

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавра

(назва освітнього ступеня)

на тему:

Прилад для діагностики трансформаторів

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

спеціальності 172 Електронні комунікації та

радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Галиш А. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Дунець В. Л.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Марценюк А. С.

(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 та електроінженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)  
« » 20\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 172 Електронні комунікації та радіотехніка  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Галишу Андрію Вікторовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Прилад для діагностики трансформаторів

Керівник роботи Дунець Василь Любомирович  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_\_.

2. Термін подання студентом завершеної роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи Напруга живлення: 6 В, живлення батарейки типу: ААА,  
тип відображення інформації: світлодіодна шкала, маса: 0,2 кг.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)  
Вступ, аналіз технічного завдання, розробка структурної схеми,  
розрахунок окремих вузлів схеми електричної принципової, вибір елементної бази, компоновка вузла,  
САПР, охорона праці та життєдіяльності, висновок і список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)  
Схема структурна, схема електрична принципова, креслення друкованої плати,  
креслення друкованого вузла.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>			

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Розробка та затвердження технічного завдання</i>		
2	<i>Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи</i>		
3	<i>Розробка структурної схеми</i>		
4	<i>Розробка схеми електричної принципової приладу</i>		
5	<i>Розрахунок основних вузлів у схемі приладу</i>		
6	<i>Вибір компонентної бази</i>		
7	<i>Компоновка друкованого вузла вимірювача</i>		
8	<i>Створення допоміжної документації</i>		
9	<i>Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони праці</i>		
10	<i>Нормоконтроль</i>		
11	<i>Перевірка роботи на антиплагіат</i>		
12	<i>Попередній захист КР</i>		
13	<i>Захист КР</i>		

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Галиш А. В.*

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Дунець В. Л.*

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Прилад для діагностики трансформаторів // ТНТУ, факультет ФПТ, група РАС-41. // Тернопіль, 2024 р. //с.-50, рис.-33, табл.-1.

Ключові слова: діагностика, SMD, трансформатори.

В рамках дипломного проекту було створено апарат для перевірки роботи трансформаторів. Розроблено блок-схему та підбрано необхідні компоненти для конструювання схеми ЕЗ та її комплектуючих. Сформовано дизайн друкованої плати і визначено специфікації компонентів. Проведено аналіз функціонування окремих частин пристрою, в тому числі обчислення параметрів стабілізатора. Окрема частина присвячена використанню програмного забезпечення для проектування, включно з моделюванням друкованої плати і складальних одиниць. Розділ, що стосується безпеки праці, містить аналіз заходів забезпечення безпеки при виконанні роботи.

## ABSTRACT

Transformer Diagnostic Device // Ternopil National Technical University, Faculty of Power Engineering and Electrical Engineering, Group RAc-41. // Ternopil, 2024. // p.-50, fig.-33, tab.-1.

Keywords: diagnostics, SMD, transformers.

Within the framework of the diploma project, a device for testing the operation of transformers was developed. A block diagram was designed, and necessary components were selected for constructing the E3 circuit and its assemblies. The printed circuit board design was finalized, and component specifications were determined. An analysis of the functioning of individual parts of the device was conducted, including calculations of stabilizer parameters. A section dedicated to the use of software for design, including printed circuit board and assembly unit simulation, was included. The chapter on occupational safety features an analysis of safety measures during work execution.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ОСНОВНА ЧАСТИНА .....	6
1.1 Аналіз технічного завдання .....	6
1.1.1 Опис існуючих аналогів .....	6
1.2 Розробка структурної схеми приладу для діагностики трансформаторів .....	13
1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми приладу для діагностики трансформаторів .....	14
1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази приладу для діагностики трансформаторів .....	18
1.5 Компоновка друкованого вузла приладу для діагностики трансформаторів .....	25
1.6 Висновки до розділу 1 .....	26
2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА (САПР).....	27
2.1 Вибір САПР .....	27
2.2. Створення бібліотеки компонентів в Altium Designer .....	27
2.3. Проектування друкованої плати в Altium Designer .....	33
2.4. Висновки до розділу 2 .....	37
3 Охорона праці та безпека життєдіяльності .....	38
3.1 Долікарська допомога при ранах .....	38
3.2.Характеристика життєдіяльності людини у системі „людина - машина – середовище існування” .....	43
3.3. Висновки до розділу 3 .....	46
ВИСНОВКИ .....	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	48
ДОДАТКИ.....	50

					<i>Г АВ 2.899.001 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докцм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Прилад для діагностики трансформаторів</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркциф</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Галиш А. В.</i>					4	50	
<i>Перевір.</i>	<i>Дценець В. Л.</i>					<i>ТНТУ, ФПТ каф. РТ</i>		
<i>Реценз.</i>						<i>гр. РАС-41</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Марценюк А. С.</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Дценець В. Л.</i>				<i>Пояснювальна записка</i>			

## ВСТУП

Прилади для перевірки трансформаторів використовуються для оцінки стану трансформаторів та їх компонентів. Вони дозволяють вимірювати різні параметри, які важливі для забезпечення надійної та безпечної роботи трансформаторів. Ось деякі з основних параметрів, які можуть бути виміряні за допомогою цих приладів.

Опір обмотки. Вимірювання опору обмоток допомагає виявити проблеми, такі як короткі замикання між витками або погані з'єднання.

Коефіцієнт трансформації. Перевірка відповідності коефіцієнта трансформації номінальним значенням вказує на правильність роботи трансформатора.

Струм збудження. Вимірювання струму збудження може вказувати на наявність внутрішніх пошкоджень або неправильну настройку трансформатора.

Тангенс дельта (тан  $\delta$ ). Вимірювання тангенса дельта дозволяє оцінити стан ізоляції трансформатора.

Випробування діелектричної міцності. Перевірка діелектричної міцності олії трансформатора важлива для забезпечення його безпечної експлуатації.

Сучасні прилади для перевірки трансформаторів часто є багатофункціональними та можуть виконувати декілька тестів одним приладом. Вони можуть бути портативними для зручності використання на місці або стаціонарними для використання в лабораторіях.

					ГАВ 2.899.001 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 ОСНОВНА ЧАСТИНА

## 1.1 Аналіз технічного завдання

Необхідно розробити прилад для перевірки трансформаторів основна задача якого полягає в перевірці трансформатора на наявність закорочень між витками обмоток. Прилад є корисним в побутовому застосування та в майстернях з ремонту РЕА.

Технічні параметри приладу:

Напруга живлення:.....6В.

Живлення батарейки типу: .....AAA.

Тип відображення інформації: .....світлодіодна шкала.

Маса: .....0,2 кг.

### 1.1.1 Опис існуючих аналогів

Існує безліч приладів для діагностики трансформаторів, кожен з яких має свої особливості, переваги та недоліки. Вибір відповідного приладу залежить від специфічних потреб вашого підприємства, виду трансформаторів, які ви використовуєте, та вашого бюджету.

Нижче наведені моделі приладів для діагностики трансформаторів, які зарекомендували себе на ринку

Metrel MI 3280

Опис: цифровий аналізатор трансформаторів, призначений для експлуатації, ремонту, виробництва та обслуговування силових та вимірювальних трансформаторів струму і напруги.

Плюси.

Вимірювання коефіцієнта трансформації одно- та трифазних трансформаторів струму і напруги.

Вимірювання кута зсуву фаз між векторами напруги первинної і вторинної обмоток.

					ГАВ 2.899.001 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Вимірювання струму збудження та опору обмоток постійним струмом.

Портативний з високим ступенем захисту (IP 65/IP 54), вага 8,8 кг.



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд приладу Metrel MI 3280

Viola TD

Опис: Прилад для випробування та діагностики трансформаторів з можливістю вимірювання коефіцієнта діелектричних втрат і випробування на ННЧ.

Плюси.

Максимальна випробувальна напруга до 44 кВСКЗ / 62 кВпік.

Підтримка декількох форм напруги: ННЧ truesinus®, прямокутна напруга ННЧ, постійна напруга.

									Арк.
									7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Г АВ 2.899.001 ПЗ				

Здатність працювати у безперервному режимі.

Високоточне вимірювання коефіцієнта діелектричних втрат з точністю  $1 \times 10^{-4}$ .

Можливість використання з генератором PD-TaD 62 для додаткових функцій діагностики

Мінуси.

Висока вартість, що може бути недоступною для невеликих підприємств.

Складність в експлуатації через необхідність висококваліфікованих спеціалістів.



Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд Viola TD

Omicron CPC 100

Опис. Універсальний прилад для випробувань та діагностики трансформаторів, що підтримує широкий спектр вимірювань та випробувань.

Плюси.

Висока точність вимірювань та надійність.

Можливість виконання комплексних випробувань трансформаторів.

					ГАВ 2.899.001 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підтримка аналізу параметрів якості електроенергії.

Мінуси.

Висока вартість обладнання.

Велика кількість функцій може вимагати тривалого навчання персоналу



Рисунок 1.3 – Зовнішній вигляд Omicron CPC 100

OMICRON DIRANA.

Переваги. Дозволяє проводити діелектричну діагностику трансформаторів, використовує методи вимірювання ємності та втрат в діелектриках. Висока точність та надійність результатів.

Недоліки. Висока вартість, потребує спеціальної підготовки для використання.

					ГАВ 2.899.001 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.4 – Зовнішній вигляд OMICRON DIRANA

Power Diagnostix ICMsystem.

Переваги. Призначений для діагностики часткових розрядів у високовольтних обладнаннях, включаючи трансформатори. Портативність, можливість дистанційного моніторингу.

Недоліки. Висока вартість, необхідність в спеціалізованому програмному забезпеченні для аналізу даних.



Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд Power Diagnostix ICMsystem

					<i>Г АВ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Megger DELTA4000.

Переваги. Призначений для вимірювання втрат і ємності ізоляції. Висока точність, швидкість вимірювань, можливість роботи в польових умовах.

Недоліки. Досить висока вартість, потребує регулярного калібрування.



Рисунок 1.6 – Зовнішній вигляд Megger DELTA4000

Vaisala MHT410.

Переваги. Використовується для моніторингу газів, розчинених у маслі трансформаторів, що дозволяє виявляти дефекти на ранніх стадіях. Висока точність, можливість безперервного моніторингу.

Недоліки. Висока вартість, потребує складної установки.

					ГАВ 2.899.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11



Рисунок 1.7 – Зовнішній вигляд Vaisala MHT410

Omicron MPD 600.

Переваги. Система для вимірювання часткових розрядів у трансформаторах, з можливістю використання в реальному часі. Забезпечує високий рівень точності.

Недоліки. Висока вартість, потребує спеціальної підготовки користувачів.



Рисунок 1.8 – Зовнішній вигляд Omicron MPD 600

					<i>Г АВ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

## 1.2 Розробка структурної схеми приладу для діагностики трансформаторів

Структурна схема — це графічне зображення, яке відображає взаємозв'язки між компонентами, підсистемами та елементами пристрою, системи або об'єкта. Вона допомагає розібратися в будові та функціональності пристрою.

Структурна схема приладу включає наступні елементи.

Джерело живлення для усіх каскадів приладу напругою +6В.

Генератор імпульсів створює необхідні опорні коливання.

Компаратор порівнює коливання опорного генератора з коливаннями які пройшли трансформатор.

Лічильник імпульсів здійснює підрахунок імпульсів та відображає стан об'єкту перевірки на світлодіодній шкалі.

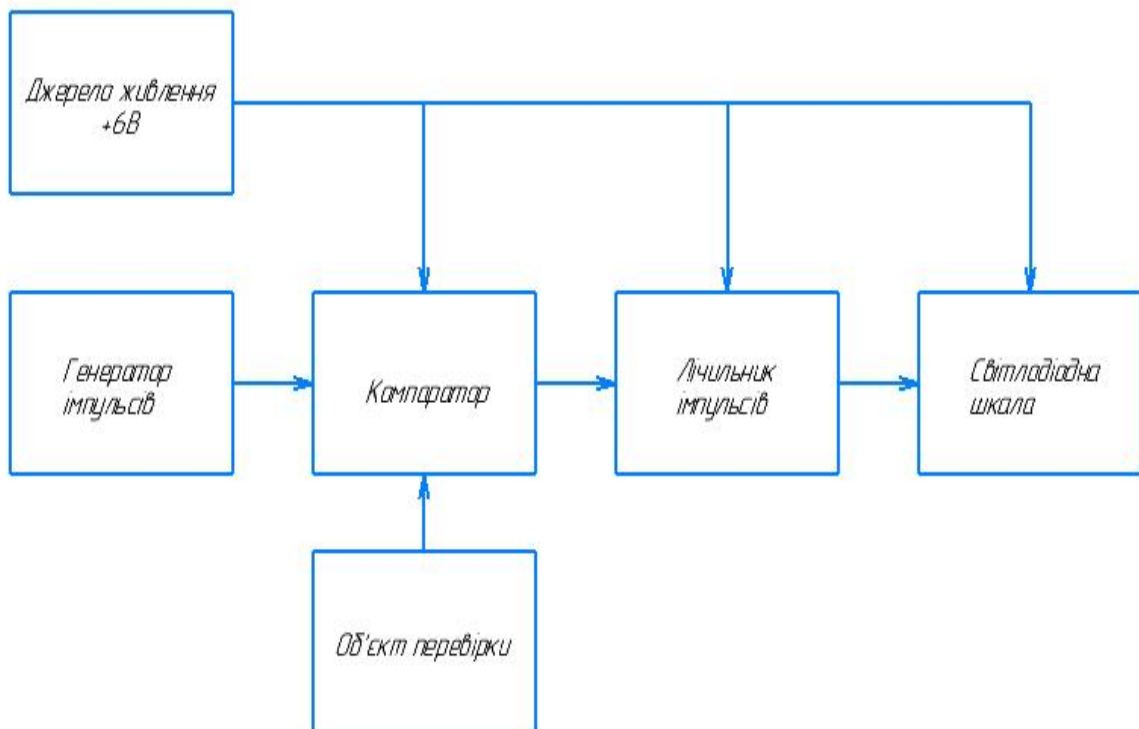


Рисунок 1.9 – Структурна схема приладу для діагностики трансформаторів

### 1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми приладу для діагностики трансформаторів

Пристрій для випробувань має три основні елементи: виробник імпульсів для ініціювання, детектор високочастотних імпульсів та реєстратор кількості імпульсів. Виробник імпульсів сконструйований за допомогою компаратора DA1.2 (LM393), транзисторів VT1, VT2 та діода VD2, створюючи короткочасні імпульси ініціювання з тривалістю приблизно 2 мс та частотою приблизно 10 Гц. Діод VD2 встановлює амплітуду цих імпульсів на рівні близько 0,7 В, що дозволяє тестувати трансформатори без необхідності їх вилучення з плати, оскільки така напруга не впливає на р-n переходи в ланцюгу.

Трансформатор, який проходить перевірку, під'єднується до контактів 3 і 4 пристрою, утворюючи разом з конденсатором С3 резонансний контур. Коли імпульс ініціювання згасає, транзистор VT2 активізується, і в контурі починаються демпфовані коливання. Ці коливання через конденсатор С4 передаються на вхід детектора імпульсів, побудованого на DA1.1. На цей же вхід подається порогова напруга, яка формується за допомогою дільника R11, R12 та стабілізатора VD3, встановлюючи поріг на рівні 10% від напруги ініціювання.

Для стабілізації параметрів пристрою в широкому діапазоні температур та напруг живлення використовується діод, ідентичний до того, що застосовується в генераторі імпульсів. З виходу детектора імпульси потрапляють на вхід реєстратора імпульсів, який зібраний на мікросхемі DA2, що містить два чотирьохбітних регістри зсуву з послідовними входами.

					<i>Г АВ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14



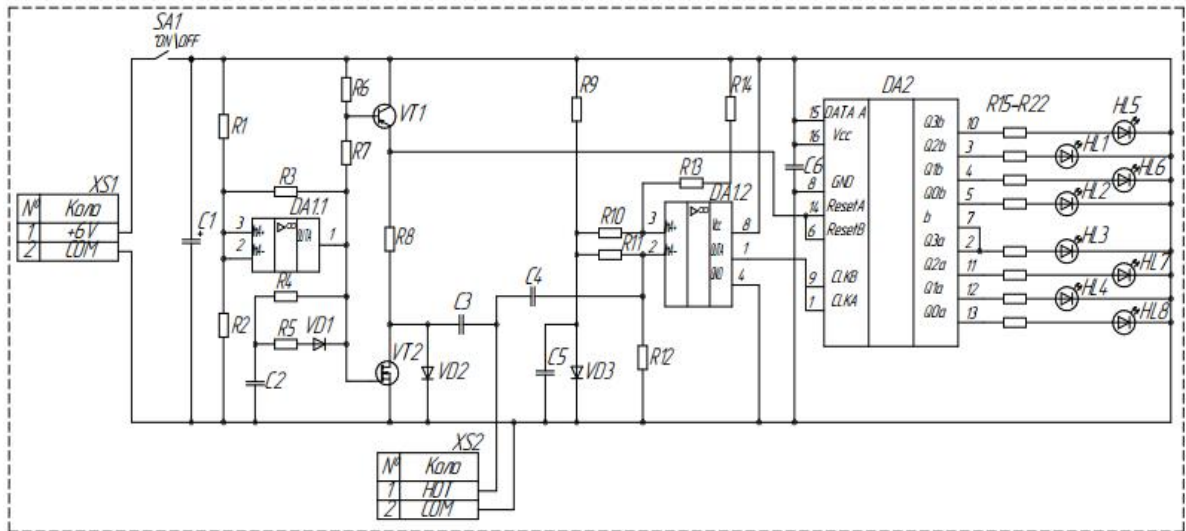


Рисунок 1.10 – Схема електрична принципова приладу для перевірки трансформаторів

Розрахунок транзисторного каскаду

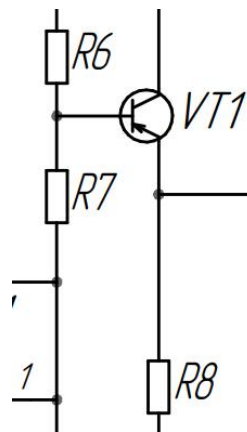


Рисунок 1.11 – Транзисторний каскад із схеми ЕЗ

Визначаємо величину струму, який має бути наданий даним етапом до використання:

$$I_H = \frac{U_H}{R_H} \quad ; \quad (1.1)$$

$$I_H = \frac{6}{3000 \text{ Ом}} = 2 \text{ мА} .$$

Струм спокою транзистора  $I_{к0}$  :

$$I_{к0} = (2...3) I_n \quad ; \quad (1.2)$$

$$I_{к0} = 2,5 \times 2 = 5 \text{ мА.}$$

Вибираємо  $I_{к0} = 5 \text{ мА.}$

Мінімальне значення опору емітерної стабілізації R8:

$$R8 = \frac{E_{ж}}{2(I_{к0})} \quad ; \quad (1.3)$$

$$R8 = \frac{6}{2 \times 5} = 600 \text{ Ом.}$$

Оскільки резистор R8 призначений для емітора і температурних режимів, доцільно взяти резистор 600 Ом.

Вибираємо  $R8 = 600 \text{ кОм}$

Для встановлення робочого режиму каскаду, необхідно визначити величину базового струму транзистора. Це дозволить забезпечити оптимальні умови для його функціонування:

$$I_{б0} = \frac{I_{к0}}{h_{21e}} \quad ; \quad (1.4)$$

$$I_{б0} = \frac{0,005}{180} = 27,9 \text{ мкА.}$$

Струм дільника базового зміщення:

$$I_{до} = (2...5) I_{б0} \quad ; \quad (1.5)$$

$$I_{до} = 5 \times 0,005 = 0,025 \text{ мА.}$$

Вибираємо  $I_{до} = 0,025 \text{ мА}$

					<i>Г АВ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Визначення номінальних значень резисторів для дільника напруги, який забезпечує базове зміщення, є ключовим для стабілізації робочої точки транзистора:

$$E_{\text{бo}} = I_{\text{кo}} \times R_8 + U_{\text{бo}}; \quad (1.6)$$

$$E_{\text{бo}} = 0,005 \times 600 + 0,6 = 3,6 \text{ В};$$

$$R_6 = \frac{E_{\text{ж}} - E_{\text{бo}}}{I_{\text{до}}} \quad ; \quad (1.7)$$

$$R_6 = \frac{6 - 3,6}{0,025} = 0,96 \text{ кОм.}$$

Вибираємо  $R_6 = 1 \text{ кОм}$

$$R_7 = \frac{E_{\text{бo}}}{(I_{\text{до}} - I_{\text{кo}})}; \quad (1.8)$$

$$R_7 = \frac{3,6}{(0,025 - 16,7 \times 10^{-6})} = 0,98 \text{ кОм.}$$

Вибираємо  $R_7 = 1 \text{ кОм}$

Коефіцієнт підсилення каскаду за напругою:

$$K_u = \frac{h_{21e}}{1 + h_{21e}} \times \frac{R_{\text{вх}}}{R_{\text{дж}} + R_{\text{вх}}} \quad ; \quad (1.9)$$

$$K_u = \frac{180}{1 + 180} \times \frac{20000}{20000 + 3,5} = 0,993.$$

Амплітуду вхідного сигналу:

$$U_{\text{вх}} = \frac{U_{\text{н}}}{K_u} \quad ; \quad (1.10)$$

$$U_{\text{вх}} = \frac{6}{0,993} = 6,04 \text{ В.}$$

Потужність, яка розсіюється на колекторі транзистора:

					<i>ГAB 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

$$P_k = I_{ko} \times (E_k - I_{ko} \times R_8) \quad ; \quad (1.11)$$

$$P_k = 95 \text{ мВт.}$$

#### 1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази приладу для діагностики трансформаторів

Компонент TLJA107M006R0500 [3] від компанії AVX - це танталовий конденсатор з ємністю 100 мкФ, допуском  $\pm 20\%$  та номінальною напругою 6,3 В. Він має форм-фактор 1206. Цей конденсатор може працювати в діапазоні температур від  $-55^\circ\text{C}$  до  $+125^\circ\text{C}$ , габаритні розміри наведені на рисунку 1.12.

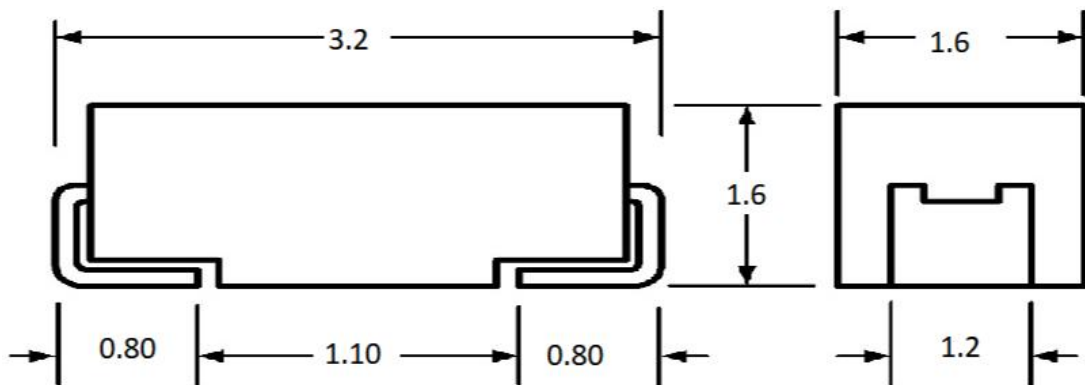


Рисунок 1.12 – Габаритні розміри танталового конденсатора  
TLJA107M006R0500

Компонент 08055C [4] від компанії AVX - це керамічний конденсатор. Він має форм-фактор 0805. Цей конденсатор може працювати в діапазоні температур від  $-55^\circ\text{C}$  до  $+125^\circ\text{C}$ . Габаритні розміри конденсатора показані на рисунку 1.13.

Детальні технічні характеристики:

Допуск: ..... $\pm 10\%$ .

Напруга: .....50 В.

Діелектрик: .....X7R.

					<i>Г АВ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Розмір корпусу: .....0805.

Стандарт: .....AEC-Q200.

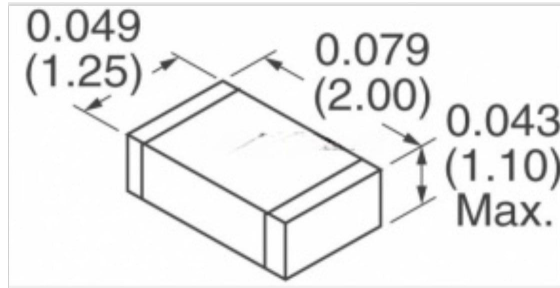


Рисунок 1.13 – Габаритні розміри керамічного конденсатора

LM393ADT [5] - це двоканальний компаратор напруги з низьким споживанням енергії, який спеціально розроблений для роботи від одного джерела живлення в широкому діапазоні напруг. Цей компаратор може також працювати від розділених джерел живлення. Він має унікальну особливість, оскільки діапазон вхідних спільних режимів напруги включає землю, навіть коли працює від одного джерела живлення.

Основні характеристики:

Діапазон напруги живлення: .....2 В до 36 В або  $\pm 1$  В до  $\pm 18$  В.

Дуже низький струм споживання:..... 0,45 мА.

Сумісність виходів: .....TTL, DTL, ECL, MOS, CMOS1.

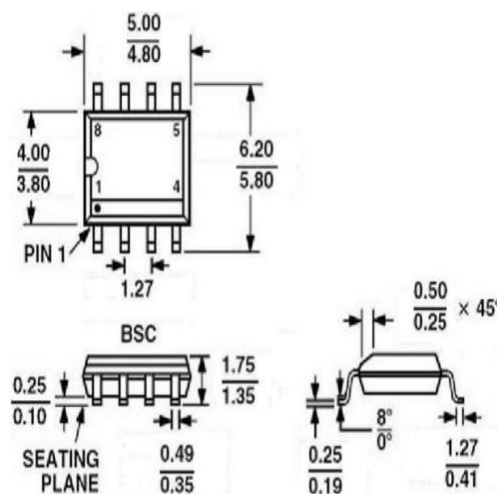


Рисунок 1.14 – Габаритні розміри компаратора LM393ADT

НСF4015BEУ [6] - це подвійний регістр зсуву, вироблений компанією STMicroelectronics. Габаритні розміри регістора зсуву показані на рисунку 1.15. Ось ключові характеристики цього компонента:

- Кількість ланцюгів: .....2.  
 Кількість бітів на елемент: .....4-біт.  
 Логічна сім'я: .....НСF40.  
 Час затримки розповсюдження: .....320 нс, 160 нс, 120 нс.  
 Діапазон напруги живлення: .....3 В до 20 В.  
 Діапазон робочих температур: .....від -55°C до +125°C.  
 Функція: .....регістр.

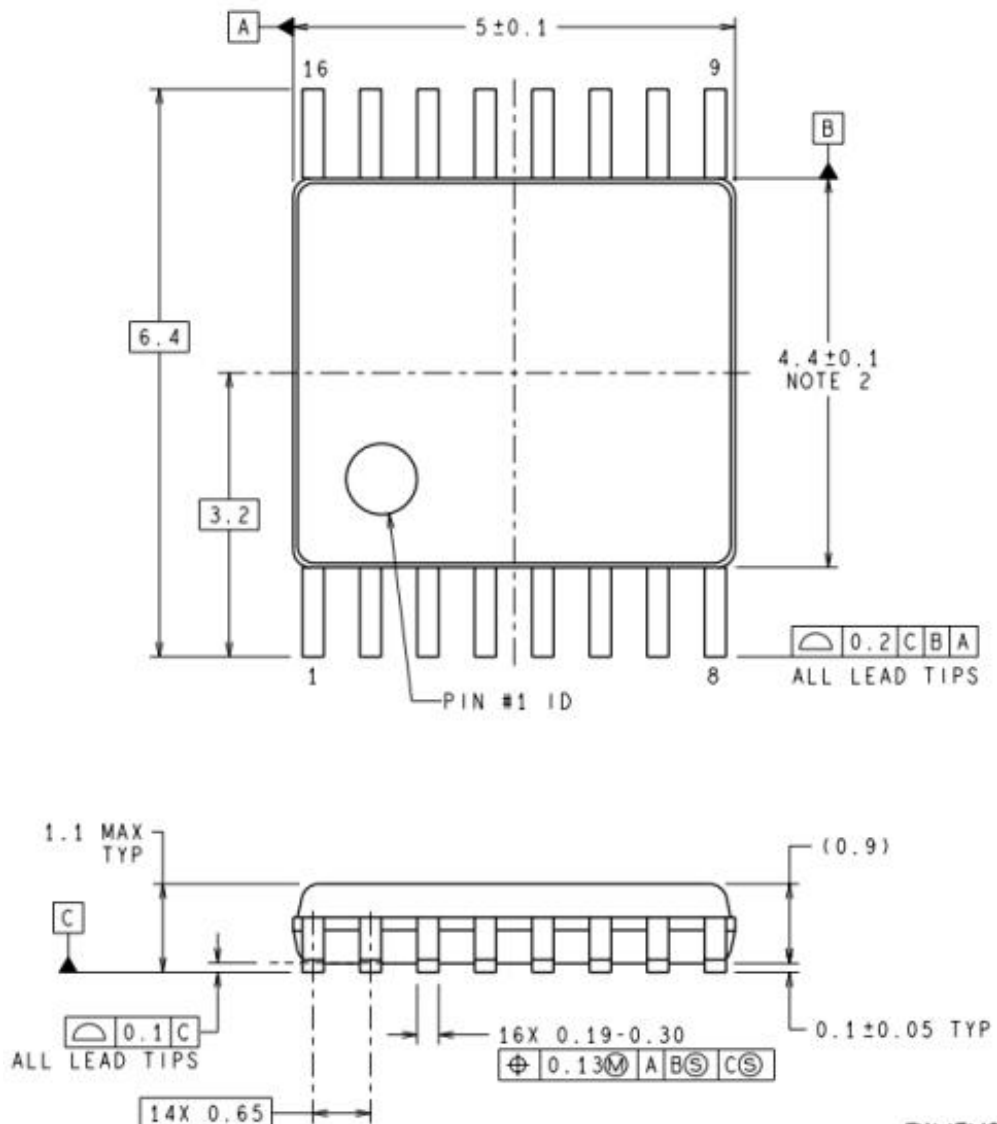


Рисунок 1.15 – Габаритні розміри регістора зсуву НCF4015BEУ

521 [7] від компанії Dialight - це світлодіод з діаметром 3 мм, який має напругу вперед 2.1 В та радіальний корпус. Габаритні розміри світлодіода показані на рисунку 1.16. Ось докладні технічні характеристики цього компонента:

Діапазон довжини хвилі: .....568 нм.

Яскравість: .....12,6 мкд.

Кут огляду: .....60°.

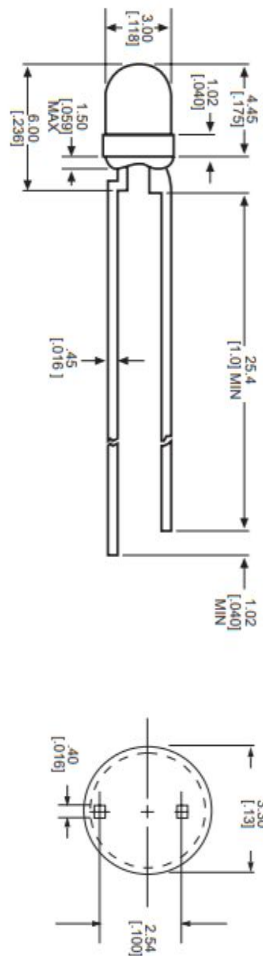


Рисунок 1.16 – Габаритні розміри світлодіода 521

RC0805FR [8] від компанії YAGEO - це товстоплівковий резистор SMD з розміром 0805. Габаритні розміри резистора показані на рисунку 1.17. Ось докладні технічні характеристики цього компонента:

Потужність: .....125 мВт.

					<i>Г АВ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Допуск: .....±1%.

Форм-фактор корпусу: .....0805.

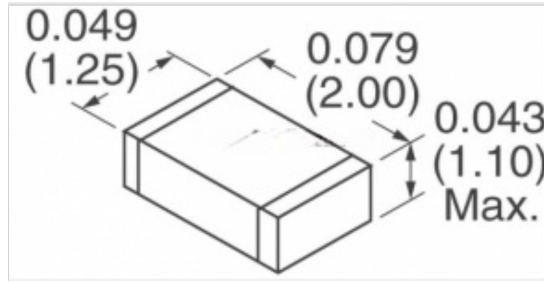


Рисунок 1.17 – Габаритні розміри резистора RC0805FR

Перемикач PB400EEQR1BLK [9] від компанії E-Switch - це прямокутний кнопковий перемикач з правим кутом монтажу. Перемикач і його габаритні розміри показані на рисунку 1.18. Ось докладні технічні характеристики цього компонента:

Кількість контактів: .....2.

Струм: .....3 А.

Напруга: .....30 В.

Колір кнопки: .....чорний.

Механічний ресурс: .....6000 циклів.

Робоча температура: .....від -5°C до +60°C.

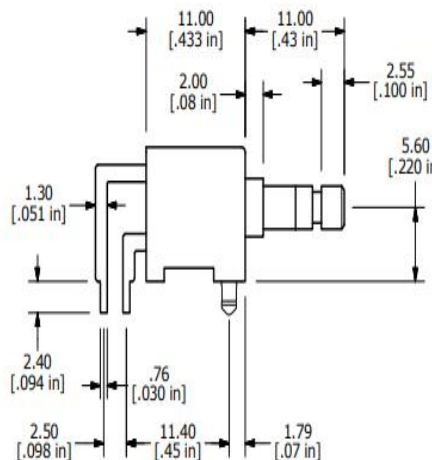


Рисунок 1.18 – Габаритні розміри перемикача PB400EEQR1BLK

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГAB 2.899.001 ПЗ

Арк.

22



BC858 [10] від компанії Nexperia - це PNP загального призначення транзистори, які використовуються для перемикання та підсилення, габаритні розміри транзистора показані на рисунку 1.19. Ось ключові характеристики цього компонента:

Максимальна напруга колектор-емітер: .....65 В.  
 Максимальний струм колектора: .....100 мА.  
 Повна потужність розсіювання: .....250 мВт.  
 Мінімальний статичний коефіцієнт посилення струму: .....125.  
 Максимальний статичний коефіцієнт посилення струму: .....475.  
 Максимальна температура переходу: .....150°C.  
 Мінімальна частота переходу: .....100 МГц.  
 Корпус: .....SOT23.

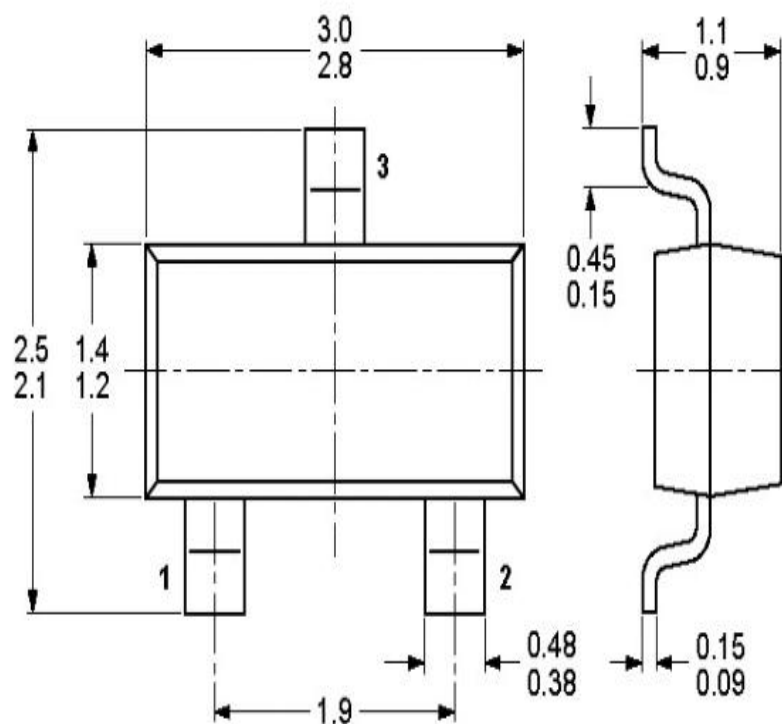


Рисунок 1.19 – Габаритні розміри транзистора BC858

Транзистор BS170 [11] від компанії Zetex/Diodes Incorporated - це N-канальний транзистор з підсилювальним режимом вертикальної DMOS FET.

Габаритні розміри транзистора зображено на рисунку 1.20. Ось ключові характеристики цього компонента:

Напруга стоку до джерела: .....60 В.  
 Струм стоку при: .....270 мА.  
 Максимальна потужність розсіювання: .....625 мВт.  
 Порогова напруга : .....3 В.  
 Вхідна ємність: .....60 пФ.  
 Температурний діапазон експлуатації: .....від -55°С до +150°С.

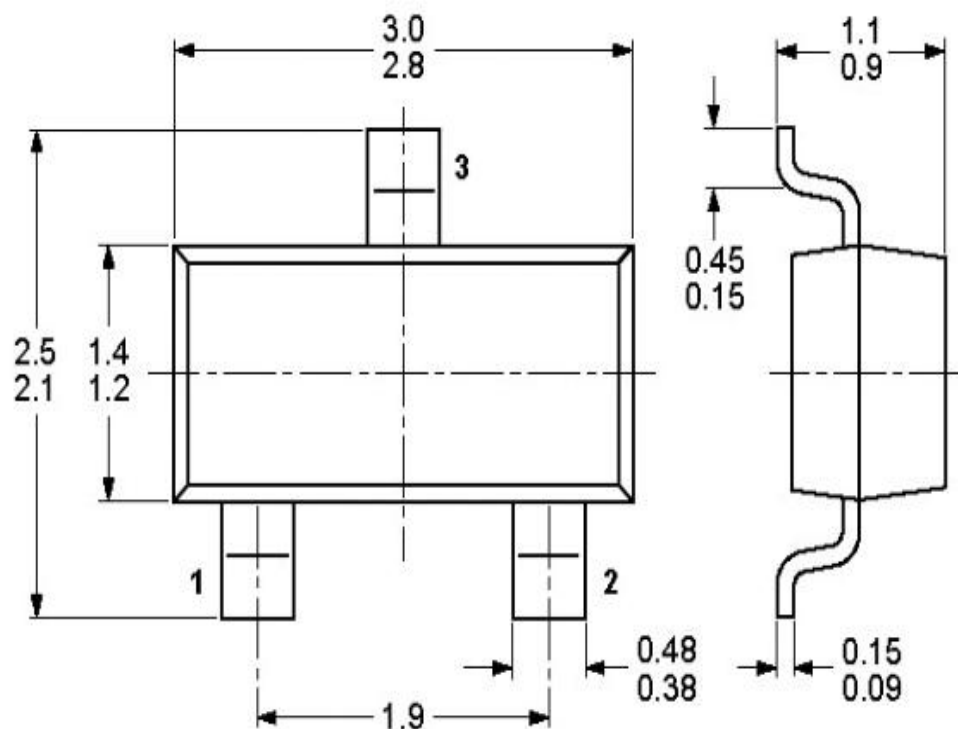


Рисунок 1.20 – Габаритні розміри транзистора BS170

Штирьові з'єднувачі PLS [12] від виробника KLS. Ці штирьові з'єднувачі використовуються для підключення електронних компонентів на платі. Зображенні на рисунку 1.21, і мають такі характеристики:

Функціональний опис: ...Штирі однорядні на плату прямі, 3А, 250 В.  
 Штирі або гнізда: .....Штирі (вилки).

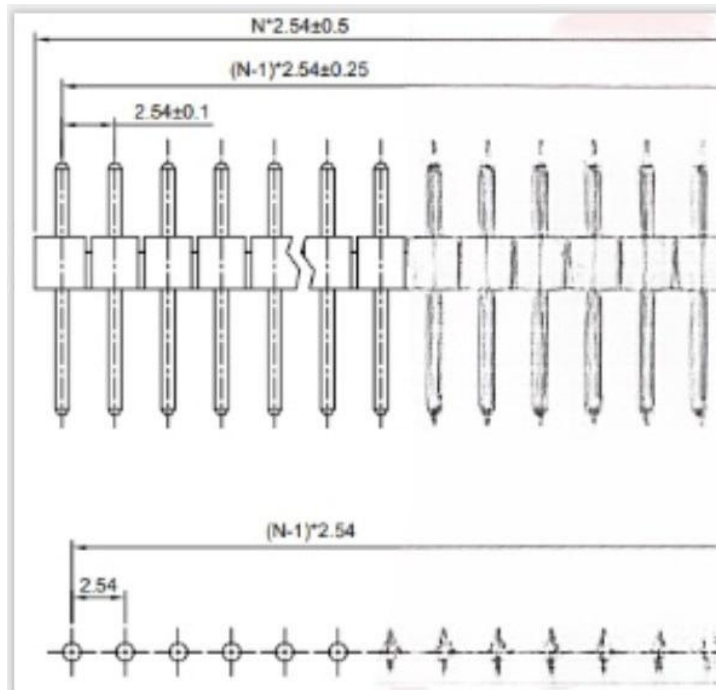


Рисунок 1.21 – Габаритні розміри штирового з'єднувача PLS

### 1.5 Компоновка друкованого вузла приладу для діагностики трансформаторів

У цьому розділі розглядається процес компоновки друкованого вузла пристрою, який є критичним етапом у розробці цифрового термостата. Вірна компоновка забезпечує оптимальну функціональність, надійність та ефективність пристрою.

Основна мета цього етапу - оптимізація розміщення компонентів на друкованій платі з урахуванням функціональних, теплових та електричних вимог.

Компоновка даного приладу наступна. На двосторонній платі з доволі високою густиною монтажу розміщені усі компоненти приладу для діагностики трансформаторів.

В правій верхній частині плати розміщена світлодіодна шкала. Під нею знаходиться перемикач.

З іншої сторони розміщені решта елементів що забезпечують роботу приладу. В центральній частині розміщена мікросхема генератора імпульсів та компаратора.

В лівій частині розміщена мікросхема драйвера світлодіодів.

Роз'єм живлення знаходиться з правого краю.

По краях плати розміщені 3 кріпильні отвори.

## 1.6 Висновки до розділу 1

У даному розділі докладно розглянуто ефективність проектування діагностичного приладу і вияснили залежність від інтегрованого підходу до аналізу технічних вимог, вибору компонентів та точності електричної схеми, що забезпечує точність та надійність у вимірюваннях трансформаторів.

					<i>Г АВ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		26

## 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА (САПР)

### 2.1 Вибір САПР

Під час виконання мого бакалаврського проекту була використана САПР Altium Designer для створення схеми електричної принципової та друкованого вузла електронного таймера часу. Використання цієї програми має велике значення і переваги. На початку, Altium Designer надає інтегроване середовище розробки, яке охоплює всі етапи від створення схем до розміщення компонентів на платі та генерації виробничих файлів. Це дозволяє спростити робочий процес та полегшує управління проектом.

По-друге, Altium Designer пропонує широкий набір інструментів та функціональності, що підвищує продуктивність розробників електроніки. Наприклад, автоматизоване трасування маршрутів на платі дозволяє зекономити час та забезпечує оптимальну маршрутизацію сигналів. Крім того, наявність бібліотек компонентів та можливість їх повторного використання спрощує проектування та прискорює розробку нових пристроїв.

Третій аспект полягає у великій базі компонентів, яку має Altium Designer. Це дозволяє швидко знаходити та використовувати необхідні елементи в проекті. Це полегшує розробку схем та сприяє швидкому розгортанню проектів. Крім того, можливість створення власних бібліотек компонентів дозволяє персоналізувати робочий процес та підтримувати стандартизацію в проектах.

### 2.2. Створення бібліотеки компонентів в Altium Designer

Створення бібліотеки елементів в системі автоматизованого проектування (САПР) Altium Designer є ключовим етапом у розробці електронних пристроїв. Цей процес включає створення та налаштування

					<i>Г АВ 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		27

електронних компонентів, які будуть використовуватися під час проектування схем та друкованих плат. Даний розділ детально розглядає основні кроки, які необхідно виконати для створення бібліотеки елементів в Altium Designer, а також переваги та важливі аспекти цього процесу.

Власні бібліотеки забезпечують індивідуалізацію, стандартизацію та підвищення ефективності процесу розробки. Уміння створювати та налаштовувати компоненти в Altium Designer дозволяє розробникам швидше та якісніше виконувати свої завдання, забезпечуючи високий рівень професіоналізму у створенні електронних пристроїв.

Дана САПР має в собі 2 основні типи бібліотек (бібліотеки баз даних та інші є ситуативними) для взаємодії, схематичну та посадкових елементів.

Обидві бібліотеки можна формувати повністю вручну або використовувати готові посадкові місця/позначення, які надаються виробниками електронних компонентів. У випадку Altium Designer також існують майстри, які допомагають створювати посадкові місця.

Перед початком потрібно налаштувати редактор умовних графічних позначень.

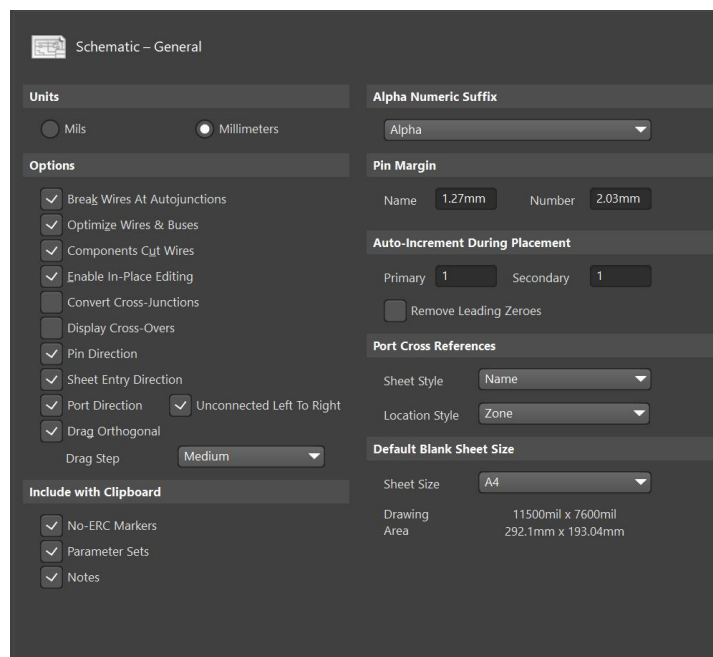


Рисунок 2.1 — Вікно налаштування Schematic Library

В лівому нижньому вікні SCH Library необхідно обрати пункт Add додавши новий елемент бібліотеки УГП, (див. рис. 2.2).

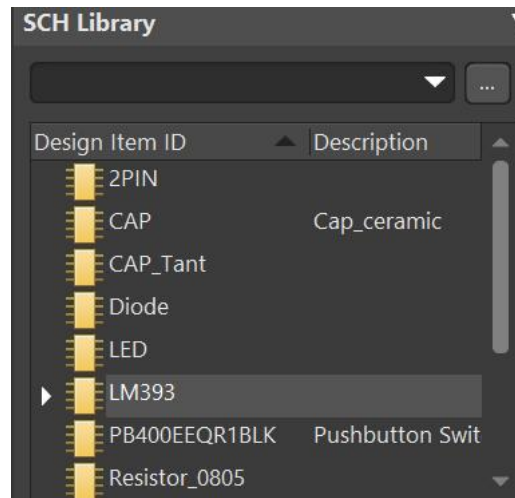


Рисунок 2.2 — Вікно SCH Library

Для початку необхідно створити прямокутник контуру мікросхеми. Для цього використовувати можна або інструмент Line або Rectangle. Також можна в вікні налаштувань змінити параметри прямокутника для того щоб дати більш звичний вигляд УГП. Для того щоб графічне позначення відповідало звичному вигляду, з допомогою інструмента Line можна сформуванати 2 лінії всередині прямокутника. На рис. 2.3 наведено результати даного кроку.

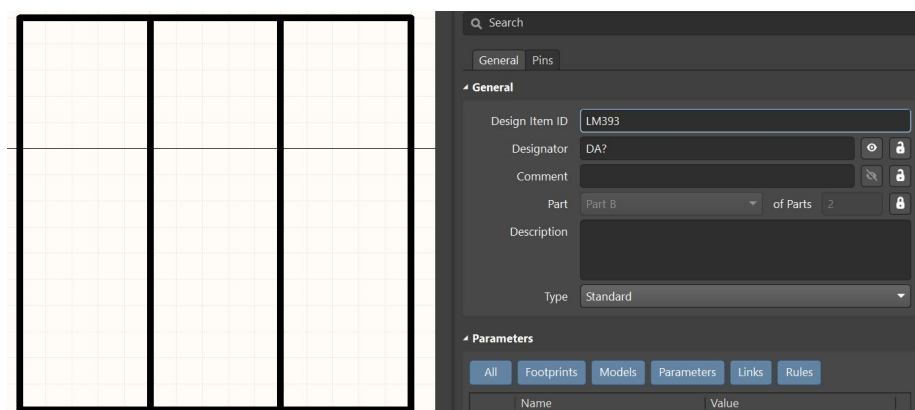


Рисунок 2.3 — Контур УГП мікросхеми, та вікно редагування параметрів даного контуру

Далі з допомогою інструмента Place PIN необхідно розставити виводи компонентів. Готове графічне позначення першого каскаду мікросхеми зображені на рисунку 2.4.

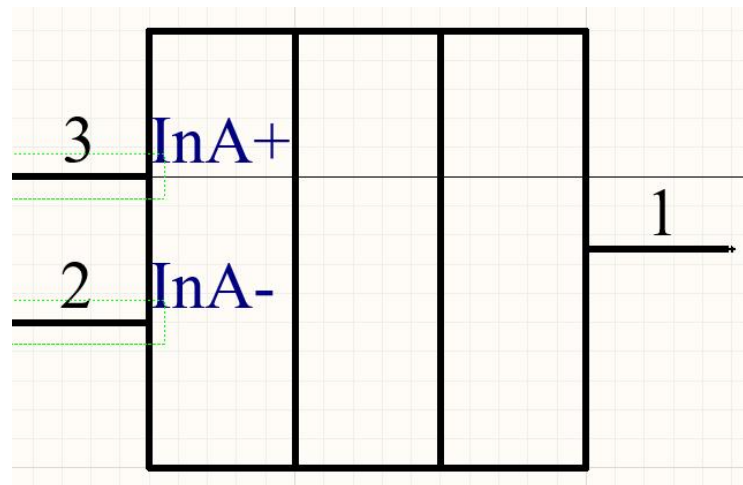


Рисунок 2.4 — УГП мікросхеми

Оскільки дана мікросхема є має кілька каскадів, для простоти створення схеми принципової є резон дане УГП формувати рознесеним способом.

Для цього у вікні Tools слід обрати пункт New Part та повторити кроки описані вище. Другий каскад даної мікросхеми наведена на рис. 2.5.

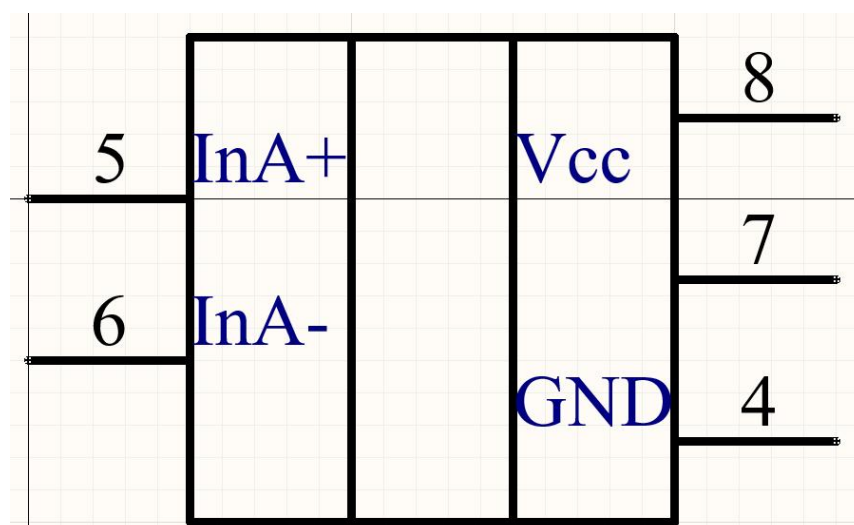


Рисунок 2.5 — Другий каскад мікросхеми



Після цього закінчену УГП потрібно прив'язати до посадкового місця для цього у вікні Editor необхідно натиснути кнопку Add footprint та в випадаючому списку обрати відповідний елемент.

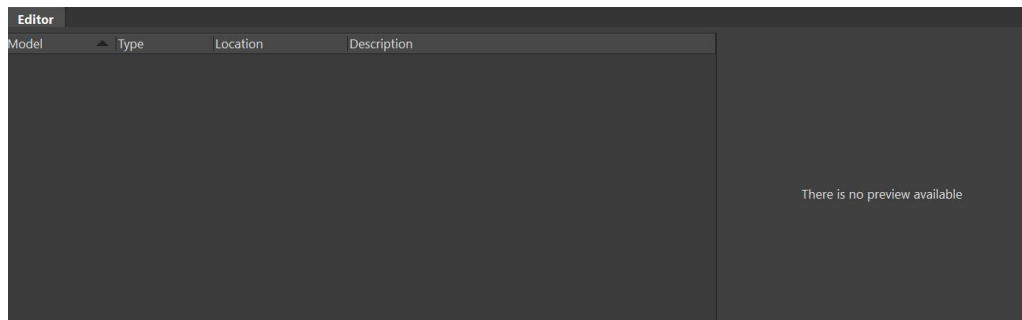
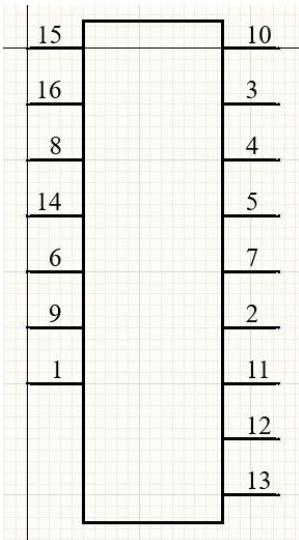
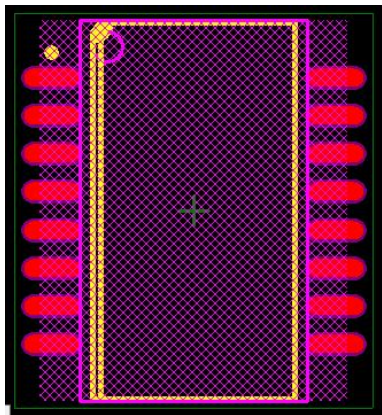
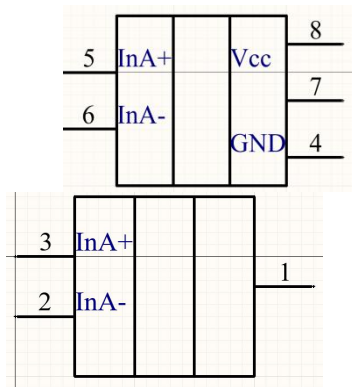


Рисунок 2.6 — Вікно прив'язки УГП компонента до посадкового місця

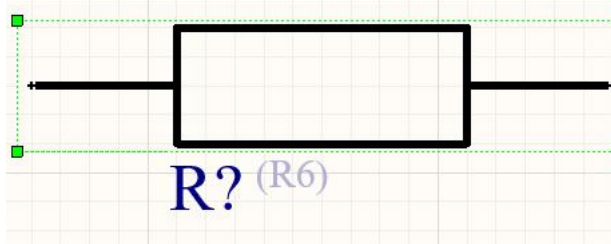
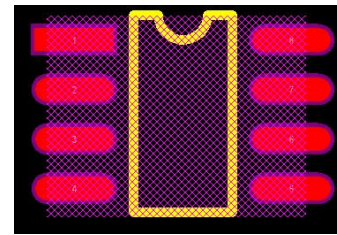
В таблиці 2.1 наведено кілька прикладів УГП та посадкових місць компонентів

Таблиця 2.1 Елементи бібліотеки

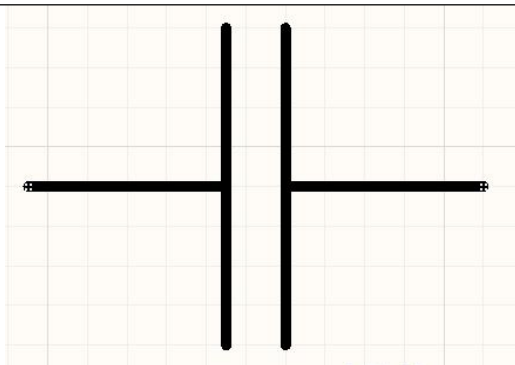
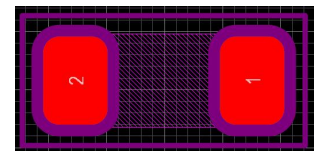
УГП елемента	Посадкове місце елемента
 <p data-bbox="416 1921 844 1966">Мікросхема HCF4015BEU</p>	



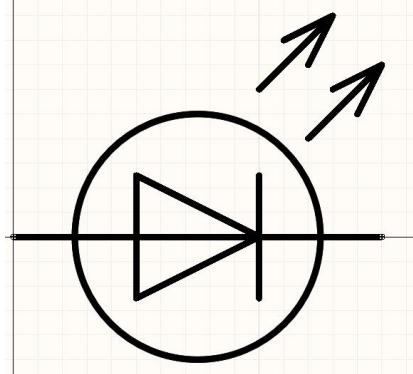
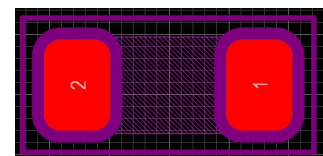
Мікросхема LM393



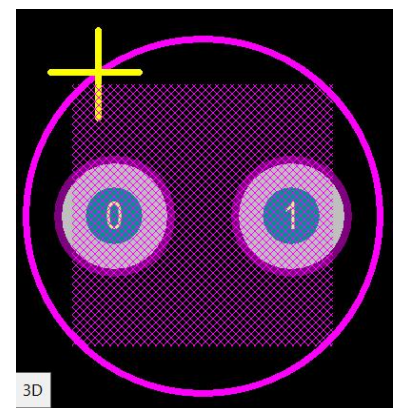
Резистор 0805



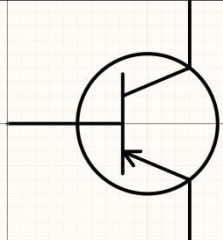
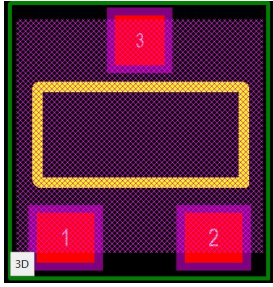
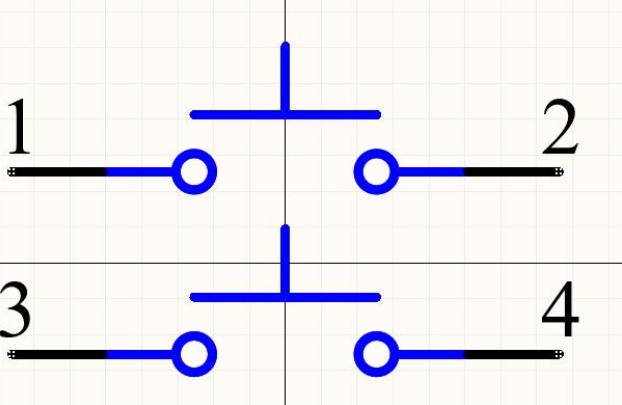
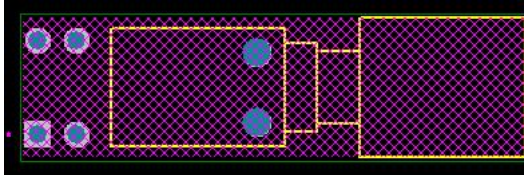
Конденсатор 0805



Світлодіод



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

 <p style="text-align: center;">Транзистор</p>	
 <p style="text-align: center;">Перемикач</p>	

### 2.3. Проектування друкованої плати в Altium Designer

Трасування з'єднань на друкованій платі (ДП) є ключовим етапом у розробці електронних пристроїв. Системи автоматизованого проектування (САПР), такі як Altium Designer, надають інструменти, що спрощують та оптимізують цей процес.

Спочатку необхідно задати правила трасування. Для цього виконати команди Designer/Rules. Відкривається вікно правила проектування друкованих плат PCB Rules and Constraints Editor, в якому в лівій частині вказані групи правил трасування.

Для розкриття кожної з груп правил проектування необхідно клацнути ЛК за знаком плюс перед назвою правила.

Перша група правил Electrical. У неї входять: завдання зазорів (Clearance), коротке замикання (Short-Circuit), нерозведені електричні кола (Un-Routed Net) і не приєднані контакти (Un-Connected Pin)

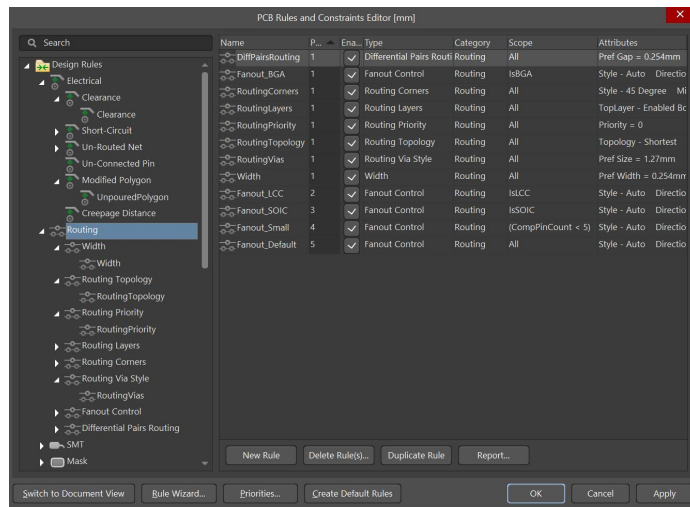


Рисунок 2.7 — Вікно Rules

Спочатку необхідно задати правила трасування. Для цього виконати команди Designer/Rules. Відкривається вікно правила проектування друкованих плат PCB Rules and Constraints Editor, в якому в лівій частині вказані групи правил трасування.

Для розкриття кожної з груп правил проектування необхідно клацнути ЛК за знаком плюс перед назвою правила.

Перша група правил Electrical. У неї входять: завдання зазорів (Clearance), коротке замикання (Short-Circuit), нерозведені електричні кола (Un-Routed Net) і не приєднані контакти (Un-Connected Pin)

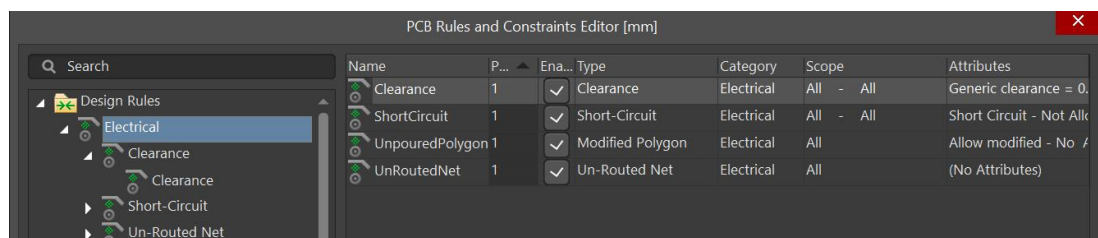


Рисунок 2.8 — Група правил Electrical

Також варто провести налаштування шарів текстоліту плати (товщина діелектрика, фольги тощо). Налаштування проводиться з допомогою Layer Stack Manager. Налаштування шарів показано на рис. 2.8

#	Name	Material	Type	Weight	Thickness	Dk	Df
	Top Overlay		Overlay				
	Top Solder	Solder Resist	Solder Mask		0.01016mm	3.5	
1	Top Layer		Signal	1oz	0.03556mm		
	Dielectric1	FR-4	Core		1.5mm	4.8	
2	Bottom Layer		Signal	1oz	0.03556mm		
	Bottom Solder	Solder Resist	Solder Mask		0.01016mm	3.5	
	Bottom Overlay		Overlay				

Рисунок 2.9 — Налаштування шарів у Layer Stack Manager

Тепер виконати розміщення ЕРЕ на контурі ДП. Спочатку поставити крок сітки на ДП = 1,25 мм. Пов'язано це з тим, що даний крок кратний відстані між виводами на корпусі інтегральних схем даного приладу.

Після цього можна розставляти електрорадіоелементів на ДП. Виділяти елементи для розміщення необхідно клацанням ЛК про вибраний елемент. Він стає напівпрозорим.

Для розміщення обраного елемента в потрібне місце друкованої плати, досить навести на нього курсор і, утримуючи ЛК, перемістити в задану точку. Повертати елемент можна натисканням на клавішу Space. В результаті отримали розміщення ЕРЕ на друкованій платі, виводи яких з'єднані лініями відповідно до заданої електричною схемою.

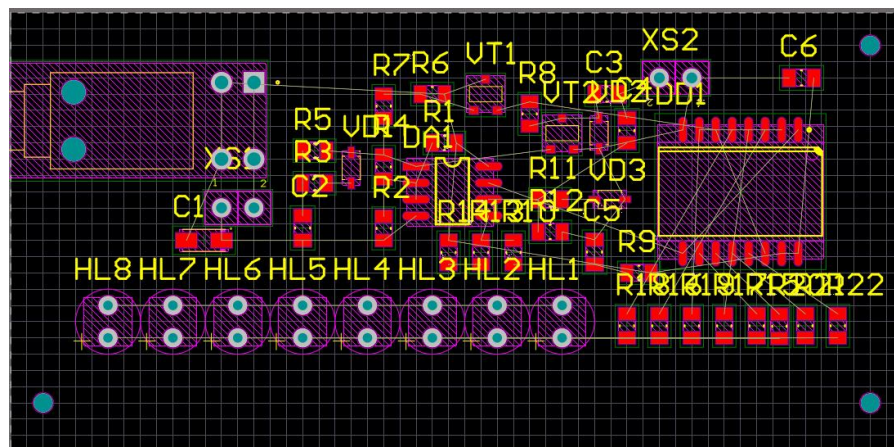


Рисунок 2.10 — Розміщені ЕРЕ плати



Після цього через вікно Design-Rules відкривається вікно правил трасування.

Наступним кроком буде автотрасування доріжок. Для цього виконується команда Route-Auto-Route, відкривається вікно «Situs Routing Strategies» де можна натиснути одразу Route All. З'явиться вікно «Messages» в якому відображаються всі процеси виконані під час авто трасування. В результаті автотрасування отримано малюнок друкованих провідників друкованої плати.

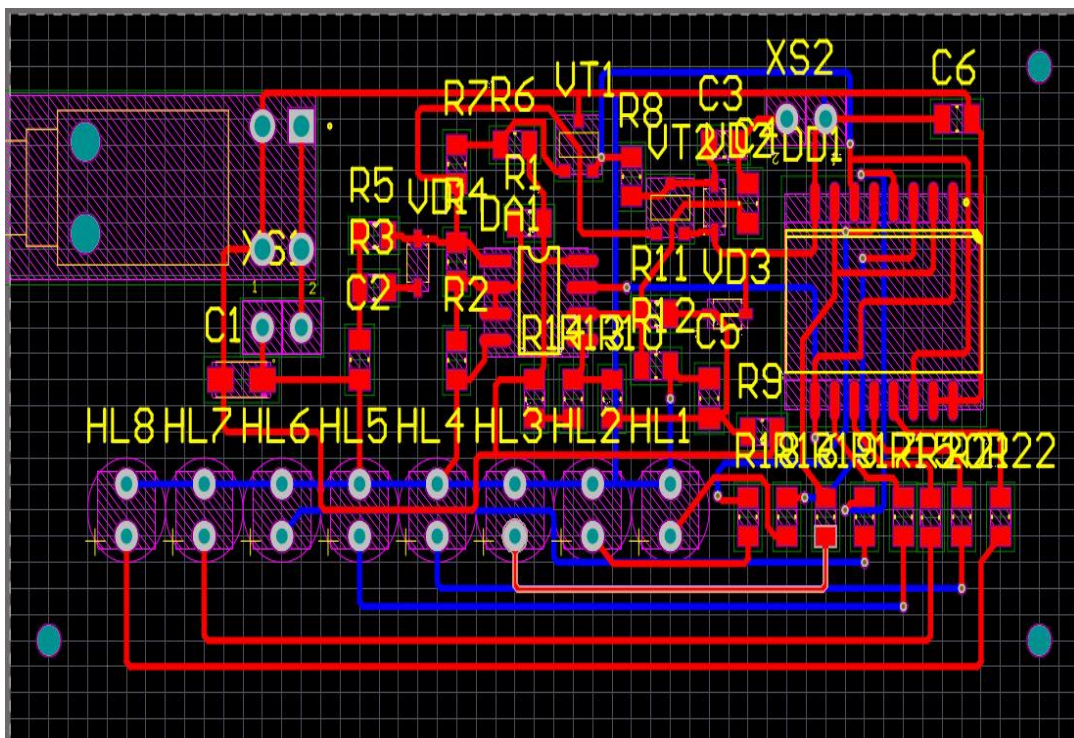


Рисунок 2.11 — Друкована плата, розроблена в середовищі Altium Designer

Після трасування необхідно виконати перевірку друкованої плати на помилки (DRC) Tools-DesignRuleCheck, щоб впевнитися, що всі правила трасування, мінімальні відстані, вимоги до ширини провідників та інші параметри виконуються. Результати DRC допоможуть виявити і виправити можливі помилки перед подальшою обробкою плати.

					Г АВ 2.899.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Summary	
<b>Warnings</b>	<b>Count</b>
	<b>Total 0</b>
<b>Rule Violations</b>	<b>Count</b>
Clearance Constraint (Gap=0.254mm) (All) (All)	0
Short-Circuit Constraint (Allowed=No) (All) (All)	0
Un-Routed Net Constraint (All) (All)	0
Modified Polygon (Allow modified: No) (Allow shelved: No)	0
Width Constraint (Min=0.2mm) (Max=0.7mm) (Preferred=0.2mm) (All)	0
Power Plane Connect Rule(Relief Connect) (Expansion=0.508mm) (Conductor Width=0.254mm) (Air Gap=0.254mm) (Entries=4) (All)	0
Hole Size Constraint (Min=0.025mm) (Max=5mm) (All)	0
Hole To Hole Clearance (Gap=0.254mm) (All) (All)	0

Рисунок 2.12 — Результати DRC перевірки плати

## 2.4. Висновки до розділу 2

У розділі 2 дослідження було спрямоване на розгляд основних аспектів роботи з програмним забезпеченням для автоматизованого проектування електронних схем та друкованих плат. Вибір відповідного програмного забезпечення (САПР), такого як Altium Designer, був обґрунтований його можливостями та інтерфейсом. Створення бібліотеки компонентів в Altium Designer було кроком уперед у стандартизації та оптимізації процесу проектування. Проектування друкованих плат у цьому середовищі дозволило ефективно застосовувати отримані знання для реалізації концепцій у фізичному вигляді. Цей розділ підкреслив значущість вибору правильного інструментарію для досягнення успішних результатів у процесі розробки електронних пристроїв.

					<i>Г АВ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

#### 3.1 Долікарська допомога при ранах

Рана [14] – це пошкодження шкірного покриву, м'яких тканин та судин через зовнішній вплив. У важких випадках ушкоджуються кістки та внутрішні органи. Поранення можуть бути різними – типи залежать від виду та місця ураження. Класифікація досить велика, проте в основному розрізняють такі типи:

за типом зброї, що ранить, - колоті, різані, колото-різані, рвані, рубані, забиття, отруєні, укушені, вогнепальні рани;

за проникненням у порожнину тіла – поверхневі, глибокі, проникаючі у порожнину і органи; також виділяють наскрізні, сліпі, дотичні;

на вигляд пошкоджених тканин – поранення шкіри, підшкірної клітковини, м'язів, сухожиль, внутрішніх органів;

за ступенем забруднень – асептичні, інфіковані, гнійні, контаміновані;

за кількістю – одиночні, множинні, комбіновані.

Рани можуть бути отримані в побутових умовах, через нещасний випадок або на полі бою.

У кожного виду поранення свої особливості, які потребують правильного надання медичної допомоги. Однак у будь-якому випадку діяти необхідно швидко, ефективно та безпечно.

Поранення голови: перша допомога

Поранення голови можуть бути серйозними і потребують особливої уваги. Наведемо деякі рекомендації щодо надання першої допомоги при пораненнях голови:

Зупиніть кровотечу, якщо вона є. Використовуйте стерильну пов'язку або чисту тканину, щоб зупинити кровотечу, уникайте натискання на рану.



Збережіть шию та голову від додаткових травм. Якщо є підозра на пошкодження шиї або хребта, не рухайте постраждалого і не намагайтеся піднімати голову.

Якщо брудна рана, промийте її невеликою кількістю прохолодної води. Ви можете використовувати безспиртові антисептики, такі як хлоргексидин або повідон-йод. Не використовуйте спирт, йод, зеленку або інші антисептики на спиртовій основі, оскільки вони можуть спричинити опіки на пошкодженій шкірі.

Якщо рана маленька та неглибока, ви можете покрити її стерильним пластиром або пов'язкою. Якщо рана глибока, широка або вимагає професійного втручання, не намагайтеся закривати її самостійно.

Заспокойте постраждалого. Травма голови лякає та викликає паніку у постраждалого. Допоможіть йому заспокоїтися та підтримайте.

Оцініть стан потерпілого. Уважно спостерігайте за ознаками серйозних ушкоджень – судом, порушення свідомості, утруднене дихання, блювання.

Обов'язково слідкуйте за станом потерпілого до прибуття медичної допомоги.

Поранення грудної клітки: перша допомога

Поранення грудної клітки [15] – серйозна травма, яка призводить до пошкодження стінок грудної клітки та можливо тканини легень та бронхів, великих судин та серця, пошкодження органів черевної порожнини. Ознаки такого поранення – наявність рани та кровотечі з неї, утруднене дихання, звук всмоктування повітря при кожному вдиху, можливе кровохаркання.

Першу допомогу потрібно надавати негайно:

Якщо на рані є кров, пам'ятайте про власну безпеку - використовуйте медичні рукавички. Для закриття рани візьміть стерильні перев'язувальні матеріали або чисту тканину, щоб зупинити кровотечу. Зафіксуйте пов'язку плівкою або іншим матеріалом, що не пропускає повітря, а потім заклейте

					<i>ГАВ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

лейкопластирем. Якщо отвір кульовий, перевірте, чи немає іншого отвору на спині. У разі його наявності накладіть пов'язку і туди.

Якщо у постраждалого є труднощі з диханням або задишка, допоможіть йому сісти у зручне положення, щоб дихати повільно та глибоко. Якщо дихання зупинилося, негайно почніть серцево-легеневу реанімацію (СЛР).

Якщо є підозра на перелом ребер або інші пошкодження грудної клітки, допоможіть потерпілому обмежити рухи та зменшити біль.

Заспокойте постраждалого. Допоможіть йому зберігати спокій. Якщо поблизу є тепла ковдра, накрийте людину, щоб запобігти охолодженню організму.

Не переміщуйте потерпілого без необхідності, особливо якщо є підозра на пошкодження хребта або спинного мозку.

#### Поранення живота: перша допомога

Якщо ви зіткнулися з пораненням живота, негайно викличте медичну допомогу та надайте першу допомогу, щоб мінімізувати ризик ускладнень та врятувати життя потерпілого. Інструкція виглядає так:

Якщо в рані видно будь-який предмет, наприклад, уламок скла або ніж, не намагайтеся його видаляти. Залишіть предмет на місці, щоб уникнути додаткового пошкодження. Також не вправляйте органи у разі їх випадання.

Потерпілий повинен зайняти положення, яке максимально знижує навантаження на органи. Рекомендується сидіти або лежати на спині з підкладеними під коліна подушками.

Не пропонуйте потерпілому їжу чи питво. Якщо потрібне хірургічне втручання, їжа або рідина в шлунку може стати перешкодою.

Накладіть стерильне полотно. Якщо його немає, використовуйте чисту суху тканину. Бажано зафіксувати її пластиром.

#### Поранення ока: перша допомога

					<i>ГАВ 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		40

При отриманні поранення ока в першу чергу огляньте місце травми. Якщо в оці є сторонні предмети, не видаляйте їх самостійно. Також намагайтеся не торкатися місця травми. Якщо необхідно промити око, робіть це чистою водою або розчином 0.9% натрію хлориду. Не наносите ніяких кремів або мазей.

У разі проколу або порізу ока зробіть захисний щиток, наприклад, з паперового стаканчика. Їм слід прикрити око, але не в жодному разі не тиснути на нього.

Очі-парний орган, який працює синхронно в тандемі. Для запобігання подальшій травматизації-рекомендується закривати пов'язкою обидва ока для мінімізації їх руху.

Потерпілого слід негайно доставити до найближчого медичного закладу.

Кровотеча: перша допомога

Кровотеча – це небезпечний стан, що супроводжується виходом крові із судин. Насамперед необхідно зупинити кровотечу, а у разі незначних кровотеч - запобігти попаданню інфекції в рану.

Також важливо викликати медиків та підтримати постраждалого до їхнього приїзду. Ось як треба діяти:

Якщо є можливість, надягніть рукавички або використовуйте будь-який інший непроникний бар'єр

Використовуйте чисту тканину або бинт, щоб притиснути рану і зупинити кровотечу. Тисніть прямо на рану рукою.

При кровотечі з рани кінцівки та з можливістю її чіткої візуалізації:

- а) здійснити максимально можливий тиск на рану руками;
- б) накласти пов'язку, що тисне та оцінити її ефективність;
- в) якщо кровотеча зупинилась:  
заспокоїти постраждалого;

					<i>Г АВ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

здійснити виклик екстреної медичної допомоги та дотримуватись вказівок диспетчера прийому виклику;

г) якщо кровотеча не зупинилась, накласти кровоспинний джгут:

кровоспинний джгут з можливістю створення додатково тиску слід накладати на відстані 5-7 см вище рани;

кровоспинні джгути не слід накладати безпосередньо на ліктювий чи колінний суглоби;

г) після накладання кровоспинного джгута оцінити його ефективність:

якщо кровотеча зупинена, записати точний час накладання кровоспинного джгута безпосередньо на кровоспинному джгуті або іншому видимому місці. Якщо немає можливості записати час накладання кровоспинного джгута інформацію слід передати медичним працівникам та впевнитись, що час зафіксовано в медичній документації;

якщо є відповідний навик, перевірити наявність пульсу на кінцівці нижче накладання кровоспинного джгута, та, за його наявності, здійснити додатковий тиск кровоспинним джгутом та/або накласти додатковий кровоспинний джгут, як описано нижче;

якщо кровотеча не зупинилась, слід збільшити тиск кровоспинного джгута та/або накласти ще один кровоспинний джгут вище першого джгута. Якщо накладання другого кровоспинного джгута не ефективно або відсутня можливість його накладання, слід здійснювати прямий тиск на рану руками до приїзду бригади екстреної (швидкої) медичної допомоги або виконати тампонування рани;

При кровотечі з рани кінцівки без можливості її чіткої візуалізації:

а) накласти кровоспинний джгут максимально високо на кінцівку;

б) заспокоїти постраждалого та пояснити подальші дії;

в) розрізати одяг на кінцівці, якщо можливо;

г) оцінити ефективність накладання кровоспинного джгута:

якщо кровотеча зупинена, записати точний час накладання кровоспинного джгута безпосередньо на кровоспинному джгуті або іншому

					ГАВ 2.899.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

видимому місці. Якщо немає можливості записати час накладання кровоспинного джгута, інформацію слід передати медичним працівникам та впевнитись, що час зафіксовано в медичній документації;

якщо є відповідний навик, перевірити наявність пульсу на кінцівці нижче накладання кровоспинного джгута, та за його наявності здійснити додатковий тиск кровоспинним джгутом та/або накласти додатковий кровоспинний джгут як описано нижче;

якщо кровотеча не зупинилась, слід збільшити тиск кровоспинного джгута та/або накласти ще один кровоспинний джгут залежно від місця локалізації рани. Якщо накладання другого кровоспинного джгута не ефективно або відсутня можливість його накладання, слід здійснювати прямий тиск на рану руками до приїзду бригади (швидкої) екстреної медичної допомоги або виконати тампонування рани.

Важливо дотримуватися рекомендацій щодо надання першої допомоги, щоб мінімізувати ризик ускладнень.

#### Ускладнення поранень

Поранення можуть викликати різні ускладнення, залежно від їх характеру, розташування та глибини. Основні з них – це:

кровотеча;

інфекція;

пошкодження нервів та судин;

некроз тканин;

шок;

травматична грижа - стан, при якому внутрішні органи видавлюються зі своїх природних положень і викликають порушення їх функцій.

Будь-яке з цих ускладнень є небезпечним для здоров'я.

3.2. Характеристика життєдіяльності людини у системі „людина - машина – середовище існування”.

					ГАВ 2.899.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Характеристика життєдіяльності людини у системі “людина - машина – середовище існування” охоплює взаємодію між людиною, технологічними пристроями та оточуючим середовищем. Ця система вивчає, як людина взаємодіє з машинами та як це впливає на її здоров’я, безпеку та ефективність роботи [16].

Основні аспекти системи “людина - машина – середовище існування” включають:

Природне середовище: вивчається вплив природних умов на здоров’я та добробут людини.

Техносфера: аналізується, як створені людиною технології та машини впливають на її життєдіяльність.

Соціально-політичне середовище: розглядається вплив соціальних та політичних умов на поведінку та взаємодію людини з машинами.

Негативні фактори: визначаються потенційні ризики та небезпеки, які можуть виникати в результаті взаємодії людини з машинами та середовищем.

Ця система також включає в себе концепцію ноосфери, яка представляє сферу розуму та інтелектуальної діяльності людини, що впливає на біосферу та формує новий еволюційний стан.

Важливою частиною цієї системи є також аналізатори людини, які забезпечують прямий зв’язок з керованою нею машиною та середовищем існування. Це дозволяє людині ефективно взаємодіяти з технічними системами та адаптуватися до змін у середовищі.

Додаткові аспекти, які впливають на систему “людина - машина – середовище існування”, включають:

Надійність технічних систем: важливо забезпечити надійність машин та обладнання, з якими взаємодіє людина.

Надійність оператора: людський фактор є ключовим у системі, тому аналізується надійність людини як оператора.

Фактори середовища: враховуються умови середовища, в якому людина працює та взаємодіє з машиною.

Ергономічні фактори: дизайн та розташування обладнання та робочих місць мають бути оптимізовані для комфорту та ефективності людини<sup>1</sup>.

Психологічні аспекти: враховуються психологічні фактори, які можуть впливати на безпеку та продуктивність людини.

Соціальна психологія: система управління безпекою життєдіяльності базується на досягненнях кібернетики та соціальної психології.

Система “людина - машина – середовище існування” є ключовою концепцією в ергономіці та безпеці праці, яка досліджує взаємодію між людиною, технічними засобами та умовами навколишнього середовища. Основна мета цієї системи - оптимізувати цю взаємодію для підвищення ефективності та безпеки людської діяльності.

Цікаві факти про систему “людина - машина – середовище існування”:

Надійність дій оператора: важливим аспектом є надійність дій людини-оператора, яка характеризується безпомилковістю, готовністю та своєчасністю виконання завдань.

Життєвий процес: життя людини можна розглядати як послідовний упорядкований процес обміну речовин і енергії, де “діяльність” є специфічною формою активності, необхідною для існування суспільства.

Аналізатори людини: людина здійснює прямий зв’язок з керованою машиною та середовищем існування за допомогою своїх аналізаторів, які дозволяють сприймати інформацію та реагувати на неї<sup>3</sup>.

Працездатність: характеристика життєдіяльності людини включає також поняття працездатності, яка визначається здатністю до виконання певного обсягу роботи за певний час.

Ця система [17] відображає складність і багатогранність людської діяльності, а також підкреслює важливість гармонійної взаємодії між людиною, технікою та середовищем для досягнення високих результатів праці та збереження здоров’я.

					<i>Г АВ 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		45

Ці аспекти допомагають глибше зрозуміти взаємодію між людиною, машиною та середовищем, а також розробляти стратегії для підвищення безпеки та ефективності в цій системі.

### 3.3. Висновки до розділу 3

У розділі 3 досліджено взаємозв'язок між життєдіяльністю людини, її взаємодією з технічними засобами та оточуючим середовищем. Детально проаналізовано аспекти надання долікарської допомоги при ранах, визначено ефективні підходи та методи для швидкого і якісного втручання в критичних ситуаціях. Особлива увага була приділена охороні праці та безпеці життєдіяльності, що включає в себе розробку інструкцій та заходів безпеки для запобігання та мінімізації ризиків у робочому середовищі. Цей розділ підкреслив необхідність комплексного підходу до забезпечення безпеки та добробуту людини у взаємодії з технічними системами та фізичним оточенням.

					<i>Г АВ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		46



## ВИСНОВКИ

Здійснюючи аналіз у рамках даної кваліфікаційної роботи, було ретельно розглянуто та проаналізовано ключові аспекти проектування електронних систем, зокрема процеси створення бібліотеки компонентів, проектування друкованих плат у середовищі Altium Designer, а також вибір та оптимізацію використання САПР. Розділ 3 детально освітлив важливість забезпечення безпеки та долікарської допомоги у контексті життєдіяльності людини в умовах взаємодії з технічними системами.

Особливу увагу було приділено розробці діагностичного приладу з високою точністю та надійністю для вимірювань трансформаторів. Виявлено, що інтегрований підхід до аналізу технічних вимог, вибору компонентів та точності електричної схеми є критичним для досягнення цілей щодо точності вимірювань. Цей підхід забезпечує високу ефективність проектування та підвищує надійність функціонування розробленого приладу.

Отже, результати дослідження підтверджують значущість правильного вибору інструментів та методик для успішного проектування електронних систем і забезпечення безпеки життєдіяльності людини у сучасному технологічному середовищі.

					<i>Г АВ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні рекомендації з оформлення кваліфікаційних робіт бакалавра за спеціальністю “172 Телекомунікації та радіотехніка” [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: [https://dl.tntu.edu.ua/mods/\\_standard/file\\_storage/index.php](https://dl.tntu.edu.ua/mods/_standard/file_storage/index.php) Дата доступу 10.03.2024.
2. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>
3. TLJA107M006R0500 [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/kGyolxf3\\_TLJ.pdf](https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/kGyolxf3_TLJ.pdf) (дата звернення 08.11.2024).
4. Керамічні конденсатори [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/08055c473k4t2a> (дата звернення 08.11.2024).
5. LM393ADT [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/rhbLz0pK\\_CD00000465.pdf](https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/rhbLz0pK_CD00000465.pdf) (дата звернення 08.11.2024).
6. HCF4015BEY [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/92764/STMICROELECTRONICS/HCF4015BEY.html> (дата звернення 08.11.2024).
7. 521 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.digikey.com/en/products/detail/dialight/5219210F/808955> (дата звернення 08.11.2024).
8. RC0805FR [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/TZS9VYah\\_YAGEO\\_RC0805.pdf](https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/TZS9VYah_YAGEO_RC0805.pdf) (дата звернення 08.11.2024).
9. PB400EEQR1BLK [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/pb400eeqr1blk> (дата звернення 08.11.2024).

					<i>ГАВ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

10. 1N4148 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/1n4148w-1-50209> (дата звернення 08.11.2024).
11. BC858 [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/3hsae1Yp\\_BC858\\_nxp.pdf](https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/3hsae1Yp_BC858_nxp.pdf) (дата звернення 08.11.2024).
12. BS170 [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/qKm0QLfX\\_BS170\\_ztx.pdf](https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/qKm0QLfX_BS170_ztx.pdf) (дата звернення 08.11.2024).
13. Штирвовий з'єднувач PLS [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/pls-4-8> (дата звернення 08.11.2024).
14. Атаманчук П.С. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. - К.: Основа, 2017, с. 437.
15. Запорожець О.І. Основи охорони праці. – К.: ВД Центр навчальної літератури (ЦНЛ), 2019, с. 463.
16. НПАОП 32.0-1.02-14 “Правила охорони праці під час виробництва радіо- та електронної апаратури”.
17. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом.

					<i>ГАВ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

# 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: «Прилад для діагностики трансформаторів»

Узгоджено:  
Керівник дипломного проекту  
Дунець В. Л. \_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_ р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”  
Студент групи РАс-41  
Галиш А. В. \_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_ р.

# 1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “ Прилад для діагностики трансформаторів ”

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи № \_\_\_\_\_ від “ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

## 2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Галиш Андрій Вікторович групи РАС-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

## 3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка приладу для діагностики трансформаторів, що включає в себе:

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

## 4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

### 4.1. Основні параметри

4.1.1. Прилад для діагностики повинен бути розрахований на живлення від батарейок які видають 4,5 В.

4.1.2. Вихідна напруга і максимальний струм навантаження прилада для діагностики повинні відповідати значенням, наведеним ПЗ.

### 4.2. Технічні вимоги

4.2.1. Прилад для діагностики повинен відповідати вимогам стандарту, а також технічній документації на прилад для діагностики конкретного типу, затвердженій в установленому порядку.

4.2.2. Прилад для діагностики повинен забезпечувати задану потужність з моменту включення.

4.2.3. Прилад для діагностики 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 прилада для діагностики повинні бути захищені від струмів короткого замикання.

4.2.5. Електрична міцність і опір ізоляції між корпусом прилада для діагностики і мережевими контактами, а також між корпусом і контактами,

повинні відповідати вимогам ДСТУ 22261.

4.2.6. За механічними і кліматичними умовами експлуатаційні прилада для діагностики повинен відповідати ДСТУ 22261 (група 4).

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

4.2.7. У комплект прилада для діагностики повинно входити: прилад для діагностики трансформаторів, комплект запасних частин. До комплекту докладають паспорт.

4.2.8. Напрацювання на відмову повинне бути не менше 67845 год.

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

4.2.10. Середній термін служби повинен бути не менше 10 років.

Випробування на термін служби не проводять.

4.3. Правила приймання.

4.3.1. Прилад для діагностики повинен піддаватися періодичним випробуванням.

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

4.3.3. Періодичним випробуванням піддають не менше трьох приладів для діагностики 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 приладів для діагностики. Якщо при повторних періодичних випробуваннях виявлено невідповідність хоча б одного виробу вимогам цього стандарту, приймання і відвантаження приладів для діагностики 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  $R\alpha = 0.95$ ;
- Бракувальний рівень  $R\mu = 0.8$ ;
- 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 повинен складатися з:

- пояснювальна записка;
- структурна схема прилада для діагностики;
- електрична принципова схема прилада для діагностики;

- друкована плата прилада для діагностики;
- друкований вузол.

## 6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи, техніко-економічний аналіз	
3	Розробка структурної схеми	
4	Розрахунок основних вузлів прилада для діагностики трансформаторів	
5	Вибір компонентної бази для розроблюваного прилада для діагностики;	
6	Компоновка друкованого вузла	
7	Створення допоміжної документації	
8	Спеціальна частина	
9	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони праці	
10	Нормоконтроль	
11	Попередній захист КР	
12	Захист КР	

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.

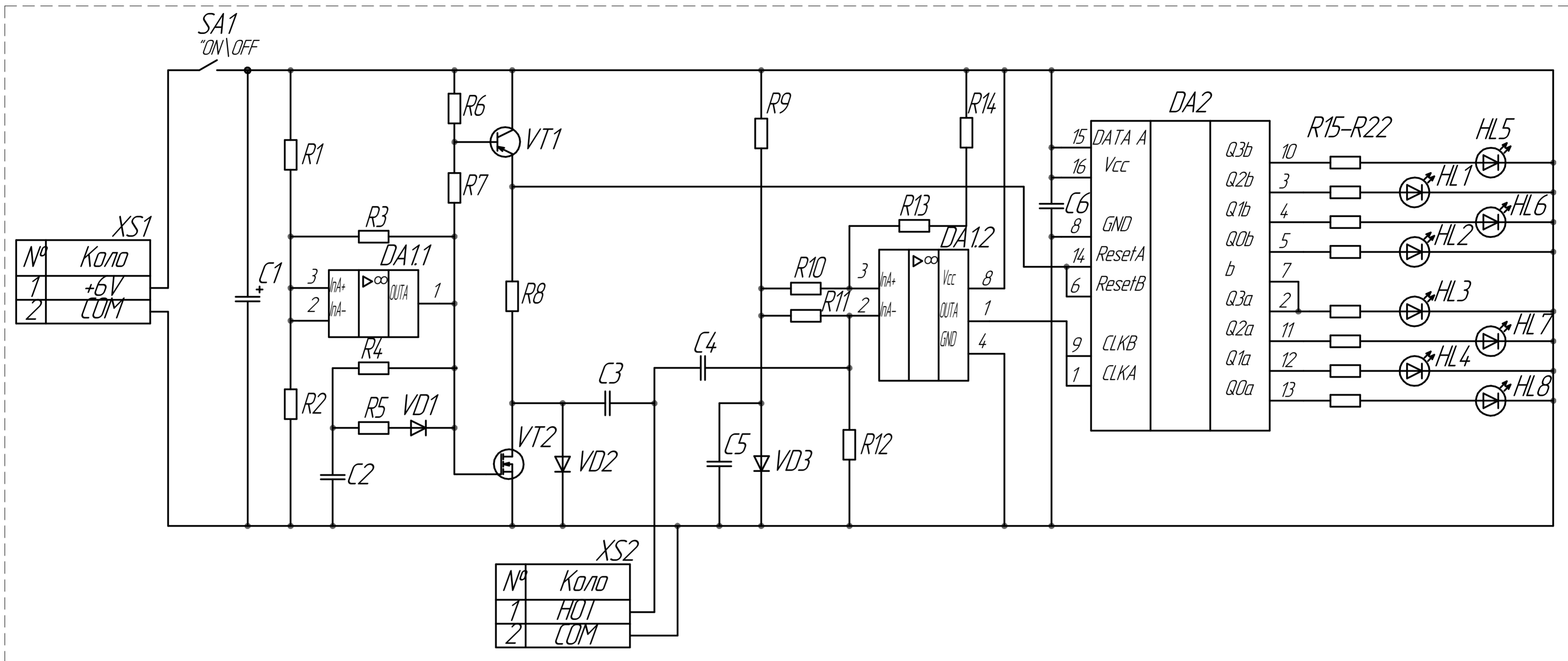


Поз. позн.	Назва	Кіл.	Примітка
	<u>Прилад для діагностики трансформаторів</u>		
	<u>Конденсатори</u>		
	«AVX»		
C1	TLJA107M006R0500	1	
C2-C3	08055C473K4T2A	2	
C4	08055C103KAZ2A	1	
C5-C6	08055C473K4T2A	2	
	<u>Мікросхеми</u>		
	«ST MICROELECTRONICS»		
DA1	LM393ADT	1	
DA2	HCF4015BEY	1	
	<u>Світлодіоди</u>		
	«Dialight»		
HL1	5219210F	1	
HL2, HL3	5219211F	2	
HL4	5219216F	1	
HL5, HL6	5219210F	2	
HL7, HL8	5219216F	2	
	<u>Резистори</u>		
	«YAGEO»		
R1-R3	RC0805FR - 1 МОм ±1 %	3	
R4	RC0805FR - 2,2 МОм ±1 %	1	
R5	RC0805FR - 47 кОм ±1 %	1	
R6-R7	RC0805FR - 1 кОм ±1 %	2	

ГАВ 2.899.000 ПЕЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Галиш А. В.			Прилад для діагностики трансформаторів	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Дунець В. Л.				н	1	2
Рецензор						ТНТУ, ФПТ каф. РТ		
Н. Контр.		Марценюк А. С.				зр. РАС-41		
Затвер.		Дунець В. Л.				Перелік елементів		

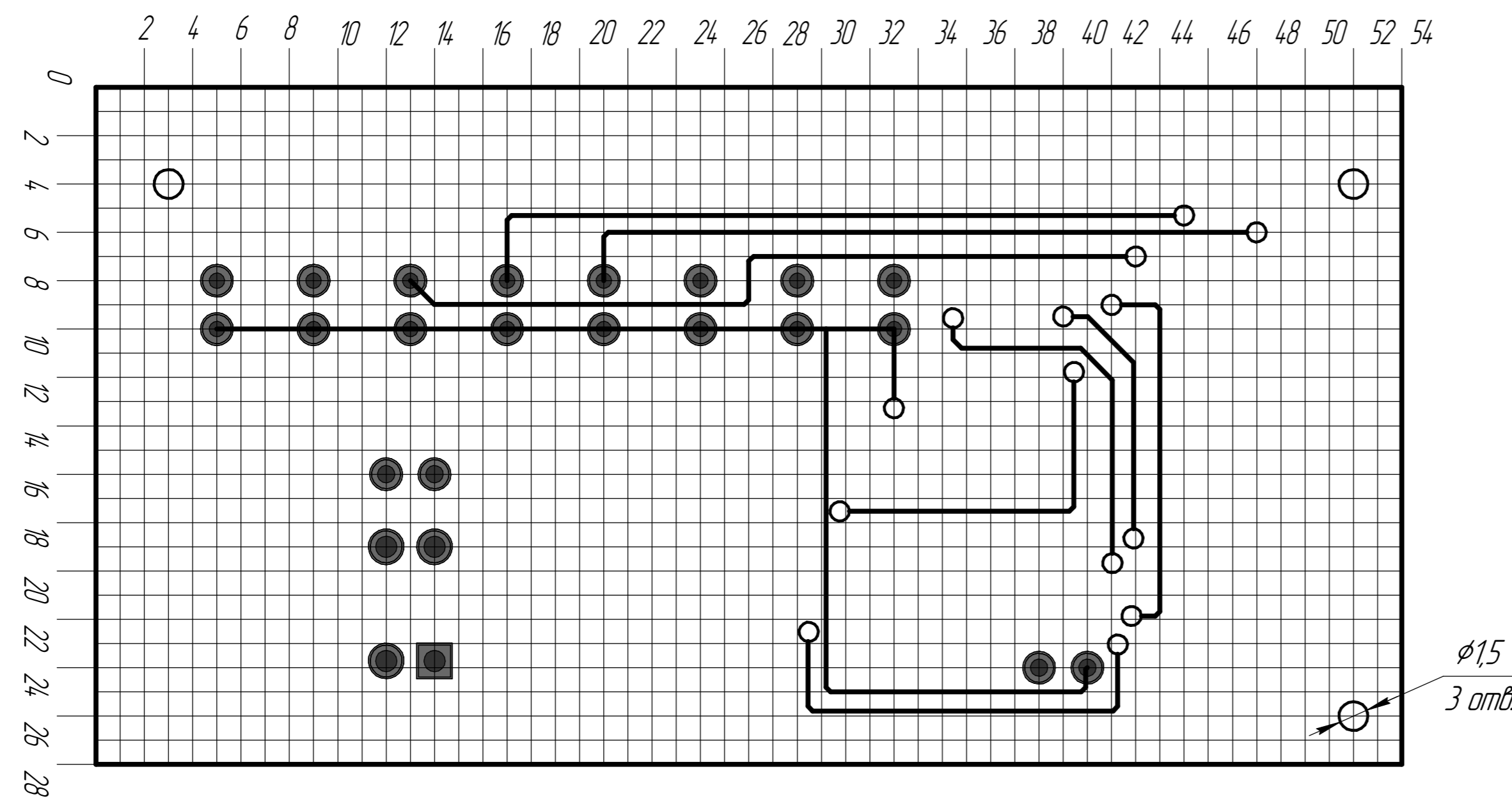
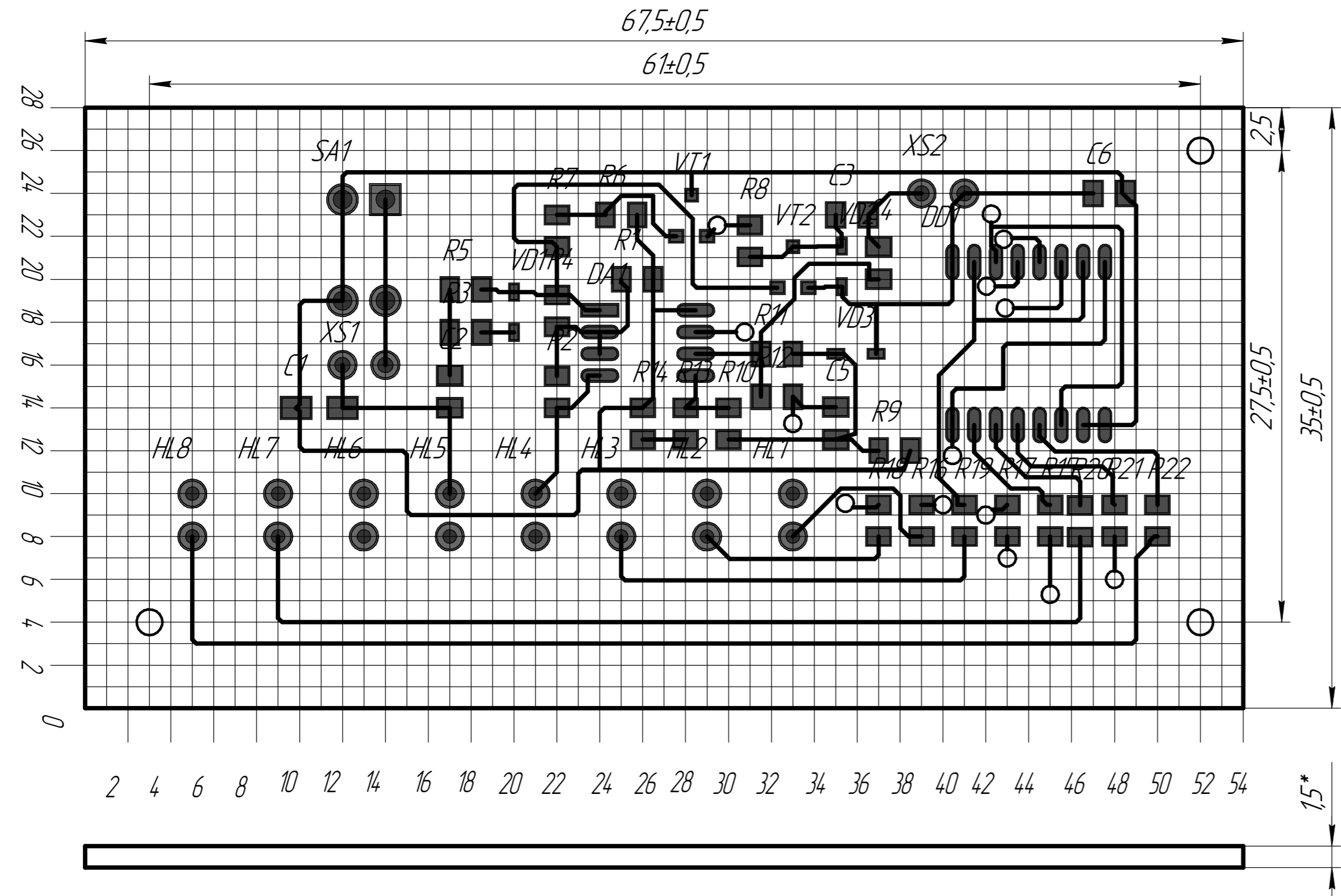




XS1	
№	Коло
1	+6V
2	COM

XS2	
№	Коло
1	НО1
2	COM

ГAB 2.899.002 E3					Лит.			Маса			Масштаб		
Эк.	Арх.	№ докум.	Лист	Дата	Прилад для перевірки трансформаторів			Арх.			Архив		
Разроб.	Галыш А.В.				Схема електрична принципова			1			ТНТУ, ФПТ каф. РТ		
Перев.	Динець В.Л.							зр. РАС-41			Формат А2		
Т.контр.													
Н.контр.	Марценюк А.С.												
Затв.	Динець В.Л.												



Таблиця отворів

Позначення отвору	Діаметр отвору	Діаметр конт. площадки	Наявність металізації	К-ть отворів
○	0.3	0.7	металіз.	49
●	0.7	0.9	металіз.	24
■	-	16x2	-	77
▬	-	1x2	-	20

- \*Розміри для довідок;
- Клас точності 3
- Крок координатної сітки 1.25 мм.
- Плату виготовляти електрохімічним методом.
- Параметри отворів-див.Таблицю отворів.
- Мінімальна ширина друкованих провідників 0.4 мм
- Мінімальна відстань між друкованими провідниками 0.5 мм.
- Плату маркувати фарбою ТН ПФ-01 біла ТУ 29-02-889-88ширифтом 2.5 ПР. 41
- Контактні площадки покрити припоєм ПОС-40

					Г АВ 7.103.003			
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підп.	Дата	Плата друкована	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.	Галиш А.В.						0,25	4:1
Перев.	Дінець В.Л.					Арк.	Архів	1
Т.контр.					СФ-2-35Г	ТНТУ, ФПТ каф. РТ гр. РАС-41		
Н.контр.	Марценюк А.С.					Формат А2		
Затв.	Дінець В.Л.							

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A3			ГAB 2.899.001 E3	Схема електрична принципова		
A4			ГAB 2.899.001 ПЕЗ	Перелік елементів		
A2			ГAB 2.899.001	Вузол друкований		
				<u>Деталі</u>		
A2	1		ГAB 7.161.001	Плата друкована	1	
				<u>Інші вироби</u>		
				<u>Конденсатори</u>		
				«AVX»		
	2			08055C473K4T2A	4	C2,C3,C5,C6
	3			08055C103KAZ2A	1	C4
	4			TLJA107M006R0500	1	C1
				<u>Мікросхеми</u>		
				«ST MICROELECTRONICS»		
	5			LM393ADT	1	DA1
	6			HCF4015BEY	1	DA2
				<u>Світлодіоди</u>		
				«Dialight»		
	7			5219210F	3	HL1, HL5, HL6

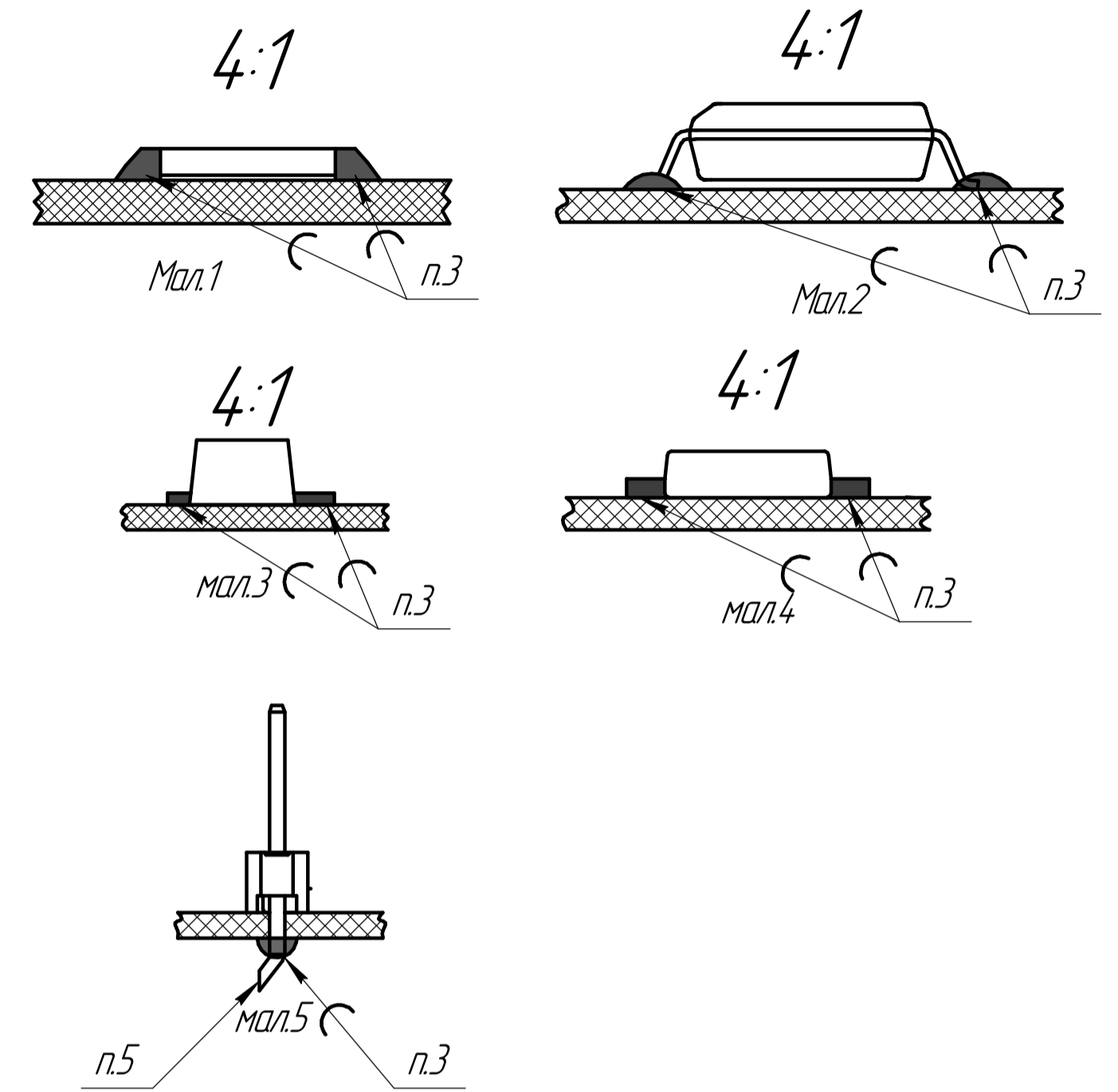
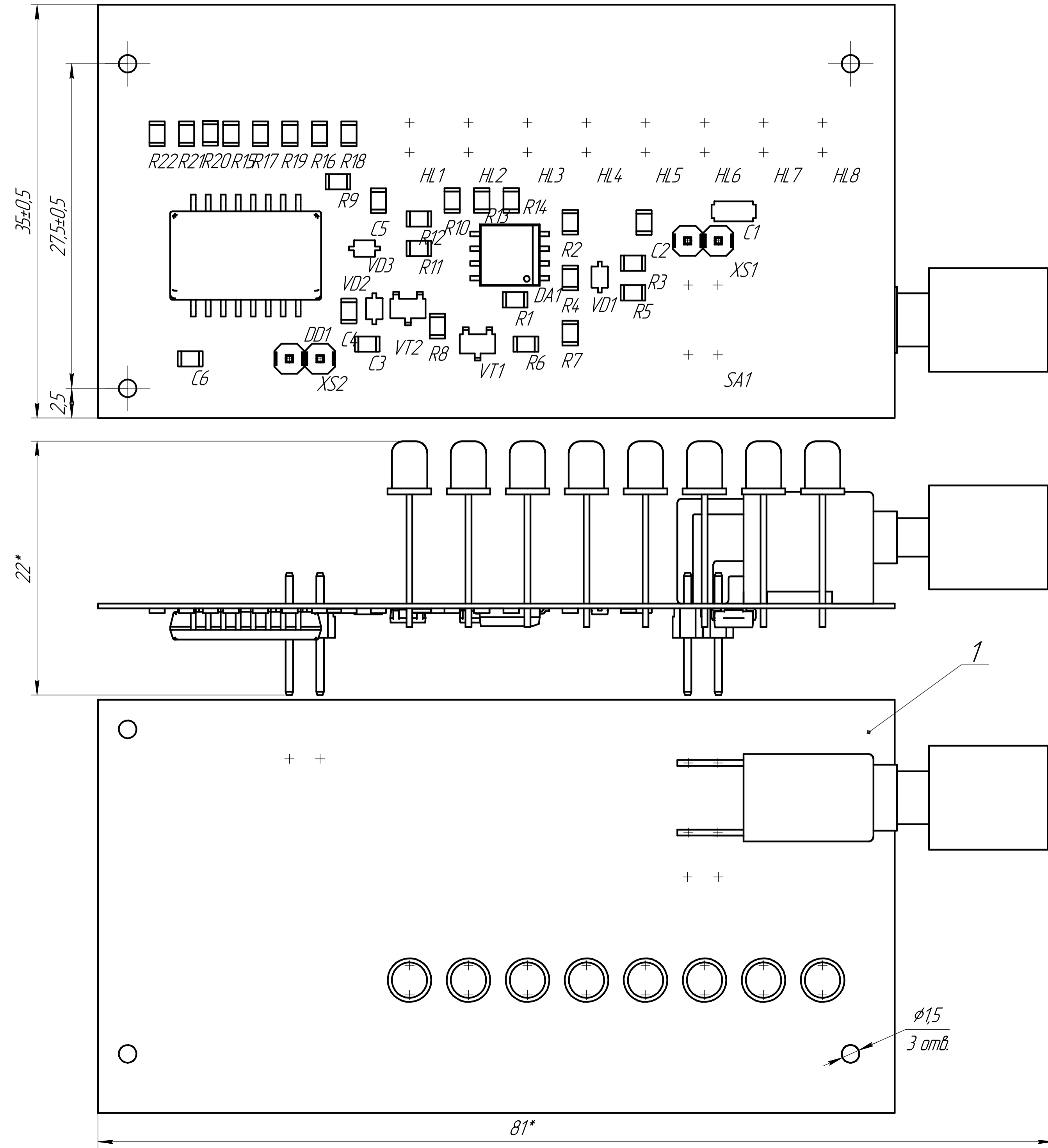
**ГAB 2.899.001**

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Разроб.		Галиш А. В.		
Перевір.		Дунець В. Л.		
Н Контр.		Марценюк А.		
Затверд.		Дунець В. Л.		

Друкований вузол на прилад  
для діагностики трансформаторів  
Специфікація

Літ.	Аркцш	Аркцшів
Н	1	3
ТНТУ, ФПТ каф. РТ гр. РАС-41		





- 1. \* Розміри для довідок
- 2. Крок координатної сітки 1,25мм, елементи встановити: резистори R1-R22 згідно мал.1; конденсатори C1-C6 згідно мал.1; мікросхеми DA1, DD1 згідно мал.2; транзистори VT1-VT2 згідно мал.3; діоди VD1-VD3 згідно мал.4; роз'єм XS2 згідно рис. 5
- 3. Паяти паяльною пастою SAC305 "Mechanic"
- 4. Паяти ПОС-61
- 5. Виводи згинати під кутом 30 та обрізати в межах контактних площадок
- 6. Покрити лаком АК-133
- 7. Позначення елементів показано умовно

Г АВ 2.899.004 СК				Л/т.	Маса	Масштаб
Эм. Арк.	№ док.м.	Підп.	Дата		0,35	2:1
Розроб.	Галиш А.В.					
Перев.	Дінець В.Л.					
Т.контр.				Арк.	Арк.шв.	1
Н.контр.	Марценюк А.С.			ТНТУ, ФПТ каф. РТ		
Залб.	Дінець В.Л.			гр. РАС-41		
				Формат А2		