

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)
бакалавр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))
на тему: Розробка педалі ефектів для гітари на основі подвійного тріоду 6Н1П

Виконав: студент (ка) 4 курсу, групи РВс

спеціальності (напряму підготовки) 152

Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Прокопович А. І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Кругльов В. В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра приладів і контрольно-вимірювальних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис) _____
(прізвище та ініц)
« » 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Прокоповичу Андрію Ігоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка педалі ефектів для гітари на основі подвійного тріоду 6Н1П

Керівник роботи Кругльов Володимир Васильович асистент каф. ПВ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «___» _____ 2021 року № _____

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити) Загальнотехнічна частина. Конструкторсько технологічна частина. Спеціальна частина. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н, доц. каф. МТ Окіпний І.Б		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. каф. ОХ Клепчик В.М		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	Пояснювальна записка		
1	Загальнотехнічна частина		
2	Конструкторсько-технологічна частина		
3	Спеціальна частина		
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуація		
5	Висновки		
	Графічний матеріал		

Студент _____
(підпис)

Прокопович Андрій Ігорович
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Кругльов Володимир Васильович
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: Розробка педалі ефектів для гітари на основі подвійного тріоду 6Н1П

Сторінок

рисуноків

таблиць

креслень

джерел

додатків

Мета роботи- проектування виробу з врахуванням сучасних вимог економічного, естетичного, конструктивно-технологічного характеру, норм дизайну та ергономіки.

Пристрій є досить простий у виготовленні, зручний в експлуатації та ремонті, має хороші перспективи 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, більшість операцій піддаються автоматизації і механізації. Пристрій повністю пристосований для малосерійного виробництва з можливим переходом підприємства на його серійний випуск.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	11
1.1 Призначення та область застосування радіопристрою	11
1.2 Вибір і опис структурної схеми	13
1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз	14
2 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	16
2.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів та покриттів.....	16
2.2 Обґрунтування вибору конструкції.....	16
2.3 Вибір елементної бази	17
2.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів	29
2.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу.	35
2.6 Технічне обґрунтування конструкції проектного виробу з врахуванням технологічності.	41
2.7 Оцінка теплових режимів роботи виробу, розрахунок площі радіатора.....	44
2.8 Розрахунок надійності проектного виробу.....	44
2.10 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології	47
2.11 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, приспособувань, оснастки	48
2.12 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів	52
2.13 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....	54
2.14 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології	

	8
складання і монтажу виробу	58
2.15 Розробка технології ремонту, регулювання виробу	59
3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	60
3.1 Вибір і обґрунтування задачі автоматизованого проектування	60
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	66
4.1 Охорона праці	66
4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	70
ВИСНОВКИ	74
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	75

ВСТУП

Рішення економічних і соціальних завдань базується на досягненнях науково-технічного прогресу, який в свою чергу залежить від успіхів сучасної радіоелектроніки.

Область використання методів і засобів радіоелектроніки надзвичайно широка.

Це обчислювальна техніка і техніка автоматизованого управління, засоби навігації, радіозв'язок, телебачення, радіомовлення. Засоби радіоелектроніки допомагають досліджувати надра земної кулі, також оберігають здоров'я людей.

Постійне оновлення радіоелектронних пристроїв різного призначення неможливе без потужної електронної інструкції, яка виробляє сучасні електронні вироби. В багатьох випадках самі електронні вироби являються закінченими функціональними пристроями.

Прикладом цього може бути побутова радіоелектронна техніка: телевізори, електроакустичні пристрої, радіостанції Сі-Бі діапазону, радіоприймачі та інше. Прогрес електроніки народжує її нові напрямки: квантову електроніку, оптоелектроніку.

Використанням цих напрямків при створенні радіоелектронної апаратури не тільки змінює її обличчя, а й дозволяє створювати принципово нові пристрої. Прикладом цього можуть бути волоконно - оптичні лінії зв'язку, медичні прилади, ультразвукової діагностики.

Розвиток радіоелектроніки йде в напрямку збільшення якості виробів, їх надійності і в той же час зменшення їх собівартості. Одним з головних факторів, що забезпечує виконання цієї задачі є комплексна автоматизація виробничих процесів.

Важливим залишається питання з мініатюризації радіоелектронної апаратури і збільшення надійності її компонентів і електричних з'єднань між

ними.

Першим етапом мініатюризації є розміщення основних компонентів схеми на друкованій платі, яка являє собою діелектричну пластину з нанесеним на неї малюнком, що проводить електричний струм.

Мініатюризацією апаратури слід вважати також розробку мікромодульних схем.

Мікромодуль являє собою функціональний вузол, який зібраний з мініатюрних компонентів, об'єднаних у загальну конструкцію, яка забезпечує герметизацію і захист від механічних дій.

Досягнення у галузі фізики і технології напівпровідників дозволило перейти до нового етапу мініатюризації радіоелектронної апаратури, створення і вдосконалення інтегральних мікросхем.

Ступінь інтеграції сучасних мікросхем досягає декілька сотень тисяч транзисторів в одному кристалі. Це дало можливість створити наприклад однокристалъну мікрообчислювальну машину.

1 ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Призначення та область застосування радіопристрою

«Ламповий звук» - термін, що виник у другій половині ХХ століття в середовищі любителів звукозапису і музикантів для позначення відмінностей у звучанні музики, що пройшла підсилювальний тракт, виконаний на електронних лампах, від музики, записаної або відтвореної за допомогою підсилювачів на транзисторах.

Популярність протиставлення «теплого», «м'якого», «комфортного» лампового звуку і «безпристрасного, монотонного» звучання «кам'яного» підсилювача різні дослідники приписують суміші (у різному ступені) емоційних, технічних і комерційних причин.

Для того щоб створити особливу атмосферу при відтворенні музичних файлів краще купити ламповий підсилювач, а не транзисторний - це ясно не тільки фахівцям в області акустичних пристроїв, але і рядовим споживачам. Підтвердженням цього служить тенденція зростання споживчого попиту на дану групу товарів. Втім, назвати «ламповики» масовою продукцією не можна, адже вимоги до апаратури такого роду - найбільш високі, внаслідок чого і вартість названих пристроїв - не сама помірна.

Однак справжні цінителі музики як мистецтв готові розлучитися з немаленькою сумою заради володіння цим пристроєм. Якщо про покупку такого виробу замислюєтеся і ви, слід знати, що являє собою ламповий підсилювач. Тоді ви з легкістю зможете визначитися, який же саме виріб вам потрібно.

Пристрій даного типу збільшує потужність електросигнали за допомогою головного активного компонента - радіо- або електровакуумних ламп.

У «ламповиках» (як, втих і в інших різновидах підсилювачів) є три типи каскадів:

- передпідсилюючий тип;
- драйверного типу;
- вихідний тип.

Будь-яка людина, що грає на електрогітарі, прагне знайти «свій» неповторний звук, зробити звучання інструменту унікальним. Допомагають йому в цьому різні гітарні примочки - пристрої, особливим чином трансформують сигнал звукознімача гітари. Вони можуть робити звучання більш жорстким, агресивним, або навпаки, додати звуку нотку повітряної легкості.

Ламповий пере навантажувач для гітари - електронний пристрій для налаштування звучання як електро-гітари так і звичайної гітари; живиться від мережі змінного струму.

Включає в себе перетворювач напруги (трансформатор), випрямляч, стабілізатор напруги, і в разі потреби пристрій підсилення вхідного сигналу, засоби індикації (світлодіоди), засоби комутації (перемикачі і потенціометри), а також саму лампу.

Застосування даного пристрою доречно новачкам, любителям а також професіонал гітарної справи. Для покращення звучання а також додавання нових ефектів для свого задоволення. Виготовлення даного пристрою є дешевим відносно професійних засобів цього ж типу.

Експлуатується цей пристрій в середині приміщення отже зміни температури будуть незначними. Опираючись на це можна не використовувати елементну базу з високими показниками стабільності.

Даний пристрій призначений для застосування ефектів перевантаження звуку гітари з метою досягнути унікального звучання. Забезпечується плавне регулювання напруги живлення для більш точного настроювання діапазону частот.

Прилад за своєю невеликою областю застосування, може використовуватися як і в домашніх умовах, для аматорів, так і при записі

інструменту на студії.

Технічні параметри проектованого пристрою

- Напруга живлення	220 В
- Струм споживання	до 25 мА
- Діапазон відтворюваних частот	10...17250 Гц
- Вид індикації	світлодіодна
- Маса	1.2 кг
- Допустима вологість навколишнього середовища	70%
- Діапазон робочих температур	0...+40 °С

Можливість регуляції звучання змінними резисторами:

- Регулятор режиму «GAIN»
- Регулятор режиму «HIGH»
- Регулятор режиму «MIDDLE»
- Регулятор режиму «VOLUME»

1.2 Вибір і опис структурної схеми

Умовно ділити схеми пристроїв можна на такі блоки: блок посилення сигналу; блок управління сигналом; вихідний блок; джерело живлення.

Основним вузлом пристрою є вузол з операційного підсилювача і подвійного тріода. Сигнал з роз'єму XS1 надходить на ОП, обробляє їх, та передає їх подвійному тріоду при цьому достатньо підсиливши. Остаточний результат отримуємо на виході з роз'єму XS2.

Блок регулювання сигналу складається з декількох потенціометрів, які регулюють різні режими роботи даного пристрою. Також в ньому присутні перемикачі відповідаючі за вмикання режиму «True-Bypass».

Вихідний блок потрібний для передачі вихідного сигналу для відтворення на відповідних пристосуваннях лампового овердрайву.

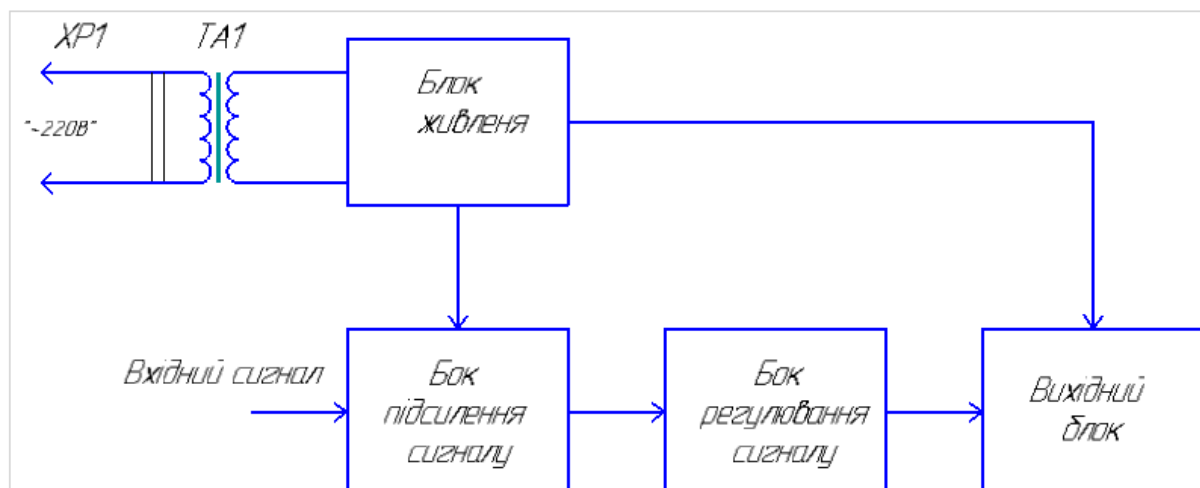


Рисунок 1.1 – Структурна функціональна схема лампового овердрайву

Блок живлення розрахований на вихідну напругу 12В, для живлення ОП і, через резистор R16 пнапруга падає до ~ 6В, для живлення подвійного тріода.

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Розглянемо роботу пристрою за його принциповою схемою:

Схема досить проста і не вимагає настройки. У ній використовується здвоєний операційний підсилювач DA1 “TL082”, який являється підсилювачем загального призначення. Для цієї схеми він підходить по всім параметрам. Але найкраще послухати звучання перевантаження з різними мікросхемами, а потім вибрати, з якою звук буде цікавіший. Другий важливий елемент схеми - лампа. Тут використовується подвійний тріод 6Н1П. Від вибору лампи звучання залежить в першу чергу.

На відміну від транзисторних, ламповим схемами крім основного живлення (в нашому випадку 12 вольт) схеми, потрібно напруга живлення лампи (6,3 вольт). На схемі є резистор R16 опором 20 Ом, який повинен гасити основну напругу 12 вольт до необхідних 6,3.

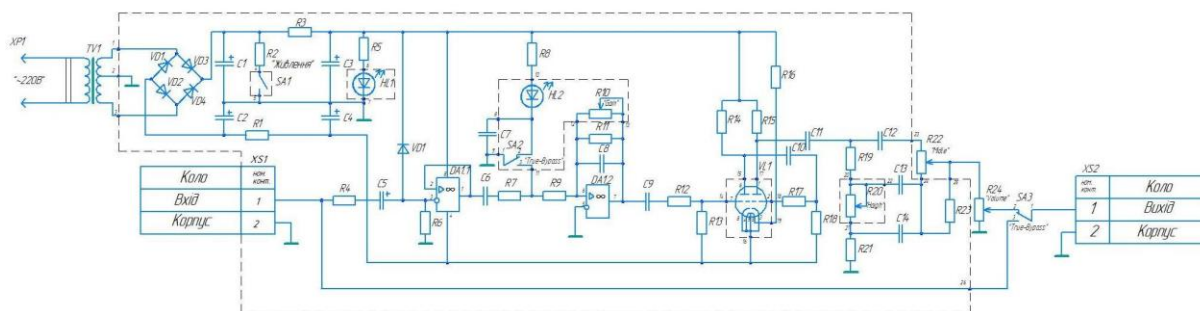


Рисунок 1.2 - Схема електрична принципова лампового овердрайву

Однак, таке рішення не зовсім вдале, адже у різних ламп різний опір нитки, тому і напруга буде плавати від лампи до лампи, до того ж, на цьому резисторі буде розсіюватися пристойна кількість тепла.

Чотири потенціометра дозволяють регулювати: рівень перевантаження - R10 "GAIN", рівень високих частот - R20 "HIGH", середніх частот - R22 "MIDDLE", рівня гучності R24 "VOLUME". Всі потенціометри лінійні.

На схемі передбачено так званий «True-Bypass», перемикач SA2, в одному положенні якого сигнал йде в обхід схеми, безпосередньо з входу на вихід (світлодіод при цьому не горить), а в іншому сигнал проходить через схему (світлодіод горить).

Живлення всієї схеми разом з навантаженням лампи складає близько 200 мА, тому їй потрібно досить потужний блок живлення.

2 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Опис конструювання виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів та покриттів

Основними конструктивними елементами виробу є друкований вузол, трансформатор, подвійний тріод з кріпленням, верхня та нижня кришки.

Друкований вузол розміщується на нижній кришці разом з трансформатором і подвійним тріодом.

Такий варіант розміщення зменшить габарити пристрою по ширині та довжині, оскільки в даному пристрою присутні багато виносних елементів верхня кришка захищена потенціометрами, але не впливає на функціональне використання.

Для цього резисторі повинні бути оснащені ручкою для кращого регулювання режимів. Також на верхній кришці є перемикач для живлення і світлодіоди, для індикації режимів роботи.

На стику верхньої і нижньої кришок присутні два перемикача відповідаючі за вмикання режиму «True-Bypass».

З іншого боку встановлено два роз'єми, один на вхід, інший - вихід. Також кріпиться мережевий шнур через прокладку.

Як матеріал кришки буде використовуватися пластмаса.

Використання даного матеріалу дозволяє зменшити масу виробу, зменшити його вартість, а також значно спростити виготовлення самої кришки, оскільки пластмасова деталь виготовляється лише за один технологічний цикл.

2.2 Обґрунтування вибору конструкції

Проектований пристрій складається з багатьох блоків і виносних елементів які розміщуються на корпусі.

На основному блоці присутні органи управління і індикації.

В якості органів керування використовуються перемикачі і потенціометри.

Елементами основного блоку є друкований вузол, подвійний тріод, трансформатор, верхня та нижня кришки. друкований вузол кріпиться до нижньої кришки з допомогою гвинтів.

Верхня кришка кріпиться до нижньої з допомогою заціпок і гвинтів. Використання заціпки для з'єднання кришок полегшить процес складання виробу та скоротить його тривалість.

Проектований пристрій володіє хорошим естетичним виглядом, що підвищує його ергономічність.

2.3 Вибір елементної бази

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

- 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.

Виходячи із цих умов, вибираємо наступні електрорадіоелементи:

Оптимальним варіантом вибору постійних резисторів є типу CFR виробництва компанії «YAGEO» потужністю 0,25 Вт.

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 тому їх дістати буде дуже легко, також даний тип резисторів є не дорогими, що значно зменшує вартість виробу.

Електролітичні конденсатори виконують функцію фільтрів. В якості електролітичних конденсаторів використано конденсатори типу СЕ виробництва компанії “NICHION”

Основні параметри електролітичних конденсаторів фірми “NICHION”

- Діапазон ємності	4.7-10000 мкФ
- Розкид точності	±20 %
- Термін зберігання	40 років
- Струм протікання	до 0,3 мкА
- Середній наробіток	1000 год
- Тангенс кута втрат	0,19 °
- Температура навколишнього середовища	-45...+85 °С

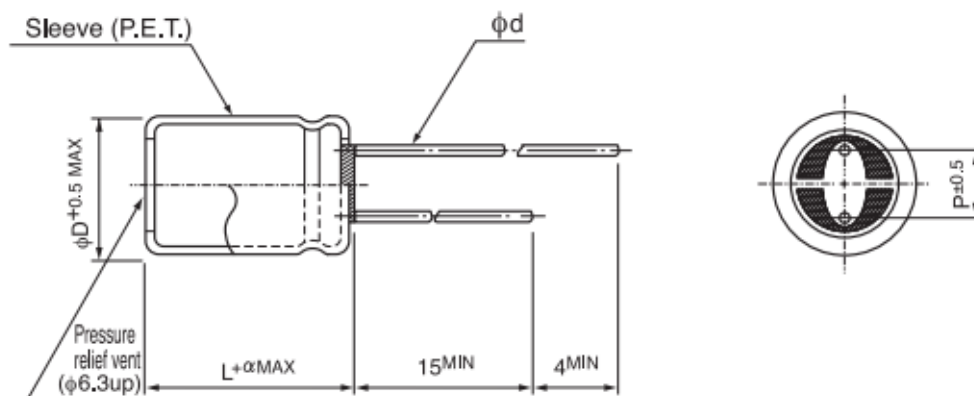


Рисунок 2.1- Зовнішній вигляд і розміра електролітичних конденсаторів С1-С4, С6.

Конденсатори типу ССК – керамічні неізолювані. виробництва компанії «SR PASSIVE». Вони мають малі габарити, являються дуже дешевими та

доступними. І мають добрі електричні параметри.

Призначені для роботи в ланках постійного та пульсуючого струмів, а також в імпульсних режимах.

Використовуючи конденсатори такого типу дає нам можливість автоматизувати процес виготовлення виробу.

В даному пристрої використано такий тип конденсаторів у зв'язку з їх поширеністю, дешевизною та відповідними електричними параметрами, що задовольняють схему по ємності

Основні параметри керамічних конденсаторів фірми "SR PASSIVE":

- Робоча напруга	50 В
- Відхилення ємності від номінального значення	$\pm 10\%$
- Інтервал робочих температур	$-40\dots+100\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Температурний коефіцієнт ємності	$+3,3\%$
- Відносна вологість	до 98 %
- Діапазон тиску	6,6-2942 гПа
- Діапазони ємностей	$5-10 \times 10^5\text{ нФ}$
- Група ТКЄ	H20
- Температура навколишнього середовища	$-45\dots+85\text{ }^{\circ}\text{C}$

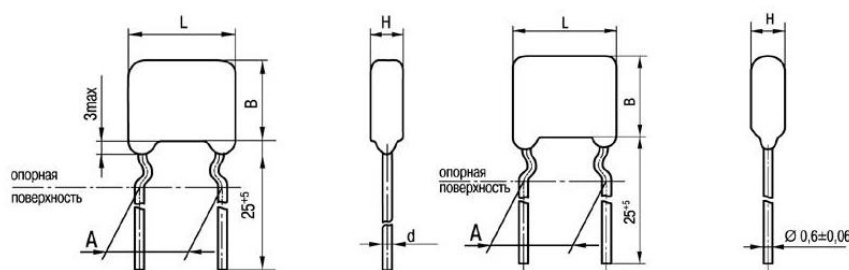


Рисунок 2.2 - Зовнішній вигляд і розміри конденсатора ССК – С5, С7-С14.

В якості операційного підсилвача DA1 була підібрана мікросхема типу

TL082 виробництва компанії “SGS-TOMSON”. TL082CP є операційним підсилювачем (ОП) з JFET входом в 8-вивідному корпусі DIP.

Цей пристрій включає в себе високовольтні JFET і біполярні транзистори в монолітній інтегральній схемі.

Пристрій відрізняється високою швидкістю наростання, низьким вхідним зміщенням, низькими струмами зміщення і низьким температурним коефіцієнтом напруги зсуву.

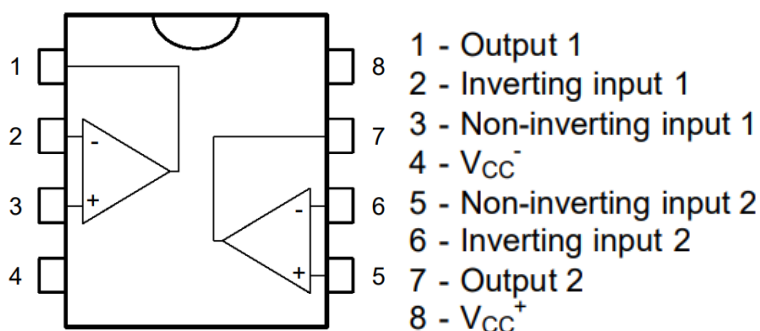
Володіє підходящими електричними параметрами.

Даний тип мікросхеми задовольняє всі вимоги, що до них висуваються.

Використовуючи стабілізатор напруги в такому корпусі дає нам можливість автоматизувати процес виготовлення виробу.

Основні параметри операційного підсилювача TL082CP

- Низький рівень енергоспоживання	1.4 мА / канал
- Смуга пропускання з одиничним посиленням	3 МГц
- Швидкий час наростання	13 В / мкс
- Діапазон напруги живлення	-7...36 В
- Низький вхідний струм зміщення	30 пА
- Низький струм зміщення на вході	5 пА
- Діапазон робочої температури	0...70 °С
- Широкі діапазони синфазних і диференціальних напруг	
- Вхідний каскад JFET з високим опором	
- Захист виходу від короткого замикання	



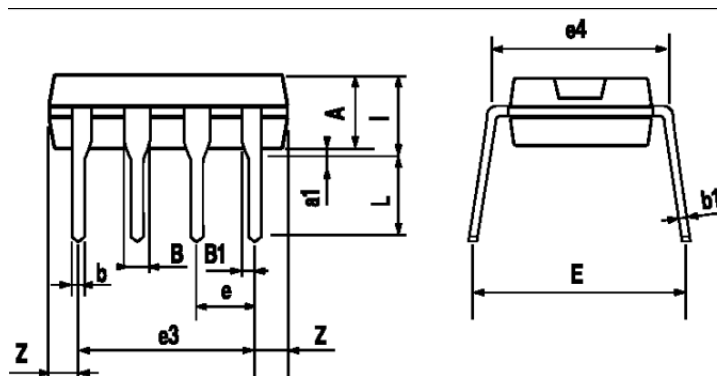


Рисунок 2.3 - Зовнішній вигляд і розміри операційного підсилювача

Світлодіод типу АЛ307БМ. В даному пристрої світлодіод HL1 призначений для індикації напруги електроживлення 220В. А HL2 призначений для індикації сигналу коли той йде в обхід схеми, безпосередньо з входу на вихід.

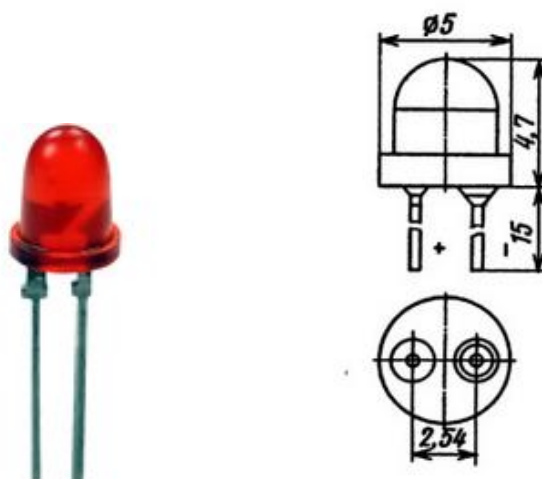


Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд світлодіода типу АЛ307БМ

Основні параметри світлодіода АЛ307БМ:

- Напруга живлення	2 В
- Струм споживання	100 мА
- Колір лінзи	червоний
- Потужність розсіювання	120 мВт
- Колір свічення	червоний
- Робоча температура	-30...+85 °С

В якості постійних резисторів обрано резистори типу CFR-25 виробництва

компанії “Yageo”.

Даний тип постійних резисторів задовольняє всі вимоги, що до них висуваються.

Використовуючи даний тип резистора дає нам можливість автоматизувати процес виготовлення виробу.

Основні технічні характеристики резисторів типу CFR-25:

- Серійний номер	CFR
- Номінальні потужності	0.25 Вт
- Максимальна робоча напруга	300 В
- Діапазон номінальних опорів	1-10x10 ⁶ Ом
- Допуск	±5%
- Діапазон робочих температур	-50...200 °С



Рисунок 2.5 - Зовнішній вигляд та розміри резистора CFR-25 – R1-R9, R11-R19, R21, R23.

В якості підстроювальний резистор обрано підстроювальний резистор типу S16KN1-B виробництва компанії “Yageo”.

Даний тип потенціометрів задовольняє всі вимоги, що до них висуваються.

Основні технічні характеристики потенціометрів типу S16KN1-B

- Діапазон опорів	1-10x10 ⁶ Ом
- Характеристика В	лінійна
- Допуск опору до 1МОм	± 20%
- Номінальна потужність	0,2 Вт
- Залишковий опір	<10 Ом
- Напруга шумів	<47 мВ
- Максимальна робоча напруга (АС)	200 В
- Кут повороту	300° ± 1%
- Кількість циклів регулювання	15000
- Кількість циклів включення / вимикання	1000

В якості перемикача SA1 було вибрано перемикач для живлення RS-201-6C виробництва компанії “China”.

Задовільняє усі вимоги, що до нього висуваються.

Основні технічні характеристики перемикача RS-201-6C:

-Номінальні значення струму	15 А
-Номінальні значення напруги	250 В
-Граничне напруга	1500 В
-Опір ізоляції	не менше 100 МОм
-Максимальна потужність комутації	3,75 кВт
-Опір контактів	не більше 35 МОм
-Механічний ресурс	10 000 циклів
-Робоча температура	-30...+80 °С

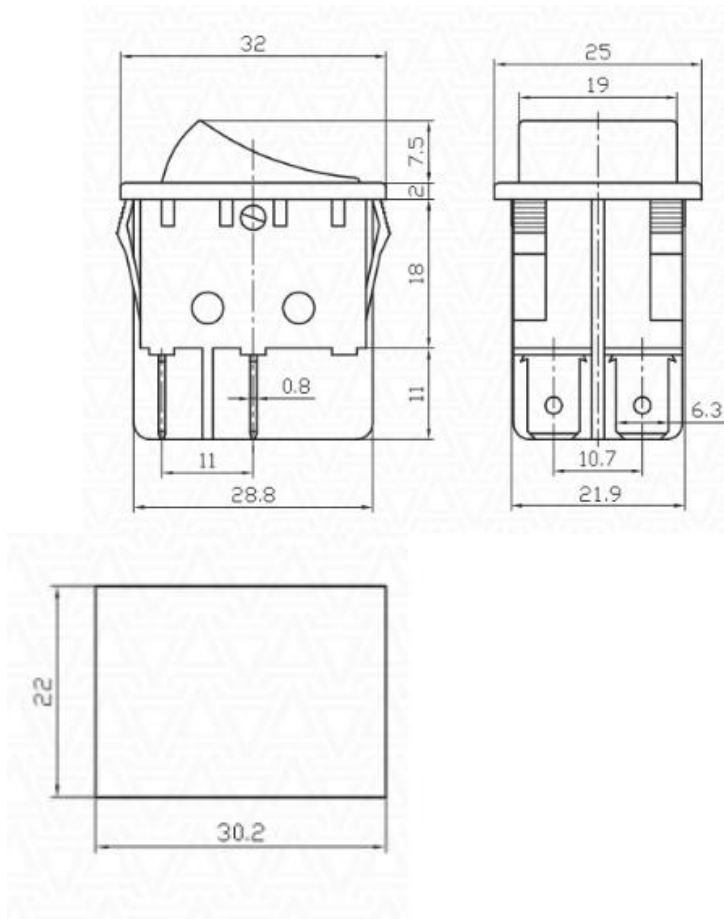


Рисунок 2.6 - Зовнішній вигляді розміри перемикача RS-201-6C

Трансформатор TW1 виконує функцію імпульсного трансформатора для пониження напруги на заданий рівень.

В якості імпульсного трансформатора був вибраний трансформатор типу EE16-K-H10P-TF1626 фірми “FERYSTER”. Даний трансформатор задовольняє усі вимоги що до нього висуваються.

Основні технічні характеристики трансформатора SX-337EE16L

-Тип трансформатора	імпульсний
-ККД	85 %
-Фаза	одна
-Напруга вторинної обмотки	12 В
-Потужність	5 Вт
-Кількість обмоток	2
-Робоча температура	-35...+125 °С
-Структура обмоток	тороїдальна

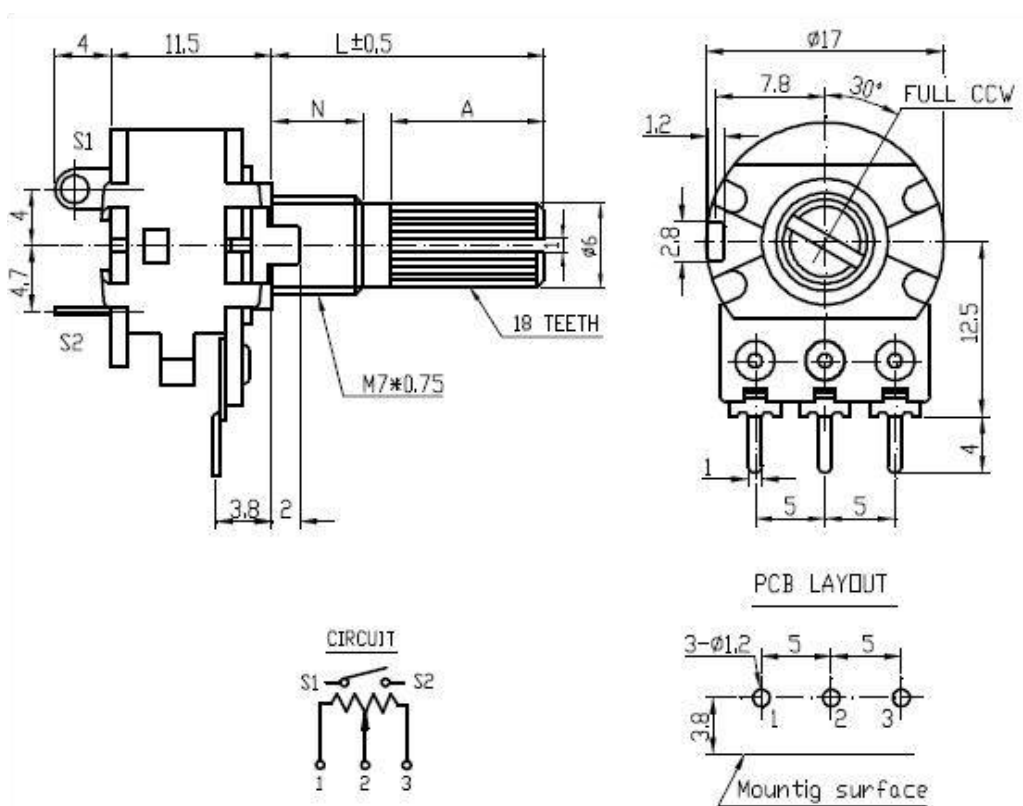


Рисунок 2.7 - Зовнішній вигляд і розміри підстроювального резистора типу S16KN1-B – R10, R20, R22, R24.

В якості перемикача SA2 і SA3 було вибрано перемикач трьох-позиційних V16-11XAF-3-12G виробництва компанії «ONPOW». Задовольняє усі вимоги, що до нього висуваються.

Основні технічні параметри перемикача V16-11XAF-3-12G «ONPOW»

- Тип перемикача	поворотний
- Кількість всіх позицій	3
- Кількість фіксованих позицій	3-позиційні
- Навантажувальна здатність контактів АС	3А / 220ВАС
- Навантажувальна здатність контактів DC	2А / 24В
- Робоча температура	-20... 55 °С
- Перебіг перемикання	OFF-ON-ON - лінія 1, ON-ON-OFF - лінія 2
- Матеріал контакту сплаву	срібла
- Опір контакту макс	50 мОм
- Матеріал корпусу	пластик
- Напруга пробою	2 кВ
- Клас герметичності	IP40
- Розміри монтажного отвору	16 мм
- Підсвітка	LED 12 В АС / DC
- Колір корпусу	чорний
- Форма	прямокутна



Рисунок 2.8 - Зовнішній вигляд перемикача V16-11XAF-3-12G.

Роз'єм 1502 01 фірми "Lumberg" розміром 3,5 мм, 3-полюсний стерео роз'єм джек. Вертикальні джек версії шасі гніздо відповідно до JIS C 6560 і стандарт JC35J3A для друкованих плат. Зображений на рисунку 2.9.



Рисунок 2.9 - Зовнішній вигляд гнізда 1502 01 "LUMBERG "

Основні характеристики гнізда 1502 01 "LUMBERG ":

- Номінальний струм	1А
- Номінальна напруга	20 В
- Діапазон температур	-20...+70° С
- Кількість контактів	3

В якості перетворювача сигналів трикутної форми в синусоїдальну використано діоди типу 1N4148 виробництва компанії "Pan Jit".

Був обраний через відповідність своїх електричних параметрів, а також через те, що він дешевий, поширений в продажі та якісний.

Даний діод задовольняє всі вимоги, що до нього висуваються.

Основні технічні характеристики діода 1N4148:

- Максимальна потужність розсіювання	100 Вт
- Максимальна напруга стабілізації	100 В
- Статичний опір	10 Ом
- Максимальний струм стабілізації	5 А
- Робоча температура	-50 ...125 °С



Рисунок.2.10- Зовнішній вигляд діода типу 1N4148



Рисунок.2.11 - Зовнішній вигляд діода типу 1N4003

В даній схемі функцію стабілітрону виконує стабілітрон типу 1N4003 виробництва компанії “Vishay”.

Даний діод задовольняє всі вимоги, що до нього висуваються.

Основні параметри діода 1N4003:

- Максимальна постійна зворотня напруга	50 В
- Максимальний прямий струм	5 А
- Максимальний час зворотнього відновлення	100 мкс
- Максимальна імпульсна зворотня напруга	100 В
- Максимальний зворотній струм	5 мкА
- Максимальна пряма напруга	1В
- Робоча температура	-65...+125 °С

Радіолампа 6Н1П-ЕВ подвійний мініатюрний тріод підвищеної довговічності, надійності та механічної міцності.

Призначена для підсилення напруги низької частоти.

Застосовується в попередніх каскадах низької частоти, фазоінверторах і каскадах розгортки телевізійних приймачів.

Основні технічні характеристики 6Н1П-ЕВ:

- Напруга розжарення	$6,3 \pm 0,6$ В
- Струм розжарення	600 ± 50 мА
- Напруга анода номінальна (постійна)	250 В
- Напруга анода гранична (постійна)	300 В
- Струм анода кожного тріода	$7,5 \pm 1,5$ мА
- Струм катода кожного тріода граничний	25 мА
- Напруга сітки при струмі анода 10 мкА	-20 В
- Зворотний струм сітки	0,5 мкА
- Напруга між катодом і підігрівачем гранична	250 В
- Потужність, що розсіюється кожним анодом	2,2 Вт
- Крутизна характеристики кожного тріода	$4,45 \pm 0,65$ мА/В
- Напруга між анодами	не більше 2,5 В
- Коефіцієнт підсилення кожного тріода	35 ± 7
- Опір в ланцюзі кожного катода для автоматичного зсуву	600 Ом
- Опір в ланцюзі сітки граничний	1 мОм
- Ємність вхідна кожного тріода	$3,1 \pm 1,1$ пФ
- Ємність вихідна першого тріода	$1,75 \pm 0,35$ пФ
- Ємність вихідна другого тріода	$1,95 \pm 0,35$ пФ
- Ємність прохідна кожного тріода	не більше 2,2 пФ
- Ємність між анодами	не більше 0,2 пФ
- Оформлення	скляне мініатюрне



Рисунок 2.12 -Зовнішній вигляд подвійного тріода

2.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

На даному етапі проведено розрахунок двопівперіодного мостового випрямляча із ємнісним згладжувальним фільтром, а також вибір мікросхеми інтегрального стабілізатора.

Вихідні дані для розрахунку:

Номінальна вихідна напруга	15 В
Максимальний струм навантаження	0,25 А

Зворотня напруга, яка прикладатиметься до діодів мостового випрямляча розраховується за формулою (2.1):

$$U_{зв} = 1.5U_0, \quad (2.1)$$

де $U_{зв}$ – зворотня напруга, яка прикладатиметься до діодів випрямляча;

U_0 – номінальна випрямлена напруга.

$$U_{зв} = 1,5 \cdot 15 = 22,5 \text{ (В)}$$

Середнє значення прямого струму розраховується згідно формули (2.2)

$$I_{пр.сер.} = \frac{I_0}{2}, \quad (2.2)$$

де I_0 – номінальний струм навантаження.

Згідно формули (2.2) отримано значення середнього прямого струму:

$$I_{пр.сер.} = 0,125 \text{ А.}$$

Амплітуда імпульсного прямого струму через діоди мостового випрямляча обрховується за формулою (2.3)

$$I_m = 3.5 I_0, \quad (2.3)$$

Згідно формули (2.3) отримано значення амплітуди імпульсного прямого струму: $I_m = 0,88A$.

Вибір діодів, або діодних зборок для мостових випрямлячів потрібно проводити з врахуванням того, що граничні параметри діодів (зборок) повинні перевищувати значення отримані згідно формул (2.1), (2.2), (2.3).

Для використання в якості мостового випрямляча обрано діодну зборку типу KA78L15AZ "Fairchild Semiconductor".

Граничні значення діодної зборки DF01M-E3/45 "Vishay" перевищують розраховані, отже діодна зборка типу DF01M-E3/45 "Vishay" підходить для використання в проектованому пристрої..

Опір навантаження розраховується за формулою (2.4).

$$R_n = \frac{U_0}{I_0}, \quad (2.4)$$

Опір навантаження згідно (2.4) становить:

$$R_n = \frac{15}{0,25} = 60(\text{Ом});$$

Розрахунок потужності навантаження трансформатора проводиться згідно формули (2.5):

$$P_0 = U_0 I_0, \quad (2.5)$$

Для першої частини блоку живлення потужність навантаження згідно (2.5) становить:

$$P_0 = 15 \cdot 0,25 = 3,75 (\text{Вт});$$

Активний опір обмоток трансформатора розраховується згідно формули (2.6)

$$r_{\text{тр}} = (0.05 \dots 0.08)R_{\text{н}}, \quad (2.6)$$

Активний опір вторинної обмотки трансформатора згідно (2.6) становить

$$r_{\text{тр}} = (0.05 \dots 0.08)60 = 3,6 \text{ (Ом)};$$

Наближено прямий опір діоду мостового випрямляча обраховується за формулою (2.7)

$$r_{\text{пр}} = U_{\text{пр.сер.}}/3I_{\text{пр.сер.}} \quad (2.7)$$

$$r_{\text{пр}} = 1.1/(3 \cdot 0,125) = 2,9 \text{ (Ом)};$$

Активний опір фази мостового випрямляча розраховується згідно формули (2.8):

$$r = r_{\text{тр}} + 2r_{\text{пр}}, \quad (2.8)$$

$$r = 3,6 + 2 \cdot 2,9 = 9,4 \text{ (Ом)};$$

Допоміжний коефіцієнт А розраховується згідно формули (2.9)

$$A = 1.6 \frac{r}{R_{\text{н}}}, \quad (2.9)$$

$$A = 1.6 \frac{9,4}{60} = 0,25;$$

Допоміжні коефіцієнти B , D , F , H , знаходяться за розрахунком за формулою (2.9) допоміжним коефіцієнтом A згідно графіків, показаних на рисунку 2.13, та рисунку 2.14.

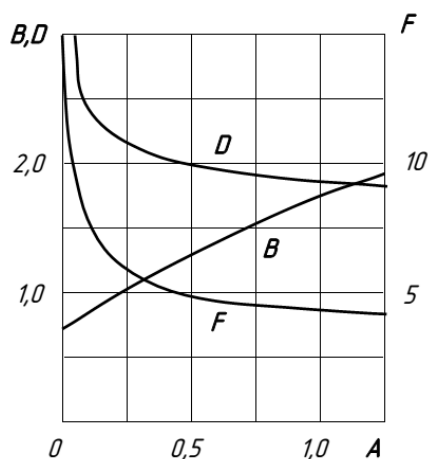


Рисунок 2.13 – Графік залежності допоміжних коефіцієнтів B , D , F від допоміжного коефіцієнта A

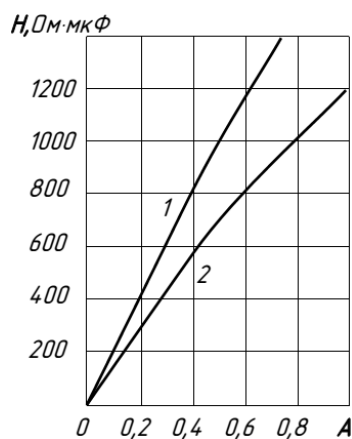


Рисунок 2.14 – Графік залежності допоміжного коефіцієнту H від допоміжного коефіцієнту A , 1-для однопівперіодної схеми, 2-для інших схем

За графіками встановлено такі значення допоміжних коефіцієнтів:

$$B=1.2;$$

$$D=2.2;$$

$$F=5;$$

$$H=310 \text{ Ом} \cdot \text{мкФ};$$

Напряга вторинної обмотки трансформатора розраховується за формулою (2.10)

$$U_{2x} = BU_0, \quad (2.10)$$

$$U_{2x} = 1,2 \cdot 15 = 18 \text{ (В)};$$

Ефективне значення струму вторинної обмотки розраховується за формулою (2.11)

$$I_2 = \frac{DI_0}{\sqrt{2}}, \quad (2.11)$$

$$I_2 = \frac{2,2 \cdot 0,25}{\sqrt{2}} = 0,39 \text{ (А)};$$

Уточнення значення зворотної напруги проводиться за формулою (2.12)

$$U'_{зв} = 1,4U_{2x} \quad (2.12)$$

$$U'_{зв} = 1,4 \cdot 18 = 25,2 \text{ (В)};$$

Уточнення значення імпульсного прямого струму проводиться за формулою (2.13):

$$I'_m = 0,5FI_0 \quad (2.13)$$

$$I'_{m1} = 0,5 \cdot 5 \cdot 0,25 = 0,63 \text{ (А)};$$

Уточнені значення прямого імпульсного струму і зворотної напруги є меншими ніж відповідні граничні параметри діодної зборки, отже їх вибір проведено правильно.

Розрахунок ємності конденсатора згладжувального фільтру проводиться

за формулою (2.14)

$$C = \frac{H}{rK_0} \quad (2.14)$$

де K_0 – коефіцієнт пульсацій на виході фільтру, становить 0,09.

$$C = \frac{310}{9,4 \cdot 0,09} = 366 \text{ (мкФ)};$$

Розраховане значення номінальної ємності заокруглюється до найближчого стандартного номінального значення за рядом Е6 ГОСТ 28884-90. Потрібно використовувати конденсатори С1, С2 ємністю 470 мкФ.

2.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу.

Проектований пристрій містить одну друковану плату. Дана плата є двостороння, з металізованими отворами.

На даній платі розміщуються більшість ЕРЕ виробу, за винятком потенціометрів, лампи, роз'ємів та кнопки включення пристрою.

Більшість елементів, які розміщуються на даній платі паяються автоматично. Всі вони паяються з однієї сторони плати.

В центрі плати розміщено операційний підсилювач навколо нього розміщено допоміжні елементи необхідні для його нормальної роботи.

Через велику кількість вносних ЕРЕ, елементи з якими вони напряму зв'язані винесені на край плати для комфортного підєднання перемичок.

Це рішення дозволяє спростити доступ до органів комутації.

Єдиний елемент схеми на якому можливе надмірне виділення тепла, резистор R16, розмішений на платі горизонтально, це забезпечить відвід тепла на друковану плату.

Максимальна напруга, яка присутня на платі становить 12 В.

При проектуванні друкованої плати було мінімізовано довжину

друкованих провідників, що зменшує їх опір, а також зменшує паразитну індуктивність.

Для зменшення паразитної ємності ділянки паралельного проходження провідників скорочені.

На даній платі не розміщуються елементи, які нагріваються, або ж джерела електромагнітного випромінювання, тому в даному випадку немає взаємовпливу між елементами.

Розрахунок друкованого монтажу:

1. Виходячи з технологічних можливостей виробництва вибираємо метод виготовлення і клас точності друкованої плати (ОСТ 4.010.022–85).

Вибираємо метод виготовлення – хімічний, клас точності – 3 по ГОСТ23751-82.

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

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} \cdot t} \quad (2.1)$$

де I_{\max} – максимальний постійний струм, який протікає в провідниках, визначається із аналізу принципової схеми. $I_{\max} = 1 \text{ А}$;

$j_{\text{доп}}$ – допустима густина струму, для комбінованого позитивного методу виготовлення $j_{\text{доп}} = 20 \text{ А/мм}^2$.

t – товщина провідника, $t = 35 \times 10^{-3} \text{ мм}$.

$$b_{\min 1} = \frac{1}{20 * 0,035} = 1.4(\text{мм})$$

Вибираємо мінімальну ширину друкованого провідника 1,4 мм.

3. Визначається мінімальна ширина провідника для силової частини виходячи з допустимого падіння напруги на ньому:

$$b_{\min 2,1} = \frac{\rho \cdot I_{\max} \cdot l}{t \cdot U_{\text{доп}}} \quad (2.2)$$

де ρ – питомий об'ємний опір. $\rho = 0,05 \text{ Ом} \times \text{мм}^2 / \text{м}$.

l – довжина провідника, приймаємо $l = 0,34 \text{ м}$.

$U_{\text{доп}}$ – допустиме падіння напруги, визначається з аналізу принципової схеми і не повинно перевищувати 5% від напруги живлення мікросхем і не більше запасу завадостійкості мікросхем. $U_{\text{доп}} = 0,25 \text{ В}$.

$$b_{\min 2} = \frac{0,05 \cdot 0,05 \cdot 0,34}{0,035 \cdot 0,25} = 0,14 (\text{мм})$$

4. Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

$$d = d_E + |\Delta d_{\text{H.B.}}| + r \quad (2.3)$$

де: d_E – максимальний діаметр виводу встановлюваного ЕРЕ

$\Delta d_{\text{H.B.}}$ – нижнє граничне відхилення від номінального діаметру монтажного отвору; $\Delta d_{\text{H.B.}} = 0,1 \text{ мм}$.

R – різниця між мінімальним діаметром отвору і максимальним діаметром виводу ЕРЕ, $r = 0,2 \text{ мм}$.

$$D_{(\text{CC1K})} = 0,5 + 0,1 + 0,2 = 0,8 (\text{мм.})$$

$$d_{(\text{CE-1000})} = 0,9 + 0,1 + 0,2 = 1,3 (\text{мм.})$$

$$d_{(\text{CE-4700})} = 0,9 + 0,1 + 0,2 = 1,3 (\text{мм.})$$

$$d_{(\text{CE10})} = 0,5 + 0,1 + 0,2 = 0,8 (\text{мм.})$$

$$d_{(\text{TL082})} = 0,6 + 0,1 + 0,2 = 0,9 (\text{мм.})$$

$$d_{(\text{CFR})} = 0,5 + 0,1 + 0,2 = 0,9 (\text{мм.})$$

$$d_{(\text{1N4003})} = 0,6 + 0,1 + 0,2 = 0,9 (\text{мм.})$$

$$d_{(1N4148)} = 0,6 + 0,1 + 0,2 = 0,9 \text{ (мм.)}$$

Приймаються такі стандартні діаметри отворів 0.9, 1.3 мм;

5. Розраховуються діаметри контактних площадок:

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5h_{\phi} \quad (2.4)$$

де h_{ϕ} – товщина фольги, $h_{\phi} = 35\text{мкм}$.

$D_{1\min}$ – мінімальний ефективний діаметр площадки:

$$D_{1\min} = 2(b_M + d_{\max} / 2 + \delta d + \delta p) \quad (2.5)$$

де b_M – відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площадки. $b_M = 0,035$ мм.

Δd і δp – допуски на розташування отворів і контактних площадок.

$$\Delta d = 0,08\text{мм.}, \delta p = 0,20\text{мм.}$$

D_{\max} – максимальний діаметр просвердленого отвору, мм:

$$d_{\max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (2.6)$$

$$d_{\max 1} = 0,9 + 0,1 + 0,1 = 1,1\text{мм}$$

$$d_{\max 2} = 1,3 + 0,1 + 0,1 = 1,5\text{мм}$$

$$D_{1\min 1} = 2 \frac{0,035 + 1,1}{2 + 0,08 + 0,20} = 2 \frac{1,13}{2,28} = 1\text{мм}$$

$$D_{1\min 2} = 2 \frac{0,035 + 1,5}{2 + 0,08 + 0,20} = 2 \frac{1,535}{2,28} = 1,3\text{мм}$$

$$D_{\min 1} = 1 + 1,5 \cdot 0,03 = 1,045\text{мм}$$

$$D_{\min 2} = 1,3 + 1,5 \cdot 0,03 = 1,345\text{мм}$$

$$D_{\max}=D_{\min}+(0.02\dots0.06) \quad (2.7)$$

$$D_{\max1}=1,045+0.04=1,085\text{мм}$$

$$D_{\max2}=1,345+0.04=1,385\text{мм}$$

6. Визначаємо ширину провідників

Мінімальна :

$$b_{\min} = b_{1\min} + 1,5h_{\phi} \quad (2.8)$$

де: $b_{1\min}$ – мінімальна ефективна ширина провідника, мм. $b_{1\min} = 0,18$ мм.

$$b_{\min}=0,18+1,5\cdot0,035=0,23\text{мм}$$

Максимальна:

$$b_{\max}=b_{\min}+(0.02\dots0.06) \quad (2.9)$$

$$b_{\max}=0.23+0.04=0.27\text{мм}$$

7. Визначаю мінімальну відстань між елементами провідного малюнку.

А) мінімальна відстань між провідником і площадкою:

$$S_{1\min} = L - \left[\left(\frac{D_{\max}}{2} + \delta p \right) + \left(\frac{d_{\max}}{2} + \delta d \right) \right]_0 \quad (2.10)$$

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів

δl – допуск на розташування провідників

$$S_{1\min1}=2.5 - \left[\left(\left(\frac{1.085}{2 + 0.20} \right) + \left(\frac{0.9}{2 + 0.05} \right) \right) \right] = 1.58 \text{ мм}$$

$$S_{1\min2}=2.5 - \left[\left(\frac{1,385}{2 + 0.2} + \frac{1.3}{2 + 0.05} \right) \right] = 1.24 \text{ мм}$$

б) мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta_p) \quad (2.11)$$

$$S_{2\min 1} = 2.5 - (1.085 + 2 \cdot 0.20) = 1.015 \text{ мм}$$

$$S_{2\min 2} = 2.5 - (1.385 + 2 \cdot 0.20) = 0.7 \text{ мм}$$

в) мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta_l) \quad (2.12)$$

$$S_{3\min 1} = 2.5 - (1.085 + 2 \cdot 0.05) = 1.315 \text{ мм}$$

$$S_{3\min 2} = 2.5 - (1.385 + 2 \cdot 0.05) = 1.015 \text{ мм}$$

Згідно конструкторського розрахунку друкованого монтажу, виходячи з технологічних можливостей виробництва я обрав хімічний метод виготовлення з класом точності 3 по ГОСТ23751-86.

Результати розрахунку друкованого монтажу:

Товщина фольги: 35 мкм

Допустима густина струму 20 А/мм²;

Питомий опір: 0.05 Ом*мм²/м;

Мінімальна ширина друкованого провідника, по постійному струму:

$$b_{\min 1} = 0.7 \text{ мм};$$

Мінімальна ширина провідника, виходячи з допустимого падіння напруги: $b_{\min 2} = 0.14 \text{ мм};$

Приймаю такі стандартні діаметри отворів: 0.9, 1.3, мм

Мінімальний діаметр контактних площадок: $D_{1\min 1} = 1 \text{ мм}, D_{1\min 2} = 1.3 \text{ мм},$

Максимальний діаметр просвердленого отвору: $D_{\max 1} = 1.085 \text{ мм},$
 $D_{\max 2} = 1.385 \text{ мм},$

Ширина провідника: мінімальна: 0.23 мм, максимальна: 0.27 мм

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$S_{1min1}=1,58\text{мм}$, $S_{1min2}=1,245\text{мм}$,

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$S_{2min1}=1,315\text{мм}$, $S_{2min2}=0,7\text{мм}$,

Мінімальна відстань між двома провідниками: $S_{3min1}=1,315\text{мм}$,

$S_{3min2}=1,015\text{мм}$,

Отже допуски на розташування отворів і контактних площадок відповідають класу точності ДП 3 і задовільняють ГОСТ23751-86.

2.6 Технічне обґрунтування конструкції проектного виробу з врахуванням технологічності.

Корпус є однією з важливих складових частин виробу. Він забезпечує механічний захист розміщених в ньому елементів, як при експлуатації так і при транспортуванні виробу.

Також він забезпечує хороший захист від пилу та вологи.

Даний ламповий перенавантажувач складається з корпусу (верхня, нижня кришки), друкованого вузла, трансформатора.

Уся конструкція корпусу кріпиться між собою за допомогою саморізів.

Більшість елементів крім змінних резисторів, трансформатора, світлодіодів, роз'ємів, вилки живлення на 220 В і перемикачів можна розташувати на друкованому вузлі, це підвищить технологічність конструкції.

Верхня кришка містить отвори для змінних резисторів, перемикачів, світлодіода.

До нижньої кришки кріпиться друкований вузол, трансформатор. Також корпус має отвір для встановлення вилки роз'єму живлення і передбачається отвори для роз'ємів і вимикача для живлення.

Даний корпус може бути вилитий методом компресійного пресування поліетилентерефталату литтєвого ПЕТФ – КМ, що надасть йому гарного естетичного вигляду і він буде набагато легший за металевий.

Пластмаса має хороші електроізоляційні властивості, забезпечуючи їх стабільність при підвищенні температури і вологості.

Взаєморозміщення елементів виробу забезпечує технологічність складання і регулювання конструкції.

Дуже важливе значення при проектуванні виробу має його компоновка. Адже такі показники як дизайн, конструктивне оформлення, зручність при експлуатації і ремонті відносяться до основних факторів, що враховується при проектуванні виробу.

Компонування РЕА – це частина процесу конструювання під час якого визначається форма, габаритні розміри всього апарату, а також взаємне розміщення окремих вузлів, деталей і блоків.

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 тому друковані вузли розташовані на визначених відстанях один від одного.

2) Теплові і механічні впливи елементів конструкції не повинні значно погіршувати їх технічні характеристики, тому на задній панелі передбачені вентиляційні отвори, мікросхеми блоку живлення встановленні на радіаторах.

3) Взаємне розміщення елементів конструкції повинно забезпечити технологічність складання і монтажу з врахуванням використання автоматів і напівавтоматів.

Легкий доступ до деталей для контролю, ремонту і обслуговування.

4) Розміщення і конструкція органів управління та лічильних пристроїв повинні забезпечити максимальну зручність для оператора, тому органи управління розміщені відповідно до функціональних призначень і

інтенсивності їх використання.

5) Виріб повинен задовольняти вимогам технічної естетики, тому корпус покритий самоклеючою плівкою чорного кольору, передня панель – білою, всі елементи управління підписанні.

6) Габарити і маса виробу повинні бути мінімальні, тому вибір елементної бази і матеріалу корпуса є оптимальні.

При розміщенні ЕРЕ на друкованій платі необхідно враховувати наступне:

1) Добитися найменшої довжини друкованих провідників, тому мікросхему розміщено в центрі друкованого вузла і елементи котрі взаємодіють з 1 по 7 виводами мікросхеми розміщуються з одної сторони, а ті що підключенні з 8 по 14- з іншої.

2) Не розміщувати елементи, які нагріваються поблизу ІМС, тому вископотужні транзистор винесені з плати, а електролітичні конденсатори розміщені від ІМС на 2см.

3) Не розміщувати важливі елементи по центру плати, я нехтую цим пунктом, щоб добитись мінімальної довжини друкованих провідників. ІМС розташовано по центру плати і це не суттєво впливає на режим роботи.

4) Забезпечити нормальний обіг повітря елементам, які нагріваються. Елементи які нагріваються не розміщуються з крупно габаритними елементами і це надає хороший коло обіг повітря.

5) Забезпечити вільний доступ до елементів, які регулюються, тому елементи які регулюються розміщені на платі з вільним доступом до них.

6) Забезпечити вільний доступ до місць кріплення друкованого вузла, тому біля місць кріплення друкованого вузла відсутні крупногабаритні радіоелементи.

7) ІМС розміщена довшою стороною корпуса вздовж повітряних

потоків обдуву.

Крок установки інтегральних мікросхем визначається необхідною щільністю компоновки, температурними режимами роботи компонентів на платі, методом розробки топології плати (ручна, машина), типом корпусу і складністю електричної схеми. Рекомендований крок установки ІМС 2,5 мм. Зазори між корпусами повинні бути не менше 1,5 мм. ІМС з виводами розташовуються з одного боку друкованої плати, тому що монтаж штирковими виводами проводиться в наскрізні отвори, причому кінці виводів виступають на зворотню сторону плати.

2.7 Оцінка теплових режимів роботи виробу, розрахунок площі радіатора

Проектований пристрій не містить потужних елементів на яких буде виділятися надмірна кількість тепла.

Найбільш потужним елементом схеми є операційний підсилювач і резистор R16, але оскільки максимально можливий струм, який через нього очікується невеликий, достатньо просто застосувати горизонтальний варіант його встановлення, це дозволить передати надмірну кількість тепла на друковану плату.

При нормальних режимах роботи на інших елементах схеми не виділяється теплова енергія, яку потрібно відводити.

2.8 Розрахунок надійності проектованого виробу

Розрахунок надійності проектованого виробу розраховується за вмістом певних елементів. В ході розрахунку використовується таблиця надійності елементів та графік залежності безвідмовної роботи від часу експлуатації пристрою.

Основними характеристиками надійності, що приймаються для описання

електронної апаратури, є ймовірність безвідмовної роботи, середній час напрацювання на відмову і інтенсивність відмов в системі.

Для проведення розрахунку надійності використовується комп'ютерна програма NAD_Release.

Вихідними даними для розрахунків є кількісний склад компонентів, що володіють різними надійнісними характеристиками.

Для більшості електронних пристроїв справедливі наступні допущення:

- ймовірність виникнення відмов не залежить від часу;
- інтервал часу між відмовами розподілений по експоненціальному закону;
- всі елементи працюють одночасно і відмова будь-якого з них призводить до відмови всього пристрою.

Коефіцієнти впливу:

коефіцієнт механічних впливів	1
коефіцієнт впливу вологості і температур	1
коефіцієнт атмосферних впливів	1

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: $2.439e-005$ 1/год

Середня напрацювання до відмови: 39661 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 100$ год. $P(t) = 0.997623$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.975905$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.789561$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.087713$

Таблиця 2.2- Елементи пристрою і їх властивості надійності

№	Назва групи елементів	Кіл.Шт	Кп.	Івід 1×10^{-6}	Кіл×Кнав Івід× 1×10^{-6}
1	Напівпровідникові ІМС	1	1	0.03	0,09
2	Перемикач	1	0.35	1.7	0.6
3	Провідники та пайки навісні	37	0.35	0.7	0.3
5	Перемикач (багатоcontactний)	2	0,4	5	4
6	Конденсатор керамічний	9	0,1	1.4	0.1
7	Конденсатор електrolітичний	5	0,4	2.4	0.96
8	Резистор постійний 0,125 В	20	0,42	0.8	3.36
9	Резистори недротяні змінні	4	0,42	5	2,66
10	Плата друкована	1	1	4	4
11	Пайка	112	1	0.5	8.5

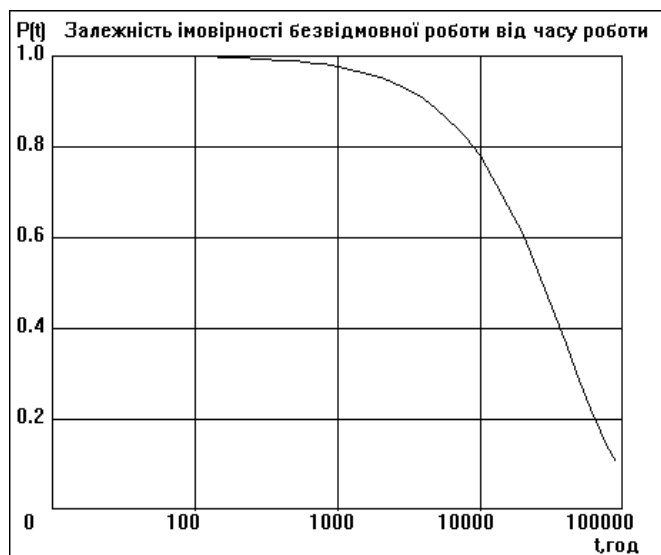


Рисунок 2.15 - Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи пристрою від часу роботи

2.9 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності

Пристрій розроблений так, щоб містити найменш непотрібні деталі. Зокрема, гвинти використовуються для фіксації друкарського вузла на корпусі.

Використання гвинтів для з'єднання кришки зменшує час складання виробу.

Це рішення значно спрощує процес виготовлення деталей, зменшуючи кількість операцій.

Використання пластику замість металу зменшує вартість товару, оскільки пластик набагато дешевший за метал.

Оскільки цей пристрій живиться від загальнодоступної мережі, проблеми з енергозбереженням пов'язані з цим типом пристроїв.

Споживання енергії цього пристрою розраховується за формулою (2.25):

$$P=UI \quad (2.25)$$

де U – напруга живлення пристрою;

I – струм споживання пристрою.

$$P=220 \cdot 0.02=4,4 \text{ (Вт)}$$

2.10 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу.

Вибір типу технології

Для процесу складання проектованого виробу може застосовуватись конвеєрне, серійне виробництво, оскільки складання не містить трудомістких процесів, а також не потребує особливих, спеціалізованих інструментів, оскільки кількість комплектуючих частин мінімізовано.

Формування виводів радіоелементів здійснюється з використанням

автоматів та напіваавтоматів, і є повністю автоматизоване. Також в пристрої присутні елементи, виводи яких не потребують формування, зокрема елементи для поверхневого монтажу.

Лудження виводів радіоелементів є напіваавтоматизованим. В процесі лудження використовується тигель. подача елементів в тигель виконується вручну.

Більшість електрорадіоелементів розміщено на друкованому вузлі, майже всі вони паяються автоматизовано.

Для автоматизованої пайки радіоелементів автоматизованої пайки елементів із штировими виводами використовується установка для пайки подвійною хвилею припою.

Для рихтування (виправлення дефектів автоматизованої пайки) використовується електропаяльник потужністю 20 Вт.

Для забезпечення різьбових з'єднань з допомогою гвинтів використовується електроверт.

Для пайки перемичок до вузла друкованого та всіх виносних елементів використовується електропаяльник потужністю 25Вт.

Пайку здійснюється припоєм ПОС-61.

Оскільки даний пристрій буде виготовлятися партіями по 100-500 штук, то його слід виготовляти згідно маршрутно-операційної технології.

2.11 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки

Конструкцію виробу називають технологічною, якщо в прийнятих конструктивних рішеннях враховані можливості забезпечення оптимальних затрат праці і коштів на його проектування, виготовлення, технічне обслуговування та ремонт при заданій якості та прийнятих умовах виготовлення, технічного обслуговування і ремонту.

Відпрацювання конструкції виробу на технологічність (якісну оцінку технологічності) починають вже на етапі технологічного контролю креслень виробу чи складальної одиниці та аналізу їх службового призначення.

Результати цієї роботи повинні забезпечити розв'язання таких основних задач:

- зниження трудомісткості та собівартості виготовлення виробу;
- зниження трудомісткості та вартості експлуатації виробу, його профілактичного технічного обслуговування і ремонту.

Порядок і правила відпрацювання конструкції виробу і складальної одиниці на технологічність регламентується державним стандартом.

Цим же стандартом встановлено ряд кількісних показників технологічності, які розраховуються для даного виробу і порівнюються з показниками базового виробу, який виступає в даному випадку як еталон.

Якісна оцінка характеризує технологічність конструкції узагальнено на підставі досвіду виконавця і проводиться на всіх стадіях проектування. Їх характеризують показники: добре-погано.

Корпус термометра виготовляється з поліетилентерефталату литтєвого ПЕТФ – КМ.

Характеристики матеріалу:

-Густина	1300 – 1330 кг / м ³
-Інтервал робочих температур	-50°....+90°С;
-Розрахункова усадка	1,2 – 1,5%.

Оскільки корпус має просту конструкцію він виготовляється методом компресійного пресування.

Виконання якого здійснюється наступним чином: вихідний матеріал у вигляді гранул або волокон укладається у прес-форму, підігріту до температури 130-180°С.

Потім укладена маса стискається пуансоном на гідравлічних пресах

зусиллям від 10 до 1000 т.

Унаслідок зовнішнього тиску в пресованому матеріалі, відбувається його ущільнення, часткове руйнування попередньої структури.

Під час ущільнення і деформації в результаті тертя між частинками матеріалу відбувається виділення тепловій енергії, яка спільно із зовнішнім обігрівом елементів, що формують, приводить до плавлення зв'язуючого.

Після того, як матеріал перейшов у в'язко пластичний стан, він під дією тиску розподіляється в прес-формі утворюючи монолітну і ущільнену структуру.

Процес затвердіння полягає в протіканні реакції зшивання макромолекул унаслідок поліконденсації між вільними функціональними групами зв'язуючого або затверджувача і зв'язуючого (двокомпонентні системи).

Реакція відбувається під дією тепла, з виділенням низькомолекулярних, летючих речовин: вода, формальдегід, аміак, метанол і ін.

Пластмаса при цьому сплющується і стає однорідним матеріалом, який повністю заповнює порожнину прес-форми.

Після відходу пуансону деталь виштовхується, оскільки вона розігріта, але тверда.

Ливника у цьому випадку немає, тобто матеріал використовується більш економно, ніж при виготовленні деталі литтям під тиском.

Схема прямого пресування наведена на рис.2.16.

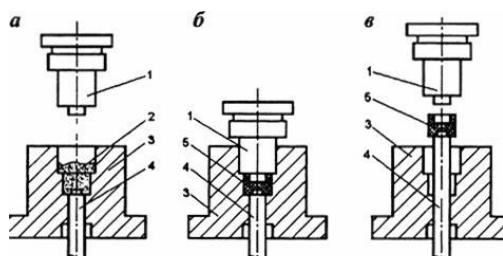


Рисунок 2.16 – Схема прямого пресування

а. завантаження прес-матеріалу; б. пресування; в. розмикання форми і

втягання виробу; 1 – пуансон; 2 – прес-матеріал; 3 – матриця; 4 – виштовхувач; 5 – виріб.

До технологічних параметрів компресійного пресування можна віднести температуру попереднього підігріву; температуру пресування; тиск пресування; параметри підпресовок; час витримки під тиском

Основною складальною одиницею проектованого пристрою є друкований вузол.

Дана друкована плата виконується із одностороннього фольгованого склотекстоліту СФ–1–35Г–1.5 ГОСТ 10316-78, товщиною 1.5 мм.

Фольгований склотекстоліт СФ–1–35Г–1.5-листовий матеріал, виготовлений на основі склотканини з просоченням сполучником на основі епоксидних смол і облицьований з двох сторін мідною електролітичною гальваностійкою фольгою товщиною 35 мкм.

Плата виготовляється хімічним методом, який є найбільш поширеним і доцільним для односторонніх друкованих плат.

Цей метод полягає в тому, що на мідну фольгу, приклеєну до діелектрика з однієї або з двох сторін, наносять кислотостійкою фарбою малюнок розташування друкованих провідників.

Наступним трюїнням видаляється мідь з незахищених ділянок і на діелектриці залишається схема провідників.

Найбільш поширеними варіантами цього способу є фотохімічний, сітчасто-хімічний, офсетно-хімічний, які розрізняються способом нанесення захисного шару.

Достоїнства цього методу: достатня простота, легко піддається автоматизації.

Недоліки: необхідність застосування металевих втулок при двосторонньому монтажі і непродуктивна витрата міді.

Процес складання друкованого вузла було максимально автоматизовано,

всі елементи на плату запаюються автоматизовано.

Максимальна автоматизація процесу складання друкованого вузла дозволило значно скоротити тривалість процесу складання друкованого вузла, дозволило скоротити висококваліфікований персонал до мінімуму, а відповідно і зменшити собівартість виробу.

Використання елементів для поверхневого монтажу дозволяє також автоматизувати процес встановлення ЕРЕ.

В процесі автоматизованої пайки використовується установка для пайки подвійною хвилею припою.

Такий метод пайки дозволяє якісно провести процес пайки з мінімумом дефектів.

Процес складання друкованого вузла завершується операцією оживлення та регулювання.

На даній стадії необхідно підключити крону живлення до роз'ємну та встановити перемичку в відповідне місце.

Процес складання проектного виробу містить мінімум операцій. Для закручування гвинтів, які кріплять вузол друкований до нижньої кришки використовується електроверт.

В процесі кріплення дисплея до верхньої кришки використовується дозатор, він дозволяє рівномірно нанести клей на кришку в необхідній кількості.

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

Основною електричною частиною виробу є друкований вузол блока підсилення вхідного сигналу, на якому розміщуються більшість ЕРЕ.

Даний вузол складається з друкованої плати і самих ЕРЕ.

Друкована плата виготовляється з фольгованого склотекстоліту СФ-1,

товщиною 1.5 мм. Форма плати прямокутник.

На платі є монтажні та перехідні отвори трьох діаметрів: 0,9 мм і 1,1 мм, а також 4 кріпильних отвори діаметром 2.5мм. Всі ці вимоги відповідають ГОСТ 10314-79. Дана плата 3-го класу точності з кроком координатної сітки 2,5 мм. Це обумовлено тим, що відстань між выводами баготовивідних елементів становить 2,5мм.

Оскільки плата двостороння вона містить перехідні отвори. Всі, окрім монтажних, отвори на платі металізовані для забезпечення електричного зв'язку між шарами.

Оскільки дана плата двостороння, вона виготовляється комбінованим методом.

Використання комбінованого методу виготовлення друкованої плати дозволяє нанести металізацію в отвори для забезпечення електричного зв'язку між шарами.

У комбінованому методі поєднано використання хімічного методу для виготовлення друкованих провідників та гальвано-хімічного для нанесення металізації в монтажні отвори для створення електричного контакту між

Технологічний процес буде складатись з наступних етапів:

- різання текстоліту на смужки;
- підготовка для центруючих отворів;
- осадження хімічної міді;
- свердління кріпильних та перехідних отворів;
- креслення (експозиція з негативу);
- посилення -гальванічна мідь;
- зняття захисту;
- захист друкованого провідника (позитивна експозиція);
- перетравлення технології провідників;
- захист від захисту;
- відмивання;

- маркування серійного номера.

Малюнок друкованих провідників створюється фотолітографічним методом.

Суть даного методу полягає в тому, що склотекстоліт покривається фоторезистом.

Після цього плату співставляють з фотошаблоном з позитиву або негативу.

Далі відбувається експонування: плата засвічується ультрафіолетом. Після цього відбувається проявлення: при цьому місця, де мусить залишитися фоторезист твердне, а ділянки, де її не має бути – рідне. Далі залишки фоторезисту змиваються.

Перевагою даного методу є висока точність малюнку.

Останньою операцією є консервування. При цьому плата консервується в поліетиленову упаковку для подальшого зберігання на складах, або транспортування.

2.13 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 мікросхем і мікроборок у вузлі:

$$K_{вик.імс} = \frac{N_{імс}}{N_{ере}}, \quad (2.26)$$

$N_{імс}$ – кількість мікросхем і мікроборок у вузлі, рівна 1 шт;

$N_{ере}$ – загальна кількість електрорадіоелементів, рівна 53 шт;

$$K_{\text{вик.имс}} = \frac{1}{53} = 0,018;$$

Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу $K_{\text{а.м.}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{а.м.}} = \frac{H_{\text{а.м.}}}{H_{\text{м}}}, \quad (2.27)$$

$H_{\text{а.м}}$ – кількість автоматизованих монтажних з'єднань, рівна 86 шт;

$H_{\text{м}}$ – загальна кількість монтажних з'єднань, рівна 110 шт;

$$K_{\text{Ам.}} = \frac{86}{110} = 0,78$$

Коефіцієнт механізації підготовки електрорадіоелементів $K_{\text{м.п.ере}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{м.п.ере}} = \frac{H_{\text{м.п.ере}}}{H_{\text{ере}}}, \quad (2.28)$$

$H_{\text{м.п.ере}}$ - кількість електрорадіоелементів, підготовка яких до монтажу здійснюється механізованим або автоматизованим методом.

До числа цих ЕРЕ включають ті, що не потребують підготовки до монтажу, рівна 30 шт.

$$K_{\text{м.п.ере}} = \frac{39}{53} = 0,73$$

Коефіцієнт повторюваності електрорадіоелементів $K_{\text{повт.ере}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{новт.ере}} = 1 - \frac{H_{\text{т.ере}}}{H_{\text{ере}}} \quad (2.29)$$

$H_{\text{т.ере}}$ – кількість типорозмірів електрорадіоелементів, рівна 5 шт;

$$K_{\text{новт.ере}} = 1 - \frac{5}{53} = 0,9$$

Коефіцієнт застосовуваності електрорадіоелементів $K_{\text{заст.ере}}$ визначається по формулі:

$$K_{\text{заст.ере}} = 1 - \frac{H_{\text{т.ор.ере}}}{H_{\text{т.ере}}} \quad (2.30)$$

$H_{\text{т.ор.ере}}$ – кількість типорозмірів оригінальних електрорадіоелементів рівна 1.

$$K_{\text{заст.ере}} = 1 - \frac{1}{5} = 0.75$$

- коефіцієнт установочних розмірів електрорадіоелементів $K_{\text{вст.р.}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{вст.р.}} = 1 - \frac{H_{\text{вст.р.}}}{H_{\text{ере}}} \quad (2.31)$$

$H_{\text{вст.р.}}$ – кількість видів встановочних розмірів електрорадіоелементів становить 25.

$$K_{\text{вст.р.}} = 1 - \frac{23}{53} = 0,55$$

Коефіцієнт прогресивності формоутворення деталей K_{ϕ} визначається за формулою:

$$K_{\phi} = \frac{D_{\text{нр}}}{D} \quad (2.32)$$

$D_{пр}$ – кількість механічних деталей, заготовки яких, або самі деталі отримані прогресивними методами формоутворення (штампування, пресування,

лиття, пайка, зварка і т. д.), рівна 1;

D – загальна кількість деталей у виробі.

$$K_{\phi} = \frac{1}{1} = 1$$

Визначаємо комплексний показник технологічності за формулою:

$$K = \frac{\sum K_i \varphi_i}{\sum \varphi_i}, \quad (2.33)$$

$$K = \frac{0,09 \cdot 1 + 0,75 \cdot 1 + 0,91 \cdot 0,88 + 0,7 \cdot 0,5 + 0,91 \cdot 0,31 + 0,25 \cdot 0,187 + 1 \cdot 0,11}{3,857} = 0,6$$

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 даного виробу $K_n = 0,5$. Відношення K/K_n повинно задовольняти умову:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (2.34)$$

Перевіряємо умову:

$$\frac{0,6}{0,5} = 1,2 \geq 1$$

Дана умова виконується, отже конструкція вважається технологічною.

Таблиця 2.3-Комплексний показник технологічності

Показник технологічності	Позначення	Величина	φ_i
Коефіцієнт використання мікросхем і мікроборок	$K_{\text{вик.імс}}$	0,09	1,000
Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу	$K_{\text{а.м.}}$	0,975	1,000
Коефіцієнт механізації підготовки ЕРЕ	$K_{\text{м.п.ере}}$	0,91	0,750
Коефіцієнт повторюваності ЕРЕ	$K_{\text{повт.ере}}$	0,7	0,500
Коефіцієнт застосовуваності ЕРЕ	$K_{\text{заст.ере}}$	0,91	0,310
Коефіцієнт встановочних розмірів ЕРЕ	$K_{\text{вст.р.}}$	0,25	0,187
Коефіцієнт прогресивності формоутворення	$K_{\text{ф}}$	1	0,110

2.14 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу

Даний пристрій виготовляється на серійному виробництві, а отже він виготовляється згідно маршрутно-операційної технології.

Умовно складання виробу можна розділити на складання друкованого вузла і складання виробу в корпус. Ці операції виконуються по чергово.

Складання виробу є максимально спрощене. Це досягається тим, при конструюванні даного пристрою кількість складових частин є мінімальною.

Процес складання виробу в корпус містить наступні операції:

- комплектування;
- слюсарно-складальна операція (кріплення роз'єма для підключення щупів вимірювальних);
- електромонтаж;
- слюсарно-складальна (забезпечення всіх механічних з'єднань)
- оживлення;
- контроль якості.

Технологічний процес складання друкованого вузла буде складатися наступних операцій:

- комплектування;
- розконсервація друкованої плати;
- маркування заводського номера;
- встановлення ЕРЕ для поверхневого монтажу;
- автоматизована пайка в конвекційних печах;
- встановлення ЕРЕ з штировими виводами;
- автоматизована пайка хвилею припою;
- рихтування;
- оживлення
- контроль якості;

2.15 Розробка технології ремонту, регулювання виробу

Налаштування приладу починають з перевірки ланцюгів живлення. Попередньо встановивши двійки підстроювальних резисторів в середнє положення. Підключити до приладу електро-гітару і по чергово випробувати кожен режим роботи. Використовуючи мультитестер, переконуєся, що ламповий перенавантажувач для гітари подає відповідну напругу з силою струму на вихід. Таким ж чином перевіряю усі режими роботи пристрою на наявність несправності.

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Вибір і обґрунтування задачі автоматизованого проектування

Для виконання даної роботи використовуємо систему автоматизованого проектування Altium Designer та програма для графічного моделювання КОМПАС-3D.

Програма Altium Designer є однією із найбільш поширених програм, які використовуються для вирішення задач автоматизованої розробки друкованих плат.

Altium Designer — комплексна система автоматизованого проектування (САПР) радіоелектронних засобів (РЕЗ), розроблена австралійською компанією Altium Limited.

Дозволяє проектувати друковані плати у тривимірному вигляді, а також обмінюватись інформацією з механічними САП (SolidWorks, Pro/ENGINEER та ін.).

Ще однією особливістю є те, що можна створювати друковану плату в 3-D вигляді з імпортом і експортом даних в механічні САП (SolidEdge, SolidWorks, AutoCad).

Програма підтримує майже всі існуючі формати вихідних файлів: DFX, Gerber, VHDL і багато інших.

Вбудований майстер імпорту проектів перетворює бібліотеки, схеми і плати із систем OrCAD, PCAD, Allegro PCB в проекти Altium Designer.

При проектуванні Altium Designer відрізняється від інших програм тим, що зміни, які були зроблені на будь якому рівні розробки будуть відображатися на всіх інших стадіях проектування.

3.2 Опис реалізації поставленої задачі в системі автоматизованого проектування

Для спрощення виготовлення технологічного процесу даного виробу (Ламповий перенавантажувач для гітари) використано автоматизоване проектування на основі системи Altium Designer.

В системі Altium Designer проведемо автоматизовану розробку друкованої плати автомата для освітлення коридору, з проведенням гнучких зв'язків.

Основа робота проектування друкованої плати виконується в редакторах Schematic і PCB.

Запускаємо програму «Altium Designer-PCB», налаштовуємо її, запускаємо редактор «Altium Designer-Schematic», завантажуюмо файли бібліотеки library/library/install/, вибираємо папку «New folder» із створеними бібліотеками бля даного пристрою.

Після цього відкриваємо бібліотеку і розставляємо елементи з найменшою кількістю зламів .

Починаємо створення електричної принципової схеми. Розміщуємо елементи на екрані використовуючи команду ЛКМ/ОК, кнопки X і Y для їхнього обертання.

Далі вказуємо імена і номінали елементів з допомогою команди ЛКМ. В полі Designator записуємо позначення елемента, а в полі Comment модель елемента.

Проводимо зв'язки між елементами командою W+ЛКМ. Перевіряємо командою Project/Complate Document New folder/System/Messages на наявність помилок схеми.

Для трасування друкованих провідників друкованої плати виконуємо команду file/new/PCB редактор «PCB».

Виконуємо команду Design/Import Changes From PCB_New folder.PrjPCB

для імпортування елементів з схеми електричної принципової (з редактора Schematic).

Добавляємо всі елементи і зв'язки між ними кнопками Validate Changes і Execute Changes, кнопка Close.

В меню Tools/Design Rule Check вказуємо потрібні правила для даної схеми.

Переносимо елементи на плату із найбільш зручним розташуванням. Виконуємо автоматичне трасування командою Auto Route/All... і вказуємо двохсторонню плату.

Добавляємо монтажні отвори. Задаємо контури плати командою Design/Board Shape/Define from selected objects.

Переглядаємо і коректуємо доріжки на друкованій платі в редакторі «PCB». Після цього зберігаємо плату file/save і виходимо.

Для переведення креслення плати в КОМПАС-3D експортуємо файл командою File/Fabrication Outputs/ODB++Files і у вікні, яке при цьому відкрилося виконуємо команду File/Export/DXF/Save і зберігаємо файл з розширення *.dxf.

Так робимо для верхнього і нижнього слою і відкриваємо ці файли в КОМПАС-3D для кінцевої корекції.

Запускаємо КОМПАС-3D і встановлюємо основний напис на кресленні, технічні вимоги, розміри і таблицю отворів. Даний алгоритм покажемо у вигляді графічної схеми автоматизованої розробки автомата для освітлення коридору.

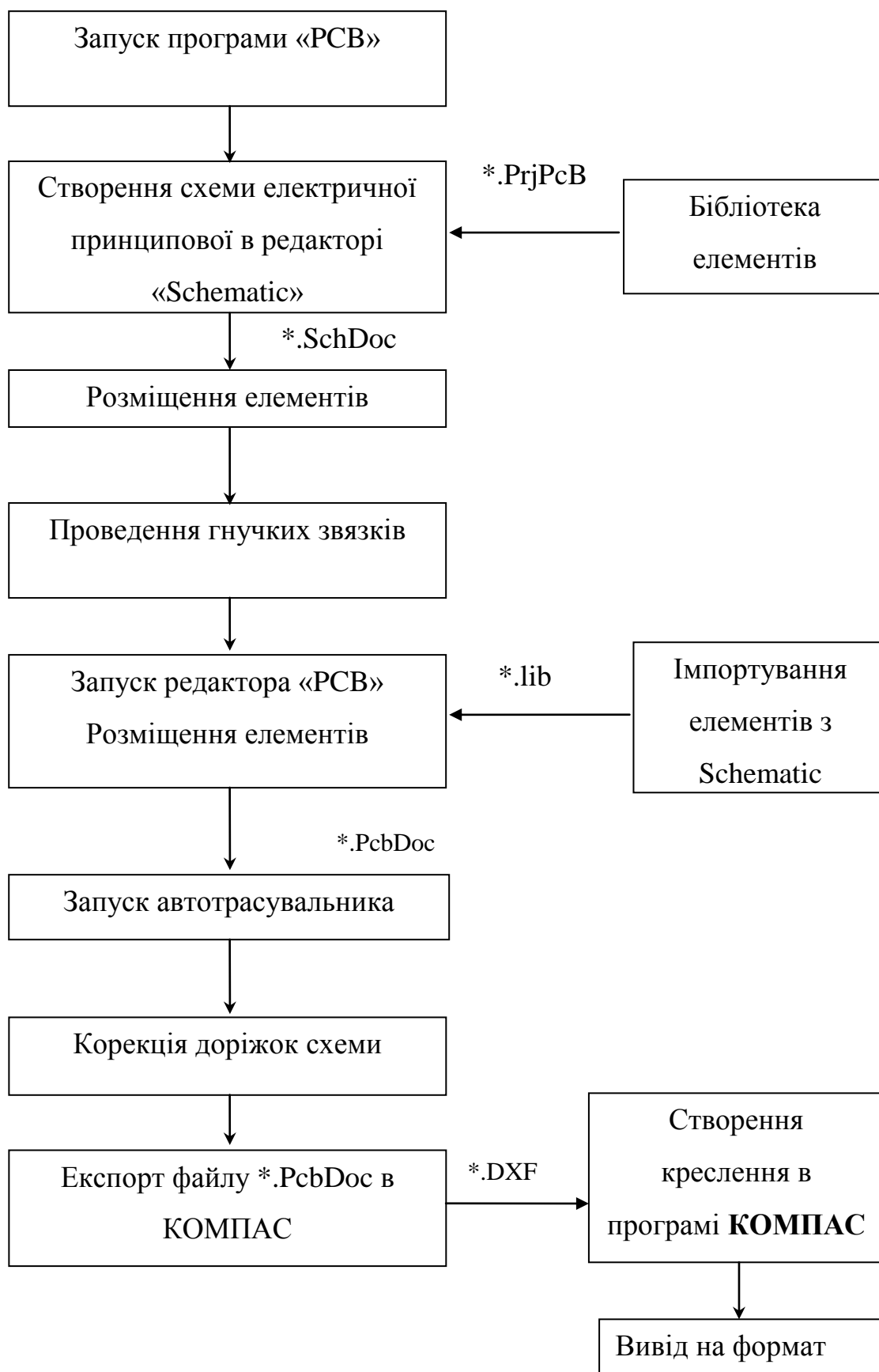


Рисунок 3.1 - Схема автоматизованого проектування в Altium Designer

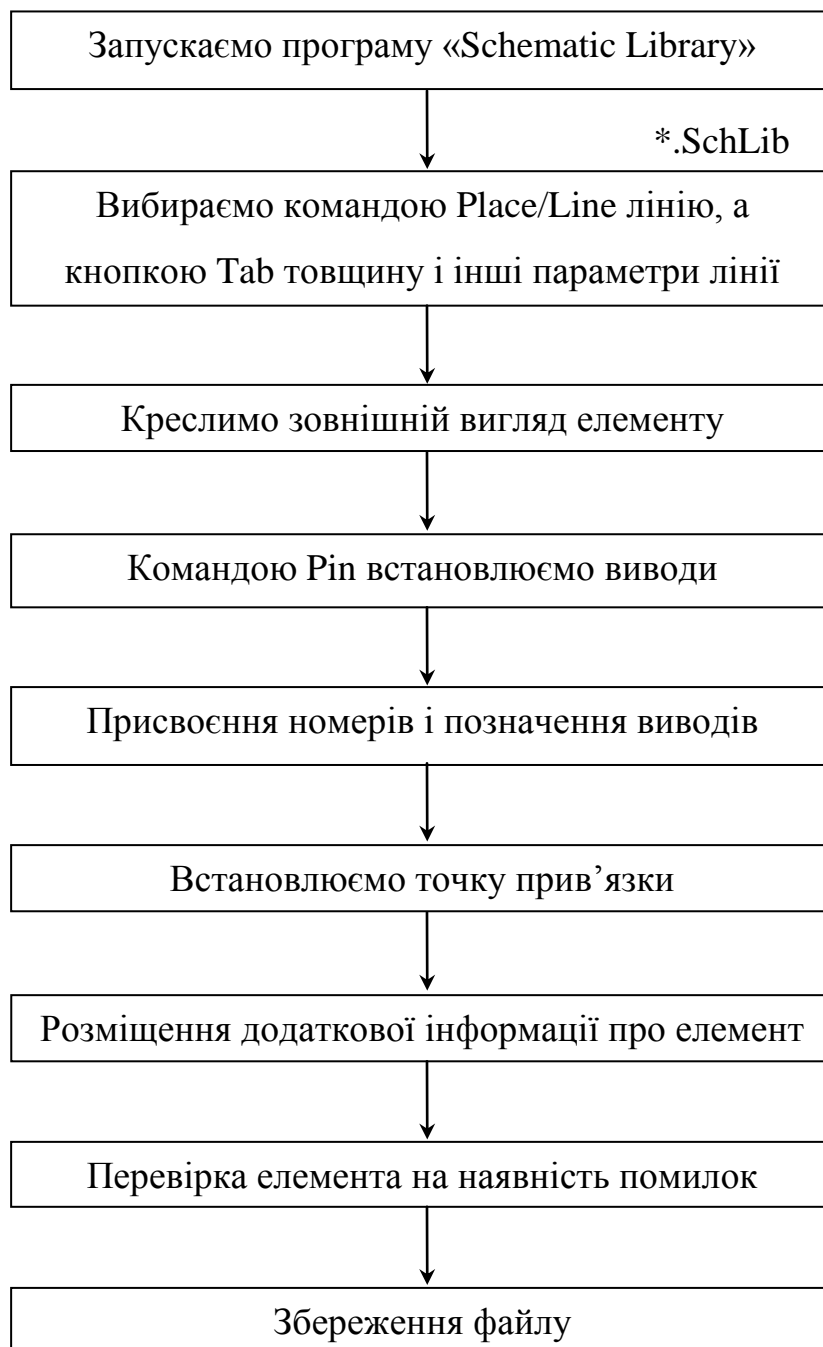


Рисунок 3.2 - Алгоритм створення умовного графічного позначення

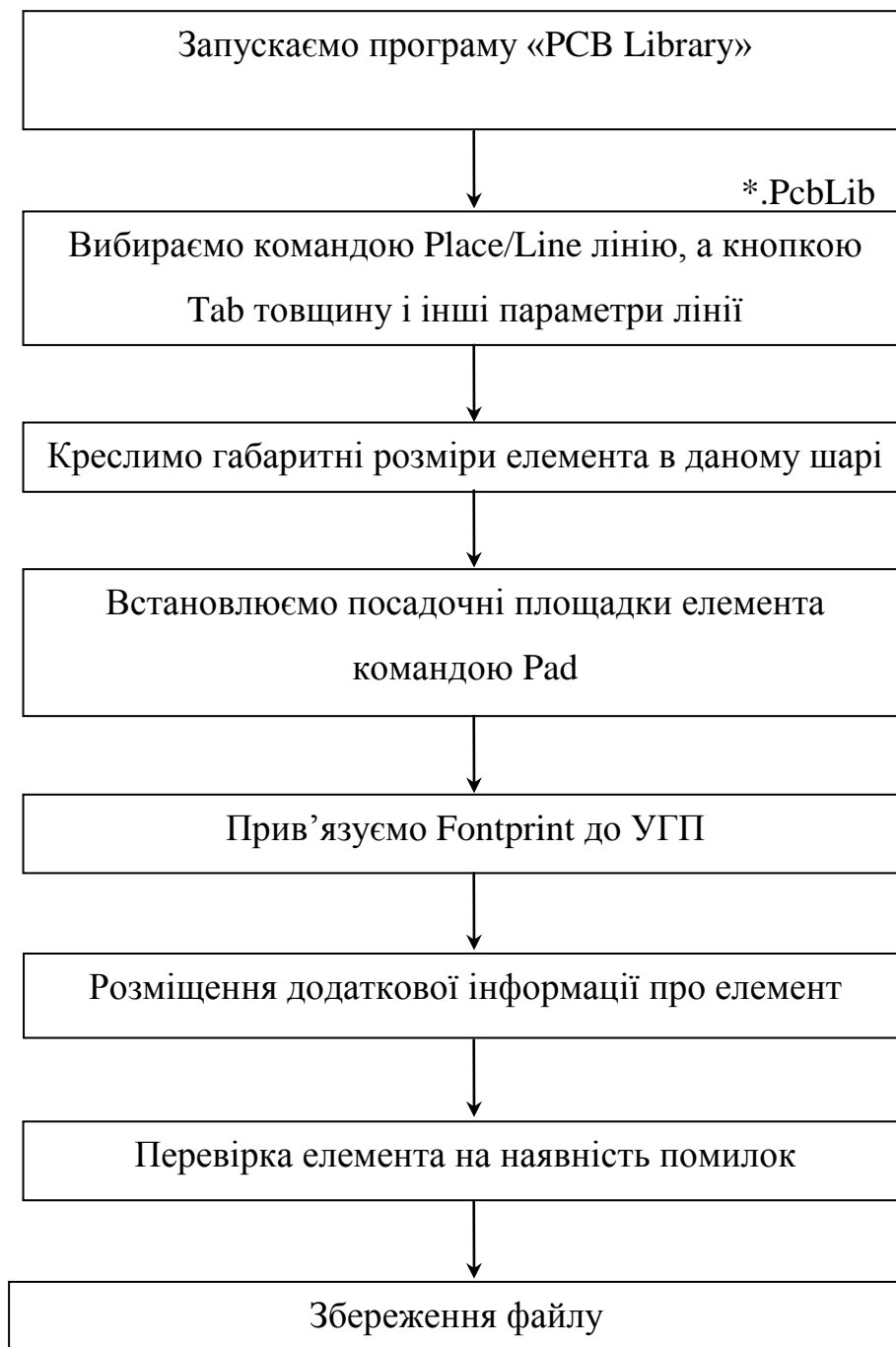


Рисунок 3.3 - Алгоритм створення посадочного місця в Altium

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці

Досягнення абсолютної безпеки в умовах сучасного розвитку техносфери є нереальним завданням.

Концепція абсолютної безпеки є хоч і гуманною, але такою, що не відповідає законам надійності і техносфери, бо обумовлена величезною кількістю чинників, що постійно змінюються в часі й просторі, а також можливостями існуючих технічних систем захисту.

Оскільки в процесі трудової діяльності на людину впливає, як правило, комплекс несприятливих факторів виробничого середовища, в результаті чого можливі виробничі травми та професійні захворювання.

Комплексний характер впливу факторів виробничого середовища на працюючих визначає необхідність комплексного системного підходу при вирішенні питань профілактики, виробничого травматизму і професійних захворювань.

Тому для регулювання впливу різних шкідливих чинників, було розроблено законодавство для охорони праці.

Процес пайки супроводжується забрудненням повітряного середовища, робочих поверхонь, одягу і шкіри рук працюючих свинцем, це може призвести до свинцевим отруєнням організму і викликати зміни крові, нервової системи і судин.

З метою попередження отруєнь свинцем ділянки пайки обладнуються відповідно до вимог санітарних правил.

Пайка - нероз'ємне з'єднання деталей за допомогою припою.

Найбільш часто вживані припої - олов'яно-свинцеві (ПОС-18, ПОС-30, ПОС-40, ПОС-61) і ПОСК-50, що містить 32% свинцю.

У приміщеннях, де проводиться паяння припоєм, що містить свинець, щоб

уникнути попадання свинцю в організм не дозволяється зберігати особисті речі. Робоче місце пайки обладнується місцевою витяжною вентиляцією, що забезпечує концентрацію свинцю в робочій зоні не більше гранично допустимої $-0,01 \text{ мг/м}^3$.

Для запобігання опіків і забруднення свинцем шкіри рук працюючих повинні бути видані серветки для видалення зайвого припою з жала паяльника, а також пінцети для підтримки деталей і дроти для подачі припою до місця пайки, якщо відсутня автоматична подача.

При монтажних роботах, пов'язаних з небезпекою засмічення або опіку очей, передбачена видача працюючим захисних окулярів.

Для захисту від окислення місць пайки застосовують флюси: каніфольно-спиртові при пайці припоями ПОС-40, ПОС-61 і ПОС-50, хлористий цинк при пайці і лудженні припоями ПОС-18 і ПОС-30.

Каніфоль подразнює шкіру, може викликати висипання, а хлористий цинк може викликати сильне подразнення, пропалювати шкіру і слизові оболонки.

Найбільш ефективними заходами, що попереджують професійні захворювання при пайці, є механізація і автоматизація паяльних робіт, впровадження нових технологічних процесів: облудження методом занурення, виборча пайка і пайка хвилею припою (із застосуванням друкованого монтажу), що дозволяє повністю виключити зіткнення шкіри робітників зі свинцем і флюсами.

Необхідно відзначити, що при об'ємному монтажі все частіше застосовують метод накрутки проводу на вивід з гострими кромками без подальшої пайки. Накрутка проводиться спеціальним пістолетом, що створює десятикратну надійність з'єднання, і продуктивність такого монтажу в два з половиною рази вище, ніж при пайці.

Цей метод виключає шкідливі для здоров'я випари свинцю, припою, флюсу та розчинників при промиванні місця пайки.

Техніка безпеки при виготовленні друкованих плат

При виготовленні багатошарових друкованих плат (БШДП) проводиться механічна обробка шаруватих пластиків (різка, пробивання отворів). Працюючі на обробці шаруватих пластиків повинні дотримуватися правил техніки безпеки під час холодної обробки матеріалів.

Важливим чинником, що погіршує умови праці в механічних цехах (дільницях), є шум, вироблений працюючим обладнанням. Важливе значення має правильне і достатнє освітлення ділянок і робочих місць холодної обробки матеріалів.

Промивання плат проводиться в розчині ізопропілового спирту і ацетоні. При використанні спирту і ацетону необхідно враховувати, що ці речовини є пожежонебезпечними і шкідливими для здоров'я.

Хімічне очищення плат проводиться розчинами фосфатів (тринатрійфосфат), натрієвої соди, натрієвого лугу та інших. При постійній роботі з розчинами часті різноманітні хронічні подразнення шкіри.

Дуже небезпечне попадання навіть найменших кількостей NaOH в очі. Так, як у процесі хімічного міднення застосовуються шкідливі речовини: сірчана, соляна, азотна кислоти, хлорна мідь, хлористий палладій, гідроокис натрію, сегнетова сіль, трихлоретилен, тому необхідно дотримуватись вимог правил безпеки.

Для травлення міді з пустих ділянок плат використовується ряд травників; хлорне залізо, персульфат амонію, хлорна мідь, сплав «Розе», хромовий ангідрид із сірчаною кислотою і ряд інших є токсичними речовинами.

До роботи з цими травниками допускаються особи, навчені безпечним прийомом роботи і пройшли інструктаж на робочих місцях по роботі зі шкідливими і отруйними речовинами.

У разі потрапляння травників на шкіру або слизову оболонку очей необхідно негайно рясно промити їх проточною водою або 0,5-1,0%-ним розчином квасців і змастити вазеліном або оливковою олією, а потім

звернутися до медпункту.

Роботу з травниками слід проводити в спецодязі (халат, фартух поліетиленовий, бавовняні й гумові рукавички) і захисних окулярах. Робочі місця повинні бути обладнані витяжною вентиляцією.

Монтаж радіоелектронного обладнання. Виготовлення каркасів, шасі обладнання на слюсарно-механічних ділянках необхідно проводити з дотриманням вимог техніки безпеки при холодній і гарячій обробці металів.

При монтажі радіоелектронного обладнання слід дотримуватися вимоги електробезпеки і працювати тільки справним електроінструментом (електродрилем, електропаяльником).

При роботі з електродрилем необхідно застосовувати діелектричні гумові рукавички.

Електропаяльники і лампи для місцевого освітлення необхідно застосовувати із напругою не більше 42 В. Для пониження мережевої напруги 220 В і 127 В до 42 В слід застосовувати понижуючий трансформатор.

Один кінець вторинної (понижувальної) обмотки трансформатора і металевий кожух необхідно заземлювати.

При живленні апаратури від цехової мережі слід застосовувати штепсельні роз'єми. У випадку несправності в мережевій проводці необхідно викликати електрика.

Вся електропроводка повинна мати надійну ізоляцію. У вибухонебезпечних зонах та в зовнішніх установках слід використовувати вибухозахищене обладнання, виготовлене згідно з ГОСТ 12.2.020-76.

Пускову апаратуру, магнітні пускачі для класів В-I та В-II необхідно виносити за межі вибухонебезпечних приміщень з дистанційним керуванням.

Проводи у вибухонебезпечних приміщеннях мають прокладатися у металевих трубах. Може використовуватися броньований кабель.

Світильники для класів В-I, В-II, В-IIa також повинні мати вибухозахищене виконання.

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Наявність в Україні розвинутої промисловості, надзвичайно висока її концентрація в окремих регіонах, існування великих промислових комплексів, велика частина яких потенційно небезпечні, концентрація на них агрегатів і установок великої і найбільшої потужності, розвита мережа транспортних комунікацій, а також нафто-, газо- і продуктопроводів, велике кількість енергетичних об'єктів, використання у виробництві в значних кількостях потенційно небезпечних речовин – усе це збільшує імовірність виникнення техногенних НС, що несуть у собі погрозу для людини, економіки і природного середовища.

У зв'язку з високим техногенним навантаженням на навколишніх в Україні, що перевищує цей показник у сусідніх країнах у 5 – 15 разів, сумарні ризики техногенних НС значно перевищують сумарні ризики природних НС.

Майже третина всіх промислових об'єктів складають підприємства., зв'язані з виробництвом, переробкою і збереженням потенційно небезпечних сильнодіючих отруйних, вогне- і пожежнобезпечних речовин.

Територія країни має густу мережу транспорту різних видів, а саме: залізничну загальною довжиною 22.6 тис. км, автодорожню – 172.3 тис. км (з них 162.7 тис. км із твердим покриттям), трубопроводну (магістральні газо-, нафто- і продуктопроводи) - 42.4. тис.км. Дуже розвиті також морські, річкові і повітряні транспортні мережі.

В умовах економічної кризи, відсутності засобів дуже повільно і несвоєчасно здійснюється чи відновлення заміна застарілих основних виробничих фондів, рівень зносу устаткування яких наближається до критичного. Усе це збільшує імовірність виникнення техногенних небезпек.

Техногенні небезпеки виявляються при аваріях, катастрофах на потенційно небезпечних виробництвах, до яких відносяться радіаційно-, хімічно-, вогне-, пожежно-, гідрологічно небезпечні об'єкти (РОО, ХОО, ВПОО

і ГЛОО відповідно).

У зв'язку з постійною погрозою виникнення НС техногенного характеру зростає роль з'єднань, частин і підрозділів ЦО в проведенні заходів щодо захисту населення від наслідків ЧС і проведенні рятувальних і інших невідкладних робіт.

Ускладнення задач, розв'язуваних підрозділами хімічного захисту, зміни в оснащенні їхньою технікою й озброєнням, підвищення їхніх можливостей і ролі в хімічному забезпеченні дій військ ГО, проведенні СІДР викликає необхідність постійного удосконалювання засобів і способів керування підрозділами хімічного захисту.

У сучасних умовах стан і розвиток «керування» справедливо розцінюється як один з найважливіших показників дієздатності і бойової готовності з'єднань, частин і підрозділів ЦО, рівня їх організаційної і технічної досконалості.

Потенційно можливі аварії на об'єктах з хімічно небезпечними компонентами в мирний час і навмисне їхнє руйнування у воєнний час необхідно розглядати як додаткове серйозне джерело небезпеки поразки людей і зараження техніки, озброєння і навколишнього середовища.

В умовах застосування супротивником ОМП особовий склад, озброєння і техніка, речове майно, спорядження, індивідуальні засоби захисту, спорудження і місцевість можуть бути заражені РВ, ОВ, і БС.

З метою захисту л/с, збереження боєздатності частин (підрозділів) ЦО і створення їм необхідних умов для виконання поставлених задач в обстановці РХБ зараження організується і здійснюється спеціальна обробка військ, а також дегазація, дезактивація, дезінфекція ділянок місцевості, доріг і споруджень.

Ці задачі покладаються на підрозділи хімічного захисту військ ЦО.

У складі сил цивільної оборони основна роль приділяється військам. Вони виконують задачі по захисту населення від наслідків аварій, катастроф, стихійних лих, воєнних дій, а також проводять рятувальні й інші невідкладні

роботи.

Правильне використання з'єднань (частин, підрозділів) цивільної оборони у вогнищах поразки, при ліквідації наслідків аварій на радіаційно- і хімічно небезпечних об'єктах можливо тільки при наявності достовірних даних про сформовану там радіаційній і хімічній обстановці. Такі дані командири, штаби з'єднань (частин, підрозділів) можуть одержати від підрозділів радіаційної і хімічної розвідки.

Результати радіаційної і хімічної розвідки є основою для прийняття рішень по захисту особового складу частин (підрозділів) і формувань ЦО, що приймають участь у ліквідації наслідків радіаційно і хімічно небезпечних аварій, проведенні рятувальних і інших невідкладних робіт у вогнищах поразки.

Організація цивільної оборони на об'єктах господарювання (ОГ) покладається головним чином на начальника цивільного захисту та його помічників.

Мета створення цивільного захисту на ОГ полягає в проведенні попереджувальних заходів виникнення НС і впровадження заходів на зменшення збитків і втрат у випадках аварій, розробка інженерно-технічних заходів.

До складу керівництва ЦО об'єкта входять: начальник ЦО (НЦО), заступники: по евакуації, якому підпорядкована евакокомісія; по замиській зоні; по технічній частині, якому підпорядковується комісія з підвищення сталості роботи підприємства; начальник штабу, який є першим заступником НЦО підприємства.

Штаб ЦО здійснює заходи щодо захисту робітників, службовців і населення підвідомчих робітничих мікрорайонів і селищ при стихійних лихах, виробничих аваріях і катастрофах, а також від сучасних засобів ураження. Організовує і забезпечує безупинне управління ЦО. Розробляє плани ЦО об'єкта на мирний і воєнний час, періодично коректує й організовує їх

виконання. Організовує і контролює навчання робітників та службовців з Цивільної оборони і підготовку формувань ЦО об'єкта.

Особливо важливими документами, які повинні бути розроблені головним інженером та підписані начальником ОГ є: перспективний план захисту об'єкту, план евакуації працівників, план забезпечення фінансування евакуаційних та рятувальних робіт, технічна документація ОГ щодо правил експлуатації, висновки комісії щодо стійкості ОГ.

Об'єкт господарської діяльності — це підприємства (державні і приватні), установи і організації, навчальні заклади та інші. На всіх об'єктах Цивільна оборона організовується з метою завчасної підготовки їх до захисту від наслідків надзвичайних ситуацій, зниження втрат, створення умов для підвищення стійкості роботи об'єктів та своєчасного проведення рятувальних та інших невідкладних робіт (РІНР). Відповідальність за організацію та стан Цивільної оборони, за постійну готовність її сил і засобів до проведення РІНР несе начальник цивільної оборони (НЦО) об'єкта - керівник підприємства, установи та організації.

На об'єктах господарської діяльності задіяні досить багато людей та використовується величезна кількість різноманітного обладнання, тому питання організації цивільної оборони на таких об'єктах є досить важливим моментом в загальному обсязі питань цивільної оборони.

ВИСНОВКИ

Згідно завдання на дипломне проектування було розроблено конструкцію лампового овердрайву. Проведено якісну та кількісну оцінку технологічності, визначено умови експлуатації та показники собівартості.

Виріб проектувався з врахуванням сучасних вимог економічного, естетичного, конструктивно-технологічного характеру, норм дизайну та ергономіки.

Пристрій є досить простий у виготовленні, зручний в експлуатації та ремонті, має хороші перспективи 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, більшість операцій піддаються автоматизації і механізації. Це позитивно впливає на зменшення затрат по оплаті праці, підвищує її продуктивність, позитивно впливає на собівартість готової продукції.

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

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

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Городилин В.М., Городилин В.В. Регулировка радиоаппаратуры -М: Высшая школа, 1992.-271 с.
2. Городилин В.М., Городинин В.В. Регулировка радиоаппаратуры – М.: высшая школа 1992 – 271с.
3. Жидецкий В. Ц. Основы охорони праці: Підручник.- Львів: Афіша, 2005.- 318 с.
4. Жидецкий В. Ц. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник/ за ред. В. Ц. Жидецького - Львів: Афіша, 2000.- 352 с.
5. Коротков И. А. Вольтметр на ICL7135 и особенности подключения индикаторов - Радиоаматор №11, 2003р., С. 22с.
6. Методичні вказівки по виконанню електричних розрахунків каскадів радіоелектронної апаратури - ТК ТДТУ, 2002р 25с..
7. Применения микросхемных стабилизаторов серии 142, К142 и КР142.- Радио №3, 1991р., С. 47с.
8. Романычева Э. Т. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА. Справочник.- М., Радио и связь, 1989 356с.
9. Усатенко СТ. и др. Выполнение электрических схем по ЕСКД -М: изд. Стандартов, 1989.-325с.
10. Терещук Р.М., Терещук К.М., Седов С.А. Справочник радиолюбителя, Киев, Наукова думка, 1982.
11. Белинский В.Т. Гондюл В.П. и др. Практическое пособие по учебному конструированию РЭА, Киев, Выща школа, 1992.
12. Усатенко С.Т., Каченюк Т.К., Терехова М.В. Выполнение электрических схем по ЕСКД, Издательство стандартов, 1989.
13. Дьяков А.В. В поміч радіолюбителю: Збірник виданий 95 року В-В0 – ДОСААФ, 1986.
14. Методичні вказівки по виконанню графічної частини дипломного

проекту - ТК ТДТУ, 2002р.

15. Романычева Э.Т. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА. Справочник.- М., Радио и связь, 1989.

16. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. ГОСТ 12.0.003–74.

17. Жидецкий В.І. «Основы охорони праці» -Львів: Афіша, 2000.-356с.

18. Основні вимоги до оформлення текстової і графічної частин дипломних і курсових проектів /А.В. Куцевич. ТДТУ, 1998.-26с

19. https://radioskot.ru/SHEMA6/lampovuj_peregruz_tube_driver-1.jpg

20. <https://www.tme.eu/ua/>