

прикладних інформаційних технологій та електроніки  
(повна назва факультету)  
радіотехнічних систем  
(повна назва кафедри)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

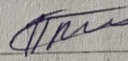
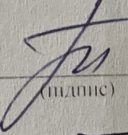
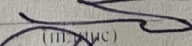
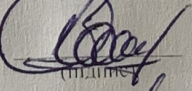
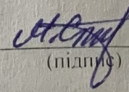
бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Комбінований регулятор потужності  
мивлення радіоелектронних пристроїв

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи РАе-41  
спеціальності 172

«Телекомунікації та радіотехніка»  
(шифр і назва спеціальності)

	 (підпис)	Гавришин В.Т. (прізвище та ініціали)
Керівник	 (підпис)	Хилиг Т.П. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	 (підпис)	Марченко А.С. (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	 (підпис)	Думай В.Р. (прізвище та ініціали)
Рецензент	 (підпис)	Стефанівський М.О. (прізвище та ініціали)

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії  
(повна назва факультету)  
Кафедра радіотехнічних систем  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

[Підпис]  
(підпис)

Думець В.Л.  
(прізвище та ініціали)

« »

2022р.

### ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)  
за спеціальністю 172 „Телекомунікації та радіотехніка“  
(шифр і назва спеціальності)  
студенту Павлишин Віталію Григоровичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комбінований регулятор потужності  
наведення радіоселекційних пристроїв

Керівник роботи Хиліг Григорій Петрович, ст. техн.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «27» 05 2022 року № 4/7-445

2. Термін подання студентом завершеної роботи 15 червня 2022р

3. Вихідні дані до роботи напрямок наведення - 220В±10, -15%  
час включення реле - 5сек  
діапазон робочих температур - -20...+50°C

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)  
Підбір літератури та бібліографічних посилань, списку  
використання технічного завдання  
Розробка структурної схеми  
Розробка функціональної схеми  
Розробка схеми електричної примитивої  
Розробка допоміжних розкрив кваліф. роботи

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)  
Схема електрична структурна - 1 лист, А2  
Схема електрична примитивна - 1 лист, А2  
Вузол функціональний - 1 лист, А2  
Плата з'єднована - 1 лист, А2  
Презентація - 10 слайдів

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, барановський В.М., проф.		5.04.22	
основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання 15 березня 2022р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розробка технічного завдання	15.03.22р	Виконано
2	Затвердження технічного завдання	30.03.22р	Виконано
3	Тіждень відмоградіжних матеріалів, аналіз технічних вимог, техніко економічне обґрунтування	14.04.22р	Виконано
4	Розробка структурної схеми	20.04.22р	Виконано
5	Розробка друкованої схеми	28.04.22р	Виконано
6	Розробка схеми електричної принципової	17.05.22р	Виконано
7	Розрахунок окремих елементів та вузлів	20.05.22р	Виконано
8	Вибір компонентної бази	24.05.22р	Виконано
9	Компонування друкованої плати	30.05.22р	Виконано
10	Створення 3D-модельної документації	2.06.22р	Виконано
11	Розробка спеціальної частини	6.06.22р	Виконано
12	Розробка розділу з охороною праці та безпекою життєдіяльності	8.06.22р	Виконано
13	Проложення кермоконтролю	10.06.22р	Виконано
14	Проложення антимагніту	14.06.22р	Виконано
15	Попередній заміст роботи	15.06.22р	Виконано
16	Заміст кваліфікаційної роботи	22.06.2022р	Виконано

Студент

[Підпис]  
(підпис)

Павлюшин В.Т.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

[Підпис]  
(підпис)

Химич Т.В.

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Павлишин В.Г. Розробка комбінованого регулятора потужності живлення радіоелектронних пристроїв - Рукопис. Кваліфікаційна робота бакалавра, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАС-41, Тернопіль, 2022.

Ключові слова: СХЕМА, РЕГУЛЯТОР, ПОТУЖНІСТЬ, РАДІОЕЛЕКТРОННІ ПРИСТРОЇ, ВУЗОЛ ДРУКОВАНИЙ, ДВОСТОРОННЯ ПЛАТА.

В загальній частині подано технічні характеристики виробу, також описано структурну схему і принцип роботи електричної принципової схеми описано призначення, область застосування та вимоги до проєктованого виробу, опис принципової схеми, огляд структурної схеми, обґрунтування вибору конструкції приладу та її опис, вибір елементної бази пристрою про складання та монтаж проєктованого виробу і вибір технології для складання. Також є опис технології виготовлення друкованої плати, вибір основних та допоміжних матеріалів.

У розділі безпека життєдіяльності, основи охорона праці розкрито природне середовище і його забруднення, проведення інструктажів з охорони праці.

Пояснювальна записка даного проєкту становить 68 листів формату А4.

Графічна частина становить чотири листи формату А2.

## SUMMARY

Pavlishin V.G. Development of a combined power regulator of electronic devices - Manuscript. Qualification work of a bachelor, Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyuy, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, RA-41 group, Ternopil, 2022.

Key words: SCHEME, REGULATOR, POWER, RADIOELECTRONIC DEVICES, PRINTING UNIT, DOUBLE-SIDED BOARD.

The general part presents the technical characteristics of the product, also describes the block diagram and the principle of operation of the electrical schematic, describes the purpose, scope and requirements for the designed product, description of the schematic, overview of the structural diagram, justification assembly and installation of the designed product and the choice of technology for assembly. There is also a description of the technology of production of printed circuit boards, the choice of basic and auxiliary materials.

The section on life safety, basics of labor protection reveals the natural environment and its pollution, conducting briefings on labor protection.

The explanatory note of this project is 68 sheets of A4 format.

The graphic part consists of four A2 sheets.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	
РОЗДІЛ 1 ОСНОВНА ЧАСТИНА .....	
1.1 Аналіз технічного завдання .....	
1.2 Аналіз структурної схеми виробу .....	
1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз.....	
1.4 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою.....	
1.4.1 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.....	
1.4.2 Розрахунок параметрів друкованого монтажу.....	
1.5 Вибір і обґрунтування компонентної бази.....	
1.6 Компоновка друкованого вузла пристрою.....	
1.7 Собівартість розробленого пристрою.....	
РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	
2.1 Обґрунтування використання та вибору САПР для проектування .....	
2.2 Опис створення посадочного місця компонента .....	
РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ .....	
3.1 Природне середовище і його забруднення.....	
3.2 Проведення інструктажів з охорони праці.....	
ВИСНОВКИ.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	
ДОДАТКИ.....	

					<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		<i>Павлишин</i>			<i>Комбінований регулятор потужності Пояснювальна записка</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		<i>Химич</i>					5	
Рецензент						<i>ТНТУ, ФПТ, каф. РТ гр.РАС-41 м.</i>		
Н. Контр.								
Затверд.								

## ВСТУП

*Актуальність роботи.* Мікроелектронна продукція: інтегральні схеми з різним ступенем інтеграції, мікросхеми, мікропроцесори та комп'ютери – дозволили проектувати та промислове виробництво складних радіопристроїв, що відрізняються від пристроїв попереднього покоління кращою продуктивністю, більш високою надійністю та довговічністю, меншим споживанням енергії та меншим енергоспоживанням. . Пристрої на основі мікроелектроніки знайшли галузь економіки і в усіх сферах людської діяльності.

*Ступінь наукової розробки.* Схема складається з таких блоків: живлення ~220В, ключа управління, параметричного стабілізатора, електретного мікрофона, формувача імпульсів, звукового реле та навантаження.

*Метою кваліфікаційної роботи* є розробка схеми електричної принципової, плати та вузла друкованого та пояснювальної записки регулятора потужності, а також розрахунок собівартості пристрою.

*Об'єкт:* розрахунок основних технічних параметрів, аналіз електричної схеми, розрахунок каскадів та друкованого монтажу.

*Предмет:* схема електрична принципова пристрою та опис схеми.

*Практичне значення одержаних результатів.* Регулятор потужності, призначений для керування лампою розжарювання. На відміну від безлічі інших подібних пристроїв, цей пристрій має потрійне управління навантаженням (сенсорне і кнопкове плавне регулювання потужності, включення на раніше встановлену потужність 40Вт). Регулятор також містить звукове реле, яке, реагуючи на гучний різкий звук, дозволяє дистанційно погасити працюють лампи.

					<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

### 1.1 Аналіз технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

1. Напруга живлення.....220В;
2. Частота електромережі, .....50±10 Гц %;
3. Допустима вологість,.....93%;
4. Час включення звукового реле.....5с;
5. Діапазон робочих температур.....-20...+50°C;
6. Підключення навантаження.....1шт;
7. Маса.....300 г;
8. Габаритні розміри .....83x100x75 мм;

### 1.2 Аналіз структурної схеми виробу

Схема складається з таких блоків: живлення ~220В, ключа управління, параметричного стабілізатора, електричного мікрофона, формувача імпульсів, звукового реле та навантаження.

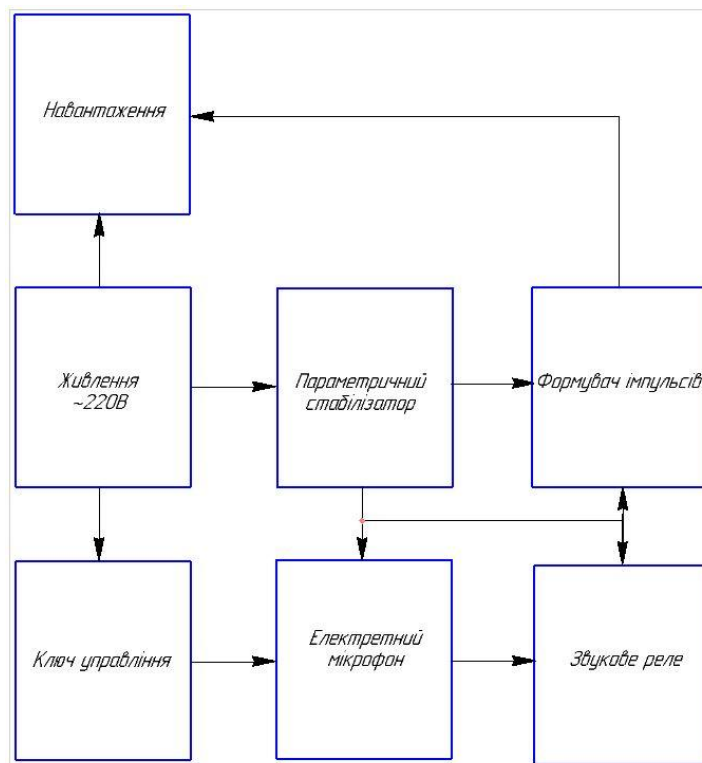


Рисунок 1.1-Схема електрична структурна

									Арк.	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>					

### 1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

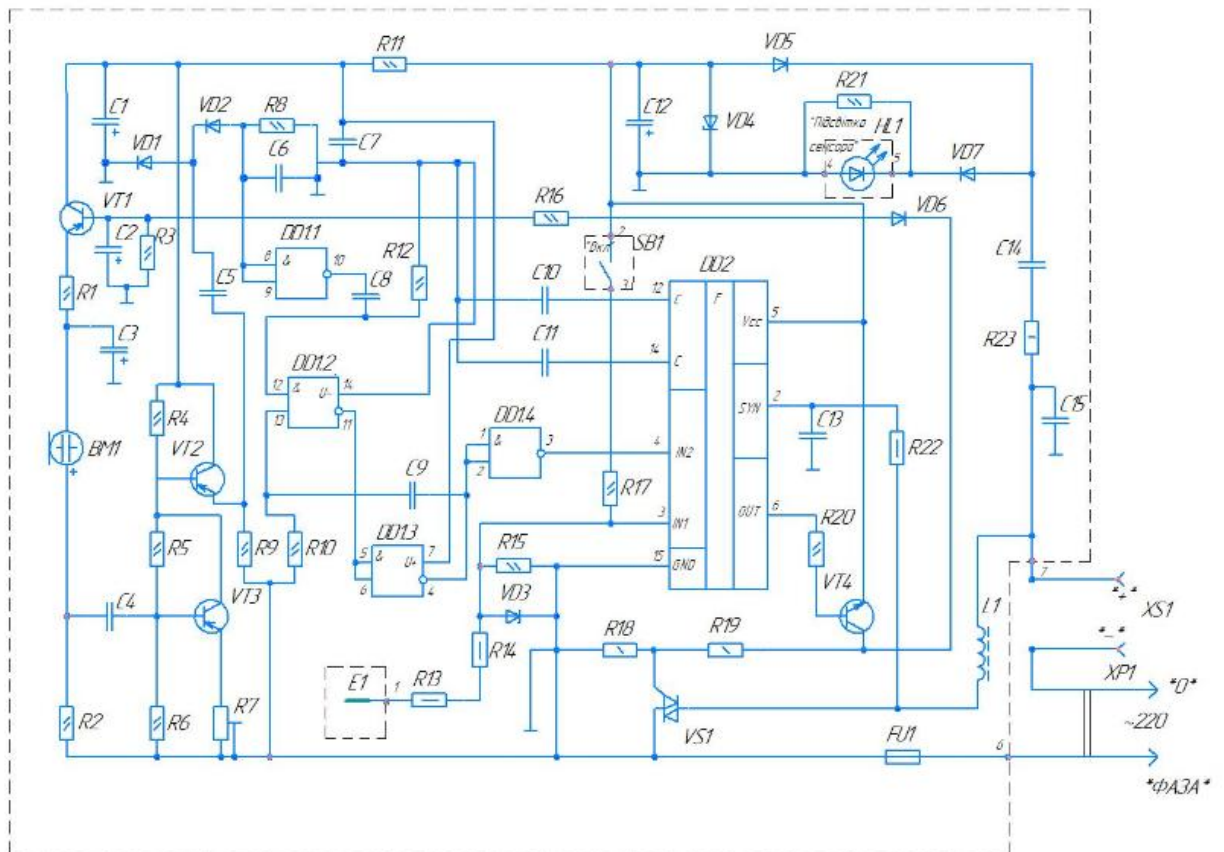


Рисунок 1.2 - Схема електрична принципова

А тепер варто про все розповісти детальніше. Основу регулятора складає мікросхема LS7232. Вона являє собою формувач імпульсів управління симистором і виконана по р-МОП-технології ІМС живиться напругою негативної полярності -13,5 ...- 16,5 В і споживає струм 0,5 .. 2 мА.

При включенні пристрою в мережу, лампа EL1 залишається у вимкненому стані. Якщо короткочасно торкнутися сенсора E1 (на час порядку 0,3 ..1 с), лампа спалахне повним напруженням. Якщо дотик до сенсора буде більш тривалим, лампа почне плавно згасати. Повністю погасити лампу можна повторним короткочасним дотиком сенсора. При подальшому короткочасному впливі на сенсор лампа включиться на ту потужність, яка була до її виключення.

Крім сенсора, для управління можна скористатися кнопкою SB1. При її натисканні всі процеси протікають аналогічно. Перевага кнопкового

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>				

управління перед сенсорним полягає в тому, що не потрібно дотримуватися фазування при підключенні регулятора до мережі. Якщо ж застосувати кнопку з фіксацією положення, то при її замиканні лампа буде безперервно змінювати свою яскравість, що може виявитися корисним, наприклад, для управління ялинкової гірляндою.

Крім того, регулятор потужності оснащений звуковим реле, яке дозволяє дистанційно вимкнути підключені до нього лампи розжарювання. За допомогою звукового реле можна і включити лампи, але тільки якщо час після їх відключення не перевищить 5 ... 10 с. Таке блокування на включення передбачена для того, щоб не відбулося випадкового включення ламп під час відсутності господарів. Звуковий реле реагує тільки на різкі гучні звуки, наприклад, бавовна долонями, і не відчутно до кроків, розкатам грому під час грози, голосно працюючого телевізора.

Мікросхема LS7232 має два входи - IN1, IN2 (висновки 3, 4), які по відношенню один до одного є інверсними. Вхід IN1 управляється високим логічним рівнем, вхід IN2 - низьким. Стабілітрон VD3 захищає вхід IN1 від високої напруги при торканні сенсора. На висновок 2 DD2 надходять імпульси змінної напруги для синхронізації роботи мікросхеми з частотою мережі. Конденсатор C11 призначений для роботи системи ФАПЧ. Транзистор VT4 підсилює вихідний струм мікросхеми. Дросель L1 і конденсатор C15 зменшують проникаючі в мережу імпульсні перешкоди, що виникають при відкриванні симистора.

На роботі звукового реле зупинемось більш детально. З його допомогою можна тільки вимкнути або включити EL1. Регулювання потужності звуковим реле не передбачено. Сигнал з електретного мікрофона BM1 посилюється каскадом на транзисторах VT2, VT3 і детектується випрямлячем на діодах VD1, VD2. Випрямлена напруга подається на інвертор DD 1.1. Коли рівень звукового сигналу невеликий, на входах 8, 9 DD1.1 - логічний "0", на виведення 10 - логічна "1". Коли напруга на входах DD1.1 досягне рівня "1", на виході DD1.1 буде "0", але в роботі регулятора

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>				

нічого, начебто, не зміниться. Однак як тільки на входах DD1.1 знову буде логічний "0", на висновок 12 DD1.2 через C8 надійде короткий імпульс, який запустить чекає мультивибратор на DD1.2, DD1.3. Мультивибратор сформує одиничний імпульс, тривалість якого задана елементами R10, C9 і достатня для управління мікросхемою DD2 при подачі напруги на вхід IN2.

Щоб запобігти помилковому включенню EL1 звуковим реле, живлення на мікрофон подається через ключ на транзисторі VT1. Ключ управляється напругою, що знімається з колектора VT4. При відключеному навантаженні, транзистор VT4 постійно закритий, короткі імпульси напруги для заряду конденсатора C3 не надходять, тому VT1 також закритий, і мікрофон BM1 знеструмлений. Час, протягом якого ще можна включити навантаження звуковим реле після її відключення, в основному, залежить від ємності конденсатора C2. Рекомендоване її значення - 1 ... 10 мкФ.

Логічна частина пристрою живиться напругою -15 В від параметричного стабілізатора на VD4, VD5, VD7, HL1, C14 і R23. Світлодіод HL1 призначений для підсвічування сенсора E1 в темряві. Ємності конденсатора C12 досить, щоб регулятор продовжив свою роботу без зміни, якщо станеться короткочасне відключення енергії (2 ..5 с). Якщо напруга -220 В пропаде на більш тривалий час, то при подальшому його появі лампа EL1 не ввімкнеться.

1.4 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою

1.4.1 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.

Схема електрична принципова транзисторного каскаду зображена на рисунку 1.3

					<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

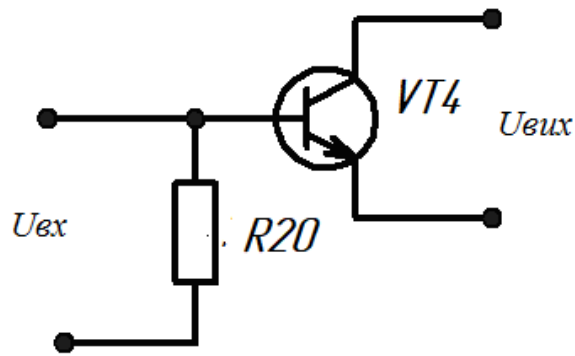


Рисунок 1.3 - Схема електрична принципова транзисторного каскаду

Розрахуємо параметри транзисторного ключа при наступних умовах:

$$U_{\text{ж}}=20\text{В};$$

$$R_{\text{н}}=430\ \text{Ом};$$

$$U_{\text{у}}=\pm 12\text{В};$$

Транзистор BC338 виробник фірми "Texas Instruments"

$$h_{21e}=50;$$

$$U_{\text{бо}}=0,6\text{В};$$

$$R_{\text{нас}}=0,1\text{Ом};$$

$$r_{\text{б}}=1,5\text{кОм};$$

$$I_{\text{ко}}=1\text{А};$$

$$I_{\text{козв}}=25\text{мА};$$

$$R_{\text{бе}}=10\ \text{Ом}.$$

1. Знайдемо параметри вхідного кола транзистора, яке забезпечує ввімкнений стан транзистора:

$$I_{\text{к.нас.}} = \frac{U_{\text{ж}}}{R_{\text{н}}}, \quad (1.1)$$

де:  $R_{\text{н}}$  – опір навантаження;

$U_{\text{п}}$  – напруга живлення;

$$I_{\text{к.нас.}} = \frac{20\text{В}}{430\text{Ом}} = 0,04(\text{А})$$

					<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Опір управляючого резистора, який забезпечує включення транзистора:

$$R_y = \frac{U_y - (U_{\beta 0} + 0,2 \cdot r_{\beta})}{I_{к.нас.}} \quad (1.2)$$

де:  $U_y$  – напруга управління транзистором;

$I_{к.нас.}$  – струм, який споживає транзистор;

$$R_y = \frac{12 - (0,6 + 0,2 \cdot 1,5)}{0,04A} = 278(Ом)$$

2. Знайдемо параметри вхідного кола, яке забезпечує режим закривання:

$$R_y = \frac{U_y}{I_{ко}} \quad (1.3)$$

$$R_y = \frac{12}{0,1 \cdot 10^{-3}} = 1(кОм)$$

Вибираємо за стандартизованим рядом E24 резистор виробник фірми «Royal Ohm» – 0,125Вт з опором 1кОм.

#### 1.4.2 Розрахунок параметрів друкованого монтажу

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:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{доп} \cdot t} = \frac{1A}{48 \frac{A}{мм^2} \cdot 0,035м} = 0,6мм \quad (1.4)$$

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

Визначається із аналізу принципової схеми,  $I_{\max} = 1A$ ;

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

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

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>				

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом.мм}^2}{\text{м}} * 1\text{А} * 0,4\text{м}}{0,5\text{В} * 0,035\text{м}} = 0,4\text{мм} \quad (1.5)$$

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

$L = 0,4\text{м}$  – довжина провідника,

$U_{\text{дон}} = 0,5\text{В}$  – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів  $d$ :

$$d = d_{\text{Е}} + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r \quad (1.6)$$

де  $d_{\text{Е}}$  – максимальний діаметр виводу встановленого ЕРЕ (діаметр вивода ЕРЕ.)

$\Delta d_{\text{н.в.}}$  – 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.

$d_{\text{Е1}} = 0,6$ - для мікросхем, для конденсаторів, резисторів, діодів, транзисторів.

$d_{\text{Е2}} = 1,1$ - для підпаювання провідників та симистора.

$$d = d_{\text{Е1}} + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r = 0,6 + |\pm 0,1| + 0,3 = 1,1 \text{ мм}$$

$$d = d_{\text{Е2}} + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r = 1,1 + |\pm 0,1| + 0,3 = 1,5 \text{ мм}$$

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5h\phi \quad (1.7)$$

де  $h\phi$  – товщина фольги;

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

$$D_{1\min} = 2 \left( b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (1.8)$$

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

					<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$b_M = 0,06 \text{ мм.}$$

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.

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

$$d_{\max 2} = 1,5 + 0,1 + 0,1 = 1,7 \text{ мм}$$

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

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

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

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

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

$$D_{\max 1} = 2,82 + 0,02 = 2,82 \text{ мм}$$

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

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

$$b_{\min} = b_{1\min} + 1,5h\phi \quad (1.9)$$

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

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

$$b_{\min} = 0,15 + 1,5 \cdot 0,035 = 0,2 \text{ мм}$$

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1\min} = L_0 - \left[ \left( \frac{D_{\max}}{2} + \delta p \right) + \left( \frac{d_{\max}}{2} + \delta l \right) \right] \quad (1.10)$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>					

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

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

де  $L_0$  – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta_p) \quad (1.11)$$

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta_1) \quad (1.12)$$

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

$$S_{3min2} = 2,5 - (3,22 + 2 \cdot 0,05) = -0,8 \text{ мм}$$

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

## 1.5 Вибір і обґрунтування компонентної бази

Таблиця 1.1- Конденсатор b41828 [2]

Позиційне позначення	C1-C3	
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР	
Виробник	Epcos	
Критерії вибору	Номінальна частота, ємність навантаження, мінімальна робоча температура, максимальна робоча температура	
Параметри конструкції	див. рисунок 1.4	
Параметри та характеристики		
Номінальна напруга	10,16,25.40 В	
Номінальна ємність	4,7...2200 мкФ	
Допуск ємності	± 20%	
Термін служби	2000 г	
Робоча температура	-55 ... 105 ° С	
Тангенс кута втрат,%	0,14	

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>				

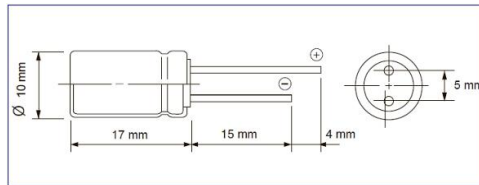


Рисунок 1.4- Габаритні розміри конденсатора типу ЕСАР

Таблиця 1.2- Резистори Royal Ohm [3]

Позиційне позначення	R1-R6, R8-R23
Назва компонента	Резистор Royal Ohm
Виробник	Royal Ohm
Критерії вибору	Потужність розсіювання, максимальна робоча напруга, діапазон опорів, відхилення від номіналу
Параметри конструкції	див. рисунок 1.5
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,25, 0,5Вт
діапазон номінальних опір	1...10·10 <sup>6</sup> Ом
допустиме відхилення опору	±10%
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°C

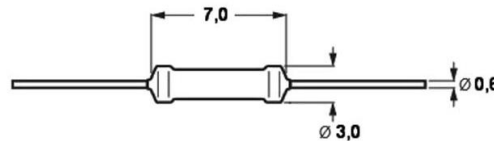


Рисунок 1.5- Габаритні розміри резисторів Royal Ohm

Таблиця 1.3- Конденсатор b37979 [4]

Позиційне позначення	C4-C14
Назва компонента	Конденсатор b37979
Виробник	Ерcos
Критерії вибору	діапазон ємностей, максимальна напруга, відхилення від номіналу
Параметри конструкції	див. рисунок 1.6
Параметри та характеристики	
Робоча напруга	50В
Відхилення ємності від номінального значення	±10%
Інтервал робочих температур	-40°C...+100°C
Температурний коефіцієнт ємності	+3,3%
Відносна вологість	до 98%
Діапазон тиску	6,6-2942гПа
Діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ

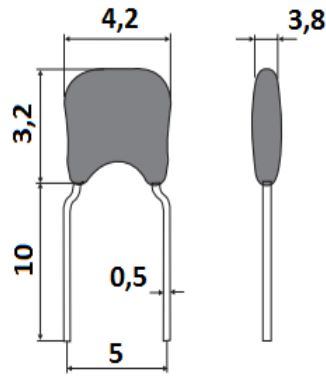


Рисунок 1.6- Габаритні розміри конденсатора СС4

Таблиця 1.4- Кнопка КСD3-201 [6]

Позиційне позначення	SA1-
Назва компонента	Кнопка КСD3-201
Виробник	Rexant
Критерії вибору	номінальний струм, номінальна напруга, кількість контактів у контактній групі
Параметри конструкції	див. рисунок 1.7
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	12В
Номінальний струм	3А
Тип перемикаччя	ON)-OFF/(OFF)-ON
Кількість контактних груп	1
Кількість контактів у контактній групі	3
Індикатор комутаційних положень	синій
Діаметр установки	16мм
Робоча температура	-25°C до +85°C
Ресурс	10000 циклів

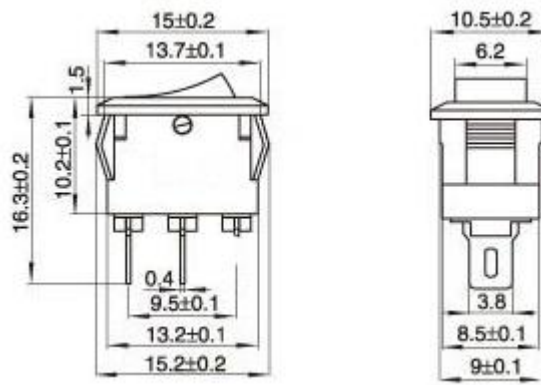


Рисунок 1.7 Габаритні розміри перемикача

					<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Таблиця 1.5- Запобіжник Н520 [10]

Позиційне позначення	FU1
Назва компонента	Запобіжник Н520
Виробник	"Siba"
Критерії вибору	номінальна напруга, номінальна напруга, габаритні розміри
Параметри конструкції	див. рисунок 1.8
Параметри та характеристики	
номінальна напруга	250 В
номінальна напруга	2 А
контакти	циліндричні
довжина корпусу	20 мм
діаметр корпусу	4 мм
робоча температура	-60...+100 °С

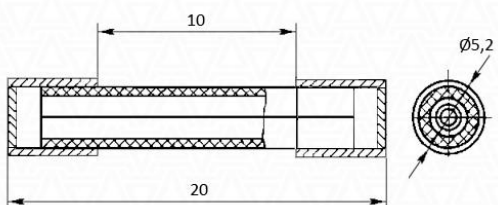


Рисунок 1.8- Габаритні розміри запобіжника

Таблиця 1.6 -Резистор СПЗ-38а [8]

Позиційне позначення	R7
Назва компонента	СПЗ-38а
Виробник	Вourns
Критерії вибору	не дротяний - однооборотний, корпусовані, вивідний, потужність 0,5 Вт
Параметри конструкції	див. рисунок 1.9
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,125, 0,25, 0,5, 1 Вт
діапазон номінальних опорів	1...10·10 <sup>6</sup> Ом
допустиме відхилення опору	±10%
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°С

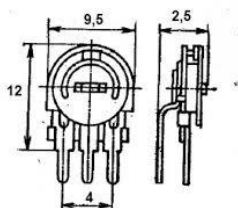


Рисунок 1.9- Габаритні розміри резисторів СПЗ-38а

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>				

Таблиця 1.7 -Світлодіод L-1503GT [8]

Позиційне позначення	HL1
Назва компонента	L-1503GT
Виробник	Bourns
Критерії вибору	Основне призначення світлодіодів у даному приладі – візуальне відображення інформації, індикація
Параметри конструкції	див. рисунок 1.10
Параметри та характеристики	
Колір свічення	червоний
Довжина хвилі	663 нм
Максимальна зворотня напруга	2В
Максимальна сила світла	2мкД
Максимальний імпульсний прямий струм	100мА
Робоча температура	-60...+70 <sup>0</sup> С

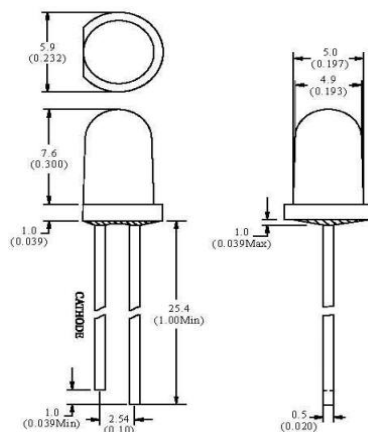


Рисунок 1.10- Габаритні розміри світлодіода типу L-1503GT

Таблиця 1.8 –Індуктивність EC24 [8]

Позиційне позначення	L1
Назва компонента	EC24
Виробник	Epcos
Параметри конструкції	див. рисунок 1.11
Параметри та характеристики	
Номінальна індуктивність	0.1 мкГн
Допуск номінальної індуктивності	20%
Максимальний постійний струм	700мА
Робоча температура	-20 ... 100С
Довжина корпусу	7мм
Діаметр (ширина) корпусу	3мм
Спосіб монтажу	в отвір

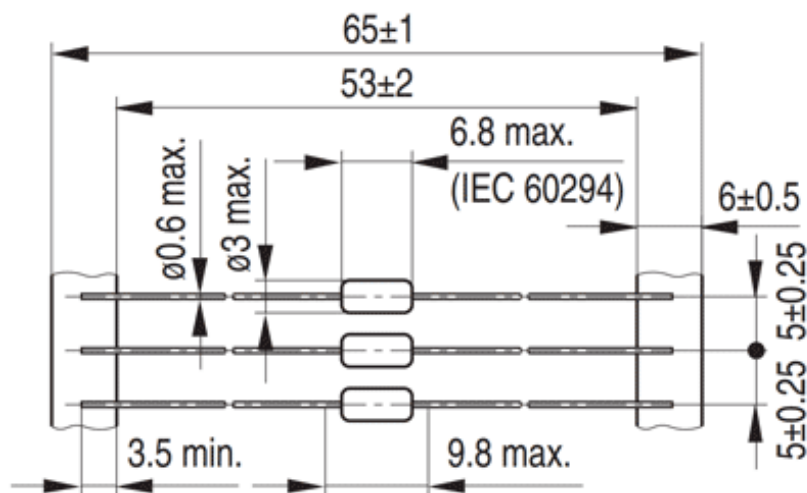


Рисунок 1.11- Габаритні розміри індуктивності EC24

Таблиця 1.9- Діод 1N4148 [1]

Позиційне позначення	VD1, VD2, VD6
Назва компонента	Діод 1N4148
Виробник	Diotec
Критерії вибору	Малопотужний високочастотний, штиреві виводи, робоча напруга, максимальна пряма напруга
Параметри конструкції	див. рисунок 1.12
Параметри та характеристики	
корпус	DO-35
максимальна постійна зворотна напруга	75В
максимальна імпульсна зворотна напруга	120В
максимальний прямий струм	0,2А
максимальна пряма напруга	1В
максимальний час зворотного відновлення	0,004мкс
максимальний зворотній струм	5 мкА
діапазон робочих температур	-65...+150°C

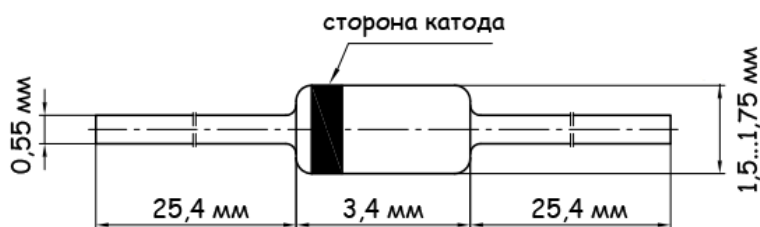


Рисунок 1.12 – Габаритні розміри діода 1N4148

Таблиця 1.10- Діод КС515 [1]

Позиційне позначення	VD3,VD4
Назва компонента	Діод 1N4148
Виробник	Diotec
Критерії вибору	Кремнієві планарні стабілітрони А- середньої потужності призначені для стабілізації номінального напруги 15 В в діапазоні струмів стабілізації 1 ... 53 мА.
Параметри конструкції	див. рисунок 1.13
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга стабілізації	15В
Статичний опір	250м
Потужність розсіювання	1Вт
Спосіб монтажу	в отвір
Робоча температура	-60 ... 125 С
Тимчасова нестабільність напруги стабілізації	1,5В
Максимальний струм стабілізації	53мА
Мінімальний струм стабілізації	1мА



Рисунок 1.13 – Габаритні розміри стабілітрона КС515А

Таблиця 1.11- Транзистори ВС212 [1]

Позиційне позначення	VT1-VT3
Назва компонента	Транзистори ВС212
Виробник	Diotec
Критерії вибору	кремнієві епітаксійних-планарні структури р-п-р підсилювальні з нормованим коефіцієнтом шуму на частоті 1 кГц.
Параметри конструкції	див. рисунок 1.14
Параметри та характеристики	
Тип матеріалу	Si
Полярність	PNP
Максимальна потужність, що розсіюється	0.3 W
Максимально допустима напруга колектор-база	60 V
Максимально постійний струм колектора	0.2 A
Гранична температура PN-переходу	150 ° C
Статичний коефіцієнт передачі струму	60

Арк.

ФПТ2.20.102.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

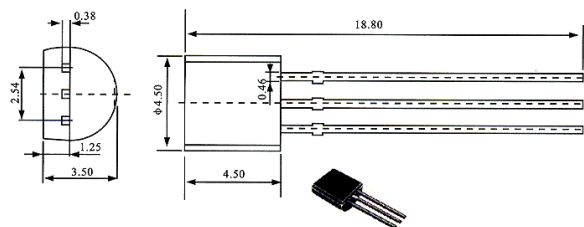


Рисунок 1.14 – Габаритні розміри транзистора BC212

Таблиця 1.12- Симистор ВТА08-600С [1]

Позиційне позначення	VS1	
Назва компонента	Симистор ВТА08-600С	
Виробник	Texas Instruments	
Критерії вибору	Призначений для застосування в якості перемикаючих елементів для пристроїв автоматичного регулювання та комутації ланцюгів силовий автоматики.	
Параметри конструкції	див. рисунок 1.15	
Параметри та характеристики		
Максимальна зворотна напруга $U_{обр}$	600В	
Макс. середнє за період значення струму у відкритому стані	8А	
Час включення	2мкс	
Робоча температура	-40 ... 125С	
Корпус	to220ab	
Критична швидкість наростання напруги	5.4мкс	
Макс. напр. у відкритому стані	1.5В	

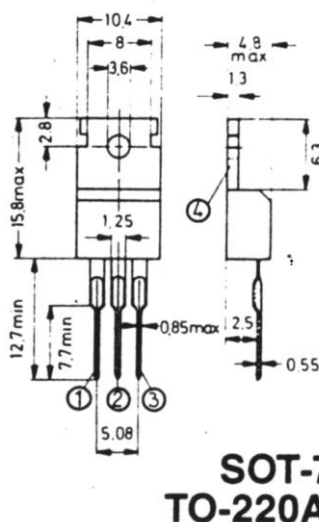


Рисунок 1.15 – Габаритні розміри симистора ВТА08-600С

Таблиця 1.13- Мікросхема CD4011 [1]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхема CD4011
Виробник	Texas Instruments
Критерії вибору	чотири логічних елемента 2І-НЕ. Містять 64 інтегральних елемента.
Параметри конструкції	див. рисунок 1.16
Параметри та характеристики	
Максимальна вихідна напруга низького рівня	2,9 В
Мінімальна вихідна напруга високого рівня	7,2 В
Вхідний струм низького рівня і високого рівня	0,3мкА
Вихідний струм низького рівня	1,3 мА
Граничний діапазон напруг живлення	3 ... 15 В
Температура навколишнього середовища	від -45 до +85 °

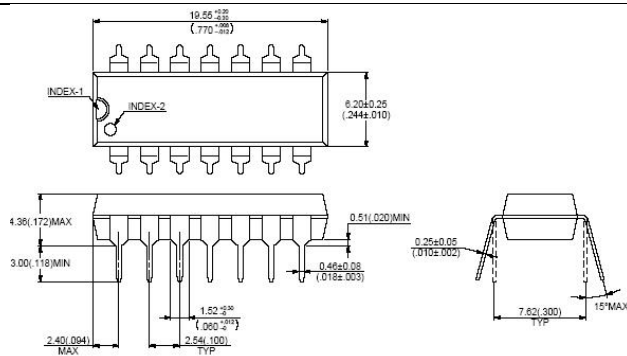


Рисунок 1.16 – Габаритні розміри мікросхеми CD4011

Таблиця 1.14- Мікросхема LS7232 [1]

Позиційне позначення	DD2
Назва компонента	Мікросхема LS7232
Виробник	Texas Instruments
Критерії вибору	формувавч імпульсів управління симетричним тиристором і призначена для роботи в сенсорному регуляторі освітленості
Параметри конструкції	див. рисунок 1.17
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	-15В ± 10%
Струм споживання	0,5..2мА
Вхідний струм на висновках	2,3,4 <2мА
Вихідний імпульсний струм	3мА
Вхідна напруга щодо виведення	5..30В

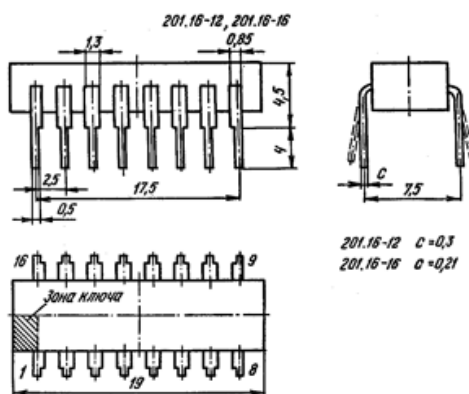


Рисунок 2.16 – Габаритні розміри мікросхеми LS7232

### 1.6 Компоновка друкованого вузла пристрою

При виготовленні апаратури метою є забезпечення мінімального впливу магнітних полів, зменшення паразитної ємності між друкованими провідниками. Від якості компоновки залежить надійність виробу та експлуатаційні характеристики.

Взаєморозміщення елементів виробу забезпечує технологічність складання і регулювання конструкції.

Для проектного виробу використовується функціонально вузловий метод компоновки з врахуванням вимог нормативних документів. Даний метод компоновки використовується для приладів з великою кількістю малогабаритних елементів. Даний метод компоновки дає можливість підвищити надійність виробу, зменшити собівартість при виготовленні. Таке розміщення елементів забезпечує простий та легкий доступ до друкованого вузла його регулювання та ремонт.

Також доступ до інших елементів. Дана конструкція дозволяє автоматизацію процесу.

Для даного виробу важливим фактором є зручність керування пристроєм. Також гарний естетичний вигляд щоб з таким пристроєм було приємно і зручно працювати. Даний виріб може використовуватись будь-де через свої невеликі розміри.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>				

## 1.7 Собівартість розробленого пристрою

Собівартість продукції як економічна категорія є грошовим виразом витрат на її виробництво та реалізацію. При розрахунку собівартості всі витрати групуються за калькуляційними статтями.

При цьому перелік статей калькуляції повинен відповідати переліку, прийнятому на конкретному підприємстві.

1 ) Витрати матеріалів (покупних виробів) на одиницю продукції визначають за формулою:

$$B_m = \sum_{i=1}^m (H_{mi} \times C_{mi}) \times K_{тр} \quad (1.13)$$

$$B_m = 218,1 \times 1,04 = 226,8 \text{ (грн.)}$$

де  $m$  — кількість видів матеріалів, які використовують для виробництва одиниці продукції;

$H_{mi}$  — норма витрат  $i$ -го виду матеріалу (покупних виробів) на виробництво одиниці продукції, натур. од.;

$C_{mi}$  — ціна придбання  $i$ -го виду матеріалу (покупних виробів), грн. од.;

$K_{тр}$  - коефіцієнт, що враховує транспортні витрати на доставку матеріалів до підприємства (для розрахунку приймається в розмірі 4 % від вартості матеріалів:  $K_{тр}=1.04$ ). Розрахунки слід звести в табл.1.15

Таблиця 1.15 Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	15	15
2	Кришка нижня	1	25	25
3	Кришка верхня	1	25	25
4	Діоди	7	1	7
5	Конденсатори електrolітичні	4	3	12
6	Конденсатори керамічні	11	0,5	5,5
7	Резистори постійні	22	0,3	6,6

									Арк.	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>					

Продовження таблиці 1.15

8	Котушки	1	2	2
9	Запобіжник	1	5	5
10	Перемикач	1	5	5
11	Щупи	2	5	10
12	Світлодіод	1	5	5
13	Мікрофон	1	10	10
14	Мікросхеми	2	30	60
15	Резистори підстроювальні	1	5	5
16	Кнопки	2	10	20
				218,1

2) Вартість технологічної енергії враховується при розрахунку витрат на утримання та експлуатацію машин і механізмів згідно статистичних даних базового підприємства (див. п.6).

3) Витрати на основну заробітну плату виробничих працівників ( $V_{o.z.pl.}$ ): для розрахунку заробітної плати працівників визначають відрядну розцінку за кожну операцію (одиницю роботи чи продукції), виконану працівником, за формулою:

$$P_{від} = \frac{\sum_{i=1}^m T_{шт.и} \cdot t_{шт.и}}{60} \times C_r, \quad (1.14)$$

$$P_{від} = \frac{18}{60} \times 115 = 34,5 (\text{грн})$$

де  $t_{шт.и}$  – час виконання однієї операції (одиниці роботи чи продукції);

$C_r$  – годинна тарифна ставка відповідно до розряду виконуваних робіт (див. додаток А).

Розрахунок витрат на основну заробітну плату основних робітників слід звести в табл.3.3

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>					

Таблиця 1.16- Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	Т <sub>шт.</sub> , хв.	Розряд	Годинна тарифна ставка, (Сг),грн/год
1	Пайка	7	VI	115
2	Регулювання	5	VI	115
3	Складання	6	VI	115
	Всього	18		

4) Витрати на додаткову заробітну плату працівників ( $V_{\text{дод.з.пл.}}$ ):

приймаються в розмірі 11% від основної заробітної плати виробничих працівників і розраховують за формулою:

$$V_{\text{дод.з.пл.}} = P_{\text{від}} \times 0.11 \quad (1.15)$$

$$V_{\text{дод.з.пл.}} = 34,5 \times 0,11 = 3,8 \text{ (грн)}$$

5) Сума відрахувань на соціальні заходи ( $C_{\text{в.с.з.}}$ ) визначається за встановленими законодавством нормами у відсотках від витрат на основну й додаткову заробітну плату:

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{\alpha}{100} \times (P_{\text{від}} + V_{\text{дод.з.пл.}}) \quad (1.16)$$

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (34,5 + 3,8) = 8,4 \text{ (грн)}$$

де  $\alpha$  - відсоток відрахувань на соціальні заходи (приймають 22%);

6) Витрати на утримання та експлуатацію машин і механізмів є комплексними, оскільки охоплюють витрати, що безпосередньо необхідні для експлуатації обладнання; амортизаційні відрахування на відтворення машин і механізмів, тощо. Оскільки такі витрати неможливо обчислити безпосередньо на одиницю продукції, їх розподіляють за вибраною базою розподілу.

Найчастіше за таку базу беруть заробітну плату виробничих працівників.

Витрати на утримання та експлуатацію машин і механізмів розраховуються за формулою:

$$V_{\text{уео}} = \frac{\alpha_{\text{уео}}}{100} \times (P_{\text{від}} + V_{\text{дод.з.пл.}}) \quad (1.17)$$

$$V_{\text{уео}} = \frac{50}{100} \times (34,5 + 3,8) = 19,2 \text{ (грн.)}$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>					



8. Ціна одиниці продукції(одного виробу) розраховується за формулою:

$$Ц_{одпр} = S_{пов} \times \frac{100 + \alpha_{пр}}{100} \quad (1.20)$$

$$Ц_{одпр} = 315,7 \times \frac{100 + 30}{100} = 410,4 \text{ (грн.)}$$

де  $\alpha_{пр}$  – відсоток запланованого прибутку (рекомендовано 20-30%);

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$П_p = (Ц_{одпр} - S_{пов}) \times N_p, \quad (1.21)$$

$$П_p = (410,4 - 315,7) \times 28000 = 2651600 \text{ (грн.)}$$

де  $П_p$  - річний прибуток від реалізації проекту, грн.;

$Ц_{одпр}$  - ціна одиниці продукції, грн.;

$S_{пов}$  - собівартість одиниці продукції, грн.;

$N_p$  - річна виробнича програма (план виробництва), од.

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$ЧП = П_p - П_p \times \frac{П_n}{100}, \quad (1.22)$$

$$ЧП = 2651600 - 2651600 \times \frac{18}{100} = 2174312 \text{ (грн.)}$$

де  $ЧП$  - чистий прибуток від реалізації проекту, грн.;

$П_n$  - ставка податку на прибуток, % (приймається відповідно до чинного законодавства – 18%).

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

$$S_{повq} = S_{пов} \times N_p \quad (1.23)$$

$$S_{повq} = 315,7 \times 28000 = 8839600 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

$$P_n = \frac{ЧП}{S_{повq}} \times 100\% \quad (1.24)$$

$$P_n = \frac{2174312}{8839600} \times 100\% = 23,5 \%$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>					

де  $R_p$ - рентабельність продукції, %;

$S_{повц}$  - собівартість всього виробництва, грн.

Повернення інвестованого капіталу оцінюється на основі показника грошового потоку від інвестицій.

5) Сума чистих грошових надходжень від інвестицій розраховується за формулою:

$$ГП = ЧП_t + A_t, \quad (1.25)$$

$$ГП = 2174312 + 990 = 2175302 \text{ (грн.)},$$

де  $ГП_t$  - сума чистих грошових надходжень у t-му році, грн.;

$A_t$ - величина амортизаційних відрахувань у t-му році, грн.

6) Загальний абсолютний ефект від реалізації інвестицій характеризує чиста теперішня (дисконтована) вартість проекту, яка розраховується за формулою:

$$ЧТВ = ТВ - ПІ \quad (1.26)$$

$$ЧТВ = 1812751,7 - 219963 = 1592788,7 \text{ (грн.)}$$

де ЧТВ - чиста теперішня вартість проекту, грн.;

ТВ - теперішня вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту, грн.

Теперішню вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту обчислюють за формулою:

$$ТВ = \sum_{i=1}^n \frac{ГП_t}{(1+r)^t} \quad (1.27)$$

$$ТВ = \frac{2175302}{(1+0,2)^1} = 1812751,7 \text{ (грн.)}$$

де  $ГП_t$ - грошовий потік, який очікується у t-му році від реалізації проекту, грн.;

$\frac{1}{(1+r)^t}$  - коефіцієнт коригування майбутніх сум грошових потоків (дисконтний множник);

					<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$r$  - норматив приведення різночасових витрат (ставка дисконту) у вигляді десяткового дробу ( $r = 0,1-0,2$ );

$n$  - кількість років інвестування,  $t = 1, 2, \dots, n$  (приймається з розрахунку виконання умови  $TВ > П$ ).

$$П = \frac{TВ}{r} \quad (1.28)$$

$$П = \frac{1812751,7}{219963} = 8,2$$

де  $П$ - індекс прибутковості інвестицій.

Проект, який має індекс прибутковості більший за одиницю, схвалюється як прибутковий, а якщо цей індекс менший за одиницю - відхиляється.

Дисконтований термін окупності інвестицій ( $Ток_{диск}$ ) характеризує кількість років, за які будуть відшкодовані початкові інвестиції та розраховується за формулою:

$$Ток_{диск} = \frac{П}{ГП_{диск}} \quad (1.29)$$

$$Ток_{диск} = \frac{219963}{181275,2} = 1,2р$$

де  $ГП_{диск}$  - середньорічна величина дисконтованих грошових потоків:

$$ГП_{диск} = \frac{TВ}{t}, \quad (1.30)$$

$$ГП_{диск} = \frac{1812751,7}{10} = 181275,2 \text{ (грн.)}$$

де  $t$  - кількість років інвестування.

Підсумки вищенаведених розрахунків доцільно звести в табл. 1.18

					<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.18- Показники оцінки економічної ефективності  
використання елементів виробничо-ресурсного потенціалу

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний обсяг виробництва виробу:	од.	28000
2	Собівартість виробу	грн./од.	315,7
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	410,4
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	219963
5	Чистий прибуток	грн.	2174312
6	Рентабельність виробу	%	23,5
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	1592788,7
9	Індекс прибутковості	-	8,2
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	1,2

					<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





<p>Огляд і редагування контактів компонента в діалоговому вікні Component Pin Editor</p>	<p>Налаштувати підключення прихованих контактів можна в поле Connect To. Наприклад, контакт VCC при розміщенні на схему, підключиться до ланцюга VCC. За допомогою команди View → Show Hidden Pins в редакторі бібліотек можна зробити видимими приховані контакти і приховані імена та номери контактів. Ще один варіант редагування відразу всіх контактів компонента використання діалогу Component Pin Editor Щоб відкрити цей діалог, натисніть на кнопку Edit Pins в нижній лівій частині діалогу Library Component Properties, див.рис.2.6.</p>
<p>Властивості компонента в діалоговому вікні Library Component Properties</p>	<p>Кожен компонент має набір властивостей, таких як дезігнатор за замовчуванням, ПКМ і / або інші моделі, а також будь-які параметри, встановлені для компонента. Виберіть компонент в списку Components панелі SCH Library і натисніть кнопку Edit або зробіть подвійне клацання на імені компонента. Відкриється діалог Library Component Properties, див.рис.2.7.</p>

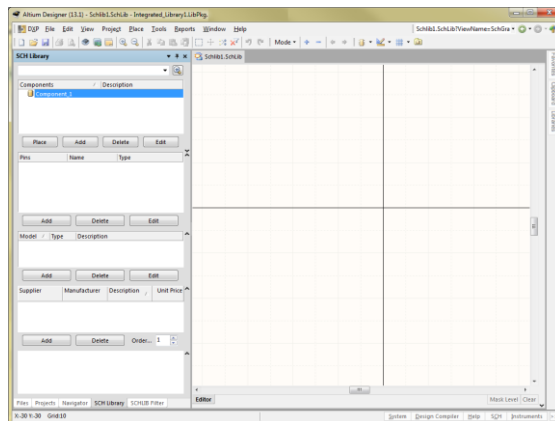


Рисунок 2.2 – Нова бібліотека, відкрита на початковому компоненті Component\_1

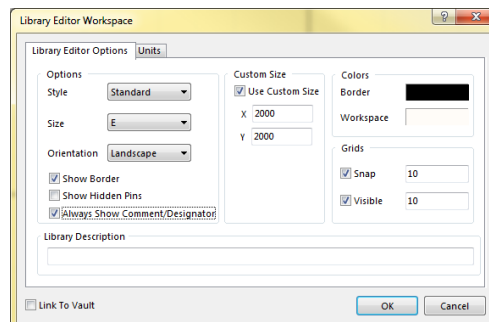


Рисунок 2.3 - Установка параметрів листа в діалоговому вікні Library Editor Workspace

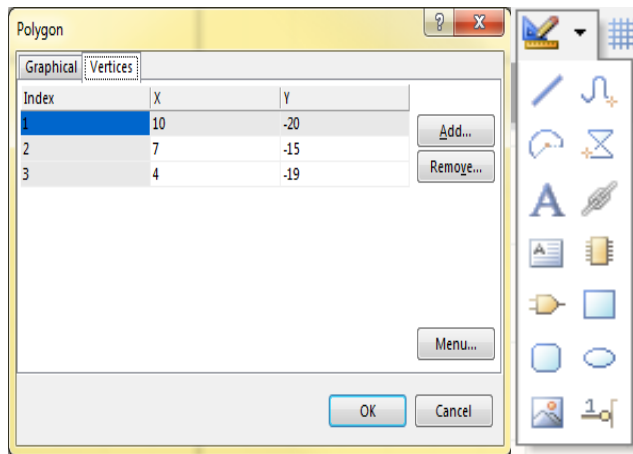


Рисунок 2.4- Координати вершин полігона і панель інструментів

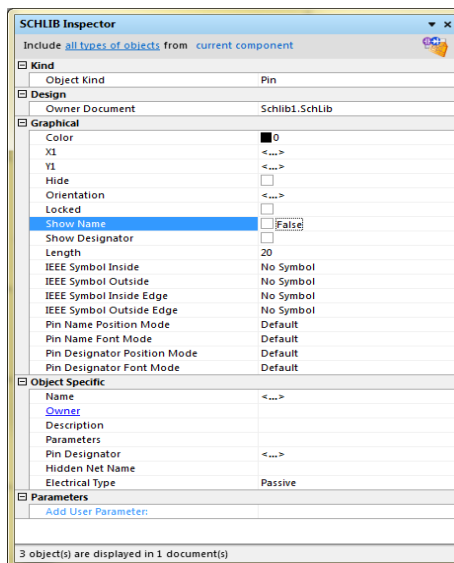


Рисунок 2.5 – Редагування видимості імен і номерів контактів для всіх контактів з допомогою інспектора

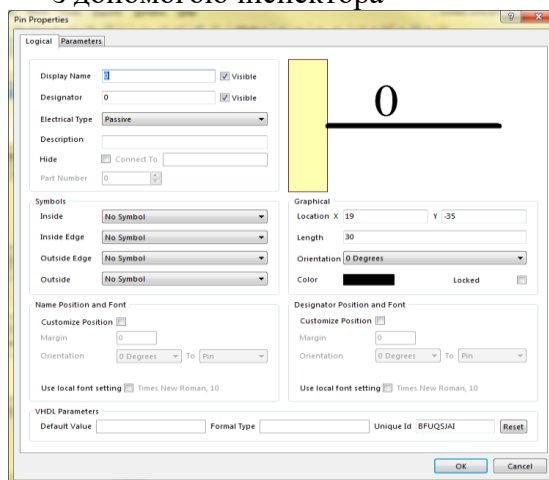


Рисунок 2.6 - Ввід налаштувань контактів перед їх розміщенням

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ФПТ2.20.102.000 ПЗ

Арк.

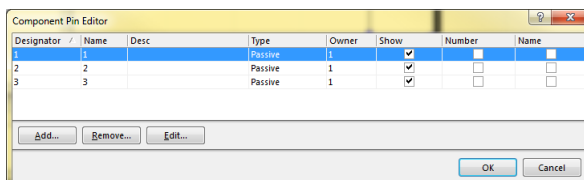


Рисунок 2.7 – Огляд і редагування контактів компонента в діалоговому вікні Component Pin Editor

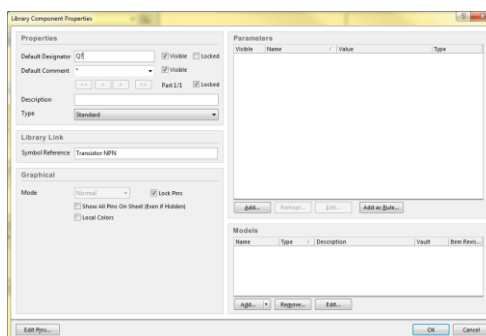


Рисунок 2.8 - Основні властивості компонента в діалоговому вікні Library Component Properties

## 2.2 Опис створення посадочного місця компонента діодного мосту RS804

Згідно завдання необхідно описати створення посадочного місця для діодного мосту RS804. Згідно [20] даний діодний міст виготовляється в корпусі KBU, вигляд та розміри якого зображені на рисунку 2.9.

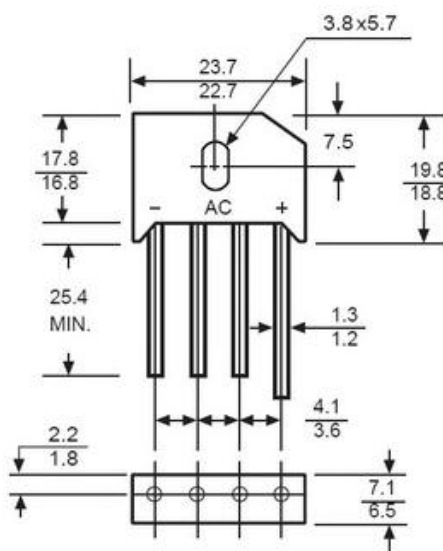


Рисунок 2.9 – Вигляд та розміри діодного мосту RS804

Створення посадочного місця починається із створення нового компонента в бібліотеці, що зображено на рисунку 2.10.

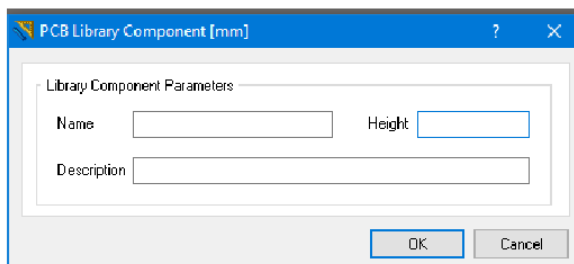


Рисунок 2.10 – Вікно бібліотеки посадочних місць з параметрами компонента

Для створення контактних площадок необхідно встановити крок координатної сітки 2,5 мм. Далі слід розмістити чотири контактні площадки з такими параметрами: форма – кругла (Round); розмір  $X = 2,5$  мм; розмір  $Y = 2,5$  мм; діаметр отвору 0,8 мм; шар Multy-Layer. Відстань між контактними площадками 2,5 мм. Вікно властивостей контактної площадки зображено на рисунку 2.11. Параметр Designator треба встановити у відповідності до нумерації виводів.

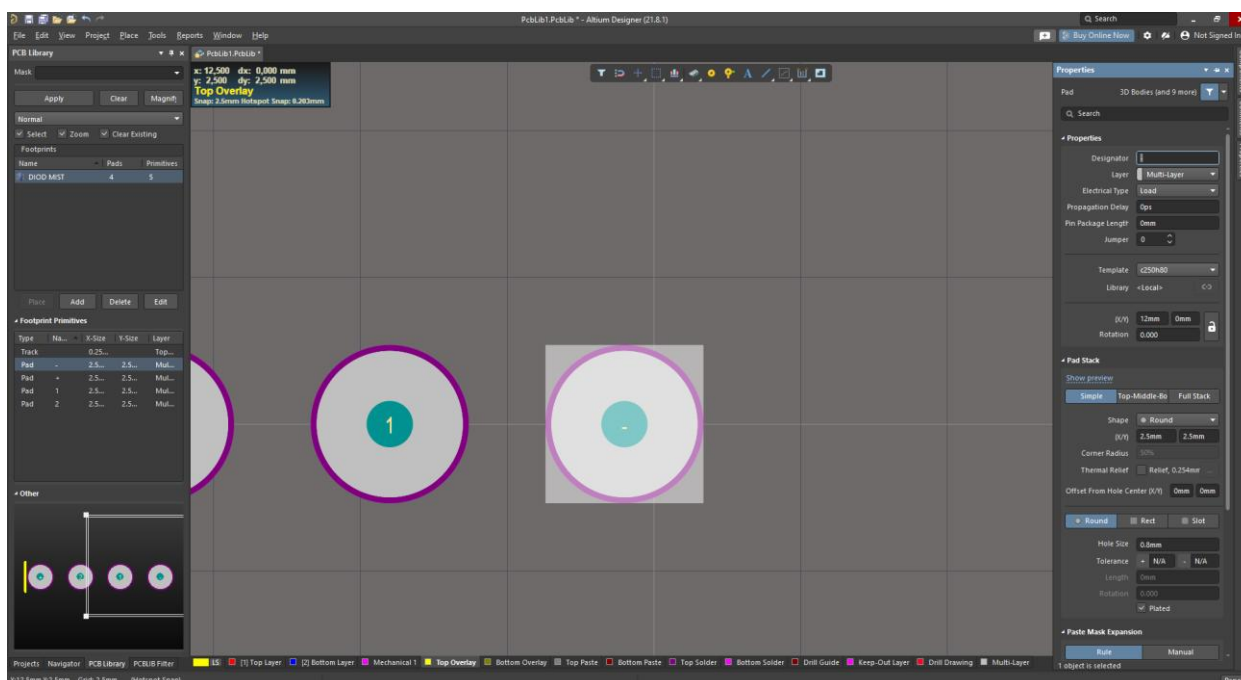


Рисунок 2.11 – Вікно властивостей контактної площадки при створенні посадочного місця компонента

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>					

Вигляд компонента після створення 4-х контактних площадок зображений на рисунку 2.12.

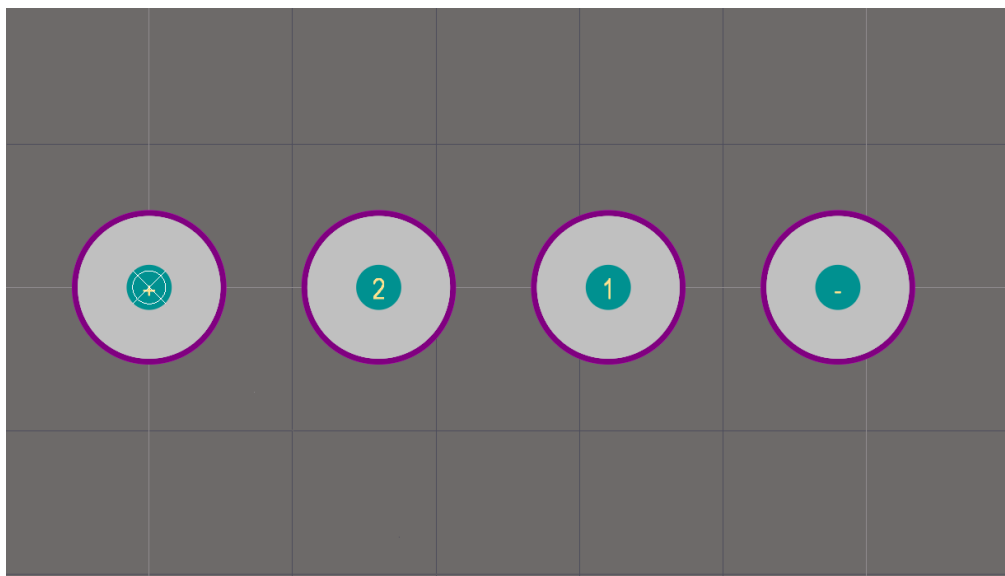


Рисунок 2.12 – Розміщення контактних площадок посадочного місця

Наступний етап – створення шовкографії в шарі Top OverLay. Спочатку потрібно вибрати інструмент "лінія" (ПКМ → Place → Line або послідовним натисканням клавіш P, U) і накреслити прямокутник за розмірами довжина 22,1мм та ширини 7,1мм. Після цього треба встановити крок координатної сітки 0,1 мм,

Результат створення шовкографії зображено на рисунку 2.13.

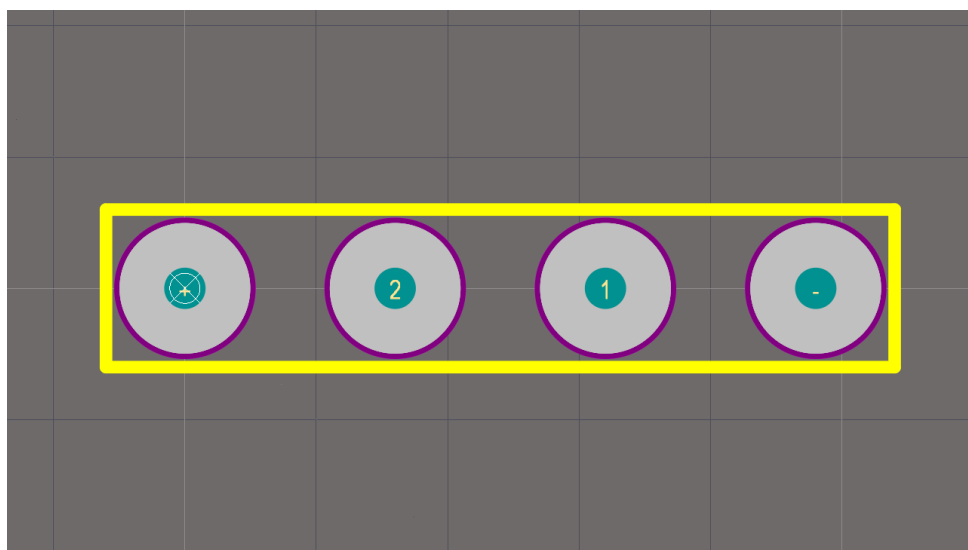


Рисунок 2.13 – Створення шовкографії посадочного місця

					<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завершальним етапом створення посадочного місця є перевірка компонента командою Reports → Component Rule Check, що зображено на рисунку 2.14.

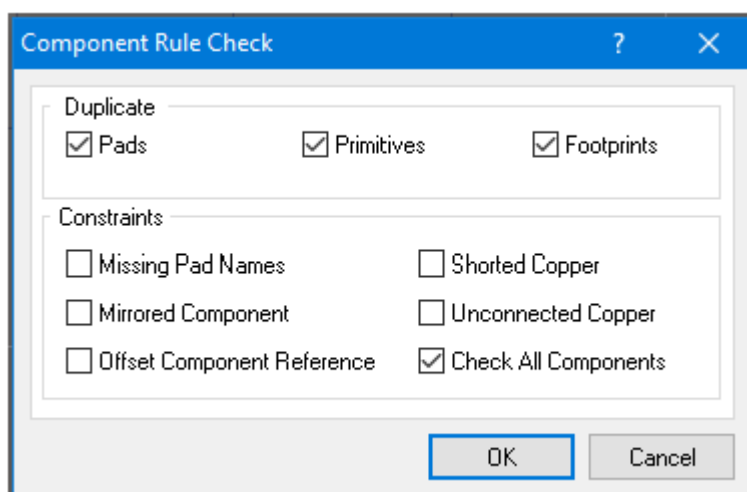


Рисунок 2.14 – Вікно перевірки посадочного місця компонента

					<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 3.1 Природне середовище і його забруднення

Забруднення навколишнього природного середовища негативно позначається на здоров'ї. Забруднене атмосферне повітря може стати джерелом проникнення в організм шкідливих речовин через органи дихання. Забруднена вода може містити хвороботворні мікроорганізми і небезпечні для здоров'я речовини. Забруднена ґрунт і ґрунтові води погіршують якість сільськогосподарських продуктів харчування.

Людина здавна розглядає навколишнє природне середовище в основному як джерело сировинних запасів (ресурсів), необхідних для задоволення своїх потреб. При цьому велика частина узятих від природи ресурсів повертається в природу у вигляді відходів. Основна частина цих відходів і забруднень утворюється в містах.

У містах по залізних і шосейних дорогах безперервно перевозять вантажі та людей. Усі види транспорту сильно забруднюють атмосферу вихлопними газами, що містять речовини, шкідливі для здоров'я людини.

У кожному сучасному місті в результаті життєдіяльності людей утворюється багато промислових і побутових відходів.

Від звалищ, розташованих поблизу міст, на велику відстань поширюється неприємний запах. На звалищах розмножується велика кількість мух, мишей і щурів, які є переносниками різних хвороботворних бактерій.

Діяльність людини призводить до постійного забруднення навколишнього природного середовища: атмосферного повітря, природних вод і ґрунтів.

					<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



природи, замінити його турботою про збереження всього живого, брати участь в озелененні рідного міста чи населеного пункту.

### 3.2 Проведення інструктажів з охорони праці

Навчання з питань охорони праці - це навчання працівників, учнів, курсантів, студентів, слухачів з метою отримання необхідних знань і навичок з питань охорони праці або безпечного ведення робіт;

Робота з підвищеною небезпекою - є робота в умовах впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників або така, де є потреба в професійному доборі, чи пов'язана з обслуговуванням, управлінням, застосуванням технічних засобів праці або технологічних процесів, що характеризуються підвищеним ступенем ризику виникнення аварій, пожеж, загрози життю, заподіяння шкоди здоров'ю, майну, довкіллю;

Спеціальне навчання - є щорічне вивчення працівниками, які залучаються до виконання робіт з підвищеною небезпекою або там, де є потреба в професійному доборі, вимог відповідних нормативно-правових актів з охорони праці;

Стажування - набуття особою практичного досвіду виконання виробничих завдань і обов'язків на робочому місці підприємства після теоретичної підготовки до початку самостійної роботи під безпосереднім керівництвом досвідченого фахівця;

Дублювання - самостійне виконання працівником (дублером) професійних обов'язків на робочому місці під наглядом досвідченого працівника з обов'язковим проходженням протиаварійного і протипожежного тренувань.

Працівники, під час прийняття на роботу та періодично, повинні проходити на підприємстві інструктажі з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також з

					<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій, пожеж і стихійних лих.

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці (далі - інструктажі) поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж

Проводиться:

з усіма працівниками, які приймаються на постійну або тимчасову роботу, незалежно від їх освіти, стажу роботи та посади;

з працівниками інших організацій, які прибули на підприємство і беруть безпосередню участь у виробничому процесі або виконують інші роботи для підприємства;

з учнями та студентами, які прибули на підприємство для проходження трудового або професійного навчання;

з екскурсантами у разі екскурсії на підприємство.

Вступний інструктаж проводиться спеціалістом служби охорони праці або іншим фахівцем відповідно до наказу (розпорядження) по підприємству, який в установленому Типовим положенням порядку пройшов навчання і перевірку знань з питань охорони праці.

Вступний інструктаж проводиться в кабінеті охорони праці або в приміщенні, що спеціально для цього обладнано, з використанням сучасних технічних засобів навчання, навчальних та наочних посібників за програмою, розробленою службою охорони праці з урахуванням особливостей виробництва. Програма та тривалість інструктажу затверджуються керівником підприємства.

Запис про проведення вступного інструктажу робиться в журналі реєстрації вступного інструктажу з питань охорони праці (додаток 5), який зберігається службою охорони праці або працівником, що відповідає за

					<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці:

при введенні в дію нових або переглянутих нормативно-правових актів з охорони праці, а також при внесенні змін та доповнень до них;

при зміні технологічного процесу, або модернізації устаткування, приладів та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на стан охорони праці;

при порушеннях працівниками вимог нормативно-правових актів з охорони праці, що призвели до травм, аварій, пожеж тощо;

при перерві в роботі виконавця робіт більш ніж на 30 календарних днів - для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт - понад 60 днів.

Позаплановий інструктаж з учнями, студентами, курсантами, слухачами проводиться під час проведення трудового і професійного навчання при порушеннях ними вимог нормативно - правових актів з охорони праці, що можуть призвести або призвели до травм, аварій, пожеж тощо.

Позаплановий інструктаж може проводитись індивідуально з окремим працівником або з групою працівників одного фаху. Обсяг і зміст позапланового інструктажу визначаються в кожному окремому випадку залежно від причин і обставин, що спричинили потребу його проведення.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками:

при ліквідації аварії або стихійного лиха;

при проведенні робіт, на які відповідно до законодавства оформлюються наряд-допуск, наказ або розпорядження.

Цільовий інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників. Обсяг і зміст цільового інструктажу визначаються залежно від виду робіт, що виконуватимуться.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>				

Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі проводить безпосередній керівник робіт (начальник структурного підрозділу, майстер) або фізична особа, яка використовує найману працю.

Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі завершуються перевіркою знань у вигляді усного опитування або за допомогою технічних засобів, а також перевіркою набутих навичок безпечних методів праці, особою, яка проводила інструктаж.

При незадовільних результатах перевірки знань, умінь і навичок щодо безпечного виконання робіт після первинного, повторного чи позапланового інструктажів протягом 10 днів додатково проводяться інструктаж і повторна перевірка знань.

При незадовільних результатах перевірки знань після цільового інструктажу допуск до виконання робіт не надається. Повторна перевірка знань при цьому не дозволяється.

Про проведення первинного, повторного, позапланового та цільового інструктажів та їх допуск до роботи, особа, яка проводила інструктаж, уносить запис до журналу реєстрації інструктажів з питань охорони праці на робочому місці. Сторінки журналу реєстрації інструктажів повинні бути пронумеровані, прошнуровані і скріплені печаткою.

У разі виконання робіт, що потребують оформлення наряду-допуску, цільовий інструктаж реєструється в цьому наряді-допуску, а в журналі реєстрації інструктажів не обов'язково.

Перелік професій та посад працівників, які звільняються від повторного інструктажу, затверджується роботодавцем. До цього переліку можуть бути зараховані працівники, участь у виробничому процесі яких не пов'язана з безпосереднім обслуговуванням об'єктів, машин, механізмів, устаткування.

					<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

Згідно даного завдання було розроблено конструкцію комбінованого регулятора потужності, розраховано його основні технічні параметри, проведено якісну та кількісну оцінку технологічності, визначено умови експлуатації та показники собівартості.

При проектуванні друкованого вузла була використана система автоматичного проектування Altium Designer, за допомогою якої було здійснено встановлення елементів і трасування друкованих провідників на друкованій платі приладу. В результаті отримано двосторонню друковану плату мінімальних розмірів 55×70мм з координатною сіткою 2,5мм. Також отримана плата має мінімальні паразитні зв'язки.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно.

Проведено розрахунок друкованого монтажу в результаті якого визначено ширину друкованих провідників, відстань між друкованими провідниками, між провідником і контактною площадкою, діаметри монтажних отворів.

В технологічній частині була проведена кількісна і якісна оцінка технологічності. Розроблена конструкція даного пристрою являється технологічною і з деякими доробками може впроваджуватися у виробництво.

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.

					<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Регулятор потужності [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://www.makeshema.ru/11-laboratornyy-blok-pitaniya-s-zaschitoy.html>(дата звернення 1.02.2022).
2. Конденсатор b41828 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip.ru/product/b41828a6225m007>(дата звернення 1.02.2022).
3. Резистор MFP Уageo [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://ru.mouser.com/ProductDetail/Yageo/MFP-25BRD52-1K27/?qs=i6Zrxxj4WsMh75Oj/AbA5w>(дата звернення 1.02.2022).
4. Конденсатор b37979 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu/ru/details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/>(дата звернення 1.02.2022).
5. Світлодіод типу L-1503GT [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip.ru/product/l-1503gt>(дата звернення 1.02.2022).
6. Запобіжник H520 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip.ru/product/h520-0.5a>(дата звернення 1.02.2022).
7. Резистор АХ-5 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: [https://www.tme.eu/ru/katalog/rezistory-5vt\\_100292/?art=AX5W-820R&page=10](https://www.tme.eu/ru/katalog/rezistory-5vt_100292/?art=AX5W-820R&page=10)(дата звернення 1.02.2022).
8. Резистор 16к1 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://radio-magazin.com.ua/rezistori/rezistori-peremenniepotenciometri/rezistori-peremennie/>(дата звернення 1.02.2022).
9. Резистор підстроювальний 3329Н [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://electronoff.ua/good/rezistor-podstroechnyj-3329h-10-kom.php>(дата звернення 1.02.2022).

					<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Перемикач ASV-09-102 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip.ru/product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2022).
11. Реле LEG-12 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: [https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12\\_62137.html](https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html)(дата звернення 1.02.2022).
12. Оптрон МОС3021М [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc.ru/catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.02.2022).
13. Кнопка 7-TS6601 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.platan.ru/cgi-bin/qwery.pl/id=995635956>(дата звернення 1.02.2022).
14. Мікросхема L7812CP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu/ru/details/l7812cp/stabilizatory-napriazheniia-nereguliruemye/stmicroelectronics/>(дата звернення 1.02.2022).
15. Мікросхема LD1084 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://relecom.com.ua/Home/Product?nomenclatureId=70460>(дата звернення 1.02.2022).
16. Мікросхеми L7812CP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu/ru/details/l7812cp/stabilizatory-napriazheniia-nereguliruemye/stmicroelectronics/>(дата звернення 1.02.2022).
17. Діод 1N4001 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://asenergi.com/catalog/diody/1n40.html>(дата звернення 1.02.2022).
18. Транзистор 2N5194G [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://dsh.su/trans/index/biid/4592>(дата звернення 1.02.2022).
19. Транзистор BD243C [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://blackchip.com.ua/tranzistori-moduli/tranzistor-bd243c/>(дата звернення 1.02.2022).
20. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>
21. Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021

					<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

22. Програма для розробки схем “Altium Designer” [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>

23. Програма для розробки корпусу “Компас 3D” [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>

24. Програма для розробки схем “Altium Designer” [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>

					<b>ФПТ2.20.102.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

***ДОДАТКИ***

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедру РТ  
\_\_\_\_\_ к.т.н. Дунець В.Л.  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2022 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ  
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «Комбінований регулятор потужності живлення  
радіоелектронних пристроїв»

Узгоджено:  
Керівник дипломного проекту  
Химич Г.П. \_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2022р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”  
Студент групи РАС-41  
Павлишин В. Г.  
\_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2022р.

# 1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “Комбінований регулятор потужності живлення радіоелектронних пристроїв”

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи № 4/7-445 від “27” травня 2022р.

## 2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Павлишин Віталій Григорович

Метою кваліфікаційної роботи є розробка комбінованого регулятора потужності живлення радіоелектронних пристроїв, що включає в себе:

- розробку схемотехнічного рішення для даного регулятора потужності живлення;
- вибір компонентної бази розроблювального регулятора потужності живлення;
- розрахунок і вибір компонентів для регулятора потужності живлення;

## 4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1. Комбінований регулятор потужності живлення радіоелектронних пристроїв повинен бути розрахований на живлення від джерела живлення постійної напруги +5В.

4.1.2. Вихідна напруга і максимальний струм навантаження комбінованого регулятора потужності живлення радіоелектронних пристроїв повинні відповідати значенням, наведеним ПЗ.

4.1.3. Похибка вихідної індикації не повинна бути більше  $\pm 0,05\%$ .

4.2. Технічні вимоги

4.2.1. Комбінований регулятор потужності живлення радіоелектронних пристроїв повинен відповідати вимогам стандарту, а також технічній документації на комбінований регулятор потужності живлення радіоелектронних пристроїв конкретного типу, затвердженій в установленому порядку.

4.2.2. Комбінований регулятор потужності живлення радіоелектронних пристроїв повинен забезпечувати задану точність показів індикатору та стабільність при зміні температури середовища.

4.2.3. Комбінований регулятор потужності живлення радіоелектронних пристроїв повинен забезпечувати безперервну роботу протягом 8 годин при номінальному струмі навантаження і номінальній напрузі джерела живлення, при нормальних кліматичних умовах.

4.2.4. Всі елементи комбінованого регулятора потужності живлення радіоелектронних пристроїв повинні бути захищені від струмів короткого замикання.

4.2.5. Електрична міцність і опір ізоляції між корпусом комбінованого регулятора потужності живлення радіоелектронних пристроїв і мережевими контактами, а також між корпусом і контактами, повинні відповідати вимогам ГОСТ 22261.

4.2.6. За механічними і кліматичними умовами експлуатаційні комбінований регулятор потужності живлення радіоелектронних пристроїв повинен відповідати ГОСТ 22261 (група 4).

Граничні умови транспортування та зберігання - 5 по ГОСТ 15150. Час витримки в нормальних умовах - 24 год.

4.2.7. У комплект комбінованого регулятора потужності живлення радіоелектронних пристроїв повинно входити: живлення  $\sim 220\text{В}$ , ключ управління, параметричний стабілізатор, електретний мікрофон, формувач імпульсів, звукове реле та навантаження. До комплекту докладають паспорт.

4.2.8. Напрацювання на відмову повинне бути не менше 43200 год.

4.2.9. Час відновлення після ремонту повинен бути не більше 2 год.

4.2.10. Середній термін служби повинен бути не менше 5 років.

Випробування на термін служби не проводять.

4.3. Правила приймання.

4.3.1. Комбінований регулятор потужності живлення радіоелектронних пристроїв повинен піддаватися приймально-здавальним та періодичним випробуванням.

4.3.2. При приймально-здавальних випробуваннях комбінований регулятор потужності живлення радіоелектронних пристроїв повинен піддаватися суцільному контролю. При невідповідності вимогам цього стандарту його повертають для усунення дефектів. Після усунення дефектів комбінований регулятор потужності живлення радіоелектронних пристроїв відправляють на повторні випробування. Результати повторних випробувань є остаточними.

4.3.3. Періодичним випробуванням піддають не менше п'ятьох комбінованих регуляторів потужності живлення радіоелектронних пристроїв, що пройшли приймально-здавальні випробування. Періодичні випробування на відповідність всім пунктам даного стандарту проводять при випуску настановних партій і періодично один раз на два роки. При отриманні незадовільних результатів випробувань з'ясовують причини браку, усувають їх і проводять повторні періодичні випробування на подвоєному числі комбінованих регуляторів потужності живлення радіоелектронних пристроїв. Якщо при повторних періодичних випробуваннях виявлено невідповідність хоча б одного виробу вимогам цього стандарту, приймання і відвантаження універсальних частотомірів припиняють. Рішення про подальше виготовлення виробів та їх приймання беруть замовник та підприємство-виробник.

4.3.4. Випробування на надійність проводять не рідше одного разу на три роки. Вихідні дані при проведенні випробувань:

- приймальний рівень  $P\alpha = 0.93$ ;
- бракувальний рівень  $P\mu = 0.70$ ;
- ризик виробника  $\alpha = 0,2$ ;
- ризик споживача  $\beta = 0,15$ .

## 5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації повинен складатися з:

- пояснювальна записка;
- структурна схема комбінованого регулятора потужності живлення радіоелектронних пристроїв;
- електрична принципова схема комбінованого регулятора потужності живлення радіоелектронних пристроїв;
- друкована плата комбінованого регулятора потужності живлення радіоелектронних пристроїв;
- друкований вузол.

## 6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи, техніко-економічний аналіз	
3	Розробка структурної та функціональної схеми	
4	Розрахунок основних вузлів живлення ~220В, ключ управління, параметричний стабілізатор, електретний мікрофон, формувач імпульсів, звукове реле та навантаження.	
5	Вибір компонентної бази для розроблюваного комбінованого регулятора потужності живлення радіоелектронних пристроїв;	
6	Компоновка друкованого вузла	
7	Створення допоміжної документації	
8	Спеціальна частина	
9	Розділ охорони праці та безпеки життєдіяльності	
10	Нормоконтроль	
11	Попередній захист кваліфікаційної роботи (КР)	
12	Захист КР	

Термін виконання кваліфікаційної роботи узгоджується з керівником і з графіком виконання.

## 7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

7.1 Під час виконання кваліфікаційної роботи в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.



Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
	<b><i>Запобіжник</i></b>		
FU1	C630-1,5A-250B «Conquer»	1	
	<b><i>Світлодіод</i></b>	1	
HL1	L-1503GT "Kingbright"	1	
	<b><i>ІНДУКТИВНОСТІ</i></b>		
L1	EC24-1,62mH "TDK"	1	
	<b><i>Резистори</i></b>		
R1	Royal Ohm 10к0м-0,125W ± 5%	1	
R2	Royal Ohm 15к0м-0,125W ± 5%	1	
R3	Royal Ohm 4,7м0м-0,125W ± 5%	1	
R4	Royal Ohm 51к0м-0,125W ± 5%	1	
R5	Royal Ohm 2,2м0м-0,125W ± 5%	1	
R6	Royal Ohm 430к0м-0,125W ± 5%	1	
R7	СПЗ-38а-6800м ± 20% ОЖО.468.558 TV	1	
R8	Royal Ohm 2,2м0м-0,125W ± 5%	1	
R9	Royal Ohm 8,2к0м-0,125W ± 5%	1	
R10	Royal Ohm 4,7м0м-0,125W ± 5%	1	
R11	Royal Ohm 1,2к0м-0,125W ± 5%	1	
R12	Royal Ohm 120к0м-0,125W ± 5%	1	
R13,R14	Royal Ohm 3,9м0м-0,5W ± 5%	2	
R15	Royal Ohm 820к0м-0,125W ± 5%	1	
R16	Royal Ohm 10к0м-0,125W ± 5%	1	
R17	Royal Ohm 20к0м-0,125W ± 5%	1	
R18	Royal Ohm 1800м-0,125W ± 5%	1	
R19	Royal Ohm 750м-0,125W ± 5%	1	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис
			Дата
			ФПТ2.20.100.000 ПЕЗ
			Арк.
			2



Форм- мат.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<i>Документація</i>		
A			ФПТ2.20.100.000 ПЕЗ	Схема електрична прин-		
A			ФПТ2.20.100.000 ПЕ	Перелік елементів		
A			ФПТ6.20.100.000 СК	Вузол друкований		
				<i>Деталі</i>		
A1		1	ФПТ7.20.100.000	Плата друкована	1	
				<i>Інші вироби</i>		
				<i>Мікрофон</i>		
		2		34LOF «КЕРО»	1	ВА1
				<i>Конденсатори</i>		
				SHANGHAI JINPEI ELEC-		
				ECAP JAMICON Corp		
		3		CC4-50B-270пФ± 5%	1	С8
		4		CC4-50B-470пФ± 5%	1	С13
		5		CC4-50B-0,022мкФ± 5%	2	С4,С5
		6		CC4-50B-0,047мкФ± 5%	1	С11
		7		CC4-50B-0,1мкФ± 5%	3	С10,С7,С1
		8		CC4-400B-0,22мкФ± 5%	1	С14
		9		CC4-50B-0,33мкФ± 5%	1	С9
		10		CC4-50B-0,47мкФ± 5%	1	С6
		11		ECAP 1mF-50V	1	С2
		12		ECAP 47mF-16V	1	С3
		13		ECAP 100mF-25V	1	С1
				<b>ФПТ6.20.100.000 СК</b>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		
Роз- Переві	Павли- Химич				Літ н	Ар- 1
Н					Арк 3	
За-					ТНТУ, ФПТ, каф. РТ гр.РАс-41	
				<b>Вузол друкований</b>		

ФОР- МАТ	ЗОНА	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.	
		14		ЕСАР 470mF-25V	1	С12	
				Мікросхеми			
		15		CD4011A. «Texas	1	DD1	
		16		LS7232 «Texas Instrument»	1	DD2	
				Запобіжник			
		17		С630-1,5А-250В «Conquer»	1	HL1	
				Індуктивності			
		18		ЕС24-1,62mH "TDK"	1	L1	
				Резистори			
				ОЖО.468.558 ТУ			
		19		СПЗ-38а-6800м ± 20%	1	R7	
		20		Royal Ohm 750м-0,125W	1	R19	
		21		Royal Ohm 1800м-0,125W	1	R18	
		22		Royal Ohm 3300м-0,5W	1	R23	
		23		Royal Ohm 7500м-0,125W	1	R21	
		24		Royal Ohm 1к0м-0,125W	1	R20	
		25		Royal Ohm 1,2к0м-0,125W	1	R11	
		26		Royal Ohm 8,2к0м-0,125W	1	R9	
		27		Royal Ohm 10к0м-0,125W	2	R1,R16	
		28		Royal Ohm 15к0м-0,125W	1	R15	
		29		Royal Ohm 20к0м-0,125W	1	R17	
		30		Royal Ohm 51к0м-0,125W	1	R4	
		31		Royal Ohm 120к0м-0,125W	1	R12	
		32		Royal Ohm 430к0м-0,125W	1	R6	
		33		Royal Ohm 820к0м-0,125W	1	R15	
				ФПТ6.20.100.000 СК			Арк.
							2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

