

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Лабораторний блок живлення з захистом від перегріву

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи РАс-41

спеціальності 172 “Телекомунікації та радіотехніка”

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Зайчук В.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Яворський Б.І.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Паляниця Ю.Б.
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Дунець В.Л.
(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Дедів Л.Є.
(прізвище та ініціали)

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

Факультет прикладних інформаційних технологій та енергетики
(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

		ЗАТВЕРДЖУЮ	
		Завідувач кафедри	
			<u>Думчев В. А.</u>
		(підпис)	(прізвище та ініціали)
		« »	20 <u>23</u> р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Зайцуку Вадиму Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Лабораторний блок живлення з джерелом лінійного нагріву

Керівник роботи Яворський Богдан Іванович, д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «24» травня 2023 року № 4/7-575

2. Термін подання студентом завершеної роботи 12 червня, 2023р

3. Вихідні дані до роботи напрямок живлення - 220 \pm 15% V, вихідна напруга - 1,25...15,5) В, вихідний струм - 2 А \pm 10%, К.К.Д \geq 85%, діапазон температур - (-10...+30) V

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Аналіз технічних вимог і завдань
Розробка і аналіз структурної, принципової електричної схем
Розрахунок і вибір схем електричної принципової
Розрахунок собівартості розробленого пристрою
Обґрунтування використання та вибору СМТ-діодів

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

1. Схема структурна - А1
2. Схема електрична принципова - А1
3. Схема вузла з'єднаний - А1
4. Таблиця з'єднання - А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Лазаренко В.В., речник нац. МП	11.03.23	15.03.23
	Гурник О.Я., доцент кафедри МТ		

7. Дата видачі завдання 10 березня, 2023р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

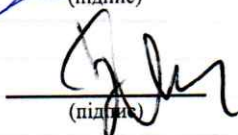
№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Формування та аналіз технічного завдання	10.03 - 20.03	
2	Збір інформації	10.03 - 25.03	
3	Аналіз технічного завдання	15.03 - 18.03	
4	Проектування та аналіз структурної схеми	18.03 - 23.03	
5	Проектування схеми електричної принципової	20.03 - 10.04	
6	Підбір компонентних бази	25.03 - 10.04	
7	Розрахунок окремих елементів та вузлів схеми електричної принципової	20.03 - 10.04	
8	Розрахунок параметрів групуваного монтажу	10.04 - 15.04	
9	Компонування групуваної плати	15.04 - 1.05	
10	Компонування групуваного вузла	15.04 - 1.05	
11	Розрахунок собівартості спроектованого виробу	1.05 - 7.05	
12	Обґрунтування використання та вибору САПР для проектування	7.05 - 15.05	
13	Опис завдання з охорони праці та безпеки життєдіяльності	20.05 - 1.06	
14	Формування вимогів	1.06 - 2.06	
15	Компонування кваліфікаційної роботи	2.06 - 9.06	
16	Направлення роботи на атестацію	10.06.	
17	Захист роботи	22.06.23р	

Студент


(підпис)

Зайчук В.О
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Сверський Б.І
(прізвище та ініціали)

Анотація

Зайчук В.О. Лабораторний блок живлення з захистом від перегріву - Рукопис. Кваліфікаційна робота бакалавра, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАС-41, Тернопіль, 2023.

Ключові слова: БЛОК ЖИВЛЕННЯ, ГРАНИЧНА ТЕМПЕРАТУРА, ТЕСТУВАННЯ, ІМПУЛЬСНИЙ РЕЖИМ.

В загальній частині представлені технічні характеристики виробу, а також описана структурна схема та принцип роботи його електричної принципової схеми. Вказано призначення, область застосування та вимоги до проєктованого виробу, описано принципову схему і зроблено огляд структурної схеми.

Розглянуто обґрунтування вибору конструкції пристрою та надано її опис. Також визначено елементну базу пристрою, описано процес складання та монтажу проєктованого виробу, а також вибір технології для його складання. Додатково, надано опис технології виготовлення друкованої плати і вказано основні та допоміжні матеріали, які були вибрані.

Summary

Zaichuk V.O. Laboratory power supply unit with overheating protection - Manuscript. Bachelor's thesis, Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyu, faculty of applied information technologies and electrical engineering, group RAs-41, Ternopil, 2023.

Keywords: POWER SUPPLY, LIMIT TEMPERATURE, TESTING, PULSE MODE.

In the general part, the technical characteristics of the product are presented, as well as the structural diagram and the principle of operation of its electrical circuit diagram are described. The purpose, field of application and requirements for the designed product are indicated, the schematic diagram is described and the structural diagram is reviewed.

The rationale for choosing the design of the device is considered and its description is provided. The element base of the device is also defined, the process of assembly and installation of the designed product is described, as well as the choice of technology for its assembly. In addition, a description of the printed circuit board manufacturing technology is provided and the main and auxiliary materials that were selected are indicated.

Зміст

Вступ.....	6
1. Основна частина	8
1.1 Аналіз технічного завдання	8
1.2 Аналіз структурної схеми виробу	8
1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз.....	9
1.4 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою.....	11
1.4.1 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.....	11
1.4.2 Розрахунок параметрів друкованого монтажу.....	14
1.5 Вибір і обґрунтування компонентної бази.....	17
1.6 Компоновка друкованого вузла пристрою.....	25
1.7 Собівартість розробленого пристрою.....	27
2. Спеціальна частина.....	38
2.1 Обґрунтування використання та вибору САПР для проектування	38
2.2 Опис створення 3D плати виробу.....	42
3. Охорона праці та безпека життєдіяльності	44
3.1 Природне середовище і його забруднення.....	44
3.2 Проведення інструктажів з охорони праці.....	46
Висновки.....	41
Список використаних джерел.....	52
Додатки.....	56

					ЗВО 2.087.001 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Зайчук			Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Яворський				5	
Рецензент					ТНТУ, ФПТ, каф. РТ		
Н. Контр.					гр.РАС-41 м. Тернопіль		
Затверд.							

*Лабораторний блок живлення з захистом від перегріву
Пояснювальна записка*

Вступ

Актуальність роботи. Розробка лабораторного блока живлення є актуальною і важливою в сучасному світі, особливо для різних галузей науки, технологій і інженерії. Ось кілька причин, чому така розробка залишається актуальною:

Лабораторні блоки живлення необхідні для виконання експериментів і досліджень у різних галузях, таких як електроніка, фізика, хімія та біологія. Вони дозволяють контролювати напругу і струм, що подаються на пристрої або випробувану систему, забезпечуючи точність і повторюваність експериментів.

Розробка нових електронних пристроїв вимагає тестування на різних режимах живлення. Лабораторні блоки живлення надають можливість налаштовувати напругу і струм з високою точністю, що дозволяє випробувати та перевірити пристрої на різних умовах роботи.

Лабораторні блоки живлення є важливим інструментом для фахівців з ремонту електроніки та обслуговування промислових систем. Вони дозволяють проводити діагностику, випробування та налагодження електронних пристроїв і систем.

Ступінь наукової розробки. Розробка лабораторного блока живлення має актуальність у багатьох сферах, де потрібно точне керування напругою і струмом для експериментів, випробувань, навчання або обслуговування. Постійний розвиток технологій і поява нових електронних пристроїв також вимагають постійного вдосконалення лабораторних блоків живлення для задоволення нових потреб.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка креслень схеми електричної принципової та структурної частини пристрою, включаючи друковану плату, друкований вузол та пояснювальну записку, що містить опис роботи пристрою, а також розрахунок вартості виготовлення пристрою та системи автоматизованого проектування.

					ЗВО 2.087.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Об'єкт є визначення основних технічних характеристик, оцінка електричної схеми, обчислення каскадів, монтаж на друкованій платі.

Предмет є схема електрична принципова пристрою та опис схеми.

Практичне значення одержаних результатів лабораторні блоки живлення широко використовуються в навчальних закладах для навчання студентів електроніці та інших технічних дисциплінах. Вони дозволяють студентам експериментувати з реальними електронними схемами і навчитися керувати рівнями напруги і струму.

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Основна частина

1.1 Аналіз технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

1. Напруга живлення.....220В;
2. Частота електромережі, Гц.....50±10%;
3. Допустима вологість, %.....93;
4. Вихідна напруга.....1,25..15,5В ±10%;
5. Плавне регулювання напруги.....від1,25...до 15,5В;
6. Вихідний струм2А ±10;
7. Маса.....0,7 кг;
8. Габаритні розміри208x185x80 мм
9. Діапазон робочих температур.....-10...+30°C;
10. ККД.....85%.

1.2 Аналіз структурної схеми виробу

Структурна схема складається з таких блоків як: живлення ~220В, понижувального трансформатора, інтегрального стабілізатора, сигналізатора і контролю напруги, чотирьох випрамлячів та чотирьох стабілізаторів, трьох регуляторів напруги та датчика температури, а також три вихідних напруги.

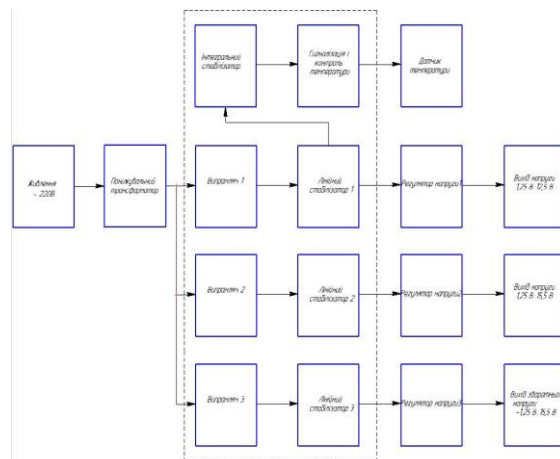


Рисунок 1.1– Структурна схема приладу

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

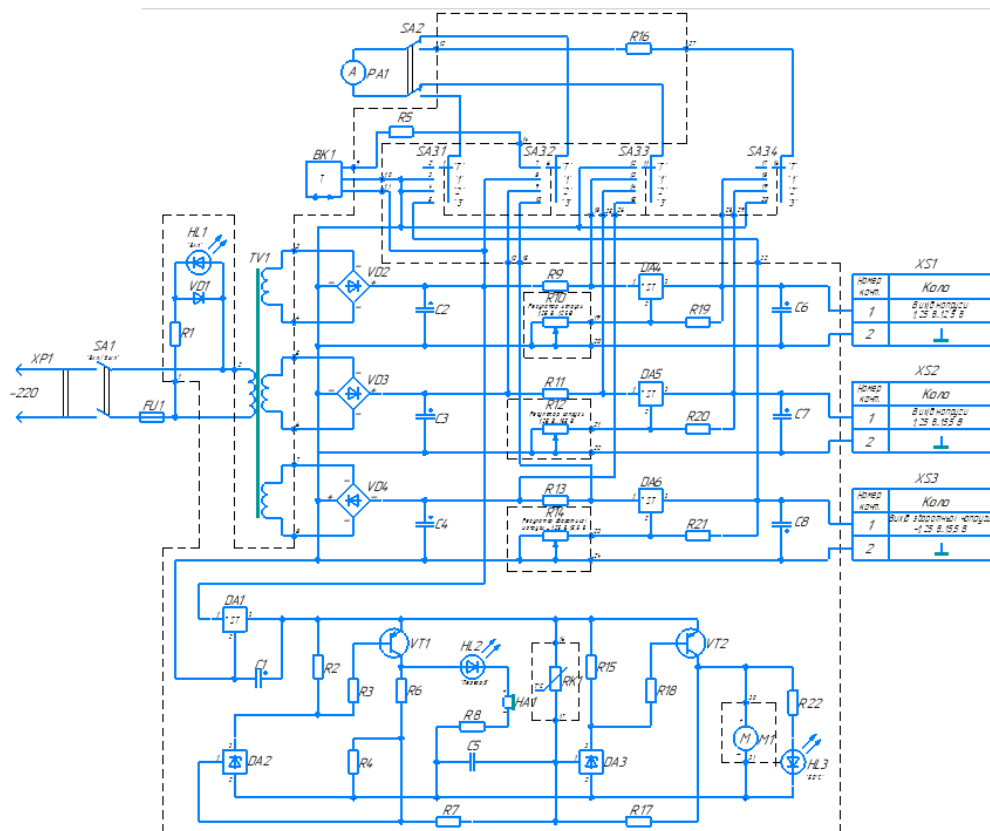


Рисунок 1.2 – Схема електрична принципова виробу

Прилад складається з мережевого трансформатора TV1, випрямних мостів VD2-VD4, що згладжують конденсатори C2-C4 і трьох лінійних стабілізаторів на мікросхемах DA4, DA5 і DA6, що забезпечують вихідні напруги: $U_1 = (1, 25 \dots 12,5) \text{ В}$ - при струмі навантаження до 1,5 А; $U_2 = (1,25 \dots 15,5) \text{ В}$ - при струмі навантаження до 1 А; $U_3 = - (1,25 \dots 15,5) \text{ В}$ - при струмі навантаження до 1 А.

Застосований у пропонованій конструкції вузол сигналізації про перегрів і управління вентилятором відрізняється від них простотою і надійністю. Він побудований на двох паралельних інтегральних стабілізаторах напруги TL431ACL (DA2 і DA3) і транзисторах VT1, VT2. Напруга живлення на нього надходить від інтегрального стабілізатора DA1.

На керуючі входи стабілізаторів DA2 і DA3 подано напругу з термозалежного подільника напруги RK1R7R4. Терморезистор RK1 (ММТ-1 з опором 82 кОм при температурі +25 оС) має ТКС - (2,4 ... 5)% / °С.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ЗВО 2.087.001 ПЗ

Арк.

При температурі тепловідводу більш +50 оС відкривається транзистор VT2 і починає працювати вентилятор M1, що обдуває тепловідвід. Крім того, включається жовтий світлодіод HL3. Якщо температура продовжує підвищуватися і досягає +55 ... 60°С, відкривається і транзистор VT1, включаючи світлозвукову сигналізацію - червоний світлодіод HL2 і електромагнітний випромінювач звуку HA1 з вбудованим генератором. Резистори зворотного зв'язку R6 і R17 створюють гистерезис в характеристиках перемикачання, забезпечуючи чітке включення і виключення вентилятора, світлодіодів і звуковідтворювача.

Для контролю вихідних напруг і струмів навантаження в блоці встановлений стрілочний прилад PA1 - це електромагнітний вольтметр M4203 з межами вимірювання 0-15 В, з якого знаходиться на відстані вбудований додатковий резистор. Вийшов мікроамперметр зі струмом повного відхилення стрілки 955 мкА і опором рамки 410 Ом.

Зовнішній додатковий резистор R18 необхідний для вимірювання вихідної напруги блоку в межах від 0 до 15 В. Резистори R9,R11,R13 - шунти в ланцюгах вимірювання струму навантаження. Це забезпечує вимір струму в межах від 0 до 1,5 А. Допустиме відхилення опору цих резисторів від номіналу - не більше $\pm 1\%$.

Аналоговий датчик температури BK1 (LM35DT) також встановлено на тепловідводі інтегральних стабілізаторів DA4-DA6. Напряга на його виході дорівнює 0 при температурі 0 ° С і росте пропорційно температурі з крутизною 10мВ / °С. Через додатковий резистор R5 воно надходить на мікроамперметр PA1, якщо перемикач SA2 встановлений в положення "Т, І", а перемикач SA3 - в положення "Т". Вимірюється температура від 0 до +75 ° С. Вихідні напруги регулюють змінними резисторами R10,R12,R14, що відрізняються малою дискретністю зміни опору (не гірше 0,1%).

Це дозволяє встановлювати вихідні напруги з точністю до декількох мілівольт.

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При перевірці виготовленого блоку не завадить виміряти температуру трансформатора TV1 після тривалої роботи під максимальним навантаженням. Її можна визначити за формулою з $T_{Г} = T_{х} + 250 \cdot ((R_{Г} - R_{х}) / R_{х})$, де $T_{Г}$ - температура гарячого після тривалої роботи трансформатора, °С; $T_{х}$ - температура холодного трансформатора, що дорівнює температурі навколишнього повітря, °С; $R_{Г}$ - опір первинної обмотки гарячого трансформатора, Ом; $R_{х}$ - опір первинної обмотки холодного трансформатора, Ом.

Опір первинної обмотки вимірюють мультиметром в режимі омметра, повністю відключивши її від мережі, причому "гаряче" опір - якомога швидше після відключення. При вимірі слід дотримуватися обережності, так як в момент відключення омметра від обмотки на ній виникає високовольтний імпульс напруги самоіндукції.

Допустимим можна вважати нагрів трансформатора на відкритому повітрі до 50 °С. Врахуйте, що в закритому корпусі, особливо при наявності в ньому інших джерел тепла, температура трансформатора буде вище.

1.4 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою

1.4.1 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.

В даному пункті виконуємо електричний розрахунок випрямляючого моста на діодах VD1-VD4 та ємнісного згладжувального фільтра на конденсаторі С4. Нижче приведена схеми електрична принципова випрямляча і ємнісного фільтра, який зображений на рисунку 1.3:

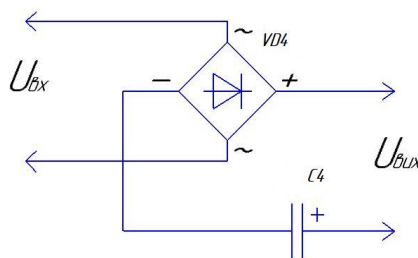


Рисунок 1.3 – Схема електрична принципова випрямляча та ємнісного фільтра

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихідні дані для розрахунку:

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

Визначення основних параметрів і вибір діодів.

$U_{зв}$ – зворотна напруга;

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

I_m – амплітуда імпульсного струму.

В подальшому процесі розрахунку випрямлячів ці значення параметрів діодів уточнюються.

Таблиця 1.1 – Формули для розрахунку мостового випрямляча

$U_{зв.}$	$I_{пр.сер.}$	I_m	U_{2x}
$1,4U_{2x} \approx 1,5U_0$	$\frac{I_0}{2}$	$0,5FI_0 \approx 3,5I_0$	$\frac{1,5U_0}{1,4}$

$$U_{зв} = 1,5 \cdot U_0 \quad , \quad (1.1)$$

$$U_{зв} = 1,5 \cdot 8 = 12(B).$$

$$I_{пр.сер} = \frac{I_0}{2} \quad (1.2)$$

$$I_{пр.сер} = \frac{2}{2} = 1(A)$$

$$I_m = 3,5 \cdot I_0 \quad (1.3)$$

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

З довідника по напівпровідникових діодах вибираємо тип діода, параметри якого $U_{зв.мах}$ – максимально-допустима зворотна напруга і $I_{пр.сер.мах}$

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– максимально-допустимий прямий середній струм трохи перевищують розраховані значення: $U_{зв.маx} > U_{зв}$; $I_{пр.сер.маx} > I_m$.

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

Розрахунок прямого опору випрямляючого діода за наближеною формулою:

$$r_{np} \approx \frac{U_{np.сер}}{3 \cdot I_{np.сер}}, \quad (1.4)$$

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

$$r_{np} \approx \frac{1,2}{3 \cdot 1} = 0,4(Ом) \quad (1.5)$$

Визначення активного опору фази випрямляча r за формулою:

$$r = 0,7 + 2 \cdot 0,4 = 1,5(Ом) \quad (1.6)$$

Визначення ємності конденсатора фільтра за формулою:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{f_0}} \quad (1.7)$$

де C_0 – ємність, мкФ;

r – опір, Ом.

$$C_0 = \frac{5}{1,5 \cdot 0,03} = 5000(мкФ)$$

Розраховуємо робочу напругу:

$$U_{роб} = \sqrt{2}U_{2x} \quad (1.8)$$

$$U_{роб} = 2,5 \cdot 15 = 35(В)$$

Вибираємо тип конденсатора з довідника за параметрами $C_{0 ном}$ і $U_{роб}$.

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{доп}} * t} = \frac{3A}{48 \frac{A}{\text{мм}^2} * 0,035\text{м}} = 1,8\text{мм} \quad (1.9)$$

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

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{\max} = 3A$;

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

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

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{доп}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом.мм}^2}{\text{м}} * 3A * 0,4\text{м}}{0,5B * 0,035\text{м}} = 2\text{мм} \quad (1.10)$$

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

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

$U_{\text{доп}} = 0,5B$ – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r \quad (1.11)$$

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

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

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

r – різниця між мінімальним діаметром отвору і максимальним діаметром вивода ЕРЕ, її вибирають в межах 0,1...0,4мм. Розрахункові значення d зводяться до нормалізованого ряду отворів: 1,1; 1,3; 1,5 мм.

$d_{E1}=0,7$ - для конденсаторів, резисторів, діодів, світло діодів.

$d_{E2}=1,1$ -для підпаювання провідників, діодних мостів, транзисторів, та стабілізаторів.

$$d = d_{E1} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,7 + |\pm 0,1| + 0,4 = 1,3 \text{ мм}$$

$$d = d_{E2} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 1,1 + |\pm 0,1| + 0,4 = 1,5 \text{ мм}$$

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5h\phi \quad (1.12)$$

де $h\phi$ – товщина фольги;

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

$$D_{1\min} = 2 \left(b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (1.13)$$

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

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

де δ_d і δ_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 Δd - допуск на отвір.

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

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$D_{1min1} = 2 \left(0,06 + \frac{1,5}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 2,92 \text{ мм}$$

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

$$D_{min1} = 2,92 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 3 \text{ мм}$$

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

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

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

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

$$D_{max3} = 3,2 + 0,02 = 3,22 \text{ мм}$$

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

$$b_{min} = b_{1min} + 1,5h\phi \quad (1.14)$$

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

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

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

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

$$S_{1min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{max}}{2} + \delta p \right) + \left(\frac{d_{max}}{2} + \delta 1 \right) \right] \quad (1.15)$$

$$S_{1min1} = 2,5 - \left[\left(\frac{3,02}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,5}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,21 \text{ мм}$$

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

де L_0 - відстань між центрами відповідних елементів;

					ЗВО 2.087.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta_p) \quad (1.16)$$

$$S_{2min1} = 2,5 - (3,02 + 2 \cdot 0,4) = -1,32 \text{ мм}$$

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta_1) \quad (1.17)$$

$$S_{3min1} = 2,5 - (3,02 + 2 \cdot 0,05) = -0,62 \text{ мм}$$

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

У зв'язку із тим, що в розрахунку виходять від'ємні значення, то необхідно контактні площадки робити овальними для резисторів, конденсаторів електролітичних і керамічних, діодів, діод них мостів, стабілізаторів [26].

1.5 Вибір і обґрунтування компонентної бази

Таблиця 1.2 – Конденсатор ЕСАР [2]

Позиційне позначення	C1-C4, C6-C8	
Назва компонента	Конденсатор b41828	
Виробник	Ercos	
Параметри конструкції	див. рисунок 1.4	
Параметри та характеристики		
Номінальна напруга	25, 35 В	
Номінальна ємність	4,7...2200 мкФ	
Допуск ємності	± 20%	
Термін служби	2000 г	
Робоча температура	-55 ... 105 ° С	
Тангенс кута втрат, %	0,14	

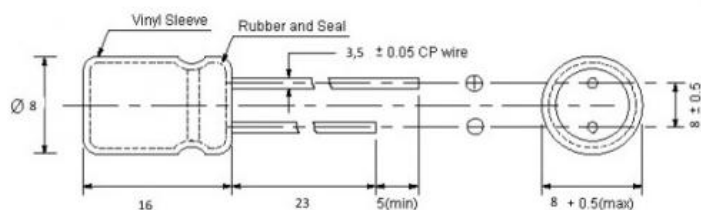


Рисунок 1.4 – Зовнішній вигляд конденсатора b41828- "Ercos"

					ЗВО 2.087.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.3 – Резистор MFP "Yageo" [3]

Позиційне позначення	R1-R9, R11, R13, R15-R22
Назва компонента	Резистор MFP
Виробник	"Yageo"
Параметри конструкції	див. рисунок 1.5
Параметри та характеристики	
номінальна потужність, Вт	0,25,1
діапазон номінальних опорів, Ом	$1...10 \cdot 10^6$
допустиме відхилення опору, %	± 10
максимальна робоча напруга В	200
діапазон робочих температур $^{\circ}\text{C}$	-60....+70

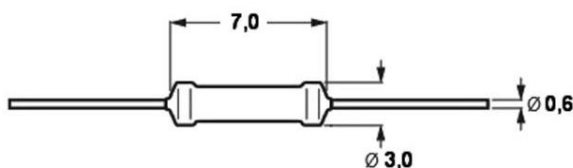


Рисунок 1.5- Габаритні розміри резисторів MFP "Yageo"

Таблиця 1.4 – Конденсатор b37979 [4]

Позиційне позначення	C5
Назва компонента	Конденсатор b37979
Виробник	"ercos"
Параметри конструкції	див. рисунок 1.6
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	$\pm 10\%$
інтервал робочих температур	-40 $^{\circ}\text{C}$...+100 $^{\circ}\text{C}$
температурний коефіцієнт ємності	+3,3%
відносна вологість	до 98%
діапазон тиску	6,6-2942гПа
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ

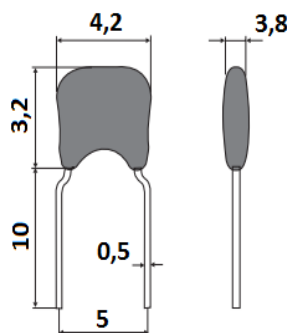


Рисунок 1.6 – Габаритні розміри конденсатора 37979 "Ercos"

					ЗВО 2.087.001 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Таблиця 1.5 – Перемикач - PSM7-1-0 [5]

Позиційне позначення	SA1
Назва компонента	Перемикач - PSM7-1-0
Виробник	"ercos"
Параметри конструкції	див. рисунок 1.7
Параметри та характеристики	
Максимальний струм	3 А
Максимальна напруга	250В
Контактний опір	50мОм
Механічна міцність	10 000
Контактна опір	0.03 Ом
Робоча температура	-25-85 °С
Діелектрична інтенсивність	≥1500В/1хв

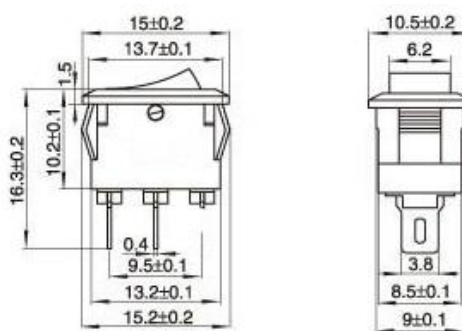


Рисунок 1.7- Габаритні розміри перемикача

Таблиця 1.6 – Запобіжник - ZH214-015 [6]

Позиційне позначення	FU1
Назва компонента	Запобіжник - ZH214-015
Виробник	"Zhenhui"
Параметри конструкції	див. рисунок 1.7
Параметри та характеристики	
Номінальний робочий струм, А	3
Контакти	циліндричні
Номінальна напруга, В	240
Довжина корпусу, мм	30
Діаметр корпусу, мм	6.35
Робоча температура, С	-60 ... 100

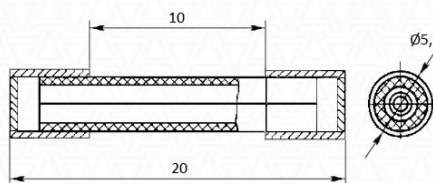


Рисунок 1.8 – Габаритні розміри запобіжника ZH214-015

					ЗВО 2.087.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.8 – Світлодіод типу L-1503GT [8]

Позиційне позначення	HL 1-HL3
Назва компонента	Світлодіод типу L-1503GT
Виробник	Kingbright"
Параметри конструкції	див. рисунок 1.9
Параметри та характеристики	
пряма напруга	1,9В
прямий струм	30мА
кут випромінювання	180°
колір свічення	червоний
довжина хвилі	660нм

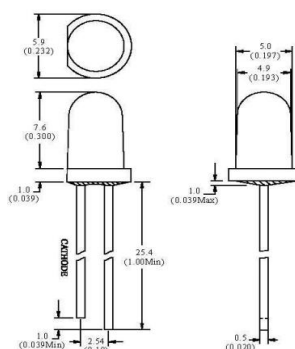


Рисунок 1.9 – Габаритні розміри світлодіода L-1503GT -HL

Таблиця 1.9 – Змінні резистори - 16K1 [9]

Позиційне позначення	R10, R12, R14
Назва компонента	Змінні резистори - 16K1
Виробник	Song Huei"
Параметри конструкції	див. рисунок 1.10
Параметри та характеристики	
номінальний опір	5,7кОм, 100Ом, 1мОм
відхилення опору від номінального значення	±20%;
тип потенціометра	однооборотний
максимальна робоча напруга	150В
кут повороту	300±5°

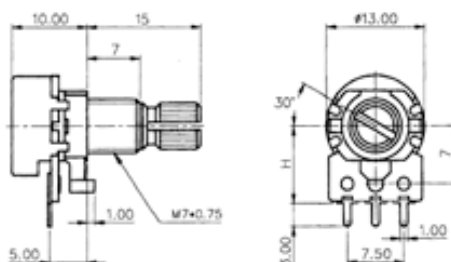


Рисунок 1.10 – Габаритні розміри змінного резистора 16K1

					ЗВО 2.087.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.10 – Амперметр М42300 [10]

Позиційне позначення	РА1
Назва компонента	Амперметр М42300
Виробник	"Velleman"
Параметри конструкції	див. рисунок 1.11
Параметри та характеристики	
Розмір лицьовій панелі	80x80 мм
Виріз в щиті	77,5 мм
Клас точності	1,5 або 2,5
Вага: не більше	0,2 кг
Температура	-50 ... +60 град С

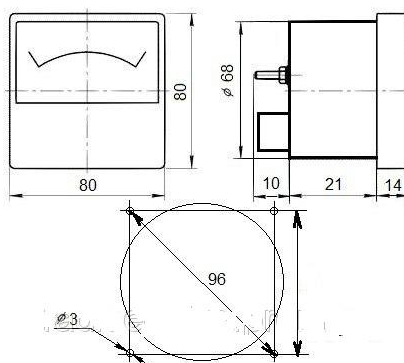


Рисунок 1.11 – Габаритні розміри амперметра

Таблиця 1.11 – Терморезистор NB-PTCO-160 [11]

Позиційне позначення	РК1
Назва компонента	Терморезистор NB-PTCO-160
Виробник	TE Connectivity
Параметри конструкції	див. рисунок 1.12
Параметри та характеристики	
Тип датчика	PT1000
Час відгуку	0,2 с (вода), 10 с (повітря)
Довжина щупа	4мм
Максимальна прочитується температура	+ 200 ° С
Точність	± 0.1 ° С



Рисунок 1.12 – Габаритні розміри терморезистора NB-PTCO-160

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.12 – Трансформатор живлення В78386-Р1116-А [12]

Позиційне позначення	TV1
Назва компонента	Трансформатор живлення В78386-Р1116-А
Виробник	"Epcos"
Параметри конструкції	див. рисунок 1.13
Параметри та характеристики	
вихідна напруга	40В
вихідний струм	2А
електрична міцність первинної-вторинної ізоляції	4000В
напруга живлення	220В
допустимі відхилення вторинних напруг	±5%

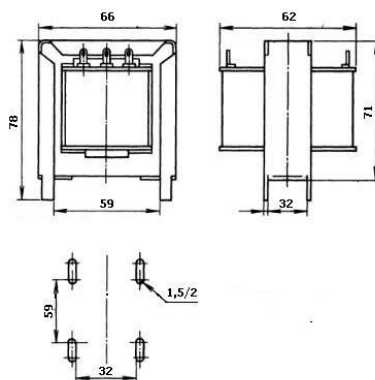


Рисунок 1.13– Габаритні розміри трансформатора В78386-Р1116-А "

Таблиця 1.13 – Діодний міст КВU6М – [13]

Позиційне позначення	VD2..VD4
Назва компонента	Діодний міст КВU6М
Виробник	"Diotec Semiconductor"
Параметри конструкції	див. рисунок 1.14
Параметри та характеристики	
Кількість фаз	1
Максимальний прямий (випрямлений за напівперіод) струм	6
Максимальний допустимий прямий імпульсний струм, А	250
Максимальна пряму напругу, В	1
Робоча температура, С	-55 ... + 125
Максимальна імпульсна зворотна напруга, В	1000
Спосіб монтажу	в отвір

					ЗВО 2.087.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

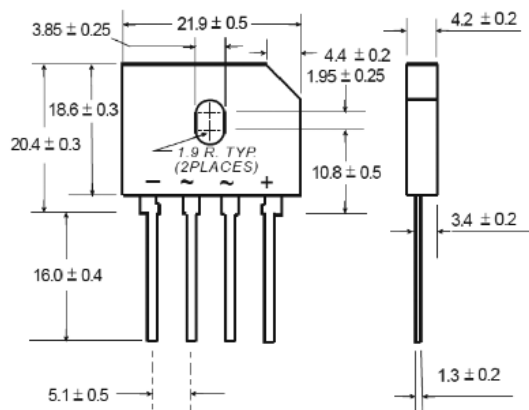


Рисунок 1.14 – Габаритні розміри діода KBU6M

Таблиця 1.14 – Діоди -1N4148 [14]

Позиційне позначення	VD1
Назва компонента	Діоди -1N4148
Виробник	NXP
Параметри конструкції	див. рисунок 1.15
Параметри та характеристики	
максимальна постійна зворотна напруга	75В
максимальний зворотній струм	5 мкА
максимальний час зворотного відновлення	0,004мкс
корпус	DO-35
матеріал	кремній
діапазон робочих температур	-65...+150°C
максимально допустимий прямий імпульсний струм	0,45А

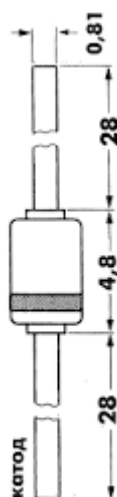


Рисунок 1.15 – Габаритні розміри діода 1N4148

					ЗВО 2.087.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

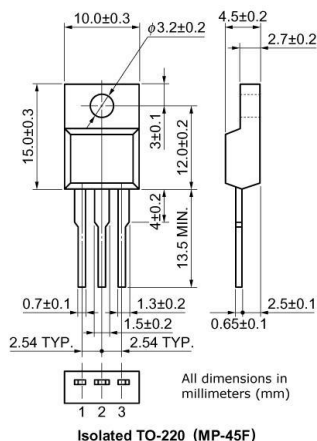


Рисунок 1.17 – Габаритні розміри мікросхеми L7812ABV.

1.6 Компоновка друкованого вузла пристрою

При компонуванні вузла друкованого, основні елементи, які варто враховувати, включають наступне:

Компоненти: Це електронні компоненти, такі як резистори, конденсатори, транзистори, інтегральні схеми тощо, які використовуються в схемі блока живлення. Важливо враховувати правильну розміщення компонентів, відповідність їхніх пін-падів на печатній платі та забезпечення необхідних зазорів і розтріскувань між ними.

Печатна плата: Це основна основа для компонентів. Печатна плата (ПП) повинна бути розміщена відповідно до розмірів і форми корпусу блока живлення. Розташування отворів для кріплення ПП, відводів і пін-падів повинно бути узгодженим з розміщенням компонентів.

Шляхи і мідні доріжки: Шляхи або мідні доріжки на ПП з'єднують компоненти між собою. Вони повинні бути спроектовані таким чином, щоб забезпечувати правильний шлях для потоку струму та сигналів відповідно до схеми блока живлення. Важливо враховувати ширину шляхів, відстань між ними і розташування площин живлення та заземлення.

Зазори та розтріскування: Важливо дотримуватись правильних зазорів та розтріскувань між провідниками на ПП, щоб уникнути замикань або перешкоджень між ними.

						ЗВО 2.087.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Контур потужності: Це контур, що забезпечує живлення компонентів блока живлення. Він повинен бути проєктований таким чином, щоб забезпечити належний потік струму від джерела живлення до всіх компонентів, які його потребують.

Захисні елементи: Це елементи, такі як предохранні плавкі запобіжники або захисні резистори, які використовуються для захисту вузла живлення від короткого замикання або перевантаження. Вони повинні бути правильно розміщені і підключені до відповідних місць у схемі блока живлення. Врахування цих основних елементів під час компонування вузла друкованого кола допоможе забезпечити правильну функціональність і надійність блока живлення. Основні компоненти, які можуть зустрічатись в друкованому вузлі лабораторного блока живлення, включають:

Трансформатор: відповідає за перетворення напруги з мережі змінного струму на бажану напругу в блоку живлення.

Мостовий випрямляч: використовується для перетворення змінного струму з трансформатора на постійний струм. Він складається з діодів, які випрямляють змінний струм. Фільтри: використовуються для зменшення шумів і фільтрації постійного струму, отриманого після випрямлення. Це можуть бути конденсатори, індуктивності або комбінація обох.

Регулятор напруги: використовується для регулювання вихідної напруги блока живлення. Це може бути здійснено за допомогою потенціометра або застосуванням електронних компонентів, таких як транзистори або інтегральні схеми. Захисні компоненти: можуть включати перенапруговий захист (наприклад, варистори), захист від короткого замикання (предохранні плавкі запобіжники або захисні резистори) та захист від перевантаження (токові обмежувачі).

Вихідний конектор: це роз'єм або клемний блок, до якого підключаються зовнішні пристрої або навантаження.

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.7 Собівартість розробленого пристрою

1) Вартість будівель визначається, виходячи із орендної плати за них (приймається середня величина оренди виробничих приміщень в даному регіоні на час написання дипломного проекту; рекомендовано – 900÷1200грн/м² за місяць). При цьому вартість передавальних пристроїв включається в орендну плату будівель.

Вартість будівель розраховується за формулою:

$$V_{\text{буд}} = C_{\text{буд}} \times S_{\text{буд}}, \quad (1.18)$$

$$V_{\text{буд}} = 1000 \times 110 = 110000 \text{ (грн.)}$$

де $V_{\text{буд}}$ - вартість будівлі, грн.;

$C_{\text{буд}}$ – орендна плата за 1м² будівлі, грн./м²;

$S_{\text{буд}}$ – площа будівлі, м² (приймається 100-150 м²).

Будівлі орендуються разом із обладнанням, тому їх вартість слід збільшити на 40-60%, тобто :

$$V_{\text{буд}\Sigma} = V_{\text{буд}} + V_{\text{обл}}, \quad (1.19)$$

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 110000 + 55000 = 165000 \text{ (грн.)}$$

де $V_{\text{буд}\Sigma}$ - вартість оренди будівель включно з вартістю обладнання;

$V_{\text{обл}}$ – вартість обладнання.

При цьому вартість обладнання складає:

$$V_{\text{обл}} = V_{\text{буд}} \cdot K_0, \quad (1.20)$$

$$V_{\text{обл}} = 110000 \cdot 0,5 = 55000 \text{ (грн.)}$$

де K_0 – коефіцієнт, що враховує вартість обладнання ($K_0 = 0,4 \div 0,6$).

2) Вартість інструментів та приладів ($V_{\text{інстр}}$) складає 2% від вартості обладнання. При цьому витрати на їх доставку приймають в розмірі 10% від їх вартості. Таким чином, вартість інструментів та приладів розраховується за формулою:

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\text{інстр}} = V_{\text{обл}} \times 0,02 \times 1,1, \quad (1.20)$$

$$V_{\text{інстр}} = 55000 \times 0,02 \times 1,1 = 1210 \text{ (грн.)}$$

3) Вартість виробничого та господарського інвентарю ($V_{\text{інв}}$) складає 3% від вартості обладнання. При цьому витрати на його доставку приймають в розмірі 10% від його вартості. Таким чином, вартість інвентарю розраховується за формулою:

$$V_{\text{інв}} = V_{\text{обл}} \times 0,03 \times 1,1, \quad (1.21)$$

$$V_{\text{інв}} = 55000 \times 0,03 \times 1,1 = 1815 \text{ (грн.)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

$$\Pi = V_{\text{буд}\Sigma} + V_{\text{інстр}} + V_{\text{інв}} \quad (1.22)$$

$$\Pi = 165000 + 1210 + 1815 = 168025 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

$$A = \frac{S_{\text{бал}} \times H_a}{100}, \quad (1.23)$$

$$A = \frac{3025 \times 25}{100} = 756,3 \text{ (грн.)}$$

Результати розрахунку річної суми амортизаційних відрахувань слід звести в табл. 1.17

Таблиця 1.17- Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

№з/ п	Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, тис. грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, тис. грн.
	Інструменти та прилади	1210	302,5
	Виробничий та господарський інвентар	1815	453,8
	Всього:	3025	756,3

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$V_M = \sum_{i=1}^m (H_{Mi} \times C_{Mi}) \times K_{Tr} \quad (1.24)$$

$$V_M = 396,2 \times 1,04 = 412 \text{ г(рн.)}$$

де t — 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_{Tr} - коефіцієнт, що враховує транспортні витрати на доставку матеріалів до підприємства (для розрахунку приймається в розмірі 4 % від вартості матеріалів: $K_{Tr}=1.04$). Розрахунки слід звести в табл. 1.18

Таблиця 1.18-Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	20	20
2	Кришка нижня	1	50	50
3	Кришка верхня	1	50	50
4	Мікросхеми	6	10	60
5	Діоди	4	5	20
6	Конденсатори електrolітичні	7	3	21
7	Конденсатори керамічні	1	0,5	0,5
8	Резистори постійні	19	0,3	5,7
9	Резистори змінні	3	3	9
10	Трансформатор	1	30	30
11	Запобіжник	1	5	5
12	Перемикач	3	5	15
13	Світлодіоди	3	5	15
14	Амперметр	1	50	50
15	Гніздо	3	10	30
16	Транзистори	3	5	15
				396,2

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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:

$$P_{від} = \frac{\sum_{i=1}^m T_{шт,i}}{60} \times C_r, \quad (1.25)$$

$$P_{від} = \frac{25}{60} \times 115 = 47,9(\text{грн})$$

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

C_r – годинна тарифна ставка відповідно до розряду виконуваних робіт

Розрахунок витрат на основну заробітну плату основних робітників слід звести в табл.1.19

Таблиця 1.19 – Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{шт, хв.}$	Розряд	Годинна тарифна ставка, (С _г),грн/год
1	Пайка	10	VI	115
2	Регулювання	5	VI	115
3	Складання	10	VI	115
	Всього	25		

4) Витрати на додаткову заробітну плату працівників ($V_{дод.з.пл.}$): приймаються в розмірі 11% від основної заробітної плати виробничих працівників і розраховують за формулою:

$$V_{дод.з.пл.} = P_{від} \times 0.11 \quad (1.26)$$

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\text{дод.з.пл.}} = 47,9 \times 0,11 = 5,3(\text{грн})$$

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:

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{\alpha}{100} \times (P_{\text{від}} + V_{\text{дод.з.пл.}}) \quad (1.27)$$

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (47,9 + 5,3) = 11,7 (\text{грн})$$

де α - 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:

$$V_{\text{уео}} = \frac{\alpha_{\text{уео}}}{100} \times (P_{\text{від}} + V_{\text{дод.з.пл.}}) \quad (1.28)$$

$$V_{\text{уео}} = \frac{50}{100} \times (47,9 + 5,3) = 26,6 (\text{грн.})$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 50÷100%);

7) Витрати за статтею “ Загальновиробничі витрати ” також комплексні. Загальновиробничі витрати охоплюють витрати на управління, виробниче та господарське обслуговування в межах виробництва, а також витрати на заробітну плату з відрахуванням на соціальні заходи управлінських працівників, спеціалістів, обслуговуючого персоналу, охорону праці, тощо. Вказані витрати розраховують за формулою:

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{зв} = \frac{\alpha_{зв}}{100} \times (P_{від} + V_{дод.з.пл.}) \quad (1.29)$$

$$V_{зв} = \frac{60}{100} \times (47,9 + 5,3) = 31,9 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{зв}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 60÷200%).

7. Разом виробнича собівартість ($S_{вир}$) визначається як сума витрат за пунктами 1-6.

$$S_{вир} = V_{м} + (P_{від} + V_{дод.з.пл.} + C_{в.с.з.}) + V_{уео} + V_{зв} \quad (1.30)$$

$$S_{вир} = 412 + (47,9 + 5,3 + 11,7) + 26,6 + 31,9 = 535,4 \text{ (грн.)}$$

На підставі розрахованих вище даних складають калькуляцію собівартості одиниці продукції (однієї деталі) та запланованого випуску. Калькуляція собівартості представлена в табл. 1.20.

Таблиця 1.20 – Калькуляція собівартості

№ з/п	Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.
1	2	3
1	Витрати матеріалів	412
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	47,9
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	5,3
4	Відрахування на соціальні заходи	11,7
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	26,6
6	Загальновиробничі витрати	31,9
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		535,4
7	-змінні (сума 1-4) $V_{зм.од}$	476,9
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $V_{уп.од}$	58,4

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

$$Ц_{одпр} = S_{пов} \times \frac{100 + \alpha_{пр}}{100} \quad (1.31)$$

$$Ц_{одпр} = 535,4 \times \frac{100 + 30}{100} = 696 \text{ (грн.)}$$

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

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$П_r = (Ц_{одпр} - S_{пов}) \times N_r, \quad (1.32)$$

$$П_r = (696 - 535,4) \times 35000 = 5621000 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

N_r - річна виробнича програма (план виробництва), од.

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$ЧП = П_r - П_r \times \frac{П_{п}}{100}, \quad (1.33)$$

$$ЧП = 5621000 - 5621000 \times \frac{18}{100} = 4602220 \text{ (грн.)}$$

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

$П_{п}$ - ставка податку на прибуток, % (приймається відповідно до чинного законодавства – 18%).

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

$$S_{повв} = S_{пов} \times N_r, \quad (1.34)$$

$$S_{повв} = 535,4 \times 35000 = 18739000 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

$$P_{п} = \frac{ЧП}{S_{повв}} \times 100\% \quad (1.35)$$

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{\pi} = \frac{4609220}{18739000} \times 100\% = 24,6 \%$$

де P_{π} - рентабельність продукції, %;

$S_{\text{повц}}$ - 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:

$$ГП = ЧП_t + A_t, \quad (1.36)$$

$$ГП = 4602220 + 756,3 = 4602976,3 \text{ (грн.)},$$

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

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

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

$$ЧТВ = ТВ - ПІ \quad (1.37)$$

$$ЧТВ = 3835813,6 - 168025 = 3667788,6 \text{ (грн.)}$$

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:

$$ТВ = \sum_{i=1}^n \frac{ГП_t}{(1+r)^t} \quad (1.38)$$

$$ТВ = \frac{4602976,3}{1 + 0,2} = 3835813,6 \text{ (грн.)}$$

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

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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 $TВ > П$).

Якщо чиста теперішня вартість перевищує нуль, проект має бути схвалений як прибутковий, якщо ж вона має від'ємну величину або дорівнює нулю, то проект слід відхилити, оскільки його реалізація призведе до збитків або не принесе підприємству додаткового доходу на вкладений капітал.

Іншою характеристикою інвестиційного проекту є індекс прибутковості інвестицій, який порівнює теперішню вартість майбутніх грошових потоків з початковими інвестиціями:

$$ІП = \frac{TВ}{П} \quad (1.39)$$

$$ІП = \frac{3835813,6}{168025} = 22,8$$

де $ІП$ - 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 ($Tок_{диск}$) характеризує кількість років, за які будуть відшкодовані початкові інвестиції та розраховується за формулою:

$$Tок_{диск} = \frac{П}{ГП_{диск}} \quad (1.40)$$

$$Tок_{диск} = \frac{168025}{3835813,6} = 0,4 \text{ р}$$

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

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$ГП_{дк} = \frac{ТВ}{t}, \quad (1.41)$$

$$ГП_{диск} = \frac{3835813,6}{10} = 3835813,6 \text{ (грн.)}$$

де t- кількість років інвестування. Підсумки вищенаведених розрахунків доцільно звести в табл. 1.21

Таблиця 1.21 – Показники оцінки економічної ефективності використання елементів виробничо-ресурсного потенціалу

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний обсяг виробництва виробу:	од.	35000
2	Собівартість виробу	грн./од.	535,4
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	696
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	168025
5	Чистий прибуток	грн.	4602220
6	Рентабельність виробу	%	24,6
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	3667788,6
9	Індекс прибутковості	-	22,8
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,4

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Спеціальна частина

2.1 Обґрунтування використання та вибору САПР для проектування

Згідно із завдання необхідно описати створення бібліотеки символічних позначень в Altium Designer.

Таблиця 2.1 – Послідовність створення символічних позначень

Дія	Опис
Створення нового УГП в існуючій бібліотеці	Виконати команду Tools → New Component. Але, оскільки нова бібліотека завжди містить порожній компонент, ми просто перейменуємо Component_1, щоб почати створення першого компонента. Вибрати Component_1 з списку компонентів в панелі SCH Library і виконуємо команду Tools → Rename Component. Після цього потрібно написати нове ім'я компонента, яке дозволить ідентифікувати його в діалозі і натиснути ОК, див.рис.3.1.
Установка параметрів листа в діалоговому вікні Library Editor Workspace	Одиниці виміру, прив'язку і крок сітки можна встановити в діалоговому вікні Library Editor Workspace (Tools → Document Options (гарячі клавіші T → D. Крок сітки зручніше змінювати не в діалозі Library Editor Workspace, а натисканням гарячої клавіші (G) циклічно перемикаючи кроки сітки (1, 5 або 10 одиниць). Використовувані кроки сітки можна налаштувати DXP → Preferences → Schematic Editor → Grid, (гарячі клавіші O → G). Встановимо налаштування Library Editor Workspace. В закладці Units включаємо використання за замовчуванням метричну системи одиниць вимірювання установкою галочки навпроти Use Metric Unit System. Для застосування змін і закриття діалогу потрібно натиснути ОК. Якщо в редакторі УГП не видно сітку, то натискайте [Page Up] для збільшення, поки сітка не стане видимою. Наближатися буде область ближче до курсора, тому, при збільшенні, потрібно тримати курсор ближче до початку координат, див.рис.2.2.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ЗВО 2.087.001 ПЗ

Продовження таблиці 2.1

Для створення компонента, потрібно намалювати його умовне графічне зображення (УГП)	Використовуються команду Place → Line (гарячі клавіші P → L) або вибирається кнопка Place Line на панелі інструментів Utilities. При необхідності, можна натиснути клавішу [Tab], щоб відкрити діалог PolyLine, для установки налаштувань лінії. Для створення лінії по сітці клацніть один раз ЛКМ для початку малювання лінії, переведіть курсор в кінець лінії і ще раз клацніть ЛКМ для завершення лінії. Після цього натисніть [Esc] або клацніть ПКМ для припинення малювання цієї лінії.
Налаштування координат вершин полігона і панель інструментів	Виконуємо команду Place → Polygon (гарячі клавіші P → Y) або натисніть кнопку Place Polygon панелі інструментів Utilities. Перед малюванням полігону, натискається кнопка [Tab] для виклику діалогу налаштувань властивостей полігону Polygon. Встановимо товщину ліній кордону Border Width в значення Smallest, включимо суцільну заливку Draw Solid, виберемо однаковий колір бордюру і заливки (спочатку: 229) і натисніть ОК. Клацніть [ЛКМ] для вказівки кожної вершини трикутника і, потім, клацніть [ПКМ]. Для виходу з режиму малювання повторно натисніть [ПКМ] або натисніть [Esc], див.рис.2.3.
Редагування видимості імен і номерів контактів для всіх контактів з допомогою інспектора	Змінити відстань від імені або номера до контакту можна зміною налаштувань Tools → Schematic Preferences → General → Pin Margin. Можна легко змінити налаштування видимості імен та номерів контактів. Для цього треба виділити тільки самі контакти ([Shift + ЛКМ] на кожному контакті), натиснути [F11], щоб викликати панель Інспектори (Inspector) і відключити / включити налаштування Show Name і Show Designator. Тепер створення УГП компонента закінчено, див.ри.3.4.
Ввід налаштувань контактів перед їх розміщенням	Щоб змінити налаштування контакту після того, як він розміщений, відкрийте діалог Pin Properties подвійним клацанням на самому контакті на малюнку, на ім'я контакту зі списку Pins в панелі SCH Library або через контекстне меню (ПКМ на контакті). Також можна редагувати кілька контактів через Інспектор (Inspector), як було описано раніше, див.рис.2.5.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						Арк.

ЗВО 2.087.001 ПЗ

<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.</p> <p>За допомогою команди View → Show Hidden Pins в редакторі бібліотек можна зробити видимими приховані контакти і приховані імена та номери контактів.</p> <p>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.</p> <p>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>

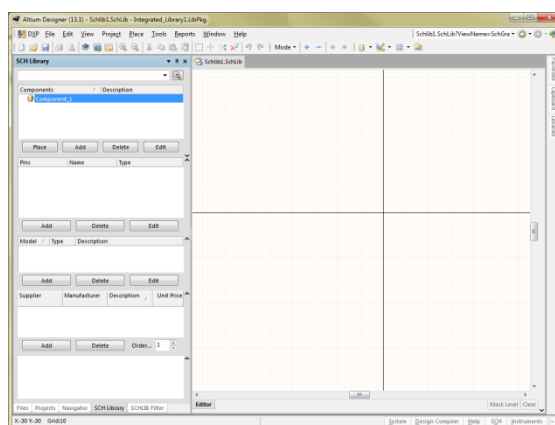


Рисунок 2.1 – Нова бібліотека, відкрита на початковому компоненті Component_1

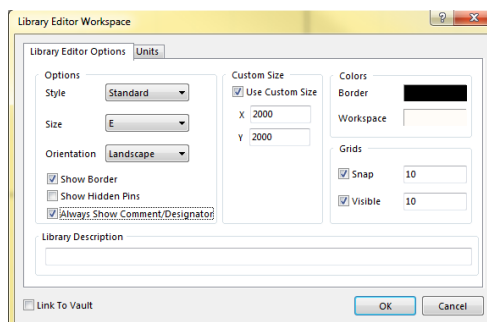


Рисунок 2.2 – Установка параметрів листа в діалоговому вікні Library Editor Workspace

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЗВО 2.087.001 ПЗ

Арк.

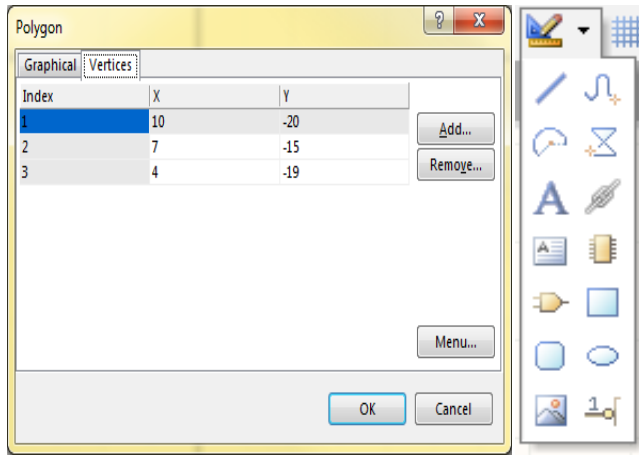


Рисунок 2.3 – Координати вершин полігона і панель інструментів

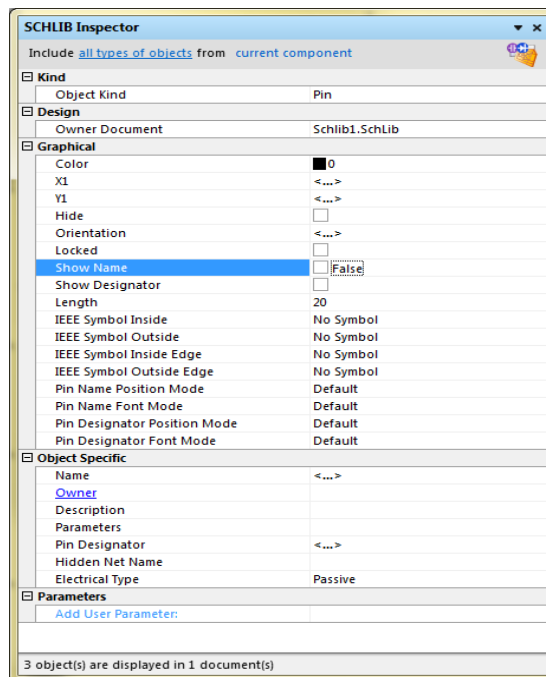


Рисунок 2.4 – Редагування видимості імен і номерів контактів для всіх контактів з допомогою інспектора

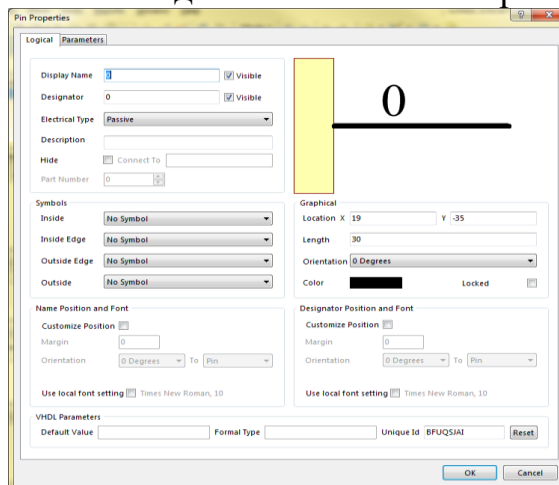


Рисунок 2.5 – Ввід налаштувань контактів перед їх розміщенням

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЗВО 2.087.001 ПЗ

Арк.

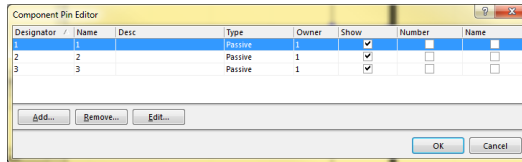


Рисунок 2.6 – Огляд і редагування контактів компонента в діалоговому вікні Component Pin Editor

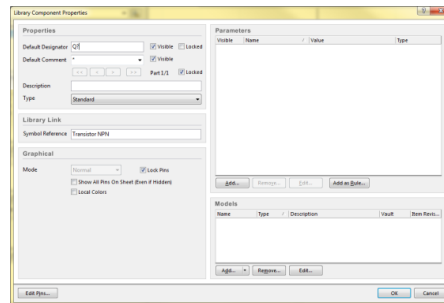


Рисунок 2.7 – Основні властивості компонента в діалоговому вікні Library Component Properties

2.2 Опис створення 3D плати виробу

3D модель друкованої плати зображена на рисунку 2.8 та рисунку 2.9.

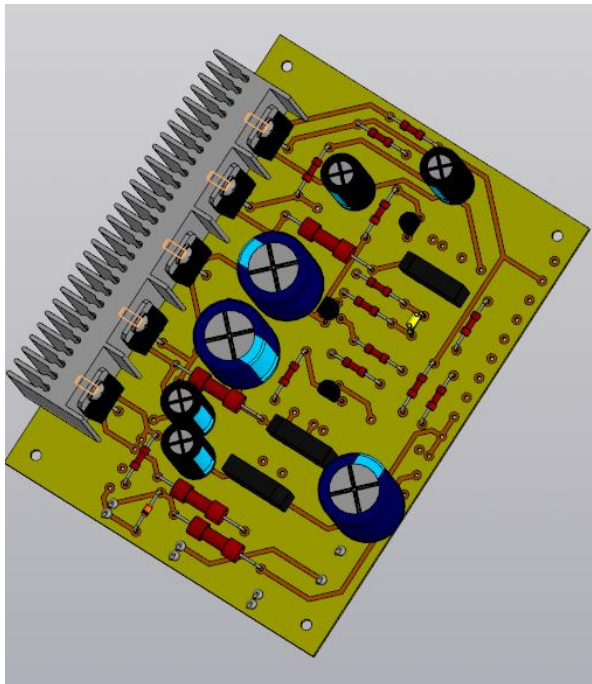


Рисунок 2.8-Плата 3D вигляд зі сторони елементів

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рисунку 2.9 зображена плата друкована виконана в системі САПР, це вигляд плати з сторони пайки. На цій стороні ще розміщені зумер та світло діод.

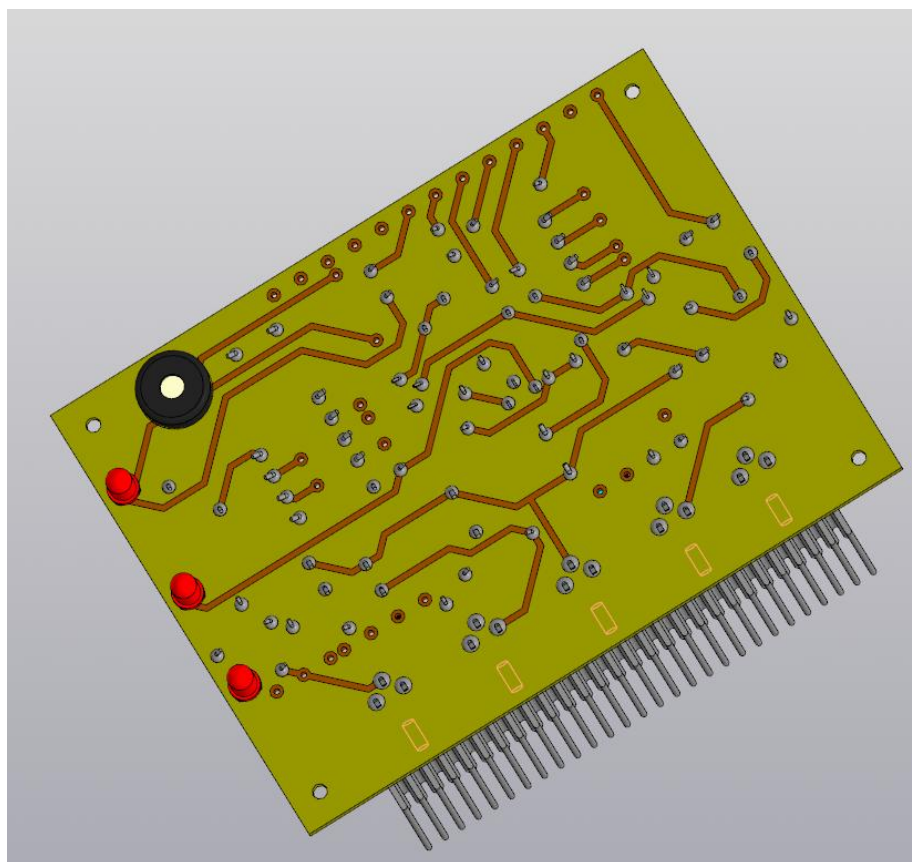


Рисунок 2.9- Плата 3D вигляд зі сторони пайки елементів

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Охорона праці та безпека життєдіяльності

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 [36].

						<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

В одних випадках забруднення повітря обумовлено газоподібними речовинами, в інших – присутністю зважених часток. Газоподібні домішки включають різні сполуки вуглецю, азоту, сірки і вуглеводнів. Найбільш поширені тверді домішки – це частинки пилу і сажі.

До основних джерел забруднення повітря відносяться підприємства паливно-енергетичного комплексу, транспорт і промислові підприємства.

Забруднення вод.

Основні забруднювачі природних вод – нафта і нафтопродукти, які надходять у воду в результаті природних виходів нафти в районах її залягання, нафтовидобутку, транспортування, переробки та використання в якості палива і промислової сировини.

Забруднення водного середовища відбувається при надходженні у водойми рідини, що стікає з оброблених хімікатами сільськогосподарських і лісових земель, і при скиданні у водойми відходів підприємств. Все це погіршує санітарно-гігієнічні показники якості води.

Забруднення ґрунтів.

Основними забруднювачами ґрунтів є метали та їх сполуки, радіоактивні елементи, а також добрива і пестициди (хімічні препарати, що застосовуються для боротьби з бур'янами).

Відомо, що під впливом навколишнього середовища в організмі людини можуть відбуватися передаються у спадок зміни (мутації). Постійне погіршення навколишнього середовища в кінцевому рахунку може привести до зниження захисних властивостей організму, який перестане опиратися різним захворюванням [36].

Люди у всьому світі приймають певні заходи по зменшенню шкідливих промислових викидів у навколишнє природне середовище, але цього покищо недостатньо. Кожна людина повинна і сама піклуватися про довкілля і своє здоров'я. Турбота про довкілля починається з власного будинку, вулиці, парку і т. д. Необхідно змінити своє споживацьке, агресивне ставлення до

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	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 [37].

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

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	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 [37]:

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

											ЗВО 2.087.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								

проведення вступного інструктажу, а також у наказі про прийняття працівника на роботу.

Первинний інструктаж проводиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівником [37]:

новоприйнятим (постійно чи тимчасово) на підприємство або до фізичної особи, яка використовує найману працю;

який переводиться з одного структурного підрозділу підприємства до іншого;

який виконуватиме нову для нього роботу;

відрядженим працівником іншого підприємства, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві.

Первинний інструктаж проводиться з учнями, курсантами, слухачами та студентами навчальних закладів:

до початку трудового або професійного навчання;

перед виконанням кожного навчального завдання, пов'язаного з використанням різних механізмів, інструментів, матеріалів тощо.

Первинний інструктаж на робочому місці проводиться індивідуально або з групою осіб одного фаху за діючими на підприємстві інструкціями з охорони праці відповідно до виконуваних робіт.

Повторний інструктаж на робочому місці індивідуально з окремим працівником або групою працівників, які виконують однотипні роботи, за обсягом і змістом переліку питань первинного інструктажу.

Повторний інструктаж проводиться в терміни, визначені нормативно-правовими актами з охорони праці, які діють у галузі, або роботодавцем (фізичною особою, яка використовує найману працю) з урахуванням конкретних умов праці, але не рідше:

на роботах з підвищеною небезпекою - 1 раз на 3 місяці;

для решти робіт - 1 раз на 6 місяців.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ЗВО 2.087.001 ПЗ

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці [37]:

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 [37]:

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.

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 [37].

										ЗВО 2.087.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Висновки

Здійснено розробку "Лабораторного блока живлення з захистом від перегріву" під час виконання даного проекту. Використовуючи систему автоматичного проектування Altium Designer, було проектування друкованого вузла, встановлення елементів і трасування друкованих провідників на друкованій платі приладу.

Результат отримана двостороння друкована плата мінімальних розмірів 110×80мм з координатною сіткою 2,5мм, яка також має мінімальні паразитні зв'язки. Проведено розрахунок друкованого монтажу, в результаті чого були визначені ширина друкованих провідників, відстань між ними, між провідником і контактною площадкою, а також діаметри монтажних отворів.

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1. Сайт схеми пристрою [електронний ресурс] – Режим доступу <https://radiolub.com/page/zhurnal-radio-2005-8> (дата звернення 4.02.2023).
2. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>(дата звернення 4.02.2023).
3. Конденсатор ЕСАР [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.radiolibrary.com/reference/transformers-tn/tn20.html>(дата звернення 1.02.2023).
4. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <https://www.chipdip.com/product/elc10d101ewwww.cityradio.narod.com>.(дата звернення 3.02.2023).
5. Конденсатор NPO [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ippiart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf>
www.radio-portal..www.vprl.com. (дата звернення 1.02.2023).
6. Світлодіод L-1503GT [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan.com /shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2023).
7. Змінний резистор 16к1 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct.com/catalog/box-header-connector/pbs-4.html>(дата звернення 4.02.2023).
8. Резистор підстроювальний 3329Н [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organizacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html>(дата звернення 4.02.2023).
9. Перемикач ASV-09-102 "Jietong Switch" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip.com/product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2023).

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Кнопка PBS-11A "Jietong Switch" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg12_62137.html (дата звернення 1.02.2023).

11. Діод 1N4448 "Diotec" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.02.2023).

12. Кварцовий резонатор ZTB-6,5МГц [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.platan.com/cgi-bin/qwery.pl/id=995635956>(дата звернення 1.02.2023).

13. Мікросхема CD4093BE "Texas Instruments" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/17812cp/stabilizatory-napriazheniia-nereguliruemye/stmicroelectronics/>(дата звернення 1.02.2023).

14. Мікросхема bt91531 "NXP" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://relecom.com.ua/Home/Product?nomenclatureId=70460>(дата звернення 1.02.2023).

15. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <https://www.chipdip.com/product/elc10d101e,www.cityradio.narod.com.>(дата звернення 3.02.2023).

16. Конденсатор NPO [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal..www.vprl.com. (дата звернення 1.02.2023).

17. Світлодіод L-1503GT [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan.com/shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2023).

18. Змінний резистор 16к1 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct.com/catalog/box-header-connector/pbs-4.html> (дата звернення 4.02.2023).

19. Резистор підстроювальний 3329Н [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organizacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html>(дата звернення 4.02.2023).

					<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. Перемикач ASV-09-102 "Jietong Switch" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.chipdip.com/product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2023).

21. Кнопка PBS-11A "Jietong Switch" [електронний ресурс] – Режим доступу:URL:https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg12_62137.html(дата звернення 1.02.2023).

22. Діод 1N4448 "Diotec" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.02.2023).

23. Кварцовий резонатор ZTB-6,5МГц [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.platan.com/cgi-bin/qwery.pl/id=995635956>(дата звернення 1.02.2023).

24. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни "Основи радіоелектроніки". Ч.1. Для студентів напряму підготовки 6.050902 - Радіоелектронні апарати : — Тернопіль : ТНТУ, 2014 — 89 с.

25. Дунець В. Л. Математична модель та метод опрацювання електрокардіосигналу при фізичному навантаженні для підвищення точності кардіодіагностичних систем / Дунець В.Л. — Тернопіль, 2013 — 20с.

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

27. Дунець В.Л. Математична модель та метод опрацювання електрокардіосигналу при фізичному навантаженні для підвищення точності кардіодіагностичних систем. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 01.05.02 — математичне моделювання та обчислювальні методи / В.Л.Дунець — Тернопіль, 2013. — 22 с.

28. Дунець В.Л., Хвостівський М.О., Сверстюк А.С., Хвостівська Л.В. Математичне та алгоритмічно-програмне забезпечення опрацювання електрокардіосигналів при фізичному навантаженні у кардіодіагностичних системах: наукова монографія. Львів: Видавництво «Магнолія - 2006», 2022. 136 с.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>				

29. Dunets V. L. Алгоритм оцінювання заводо захищеності каналу зв'язку / В. Л. Дунець, Н. І. Шилівський, О. Ю. Щирба, Д. О. Гуменюк, Т. В. Чирський // XI Міжнародна науково-практична конференція молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 7-8 грудня 2022 року. — Т. : ТНТУ, 2022. — С. 162. — (Комп'ютерно-інформаційні технології та системи зв'язку).

30. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни “Системи автоматизованого проектування радіоелектронних засобів” для студентів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка / укл. : Л. В. Хвостівська, В. Л. Дунець. - Тернопіль : ТНТУ, 2020. - 109 с.

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

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

33. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни ”Основи радіоелектроніки”. Ч.1. Для студентів напряму підготовки 6.050902 - Радіоелектронні апарати :— Тернопіль: ТНТУ, 2014 — 89 с.

34. Дунець В. Л. Математична модель та метод опрацювання електрокардіосигналу при фізичному навантаженні для підвищення точності кардіодіагностичних систем / Дунець В.Л. — Тернопіль, 2013 — 20с.

35. Поняття забруднення -[електронний ресурс] – Режим доступу: URL: http://vinfpo.org.ua/index.php?option=com_k2&view=item&id=71:види-та-порядок-проведення-інструктажів-з-охорони-праці&Itemid=14

36. Поняття забруднення -[електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://osvita.ua/vnz/reports/ecology/21286/> (дата звернення 1.02.2023).

37. Проведення інструктажів з охорони праці-[електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://drukaryk.com/instruktsiya-op2/>(дата звернення 1.02.2023).

									<i>ЗВО 2.087.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ДОДАТКИ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри РТ
_____ к.т.н. Дунець В.Л.
“ ____ ” _____ 20__ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «Лабораторний блок живлення з захистом від перегріву»

Узгоджено:
Керівник дипломного проекту
Яворський Б.І. _____
“ ____ ” _____ 20__ р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАс-41
Зайчук В.О. _____
“ ____ ” _____ 20__ р.

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “ лабораторний блок живлення з захистом від перегріву ”

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи № 4/7-575 від “ 24 ” травня 2023 р.

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Зайчук Вадим Олегович групи РАс-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка лабораторного блоку живлення з захистом від перегріву, що включає в себе:

- розробка схемотехнічного рішення для даного лабораторного блоку живлення ;
- вибір компонентної бази розроблювального лабораторного блоку живлення ;
- розрахунок і вибір компонентів для оптимальної лабораторного блоку живлення ;

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1. Лабораторний блок живлення з захистом від перегріву повинен бути розрахований на живлення від джерела живлення яке видає 12 В.

4.1.2. Вихідна напруга і максимальний струм навантаження лабораторного блоку живлення повинні відповідати значенням, наведеним ПЗ.

4.2. Технічні вимоги

4.2.1. Лабораторний блок живлення з захистом від перегріву повинен відповідати вимогам стандарту, а також технічній документації на частотоміра конкретного типу, затвердженій в установленому порядку.

4.2.2. Лабораторний блок живлення з захистом від перегріву повинен забезпечувати задану потужність з моменту включення.

4.2.3. Лабораторний блок живлення з захистом від перегріву повинен забезпечувати безперервну роботу протягом 24 годин при номінальному струмі навантаження і номінальній напрузі джерела живлення при нормальних кліматичних умовах.

4.2.4. Всі елементи лабораторного блоку живлення повинні бути захищені від струмів короткого замикання.

4.2.5. Електрична міцність і опір ізоляції між корпусом лабораторного

блоку живлення і мережевими контактами, а також між корпусом і контактами, повинні відповідати вимогам ДСТУ 22261.

4.2.6. За механічними, кліматичними і експлуатаційними умовами лабораторний блок живлення повинен відповідати ДСТУ 22261 (група 4).

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

4.2.7. У комплект лабораторного блоку живлення повинно входити: синтезатор частоти, комплект запасних частин. До комплекту докладають паспорт.

4.2.8. Напрацювання на відмову повинне бути не менше 20000 год.

4.2.9. Час відновлення після ремонту повинен бути не більше 1 год.

4.2.10. Середній термін служби повинен бути не менше 6 років.

Випробування на термін служби не проводять.

4.3. Правила приймання.

4.3.1. Лабораторний блок живлення з захистом від перегріву повинен піддаватися періодичним випробуванням.

4.3.2. При випробуваннях лабораторний блок живлення повинен піддаватися суцільному контролю. При невідповідності вимогам цього стандарту його повертають для усунення дефектів. Після усунення дефектів лабораторний блок живлення висувають на повторні випробування. Результати повторних випробувань є остаточними.

4.3.3. Періодичним випробуванням піддають не менше трьох лабораторних блоків живлення кожного типу, що пройшли 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 виробів. Якщо при повторних періодичних випробуваннях виявлено невідповідність хоча б одного виробу вимогам цього стандарту, приймання і відвантаження лабораторних блоків живлення 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 $P\alpha = 0.95$;
- Бракувальний рівень $P\mu = 0.8$;
- Ризик виробника $\alpha = 0.1$;
- Ризик споживача $\beta = 0.2$.

5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації:

- пояснювальна записка;
- структурна схема лабораторного блоку живлення;

- електрична принципова схема лабораторного блоку живлення з захистом від перегріву;
- друкована плата лабораторного блоку живлення;
- друкований вузол.

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Формування та аналіз технічного завдання	10.03-20.03
2	Збір інформації	10.03-25.03
3	Аналіз технічного завдання	15.03-18.03
4	Проектування та аналіз структурної схеми	18.03-23.03
5	Проектування схеми електричної принципової	20.03-10.04
6	Підбір компонентної бази	25.03-10.04
7	Розрахунок окремих елементів і вузлів	20.03-10.04
8	Розрахунок параметрів друкованого монтажу	10.04-15.04
9	Компоновка друкованої плати	15.04-1.05
10	Компоновка друкованого вузда	15.04-1.05
11	Розрахунок собівартості спроектованого виробу	1.05-7.05
12	Обрунтування використання та вибору САПР для проектування	7.05-15.05
13	Опис завдання з охорони праці та безпеки життєдіяльності	20.05-1.06
14	Формування висновків	1.06-2.06
15	Комплектування кваліфікаційної роботи	2.06-9.06
16	Направлення роботи на антиплагіат	10.06
17	Захист роботи	22.06

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

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

7.1 Під час виконання дипломного проекту в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

Перш. викорис.	Поз. познач.	Найменування			Кіл.	Примітка	
	ВК1	Датчик температури LM35DT "Texas Instruments"			1		
		Конденсатори					
	С1	b41828-25 В-100 мкФ ±10% "Epcos"			1		
	С2	b41828-35 В-10000 мкФ ±10% "Epcos"			1		
	С3, С4	b41828-35 В-4700 мкФ ±10% "Epcos"			2		
	С5	b37979-100 нФ ±5% "Epcos"			1		
	С6...С8	b41828-25 В-100 мкФ ±10% "Epcos"			3		
		Мікросхеми					
	Довід. №	DA1	L7812ABV "ST Microelectronics"			1	
DA2, DA3		TL431ACLPG "ON Semiconductor"			2		
DA4, DA5		LM317T "ST Microelectronics"			2		
DA6		LM337TG "ST Microelectronics"			1		
FU1		Запобіжник ZH214-015-1 А,-250 В "Zhenhui"			1		
HA1		Випромінювач звуку HC0901A "JL World"			1		
Підпис і дата	HL1...HL3	Світлодіод L-1503GT "Kingbright"			3		
	M1	Вентилятор 12V/VD6025HS, 60*60*25 12V "Baili"			1		
	PA1	Амперметр 67582-15А/50гц "Velleman"			1		
Інв. №	ЗВО 2.087.001 ПЕЗ						
	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
Інв. № ориг.	Розрод.	Зайчук			Лім.	Аркцш	Аркцшів
	Перевір.	Яворський			Н	1	3
	Н.контр.				ТНТУ ФПТ каф.РТ		
	Затверд.				заРАс-41		
				Лабораторний блок живлення з захистом від перегріву			
				Перелік елементів			
				Копіював			
				Формат А4			

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
<i>Резистори</i>			
R1	MFP-1-51 кОм ±10% "Yageo"	1	
R2	MFP-0,25-1 кОм ±10% "Yageo"	1	
R3	MFP-0,25-2 кОм ±10% "Yageo"	1	
R4	MFP-0,25-4,7 кОм ±10% "Yageo"	1	
R5	MFP-0,25-390 Ом ±10% "Yageo"	1	
R6	MFP-0,25-100 кОм ±10% "Yageo"	1	
R7	MFP-0,25-160 Ом ±10% "Yageo"	1	
R8	MFP-0,25-200 Ом ±10% "Yageo"	1	
R9	MFP-1-270 Ом ±10% "Yageo"	1	
R10	16K1-B50K-2,2 кОм "Song Huei"	1	
R11	MFP-1-270 Ом ±10% "Yageo"	1	
R12	16K1-B50K-2,2 кОм "Song Huei"	1	
R13	MFP-1-270 Ом ±10% "Yageo"	1	
R14	16K1-B50K-2,2 кОм "Song Huei"	1	
R15	MFP-0,25-1 кОм ±10% "Yageo"	1	
R16	MFP-0,25-15 кОм ±10% "Yageo"	1	
R17	MFP-0,25-100 кОм ±10% "Yageo"	1	
R18	MFP-0,25-2 кОм ±10% "Yageo"	1	
R19	MFP-0,25-240 Ом ±10% "Yageo"	1	
R20, R21	MFP-0,25-180 Ом ±10% "Yageo"	2	
R22	MFP-0,25-2 кОм ±10% "Yageo"	1	
RK1	Терморезистор NB-PTCO-160 - 82 кОм "TE Connectivity"	1	
<i>Перемикачі</i>			
SA1	PSM7-1-0 "Wealth Metal Factory"	1	
SA2	IRS-202-1A3 "Jietong Switch"	1	
SA3	PSA016AK131S "EMAS"	1	

Ідент. № ориг.	Підпис і дата
	Ідент. № ориг.
Зам. ідент. №	Ідент. № ориг.
	Ідент. № ориг.
Підпис і дата	Ідент. № ориг.
	Ідент. № ориг.
Ідент. № ориг.	Ідент. № ориг.
	Ідент. № ориг.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗВО 2.087.001 ПЕЗ	Арк.
						2

Перш. викорис.		Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.	
						<u>Документація</u>			
		A4			ЗВО 2.087.001 ПЕЗ	Перелік елементів			
		A2			ЗВО 2.087.001 ЕЗ	Схема електрична принципова	1		
		A1			ЗВО 2.087.001 СК	Вузол друкований	1		
						<u>Деталі</u>			
Довід. №		A2	1		ЗВО 7.103.001	Плата друкована	1		
		БК	2		ЗВО 2.087.001	Перемичка	32		
		БК	3		ЗВО 2.087.002	Радіатор	1		
						<u>Інші вироби</u>			
						<u>Конденсатори</u>			
			5			b37979-100 нФ ±5% "Epcos"	1	С5	
			6			b4 1828-25 В-100 мкФ ±10% "Epcos"	4	С1, С6...С8	
			7			b4 1828-35 В-4700 мкФ ±10% "Epcos"	2	С3, С4	
			8			b4 1828-35 В-10000 мкФ ±10% "Epcos"	1	С2	
						<u>Мікросхеми</u>			
			10			L7812ABV "ST Microelectronics"	1	DA1	
			11			LM317T "ST Microelectronics"	2	DA4, DA5	
			12			LM337TG "ST Microelectronics"	1	DA6	
			13			TL431ACLPG "ON Semiconductor"	2	DA2, DA3	
			15			Випромінювач звуку HC0901A "JL World"	1	HA1	
		ЗВО 2.087.001							
		Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
		Розрод.	Зайчук				Літ.	Аркцш	
		Перевір.	Яворський				Н	1	
		Н.контр.					ТНТУ ФПТ каф.РТ		
		Затверд.					заРАс-41		
№в. № ориг.		Вузол друкований Лабораторний блок живлення з захистом від перегріву специфікація					Літ. Аркцш Аркціш Н 1 2		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
		17		Світлодіод L-1503GT "Kingbright"	3	HL 1...HL3
				<i>Резистори</i>		
		19		MFP-0,25-160 Ом ±10% "Yageo"	1	R7
		20		MFP-0,25-180 Ом ±10% "Yageo"	2	R20, R21
		21		MFP-0,25-200 Ом ±10% "Yageo"	1	R8
		22		MFP-0,25-240 Ом ±10% "Yageo"	1	R19
		23		MFP-1-270 Ом ±10% "Yageo"	3	R9, R11, R13
		24		MFP-0,25-390 Ом ±10% "Yageo"	1	R5
		25		MFP-0,25-1 кОм ±10% "Yageo"	2	R2, R15
		26		MFP-0,25-2 кОм ±10% "Yageo"	3	R3, R18, R22
		27		MFP-0,25-4,7 кОм ±10% "Yageo"	1	R4
		28		MFP-0,25-15 кОм ±10% "Yageo"	1	R16
		29		MFP-1-51 кОм ±10% "Yageo"	1	R1
		30		MFP-0,25-100 кОм ±10% "Yageo"	2	R6, R17
				<i>Діоди</i>		
		32		KBU6M "Diodec Semiconductor"	3	VD2...VD4
		33		1N4148 "NXP"	1	VD1
				<i>Транзистори</i>		
		35		BC308A "Fairchild"	1	VT1
		36		BD136 "ST Microelectronics"	1	VT2
				<i>Стандартні вироби</i>		
		39		Гвинт Г2,5-6x5 ГОСТ 17473-80	5	
		40		Шайба 2,5 ГОСТ 10450-78	5	

Підпис і дата	Інв. № дубл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	Інв. № ориг.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЗВО 2.087.001

Арк.
2