

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: Терморегулятор з високою точністю підтримки температури

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

«Телекомунікації та радіотехніка»

(шифр і назва спеціальності)

Д. А.

(підпис)

Бобровець Д. А.

(прізвище та ініціали)

Керівник

[підпис]

(підпис)

Хилиг Т. Ч.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

[підпис]

(підпис)

Марченко А. С.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

[підпис]

(підпис)

Дунець В. Л.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

[підпис]

(підпис)

Стрибівський М. Д.

(прізвище та ініціали)

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

[Signature]

Думчев 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 Бобріву Данилу Анатолійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Терморезистор з високою точністю підтримки температури

Керівник роботи Хилиг Григорій Петрович, ст. лема.
(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 мивлення - $\sim 220 \pm 20\% B$
інтервал регульованої температури - (35... 40) °C
точність установки температури - 0,1 °C

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Аналіз літератури та аналіз технічної задачі
Аналіз структурної схеми
Розробка та аналіз функціональної схеми
Розробка схеми електричної принципової
Розробка допоміжних роз'яснень
Розробка роз'яснень з охорони праці та безпеки життєдіяльності

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

Схема структурна - 1 лист, А1
Схема електрична принципова - 1 лист, А3
Вузели структуровані - 1 лист, А2
Права структуровані - 1 лист, А2
Презентація - 10 слайдів

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності особи охорони праці	Барановський В. Н., інж.	5.04.22	

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.	Вибір діючих нормативних документів, технічних вимог, техніко-економічне обґрунтування	10.04.22р	Виконано
4.	Розробка структурної схеми	14.04.22р	Виконано
5.	Розробка функціональної схеми	28.04.22р	Виконано
6.	Розробка ланки електричної принципової	17.05.22р	Виконано
7.	Розрахунок окремих елементів та вузлів	20.05.22р	Виконано
8.	Вибір комплектної бази	24.05.22р	Виконано
9.	Компонування з'єднувальних вузлів	30.05.22р	Виконано
10.	Створення допоміжної документації	02.06.22р	Виконано
11.	Розробка спеціальної частини	06.06.22р	Виконано
12.	Розробка розділу з охороною праці та безпеки життєдіяльності	08.06.22р	Виконано
13.	Укладення нормоконтракту	10.06.22р	Виконано
14.	Укладення акти на виконання	14.06.22р	Виконано
15.	Попередня записка роботи	15.06.22р	Виконано
16.	Записка кваліфікаційної роботи	22.06.22р	Виконано

Студент

DAW
(підпис)

Тобрівець Д. А.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

JM
(підпис)

Хилиг Т. П.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Бобрівець Д.А. Розробка терморегулятора - Рукопис. Кваліфікаційна робота бакалавра, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАС-41, Тернопіль, 2022.

Ключові слова: ТЕМПЕРАТУРА, ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ, ТЕРМОДАТЧИК, ОПТОПАРА, ТОЧНІСТЬ, СТІЙКІСТЬ, ІНТЕГРАЛЬНА МІКРОСХЕМА.

Основна частина роботи охоплює аналіз технічного завдання, аналіз схеми конструкції виробу, опис принципу електричної схеми та її аналіз, проектування та розрахунок електричних схем пристрою, опис вибору та обґрунтування компонентна база розробленого пристрою. Обґрунтування використання та вибору САПР для проектування та опису компонентної бази.

У розділі безпека життєдіяльності, основи охорона праці розкрито шляхи збереження працездатності та підвищення продуктивності праці на виробництві, правила техніки безпеки при експлуатації обладнання

В графічну частину даної роботи входять два листи формату А2, один лист формату А1 та один лист формату А3.

SUMMARY

Bobrivets D.A. Development of a thermostat - 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.

Keywords: TEMPERATURE, TECHNOLOGY, THERMAL SENSOR, OPTOPAR, ACCURACY, STABILITY, INTEGRATED CHIP.

The main part of the work includes analysis of the technical task, analysis of the product design scheme, description of the principle of the electrical circuit and its analysis, design and calculation of electrical circuits of the device, description of selection and justification of the component base of the developed device. Rationale for the use and selection of CAD for the design and description of the component base.

In the section of life safety, basics of labor protection the ways of preservation of working capacity and increase of labor productivity at production, rules of safety at operation of the equipment are opened.

The graphic part of this work includes two sheets of A2, one sheet of A1 and one sheet of A3.

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 Шляхи збереження працездатності та підвищення продуктивності праці на виробництві,	
3.2 Правила техніки безпеки при експлуатації обладнання	
ВИСНОВКИ.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	
ДОДАТКИ.....	

					ФПТ2 20.088.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Бобнівель			Терморегулятор Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Хіміши					5	
Рецензент						ТНТУ, ФПТ, каф. РТ зр.РАс-41 м		
Н. Контр.								
Затверд.								

ВСТУП

Актуальність роботи. Типовий недолік практично всіх простих аналогових терморегуляторів - як недостатнє дозвіл установки заданої температури так і недостатня точність її підтримки.

Ступінь наукової розробки. Пропонований терморегулятор є поліпшенням типової схеми терморегулятора, виконаного на аналоговому компараторі, і призначений для заміни застарілої електроніки в побутових інкубаторах. У пристрої вжиті заходи щодо підвищення безпеки експлуатації терморегулятора за рахунок гальванічної розв'язки нагрівача і пристрої управління нагрівачем.

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

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

Предмет є схема електрична принципова пристрою та опис схеми.

Практичне значення одержаних результатів. Даний прилад живиться напругою ~220-230В. Напруга поступає на понижувальний трансформатор та випрамляч. Після чого напруга надходить на стабілізатор +12В, а з стабілізатора на інший стабілізатор +9В. Також прилад має підсилювач, компаратор, оптронне управління, а також вихідні напруги +9, +12В та підключення навантаження і підключення термометра.

					ФПТЗ 20.088.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

- Напруга живлення..... ~230В;
- Інтервал регульованою температури36.5 ... 39.5 ° С;
- Точність установки температури0,1°С;
- Точність підтримки температури0.05 ... 0.2 ° С;
- Потужність нагрівачадо 160 Вт;
- Діапазон робочих температур.....-50 до +95°С;
- Відносна вологість.....від 10%... до 80%;
- Маса.....300г;

1.2 Аналіз структурної схеми виробу

Даний прилад живиться напругою ~220-230В. Напруга поступає на понижувальний трансформатор та випрамляч. Після чого напруга надходить на стабілізатор +12В, а з стабілізатора на інший стабілізатор +9В. Також прилад має підсилювач, компаратор, оптронне управління, а також вихідні напруги +9, +12В та підключення навантаження і підключення термометра.

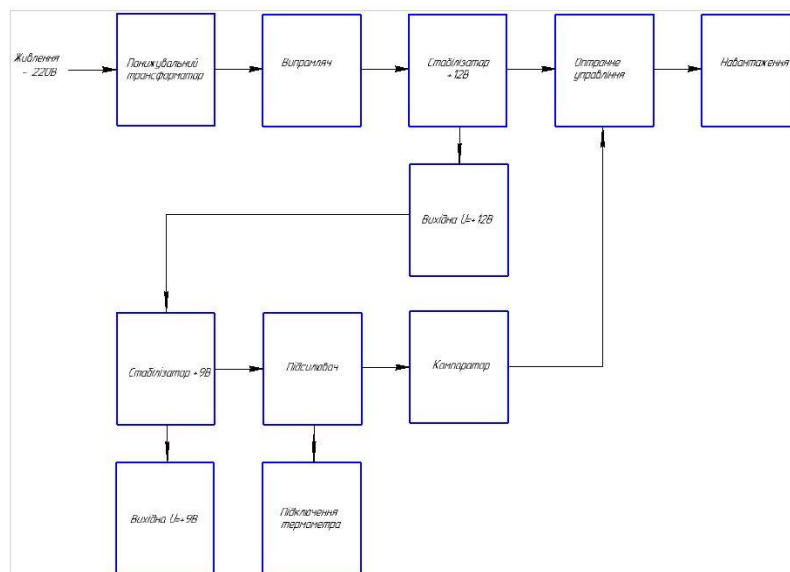


Рисунок 1.1-Схема електрична структурна

									Арк.	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФПТЗ 20.088.000 ПЗ					

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

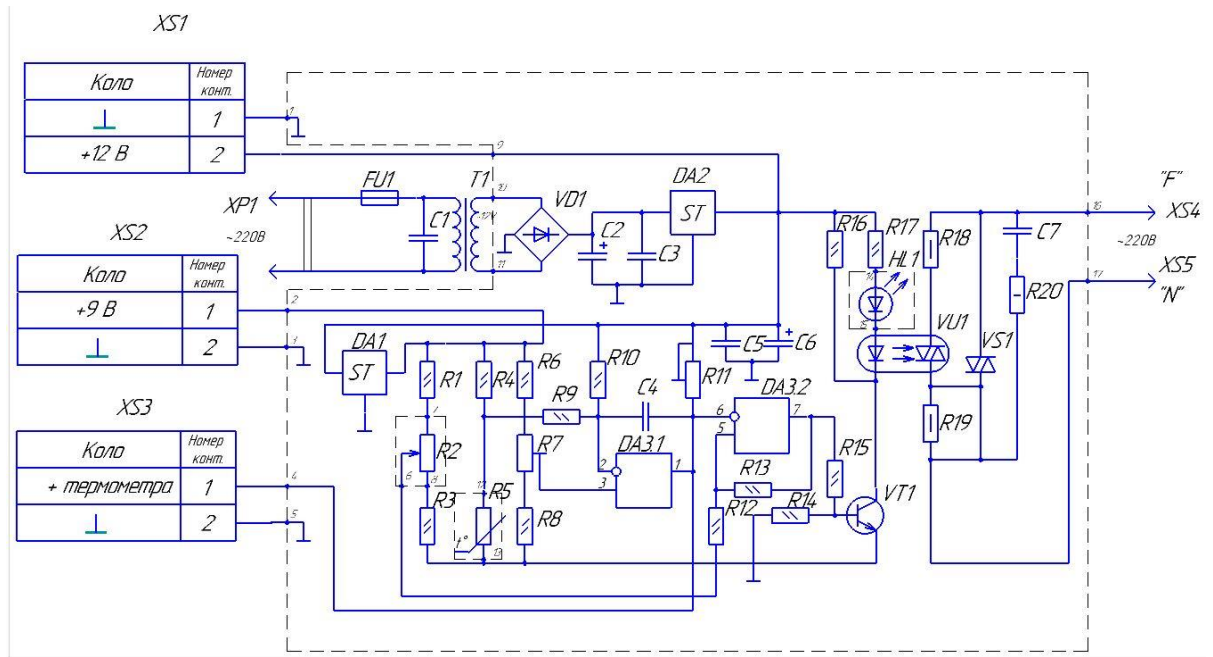


Рисунок 1.2-Схема електрична принципова

Схема терморегулятора відрізняється від аналогічних терморегуляторів наявністю додаткового підсилювача сигналу термодатчика, введення елементів підстроювання зміщення і коефіцієнта посилення (рис.1). Введені ланцюга дозволили розтягнути інтервал температури з 36.5 до 39.5 ° С, де на виході підсилювача буде відповідати напруга приблизно з 1.8 до 8.8 В, що сприятливо позначається на точності і стійкості комутації нагрівача.

Якщо використовувати сигнал термодатчика безпосередньо з вимірювального моста, то на зміну температури на 1 ° С збільшення напруги в середньому складе приблизно 30 ... 40 мВ, при похибки спрацьовування компаратора в 2 ... 3 мВ. Тобто, очевидно, що похибка підтримки температури краще ніж 0,3 ... 0,5 ° С отримати не вдається.

Певний внесок у похибка підтримки температури вносять і деякі параметри компаратора, а особливо теплової дрейф опорного напруги і власні шуми. При введенні додаткового підсилювача сигналу вплив похибки спрацьовування компаратора можна зменшити, в основному за рахунок збільшення приросту напруги на його вході при зміні температури на 1 ° С до величини в десяті частки вольт а або навіть до одиниць вольт.

Лінійне джерело живлення пристрою виконаний за класичною схемою і будь-яких особливостей не має. Додатковий стабілізатор напруги на ІМС DA1 з вихідним напругою +9 В виконує функцію джерела зразкового напруги. При такому рішенні зменшується вплив колювання напруги в мережі 230 В / 50 Гц на підтримку заданої температури. Експериментальна експлуатація показала, що похибка підтримки температури в термокамері не перевищує 0,1° С при перепаді температури в приміщенні від 15 до 30 ° С (при незмінному положенні движка R2), при цьому були враховані зауваження.

Для обмеження робочого діапазону температур знизу служить ланцюг R6R7R8. Вона задає початкове зміщення таким чином, щоб при температурі 36 ... 36.5 ° С на виході підсилювача DA3.1 напруга склало близько 1.8 В. Ланцюжок R10R11 задає обмеження діапазону зверху. Нею регулюється коефіцієнт посилення DA1.3 до отримання вихідної напруги DA1.3 рівного 8.8 В при температурі 39.5 ... 40 ° С. Для температур нижче 36 ° С і вище 40 ° С вихідна напруга підсилювача DA1.3 буде близько до 0 В і 12 В відповідно.

Компаратор виконаний за класичною схемою на DA3.2, в якій ширину гистерезиса задають співвідношенням номіналів резисторів R12 і R13. Оптронне управління симистором VS1 особливостей не має. При його розробці враховані заходи щодо підвищення заводостійкості. Для подальшого розширення можливостей пристрою передбачені роз'єми для підключення індикатора і подачі на нього зразкового і напруги живлення, більш детально буде розглянуто нижче.

Налаштування.

Після складання і перевірки плати подають напругу живлення і на виході стабілізаторів напруги DA1, DA2 перевіряють наявність напруги +9 В, +12 В відповідно. Далі перевіряють падіння напруги на терморезистор. При кімнатній температурі вона повинна складати близько 2.1 ... 2.2 В, інакше необхідно уточнити номінал резистора R4.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФПТЗ 20.088.000 ПЗ					

Налаштування терморегулятора бажано проводити при наявності окремої термокамери, де можна виставити нижню і верхню температуру діапазону. Спочатку в термокамері встановлюють температуру 36.5 ° С і підстроєні резистором R7 на виході DA3.1 встановлюють напругу 1.8 В, далі встановлюють температуру 39.5 ° С і підстроєні резистором R11 встановлюють вихідна напруга рівним 8.8 В. Цю операцію повторюють 2-3 рази, поки положення підстроєних резисторів не треба буде міняти.

Якщо настройка виконується в складі побутового інкубатора, то її проводять за допомогою контрольного термометра, при цьому чутливий елемент термометра повинен бути в безпосередній близькості з терморезистором. При цьому додатковою умовою для проведення регулювання є підтримання температури в камері на незмінному рівні.

Якщо виникне необхідність пристосувати терморегулятор для інших цілей і іншого інтервалу температур, то сама настройка проводиться під необхідні температури нижнього і верхнього меж, при цьому необхідно уточнити номінали резисторів R4, R6, R8 для нижньої межі і R10 для верхнього в процесі настройки.

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 C2. Нижче приведена схеми електрична принципова випрямляча і ємнісного фільтра, який зображений на рисунку 1.3:

					ФПТЗ 20.088.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

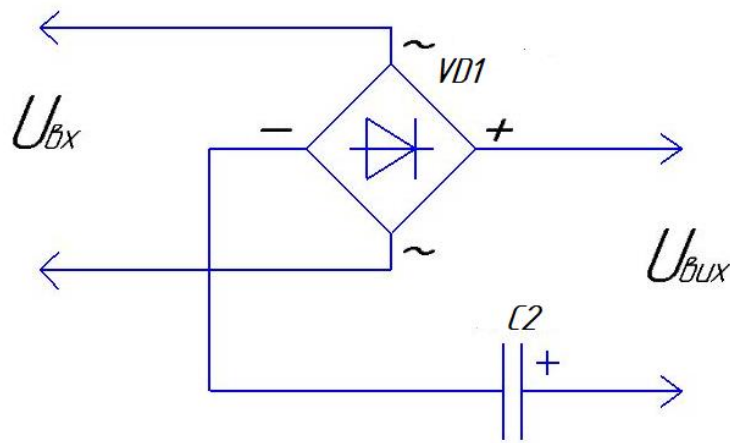


Рисунок 1.3- Схема електрична принципова випрямляча та ємнісного фільтра

Вихідні дані для розрахунку:

- Номінальна випрямлена напруга $U_0=8\text{В}$;
- Номінальний струм навантаження $I_0=3\text{ А}$;
- Коефіцієнт пульсацій $K_{\text{п}0}=0,03\text{ \%}$;

Визначення основних параметрів і вибір діодів.

$U_{\text{зв}}$ – зворотна напруга;

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

$I_{\text{м}}$ – амплітуда імпульсного струму.

В подальшому процесі розрахунку випрямлячів ці значення параметрів діодів уточнюються.

Таблиця 1.1

Формули для розрахунку мостового випрямляча

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

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

$$U_{\text{зв}} = 1,5 \cdot 8 = 12(\text{В}).$$

$$(1.2) \quad I_{np.cер} = \frac{I_0}{2}$$

$$I_{np.cер} = \frac{3}{3} = 1(A)$$

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

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

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

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

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

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

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:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{\gamma_0}} \quad (1.7)$$

де C_0 – ємність, мкФ;

r – опір, Ом.

					ФПТЗ 20.088.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_0 = \frac{67}{1,5 \cdot 0,03} = 2223(\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

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

$$U_{\text{роб}} = 2,5 \cdot 10 = 25(\text{В})$$

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

1.4.2 Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Розрахунок проводимо в такій послідовності:

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

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

$$b_{\text{min1}} = \frac{I_{\text{max}}}{i_{\text{доп}} * t} = \frac{0,5\text{А}}{20 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2} * 0,035\text{м}} = 0,7\text{мм} \quad (1.9)$$

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

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

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

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

$$b_{\text{min2}} = \frac{\rho * I_{\text{max}} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,050 \frac{\text{Ом.мм}^2}{\text{м}} * 0,5\text{А} * 0,4\text{м}}{0,3\text{В} * 0,035\text{м}} = 0,9\text{мм} \quad (1.10)$$

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

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

$U_{\text{доп}} = 0,3\text{В}$ – допустиме падіння напруги.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФПТ2 20 088 000 ПЗ				

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)

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.

$d_{E1} d_{E1} = 0,7$ -для мікросхем.

$d_{E2} = 0,9$ - для конденсаторів електролітичних, резисторів, транзисторів та підпаювання провідників.

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,7 + |\pm 0,05| + 0,1 = 0,9 \text{ мм}$$

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,9 + |\pm 0,05| + 0,1 = 1,1 \text{ мм}$$

Приймаємо такі стандартні діаметри отворів 0,9;1,1.

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.

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

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФПТЗ 20 088 000 ПЗ	

де Δd - допуск на отвір.

$$d_{max1} = 0,9 + 0,05 + 0,1 = 1,05 \text{ мм}$$

$$d_{max2} = 1,1 + 0,05 + 0,1 = 1,25 \text{ мм}$$

$$D_{1min1} = 2 \left(0,06 + \frac{1,05}{2} + 0,08 + 0,2 \right) = 1,73 \text{ мм}$$

$$D_{1min2} = 2 \left(0,06 + \frac{1,25}{2} + 0,08 + 0,2 \right) = 1,93 \text{ мм}$$

$$D_{min1} = 1,73 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 1,81 \text{ мм}$$

$$D_{min2} = 1,93 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 2,01 \text{ мм}$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

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

$$D_{max1} = 1,81 + 0,02 = 1,83 \text{ мм}$$

$$D_{max2} = 2,01 + 0,02 = 2,03 \text{ мм}$$

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:

$$S_{1min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{max}}{2} + \delta_p \right) + \left(\frac{d_{max}}{2} + \delta_1 \right) \right] \quad (1.15)$$

$$S_{1min1} = 2,5 - \left[\left(\frac{1,83}{2} + 0,2 \right) + \left(\frac{1,05}{2} + 0,08 \right) \right] = 0,78 \text{ мм}$$

$$S_{1min2} = 2,5 - \left[\left(\frac{2,03}{2} + 0,2 \right) + \left(\frac{1,25}{2} + 0,08 \right) \right] = 0,58 \text{ мм}$$

де L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

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

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФПТ2 20 088 000 ПЗ				

$$S_{2min1} = 2,5 - (1,05 + 2 \cdot 0,2) = 1,05 \text{ мм}$$

$$S_{2min2} = 2,5 - (1,25 + 2 \cdot 0,2) = 0,85 \text{ мм}$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

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

$$S_{3min1} = 2,5 - (1,05 + 2 \cdot 0,08) = 1,29 \text{ мм}$$

$$S_{3min2} = 2,5 - (1,05 + 2 \cdot 0,08) = 1,09 \text{ мм}$$

Під час електричного розрахунку було розраховано мінімальну відстань між двома контактними площадками, яка становить 0,9мм, мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу, яка становить 0,6мм, мінімальну відстань між двома провідниками 1,09мм.

При розрахунку мінімальної ширини друкованого провідника, в результаті обчислень ширина друкованого провідника дорівнює 0,7мм.

Враховуючи вищесказане можна сказати що всі контактні площадки будуть мати розміри стандартної форми.

1.5 Вибір і обґрунтування компонентної бази

Таблиця 1.2 - Конденсатор ЕСАР [8]

Позиційне позначення	С2, С6	
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР	
Виробник	JAMICON Corp	
Параметри конструкції	див. рисунок 1.4	
Параметри та характеристики		
Номинальна напруга	25 В	
Номинальна 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	ФПТЗ 20.088.000 ПЗ					

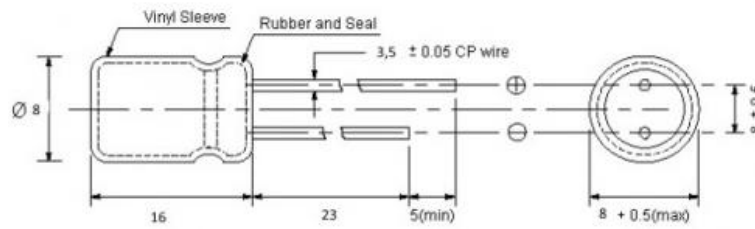


Рисунок 1.4 Габаритні розміри конденсатора ЕСАР

Таблиця 1.3 – Резистор Royal Ohm [9]

Позиційне позначення	R1-R4,R6,R8-R10,R12-R20
Назва компонента	Резистор Royal Ohm
Виробник	Royal Ohm
Параметри конструкції	див. рисунок 1.5
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,25,1 Вт
діапазон номінальних опорів	1...10·10 ⁶ Ом
допустиме відхилення опору	±10%
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°C

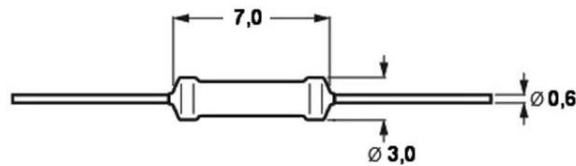


Рисунок 1.5- Габаритні розміри резисторів Royal Ohm

Таблиця 1.4 – Керамічний конденсатор СС4 [10]

Позиційне позначення	C1,C3-C5,C7
Назва компонента	Керамічний конденсатор СС4
Виробник	Ерсоs
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%
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ

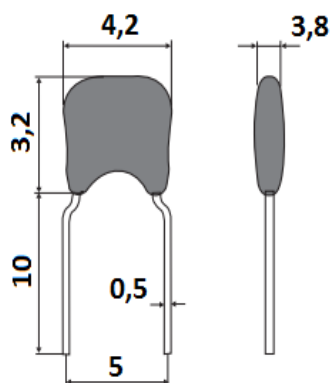


Рисунок 1.6- Габаритні розміри конденсатора СС4

Таблиця 1.5 – Запобіжник ZH214-015 [11]

Позиційне позначення	FU1
Назва компонента	Запобіжник ZH214-015
Виробник	Ерcos
Параметри конструкції	див. рисунок 1.7
Параметри та характеристики	
матеріал	кераміка
Номінальна напруга	240В
Номінальний робочий струм	1А
Довжина корпусу	30мм
Діаметр корпусу	6.35мм
Робоча температура	-60 ... 100С

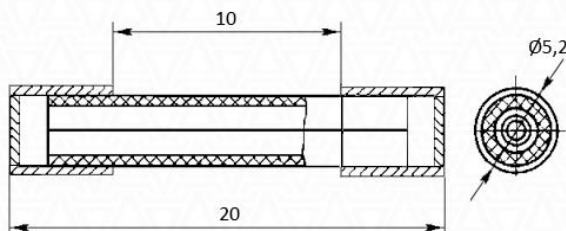


Рисунок 1.7- Габаритні розміри запобіжника ZH214-015

Таблиця 1.6 – Світлодіод L-1503GT [11]

Позиційне позначення	HL 1
Назва компонента	Світлодіод L-1503GT
Виробник	Ерcos
Параметри конструкції	див. рисунок 1.8
Параметри та характеристики	
пряма напруга	1,9В
прямий струм	30мА
кут випромінювання	180°
колір свічення	червоний
довжина хвилі	660нм

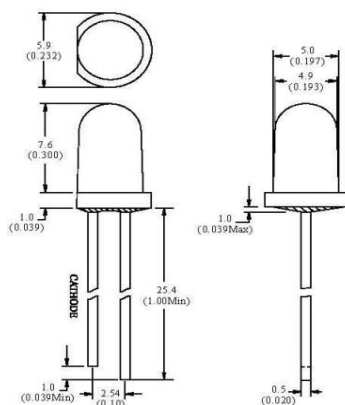


Рисунок 1.8 – Габаритні розміри світлодіода L-1503GT

Таблиця 1.7 – Трансформатор ТПШ-10-220-50 40W 16VT-16 [12]

Позиційне позначення	TV1
Назва компонента	Трансформатор ТПШ-10-220-50 40W 16VT-16
Виробник	Ерсоs
Параметри конструкції	див. рисунок 1.9
Параметри та характеристики	
вихідна напруга	40В
вихідний струм	1А
електрична міцність первинної-вторинної ізоляції	4000В
електрична міцність вторинної-вторинної ізоляції	600В
напруга живлення	220В
допустимі відхилення вторинних напруг	±5%

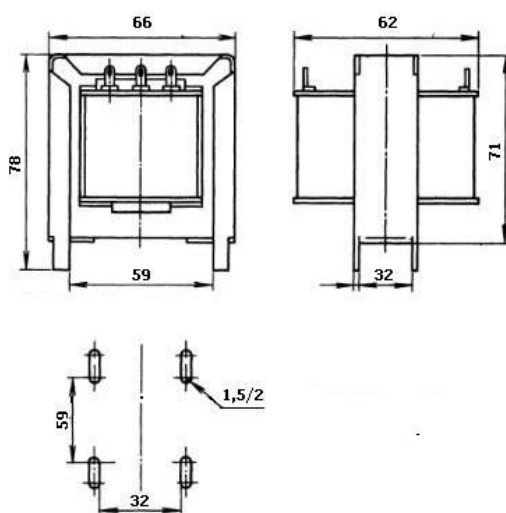


Рисунок 1.9– Габаритні розміри трансформатора ТПШ-10-220-50 40W 16VT-16-

Таблиця 1.8 – DB108- діодний міст 13]

Позиційне позначення	VD1
----------------------	-----

					ФПТЗ 20 088 000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Назва компонента	DB108- діодний міст
Виробник	Texas Instrument
Параметри конструкції	див. рисунок 1.10
Параметри та характеристики	
Максимальна постійна зворотна напруга	1000В
Максимальний прямий струм	6А
Максимальний допустимий прямий імпульсний струм	1А
Максимальний зворотний струм	10мкА
Максимальна пряма напруга	1В
Робоча температура	-55 ... + 125С
Спосіб монтажу	в отвір
Кількість фаз	1

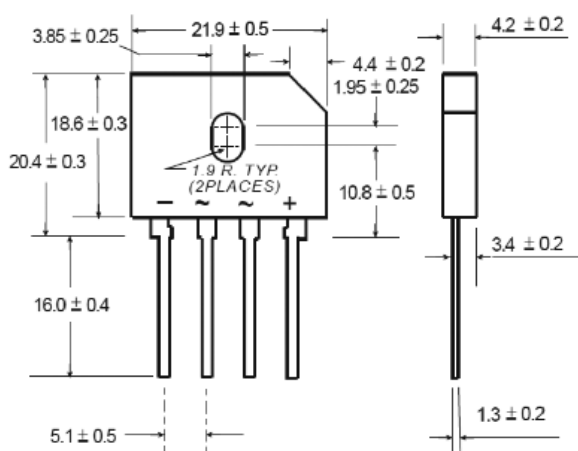


Рисунок 1.10 – Габаритні розміри діодного моста

Таблиця 1.9 – Резистор - СПЗ-38а [14]

Позиційне позначення	R2,R7,R11
Назва компонента	Резистор - СПЗ-38а змінний, недротяні, підлаштування, лакоплівковий композиційний
Виробник	Texas Instrument
Параметри конструкції	див. рисунок 1.11
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,125 Вт
допустиме відхилення опору	±10%
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°С

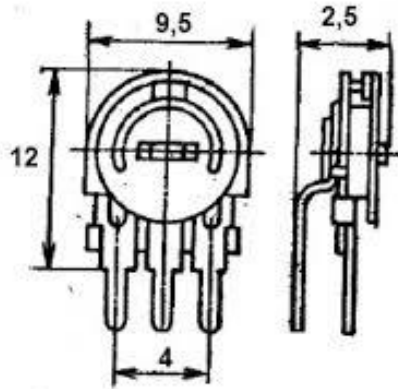


Рисунок 1.11- Габаритні розміри резисторів СПЗ-38а

Таблиця 1.10 – Транзистор 2N4123 [15]

Позиційне позначення	VT1
Назва компонента	Транзистор 2N4123 біполярний, кремнієвий, високочастотний
Виробник	Samsung
Параметри конструкції	див. рисунок 1.12
Параметри та характеристики	
Полярність:	NPN
Максимальна потужність, що розсіюється (Pc)	0.31 W
Максимально допустима напруга колектор-база (Ucb)	40 V
Максимально постійний струм колектора (Ic)	0.2 A
Гранична температура PN-переходу (Tj)	135 ° C
Гранична частота коефіцієнта передачі струму (ft)	240 MHz
Статичний коефіцієнт передачі струму (hfe)	50

TO-92

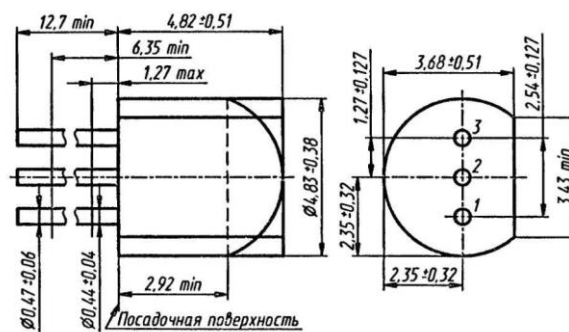


Рисунок 1.12- Габаритні розміри транзистора 2N4123

					ФПТ 20 088 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.11 – Оптрон МОС3061 [16]

Позиційне позначення	VU1
Назва компонента	Оптрон МОС3061 Схема комутації навантаження в момент переходу мережевої напруги через нуль мінімізує рівень створюваних пристроєм перешкод.
Виробник	Fairchild
Параметри конструкції	див. рисунок 1.13
Параметри та характеристики	
Івх. (Мах)	60mA
Івх.открив.	5mA
Увх.прям	1,3V
Увх.звор. (Мах)	6V
Діапазон робочих температур	-40°C .. + 85°C
Увих.відкр	3V (max)1,8V (тип.)

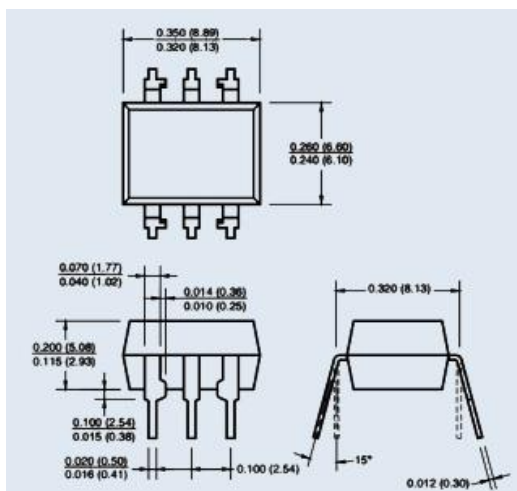


Рисунок 1.13- Габаритні розміри оптрона МОС3063

Таблиця 1.12 – Тиристор ВТА06-600С [17]

Позиційне позначення	VS1
Назва компонента	Тиристор ВТА06-600С для застосування в якості перемикаючих елементів для пристроїв автоматичного регулювання та комутації ланцюгів силовий автоматики.
Виробник	Texas Instrument
Параметри конструкції	див. рисунок 1.14
Параметри та характеристики	
Час включення tВКЛ	2мкс
Робоча температура	-40 ... 125C
корпус	to220ab
Максимально допустимий струм у відкритому стані	6А
Максимальна напруга в закритому стані	600В

Відпираючий постійний струм управління	25мА
Струм утримання	25мА

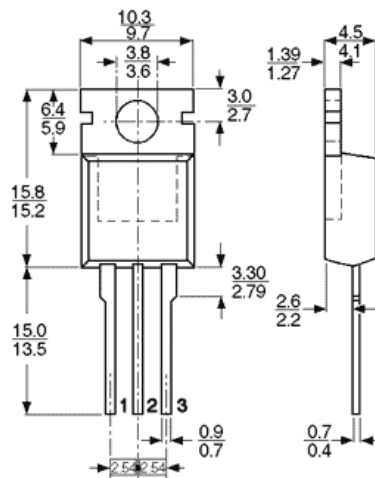


Рисунок 1.14- Габаритні розміри тиристора VTA06-600C

Таблиця 1.13 – Мікросхема 78L09 [18]

Позиційне позначення	DA1
Назва компонента	Мікросхеми 78L09 має тепловий захист, а також вбудовану систему охороняє стабілізатор від перевантаження по струму
Виробник	Texas Instrument
Параметри конструкції	див. рисунок 1.15
Параметри та характеристики	
Тип мікросхеми	стабілізатор напруги
Падіння напруги	1,7В
Вихідна напруга	9В
корпус	TO92
Робоча температура	0 ... 125 ° С
Кількість каналів	1
Робоча напруга	12 ... 24В

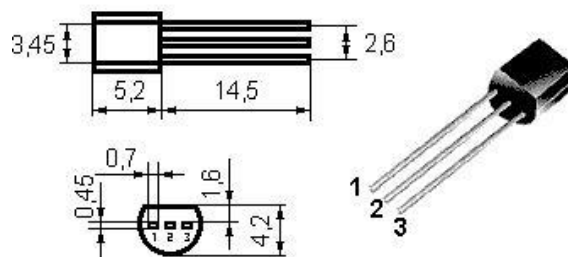


Рисунок 1.15- Габаритні розміри мікросхеми 78L09

Таблиця 1.14 – Мікросхема LM7812 [19]

					Арк.
ФПТЗ 20.088.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Позиційне позначення	DA2
Назва компонента	Мікросхема LM7812- здатний стабілізувати напругу 12 вольт, що дає можливість застосовувати його в різних електронних приладах.
Виробник	Texas Instrument
Параметри конструкції	див. рисунок 1.16
Параметри та характеристики	
Струм виходу	1А
Номінальна напруга	12В
Найменша напруга входу	14,5В
Найбільша напруга входу	27В
Тип корпусу	ТО - 220 АВ
Найменша температура роботи	0 градусів
Найбільша робоча температура	125 градусів

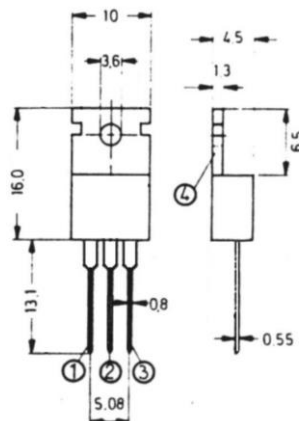


Рисунок 1.16- Габаритні розміри стабілізатора LM7812

Таблиця 1.15 – Мікросхема LM358 [20]

Позиційне позначення	DA3
Назва компонента	Мікросхема LM358 містить два незалежних малопотужних операційних підсилювача з високим коефіцієнтом посилення і частотної компенсацією.
Виробник	Texas Instrument
Параметри конструкції	див. рисунок 1.17
Параметри та характеристики	
Однополярне живлення	від 3 В до 32 В
Струм споживання	0,7 мА
Синфазна вхідна напруга	3 мВ
Синфазних вхідний струм	20 мА
Диференціальний коефіцієнт підсилення по напрузі	100 дБ
Частота одиничного посилення	1,0 МГц

Арк.

ФПТЗ 20 088 000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Максимальна потужність, що розсіюється	830 мВт
Діапазон робочих температур	0 ... 70 гр.С

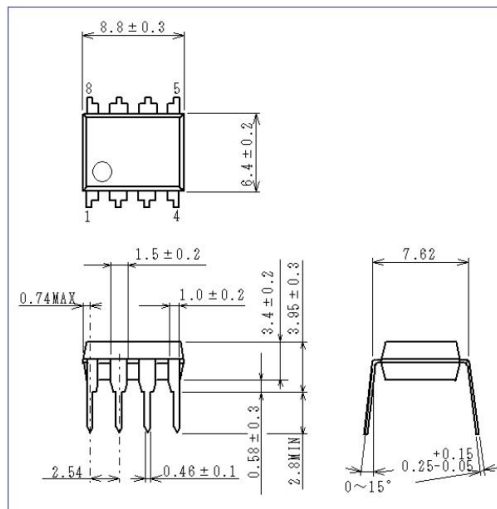


Рисунок 1.17- Габаритні розміри мікросхеми LM358

1.6 Компоновка друкованого вузла пристрою

Найскладнішим і відповідальним завданням при розробці ЕА є макет продукту.

В результаті розкладки необхідно визначити геометричні розміри, форму, приблизну вагу виробу, та розташування всіх елементів конструкції.

Проект заснований на електриці. схема продукту. При такій схемі через велику кількість дизайнер повинен створити макет дизайну виробу різноманітні фактори та вимоги до нього.

При розробці компоновки виробу важливо враховувати складний набір факторів, пов'язаних з функцією та продуктивністю виробу, електричними залежностями та тепловими умовами всередині ЕА, геометричними розмірами та формою окремих конструктивних елементів. Всі ці фактори враховані при «внутрішньому» дизайні виробу. Якщо пристрій обслуговується людиною, необхідно враховувати додаткові фактори, що визначають «зовнішню» компоновку виробу, яка створюється з урахуванням вимог інженерної психології та технічної естетики.

При облаштуванні необхідно дотримуватись основних вимог:

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФПТ2 20 088 000 ПЗ				

1) Між окремими елементами, блоками, блоками чи пристроями не повинно бути паразитних електричних з'єднань, які можуть істотно змінити характер корисних з'єднань і порушити нормальне функціонування виробу;

2) Теплові поля, що утворюються в АЕ в результаті перегріву окремих елементів, не повинні погіршувати їх особливості обладнання;

3) Необхідно забезпечити легкий доступ до деталей, вузлів і блоків у конструкції для огляду, ремонту та обслуговування. Розташування елементів конструкції також робити з забезпеченням доцільності монтажу та складання з урахуванням використання автоматизації цих процесів;

4) Розміри і вага виробу повинні бути якомога меншими.

Паразитний зворотний зв'язок визначається взаємним розташуванням окремих частин конструкції і з'єднанням їх провідників і може виникати не тільки між окремими елементами, а й між вузлами, блоками і пристроями, впливаючи на стабільність будь-якої схеми РТ.

1.7 Собівартість розробленого пристрою

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

$$B_m = \sum_{i=1}^m (H_{mi} \times C_{mi}) \times K_{тр} \quad (1.18)$$

$$B_m = 277,1 \times 1,04 = 288,2 \text{ (грн.)}$$

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.1.16

Таблиця 1.16 Розрахунки

№ з/п		Назва матеріалу (покупного виробу)		Кількіс ть	Ціна за одиницю	Загальна вартість		
							ФПТЗ 20 088 000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				Арк.

1	Плата друкована	1	20	20
2	Кришка нижня	1	30	30
3	Кришка верхня	1	30	30
4	Мікросхеми	3	30	90
5	Діоди	1	0,5	0,5
6	Конденсатори електролітичні	2	4	8
7	Конденсатори керамічні	5	0,5	2,5
8	Резистори постійні	17	0,3	5,1
9	Резистор підстроювальний	2	3	6
10	Трансформатор	1	45	45
11	Запобіжник	1	5	5
12	Світлодіоди	1	5	5
13	Щупи	2	5	10
14	Транзистори	1	5	5
15	Зажими	3	5	15
				277,1

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 ($B_{o.z.pl.}$): для розрахунку заробітної плати працівників визначають відрядну розцінку за кожну операцію (одиницю роботи чи продукції), виконану працівником, за формулою:

$$P_{від} = \frac{\sum_{i=1}^m T_{шт.і}}{60} \times C_r, \quad (1.19)$$

$$P_{від} = \frac{21}{60} \times 115 = 40,3(грн)$$

де $t_{шт.і}$ – 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.1.17

Таблиця 1.17-Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{шт.}$ хв.	Розряд	Годинна тарифна ставка
-------	----------------	---------------	--------	------------------------

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФПТЗ 20.088.000 ПЗ					

				(Сг),грн/год
1	Пайка	10	VI	115
2	Регулювання	5	VI	115
3	Складання	6	VI	115
	Всього	21		

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:

$$V_{\text{дод.з.пл.}} = P_{\text{від}} \times 0.11 \quad (1.20)$$

$$V_{\text{дод.з.пл.}} = 40,3 \times 0,11 = 4,4 \text{ (грн)}$$

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:

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{\alpha}{100} \times (P_{\text{від}} + V_{\text{дод.з.пл.}}) \quad (1.21)$$

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (40,3 + 4,4) = 9,8 \text{ (грн)}$$

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:

$$V_{\text{уео}} = \frac{\alpha_{\text{уео}}}{100} \times (P_{\text{від}} + V_{\text{дод.з.пл.}}) \quad (1.22)$$

$$V_{\text{уео}} = \frac{50}{100} \times (40,3 + 4,4) = 22,4 \text{ (грн.)}$$

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

							ФПТ 20.088.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

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:

$$V_{зв} = \frac{\alpha_{зв}}{100} \times (P_{від} + V_{дод.з.пл.}) \quad (1.23)$$

$$V_{зв} = \frac{60}{100} \times (40,3 + 4,3) = 26,8 \text{ (грн.)}$$

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

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

$$S_{вир} = V_{м} + (P_{від} + V_{дод.з.пл.} + C_{в.с.з.}) + V_{уео} + V_{зв} \quad (1.24)$$

$$S_{вир} = 288,2 + (40,3 + 4,4 + 9,8) + 22,4 + 26,8 = 391,9 \text{ (грн.)}$$

На підставі розрахованих вище даних складають калькуляцію собівартості одиниці продукції (однієї деталі) та запланованого випуску. Калькуляція собівартості представлена в табл. 1.18

Таблиця 1.18- Калькуляція собівартості

№ з/п	Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.
1	2	3
1	Витрати матеріалів	288,2
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	40,3
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	4,4
4	Відрахування на соціальні заходи	9,8
5	Витрати на утримання та	22,4

	експлуатацію обладнання	
6	Загальновиробничі витрати	26,8
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		391,9
7	-змінні (сума 1-4) $V_{зм.од}$	342,7
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $V_{уп.од}$	49,2

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

$$Ц_{одпр} = S_{пов} \times \frac{100 + \alpha_{пр}}{100} \quad (1.25)$$

$$Ц_{одпр} = 391,9 \times \frac{100 + 18}{100} = 462,4 \text{ (грн.)}$$

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:

$$П_p = (Ц_{одпр} - S_{пов.}) \times N_p, \quad (1.26)$$

$$П_p = (462,2 - 391,9) \times 25000 = 1763550 \text{ (грн.)}$$

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:

$$ЧП = П_p - П_p \times \frac{П_p}{100}, \quad (1.27)$$

$$ЧП = 1763550 - 1763550 \times \frac{18}{100} = 1446111 \text{ (грн.)}$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

											Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФПТ 20 088 000 ПЗ						

$$S_{\text{повн}} = S_{\text{пов}} \times N_p \quad (1.28)$$

$$S_{\text{повн}} = 391,9 \times 25000 = 9797500 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

$$P_n = \frac{\text{ЧП}}{S_{\text{повн}}} \times 100\% \quad (1.29)$$

$$P_n = \frac{1446111}{9797500} \times 100\% = 14,8 \%$$

де P_n - рентабельність продукції, %;

$S_{\text{повн}}$ - 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:

$$\text{ГП} = \text{ЧП}_t + A_t, \quad (1.30)$$

$$\text{ГП} = 1446111 + 687,5 = 1446799 \text{ (грн.)}$$

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:

$$\text{ЧТВ} = \text{ТВ} - \text{ПІ} \quad (1.31)$$

$$\text{ЧТВ} = 1205665,8 - 152750 = 1052915,8 \text{ (грн.)}$$

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:

$$\text{ТВ} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{ГП}_t}{(1+r)^t} \quad (1.32)$$

$$\text{ТВ} = \frac{1446799}{(1+0,2)^1} = 1205665,8 \text{ (грн.)}$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФПТ 20 088 000 ПЗ					

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);

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 $ТВ > ПІ$).

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:

$$ІП = \frac{ТВ}{ПІ} \quad (1.33)$$

$$ІП = \frac{1205665,8}{152750} = 7,9$$

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

$$Ток_{диск} = \frac{ПІ}{ГП_{диск}} \quad (1.34)$$

					ФПТ2 20 088 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Ток}_{\text{диск.}} = \frac{152750}{120566,6} = 1,3\text{р}$$

де $\text{ГП}_{\text{диск}}$ - середньорічна величина дисконтованих грошових потоків:

$$\text{ГП}_{\text{диск}} = \frac{\text{ТВ}}{t}, \quad (1.35)$$

$$\text{ГП}_{\text{диск}} = \frac{1205665,8}{10} = 120566,6 \text{ (грн.)}$$

де t - кількість років інвестування.

Підсумки вищенаведених розрахунків доцільно звести в табл. 1.19

Таблиця 1.19 Показники оцінки економічної ефективності використання елементів виробничо-ресурсного потенціалу

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний обсяг виробництва виробу:	од.	25000
2	Собівартість виробу	грн./од.	391,9
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	462,2
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	152750
5	Чистий прибуток	грн.	1446111
6	Рентабельність виробу	%	14,8
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	1052915,8
9	Індекс прибутковості	-	7,9
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	1,3

					ФПТЗ 20.088.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування використання та вибору САПР для проектування

Таблиця 2.1 – Послідовність створення бібліотеки посадочних місць в Altium Designer

Дія	Опис
Створення проекту бібліотеки символічних позначень	Створити новий проект друкованої плати: File→New→ Library→PCB Library. див. Рисунок 2.1 Зберегти проект в створеній для нього теці, див. Рисунок 2.2
Встановлення одиниць вимірювання.	Після створення бібліотеки необхідно встановити систему одиниць у вікні властивостей бібліотеки. Options → Library Options. Для використання метричної системи необхідно в списку Unit (група Measurement Units у верхній лівій частині вікна) вибрати пункт Metric. Для використання дюймової системи одиниць вибирається пункт Imperial. див. Рисунок 2.3

									Арк.	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФПТЗ 20.088.000 ПЗ					

Створення нового компонента в бібліотеці.	Для того щоб додати новий компонент, необхідно натиснути ПКМ у вікні Components і в контекстному меню вибрати пункт New Blank Component . див. Рисунок 2.4
Присвоїти ім'я компонента	Для цього треба двічі клацнути ЛКМ на назві новоствореного компонента у вікні Components і у вікні, щопісля цього з'явиться, в полі Name ввести ім'я компонента. див. Рисунок 2.5
Створення контактних площадок.	Для додавання контактної площадки необхідно викликати контекстне меню натисканням ПКМ на робочій області, і вибрати Place → Pad. Теж саме можна зробити двічі натиснувши клавішу P на клавіатурі. див. Рисунок 2.6

Продовження таблиці 3.1

Редагування контактної площадки	Двічі натиснувши ЛКМ відкриється вікно редагування контактної площадки; діаметр отвору, ширину контактної площадки і т.д див. Рисунок 2.7
Перевірка бібліотеки	Вікно перевірки бібліотеки посадочних місць викликається командою Reports → Component Rule Check. У вікні перевірки встановлюються параметри, які підлягають перевірці, перевірка запускається натискання кнопки ОК. Після перевірки відображається текстовий файл звіту. див. Рисунок 2.8

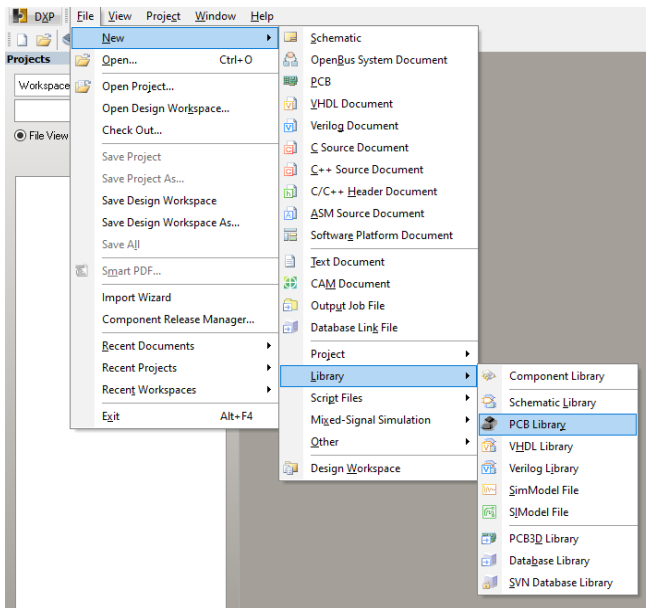


Рисунок 2.1– Створення проекту бібліотеки символічних позначень

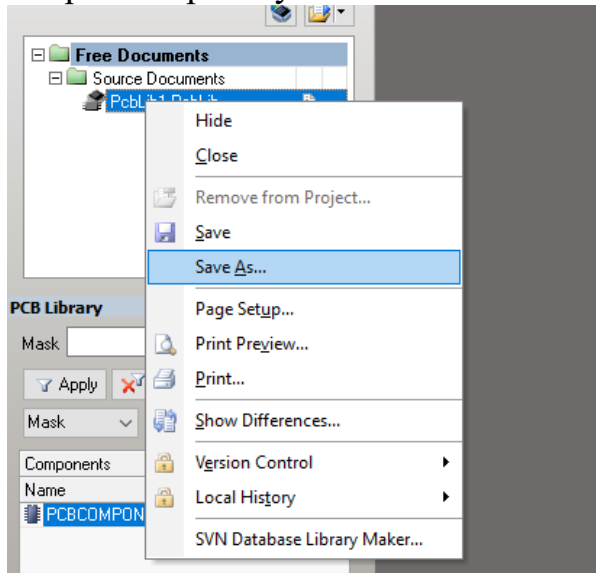


Рисунок 2.2 – Збереження проекту

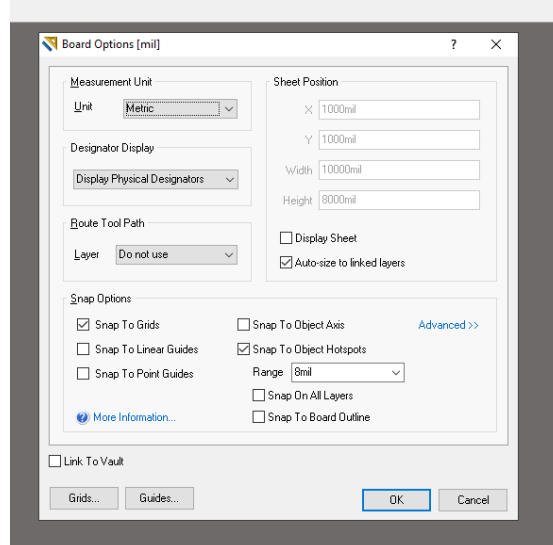


Рисунок 2.3 – Встановлення одиниць вимірювання.

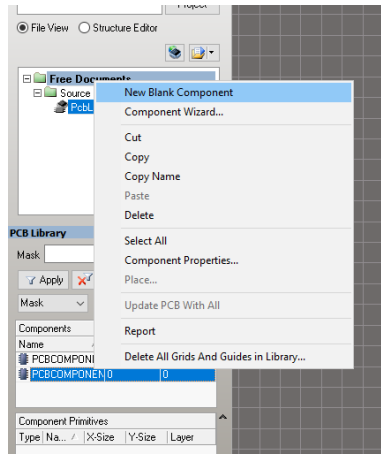


Рисунок 2.4 – Створення нового компоненту в бібліотеці.

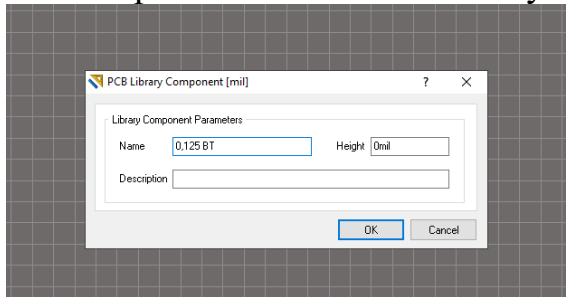


Рисунок 2.5 – Присвоєння ім'я компонента

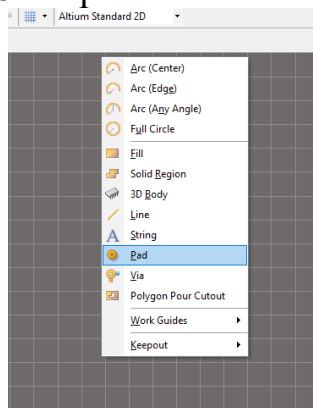


Рисунок 2.6 – Створення контактних площадок.

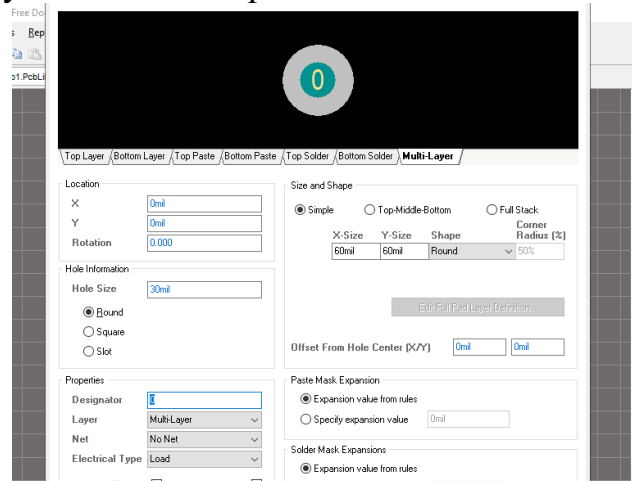


Рисунок 2.7 – Редагування контактної площадки

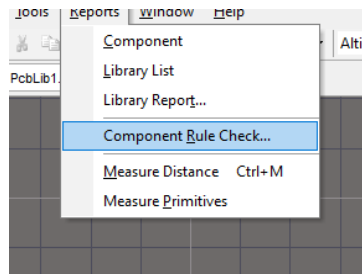
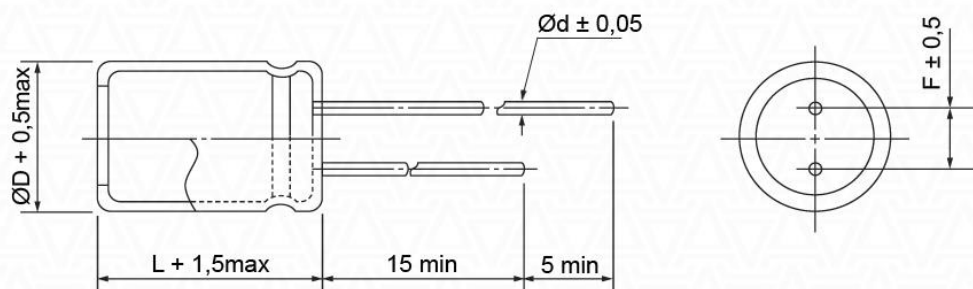


Рисунок 2.8 – Перевірка бібліотеки.

2.2 Опис створення посадочного місця для електролітичного конденсатора 100 мкФ х 16 В у вивідному корпусі

Згідно завдання необхідно описати створення посадочного місця для електролітичного конденсатора 100мкФх16В . Обрано конденсатор UPB-16 В-100мкФ±10% "Nichicon", вигляд та розміри якого зображені на рисунку 2.9.



ØD, мм	5	6,3	8	10	12,5	16	18
Ød, мм	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8
F, мм	2,0	2,5	3,5	5,0	5,0	7,5	7,5

Рисунок 2.9 – Вигляд та розміри електролітичного конденсатора

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

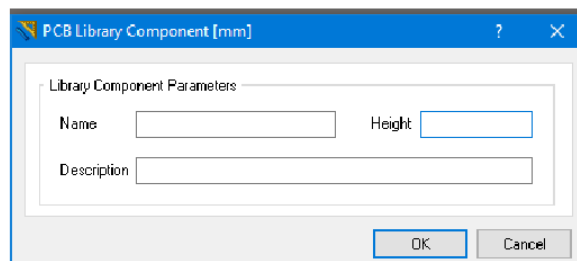


Рисунок 2.10 – Вікно бібліотеки посадочних місць з параметрами

КОМПОНЕНТА

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФПТ2 20.088.000 ПЗ				

Для створення контактних площадок необхідно встановити крок координатної сітки 2,5 мм. Далі слід розмістити дві 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.

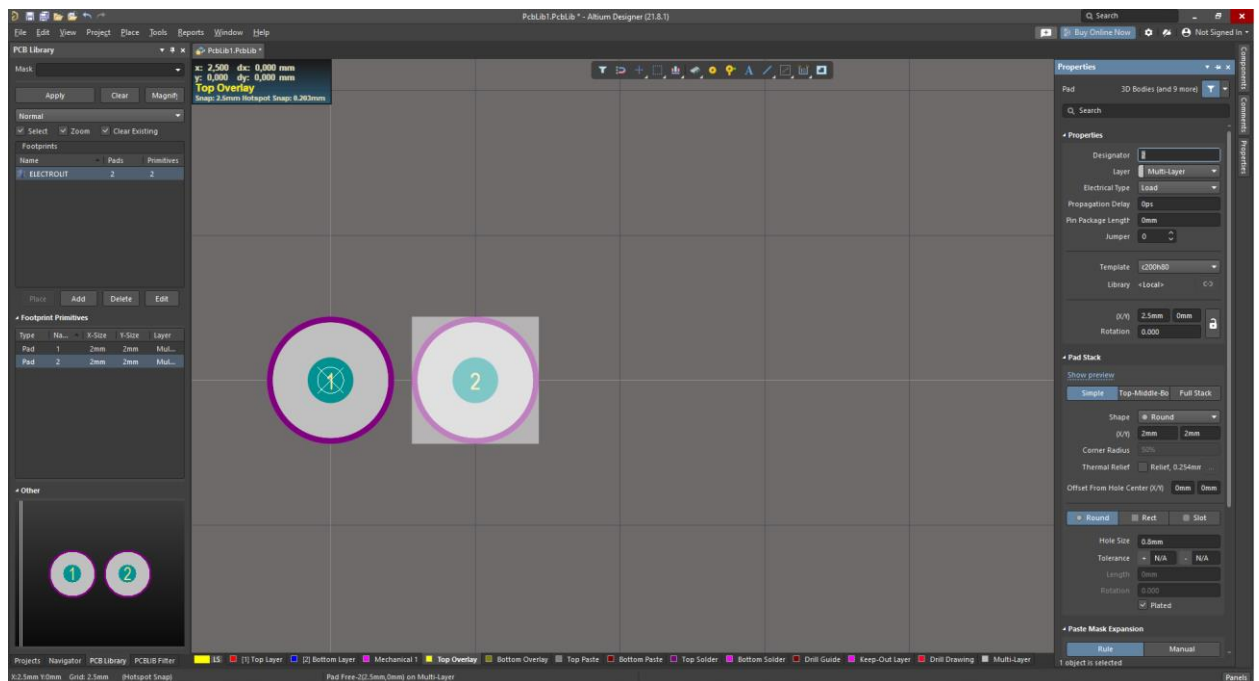


Рисунок 2.11 – Вікно властивостей контактної площадки при створенні посадочного місця компонента

Вигляд компонента після створення 2-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 "коло" (ПКМ → Place → Full Circle або послідовним натисканням клавіш P, U) і накреслити коло радіусом 10 мм з центром, що збігається з центром координат, при цьому необхідно встановити крок координатної сітки 0,5 мм. Після цього треба встановити крок координатної сітки 0,1 мм,

Результат створення шовкографії зображено на рисунку 2.13.

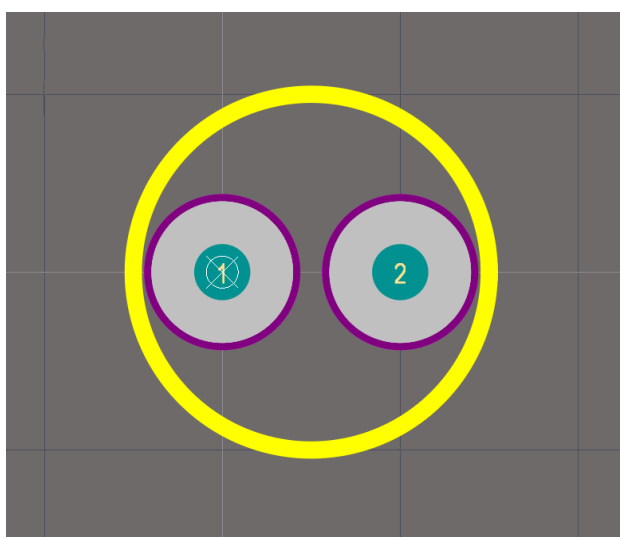


Рисунок 2.13 – Створення шовкографії посадочного місця

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

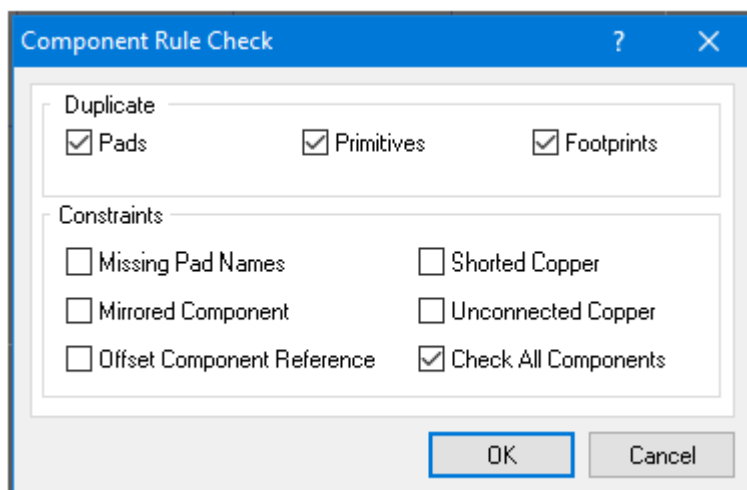


Рисунок 2.14 – Вікно перевірки посадочного місця компонента

					ФПТ2 20 088 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Шляхи збереження працездатності та підвищення продуктивності праці на виробництві.

Практичне значення заходів щодо підвищення працездатності впливає із закономірностей її динаміки і зводиться до:

- збільшення фази стійкого стану в фонді робочого часу;
- прискорення процесу впрацювання;
- віддалення фази розвитку втоми;
- забезпечення високої продуктивності праці за нормальних фізіологічних затрат.

Комплекс заходів щодо підвищення і збереження працездатності працівників на оптимальному рівні реалізується на техніко-організаційному, соціально-економічному, санітарно-гігієнічному, медико-біологічному, психологічному напрямках.

Могутнім фактором високої працездатності і продуктивності праці є оптимізація трудових навантажень на основі механізації і автоматизації виробничих процесів, удосконалення технології, скорочення і ліквідації важкої ручної праці. Доведено, що при правильній організації праці на легких роботах спостерігається найбільша тривалість фази стійкого стану, а на важких роботах вона нетривала.

Високий рівень працездатності безпосередньо залежить від умов праці, оскільки поліпшення їх супроводжується зменшенням енергетичних затрат організму на подолання несприятливого впливу факторів виробничого середовища.

Важливим напрямком підвищення працездатності працюючих є ритмізація трудових процесів, оптимізація темпу роботи, а також раціоналізація трудових рухів на фізіологічній основі, що сприяє формуванню і закріпленню робочих динамічних стереотипів, а отже

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФПТЗ 20 088 000 ПЗ					

зменшенню м'язових і вольових зусиль. Ритмічна робота підвищує функціональні можливості організму, сприяє його тренуваності і забезпечує економізацію енергетичних затрат.

Економізація функціональних затрат досягається завдяки стійкій домінанті і автоматизму дій, що виключає зайві рухи, розсіювання уваги тощо.

Особливе значення для підтримання працездатності працівників на високому рівні має раціональний режим праці і відпочинку.

Дослідження показують, що впровадження раціонального режиму праці і відпочинку на підприємствах забезпечує підвищення продуктивності праці на 8—10%, сприяє поліпшенню фізіологічного стану працівників (зменшується частота пульсу в процесі роботи, підвищується м'язова витривалість в кінці зміни, покращується координація рухів).

Високій працездатності працівників сприяє і раціоналізація робочих місць на основі врахування антропометричних, біомеханічних і психофізіологічних вимог, що обумовлює раціональну робочу позу, зменшення статичних навантажень, оптимізацію робочої зони та інформаційних потоків.

Висока працездатність забезпечується за рахунок використання факторів естетичного впливу на працюючих. Такими факторами є колір, світло, музика. Особливо слід підкреслити значення функціональної музики, яка впливає на емоційну сферу людини, підвищує збудливість і лабільність центральної нервової системи. На початку роботи вона прискорює процес впрацювання, а в кінці робочого дня зменшує суб'єктивне відчуття стомленості.

Вплив функціональної музики посилюється, якщо вона поєднується з фізичними вправами. Останні підвищують лабільність органів, які безпосередньо беруть участь у виконанні роботи, активізують роботу органів дихання і кровообігу.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФПТЗ 20 088 000 ПЗ					

Особливе значення в підвищенні працездатності працівників має створення сприятливого соціально-психологічного клімату в організації, високий рівень мотивації праці, ефективна система стимулювання результатів діяльності, рівень життя в цілому і охорона здоров'я населення.

3.2 Правила техніки безпеки при експлуатації обладнання

До експлуатації радіоелектронних пристроїв та їх налагоджування допускаються робітники і фахівці не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, навчені безпечним методам роботи, які склали іспити відповідно до чинного Положення про порядок навчання працівників зв'язку безпечним методам праці.

Працівники повинні бути навчені основам виконання робіт за даною професією.

Роботи з монтажу передавального радіообладнання виконуються бригадою у складі не менше 2-х осіб.

Керівник бригади повинен мати V, а члени бригади – не менше III групи з електробезпеки.

Кожен працівник повинен пройти інструктаж з безпечних методів і правил праці на робочому місці.

Прізвища працівників, дата проведення інструктажу заносяться в спеціальний журнал. Працівник, який пройшов інструктаж, повинен розписатися в журналі.

Приступати до роботи без проведення інструктажу на робочому місці не дозволяється.

На кожному робочому місці повинна бути інструкція з охорони праці при виконанні робіт з монтажу радіообладнання.

Кожен працівник повинен бути попереджений про необхідність дотримання правил внутрішнього трудового розпорядку.

					ФПТЗ 20 088 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При монтажі обладнання можуть виникнути небезпечні для життя та шкідливі для здоров'я фактори:

- напруга небезпечна для життя при дотику до відкритих струмоведучих частин;
- підвищений рівень високочастотних випромінювань.

Кожен працівник повинен бути забезпечений спецодягом та засобами індивідуального захисту відповідно до Типових галузевих норм безкоштовної видачі спецодягу, спецвзуття та засобів індивідуального захисту.

Кожен працівник має вивчити вимоги пожежо і вибухобезпеки і дотримуватися їх.

За невиконання цієї інструкції винні несуть відповідальність згідно з Правилами внутрішнього трудового розпорядку.

Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед початком роботи необхідно:

Одягти спецодяг, заправивши його так, щоб не було звисаючих кінців.
Прибрати волосся під головний убір.

Перевірити справність засобів індивідуального захисту (відсутність зовнішніх пошкоджень і термін придатності згідно штампу випробувань), обтерши їх від пилу.

Підготувати справний інструмент, електропаяльник і переносну електролампку на 42 В, вимірювальну апаратуру.

Підготувати в спеціальній тарі припій, флюс, знежирюючі речовини. Легкозаймісті рідини в непроливній тарі з чітким написом про вміст і щільно закриті кришкою у кількості, що не перевищує змінної потреби.

Вивчити монтажні схеми, інструкції та рекомендації заводу-виготовлювача з проведення монтажу.

Перевірити заземлення металевих частин обладнання, які можуть опинитися під напругою внаслідок порушення ізоляції (каркаси, шафи,

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФПТЗ 20 088 000 ПЗ				

корпуси рубильники і т. п.) і заземлення металевих корпусів вимірювальних приладів.

Вимоги безпеки під час роботи:

Не допускається залишати одного працівника для виконання робіт за відсутності в приміщенні осіб, атестованих з електробезпеки.

Щоб уникнути ураження електричним струмом при виконанні робіт з монтажу радіоелектронних пристроїв забороняється в обладнанні, що знаходиться під напругою, виконувати:

- будь-які виправлення монтажу;
- відключення і підключення кабелів;
- паяння та встановлення деталей;
- перевіряти на дотик нагрів струмоведучих частин схеми;
- підключати блоки і прилади;
- замінювати запобіжники.

Не допускається перевіряти ступінь нагрівання паяльника на дотик, брати багато припою на паяльник, робити різкі рухи з паяльником в руці.

При виконанні робіт, пов'язаних з можливістю загоряння або опіку очей припоєм, роботу необхідно виконувати в захисних окулярах.

При монтажі деталей на металевих поверхнях в положенні "лежачи", "з коліна", "сидячи" роботи повинні проводитися з використанням матів і підколінника.

Підключення вимірювальних приладів проводити при відключеному устаткуванні і знятому заряді на ємностях схеми.

При ліквідації виниклої пожежі користуватися вуглекислотними вогнегасниками.

Виконувати тільки ту роботу, яка доручена, не відволікатися і не відволікати товаришів по роботі.

Підтримувати порядок на робочому місці.

Вимоги безпеки після закінчення роботи

					ФПТЗ 20 088 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вимкнути всі пристрої електроживлення та вимірювальну апаратуру.

Пам'ятати, що дроти захисного заземлення відключаються в останню чергу.

Відключити електропаяльник і переносну електролампку.

Прилади, інструмент, захисні пристосування прибрати в місце, відведені для їх зберігання.

Невитрачені легкозаймисті рідини закрити в металеву шафу.

Прибрати робоче місце.

Зробити необхідні записи в оперативній та технічній документації.

Повідомити керівництву про всі недоліки, виявлені під час роботи.

Зняти і прибрати у відведене місце для зберігання спецодяг та засоби індивідуального захисту.

Значною мірою безпека обслуговування електрообладнання залежить від умов середовища приміщення, в якому воно встановлене, бо ці умови впливають на стан ізоляції і опір шкіри людини. Волога, їдкі пари або газу, струмопровідний пил і висока температура знижують опір ізоляції і руйнують її. Крім того, шкіра людини під впливом вологи і високої температури стає провідною, що зменшує опір тіла людини і підвищує небезпеку ураження електричним струмом. Струмопровідна підлога (металева, цегляна, бетонна), на якій стоїть людина, різко зменшує опір його кола і підвищує небезпеку дотику до струмопровідних частин, що знаходяться під напругою. Провідний пил осідає на проводах і утворює провідне коло, внаслідок чого можливі замикання на землю і між фазами. Їдкі пари або газу (хімічно активне середовище) руйнують ізоляцію і зменшують її опір.

Таким чином, ознаками підвищеної небезпеки є:

- 1) волога (відносна вологість повітря вище 75%) або наявність струмопровідного пилу;
- 2) струмопровідні підлоги;

					ФПТЗ 20 088 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3) підвищена температура повітря (більше +35°C);

4) можливість одночасного дотику людини до заземлених корпусів обладнання і до частин електрообладнання, що перебуває під напругою.

Ознакою особливої небезпеки являється наявність особливої вологості (відносна вологість повітря близька до 100 %) і хімічно активне середовище. За ступенем небезпеки і ураження людей електричним струмом приміщення підрозділяють на такі класи: без підвищеної небезпеки (відсутні ознаки як підвищеної, так і особливої небезпеки), з підвищеною небезпекою (присутня лише одна ознака підвищеної небезпеки) і особливо небезпечні приміщення (наявність хоча б однієї ознаки особливої небезпеки або одночасно двох чи більше ознак підвищеної небезпеки).

До приміщень без підвищеної небезпеки відносяться сухі, з нормальною температурою, ізольованими підлогами, без пилу, що не мають або мають малу кількість заземлених предметів. Такими приміщеннями є контори, лабораторії, житлові, а також виробничі приміщення, що не мають ознак підвищеної або особливої небезпеки. Більша частина виробничих приміщень відноситься до особливо небезпечних як такі, що мають ознаку особливої небезпеки або дві чи більше ознак підвищеної небезпеки. Роботи на відкритому повітрі прирівнюються до робіт в особливо небезпечних приміщеннях. У жаркому приміщенні температура постійно або періодично перевищує 35 °С в запиленому приміщенні присутній технологічний пил у таких кількостях, що може осідати на проводах, проникати всередину машин, апаратів тощо.

					ФПТЗ 20 088 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Відповідно до цієї дипломної роботи розроблено терморегулятор, розраховано його основні технічні параметри, проведено якісну та кількісну оцінку технологічності, визначено умови експлуатації та вартісні показники.

Розрахунок кількісної оцінки виробничої потужності показує, що конструкція даного пристрою повністю технологічна і відповідає існуючому рівню виробничих потужностей підприємств, що виробляють такі РЕА.

Технологічний процес виробництва проектного виробу досить простий і не трудомісткий, більшість операцій підлягає автоматизації та механізації. Це значно знижує витрати праці, підвищує продуктивність праці та позитивно впливає на собівартість готової продукції.

Пристрій повністю адаптований до багатосерійного виробництва з можливістю переходу компанії на серійне виробництво.

Поширення та широке практичне використання обраних елементів значно полегшує ремонт спроектованого виробу.

					ФПТЗ 20.088.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Конденсатор типу b41828 [електронний ресурс] – Режим доступу :<http://vicgain.sdot.ru/spmikro/smikr11>(дата звернення 10.02.2022).
2. Конденсатор типу b37979 [електронний ресурс] – Режим доступу :http://www.mircond.com/cc/k10_17brlmcc; (дата звернення 18.02.2022).
3. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу :<http://www.5v.ru/ds/trnz/kt361>; (дата звернення 10.02.2022).
4. Стабілітрон серії BZX55 [електронний ресурс] – Режим доступу :<http://www.chipinfo.ru/dsheets/transistors/1361>; (дата звернення 10.02.2022).
5. Світлодіод типу L-1503GT [електронний ресурс] – Режим доступу :http://www.betativcom.dn.ua/komplekt/pdf/active_comp/tranzistorSVH; (дата звернення 10.02.2022).
6. Резистор AX-5W [електронний ресурс] – Режим доступу :http://cxemu.te.ua/cxemu/160-naikraswiu_akusti4miy_vimuka4; (дата звернення 10.02.2022).
7. Резистор 16k1 [електронний ресурс] – Режим доступу :www.qrz.ru/reference/kozak/cd4000/cdh70; (дата звернення 18.02.2022).
8. Реле LEG-12 [електронний ресурс] – Режим доступу :<https://www.chipdip.ru/product/elc10d101e> www.cityradio.narod.ru. (дата звернення 1.02.2022).
9. Зумер MCKPX-G1205A-3700 [електронний ресурс] – Режим доступу :<http://ippart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal.ru. www.vprl.ru. (дата звернення 18.02.2022).
10. Кнопка36-3254 [електронний ресурс] – Режим доступу :<http://www.platan.ru/shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 1.02.2022).
11. Діодний міст KBU4J-E4/51 [електронний ресурс] – Режим доступу :<http://www.rct.ru/catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 1.02.2022).

12. Діод 1N4007 [електронний ресурс] – Режим доступу :<http://www.kosmodrom.com.ua/pdf/FUSE-RFTQ.pdf>. (дата звернення 1.02.2022).

13. Сайт схеми пристрою регульований блок живлення Режим доступу: https://radioskot.ru/publ/reguliruemyj_bp_s_zashhitoj_na_rele/1-1-0-1648(дата звернення 18.02.2022).

14. Методичні вказівки по виконанню комплексного курсового проекту для студентів спеціальності: 172 «Телекомунікації та радіотехніка» - ТК ТНТУ, 2020р.

15. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>

16. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання практичної роботи "Конструктивний розрахунок друкованого монтажу" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018

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

18. Штогрин П.І. Навчальний посібник "Altium Designer 10 для початківців" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

19. Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей радіоелементів" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

20. Васишин О.З., Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей типових корпусів РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

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

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФПТЗ 20 088 000 ПЗ					

22. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання комплексного курсового проекту для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2020

23. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання графічної частини комплексного курсового проекту для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2020

24. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016

25. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Технологія виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

26. Васишин О.З. Методичні вказівки для розробки маршрутно-операційної технології складання та монтажу вузлів РЕА для спеціальності 5.05090101 "Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016

27. Васишин О.З. Конспект лекцій "Поверхневий монтаж" для спеціальності 172 "Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016

					ФПТЗ 20.088.000 ПЗ	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: «Терморегулятор з високостабільною точністю підтримки
температури»

Узгоджено:
Керівник дипломного проекту
Химич Г.П. _____
“ ____ ” _____ 2022р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАС-41
Бобрівець Д.А.
_____ 2022р.
“ ____ ” _____ 2022р.

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “ Терморегулятор з високостабільною точністю підтримки температури ”

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 Бобрівець Денис Анатолійович групи РАС-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка терморегулятора з високостабільною точністю підтримки температури, що включає в себе:

- розробку схемотехнічного рішення для даного терморегулятора;
- вибір компонентної бази розроблювального терморегулятора;
- розрахунок і вибір компонентів для високостабільного терморегулятора;

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1. Терморегулятор повинен бути розрахований на живлення від джерела живлення змінної напруги $\sim 220-230\text{В}$.

4.1.2. Вихідна напруга і максимальний струм навантаження терморегулятора повинні відповідати значенням, наведеним ПЗ.

4.1.3. Похибка вихідної температури не повинна бути більше $\pm 0,12\%$.

4.2. Технічні вимоги

4.2.1. Підсилювач повинен відповідати вимогам стандарту, а також технічній документації на терморегулятор конкретного типу, затвердженій в установленому порядку.

4.2.2. Терморегулятор повинен забезпечувати задану вхідну потужність та температуру потужність з моменту включення.

4.2.3. Терморегулятор 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 терморегулятора повинні бути захищені від струмів короткого замикання.

4.2.5. Електрична міцність і опір ізоляції між корпусом терморегулятора і мережевими контактами, а також між корпусом і контактами, повинні відповідати вимогам ГОСТ 22261.

4.2.6. За механічними і кліматичними умовами експлуатаційні терморегулятори повинні 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 терморегулятора повинно входити: підсилювач, компаратор, оптронне керування, система живлення постійного струму. До комплекту докладають паспорт.

4.2.8. Напрацювання на відмову повинне бути не менше 17520 год.

4.2.9. Час відновлення після ремонту повинен бути не більше 15 хв.

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. Терморегулятор повинен піддаватися приймально-здавальним та періодичним випробуванням.

4.3.2. При приймально-здавальних випробуваннях терморегулятор повинен піддаватися суцільному контролю. При невідповідності вимогам цього стандарту його повертають для усунення дефектів. Після усунення дефектів терморегулятор висувають на повторні випробування. Результати повторних випробувань є остаточними.

4.3.3. Періодичним випробуванням піддають не менше п'ятьох терморегуляторів, 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 терморегуляторів. Якщо при повторних періодичних випробуваннях виявлено невідповідність хоча б одного виробу вимогам цього стандарту, приймання і відвантаження терморегуляторів 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 $P\mu = 0.76$;
- 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 повинен складатися з:

- пояснювальна записка;
- структурна схема терморегулятора;
- електрична принципова схема терморегулятора;
- друкована плата терморегулятора;

– 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 терморегулятора, а саме: підсилювача, компаратора, оптронного керування, системи живлення	
5	Вибір компонентної бази для розроблюваного терморегулятора;	
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	
Конденсатори						
C1	CC4-50B-0,01мкФ ± 5%	SHANGHAI	JINPEI	1		
C2	ECAP 2200mF-25V ECAP JAMICON Corp			1		
C3-C5	CC4-50B-0,1мкФ ± 5%	SHANGHAI	JINPEI	3		
C6	ECAP 22mF-25V ECAP JAMICON Corp			1		
C7	CC4-50B-0,01мкФ ± 5%	SHANGHAI	JINPEI	1		
Мікросхеми						
DA1	LM78L09«Texas Instrument»			1		
DA2	LM7812«Texas Instrument»			1		
DA3	LM358«Texas Instrument»			1		
Запобіжник						
FU1	C630-0,25A-250B «Conquer»			1		
Світлодіод						
HL1	L-1503GT "Kingbright"			1		
Резистори						
R1	Royal Ohm 1300м-0,125W ± 5%			1		
R2	3362P-0,25-15кОм ± 10%«Bourns»			1		
R3	Royal Ohm 1,2кОм-0,125W ± 5%			1		
R4	Royal Ohm 2,4кОм-0,125W ± 5%			1		
R5	NTC 5D-11 1 кОм 11 мм			1		
ФПТБ 20 088 000 СК						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
Розроб.	Бобнівель				Терморегулятор Перелік елементів	
Перевір.	Хімич					
Реценз.						
Н. Контр.						
Затверд.						
				Лім.	Арк.	Аркушів
					1	2
				ТНТУ, ФПТ, каф. РТ, РАС-		

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
R6	Royal Ohm 7,5к0м-0,125W ± 5%	1	
R7	СПЗ-38а-4700м ± 20% ОЖО.468.558 ТУ	1	
R8	Royal Ohm 1,8к0м-0,125W ± 5%	1	
R9	Royal Ohm 2к0м-0,125W ± 5%	1	
R10	Royal Ohm 68к0м-0,125W ± 5%	1	
R11	СПЗ-38а-100к0м ± 20% ОЖО.468.558 ТУ	1	
R12	Royal Ohm 1к0м-0,125W ± 5%	1	
R13	Royal Ohm 820к0м-0,125W ± 5%	1	
R14	Royal Ohm 5,1к0м-0,125W ± 5%	1	
R15	Royal Ohm 8,2к0м-0,125W ± 5%	1	
R16	Royal Ohm 3,3к0м-0,125W ± 5%	1	
R17	Royal Ohm 5100м-0,125W ± 5%	1	
R18	Royal Ohm 3900м-0,5W ± 5%	1	
R19	Royal Ohm 3600м-0,5W ± 5%	1	
R20	Royal Ohm 390м-1W ± 5%	1	
	Трансформатор		
TV1	ТПШ-10-220-50 40W 12V Т-16	1	
	Діоди		
VD1	DB108 «Texas Instrument»	1	
	Симистор		
VS1	BTA06-600«Texas Instrument»	1	
	Транзистори		
VT1	2N4123«Samsung»	1	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис
			Дата
ФПТБ 20 088 000 СК			Арк.
			2

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A			ФПТ2.20.088.000 ЕЗ	Схема електрична прин-		
A			ФПТ2.20.088.000 ПЕЗ	Перелік елементів		
A			ФПТ6.20.088.000 СК	Вузол друкований		
				<u>Деталі</u>		
A	1		ФПТ7.20.088.000	Плата друкована	1	
				<u>Інші вироби</u>		
				<u>Конденсатори</u>		
				SHANGHAI JINPEI ELEC-		
				ECAP JAMICON Corp		
		2		CC4-50B-0,01мкФ ± 5%	2	C1,C7
		3		CC4-50B-0,1мкФ ± 5%	3	C3-C5
		4		ECAP 22mF-25V	1	C6
		5		ECAP 2200mF-25V	1	C2
				<u>Мікросхеми</u>		
		6		LM78L09«Texas Instrument»	1	DA1
		7		LM7812«Texas Instrument»	1	DA2
		8		LM358«Texas Instrument»	1	DA3
				<u>Резистори</u>		
				ОЖО.468.558 ТУ		
		9		Royal Ohm 390м-1W ± 5%	1	R20
		10		Royal Ohm 1300м-0,125W	1	R1
				ФПТ2.20.088.000 ПЕЗ		
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Ла-		
Ро-		Бобрівець			Літ	Арк.
Пе-		Химич			н	Друківка
					1	2
Н					ТНТУ, ФПТ, каф. РТ,	
За-					РАс-41	
				Вузол друкований		

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
		11		Royal Ohm 3600м-0,5W	1	R19
		12		Royal Ohm 3900м-0,5W	1	R18
		13		СПЗ-38а-470Ом ± 20%	1	R7
		14		Royal Ohm 5100м-0,125W	1	R17
		15		Royal Ohm 1к0м-0,125W	1	R12
		16		Royal Ohm 1,2к0м-0,125W	1	R3
		17		Royal Ohm 1,8к0м-0,125W	1	R8
		18		Royal Ohm 2к0м-0,125W	1	R9
		19		Royal Ohm 2,4к0м-0,125W	1	R4
		20		Royal Ohm 3,3к0м-0,125W	1	R16
		21		Royal Ohm 5,1к0м-0,125W	1	R14
		22		Royal Ohm 7,5к0м-0,125W	1	R6
		23		Royal Ohm 8,2к0м-0,125W	1	R15
		24		Royal Ohm 68к0м-0,125W	1	R10
		25		СПЗ-38а-100кОм ± 20%	1	R11
		26		Royal Ohm 820к0м-0,125W	1	R13
		27		NTC 5D-11 1 кОм 11 мм	1	R5
				<u>Діоди</u>		
		28		DB108 «Texas Instrument»	1	VD1
				<u>Симистор</u>		
		29		ВТА06-600«Texas Instru-	1	VS1
				<u>Транзистори</u>		
		30		2N4123«Samsung»	1	VT1
				<u>Оптрон</u>		
		31		МОС3061 «Fairchild»	1	VU1
						Арк.
						2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФПТ2.20.088.000 ПЕЗ	