

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Вимірювач ємності елетролітичних конденсаторів

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи РАс-41  
спеціальності 172 “Телекомунікації та радіотехніка”

(шифр і назва спеціальності)

\_\_\_\_\_  
(підпис) Недошитко В.В.  
(прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис) Химич Г.П.  
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_  
(підпис) Паляниця Ю.Б.  
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис) Дунець В.Л.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(підпис) \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

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

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

		ЗАТВЕРДЖУЮ	
		Завідувач кафедри	
			<u>Дукельський 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 радіотехніки»  
(шифр і назва спеціальності)  
студенту Недошито Віктору Володимировичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вимірювання ємності  
електроємних конденсаторів

Керівник роботи Хилінг Григорій Петрович, ст. лект.  
(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, 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи напруга живлення - (12...24) В  
дістання вимірювань - 1000 ПФ - 10000 нФ  
місця вимірювань - 4 (10, 100, 1000, 10000), вхід інформації - автоматично

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

Розробка та аналіз технічних вимог та завдань  
Розробка та аналіз структурної схеми  
Проектування, розрахунок схеми  
електричної, принципової, окремих вузлів  
Розрахунок собівартості виробу  
Обґрунтування вибору САПР для проектування

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

1. Схема структурна - А2  
2. Схема електрична принципова - А1  
3. Групування плат - А1  
4. Групування вузлів - А1  
5. Слайди - 8 шт.

6. Консультанти розділів роботи


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Лавриш В.В. реч. код. № 10323/24 Курик О.І., заведення кафедр МТ	10.03.23	14.06.23

7. Дата видачі завдання 10 березня, 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

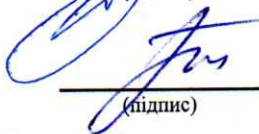
№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Формування та аналіз технічного завдання	10.03 - 20.03	
2	Пошук та аналіз інформації	15.03 - 25.03	
3	Створення схеми структурної	23.03 - 28.03	
4	Створення схеми електричної принципової	25.03 - 20.04	
5	Опис схеми електричної принципової та аналіз її роботи	18.04 - 30.04	
6	Проектування вузлів схеми електричної принципової	25.04 - 5.05	
7	Розрахунок окремих елементів та вузлів	5.05 - 15.05	
8	Підбір елементів бази	27.04 - 15.05	
9	Розрахунок параметрів з'єднаного вузла	10.05 - 20.05	
10	Компоновка з'єднаного вузла	10.05 - 20.05	
11	Розрахунок собівартості розробленого пристрою	20.05 - 25.05	
12	Опис та об'єднування використання САПР для проектування	25.05 - 5.06	
13	Опис завдань з охорони праці та безпеки життєдіяльності	12.05 - 1.06	
14	Вимоги	1.06 - 3.06	
15	Оформлення роботи	3.06 - 10.06	
16	Представлення роботи для перевірки на аттестатах	10.06 - 15.06	

Студент

  
(підпис)

Недошито В.В.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

  
(підпис)

Хилиш Т.Ф.  
(прізвище та ініціали)

## Анотація

Недошитко В.В. Вимірювач ємності електролітичних конденсаторів - Рукопис. Кваліфікаційна робота бакалавра, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАС-41, Тернопіль, 2023.

Ключові слова: ЄМНІСТЬ, ЕЛЕКТРОЛІТИНИЙ КОНДЕНСАТОР, ВИМІРЮВАННЯ, КОЕФІЦІЄНТ ВТРАТ.

Один з основних пристроїв в радіотехніці - це вимірювач ємності полярних конденсаторів. Цей пристрій використовується переважно для ремонту та регулювання радіоапаратури. Він має перевагу перед цифровими тестерами у точності вимірювань. Цифрова шкала тестерів має інертність у показах, тому не можна точно виміряти малі ємності, коли ємність конденсатора перевищує 100 пікофарадів. В таких тестерах показники будуть нормальними для ємностей понад 100 пікофарадів, але можуть виникнути проблеми з вимірюванням для ємностей нижче 100 пікофарадів. Отже, вимірювач ємності полярних конденсаторів є доцільним для виробництва та ремонту радіоапаратури.

Важливою інформацією для цього пристрою є інформація про експлуатацію приладу. Примітно, що цей пристрій експлуатується всередині приміщення, тому зміни температури будуть незначними.

Основні вимоги до експлуатації вимірювачів ємності конденсаторів наступні:

Для продовження терміну служби елементів живлення автоматично вимикається живлення пристрою через 40 секунд після закінчення останнього вимірювання. Споживання струму пристроєм у вимкненому режимі практично дорівнює нулю (дуже мала частка мікроампер).

## Summary

Nedoshitko V.V. Polar capacitor capacity meter - 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.

Key words: CAPACITANCE, ELECTROLYTIC CAPACITOR, MEASUREMENT, LOSS COEFFICIENT.

One of the main devices in radio engineering is a polar capacitor capacitance meter. This device is mainly used for repairing and adjusting radio equipment. It has an advantage over digital testers in measurement accuracy. The digital scale of the testers has inertia in the readings, so it is not possible to accurately measure small capacitances when the capacitance of the capacitor exceeds 100 picofarads. In such testers, the readings will be normal for capacities above 100 picofarads, but there may be measurement problems for capacities below 100 picofarads. Therefore, the meter of the capacity of polar capacitors is appropriate for the production and repair of radio equipment.

Important information for this device is information about the operation of the device. It is noteworthy that this device is operated indoors, so temperature changes will be insignificant.

The main requirements for the operation of capacitor capacity meters are as follows:

To extend the service life of the batteries, the device is automatically powered off 40 seconds after the last measurement. The current consumption of the device in the off mode is practically zero (a very small fraction of microamps).

## 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 Стихійні лиха та їх класифікація.....	
3.2 Оцінка травмонебезпеки технологічного процесу.....	
Висновки.....	
Список використаних джерел.....	
Додатки.....	

					<b><i>НВВ 2.008.001 ПЗ</i></b>		
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>			
<i>Розроб.</i>		<i>Недашито</i>			<b>Літ.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Аркушів</b>
<i>Перевір.</i>		<i>Химич</i>				5	
<i>Рецензент</i>					<i>Вимірювача ємності електролітичних конденсаторів Пояснювальна записка</i> <i>ТНТУ, ФПТ, каф. РТ гр.РАС-41 м. Тернопіль</i>		
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>							

## Вступ

*Актуальність роботи.* Актуальність вимірювача ємності полярних конденсаторів залишається значимою і в наші дні. Полярні конденсатори широко застосовуються в електроніці та електричних системах для зберігання й передачі електричної енергії. Вимірювач ємності дозволяє точно визначити ємність полярного конденсатора, що є важливим параметром при розрахунках та проектуванні електричних схем.

*Ступінь наукової розробки.* Вимірювачі ємності полярних конденсаторів використовуються у наукових дослідженнях та розвитку нових технологій. Вони дозволяють вивчати властивості конденсаторів, визначити їх електричні характеристики та вдосконалювати їхню проектну та виробничу якість.

*Метою кваліфікаційної роботи є* удосконалення схеми принципової та розробки креслень структурної, друкованої плати, друкованого вузла та розробка пояснювальної записки до даної схеми даного приладу.

*Об'єкт* є аналіз схеми принципової, опис основних блоків та дослідження роботи приладу по схемі.

*Предмет* є завдання та вигляд схеми електричної принципової приладу для вимірювання ємності електролітичних конденсаторів.

*Практичне значення одержаних результатів* розробка даної схеми та креслень дозволить використовувати пристрій для вимірювання ємності полярних конденсаторів може бути необхідним під час ремонту або обслуговування електронних пристроїв. Дефектні конденсатори можуть призводити до неправильної роботи апаратури, тому точне вимірювання допомагає виявити проблему та замінити пошкоджений компонент. При створенні нових електронних пристроїв і систем важливо мати засоби для вимірювання ємності полярних конденсаторів. Це дозволяє інженерам перевірити відповідність конденсаторів до заданих специфікацій і забезпечити належну роботу пристроїв.

					<i>НВВ 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Розділ 1 Основна частина

### 1.1 Аналіз технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

- 1) Живлення пристрою повинно забезпечуватись від напруги 12...24 В.;
- 2) Діапазон вимірювання.....1000пФ .....10000мкФ;
- 3) 4 піддіапазони - .....10, 100, 1000, 10 000 мкФ;
- 4) вибір піддіапазону - ..... автоматичний;
- 5) індикація результату - цифрова, 4 розряду з плаваючою десятковою крапкою;
- 6) похибка вимірювання - .....одиниця молодшого розряду;
- 7) Габаритні розміри пристрою, не більше, мм .....-133x130x51;
- 8) Маса пристрою, .....не більше, кг – 1;

### 1.2 Аналіз структурної схеми виробу

Схема складається з таких блоків, як живлення +12..+24В, вхідного каскаду, схеми вимірювача, тактового генератора, подільника частоти, схеми управління, схеми керування індикацією та блока індикації.

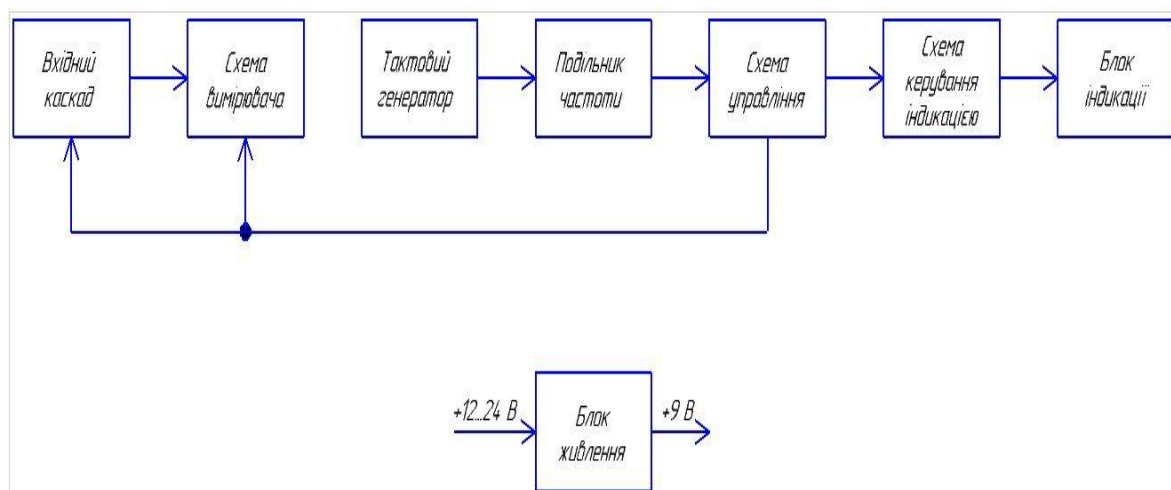


Рисунок 1.1– Вигляд структурної схеми приладу для вимірювання ємності полярних конденсаторів

					<i>НВВ 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





значення менше номіналу, або взагалі нуль. Цикл Імереніє складається з власне вимірювання - заряду конденсатора  $C_x$  і підрахунку тактових імпульсів – і витримки 1 с. (0.1 с. На межах "1" і "2") - ІС 176ІЕ16, в перебігу якої відображається значення ємності і відбувається надійний розряд конденсатора  $C_x$ . Під час вимірювання індикатор мерехтить, але, так як це триває короткий проміжок часу - особливих незручностей не викликає. Перемикач і мультиплексор 561КП1 забезпечують перемикання меж, а заодно і перемикання коми. На молодшій межі "1" (00.0-99.9 мкФ) вимір здійснюється струмом 0.1А і тактовою частотою 100 кГц. На межі "2" (0-999 мкФ) - струмом 1А і тактовою частотою 100 кГц. На старшій межі "3" (0-9990 мкФ) - струмом 1А і тактовою частотою 10 кГц. На цьому ж межі включається додатковий молодший розряд. Він "бутафорський" - завжди містить нуль і служить всього-лише для зручності зчитування. Природно прилад не позбавлений недоліків. Наприклад, вимагає досить потужного джерела живлення. У вимірювачі застосований досить дефіцитний кварц 100 кГц, єдиним критерієм вибору його стало прагнення зменшити кількість корпусів. Але одна перевага безсумнівно: зібрати його можна використовуючи лише паяльник, програматорів-комп'ютерів не потрібно.

#### 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  $\alpha_U$ ; нестабільність вихідної напруги  $K_{нстU}$  або коефіцієнт пульсацій вихідної напруги  $K_p$ ; коефіцієнт стабілізації напруги  $K_{стU}$ ; внутрішній опір стабілізатора  $R_{ст\ вих}$ ; температурний коефіцієнт  $\gamma$ .

					<i>НВВ 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

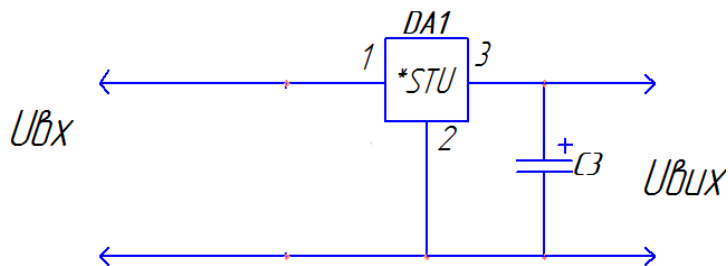


Рисунок 1.3 – Схема стабілізатора і конденсатора

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

$$U_{ІМС\ вих} \geq U_{ст\ вих}$$

$$I_{ІМС\ вих\ max} \geq I_{H\ max}$$

$$K_{ІМС\ ст\ у} \geq K_{ст\ у}$$

Тип ІМС	$U_{ст\ вих}$ , В (min...max)	$U_{ст\ вих}$ , В (min...max)	$K_{ст\ у}$ , % $\frac{B}{A}$ не більше за	$K_{ст\ у}$ , % $\frac{A}{B}$ не більше за	$K_{ст\ ст}$ , дБ на 1кГц не більше за	$\alpha_U$ , % $^{\circ}C$ не більше за	$I_{ст\ вих}$ , А (max)	$P_{ст\ роз}$ , Вт без радіатора/з радіатором	$I_{ст\ сн}$ , мА	$U_{ст\ од}$ , В не більше за
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K142ЕНА	9...20	3...12	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142ЕН1Б	9...20	3...12	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142ЕН1В	9...20	3...12	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142ЕН1Г	9...20	3...12	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142ЕН2А	20...40	12...30	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142ЕН2Б	20...40	12...30	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142ЕН2В	20...40	12...30	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142ЕН2Г	20...40	12...30	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
KT42ЕНЗ	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	3
K142ЕН4	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	4
K142ЕН5А	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142ЕН5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142ЕН5В	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
K142ЕН5Г	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
KP142ЕН5А	7,5...15	4,9...5,1	0,05	2	60	0,03	-	1,2/10	10	2,5
KP142ЕН5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	2	60	0,03	3	1,2/10	10	2,5
KP142ЕН5В	7,5...15	4,82...5,18	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142ЕН5Г	8,5...15	5,8...6,2	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142ЕН6А	~...40	14,7...15,3	0,0015	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
KP142ЕН6Б	~...40	14,7...15,3	0,005	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142ЕН6В	~...40	14,7...15,3	0,0025	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142ЕН6Г	~...40	14,7...15,3	0,0075	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
142ЕН8А	11,5...35	8,73...9,27	0,05	0,67	40	0,02	1,5	-9	10	2,5
142ЕН8Б	11,5...35	11,64...12,36	-	-	-	-	-	-	-	-

Рисунок 1.4 – Параметри стабілізаторів

Обрано стабілізатор 78L09, який має параметри такі як в КР142ЕН5А.

Незалежно від типу обраної ІМС потрібно визначити наступні параметри:

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

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

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

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

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

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

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

$$I_{CT\ ВИХ} \equiv I_{CT\ ВХ}$$

Визначення ємності конденсатора за формулою:

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

					<i>HBB 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $C_0$  – ємність, мкФ;  
 Коефіцієнт пульсацій  $K_{п0}=0,03$  %;  
 $r$  – опір, Ом.

$$C_0 = \frac{140}{10 \cdot 0,03} = 466,6(\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

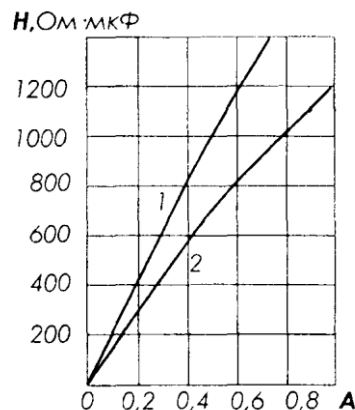


Рисунок 1.4 – Графік для визначення коефіцієнта Н:

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

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 17 = 23,8(\text{В})$$

Вибираємо тип конденсатора з довідника за параметрами  $C_{0\text{ном}}$  і  $U_{роб}$ .  
 Вибираємо електролітичний конденсатор типу ЕСАР 25 V номінальною ємністю 470 мкФ та на робочу напругу 25 В.

#### 1.4.2 Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Виходячи з технологічних можливостей виробництва обираємо комбінований метод виготовлення, 3 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85.

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

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

					<i>HBB 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

$$b_{min2} = \frac{\rho * I_{max} * l}{U_{д} * t} = \frac{0,0175 \frac{Ом \cdot мм^2}{м} * 1A * 0,4м}{0,5В * 0,035м} = 0,6мм \quad (1.9)$$

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

$L = 0,4м$  – довжина провідника,

$U_{доп} = 0,5В$  – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів  $d$ :

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

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, індикаторів, конденсаторів, резисторів, діодів.

$d_{E2} = 0,9$  – для підпаювання провідників, транзисторів, підстроювальних резисторів.

$$d = d_{E2} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,7 + |\pm 0,1| + 0,3 = 1,1 мм$$

					<i>HBB 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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  $\delta_d$  і  $\delta_p$  - допуски на розташування отворів і контактних площадок;

$$\delta_d = 0,25 \text{ мм, } \delta_p = 0,4 \text{ мм;}$$

$d_{\max}$  - максимальний діаметр просвердленого отвору, мм.

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

де  $\Delta d$  - допуск на отвір.

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

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

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

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

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

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

					<i>HVB 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_{max} = D_{min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (1.13)$$

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

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

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

$$b_{min} = b_{1min} + 1.5hf + 0,03 \quad (1.14)$$

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

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

$$b_{min} = 0,15 + 1.5 * 0,035 + 0,03 = 0,23 \text{ мм}$$

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

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

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

$$S_{1min2} = 2,5 - \left[ \left( \frac{3,02}{2} + 0,4 \right) + \left( \frac{1,5}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,21 \text{ мм}$$

де  $L_0$  – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

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

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

$$S_{2min2} = 2,5 - (3,02 + 2 \cdot 0,4) = -1,32 \text{ мм}$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

					<i>HVB 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



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

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

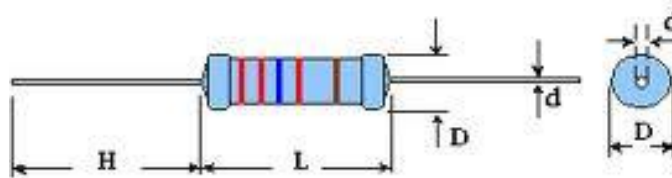
$$S_{3min2} = 2,5 - (3,02 + 2 \cdot 0,05) = -0,62 \text{ мм}$$

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

### 1.5 Вибір і обґрунтування компонентної бази

Таблиця 1.2 – Резистори С1-4-0,125 [2]

Позиційне позначення	R1,R3,R5-R26
Назва компонента	Резистори С1-4-0,125
Виробник	Ерсоs
Параметри конструкції	див. рисунок 1.5
Параметри та характеристики	
діапазон номінальних опорів	$1 \dots 3 \times 10^6 \text{ Ом}$
номінальна потужність	0,125 Вт
гранична напруга	350 В
діапазон робочих температур	$-60 \dots +70^\circ\text{C}$
допустимі відхилення опору	$\pm 10\%$



$$L = 6 \text{ мм}; \quad H = 20 \text{ мм}; \quad D = 2,2 \text{ мм}; \quad d = 0,5 \text{ мм}$$

Рисунок 1.5 – Габаритні розміри резистора С1-4-0,125

Таблиця 1.3 – Резистори СПЗ-38А [3]

Позиційне позначення	R2,R4
Назва компонента	Резистори СПЗ-38А
Виробник	Ерсоs
Параметри конструкції	див. рисунок 1.6
Параметри та характеристики	
номінальна потужність, Вт	0,5

					<i>НВВ 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

діапазон номінальних опорів, кОм	$1-4,7 \cdot 10^3$
максимальна робоча напруга, В	250
допустиме відхилення опору, %	$\pm 20$

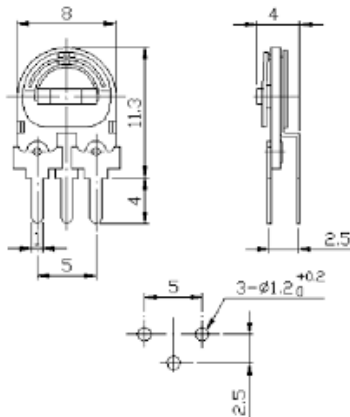
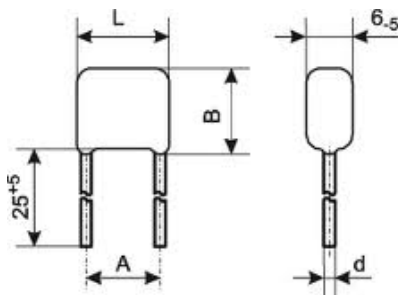


Рисунок 1.6 – Габаритні розміри резистора типу СПЗ-38А

Таблиця 1.4 – Конденсатор СС4 [4]

Позиційне позначення	C1, C6-C10
Назва компонента	Конденсатор СС4
Виробник	Миркон
Параметри конструкції	див. рисунок 1.7
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50 В
тангенс кута втрат	не більше 0,035
допуск	$\pm 10\%$
робоча температура	$-60 \dots +125 \text{ } ^\circ\text{C}$



$$L = 7,5 \text{ мм} \quad B = 7,5 \text{ мм} \quad A = 5 \text{ мм} \quad d = 0,6 \pm 0,1 \text{ мм}$$

Рисунок 1.7 – Габаритні розміри конденсатора СС4

Таблиця 1.5 – Конденсатор ЕСАР [5]

Позиційне позначення	C2, C3
Назва компонента	Конденсатор СС4
Виробник	"Jamicon"
Параметри конструкції	див. рисунок 1.8
Параметри та характеристики	
номінальна ємність, мкФ	0,1-15000

					Арк.
<i>HBB 2.008.001 ПЗ</i>					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

номінальна напруга, В	6,3-450
діапазон робочих температур, °С	-40...+85
допустиме відхилення ємності від номіналу, %	±20

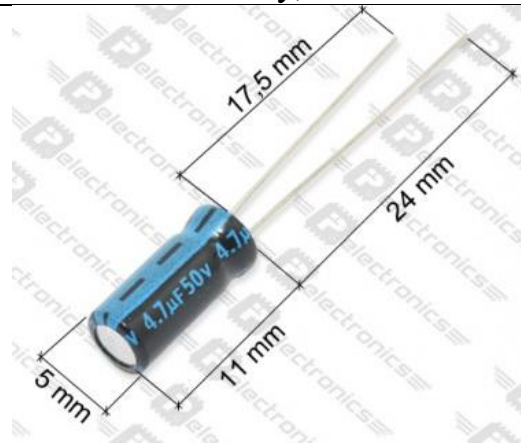


Рисунок 1.8 – Габаритні розміри конденсаторів "Jamicon"

Таблиця 1.6 – Стабілітрон КС210А [6]

Позиційне позначення	VD1
Назва компонента	Стабілітрон КС210А
Виробник	СЗТП
Параметри конструкції	див. рисунок 1.9
Параметри та характеристики	
Розкид напруги стабілізації	9 ... 10,5 В
Мінімально допустимий струм стабілізації	3 мА
Робочий інтервал температури навколишнього середовища	-60 +125 ° С
Максимально-допустима потужність	0,125 Вт

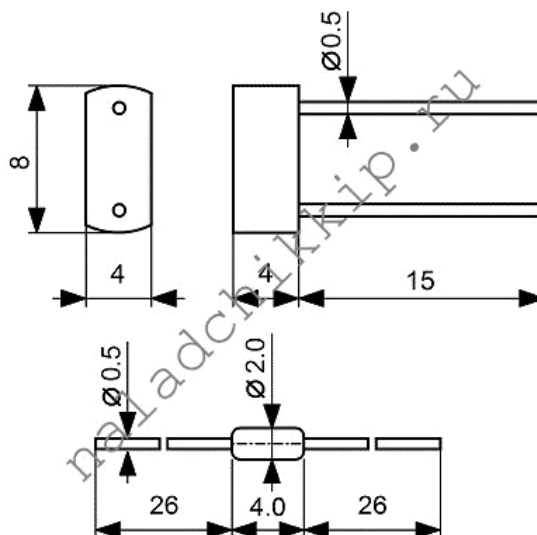


Рисунок 1.9 – Габаритні розміри стабілітрона КС210А

					<i>НВВ 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.7 – Індикатор АЛС321А1 [7]

Позиційне позначення	HG1-HG4	
Назва компонента	Індикатор АЛС321А1	
Виробник	GLB	
Параметри конструкції	див. рисунок 1.10	
Параметри та характеристики		
Колір світіння	жовт. / Зел	
Мінімальна сила світла Iv хв	0.12 Мкд	
Кількість сегментів	7	
Максимальна пряма напруга	3,6В	
Максимальний прямий струм, мА	25	
Робоча температура	-60 ... +70С	
Довжина хвилі	560нм	

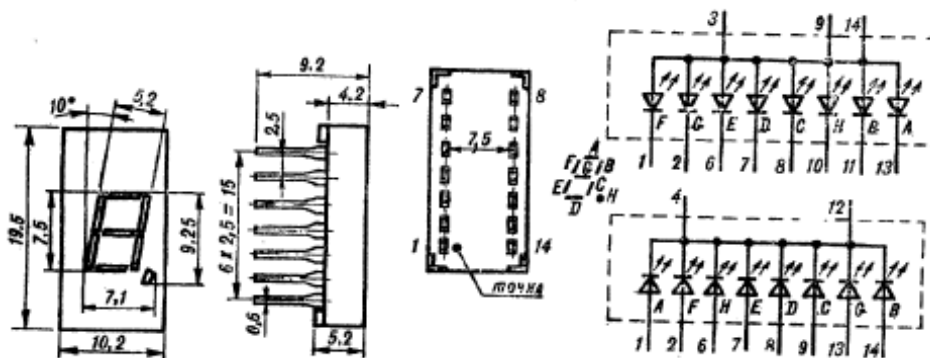


Рисунок 1.10 – Габаритні розміри індикатора АЛС321А1

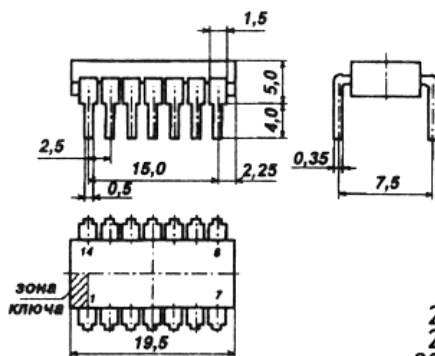
Таблиця 1.8 – Мікросхема типу CD4011 [8]

Позиційне позначення	DD1, DD6	
Назва компонента	Мікросхема типу CD4011	
Виробник	Texas Instruments	
Параметри конструкції	див. рисунок 1.11	
Параметри та характеристики		
Напруга живлення	3 – 15 В	
Струм при нарузі 10 В	0,2 мА	
Максимальний вихідний струм	1 мА	
Кількість каналів	4	
Час затримки	25 нс	

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

НВВ 2.008.001 ПЗ

Арк.



201.14-1  
201.14-2  
201.14-13

Рисунок 1.11 – Габаритні розміри мікросхеми типу CD4011

Таблиця 1.9 – Мікросхема типу CD4017A [9]

Позиційне позначення	DD2
Назва компонента	Мікросхема типу CD4017A
Виробник	Texas Instruments
Параметри конструкції	див. рисунок 1.12
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	+3В + 15В
Кількість розрядів	4
Робочий діапазон температур	-45...+85 °С
Корпус	DIP-16
Час затримки	1860 нс
Вихідний струм низького рівня	0.42мА

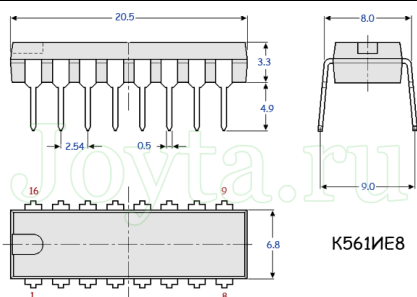


Рисунок 1.12 – Габаритні розміри мікросхеми CD4017

Таблиця 1.10 – Мікросхема Ne555 [10]

Позиційне позначення	DD3
Назва компонента	Мікросхема Ne555
Виробник	Texas Instruments
Параметри конструкції	див. рисунок 1.13
Параметри та характеристики	
Діапазон живлячої напруги	4.5...18, В
Вихідний струм	250 мА
Дрейф розрахованого значення	0,1% , В
Корпус	DIP8
Дрейф температурного значення	0,005%°С

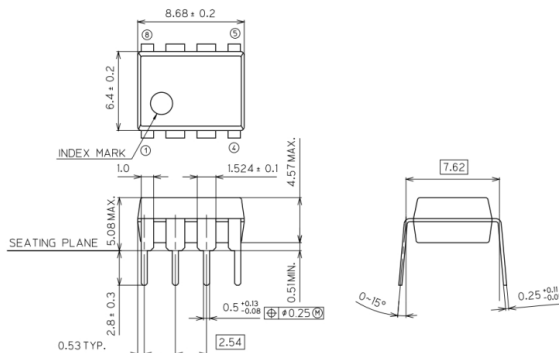


Рисунок 1.13 – Габаритні розміри мікросхеми Ne555

Таблиця 1.11 – Мікросхема CD4052A [11]

Позиційне позначення	DD4
Назва компонента	Мікросхема CD4052A
Виробник	Texas Instruments
Параметри конструкції	див. рисунок 1.14
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	+3В + 15В
Кількість розрядів	4
Корпус	DIP-16
Струм при максимальній напрузі	0.6мА
Вихідний струм низького рівня	0.42мА
Робочий діапазон температур	-45...+85 °С

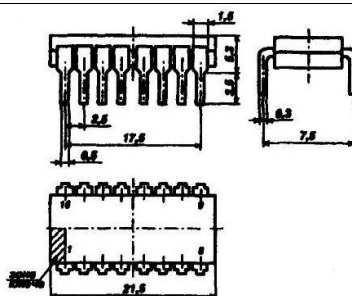


Рисунок 1.14 – Габаритні розміри мікросхеми типу CD4052A

Таблиця 1.12 – Мікросхема CD4020A [12]

Позиційне позначення	DD5
Назва компонента	Мікросхема CD4052A
Виробник	Texas Instruments
Параметри конструкції	див. рисунок 1.15
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	+3В + 15В
Кількість розрядів	16;
Час затримки	1860 нс
Робочий діапазон температур	-45...+85 °С
Корпус	DIP-16
Вихідний струм низького рівня	0.42мА

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

HBB 2.008.001 ПЗ

Арк.

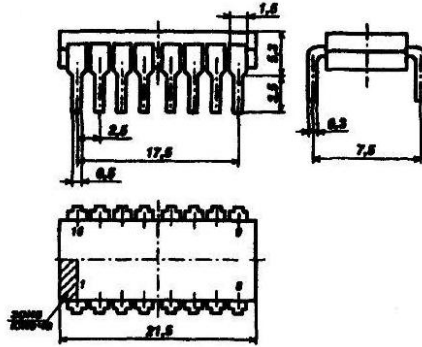


Рисунок 1.15 – Габаритні розміри мікросхеми CD4020A

Таблиця 1.13 – Мікросхема CD4026E [13]

Позиційне позначення	DD7-DD9
Назва компонента	Мікросхема CD4026E
Виробник	Texas Instruments
Параметри конструкції	див. рисунок 1.16
Параметри та характеристики	
Напруга живлення номінальна	9В ± 5%
Вихідна напруга "0"	<0,3 В
Максимальна тактова частота	1МГц
Максимальний вихідний струм	0,2 мА
Вихідна напруга "1"	> 8,2 В
Вхідний струм "0/1"	<0,5 мкА

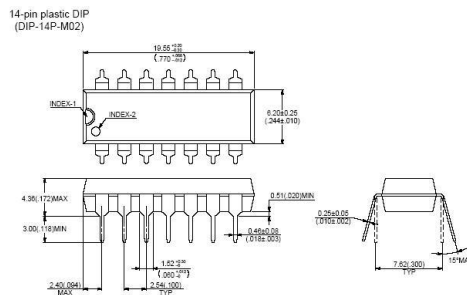


Рисунок 1.16 – Габаритні розміри мікросхеми CD4026E

Таблиця 1.14 – Мікросхема CD4026E [14]

Позиційне позначення	DA1
Назва компонента	Мікросхема L7809CV
Виробник	Texas Instruments
Параметри конструкції	див. рисунок 1.17
Параметри та характеристики	
Номінальна вихідна напруга	+9 В
Максимальний вихідний струм	1.5А
Максимальна вхідна напруга	+40 В
Діапазон температур	-10..+70°C
Корпус	TO-220-3





Таблиця 1.16 – Транзистор КТ837А [15]

Позиційне позначення	VT4
Назва компонента	Транзистор КТ837А
Виробник	Інтеграл
Параметри конструкції	див. рисунок 1.19
Параметри та характеристики	
структура	pnp
Макс. напр. до-б при заданому зворотному струмі В	80
Статичний коефіцієнт передачі струму $h_{21e}$ хв	10
Гранична частота коефіцієнта передачі струму $f_{гр}$ .МГц	1
Максимальна розсіює потужність, Вт	30
Корпус	kt-282
Максимально допустимий струм до ( $I_k$ макс.)	7.5

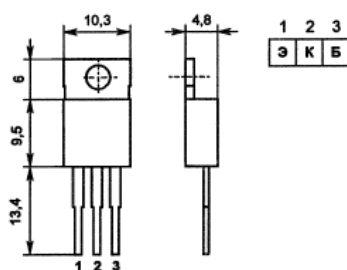


Рисунок 1.19 – Габаритні розміри транзистора КТ837А

### 1.6 Компоновка друкованого вузла пристрою

Для вимірювання ємності електролітичних конденсаторів можна скористатися спеціальним приладом, який називається ємнісним метром або капацитором. Компоновка приладу для вимірювання ємності електролітичних конденсаторів зазвичай включає наступні елементи:

Ємностний міст (калібрований стандартний конденсатор): Використовується як посилальний конденсатор, ємність якого відома точно і відіграє роль основного вимірювального елементу.

Джерело напруги: Забезпечує стабільну напругу для зарядки конденсатора під час вимірювання.

Амперметр: Вимірює струм, що протікає через конденсатор під час його зарядки або розрядки.

					<i>НВВ 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вольтметр: Вимірює напругу на конденсаторі під час зарядки або розрядки.

Таймер або секундомір: Використовується для вимірювання часу, який потрібний для зарядки або розрядки конденсатора.

Компоновка може варіюватися залежно від конкретного приладу та його конструкції. Процес вимірювання полягає у зарядженні конденсатора через джерело напруги, вимірюванні часу зарядки та вимірюванні напруги на конденсаторі.

Важливо дотримуватися правильної положення полярності підключення електролітичних конденсаторів, оскільки вони мають полярність. Правильне підключення поляритету допомагає уникнути пошкодження конденсаторів та приладу.

При компонуванні друкованого вузла (PCB) важливо дотримуватися деяких основних правил, які сприяють якісній роботі вузла і уникненню проблем. Ось кілька таких правил:

Розташування компонентів: Розташуйте компоненти на PCB таким чином, щоб забезпечити оптимальну функціональність і зручність монтажу. Розгляньте потреби ведення трас, розміщення кристалів, інтерфейсних з'єднань та інших важливих елементів.

Уникайте перенавантаження: Уникайте перенавантаження одного шару PCB компонентами та трасами. Розподіляйте компоненти рівномірно по всій площі PCB, щоб уникнути зайвого нагромадження тепла та електромагнітних перешкод.

Зона впливу: Забезпечте достатній простір навколо критичних компонентів, таких як високовольтні елементи або елементи, які виділяють багато тепла. Це допоможе уникнути перешкод та небажаного впливу на сусідні компоненти.

Ведення трас: Вимагайте оптимального ведення трас для забезпечення мінімального перехресного зв'язку, зменшення шумів і інтерференції, а також забезпечення оптимальної продуктивності вузла.

					<i>НВВ 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Групування сигналів: Групуйте сигнали з однаковою функцією, щоб забезпечити легку ідентифікацію, легкий доступ та зменшення взаємних впливів.

Зона монтажу: Відведіть відповідну зону для компонентів, яка дозволяє зручний монтаж та демонтаж компонентів, а також легкий доступ до паяльних точок.

Заземлення: Правильно виконуйте схему заземлення для забезпечення стійкості, захисту від електромагнітних шумів та надійності системи.

Запобігання перешкодам: Уникайте перетину трас в вузьких і шумних ділянках. Дотримуйтесь правил прокладання трас, щоб уникнути перешкод.

Правильні розміри: Врахуйте вимоги щодо мінімального розміру трас, відстаней між компонентами та інших важливих параметрів при проектуванні РСВ.

Перевірка перед виготовленням: Завжди перевіряйте проект РСВ на наявність помилок, збігів, несумісностей тощо перед виготовленням. Використовуйте спеціальне програмне забезпечення для перевірки електричних параметрів та правильності трасування.

### 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/м<sup>2</sup> за місяць). При цьому вартість передавальних пристроїв включається в орендну плату будівель.

Вартість будівель розраховується за формулою:

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

$$V_{\text{буд}} = 1200 \times 120 = 144000 \text{ (грн.)}$$

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

$C_{\text{буд}}$  – орендна плата за 1м<sup>2</sup> будівлі, грн./м<sup>2</sup>;

					<i>НВВ 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$S_{\text{буд}}$  – площа будівлі,  $\text{м}^2$  (приймається 100-150  $\text{м}^2$ ).

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

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

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 144000 + 72000 = 216000 \text{ (грн.)}$$

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

$$V_{\text{обл}} = 144000 \cdot 0,5 = 72000 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$V_{\text{інстр}} = 72000 \times 0,02 \times 1,1 = 1584 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$V_{\text{інв}} = 72000 \times 0,03 \times 1,1 = 2376 \text{ (грн.)}$$

					<i>НВВ 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

$$\Pi = 216000 + 1584 + 2376 = 219963 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

$$A = \frac{3960 \times 25}{100} = 990 \text{ (грн.)}$$

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. 1.17

Таблиця 1.17 – Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

№з/ п	Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, тис. грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, тис. грн.
	Інструменти та прилади	1584	396
	Виробничий та господарський інвентар	2376	594
	Всього:	3960	990

					<i>НВВ 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$V_M = 466,5 \times 1,04 = 485,2 \text{ (грн.)}$$

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.;

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

Таблиця 1.18 – Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	25	25
2	Кришка нижня	1	30	30
3	Кришка верхня	1	30	30
4	Мікросхеми	10	30	300
5	Конденсатори електrolітичні	2	4	8
6	Конденсатори керамічні	7	0,5	3,5
7	Резистори постійні	24	0,5	12
8	Резистори змінні	2	5	10
9	Транзистори	7	5	35
10	Резонатор кварцовий	1	7	7
11	Роз'єм	1	5	5
				466,5

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

					<i>HBB 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$P_{від} = \frac{47}{60} \times 115 = 90,1(\text{грн})$$

де  $t_{шт. i}$  – 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.1.19

Таблиця 1.19 – Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{шт.}$ хв.	Розряд	Годинна тарифна ставка, (С <sub>г</sub> ),грн/год
1	Пайка	17	VI	115
2	Регулювання	13	VI	115
3	Складання	17	VI	115
	Всього	47		

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

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

$$V_{дод.з.пл.} = 90,1 \times 0,11 = 9,9 (\text{грн})$$

					<i>HBB 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$C_{в.с.з.} = \frac{\alpha}{100} \times (P_{від} + B_{дод.з.пл.}) \quad (1.28)$$
$$C_{в.с.з.} = \frac{22}{100} \times (90,1 + 9,9) = 22 \text{ (грн)}$$

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

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

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

$$B_{уео} = \frac{\alpha_{уео}}{100} \times (P_{від} + B_{дод.з.пл.}) \quad (1.29)$$
$$B_{уео} = \frac{50}{100} \times (90,1 + 9,9) = 50 \text{ (грн.)}$$

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

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

					<i>НВВ 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





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

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

$$Ц_{одпр} = 717,2 \times \frac{100 + 22}{100} = 875 \text{ (грн.)}$$

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

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$П_p = (Ц_{одпр} - S_{пов.}) \times N_p, \quad (1.33)$$

$$П_p = (875 - 717,2) \times 8000 = 1262400 \text{ (грн),}$$

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

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

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$ЧП = П_p - П_p \times \frac{П_n}{100}, \quad (1.34)$$

$$ЧП = 1262400 - 1262400 \times \frac{18}{100} = 1035168 \text{ (грн.)}$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

$$S_{повq} = S_{пов} \times N_p \quad (1.35)$$

$$S_{повq} = 717,2 \times 8000 = 5737600 \text{ (грн..)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

$$P_n = \frac{ЧП}{S_{повq}} \times 100\% \quad (1.36)$$

					<i>НВВ 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{\Pi} = \frac{1035168}{5737600} \times 100\% = 18 \%$$

де  $P_{\Pi}$ - рентабельність продукції, %;

$S_{\text{повд}}$  - 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:

$$ГП = ЧП_t + A_t, \quad (1.37)$$

$$ГП = 1035168 + 990 = 1036158 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

$$ЧТВ = ТВ - ПІ \quad (1.38)$$

$$ЧТВ = 863465 - 219963 = 643502 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$ТВ = \frac{1036158}{(1 + 0,2)^1} = 863465 \text{ (грн.)}$$

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

					<i>НВВ 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

$$ІП = \frac{TВ}{П} \quad (1.40)$$

$$ІП = \frac{863465}{219963} = 3,9$$

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:

$$Ток_{диск} = \frac{П}{ГП_{диск}} \quad (1.41)$$

$$Ток_{диск} = \frac{219963}{86346,5} = 2,5р$$

					<i>НВВ 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$ГП_{\text{диск}} = \frac{ТВ}{t}, \quad (1.42)$$

$$ГП_{\text{диск}} = \frac{863465}{10} = 86346,5 \text{ (грн.)}$$

де  $t$  - кількість років інвестування.

Підсумки вищенаведених розрахунків доцільно звести в табл. 1.21

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

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний обсяг виробництва виробу:	од.	8000
2	Собівартість виробу	грн./од.	717,2
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	875
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	219963
5	Чистий прибуток	грн.	1035168
6	Рентабельність виробу	%	18
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	643502
9	Індекс прибутковості	-	3,9
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	2,5









## 2.2 Опис створення 3D плати виробу

Вигляди 3D плати в Altium зображені на рисунках 2.6 та рисунках 2.7.

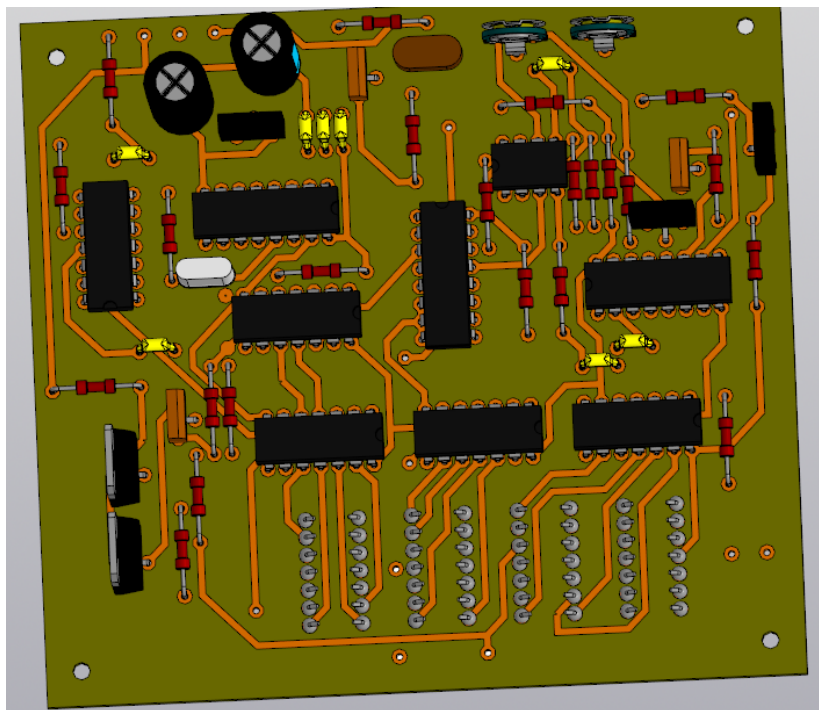


Рисунок 2.6 – 3D друкована плата виконана в Altium

На рисунку 2.7 зображено 3D друкована плата виконану в Altium вигляд з пайки, там також розміщено індикатор.

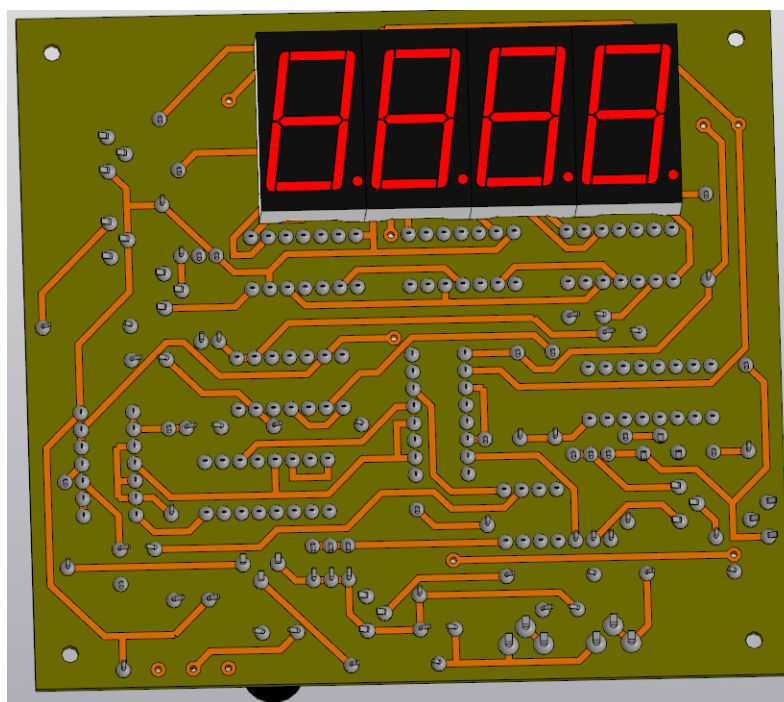


Рисунок 2.7 – 3D друкована плата виконана в Altium вигляд з пайки

					<i>HVB 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		











Вимоги в області забезпечення безпечних і здорових умов праці, що відображені в правилах і нормах безпеки і виробничої санітарії, є юридичне обов'язковими як для адміністрації, так і для працівників. При недотриманні цих правил і норм винні особи несуть юридичну відповідальність [38].

За сферою дії правила безпеки і виробничої санітарії бувають єдині для всіх галузей народного господарства, міжгалузеві і галузеві правила і норми.

Єдині правила безпеки і виробничої санітарії розповсюджуються на всі галузі народного господарства, рівень їх вимог має бути однаковим у всіх галузях народного господарства.

Міжгалузеві правила безпеки і виробничої санітарії є також загальними для декількох галузей або в окремих видах виробництв, робіт або на окремих типах обладнання в будь-яких галузях народного господарства.

Галузеві правила безпеки і виробничої санітарії розповсюджується тільки на окрему галузь виробництва в масштабах всієї держави і виражають безпеку і гігієну праці, специфічну для даної галузі. До вимог безпеки і виробничої санітарії відносяться норми, що встановлюють засоби індивідуального захисту працюючого від виробничих і професійних захворювань.

Потенційну небезпеку на галузевих об'єктах виявляють шляхом аналітичного вивчення всіх функціональних сторін виробничої діяльності та соціально-економічних наслідків виробничого травматизму.

Аналіз виробничого травматизму ставить перед собою мету встановити закономірності, які спричинили появу нещасних випадків.

Нещасному випадку завжди передують те чи інше відхилення від нормального ходу виробничого процесу. Тому аналіз травматизму дає можливість розробити комплекс профілактичних заходів, що усувають небезпечні і шкідливі умови праці на галузевих об'єктах [38].

					<i>НВВ 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





У пізнанні складного комплексу "людських" (психофізіологічних) факторів є великі можливості підвищення суб'єктивної безпеки праці. Розробка точних характеристик безпеки виробничих систем з урахуванням психофізіологічних факторів людини є дуже складною і потребує проведення подальших досліджень в цій області [38].

Виробничому процесу властивий певний ступінь неупорядкованості, в результаті якого стан системи відхиляється від заданого (оптимального) стану. Відхилення елементів, а також порушення внутрішніх взаємозв'язків приводять до появи кількісних невідповідностей, диспропорцій (Д) деяких значень, при яких у системі виникають небезпеки, які шкідливо діють на людину (Л).

Виробнича система має властивість адаптації, і зміна окремих елементів від потрібного рівня компенсується внесенням відповідних змін в інші елементи. Найбільші адаптаційні можливості має людина, яка може в якійсь мірі компенсувати недоліки в конструкції машини, технології, організації виробництва своїми розумовими та фізичними можливостями. Але адаптаційні можливості людини обмежені, і при їх перевищенні дія НВФ, які виникли, приводить до різних форм втрати здоров'я людиною.

Важливим етапом дослідження виробничого травматизму є створення досконалої класифікації причин нещасних випадків.

Вирішення цього питання сприяло б розробці інформаційної бази для обліку і аналізу причин та умов травматизму на базі ПЕОМ. Використання комп'ютерів доступне, не вимагає застосування складних, дорогих пристроїв, дозволяє швидко проводити обробку та аналіз первинної інформації, з наступним прогнозуванням та вибором профілактичних заходів.

Кожний нещасний випадок обумовлений деяким відхиленням факторів безпеки від їх "нормального" стану. Тому аналіз причин травматизму надає можливість одержати відповідну інформацію, яка характеризує рівень безпеки праці за різними класами факторів.

					<i>НВВ 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Для ранжирування, визначення найбільш істотних ознак та формування класифікатора факторів безпеки праці був проведений статистичний аналіз причин виробничого травматизму. В результаті цього виявлений наступний результативний ранг факторів безпеки праці по загальному і смертельному травматизму.

Аналіз показав, що нещасні випадки в основному виникають через організаційні причини, а це пов'язано з незадовільною організацією праці в господарстві (відсутність проекту робіт; інструкцій з охорони праці; незадовільний нагляд за небезпечними видами робіт; незадовільний режим праці і відпочинку; неправильна організація робочих місць, руху транспортних засобів; відсутність або невідповідність умовам праці спецодягу, індивідуальних засобів захисту, відсутність інструктажів, навчання, контролю з охорони праці та ін., незадовільним утриманням робочих місць).

То, що "людський фактор" (психофізіологічний - невідповідність анатомо-фізіологічних і психологічних особливостей організму людини умовам праці; незадоволення працею, невикористання огорожень, небезпечних зон, індивідуальних засобів захисту; алкогольне сп'яніння; незадоволення "психологічним кліматом" в колективі і т. ін.) ранжирується другим при загальному травматизмі і першим - по смертельному, не викликає сумніву, до того ж міжнародна статистика свідчить, що головним винуватцем нещасних випадків є не техніка, не організація праці, а сама працююча людина.

Відомо, що в 50-90% випадків, в залежності від галузі (в АПК у деяких областях України - до 80%), є доля вини потерпілого [38].

					<i>НВВ 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Висновки

Згідно даного завдання створено проект вимірювача ємності електролітичних конденсаторів, розраховано його основні технічні характеристики, проведено якісну оцінку технологічності, визначено умови використання та вартість.

Проектування пристрою було здійснено з урахуванням сучасних вимог до конструктивно-технологічних, економічних та естетичних аспектів, а також норм ергономіки та дизайну. Основними особливостями пристрою є його простота виготовлення, зручність використання та можливість проведення ремонту, а також перспективи успішного масового впровадження.

Використання сучасних компонентів дозволило зменшити розміри та вагу пристрою, а також забезпечити високу вібростійкість та надійність. Пристрій повністю готовий до серійного виробництва, що може бути впроваджено підприємством.

Популярність та широке застосування обраних компонентів значно спрощують процес ремонту даного пристрою. Розрахунок вартості виробництва показав, що запропонований пристрій є доступним за ціною для громадян з середнім рівнем матеріального забезпечення.

					<i>НВВ 2.008.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		











***ДОДАТКИ***

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

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри РТ  
\_\_\_\_\_ к.т.н. Дунець В.Л.  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ  
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «Пристрій для зарядки і тренування акумуляторів»

Узгоджено:  
Керівник дипломного проекту  
Химич Г.П. \_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_ р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”  
Студент групи РАс-41  
Недошитко В.В. \_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 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 Недошитко Віктор Володимирович групи РАС-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

## 3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка вимірювача ємності, що включає в себе:

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

## 4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

### 4.1. Основні параметри

4.1.1. Вимірювач повинен бути розрахований на живлення від джерела живлення яке видає 12 В.

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

### 4.2. Технічні вимоги

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

4.2.2. Вимірювач повинен забезпечувати задану потужність з моменту включення.

4.2.3. Вимірювач 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 частотоміра повинні бути захищені від струмів короткого замикання.

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

4.2.6. За механічними, кліматичними і експлуатаційними умовами зарядне повинне 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. Вимірювач ємності електролітичних конденсаторів повинен піддаватися періодичним випробуванням.

4.3.2. При випробуваннях вимірювач повинен 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 вимірювачів 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 виготовлення виробів та їх приймання беруть замовник та підприємство-виробник.

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

- Приймальний рівень  $P_{\alpha} = 0.95$ ;
- Бракувальний рівень  $P_{\mu} = 0.8$ ;
- Ризик виробника  $\alpha = 0.1$ ;
- Ризик споживача  $\beta = 0.2$ .

## 5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації:

- пояснювальна записка;
- структурна схема вимірювача ємності електролітичних конденсаторів;
- електрична принципова схема вимірювача електролітичних конденсаторів ;
- друкована плата вимірювача ємності електролітичних конденсаторів;
- друкований вузол.

## 6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Формування та аналіз технічного завдання	10.03-20.3
2	Пошук та аналіз	15.03-25.03
3	Створення схеми структурної	23.03-28.03
4	Створення схеми електричної принципової	25.03-20.04
5	Опис схеми електричної принципової та аналіз її роботи	18.04-30.04
6	Проектування вузлів схеми електричної принципової	25.04-5.05
7	Розрахунок окремих елементів та вузлів	5.05-15.05
8	Підбір елементів бази	27.04-15.05
9	Розрахунок параметрів друкованого вузла	10.05-20.05
10	Компоновка друкованого вузла	10.05-20.05
11	Розрахунок співвартості розробленого пристрою	20.5-25.05
12	Опис та обґрунтування використання САПР для проектування	25.05-5.06
13	Опис завдання з охорони праці та безпеки проектування	12.05-1.06
14	Висновки	1.06-3.06
15	Оформлення роботи	3.06-10.06
16	Представлення роботи для перевірки на антиплагіат	10.06-15.06
17	Захист КР	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.	Довід. №	Поз. познач.	Найменування			Кіл.	Примітка		
		Конденсатори							
		С1	СС4-10 нФ ±10% "Epcos"			1			
		С2	ЕСАР-470 мкФ 50В ±20% "Jamicon"			1			
		С3	ЕСАР-470 мкФ 25В ±20% "Jamicon"			1			
		С4	СС4-100 нФ ±10% "Epcos"			1			
		С5	СС4-100 пкФ ±10% "Epcos"			1			
		С6...С7	СС4-100 нФ ±10% "Epcos"			2			
		С8	СС4-220 пкФ ±10% ""Epcos"			1			
		С9...С10	СС4-100 пкФ ±10% ""Epcos"			2			
Мікросхеми									
Підпис і дата	І-в. № докл.	DA1	L7809CV "ST Microelectronics"			1			
		DD1	CD4011 "Texas Instruments"			1			
		DD2	CD4017A "Texas Instruments"			1			
		DD3	NE555 "Texas Instruments"			1			
		DD4	CD4052A "Texas Instruments"			1			
		DD5	CD4020A "Texas Instruments"			1			
		DD6	CD4011 "Texas Instruments"			1			
		DD7...DD9	CD4026E "Texas Instruments"			3			
		Резистори							
		Зам. і-в. №	Підпис і дата	R1	С1-4-82 Ом-0,25 Вт ±10% "MFP"			1	
R2	СП3-38а-33 Ом ±20% ""MFP"			1					
R3	С1-4-5,1 Ом-0,25 Вт ±10% "MFP"			1					
R4	СП3-38а-10 Ом ±20% ""MFP"			1					
<b>НВВ 2.008.001 ПЕЗ</b>									
Зм.	Арк.			№ докум.	Підпис	Дата			
Розрод.	Недошитко			Вимірювач ємності полярних конденсаторів	Літ.	Аркцш	Аркцшів		
Перевір.	ХИМУЧ				Н	1	3		
Н.контр.					ТНТУ ФПТ каф.РТ				
Затверд.				зр.РАс-41					
Копіював						Формат А4			

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
R5	C1-4-1 Ом-0,25 Вт ±10% ""MFP"	1	
R6	C1-4-470 кОм-0,25 Вт ±10% ""MFP"	1	
R7	C1-4-1 кОм-0,25 Вт ±10% "MFP"	1	
R8	C1-4-10 Ом-0,25 Вт ±10% ""MFP"	1	
R9	C1-4-1 кОм-0,25 Вт ±10% ""MFP"	1	
R10	C1-4-8,2 кОм-0,25 Вт ±10% "MFP"	1	
R11...R12	C1-4-1 кОм-0,25 Вт ±10% ""MFP"	2	
R13...R14	C1-4-10 кОм-0,25 Вт ±10% ""MFP"	2	
R15...R16	C1-4-27 кОм-0,25 Вт ±10% ""MFP"	2	
R17	C1-4-1 кОм-0,25 Вт ±10% ""MFP"	1	
R18...R19	C1-4-10 кОм-0,25 Вт ±10% ""MFP"	2	
R20	C1-4-1 кОм-0,25 Вт ±10% ""MFP"	1	
R21	C1-4-5,6 кОм-0,25 Вт ±10% ""MFP"	1	
R22	C1-4-10 кОм-0,25 Вт ±10% "MFP"	1	
R23...R24	C1-4-430 Ом-0,25 Вт ±10% ""MFP"	2	
R25	C1-4-10 кОм-0,25 Вт ±10% ""MFP"	1	
R26	C1-4-430 Ом-0,25 Вт ±10% "MFP"	1	
HG1...HG4	Цифровий індикатор АЛС321А1 "GLB"	4	
VD1	Стабілітрон КС210А "СЗТТ"	1	
	Транзистори		
VT1...VT2	КТ973А "Інтеграл"	2	
VT3	КТ972А "Інтеграл"	1	
VT4	КТ837А "Інтеграл"	1	
VT5...VT7	2SC633 "Texas instruments"	3	
ZQ1	Кварцевий резонатор КХ0-100 кГц "Geyer"	1	

Підпис і дата

Інв. № докл.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

HBB 2.008.001 ПЕЗ

Арк.

2





Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
<i>Документація</i>						
A4			HBB 2.008.001 ПЕЗ	Перелік елементів		
A1			HBB 2.008.001 ЕЗ	Схема електрична принципова		
A1			HBB 2.008.001 СК	Вузол друкований		
<i>Деталі</i>						
A1		1	HBB 2.008.001	Плата друкована	1	
БК		2	HBB 2.008.001	Перемичка	10	
<i>Інші вироби</i>						
<i>Конденсатори</i>						
		5		СС4-100 пкФ ±10% "Epcos"	3	С5, С9...С10
		6		СС4-220 пкФ ±10% "Epcos"	1	С8
		7		СС4-10 нФ ±10% "Epcos"	1	С1
		8		СС4-100 нФ ±10% "Epcos"	3	С4, С6...С7
		9		ЕСАР-470 мкФ 25В ±20% "Jamicon"	1	С3
		10		ЕСАР-470 мкФ 50В ±20% "Jamicon"	1	С2
<i>Мікросхеми</i>						
		12		L7809CV "ST Microelectronics"	1	DA1
		13		CD4011 "Texas Instruments"	2	DD1, DD6
		14		CD4017A "Texas Instruments"	1	DD2
		15		NE555 "Texas Instruments"	1	DD3
<b>HBB 2.008.001</b>						
			Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис
			Розрод.	Недшитко		
			Перевір.	Химич		
			Н.контр.			
			Затверд.			
				Вимірювач ємності полярних конденсаторів Вузол друкований Специфікація		
				Літ.	Аркцш	Аркцшів
				Н	1	2
				ТНТУ ФПТ каф.РТ зр.РАс-41		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
		16		CD4052A "Texas Instruments"	1	DD4
		17		CD4020A "Texas Instruments"	1	DD5
		18		CD4026E "Texas Instruments"	3	DD7...DD9
				<i>Резистори</i>		
		20		C1-4-1 0M-0,25 Вт ±10% "MFP"	1	R5
		21		C1-4-5,1 0M-0,25 Вт ±10% "MFP"	1	R3
		22		C1-4-10 0M-0,25 Вт ±10% "MFP"	1	R8
		23		СПЗ-38а-10 0M ±20% "MFP"	1	R4
		24		СПЗ-38а-33 0M ±20% "MFP"	1	R2
		25		C1-4-82 0M-0,25 Вт ±10% "MFP"	1	R1
		26		C1-4-430 0M-0,25 Вт ±10% "MFP"	3	R23...R24, R26
		27		C1-4-1 кОМ-0,25 Вт ±10% "MFP"		R7, R9, R11...
					6	R12, R17, R20
		28		C1-4-5,6 кОМ-0,25 Вт ±10% "MFP"	1	R21
		29		C1-4-8,2 кОМ-0,25 Вт ±10% "MFP"	1	R10
		30		C1-4-10 кОМ-0,25 Вт ±10% "MFP"		R13...R14, R18...
					6	R19, R22, R25
		31		C1-4-27 кОМ-0,25 Вт ±10% "MFP"	2	R15...R16
		32		C1-4-470 кОМ-0,25 Вт ±10% "MP"	1	R6
		34		Цифровий індикатор АІС321А1 "GLB"	4	HG1...HG4
		36		Стабілітрон КС210А "СЗТТ"	1	VD1
				<i>Транзистори</i>		
		38		КТ973А "Інтеграл"	2	VT1...VT2
		39		КТ972А "Інтеграл"	1	VT3
		40		КТ837А "Інтеграл"	1	VT4
		41		2SC633 "Texas instruments"	3	VT5...VT7
		43		Кварцевий резонатор КХО-100 кГц "Geyer"	1	ZQ1
<b>HBB 2.008.001</b>						
						Арк.
						2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		