лінійного розширення ізоляційної основи;
- хороша адгезія до ізолятора.

Розрахунок друкованого монтажу складається з трьох етапів:

розрахунок по змінному і постійному струму і конструктивно-технологічний.

Розрахунок проводимо в такій послідовності:

Виходячи з технологічних можливостей виробництва я вибираю комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85.

Визначаємо мінімальну ширину друкованого провідника, мм., по постійному струму для кіл живлення і заземлення:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{доп}} * t} = \frac{0,5A}{48 \frac{A}{\text{мм}^2} * 0,035\text{м}} = 0,3\text{мм} \quad (3.9)$$

де  $I_{\max}$ - допустима густина струму, який протікає в провідниках.

Визначається із аналізу принципової схеми,  $I_{\max}=0,5A$ ;

$j_{\text{доп}}$  – допустима густина струму, вибирається в залежності від методу виготовлення плати,  $j_{\text{доп}} = 48A/\text{мм}^2$ ,  $t$  – товщина провідника,  $35\text{мкм}=0,035\text{м}$

Визначаємо мінімальну ширину провідника, мм., виходячи з допустимого падіння напруги на ньому:

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_d * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} * 0,5 \text{А} * 0,5 \text{м}}{0,9 \text{В} * 0,035 \text{с}} = 0,2 \text{мм} \quad (3.10)$$

де  $\rho = 0,0175 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$  – питомий об'ємний опір,

$L = 0,5 \text{ м}$  – довжина провідника,

$U_{\text{дон}} = 0,9 \text{ В}$  – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальні значення діаметрів монтажних отворів  $d$ :

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r \quad (3.11)$$

де  $d_E$  – максимальний діаметр виводу встановленого ЕРЕ (діаметр вивода ЕРЕ.)

$\Delta d_{н.в.}$  – нижнє граничне відхилення від номінального діаметру монтажного отвору (0,1 для всіх)

$r$  – різниця між мінімальним діаметром отвору і максимальним діаметром вивода ЕРЕ, її вибирають в межах 0,1...0,4мм.

Розрахункові значення  $d$  зводяться до нормалізованого ряду отворів: 1,1; 1,3; 1,5 мм.

$d_{E1} = 0,7$ -для мікросхем, конденсаторів, резисторів, діодів, транзисторів, індуктивності, кварцового резонатора;

$d_{E2} = 1,1$ -для змінних резисторів, діодного моста, підпаювання провідників.

$$d = d_{E1} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,7 + |_{\pm}0,1| + 0,3 = 1,1 \text{ мм}$$

$$d = d_{E2} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 1,1 + |_{\pm}0,1| + 0,3 = 1,5 \text{ мм}$$

Приймаємо такі стандартні діаметри отворів; 1,1; 1,3; 1,5.

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5h\phi \quad (3.12)$$

де  $h_{\phi}$  – товщина фольги;

$D_{1min}$  – мінімальний ефективний діаметр площадки.

$$D_{1min} = 2 \left( b_m + \frac{d_{max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (3.13)$$

де  $b_m$  – відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площадки.

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

де  $\delta_d$  і  $\delta_p$  - допуски на розташування отворів і контактних площадок;

$$\delta_d = 0,25 \text{ мм, } \delta_p = 0,4 \text{ мм;}$$

$d_{max}$  - максимальний діаметр просвердленого отвору, мм.

$$d_{max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15)$$

де  $\Delta d$  - допуск на отвір.

$$d_{max1} = 1,1 + 0,1 + 0,1 = 1,3 \text{ мм}$$

$$d_{max2} = 1,5 + 0,1 + 0,1 = 1,7 \text{ мм}$$

$$D_{1min1} = 2 \left( 0,06 + \frac{1,3}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 2,72 \text{ мм}$$

$$D_{1min2} = 2 \left( 0,06 + \frac{1,7}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 3,12 \text{ мм}$$

$$D_{min1} = 2,92 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 2,8 \text{ мм}$$

$$D_{min2} = 3,12 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 3,2 \text{ мм}$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{max} = D_{min} + (0,02 \dots 0,06)$$

$$D_{max1} = 2,82 + 0,02 = 2,82 \text{ мм}$$

$$D_{max2} = 3,2 + 0,02 = 3,22 \text{ мм}$$

Визначаємо ширину провідників. Мінімальна ширина провідників для ДДП і зовнішніх шарів БДП, які виготовлені комбінованим методом:

$$b_{min} = b_{1min} + 1.5h\phi + 0,03 \quad (3.14)$$

де  $b_{1min}$  - мінімальна ефективна ширина провідника, мм.

$b_{1min} = 0,15$  мм для плат 4-го класу точності.

$$b_{min} = 0,15 + 1.5 * 0,035 + 0,03 = 0,23 \text{ мм}$$

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу. Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1min} = L_0 - \left[ \left( \frac{D_{max}}{2} + \delta p \right) + \left( \frac{d_{max}}{2} + \delta 1 \right) \right] \quad (3.15)$$

$$S_{1min1} = 2,5 - \left[ \left( \frac{2,82}{2} + 0,4 \right) + \left( \frac{1,3}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,01 \text{ мм}$$

$$S_{1min2} = 2,5 - \left[ \left( \frac{3,22}{2} + 0,4 \right) + \left( \frac{1,7}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,41 \text{ мм}$$

де  $L_0$  - відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta p) \quad (3.16)$$

$$S_{2min1} = 2,5 - (2,82 + 2 \cdot 0,4) = -1,12 \text{ мм}$$

$$S_{2min2} = 2,5 - (3,22 + 2 \cdot 0,4) = -1,52 \text{ мм}$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta_1) \quad (3.17)$$

$$S_{3min1} = 2,5 - (2,82 + 2 \cdot 0,05) = -0,42 \text{ мм}$$

$$S_{3min2} = 2,5 - (3,22 + 2 \cdot 0,05) = -0,82 \text{ мм}$$

У зв'язку із тим, що в розрахунку виходять від'ємні значення, то необхідно контактні площадки робити овальними для резисторів, конденсаторів електролітичних і керамічних, мікросхем, діодів, транзисторів.

### 3.3 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Враховуючи те що пристрій не споживає великої сили струму і живиться від низькоамперного джерела живлення, то не буде мати великого нагрівання, отже не доведеться використовувати примусове охолодження, а саме радіатори або вентилятори, що значно впливає на проектування пристрою, а саме підвищує масу пристрою, ускладнює конструкцію та при цьому збільшуються затрати на виготовлення даного приладу.

Також в конструкції корпусу приладу не передбачаються отвори для вентиляції, бо внутрішнього простору проектованого пристрою повністю вистачає для розсіювання такої малої кількості тепла.

Отже ми виготовили дуже економний та енергозберігаючий пристрій, який випромінює майже не помітну теплову енергію, яка без проблем розсіюється в повітрі, при цьому не має потреби це робити примусово.

Сучасна потужна електроніка працює в побутовій техніці і пристроях промислового призначення, в стандартних і жорстких кліматичних умовах, вона різноманітна і багатозадачна.

Збільшення функціональності і продуктивності електронних пристроїв у ряді випадків тягне за собою і зростання виділення теплової енергії.

Це вимагає забезпечення ефективного відводу тепла з поверхні друкованих плат на корпус або радіатор і зумовлює застосування теплопровідних матеріалів з більш високою теплопровідністю, ніж традиційні рішення.

Електричні характеристики електронних приладів і модулів в сильній мірі схильні до впливу високих температур, тому дуже важливо забезпечити ефективне відведення тепла від джерела в зовнішнє середовище.

Кількісно передача тепла розраховується за допомогою теплового опору, чим нижчий тепловий опір, тим вища теплопередача.

Тепловий опір компонентів електронних приладів (кристала, підкладки, підстави, радіатора), як правило, малий.



Основне завдання при забезпеченні теплового режиму роботи приладу - знизити тепловий опір перехідних шарів.

3.4 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності

Найбільш важливий технічний показник будь-якого електричного обладнання є безумовно, його споживана потужність. Що вимірюється у ВАТ.

Крім цього варто пам'ятати, що електрична споживана потужність Вт електрообладнання буває активного і реактивного характеру.

Тобто, як відомо з фізики, активною потужністю буде володіти те електричне навантаження, яка безповоротно витрачає надходить електроенергію на свою роботу.

Для споживачів, яким ось властива активна потужність Вт, характерна пряма залежність зазначеної номінальної потужності. Для її дійсного значення і роботі електрообладнання.

Іншими словами, що написано на пристрої, то і буде в дійсності. Інше справа йде з електричним устаткуванням, якому властиво володіти реактивної потужністю.

Електричної реактивної потужністю володіють всі ті пристрої, у яких є в робочих силових ланцюгах елементи такі як індуктивності (катушки) і такі як ємності (конденсатори).

Справа в тому, що якщо у електроустаткування з активною потужністю вся енергія йде в роботу. А в пристроях з реактивною потужністю частина електричної енергії з катушок і конденсаторів повертається назад у мережу, але вже змінена за своєю фазою.

Ця електроенергія, що повертається відіграє негативну роль в силових електричних системах. Оскільки вона своєю протифазою здатна перевантажувати електромережу і погіршувати якість електроенергії.

Пристроєм, яким характерна реактивна потужність, і у яких не стоять фільтри і вузли компенсації цієї реактивної складової, властиві, як мінімум невідповідність зазначеної номінальної електричної потужності і реально робочої. А як максимум, вони здатні вносити в електричну мережу перешкоди і перевантажувати окремі ділянки електричної системи електропостачання.

### 3.5 Наукове дослідження і математичне моделювання

#### 3.5.1 Розрахунок надійності проектного пристрою

Надійність характеризується рядом розрахункових показників, найбільш важливими з яких є інтенсивність відмов, середнє напрацювання до відмови, імовірність безвідмовної роботи.

Надійність – це властивість виробу виконувати задані функції в певних умовах експлуатації при збереженні значень основних параметрів в заданих межах.

Імовірність безвідмовної роботи вказує на те, яка частина виробів із заданої їх кількості буде працювати безвідмовно протягом заданого часу. Інтенсивністю відмов називають кількість відмов за одиницю часу, що приходить на один виріб, який продовжує працювати в даний момент часу.

Середнє напрацювання до відмови знаходять при перевірці великої кількості виробів.

Чим більше значення ТСР, тим краща надійність виробу. Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD\_Release:

Таблиця 3.2 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	$K\text{-сть} * K_{\text{нав від}} * 1e-06$
1	Мікросхеми	3	1	0,03	0,09
2	Діоди	7	0,35	0,7	14,7
3	Конденсатори електrolітичні	5	0,4	2,4	4,8
4	Конденсатори керамічні	4	0,1	1,4	0,56
5	Резистори постійні	19	0,42	0,8	6,384
6	Резистори змінні	1	0,1	3,2	0,32
7	Трансформатор	1	0,1	2,1	0,21
8	Друкoвана плата	1	1	0,1	0,1
9	Пайки	169	1	0,02	3,38
10	Запобіжник	1	1	0,5	0,5
11	Перемикач	1	1	0,5	0,5
12	Гніздо	2	1	0,05	0,1
13	Транзистори	9	0,35	1,7	5,355
14	Амперметр	1	1	7,3	7,3

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов:  $4.8337e-005$  1/год

Середня наробка до відмови: 20688.1 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи  $P(t)$ :

$t = 10$  год.  $P(t) = 0.999517$

$t = 100$  год.  $P(t) = 0.995178$

$t = 1000$  год.  $P(t) = 0.952813$

$t = 10000$  год.  $P(t) = 0.616702$

$t = 100000$  год.  $P(t) = 0.007957$

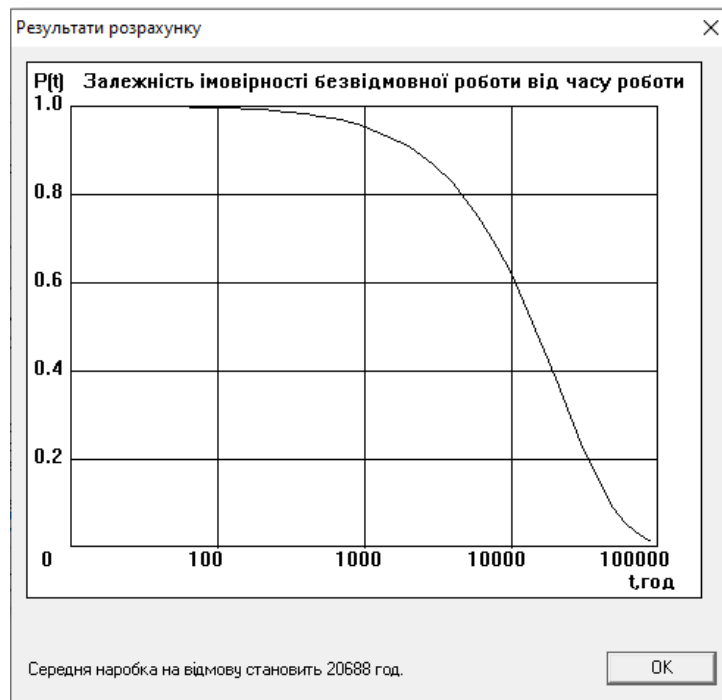


Рисунок 3.2 - Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 20688 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

### 3.5.2 Побудова і дослідження S-моделі випрямляючого моста із ємнісним згладжувальним фільтром

Реалізацією конкретного вузла за електричною принциповою схемою з розрахованими параметрами компонент не завжди можемо досягти очікуваного результату оскільки:

- а) номінали компонент подаються із певними допусками;
- б) в процесі роботи можуть проявлятися паразитні впливи не врахованих ємностей, опорів і т.п.

Тому актуально провести попередні дослідження схеми на математичній моделі, відтворюючи можливі відхилення у параметрах розробленої схеми. В даному випадку – це S-модель випрямляча і ємнісного фільтра в середовищі MATLAB SMULNK, показана на рис. 1.

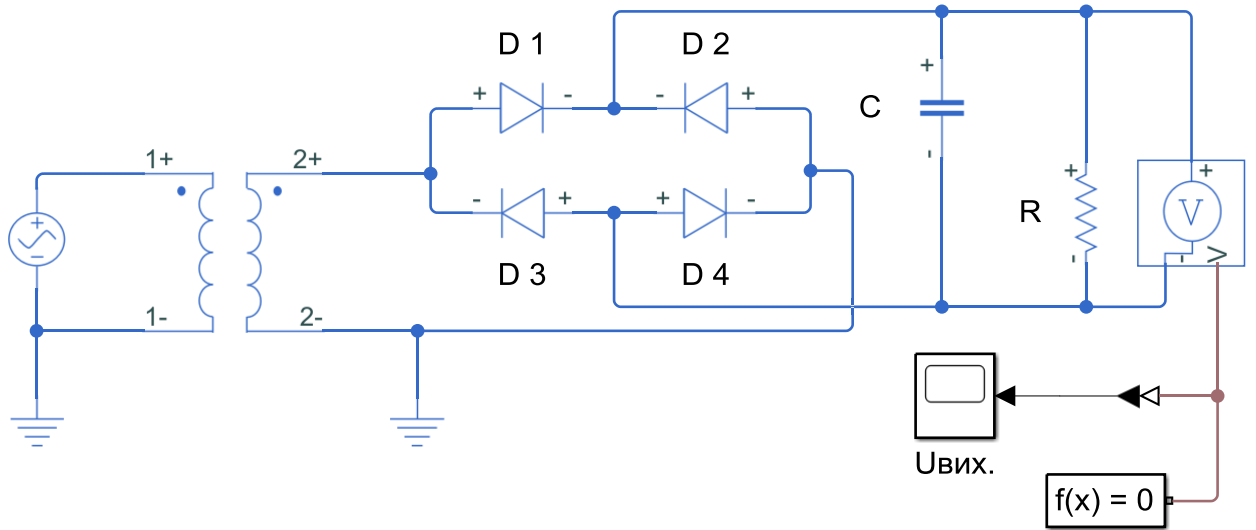


Рисунок-3.3 - Схема випрямляча змінного струму

На рис. 3.4, 3.5 приведено зміну в часі вихідного сигналу випрямляча змінного струму з частотою в 60Гц для різних значень опору навантаження.

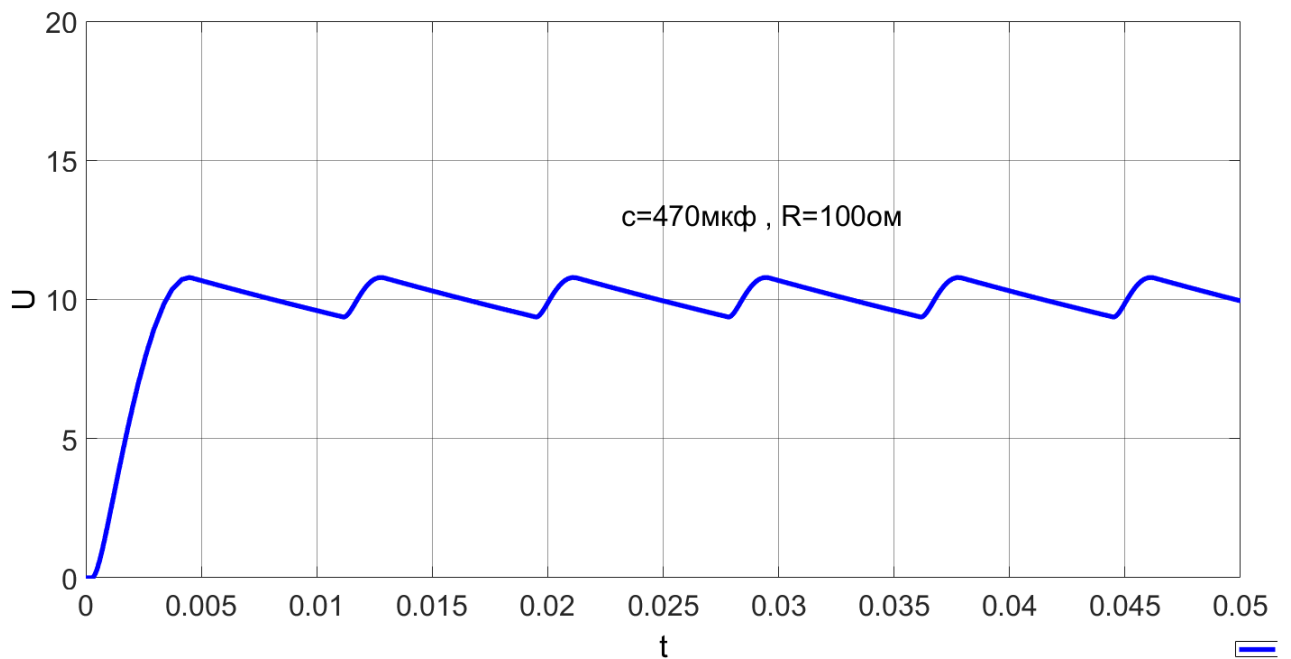


Рисунок.-3.4 - Вихідна напруга при навантаженні 100ом

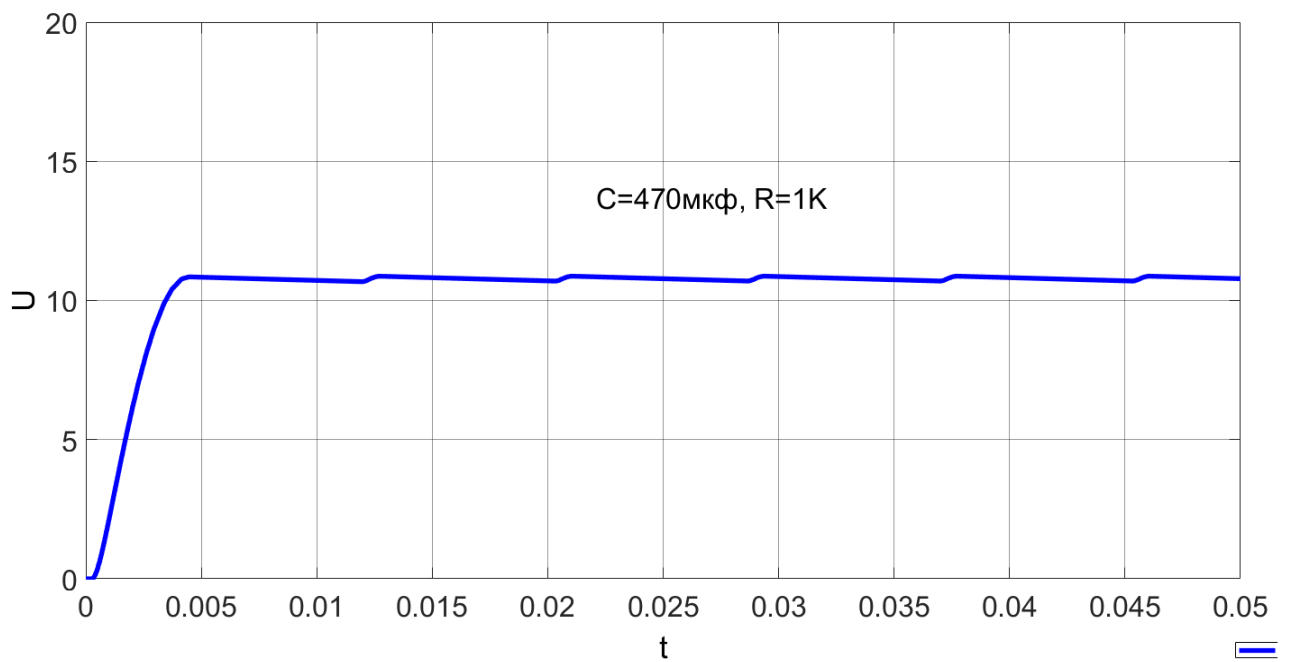


Рисунок-3.5 - Вихідна напруга при навантаженні 1К

#### Висновок

Побудована модель дозволяє досліджувати роботу випрямляча за різних значень параметрів його компоненту та опору навантаження і підбирати оптимальний режим функціонування.

## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Збереження трудових ресурсів і підвищення професійної активності працюючих відбувається завдяки покращенню стану здоров'я і подовженню середньої тривалості життя шляхом покращення умов праці, що супроводжується високою трудовою активністю і підвищенням виробничого стажу. Підвищується професійний рівень також завдяки зростанню кваліфікації і майстерності.

Економічне значення охорони праці визначається ефективністю заходів з покращення умов і підвищення безпеки праці та є економічним виразом соціальної значущості охорони праці. Тобто, економічне значення охорони праці оцінюється за результатами, отриманими при зміні соціальних показників шляхом впровадження заходів з покращення умов праці: підвищення продуктивності праці; зниження непродуктивних витрат часу і праці; збільшення фонду робочого часу; зниження витрат, пов'язаних з плинністю кадрів через умови праці, тощо.

На підприємствах спостерігається висока плинність кадрів серед працівників, робота яких пов'язана з важкою фізичною працею, несприятливими санітарно-гігієнічними умовами, монотонністю виробничого процесу. Із загальної кількості працівників, які звільняються за власним бажанням, від 10 до 25% складають особи, яких не влаштовують несприятливі умови праці.

### 4.1 Соціальний захист потерпілих на виробництві

У більшості промислово розвинутих країн державна соціальна політика базується на солідарній основі та на суспільній думці про те, що потерпілі на виробництві повинні мати право на особливі переваги в соціальному захисті.

Враховуючи вищезазначені обставини та враховуючи міжнародний досвід був розроблений і набув чинності з 1 січня 2001 року Закон України

«Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності». Цей Закон гарантує право громадян на соціальний захист, яке проголошується Конституцією України, зокрема в разі повної, часткової або тимчасової втрати працездатності. Окрім того, він створює правове поле, фінансові й організаційні механізми для успішного розв'язання триєдиного завдання: запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням, відновлення здоров'я та працездатності потерпілих на виробництві, компенсації потерпілим матеріальних збитків внаслідок ушкодження здоров'я.

Основними принципами соціального страхування від нещасного випадку Закон проголошує:

- обов'язковий порядок страхування всіх працівників, а також учнів та студентів навчальних закладів, коли вони набувають професійних навичок;
- сплату страхових внесків тільки роботодавцями;
- формування та витрачання страхових коштів на солідарній основі;
- своєчасне та повне відшкодування шкоди потерпілим;
- надання державних гарантій застрахованим у реалізації їх прав;
- диференціювання страхового тарифу з урахуванням умов і стану безпеки праці, виробничого травматизму та професійної захворюваності на кожному підприємстві;

Страхування від нещасного випадку здійснює Фонд соціального страхування від нещасних випадків – некомерційна самоврядна організація, що діє на підставі статуту.

Управління Фондом здійснюють правління та виконавча дирекція Фонду. До складу правління включаються представники держави, застрахованих працівників і роботодавців - по 15 осіб від трьох представницьких сторін. Правління Фонду спрямовує і контролює діяльність виконавчої дирекції Фонду та її робочих органів; щорічно, а також у разі



потреби, заслуховує звіти директора виконавчої дирекції Фонду про її діяльність.

Виконання статутних функцій та обов'язків Фонду щодо запобігання нещасним випадків та профзахворювань покладається на страхових експертів з охорони праці.

Беручи участь у реалізації державної політики в галузі соціального захисту людей праці Фонд здійснює такі основні послуги та виплати:

- повністю відшкодовує шкоду, заподіяну працівникові внаслідок ушкодження його здоров'я або в разі його смерті, виплачуючи йому або особам, які перебували на його утриманні: допомогу в зв'язку з тимчасовою непрацездатністю; одноразову допомогу в разі стійкої втрати професійної працездатності або смерті потерпілого; втрачений заробіток у разі тимчасової непрацездатності; пенсію по інвалідності; пенсію у зв'язку з втратою годувальника; грошову суму за моральну шкоду;
- організовує поховання померлого, оплачуючи пов'язані з цим витрати;
- організовує лікування потерпілих, їх перекваліфікацію, працевлаштування осіб з відновленою працездатністю;
- надає допомогу інвалідам у вирішенні соціально-побутових питань, організовує їх участь у громадському житті тощо.

Однак діяльність Фонду не обмежується лише реабілітаційними заходами щодо потерпілих на виробництві та виплатою їм відповідних компенсацій. Фонд здійснює також заходи, спрямовані на запобігання нещасних випадків, усунення загрози здоров'ю працюючих, у тому числі:

- надає допомогу підприємствам і організаціям у створенні та реалізації ефективної системи управління охороною праці;
- перевіряє стан профілактичної роботи та охорони праці на підприємствах;
- бере участь: у розробленні та реалізації національної та галузевих програм поліпшення стану безпеки, умов праці та виробничого середовища;

у здійсненні наукових досліджень у сфері охорони та медицини праці; у навчанні, підвищенні рівня знань працівників, які вирішують питання охорони праці; у розробленні законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці; у розслідуванні групових нещасних випадків, нещасних випадків із смертельними наслідками та з можливою інвалідністю, а також професійних захворювань;

- виконує інші профілактичні заходи.

Фонд соціального страхування від нещасних випадків може відмовити у страхових виплатах і наданні соціальних послуг застрахованому, якщо нещасний випадок згідно із законодавством не визнаний пов'язаним з виробництвом або якщо мали місце:

- навмисні дії потерпілого, спрямовані на створення умов для настання страхового випадку;
- надання роботодавцем або потерпілим Фонду соціального страхування від нещасних випадків свідомо неправдивих відомостей про страховий випадок;
- вчинення застрахованим умисного злочину, що призвів до настання страхового випадку.

Нагляд за діяльністю Фонду соціального страхування від нещасних випадків здійснює наглядова рада, до складу якої у рівній кількості входять представники держави, застрахованих працівників і роботодавців.

Державний нагляд у сфері страхування від нещасного випадку здійснюють спеціально уповноважені центральні органи виконавчої влади. Спрямовує і координує роботу зазначених органів з цих питань Кабінет Міністрів України.

4.2 Вимоги техніки безпеки при регулюванні та обслуговуванні прилад керування світлодіодним світильником

Пайка - процес з'єднання металів або неметалевих матеріалів за допомогою розплавленого присадочного металу, званого припоєм і має температуру плавлення нижче температури плавлення основного металу (або неметаллического матеріалу). Процес пайки застосовується або для отримання окремих деталей, або для складання вузлів або остаточного складання приладів. В процесі пайки відбуваються взаємне розчинення і дифузія припою і основного металу, чим і забезпечуються міцність, герметичність, електропровідність і теплопровідність паяного з'єднання. При пайку не відбувається розплавлення металу спаюється деталей, завдяки чому різко знижується ступінь викривлення і окислення металу.

Для отримання якісного з'єднання температура нагріву деталей в зоні шва повинна бути на 50-100 ° С вище температури плавлення припою. Спаюєвальні деталі нагрівають в печах, в полум'ї газового пальника, струмами високої частоти, паяльниками. Міцне з'єднання припою (сплав припою) з основним металом можна утворити лише в тому випадку, якщо поверхні спаювальних деталей вільні від оксидів і забруднень.

Процес пайки полягає в наступному: при нагріванні припій розплавляється і, стикаючись з нагрітим, але вільним від окисної плівки основним металом, змочує його, і розтікається по його поверхні. Здатність припою заповнювати шви залежить від ступеня змочування припоєм основного металу, його капілярних властивостей і шорсткості поверхні спаюється деталей.

До припою пред'являються наступні вимоги: висока механічна міцність припоїв в умовах нормальних, високих і низьких температур, хороші електропровідність і теплопровідність, герметичність, стійкість проти корозії, вологотекучість при температурі пайки, гарне змочування основного металу, певні для даного припою температура плавлення і величина температурного інтервалу кристалізації. Залежно від температури плавлення і міцності застосовуваних припоїв розрізняють пайку м'якими припоями (м'яку) і пайку твердими припоями (тверду).

При пайці м'якими припоями використовують припої з температурами плавлення нижче  $400^{\circ}\text{C}$ , щоб забезпечити отримання паяних швів з межами міцності до  $10\text{ кг / мм}^2$ .

Застосовують наступні м'які припої: олов'яно-свинцеві, малооловяністие, легкоплавкі і спеціальні.

Припої олов'яно-свинцеві (ПОС), що мають температуру плавлення  $183 \div 265^{\circ}\text{C}$ , являють собою сплави олова і свинцю з добавкою 1,5-2,5% сурми і позначаються (ГОСТ 1499-54) ПОС-18, ПОС-30, ПОС-40, ПОС-50, ПОС-61, ПОС-90 (цифра показує відсоток вмісту олова).

Малооловяністі і безоловяністі м'які припої: свинцеві ( $t_{\text{пл}} = 327^{\circ}\text{C}$ ), свинцево-срібні (2,5% срібла,  $t_{\text{пл}} = 304^{\circ}\text{C}$ ) і ін.

Легкоплавкі припої ( $t_{\text{пл}} = 60,5 \div 145^{\circ}\text{C}$ ) - сплави олова, свинцю, вісмуту і кадмію. Їх застосовують у випадках, коли потрібно зниження температури пайки через небезпеку перегріву деталей, а також для «східчастих» (друге) пайок. Механічна міцність припоев незначна, причому вісмутіві припої володіють великою крихкістю.

Спеціальні припої використовують для пайки матеріалів, що не піддаються якісній пайці стандартними припоями, причому найчастіше їх використовують для пайки алюмінію. Для пайки алюмінію і його сплавів застосовують спеціальні припої на олов'яній основі, які містять цинк, кадмій і іноді алюміній, а також чисте олово (вміст олова 99,92%), причому кращими є олов'яно-цинкові, олов'яно-кадмієві та кадмієво-цинкові сплави ( $t_{\text{пл}} = 197 \div 310^{\circ}\text{C}$ ), так як цинк і кадмій (особливо цинк) добре дифундують в алюмінії. М'які припої поставляються у вигляді чушок, прутків, дроту, стрічки, а також трубок з олов'яно-свинцевого сплаву, заповнених каніфолевим флюсом. Застосування трубчастих припоїв значно спрощує процес паяльних робіт і сприяє його механізації. При пайці м'якими припоями флюси, як правило, необхідні.

## ВИСНОВКИ

Згідно даного дипломного завдання було розроблено конструкцію “Прилад керування світлодіодним світильником”, розраховано його основні технічні параметри, проведено якісну та кількісну оцінку технологічності, визначено умови експлуатації та показники собівартості.

Проектування виробу здійснювалось з врахуванням сучасних вимог конструктивно-технологічного, економічного, естетичного характеру, норм ергономіки та дизайну.

Характерними особливостями пристрою є простота виготовлення, зручність експлуатації та ремонту, перспективність збуту.

З проведених розрахунків кількісної оцінки технологічності видно, що конструкція даного пристрою є повністю технологічною і відповідає існуючому рівню технологічності на підприємствах по випуску подібної РЕА.

Використання сучасної елементної бази дозволило зменшити його габарити і масу, забезпечити високий рівень вібростійкості та надійності.

Технологічний процес виготовлення проектованого виробу достатньо простий і не трудомісткий, більшість операцій піддаються автоматизації і механізації. Це істотно зменшує затрати праці, підвищує її продуктивність, позитивно впливає на собівартість готової продукції.

Пристрій повністю пристосований для багато серійного виробництва з можливим переходом підприємства на його серійний випуск.

Розповсюдженість і широке практичне застосування вибраних елементів значно полегшує ремонт проектованого виробу.

Розрахунок собівартості виробництва пристрою показав, що запропонований пристрій доступний по ціні для його придбання громадянами із середнім рівнем матеріального забезпечення.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки по виконанню дипломного проекту для студентів спеціальності: 172 «Телекомунікації та радіотехніка» - ТК ТНТУ, 2021р.
2. Методичні вказівки по виконанню графічної частини дипломного проекту - ТК ТНТУ, 2021р.
3. Ломакин Л. Электроника за рулем (аннотированный указатель). - Радио, 1996, # 9, с. 55, 56.
4. Ганженко Д., Кабаков Е., Коршун И. РС и его применение. - Радио, 1995, # 10, с. 47-49.
5. Бирюков С. Подавление импульсов "дребезга" контактов. - Радио, 1996, # 8, с. 47, 51.
6. Маслов А. Модернизация квазианалогового тахометра. - Радио, 1993, # 9, с. 36, 37.
7. Чуднов В. Линейная шкала в тахометре. - Радио, 1993, # 3, с. 13.
8. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Mathcad>
9. <http://pts-russia.com/products/mathcad/mathcad-info.html>
10. [http://4exam.info/book\\_257\\_glava\\_22\\_STATISTICHNIJJ\\_ANALIZ\\_EKOLOGICHNOSTI\\_VIROBNICTVA.html](http://4exam.info/book_257_glava_22_STATISTICHNIJJ_ANALIZ_EKOLOGICHNOSTI_VIROBNICTVA.html)
11. [https://pidruchniki.com/18210712/bzhd/pravila\\_bezpeki\\_pri\\_roboti\\_kompyuterom](https://pidruchniki.com/18210712/bzhd/pravila_bezpeki_pri_roboti_kompyuterom)
12. <https://studfiles.net/preview/5226642/page:3/>
13. [https://pidruchniki.com/16850303/bzhd/rozsliduvannya\\_oblik\\_avarij](https://pidruchniki.com/16850303/bzhd/rozsliduvannya_oblik_avarij)
14. [https://studopedia.com.ua/1\\_56124\\_provedennya-derzhavnogo-naglyadu-zahoronoj-pratsI-vidi-ta-osnovnI-parametri-provedennya-naglyadovih-zahodIv.html](https://studopedia.com.ua/1_56124_provedennya-derzhavnogo-naglyadu-zahoronoj-pratsI-vidi-ta-osnovnI-parametri-provedennya-naglyadovih-zahodIv.html)
15. <https://allbest.ru/otherreferats/radio/d00081866.html>
16. <https://ukrreferat.com/chapters/tehnichni-nauki/rozrahunok-dzeralnoi-anteni-suputnikovoi-anteni-kursova-roboata.html>