

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Пристрій для зарядки та тренування акумуляторів

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

спеціальності 172 “Телекомунікації та радіотехніка”

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Куць Д.А.

(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)

Шадріна Г.М.

(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>Бунець 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“
(цифр і назва спеціальності)
студенту Куць Федір Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)
1. Тема роботи Проект і проектування джерел живлення і „тримувачів“ акумуляторів

Керівник роботи Яворський Богдан Іванович, д.т.н. проф. кафедри
(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 напряга живлення - 220 ± 10% V
гамотота меренні - 50 ± 10%, Гц, допустима вольтаж ≤ 93%
струм навантаження - 1А, вихідна напруга - ± 10В

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Проектування та аналіз технічного задання
Аналіз структурної схеми виробу
Проектування, розрахунок та аналіз
схеми електричної принципової в
цілому та окремих вузлів.

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

1. Схема структурна виробу - 1А
2. Схема електрична принципова - А1
3. Друкована плата - А1
4. Друкований вузол - А1
5. Слайди - 8шт.


6. Консультанти розділів роботи

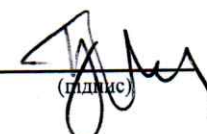
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпечна експлуатація електроенергетичної мережі підприємства	доц. Казарюк В. В.	11.03.23	15.06.23
основи охорони праці	доцент Казарюк МТ		

7. Дата видачі завдання 10 березня, 2023р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Формування технічного завдання	10.03 - 20.03	
2	Збір інформації	15.03 - 1.04	
3	Аналіз технічного завдання	15.03 - 22.03	
4	Створення структурної схеми	22.03 - 2.04	
5	Аналіз структурної схеми	25.03 - 5.04	
6	Проектування схеми	5.04 - 20.04	
	електричної принципової		
7	Аналіз схеми електричної принципової	15.04 - 25.04	
8	Вибір та формування елементної бази і комплектів	20.04 - 1.05	
9	Опис схеми електричної принципової, її призначення	25.04 - 5.05	
10	Розрахунок електричних параметрів елементів	1.05 - 10.05	
11	Компонування групового вузла	10.05 - 15.05	
12	Розрахунок та компонування групової плати	12.05 - 18.05	
13	Розрахунок собівартості прийнятої схеми	18.05 - 25.05	
14	Обґрунтування використання та вибору САПР для проектування	25.05 - 28.05	
15	Опис шляхів збереження продуктивності та інформативності	25.05 - 3.06	
16	Формування висновків	3.06 - 4.06	
17	Компонування кваліфікаційної роботи	3.06 - 9.06	
18	Направлення роботи на перевірку "академікам"	10.06.23р.	
19	Захист роботи	22.06.2023р	

Студент  (підпис) Куць Ф. А. (прізвище та ініціали)

Керівник роботи  (підпис) Яворський Б. І. (прізвище та ініціали)

Анотація

Куць Д.А. Розробка пристрою для зарядки та тренування акумуляторів - Рукопис. Кваліфікаційна робота бакалавра, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАС-41, Тернопіль, 2023.

Ключові слова: АКУМУЛЯТОР, ЗАРЯДКА, СТРУМ ПУЛЬСАЦІЇ, ЗАРЯДНИЙ ПРИСТРІЙ, ЦИКЛИ ЗАРЯДУ,

Основний зміст роботи включає наступні етапи: аналіз технічного завдання, дослідження конструкції виробу, пояснення принципу роботи електричної схеми та її аналіз, проектування та розрахунок електричних схем пристрою, опис вибору та обґрунтування компонентів для розробленого пристрою. Також надані обґрунтування використання та вибору САПР (системи автоматизованого проектування) для проектування та опису компонентної бази.

У графічній частині роботи використано три аркуші формату А2 та один аркуш формату А1.

Summary

Kuts D.A. Development of a device for charging and training batteries - 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: BATTERY, CHARGING, PULSATION CURRENT, CHARGER, CHARGE CYCLES,

The main content of the work includes the following stages: analysis of the technical task, study of the design of the product, explanation of the principle of operation of the electrical circuit and its analysis, design and calculation of electrical circuits of the device, description of the selection and justification of components for the developed device. Also provided are justifications for the use and choice of CAD (automated design system) for designing and describing the component base.

Three sheets of A2 format and one sheet of A1 format were used in the graphic part of the work.

Зміст

Вступ.....	
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.....	
2. Спеціальна частина.....	
2.1 Обґрунтування використання та вибору САПР для проектування	
2.2 Опис створення 3D плати виробу.....	
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.....	

					КДА 3.957.001 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Кцць			Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Яворський				5	
Рецензент					ТНТУ, ФПТ, каф. РТ гр.РАС-41 м. Тернопіль		
Н. Контр.							
Затверд.							
Пристрій для зарядки і тренування акумуляторів Пояснювальна записка							

Вступ

Актуальність роботи. Тема пристрою для зарядки та тестування акумуляторів є актуальною й важливою в сучасному світі, особливо з огляду на зростання використання пристроїв, які працюють від акумуляторів. У сучасному суспільстві люди все більше використовують портативні пристрої, такі як смартфони, планшети, ноутбуки та інші пристрої, які працюють на акумуляторах. Забезпечення ефективного заряду та тестування акумуляторів є критичним, оскільки люди покладаються на ці пристрої для комунікації, розваг, роботи та багатьох інших потреб. Сфера акумуляторних технологій розвивається швидкими темпами. Нові типи акумуляторів, такі як літій-іонні, літій-полімерні та інші, набувають все більшої популярності. Прискорений розвиток електромобілів і відновлюваної енергетики також створює потребу в зарядних пристроях та тестуванні акумуляторів.

Ступінь наукової розробки. Наукові дослідження у цій області включають розробку нових матеріалів для акумуляторів, покращення ефективності зарядки та розрядки, вдосконалення систем керування зарядкою, розробку тестувальних методів та пристроїв для акумуляторів, а також розуміння процесів, що відбуваються всередині акумуляторів під час їх роботи.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка креслень схем електричної принципової та структурної приладу, друкованої плати, вузла друкованого та пояснювальної записки в котру входить опис роботи пристрою, а також розрахунок собівартості пристрою та САПР.

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 розроблено пакет креслень приладу для тестування та зарядки акумуляторів. Проведено аналіз схеми та її удосконалення, здійснено вибір сучасних елементів та здійснено 3D модель вузла пристрою.

					КДА 3.957.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 1 Основна частина

1.1 Аналіз технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

1. Напруга живлення.....220В;
2. Частота електромережі,50±10 Гц %;
3. Допустима вологість,.....93%;
4. Струм навантаження.....1А;
5. Вихідна напруга.....±10В;
6. Діапазон робочих температур.....-10...+30°C;
7. Габаритні розміри.....213*132*70мм;

1.2 Аналіз структурної схеми виробу

Схема складається з живлення, понижувального трансформатора, випрямляча, стабілізатора напруги, лічильника циклів, вузла індикації, тригера Шмітта, індикатора силового випрямляча та навантаження.

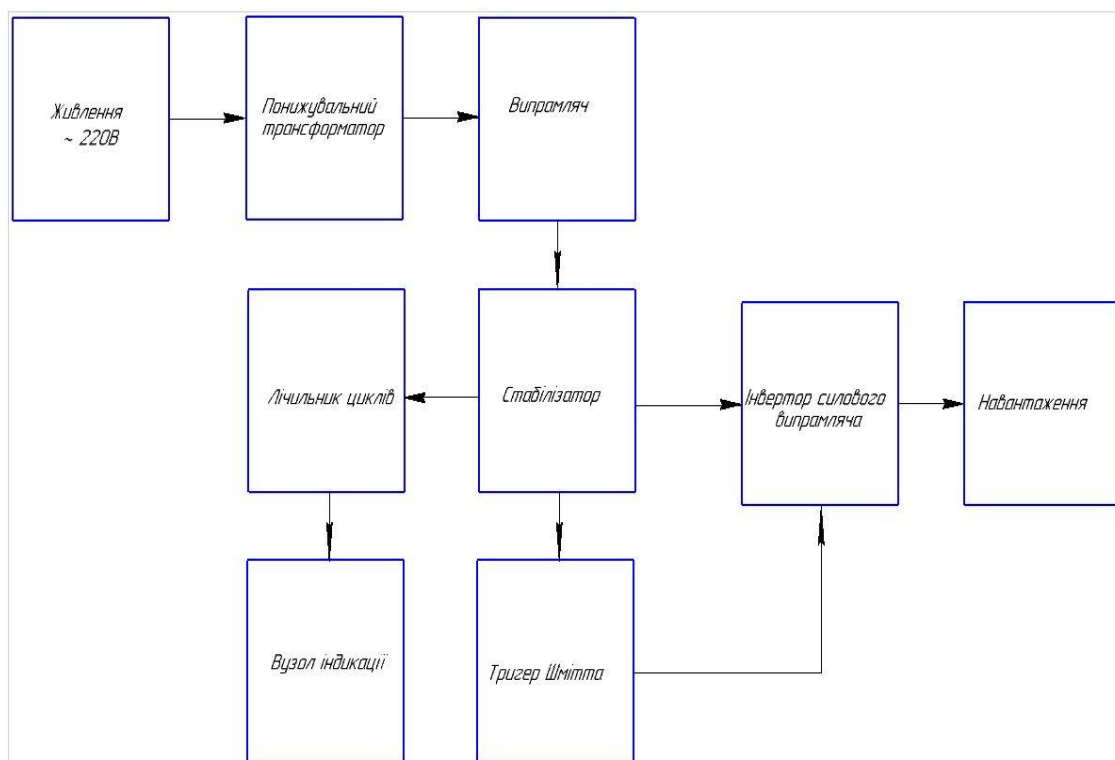


Рисунок 1.1– Структурна схема приладу

					КДА 3.957.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

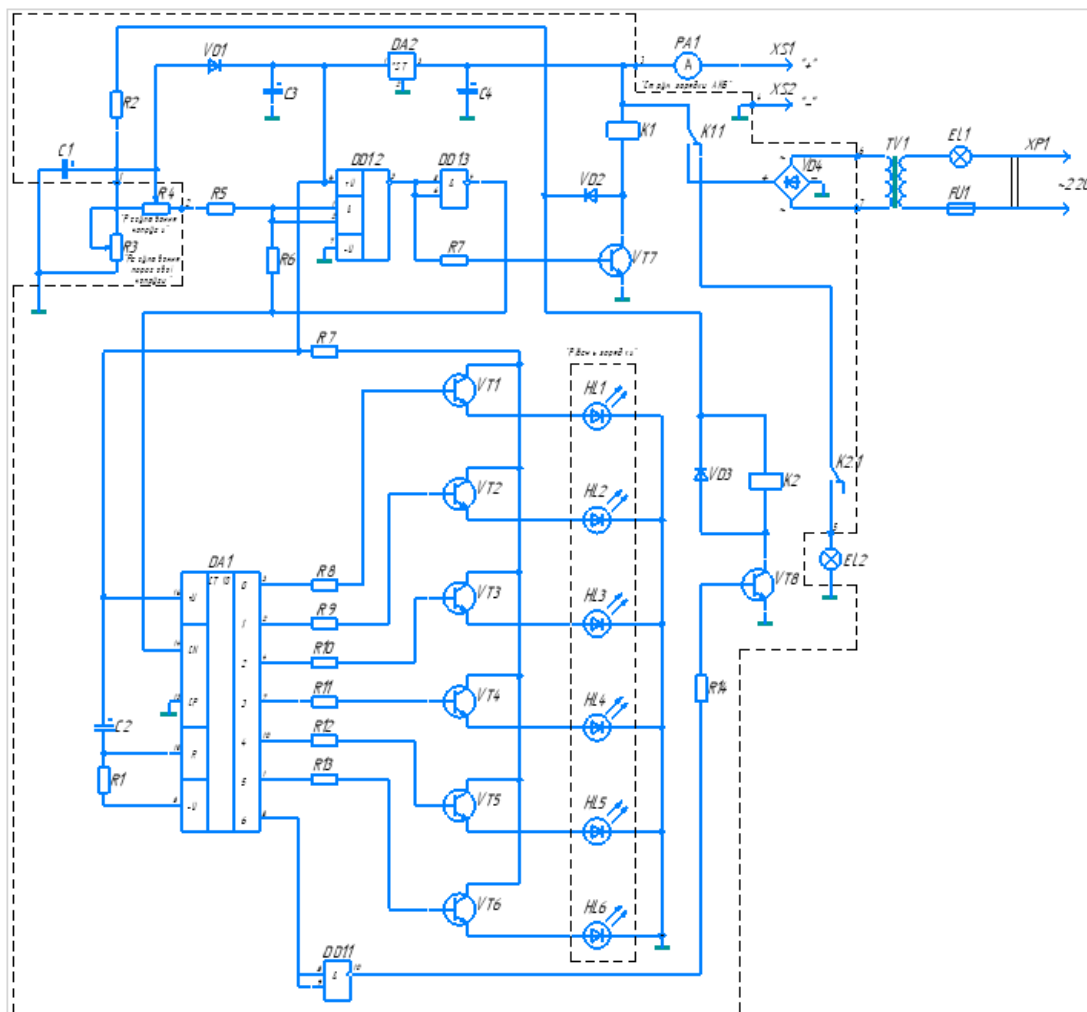


Рисунок 1.2 – Схема електрична принципова приладу тестування та зарядки акумуляторів

Пристрій, який має просту схему та широкі функціональні можливості. Схема складається з стабілізатора напруги (мікросхема DA2), тригера Шмітта (елементи DD1.1, DD1.2), лічильника циклів розряду-заряду (мікросхема DA1) з вузлом індикації стану цього лічильника (R8...R13, VT1...VT6, HL1...HL6), двох ключів (VT7, VD2, K1 і VT8, VD3, K2), інвертора DD1.3, силового випрямляча (EL1, TV1, VD4) і навантажувального опору, роль якого виконує лампа EL2.

Стабілізатор напруги на мікросхемі DA2 служить для живлення мікросхем DD1, DA1, а також джерелом опорного напруги при контролі напруги на акумуляторі. Тригер Шмітта управляє ключем VT7, VD2, K1.

					КДА 3.957.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Лічильник на мікросхемі DA1 підраховує кількість розрядно-зарядних циклів і управляє ключем VT8, VD3, K2, який відключає навантаження EL2 від акумулятора.

Працює прилад в такий спосіб. Спочатку потрібно підключити до пристрою акумулятор GB1. При цьому на виході стабілізатора DA2 з'являється напруга +5 В, а на резисторі R1 утворюється короткий позитивний імпульс напруги, що встановлює лічильник DA1 в нульовий стан. При цьому на його виході 0 високий рівень, який відкриває транзистор VT1. Загоряється світлодіод HL1. Якщо напруга підключеного акумулятора менше 15 В, то на виході тригера (вивід 3 DD1.1) - "1", транзистор VT7 відкритий, а реле K1 включено. Реле K2 також включено, оскільки на виведення 5 DD2 - "0", відповідно, на виході (виведення 10) DD1.3 - "1", і VT8 відкритий.

Пристрій підключається до мережі 220 В. При цьому починається зарядка акумулятора GB1. Зарядний струм протікає по ланцюгу: діодний міст VD4, замкнуті контакти K1.1, акумулятор GB1. Величина зарядного струму обмежується опором лампи розжарювання EL1, включеної в розрив первинної обмотки трансформатора TV1. У міру зарядки акумулятора напруга на ньому і на резисторі R3 збільшується. Коли напруга на GB1 досягає 15 В, тригер Шмітта перемикається, на виводі 3 DD1.1 - "0", і транзистор VT7 закривається. Реле K1 відпускає, і його контакти K1.1 перемикають акумулятор на розрядку.

При цьому перепад напруги з виходу тригера (виведення 4 DD1.2) надходить на висновок 14 лічильника DD2 і перемикає його в наступний стан, тобто "1" на виході 1. Тоді відкривається транзистор VT2, і спалахує світлодіод HL2.

У міру розрядки акумулятора напруга на ньому (і на резисторі R2) зменшується. Коли напруга GB1 зменшується до 10,7 В, тригер знову перемикається, транзистор VT7 відкривається. Спрацьовує реле K1 і перемикає акумулятор на зарядку.

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Через кілька циклів заряду-розряду при черговому спрацьовуванні лічильника DA1 на його виведенні 5 з'являється "1", відповідно, на виході DD1.3 - "0". Транзистор VT8 закривається, реле K2 відпускає, і лампа EL2 відключається від акумулятора. На цьому батарея тренування розряджається. Далі обидва реле вимкнені, а акумулятор розряджається невеликим струмом, рівним загальному струму споживання мікросхем DD1, DA1, DA2 (всього близько 4 мА).

Кількість циклів тренування акумулятора можна змінювати, під ключая входи (висновки 8 і 9) елемента DD1.3 до різних виходів мікросхеми DA1. Зарядний і розрядний струм акумулятора регулюється підбором ламп EL1 і EL2. За допомогою резисторів R3 і R4 можна в широких межах регулювати пороги напруги на акумуляторі, при яких відбуваються перемикання тригера. При цьому R4 регулює ширину гістерезису характеристики тригера, а R3 одночасно і пропорційно змінює обидва порогових напруги спрацьовування.

Описаний спосіб тренування акумулятора, коли він повністю розряджається (до напруги 10,7 В), а потім повністю заряджається (до 15 В), є "класичним". У спеціальній літературі рекомендуються й інші способи тренування, наприклад, такий режим. Акумулятор повністю заряджають до напруги 15 В і відключають від зарядного пристрою. При зниженні напруги на ньому до 12,8 В акумулятор знову підключають до зарядного пристрою і доводять його напруга до 15 В. Процес повторюють кілька разів. Пропонований прилад дозволяє реалізувати і цей режим. Для цього лампа EL2 зі схеми виключається, а EL1 підбирається такої потужності, щоб зарядний струм акумулятора був близько 0,05 від його номінальної ємності. У перервах між зарядами акумулятор буде розряджатися струмом приблизно 4 мА.

Конденсатор C1 пригнічує пульсації напруги на вході тригера, що підвищує чіткість його роботи. Діод VD1 обмежує напругу на C1 в межах 0 ... 5 В. Напруги, при яких спрацьовує тригер, досить стабільні, тому що мікросхема DD1 живиться стабілізованою напругою.

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою

1.4.1 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.

Для розрахунку стабілізаторів напруги на ІМС, як правило, необхідні наступні початкові дані: номінальне значення вихідної напруги $U_{ст\ вих\ ном}$; граничні значення вихідної напруги $U_{ст\ вих\ min}$, $U_{ст\ вих\ max}$; мінімальний і максимальний струми навантаження $I_{н\ min}$, $I_{н\ max}$; температурна нестабільність напруги вхідної α_U ; нестабільність вихідної напруги $K_{нстU}$ або коефіцієнт пульсацій вихідної напруги $K_{п}$; коефіцієнт стабілізації напруги $K_{стU}$; внутрішній опір стабілізатора $R_{ст\ вих}$; температурний коефіцієнт γ .

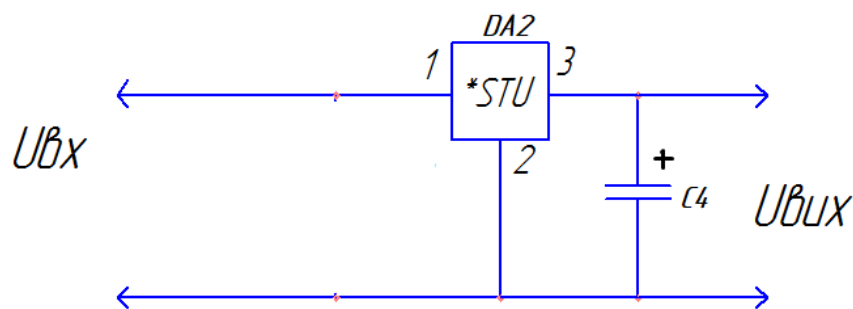


Рисунок 1.3 – Електрична принципова схема стабілізатора і конденсатора

Вибір ІМС виконується за заданими $U_{ст\ вих}$, $I_{ст\ вих\ max}$, $K_{стU}$, γ , $R_{ст\ вих}$ на рисунку 1.3. Бажано віддавати перевагу тим ІМС, які працюють з меншою кількістю зовнішніх елементів. При цьому повинні виконуватися наступні умови

$$U_{ІМС\ вих} \geq U_{ст\ вих}$$

$$I_{ІМС\ вих\ max} \geq I_{н\ max}$$

$$K_{ІМС\ стU} \geq K_{стU}$$

					КДА 3.957.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Параметри стабілізаторів

Тип ІМС	$U_{CT BX}$, В (min...max)	$U_{CT ВИХ}$, В (min...max)	$K_{нст}$, % $\frac{B}{A}$ не більше за	$K_{нст}$, % $\frac{A}{B}$ не більше за	$K_{ст ст}$, дБ на 1кГц не більше за	α_U , % $^{\circ}C$ не більше за	$I_{ст вих}$, А (max)	$P_{ст роз}$, Вт без радіатора/з радіатором	$I_{ст сп}$, мА	$U_{ст од}$, В не більше за
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K142EHА	9...20	3...12	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1Б	9...20	3...12	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1В	9...20	3...12	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1Г	9...20	3...12	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2А	20...40	12...30	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2Б	20...40	12...30	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2В	20...40	12...30	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2Г	20...40	12...30	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
KT42EH3	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	3
K142EH4	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	4
K142EH5А	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5В	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
K142EH5Г	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5А	7,5...15	4,9...5,1	0,05	2	60	0,03	-	1,2/10	10	2,5
KP142EH5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	2	60	0,03	3	1,2/10	10	2,5
KP142EH5В	7,5...15	4,82...5,18	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5Г	8,5...15	5,8...6,2	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH6А	...40	14,7...15,3	0,0015	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
KP142EH6Б	...40	14,7...15,3	0,005	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6В	...40	14,7...15,3	0,0025	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6Г	...40	14,7...15,3	0,0075	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
142EH8А	11,5...35	8,73...9,27	0,05	0,67	40	0,02	1,5	-/9	10	2,5
142EH8Б	11,5...35	11,64...12,36	-	-	-	-	-	-	-	-

Було обрано стабілізатор 78L05, який має параметри такі як в KP142EH5A.

Незалежно від типу обраної ІМС визначаємо наступні параметри

$$U_{CT BX \min} \equiv U_{CT ВИХ \max} + U_{CT ПД} \quad (1.1)$$

$$U_{CT BX \min} \equiv 5,1 + 2,5 = 7,6 \text{ В}$$

$$U_{CT BX} \equiv \frac{U_{CT BX \min}}{1 - \alpha_-} \quad (1.2)$$

$$U_{CT BX} \equiv \frac{7,6}{1 - 0,03} = \frac{7,6}{0,997} = 7,62 \text{ В}$$

$$U_{CT BX \max} \equiv U_{CT BX} (1 + \alpha_{(+)}) \quad (1.3)$$

					КДА 3.957.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U_{CT BX \max} \equiv 7,62(1 + 0,03) = 7,62 + 1,03 = 8,65 \text{ В}$$

де $\alpha(+)$, $\alpha(-)$ – найбільше позитивне та негативне відносне змінювання вхідної напруги.

Можливі граничні значення ККД

$$\eta_{\max} \equiv \frac{U_{CT BX \max}}{U_{CT BX \min}} \quad (1.4)$$

$$\eta_{\max} \equiv \frac{8,65}{7,6} = 1,14$$

$$\eta_{\min} \equiv \frac{U_{CT BX \min}}{U_{CT BX \max}} \quad (1.5)$$

$$\eta_{\min} \equiv \frac{7,6}{8,65} = 0,89$$

Передбачається, що струм споживаний стабілізатором є малим

$$I_{CT ВИХ} \equiv I_{CT ВХ} \cdot$$

Визначення ємності конденсатора за формулою:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{\Gamma 0}} \quad (1.6)$$

де C_0 – ємність, мкФ;

Коефіцієнт пульсацій $K_{\Gamma 0} = 0,03$ %;

r – опір, Ом.

$$C_0 = \frac{750}{500 \cdot 0,03} = 50 (\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

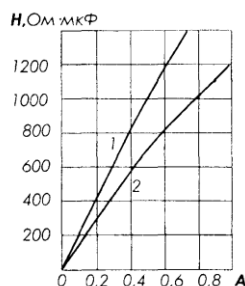


Рисунок 1.4 – Графік для визначення коефіцієнта Н:

					КДА 3.957.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U_{роб} = \sqrt{2}U_{2x} \quad (1.7)$$

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 17 = 23,8(B)$$

Вибираємо тип конденсатора з довідника за параметрами $C_{0\text{ ном}}$ і $U_{роб}$.
Вибираємо електролітичний конденсатор типу Ерсос 25 V номінальною ємністю 47 мкФ та на робочу напругу 25 В.

1.4.2 Розрахунок параметрів друкованого монтажу

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

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{доп}} * t} = \frac{1A}{48 \frac{A}{\text{мм}^2} * 0,035\text{м}} = 0,6\text{мм} \quad (1.8)$$

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

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

$j_{\text{доп}}$ – 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:

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} * 1A * 0,4\text{м}}{0,5B * 0,035\text{м}} = 0,6\text{мм} \quad (1.9)$$

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

$L = 0,4$ – довжина провідника,

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

Визначаємо номінальні значення діаметрів монтажних отворів d :

$$d = d_E + |\Delta d_{н.г.}| + r \quad (1.10)$$

					КДА 3.957.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

$d_{E1} = 0,7$ -для мікросхем;

$d_{E2} = 0,9$ - для конденсаторів, резисторів, діодів, світлодіодів. транзисторів

$d_{E3} = 1,1$ -для підпаювання провідників та діодного моста

$$d = d_{E2} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,7 + |\pm 0,1| + 0,4 = 1,1 \text{ мм}$$

$$d = d_{E2} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,9 + |\pm 0,1| + 0,4 = 1,3 \text{ мм}$$

$$d = d_{E3} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 1,1 + |\pm 0,1| + 0,4 = 1,5 \text{ мм}$$

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (1.11)$$

де $h\phi$ – товщина фольги;

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

$$D_{1\min} = 2 \left(b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (1.12)$$

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.

$$d_{\max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (1.13)$$

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: Δd - допуск на отвір.

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

$$d_{max2} = 1,3 + 0,1 + 0,1 = 1,5 \text{ мм}$$

$$d_{max3} = 1,5 + 0,1 + 0,1 = 1,7 \text{ мм}$$

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

$$D_{1min2} = 2 \left(0,06 + \frac{1,5}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 2,92 \text{ мм}$$

$$D_{1min3} = 2 \left(0,06 + \frac{1,7}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 3,12 \text{ мм}$$

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

$$D_{min2} = 2,92 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 3 \text{ мм}$$

$$D_{min3} = 3,12 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 3,2 \text{ мм}$$

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:

$$b_{min} = b_{1min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (1.14)$$

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

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

$$b_{min} = 0,15 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 0,23 \text{ мм}$$

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

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

					КДА 3.957.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

де L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

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

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

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

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

$$S_{3\min 1} = 2,5 - (2,82 + 2 \cdot 0,05) = -0,42\text{мм}$$

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

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

1.5 Вибір і обґрунтування компонентної бази

Таблиця 1.2 – Конденсатор ЕСАР [8]

Позиційне позначення	С1-С4	
Назва компонента	Конденсатор b41828	
Виробник	Epcos	
Параметри конструкції	див. рисунок 1.5	
Параметри та характеристики		
Номінальна напруга	10В-25 В	
Номінальна ємність	4,7...2200 мкФ	
Допуск ємності	± 20%	
Термін служби	2000 г	
Робоча температура	-55 ... 105 ° С	
Тангенс кута втрат,%	0,14	

					КДА 3.957.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

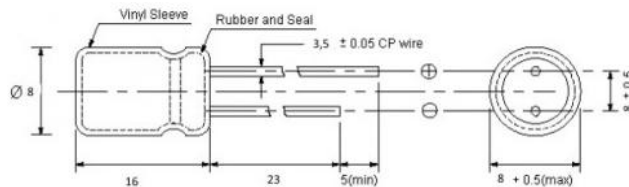


Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд конденсатора b41828- "Epcos"

Таблиця 1.3 – Резистор MFP [2]

Позиційне позначення	R1-R2, R5-R14
Назва компонента	Резистор MFP
Виробник	Yageo
Параметри конструкції	див. рисунок 1.6
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,125, 0,25, 0,5, 1 Вт
діапазон номінальних опорів	1...10·10 ⁶ Ом
допустиме відхилення опору	±10%
максимальна робоча напруга	200 В
діапазон робочих температур	-60.....+70°C

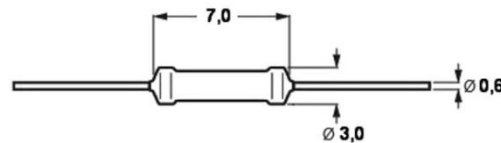


Рисунок 1.6 – Зовнішній вигляд резисторів MFP-"Yageo"

Таблиця 1.4 – Змінний резистор 16к1 [3]

Позиційне позначення	R3, R4
Назва компонента	16к1
Виробник	SongHuei
Критерії вибору	одинарний, для навісного монтажу.
Параметри конструкції	Див.рис.1.7
Параметри та характеристики	
Тип провідника	вуглець
Опір	51кОм
Точність	% 20
Номін.потужність	Вт 0.25
Макс.робоча напруга	150 В
Робоча температура	-45 ... 65C
Кількість оборотів менше	1
Кут повороту движка	270
Спосіб монтажу	навісний, лінійний
Довжина движка	20

					КДА 3.957.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

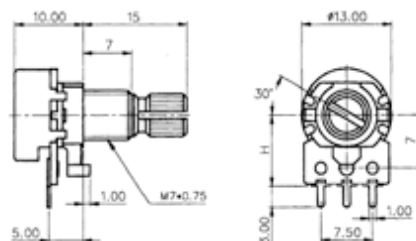


Рисунок 1.7 – Зовнішній вигляд змінного резистора 16K1

Таблиця 1.5 – Запобіжник ZH214-015-2 А-250 В [4]

Позиційне позначення	FU1
Назва компонента	ZH214-015-2 А-250 В
Виробник	"Zhenhui"
Критерії вибору	одинарний, для навісного монтажу
Параметри конструкції	Див.рис.1.8
Параметри та характеристики	
матеріал	кераміка
Номінальна напруга	250В
Номінальний робочий струм	2А
Контакти	циліндричні
Довжина корпусу	30мм
Діаметр корпусу	6.35мм
Робоча температура	-60 ... 100-60 ... 100

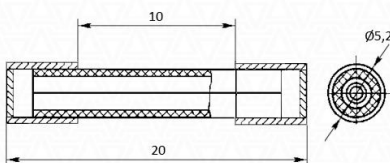


Рисунок 1.8 – Габаритні розміри запобіжника

Таблиця 1.6 – Трансформатор В78386-Р1116 [5]

Позиційне позначення	TV1
Назва компонента	Трансформатор В78386-Р1116
Виробник	Ерсос
Параметри конструкції	Див.рис.1.9
Параметри та характеристики	
вихідна напруга	40В
вихідний струм	2А
електрична міцність первинної-вторинної ізоляції	4000В
електрична міцність вторинної-вторинної ізоляції	600В
напруга живлення	220В
допустимі відхилення вторинних напруг	±5%

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КДА 3.957.001 ПЗ

Арк.

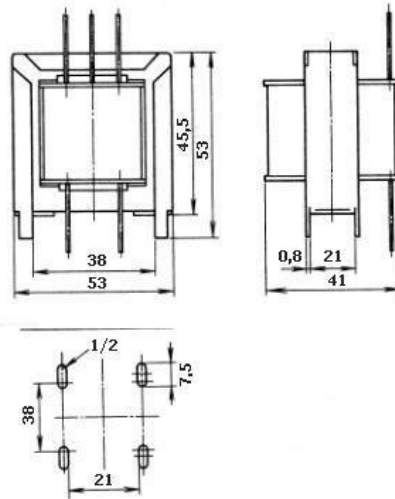


Рисунок 1.9 – Габаритні розміри трансформатора BH26-00021A

Таблиця 1.7 – Стабілізатор напруги LM7805 [6]

Позиційне позначення	DA2
Назва компонента	Стабілізатор напруги LM7805
Виробник	"ST Microelectronics"
Параметри конструкції	Див.рис.1.10
Параметри та характеристики	
максимальний струм	1A
діапазон допустимих вхідних напруг	40В
вихідна напруга	5В
тип корпусу	TO-220

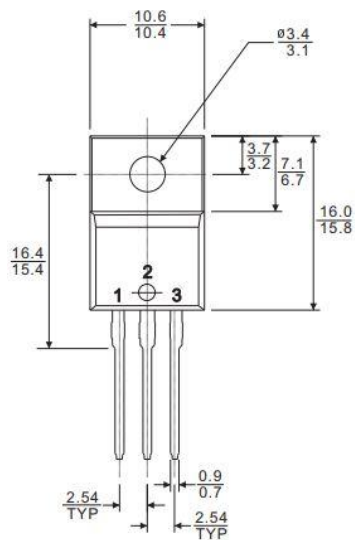


Рисунок 1.10 – Габаритні розміри стабілізатора напруги LM7805

					КДА 3.957.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.8 – Транзистор 2N2712 [7]

Позиційне позначення	VT1 –VT6
Назва компонента	Транзистор 2N2712
Виробник	"Fairchild"
Параметри конструкції	Див.рис.1.11
Критерії вибору	біполярний, кремнієвий, низькочастотний ($f_{gr} < 30$ МГц) транзистор типу N-P-N, середньої потужності ($300 \text{ мВт} > P_K$, $МАКС < 1,5 \text{ Вт}$)
Параметри та характеристики	
Полярність	NPN
Максимальна потужність, що розсіюється	0.2 W
Максимально допустима напруга колектор-база	18 V
Максимально допустима напруга емітер-база	5 V
Максимально постійний струм колектора	0.1 A
Гранична температура PN-переходу	125 ° C
Статичний коефіцієнт передачі струму	75
Корпус транзистора	TO92

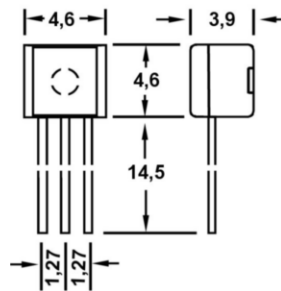


Рисунок 1.11 – Габаритні розміри транзистора 2N2712

Таблиця 1.9 – Мікросхеми CD4017A [9]

Позиційне позначення	DA1
Назва компонента	Мікросхеми CD4017A
Виробник	"Texas Instruments"
Параметри конструкції	Див.рис.1.12
Параметри та характеристики	
мінімальна напруга живлення	0,5В
максимальна напруга живлення	15В
потужність розсіювання	100мВт
максимальна вхідна напруга	0,5В
діапазон робочих температур	-55...+105°C

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

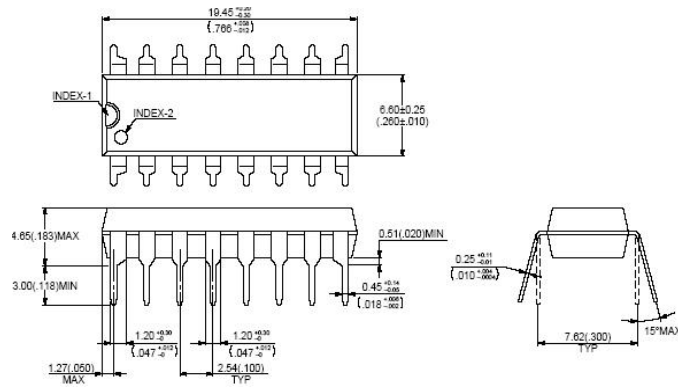


Рисунок 1.12 – Габаритні розміри мікросхеми CD4017A

Таблиця 1.10 – Мікросхеми CD4017A [9]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхеми CD4017A
Виробник	"Texas Instruments"
Параметри конструкції	Див.рис.1.13
Параметри та характеристики	
Напруга живлення номінальна	10 В
Граничний діапазон напруг живлення	3 до 15 В
Температура навколишнього середовища	-45 до +85 °С
Максимальний вихідний струм високого рівня	0,55 мА
Вихідна напруга низького рівня - не більше	2,9 В

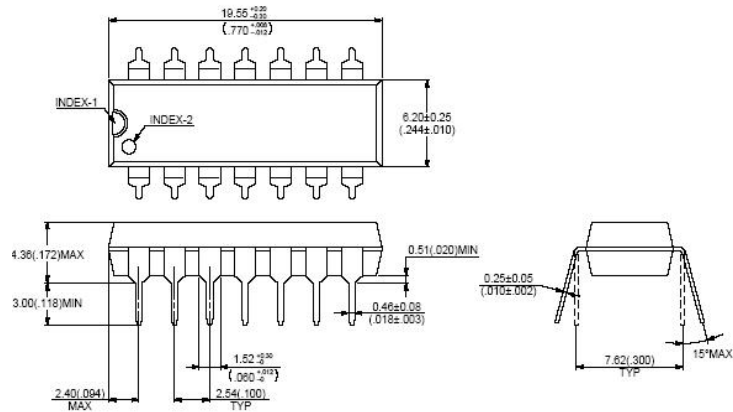


Рисунок 1.13 – Габаритні розміри д мікросхеми CD4011A

Таблиця 1.11 – Світлодіод L-1503GT [6]

Позиційне позначення	HL1-HL6
Назва компонента	L-1503GT
Виробник	Kingbright
Критерії вибору	колір свічення, максимальна напруга, максимальний прямий струм, довжина хвилі,
Параметри конструкції	Див.рис.1.14
Параметри та характеристики	
пряма напруга	1,9В
прямий струм	30мА
кут випромінювання	180°
колір свічення	червоний
довжина хвилі	660нм

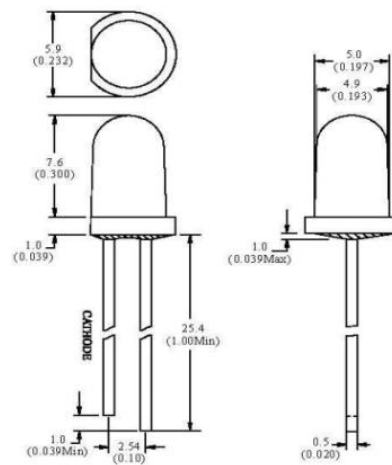


Рисунок 1.14 – Габаритні розміри світлодіода L-1503GT

Таблиця 1.12 – Діод 1N4448 "Diotec" [11]

Позиційне позначення	VD1- VD3
Назва компонента	1N5400
Виробник	"Diotec"
Параметри конструкції	Див.рис.1.15
Параметри та характеристики	
Потужність розсіювання	1.3Вт
Номінальна напруга стабілізації	15В
Статичний опір R _{ст}	150М
Робоча температура	-55 ... 175С
Спосіб монтажу	в отвір
Корпус	do41
Ваг	0.4г

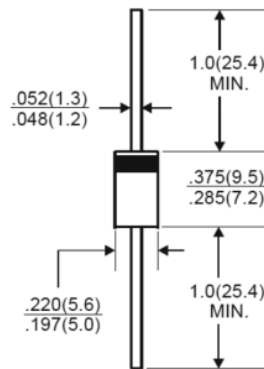


Рисунок 1.15 – Габаритні розміри діода 1N5400

Таблиця 1.13 – Діодний міст КВU6М [12]

Позиційне позначення	VD4
Назва компонента	Діодний міст КВU6М
Виробник	"Diotec Semiconductor"
Параметри конструкції	Див.рис.1.16
Параметри та характеристики	
Максимальна постійна зворотна напруга	1000В
Максимальний прямий (випрямлений за напівперіод) струм	6А
Максимальний допустимий прямий імпульсний струм	250А
Максимальний зворотний струм	10 мкА
Робоча температура	-55 ... + 125С
Спосіб монтажу	в отвір
Кількість фаз	1

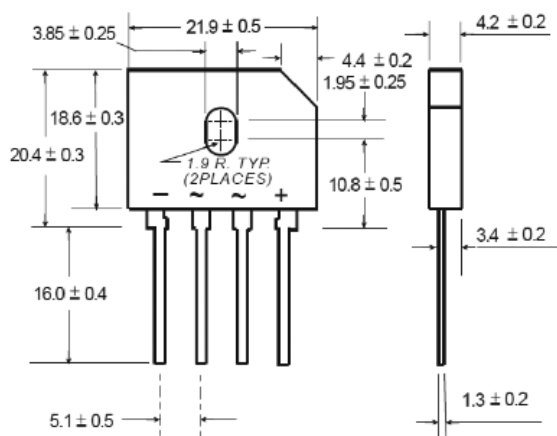


Рисунок 1.16 – Габаритні розміри діода КВU6М

					КДА 3.957.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.14 – Транзистор BD677 [13]

Позиційне позначення	VT7-VT8
Назва компонента	Транзистор BD677
Виробник	ST Microelectronics"
Параметри конструкції	Див.рис.1.16
Параметри та характеристики	
Структура	nnp darlington
Максимально допустимий струм	4
Статичний коефіцієнт передачі струму	750
Максимальна потужність	40Вт
Корпус	to-126
Макс. напр. к-е при заданому струмі до і розімкнутої ланцюга б	60В

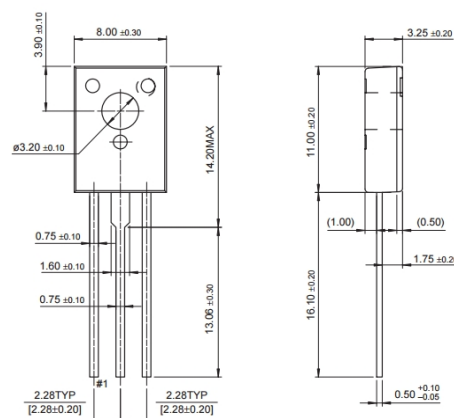


Рисунок 1.17 – Габаритні розміри транзистора BD677

1.6 Компоновка друкованого вузла пристрою

Для друкованого вузла ми маємо наступні вимоги щодо компонування: ми повинні досягти оптимальної щільності розміщення компонентів, уникнути помітних паразитних електричних взаємозв'язків, які негативно впливають на технічні характеристики виробу.

Електрорадіоелементи мають виводи у вигляді штирів, тому ми встановлюємо їх у отвори друкованої плати, згинаємо виводи під кутом $30^\circ \pm 2^\circ$, обрізаємо їх в межах контактних площадок і припаюємо методом пайки "хвилями припою".

Інтегральні схеми (ІМС) з виводами розташовуються з одного боку друкованого вузла, оскільки монтаж з використанням штиркових виводів виконується через отвори, а кінці виводів виступають на зворотну сторону

					КДА 3.957.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

плати. Корпус ІМС міцно утримується на платі завдяки припаяним выводам і може витримувати практично будь-які механічні впливи.

Під час компоновання необхідно враховувати наступні вимоги: між окремими вузлами, приладами і блоками не повинно бути помітних паразитних електричних взаємозв'язків, що впливають на технічні характеристики виробу. Теплові і механічні впливи на елементи конструкції не повинні значно погіршувати їх технічні характеристики. Розташування елементів конструкції повинно бути зручним для збирання і монтажу з використанням автоматизованих і напівавтоматизованих процесів. Доступ до деталей для контролю, ремонту і обслуговування повинен бути легким. Розміщення і конструкція органів керування та лічильних пристроїв повинні забезпечувати максимальний комфорт для оператора. Виріб повинен задовольняти вимогам технічної естетики. Габарити і маса виробу повинні бути мінімальними.

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:

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

$$V_{\text{буд}} = 1000 \times 100 = 100000 \text{ (грн.)}$$

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 :

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 100000 + 50000 = 150000 \text{ (грн.)}$$

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

$$V_{\text{обл}} = 100000 \cdot 0,5 = 50000 \text{ (грн.)}$$

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

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:

$$V_{\text{інстр}} = V_{\text{обл}} \times 0,02 \times 1,1, \quad (1.21)$$

$$V_{\text{інстр}} = 50000 \times 0,02 \times 1,1 = 1100 \text{ (грн.)}$$

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:

$$V_{\text{інв}} = V_{\text{обл}} \times 0,03 \times 1,1, \quad (1.22)$$

$$V_{\text{інв}} = 50000 \times 0,03 \times 1,1 = 1650 \text{ (грн.)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

$$\Pi = V_{\text{буд}\Sigma} + V_{\text{інстр}} + V_{\text{інв}} \quad (1.23)$$

$$\Pi = 150000 + 1100 + 1650 = 152750 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$A = \frac{S_{\text{бал}} \times H_a}{100}, \quad (1.24)$$

$$A = \frac{2750 \times 25}{100} = 687,5 \text{ (грн.)}$$

де $S_{\text{бал}}$ - балансова вартість основних фондів, грн. (для розрахунку приймають величину вартості основних фондів, що розрахована за формулами 2.4– 2.5 в тому випадку, коли будівлі орендують разом з обладнанням);

H_a - норма амортизації, % (величина норми амортизації встановлюється у відсотках до вартості кожної з груп основних фондів і становить: для будівель –5%, обладнання – 20%, інструментів та приладів – 25%, інвентарю – 25%).

Результати розрахунку річної суми амортизаційних відрахувань слід звести в табл. 1.15

Таблиця 1.15- Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

№з/ п	Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, тис. грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, тис. грн.
	Інструменти та прилади	1100	275
	Виробничий та господарський інвентар	1650	412,5
	Всього:	2750	687,5

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

$$B_M = \sum_{i=1}^m (H_{Mi} \times C_{Mi}) \times K_{Tr} \quad (1.25)$$

$$B_M = 304,6 \times 1,04 = 316,8 \text{ (грн.)}$$

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

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

C_{mi} — ціна придбання і-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)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	20	20
2	Кришка нижня	1	30	30
3	Кришка верхня	1	30	30
4	Діоди	4	0,5	2
5	Конденсатори електrolітичні	4	3	12
6	Резистори постійні	12	0,3	3,6
7	Транзистори	8	3	24
8	Трансформатор	1	50	50
9	Мікросхеми	3	15	45
10	Перемикач	3	5	15
11	Запобіжник	1	3	3
12	Зажими	2	5	10
13	Світлодіоди	6	5	30
14	Лампи	2	5	10
15	Реле	2	5	10
16	Резистори змінні	2	5	10
				304,6

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

$$P_{\text{від}} = \frac{\sum_{i=1}^m T_{\text{шт},i}}{60} \times C_{\tau}, \quad (1.26)$$

$$P_{\text{від}} = \frac{20}{60} \times 115 = 38,3 (\text{грн})$$

де $t_{\text{шт},i}$ – час виконання однієї операції (одиниці роботи чи продукції);
 C_{τ} – 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 12.17- Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{\text{шт}, \text{хв.}}$	Розряд	Годинна тарифна ставка, (С $_{\tau}$),грн/год
1	Пайка	9	VI	115
2	Регулювання	5	VI	115
3	Складання	6	VI	115
	Всього	20		

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:

$$V_{\text{дод.з.пл.}} = P_{\text{від}} \times 0.11 \quad (1.27)$$

$$V_{\text{дод.з.пл.}} = 38,3 \times 0,11 = 4,2 (\text{грн})$$

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:

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{\alpha}{100} \times (P_{\text{від}} + V_{\text{дод.з.пл.}}) \quad (1.28)$$

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (38,3 + 4,2) = 9,4 \text{ (грн)}$$

де α - відсоток відрахувань на соціальні заходи (приймають 22%);

б) 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:

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{50}{100} \times (38,3 + 4,2) = 21,3 \text{ (грн.)}$$

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:

$$V_{\text{зв}} = \frac{\alpha_{\text{зв}}}{100} \times (P_{\text{від}} + V_{\text{дод.з.пл.}}) \quad (1.30)$$

$$V_{\text{зв}} = \frac{60}{100} \times (38,3 + 4,2) = 25,5 \text{ (грн.)}$$

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

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$S_{\text{вир}} = V_{\text{м}} + (P_{\text{від}} + V_{\text{дод.з.пл.}} + C_{\text{в.с.з.}}) + V_{\text{уео}} + V_{\text{зв}} \quad (1.31)$$

$$S_{\text{вир}} = 316,8 + (38,3 + 4,2 + 9,4) + 21,3 + 25,5 = 415,5 \text{ (грн.)}$$

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	316,8
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	38,3
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	4,2
4	Відрахування на соціальні заходи	9,4
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	21,3
6	Загальновиробничі витрати	25,5
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		415,5
7	-змінні (сума 1-4) $V_{\text{зм.од}}$	368,7
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $V_{\text{уп.од}}$	46,8

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

$$Ц_{\text{одпр}} = S_{\text{пов}} \times \frac{100 + \alpha_{\text{пр}}}{100} \quad (1.32)$$

$$Ц_{\text{одпр}} = 415,5 \times \frac{100 + 25}{100} = 519,4 \text{ (грн.)}$$

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$\Pi_p = (\text{Цод}_{\text{пр.}} - S_{\text{пов.}}) \times N_p, \quad (1.33)$$

$$\Pi_p = (519,4 - 415,5) \times 10000 = 1039000 \text{ (грн)},$$

де Π_p - річний прибуток від реалізації проекту, грн.;

$\text{Цод}_{\text{пр.}}$ - ціна одиниці продукції, грн.;

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$\text{ЧП} = \Pi_p - \Pi_p \times \frac{\Pi_{\text{п}}}{100}, \quad (1.34)$$

$$\text{ЧП} = 1039000 - 1039000 \times \frac{18}{100} = 851980 \text{ (грн.)}$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

$$S_{\text{повв}} = S_{\text{пов.}} \times N_p \quad (1.35)$$

$$S_{\text{повв}} = 415,5 \times 10000 = 4155000 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

$$R_{\text{п}} = \frac{\text{ЧП}}{S_{\text{повв}}} \times 100\% \quad (1.36)$$

$$R_{\text{п}} = \frac{851980}{4155000} \times 100\% = 20,5 \%$$

де $R_{\text{п}}$ - рентабельність продукції, %;

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$S_{\text{повц}}$ - 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:

$$ГП = ЧП_t + A_t, \quad (1.37)$$

$$ГП = 851980 + 687,5 = 852667,5 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

$$ЧТВ = ТВ - ПІ \quad (1.38)$$

$$ЧТВ = 710556,3 - 152750 = 557806,3 \text{ (грн.)}$$

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:

$$ТВ = \sum_{i=1}^n \frac{ГП_t}{(1+r)^t} \quad (1.39)$$

$$ТВ = \frac{852667,5}{(1 + 0,2)^1} = 710556,3 \text{ (грн.)}$$

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

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

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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:

$$ІП = \frac{TВ}{П} \quad (1.40)$$
$$ІП = \frac{710556,3}{152750} = 4,7$$

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:

$$Ток_{диск} = \frac{П}{ГП_{диск}} \quad (1.41)$$
$$Ток_{диск} = \frac{152750}{71055,7} = 2,1р$$

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

$$ГП_{диск} = \frac{TВ}{t}, \quad (1.42)$$
$$ГП_{диск} = \frac{710556,3}{10} = 71055,7 \text{ (грн.)}$$

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.	10000
2	Собівартість виробу	грн./од.	415,5
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	519,4
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	152750
5	Чистий прибуток	грн.	851980
6	Рентабельність виробу	%	20,5
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	557806,3
9	Індекс прибутковості	-	4,7
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	2,1

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Спеціальна частина

2.1 Обґрунтування використання та вибору САПР для проектування

В результаті використання САПР згідно вказівок [20] отримано друковану плату для проєктованого пристрою, вигляд якої зображено на рисунку 2.1.

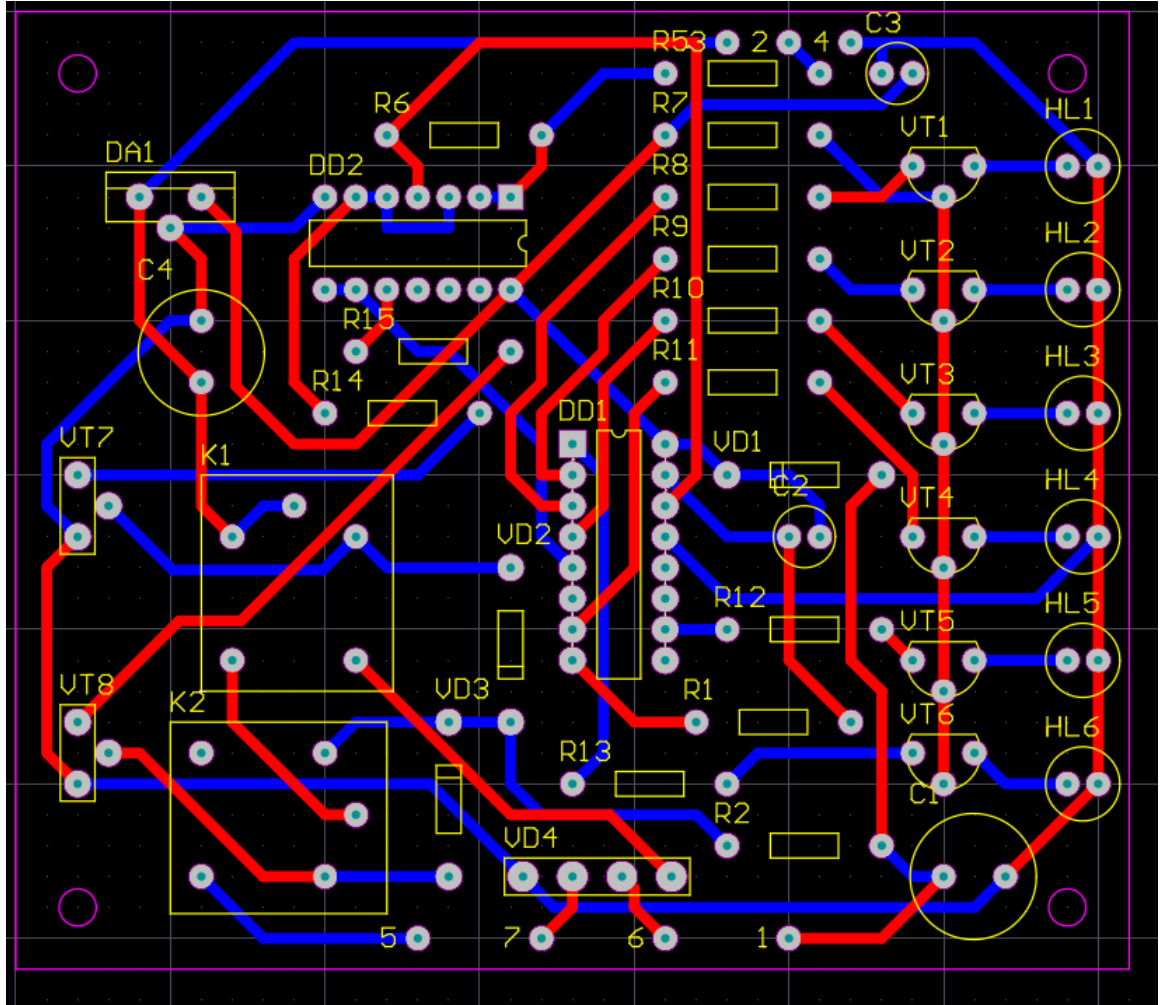


Рисунок 2.1-Плата друкована виготовлена в Altium Designer

Нижче в таблиці 2.1 описано створення посадкового місця в Altium Designer для мікросхеми VT91531.

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1- Створення бібліотеки посадочних місць в Altium Designer

Дія	Опис
Аналіз документації на компонент	Згідно завдання даний діод ний міст виготовляється в корпусі вигляд та розміри якого зображені на рисунку 2.2. Посадкове місце буде створюватись для варіанту корпусу DIP-16.
Налаштування робочої області редактора посадочних місць	Для установки параметрів є команда Tools> Library Options, і на екрані з'явиться вікно, де виставляються одиниці виміру (в поле Units), крок сітки (Snap Grid), крок сітки для установки компонентів (Component Grid, для бібліотек ця сітка не використовується) і дві видимі сітки (Grid 1 і Grid 2). Тепер на екрані відображається світла сітка, а при збільшенні масштабу зображення з'явиться темна сітка, див.рис.2.4
Створення нового посадкового місця	<p>Для створення нового посадкового місця виконаємо команду Tools> New Blank Component, після чого в панелі PCB Library з'явиться нове посадочне місце з умовною назвою. Щоб задати необхідне назву створюваному корпусу, необхідно виконати подвійне клацання миші на його написи в панелі PCB Library (в нашому випадку вводимо назву Resistor).</p> <p>1. Для установки контактних площадок виконаємо команду Place> Pad, і натиснемо клавішу Tab для опису параметрів контактної площадки. У вікні необхідно задати параметри отвори (в поле Hole Information) і параметри контактної площадки (в поле Size and Shape). Крім цього, можуть бути задані додаткові параметри, причому для майданчика під поверхневий монтаж спочатку необхідно вказати шар в поле Layer, після чого поле Hole Information буде недоступно. Нумерацію контактних майданчиків слід починати з одиниці, тому що тут вказуються номери фізичних висновків мікросхеми. Нульовий номер контактної площадки зазвичай використовується для кріпильних отворів. Для мікросхеми BT91531 встановлюємо шістнадцять контактних площадок. див.рис.2.6</p>

Налаштування параметрів площадки

Для налаштування параметрів площадки необхідно натиснути кнопку Tab і можна задати параметри для елемента навісного монтажу на вкладці Multi-Layer при цьому всі введені параметри будуть дублюватись на інші вкладки. В полі Location можна налаштувати X – розміщення контактної площадки по горизонталі відносно початку координат і Y - по вертикалі відносно початку координат. В полі Properties (властивості) в полі Designator (опис) ввести номер контактної площадки який має відповідати номеру виводу елемента.

В полі Size and Shape (розмір і форма) задати тип Simple (простий) і в полях X-size – розмір монтажної площадки по горизонталі, а Y-size – розмір монтажної площадки по вертикалі і в полі Shape тип монтажної площадки Rectangular – квадратна. Решта полів необхідно залишити по замовчуванню. Отвір з номером один бажано розміщувати в центрі координат.

Після розміщення всіх монтажних отворів необхідно зробити графіку умовного зображення корпусу на шарі Top Overlay. Для малювання корпусу використати два примітива лінію і кола. Командою Place→Line необхідно створювати лінію. Для зміни товщини лінії нажати кнопку Tab і в вікні Line Constraints в полі Line Width задати необхідну товщину лінії, див.рис.2.7.

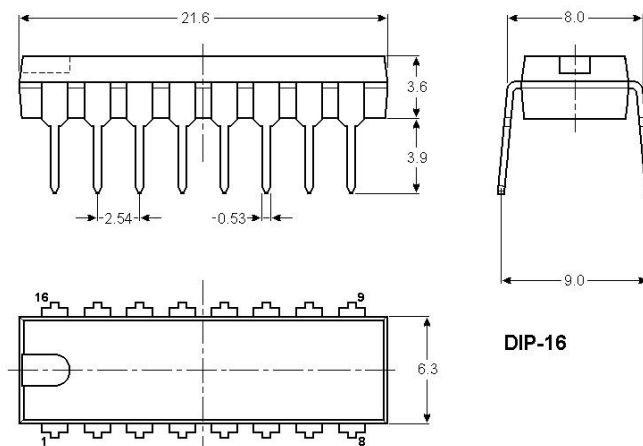


Рисунок 2.2 – Вигляд та розміри мікросхеми BT91531

					КДА 3.957.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

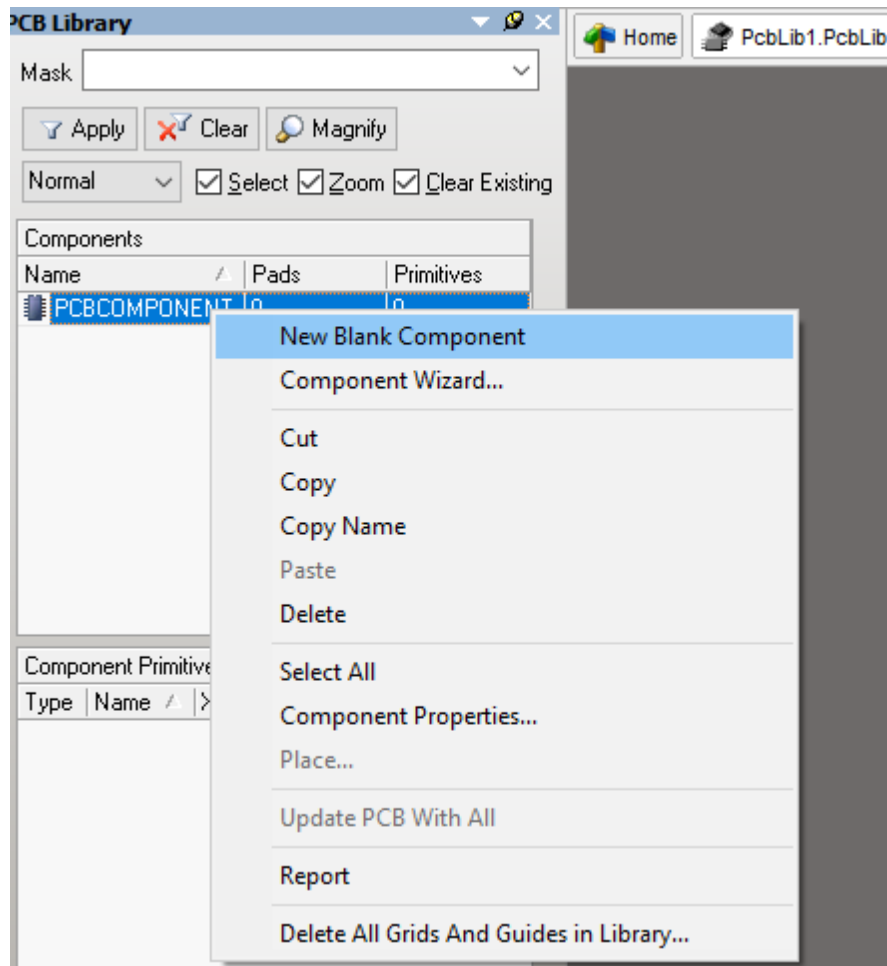


Рисунок 2.3 – Створення нового компонента в бібліотеці посадкових місць

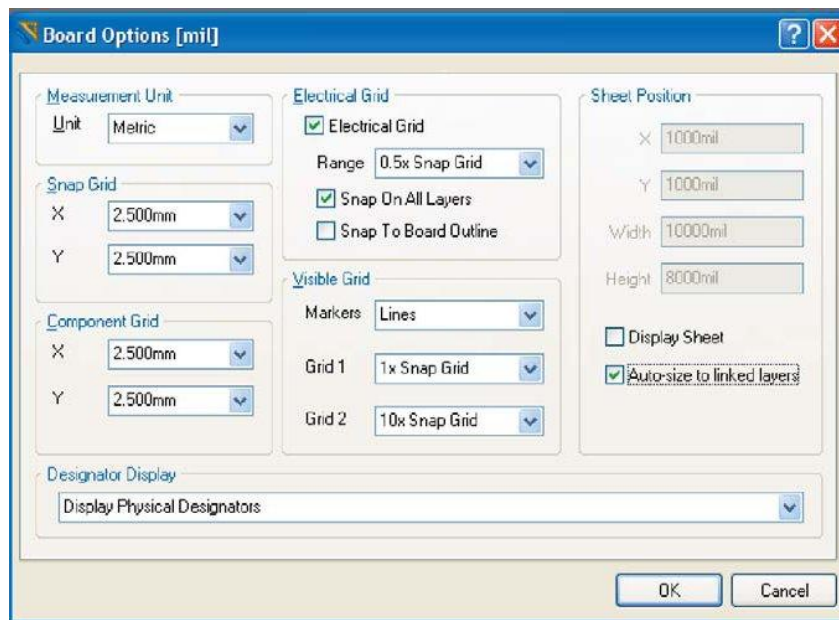


Рисунок 2.4 – Налаштування робочої області редактора посадочних місць

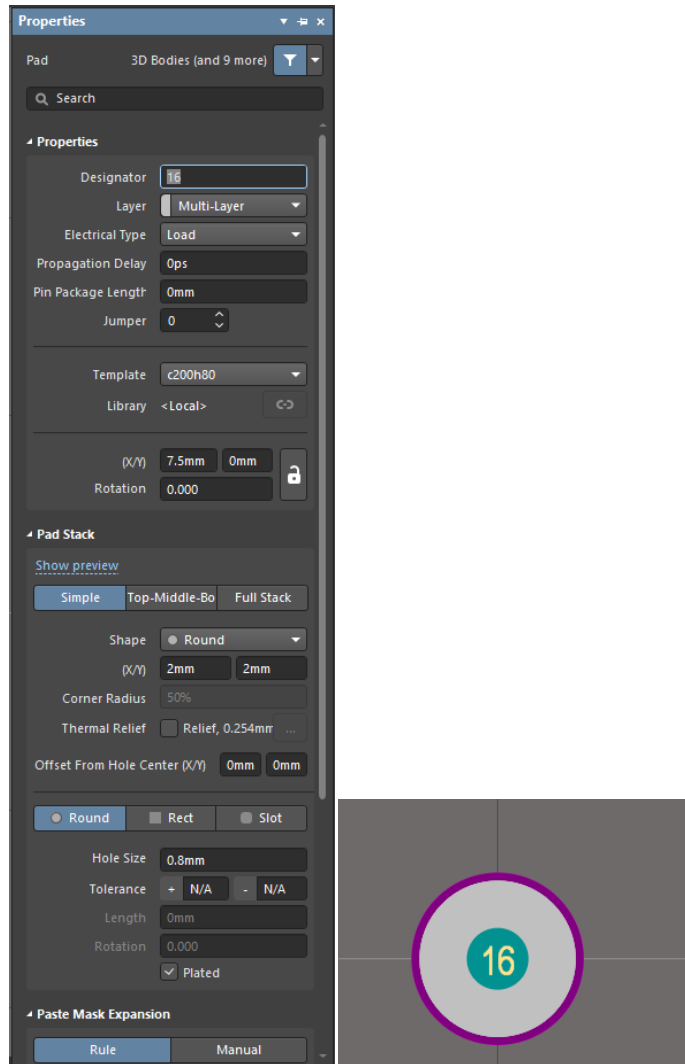


Рисунок 2.5 - Параметри контактної площадки

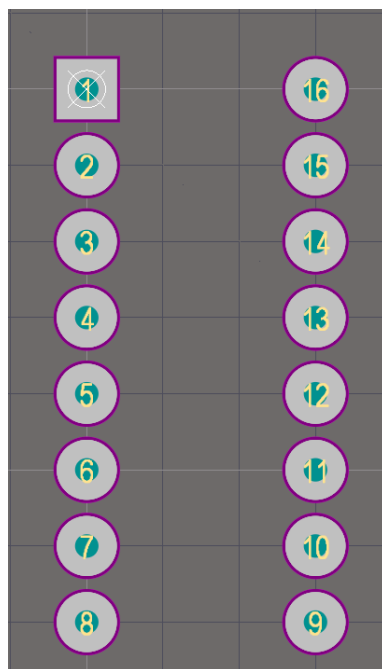


Рисунок 2.6– Розміщення контактних площадок посадкового місця

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

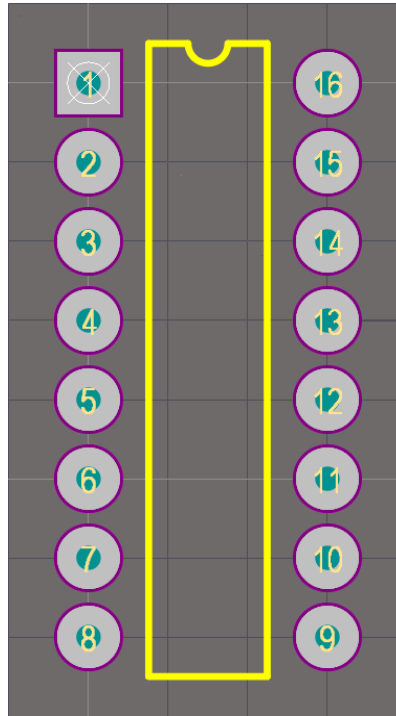


Рисунок 2.7 – Готове посадочне місце

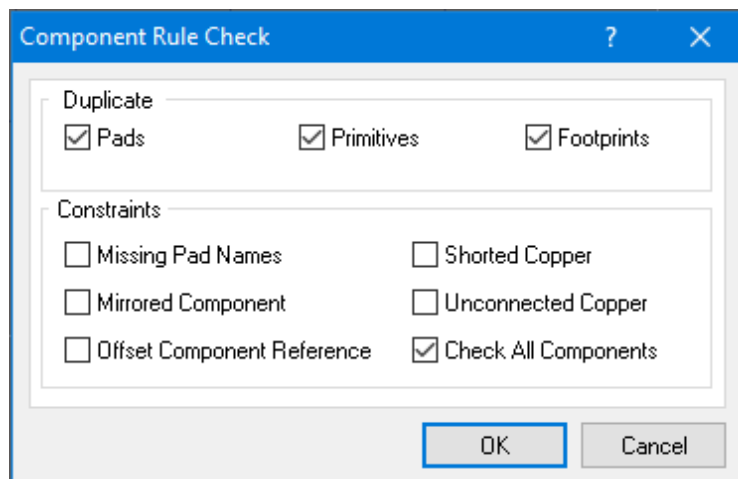


Рисунок 2.8 – Вікно перевірки посадкового місця компонента

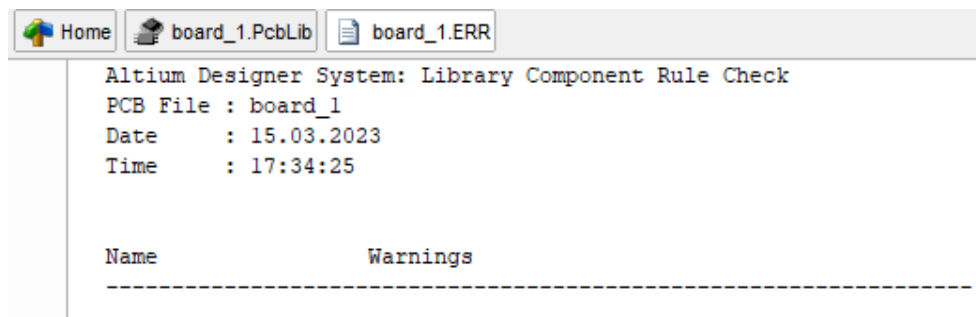


Рисунок 2.9 – Результати перевірки посадкового місця компонента

2.2 Опис створення 3D плати виробу

3D модель друкованої плати зображена на рисунку 2.10 та рисунку 2.11.

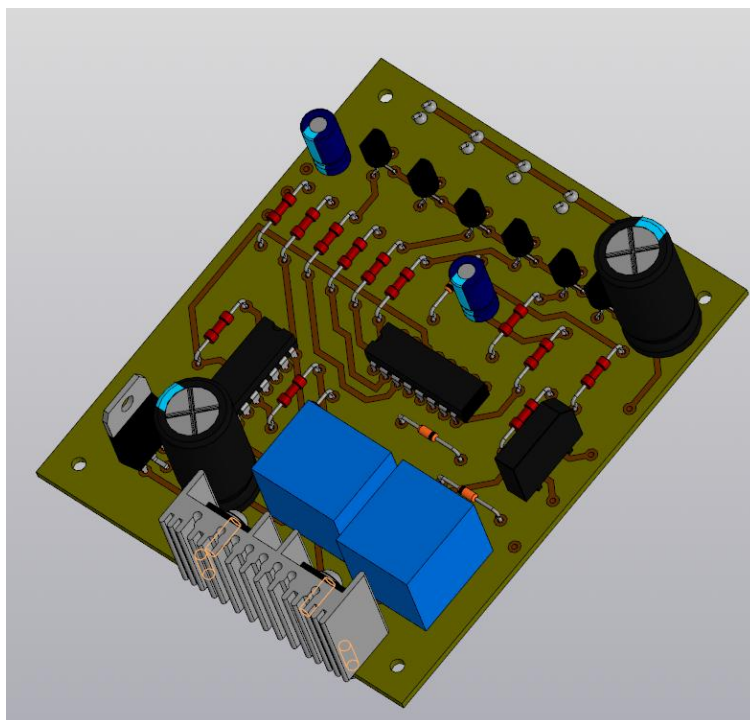


Рисунок 2.10-3D вигляд плати друкованої з сторони елементів

Вигляд плати друкованої з вигляду пайки і елементів. Плата двостороння, на іншій стороні розміщені світло діоди.

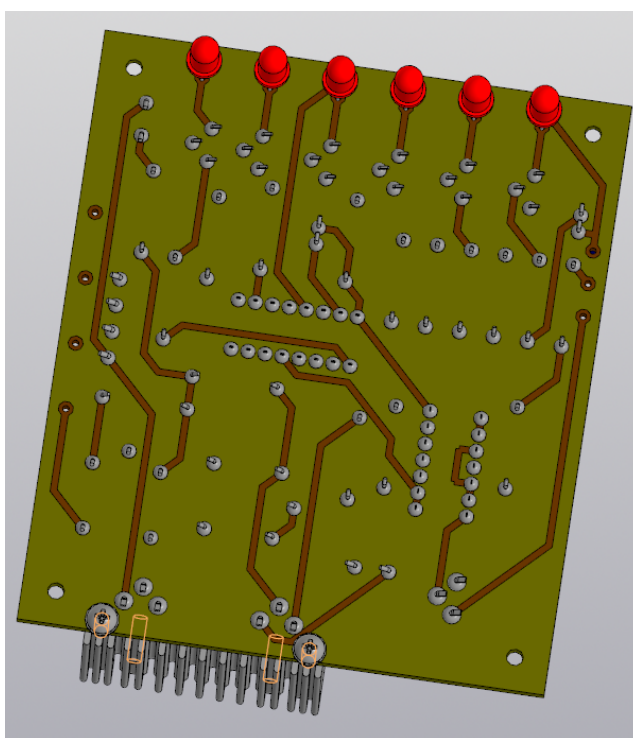


Рисунок 2.11-3D вигляд плати друкованої з сторони пайки

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Охорона праці та безпека життєдіяльності

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 [28]:

- 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 [28].

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 зменшенню м'язових і вольових зусиль. Ритмічна робота підвищує

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 [28].

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 [29].

					КДА 3.957.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При монтажі обладнання можуть виникнути небезпечні для життя та шкідливі для здоров'я фактори [29]:

- 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 електролампу 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,

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 [29]:

- 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

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	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 електролампу.

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 [29]:

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

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	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 [29].

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

У даній дипломній роботі було розроблено пристрій, який поєднує функції зарядки та тренування акумуляторів. Були визначені основні технічні параметри цього пристрою, проведена оцінка його технологічності як якісно, так і кількісно, а також визначені умови експлуатації та вартісні показники.

Кількісна оцінка виробничої потужності показала, що конструкція пристрою є повністю технологічною і відповідає потребам підприємств, що виробляють схожі акумулятори. Технологічний процес виробництва пристрою є досить простим і механізованим, багато операцій підлягають автоматизації. Це дозволяє знизити витрати на працю, підвищити продуктивність та вплинути позитивно на вартість готової продукції.

Пристрій також повністю готовий для багатосерійного виробництва і легко адаптується до переходу компанії на серійне виробництво. Використання обраних елементів забезпечує поширення та широке практичне застосування пристрою, а також полегшує процес його ремонту.

					<i>КДА 3.957.001 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/elc10d101e> www.cityradio.narod.ru. (дата звернення 3.02.2023).
5. Конденсатор NPO [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ippart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal..www.vprl.. (дата звернення 1.02.2023).
6. Світлодіод L-1503GT [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./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>КДА 3.957.001 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/leg-12_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. 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.

16. Дунець В. Л. Математична модель та метод опрацювання електрокардіосигналу при фізичному навантаженні для підвищення точності кардіодіагностичних систем / Дунець В.Л. . — Тернопіль , 2013 — 20 с. — Режим доступу: <http://>

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

18. 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.

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. 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.

20. 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).

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

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

23. 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.

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 — 20 с. — Режим доступу: <http://>

26. Конспект лекцій з дисципліни "Технологія виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТНТУ, 2017

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

27. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці / Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. – Львів: Афіша, 2000.

28. Заходи щодо підвищення працездатності [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://buklib.net/books/25142/>(дата звернення 1.02.2023).

29. Заходи щодо підвищення працездатності [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://buklib.net/books/35203/>(дата звернення 1.02.2023).

					<i>КДА 3.957.001 ПЗ</i>	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.
“ ____ ” _____ 20__ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «Пристрій для зарядки і тренування акумуляторів»

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

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАс-41
Куць Д.А. _____
“ ____ ” _____ 20__ р.

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “ Пристрій для зарядки і тренування акумуляторів ”

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи № _____ від “ ___ ” _____ 20 ____ р.

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Куць Денис Андрійович групи РАс-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка пристрою для зарядки і тренування акумуляторів, що включає в себе:

- розробка схемотехнічного рішення для даного зарядного ;
- вибір компонентної бази розроблювального зарядного ;
- розрахунок і вибір компонентів для оптимальної зарядного ;

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1. Зарядне повине бути розраховане на живлення від джерела живлення яке видає 12 В.

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

4.2. Технічні вимоги

4.2.1. Зарядне повине відповідати вимогам стандарту, а також технічній документації на частотоміра конкретного типу, затвердженій в установленому порядку.

4.2.2. Зарядне повине забезпечувати задану потужність з моменту включення.

4.2.3. Зарядне повине забезпечувати безперервну роботу протягом 24 годин при номінальному струмі навантаження і номінальній напрузі джерела живлення при нормальних кліматичних умовах.

4.2.4. Всі елементи частотоміра повинні бути захищені від струмів короткого замикання.

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

4.2.6. За механічними, кліматичними і експлуатаційними умовами зарядне повине 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 зарядного повинно входити: пристрій для зарядки і тренування акумуляторів, 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. Пристрій для зарядки і тренування акумуляторів повинен піддаватися періодичним випробуванням.

4.3.2. При випробуваннях зарядка повинне піддаватися суцільному контролю. При невідповідності вимогам цього стандарту його повертають для усунення дефектів. Після усунення дефектів зарядне висувають на повторні випробування. Результати повторних випробувань є остаточними.

4.3.3. Періодичним випробуванням піддають не менше трьох зарядних 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 синтезаторів частоти припиняють. Рішення про подальше виготовленні 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 пристрою для зарядки і тренування акумуляторів;
- електрична принципова схема пристрою для зарядки і тренування акумуляторів;
- друкована плата пристрою для зарядки і тренування акумуляторів;
- друкований вузол.

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Формування технічного завдання	10.03-20.03
2	Збір інформації	15.03-1.04
3	Аналіз технічного завдання	15.03-22.03
4	Створення структурної схеми	22.03-2.04
5	Аналіз структурної схеми	25.03-5.04
6	Проектування схеми електричної принципової	5.04-20.04
7	Аналіз схеми електричної принципової	15.04-25.04
8	Підбір та формування електричної бази і компонентів	20.04-1.05
9	Опис схеми електричної принципової, її принцип роботи	25.04-5.05
10	Розрахунок електричних параметрів елементів	1.05-10.05
11	Компоновка друкованого вузла	10.05-15.05
12	Розрахунок та компоновка друкованої плати	12.05-18.05
13	Розрахунок собівартості пристрою для зарядки	18.05-25.05
14	Обґрунтування використання та вибору САПР для проектування	25.05-28.05
15	Опис шляхів збереження працездатності і підвищення продуктивності на підприємстві	25.05-3.06
16	Формування висновків	3.06-4.06
17	Компонування кваліфікаційної роботи	3.06-9.06
18	Направлення роботи на перевірку”антиплагіат”	10.06
19	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	
		Конденсатори					
	C1	b41828-25 B-100 мкФ ±10% "Epcos"			1		
	C2, C3	b41828-10 B-10 мкФ ±10% "Epcos"			2		
	C4	b41828-25 B-47 мкФ ±10% "Epcos"			1		
		Мікросхеми					
	DA1	CD4017A "Texas Instruments"			1		
	DA2	L7805ABV "ST Microelectronics"			1		
	DD1	CD4011A "Texas Instruments"			1		
		Лампочки					
Підпис і дата	EL1	NH-JC-50-12-GY6.35-Cl "Navigator"			1		
	EL2	N-836G "Yueqing"			1		
	FU1	Запобіжник ZH214-015-2 A-250 B "Zhenhui"			1		
Інв. № дубл.	HL1...HL6	Світлодіод L-1503GT "Kingbright"			6		
	K1, K2	Реле RT424110 "TE Connectivity"			2		
Зам. інв. №		Резистори					
	R1	MFP-0,25-1 кОм ±10% "Yageo"			1		
Підпис і дата	R2	MFP-0,25-10 кОм ±10% "Yageo"			1		
	R3	16K1-B50K-4,7 кОм "Song Huei"			1		
Інв. № ориг.	КДА 3.957.001 ПЕЗ						
	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
	Розрод.	Кіць			Літ.	Аркцш	Аркцшів
	Перевір.	Яворський			н	1	2
Н.контр.	Пристрій для зарядки і тренування акумуляторів Перелік елементів				ТНТУ ФПТ каф.РТ		
Затверд.					зр.РАс-41		
Копіював				Формат А4			

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
R4	16K1-B50K-10 кОм "Song Huei"	1	
R5	MFP-0,25-3 кОм ±10% "Yageo"	1	
R6	MFP-0,25-47 кОм ±10% "Yageo"	1	
R7	MFP-0,25-300 Ом ±10% "Yageo"	1	
R8..R14	MFP-0,25-1 кОм ±10% "Yageo"	7	
TV1	Трансформатор B78386-P1116-A "Epcos"	1	
Діоди			
VD1..VD3	1N5400 "Diotec"	3	
VD4	KBU6M "Diotec Semiconductor"	1	
Транзистори			
VT1..VT6	2N2712 "Fairchild"	6	
VT7, VT8	BD677 "ST Microelectronics"	2	
XP1	Шнур мережевий LT-322 H05VV-F 3*0.75 "Lian Dung"	1	
XS1, XS2	Зажим 1AG-B15 "Dragon City Industries"	2	

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

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КДА 3.957.001 ПЕЗ	Арк.
						2

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.			
						<u>Документація</u>					
		A4			КДА 3.957.001 ПЕЗ	Перелік елементів					
		A2			КДА 3.957.001 ЕЗ	Схема електрична принципова	1				
		A1			КДА 3.957.001 СК	Вузол друкований	1				
						<u>Деталі</u>					
		A2	1		КДА 3.957.001	Плата друкована	1				
		БК	2		КДА 3.957.001	Перемичка	7				
		БК	3		КДА 3.957.001	Радіатор	2				
						<u>Інші вироби</u>					
Підпис і дата	Інв. № дубл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	Інв. №	Підпис і дата	<u>Конденсатори</u>					
						5	б41828-10 В-10 мкФ ±10% "Epcos"	2	С2, С3		
						6	б41828-25 В-47 мкФ ±10% "Epcos"	1	С4		
						7	б41828-25 В-100 мкФ ±10% "Epcos"	1	С1		
						<u>Мікросхеми</u>					
						9	CD4011A "Texas Instruments"	1	DD1		
						10	CD4017A "Texas Instruments"	1	DA1		
11	L7805ABV "ST Microelectronics"	1	DA2								
Підпис і дата	Інв. №	Зам. інв. №	Підпис і дата	Інв. №	Підпис і дата	13	Світлодіод L-1503GT "Kingbright"	6	HL1...HL6		
						15	Реле RT424110 "TE Connectivity"	2	K1, K2		
Інв. № ориг.	Зам. інв. №	Підпис і дата	Інв. №	Підпис і дата	Інв. №	Підпис і дата	КДА 3.957.001				
							Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата
							Розрод.	Кцць			
							Перевір.	Яворський			
Н.контр.											
Затверд.											
						Пристрій для зарядки і тренування акумуляторів Вузол друкований Специфікація					
						Літ.	Аркуш	Аркушів			
						Н	1	2			
						ТНТУ ФПТ каф.РТ					
						заРАс-41					

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				<i>Резистори</i>		
		17		MFP-0,25-300 Ом ±10% "Yageo"	1	R7
		18		MFP-0,25-1 кОм ±10% "Yageo"	8	R1,R8...R14
		19		MFP-0,25-3 кОм ±10% "Yageo"	1	R5
		20		MFP-0,25-10 кОм ±10% "Yageo"	1	R2
		21		MFP-0,25-47 кОм ±10% "Yageo"	1	R6
				<i>Діоди</i>		
		23		KBU6M "Diotec Semiconductor"	1	VD4
		24		1N5400 "Diotec"	3	VD1...VD3
				<i>Транзистори</i>		
		26		BD677 "ST Microelectronics"	2	VD7, VD8
		27		2N2712 "Fairchild"	6	VT1...VT6
				<i>Стандартні вироби</i>		
		29		Гвинт Г2,5-6dх5 ГОСТ 17473-80	4	
		30		Шайба 2,5 ГОСТ 10450-78	4	

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

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КДА 3.957.001

Арк.
2