

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Джерело живлення мікроконтролерних схем

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

спеціальності 172 Електронні комунікації та

радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Хрін О.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Химич Г.П.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

(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

Дунець В.Л.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

« »

2026 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 Хрін О.І.
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Джерело живлення мікроконтролерних схем

Керівник роботи Химич Григорій Петрович, старший науковий співробітник кафедри
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «28» квітня 2026 року № 4/9 -198

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Напруга живлення... 220В, ККД... 85%, Діапазон робочих температур - 10...+30°C, Плавне регулювання напруги.. від 0...до 30В.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
аналіз технічного завдання; аналіз схемних рішень виконання виробу;
розроблення схеми структурної виробу, схеми електричної принципової,
розрахунок номіналів елементів схеми електричної принципової; конструювання виробу,
а саме: обґрунтування вибору елементної бази, трасування друкованої плати,
розробка компоновки друкованого вузла.

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

1. Структурна схема;

2. Схема електрична принципова;

3. Друкована плата;

4. Друкований вузол;

АНОТАЦІЯ

Хрін О.І. «Джерело живлення мікроконтролерних схем». Кваліфікаційна робота бакалавра// Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАС-41, //Тернопіль, 2026. //с.-62, рис.-30, бібліог,-29.

Ключові слова: ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ, МІКРОКОНТРОЛЕР, СХЕМИ, НАПРУГА ЖИВЛЕННЯ, ВИХІДНА НАПРУГА.

У даній роботі розроблено джерело живлення для мікроконтролерних схем, призначене для забезпечення стабільного та надійного електроживлення електронних пристроїв на базі мікроконтролерів.

У процесі виконання роботи проведено аналіз технічного завдання, визначено основні вимоги до джерела живлення та його функціональні характеристики. Розроблено структурну схему пристрою, яка відображає взаємозв'язок між окремими функціональними вузлами та принцип їхньої роботи. Виконано проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми, здійснено вибір основних параметрів елементів та перевірку відповідності розроблених рішень заданим технічним вимогам. Проведено вибір і обґрунтування компонентної бази з урахуванням технічних характеристик, доступності та надійності електронних компонентів.

Завершальним етапом роботи стала компоновка друкованого вузла пристрою, що забезпечує раціональне розміщення елементів, зручність монтажу та мінімізацію впливу електромагнітних завад на роботу схеми.

Спеціальна частина охоплює обґрунтування використання та вибір систем автоматизованого проектування (САПР) для джерела живлення мікроконтролерних схем.

У висновках узагальнено отримані результати, доведено ефективність запропонованої методики та можливість практичного застосування розробленої системи.

ANNOTATION

Khrin O.I. "Power supply for microcontroller circuits". Bachelor's qualification work // Ivan Pulyuy Ternopil National Technical University, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, Group RAS-41, //Ternopil, 2026. //p.-62, fig.-25, bibliog,-29.

Keywords: POWER SOURCE, MICROCONTROLLER, DIAGRAMS, SUPPLY VOLTAGE, OUTPUT VOLTAGE.

In this work, a power supply for microcontroller circuits has been developed, designed to provide stable and reliable power supply to electronic devices based on microcontrollers.

In the process of performing the work, an analysis of the technical task was carried out, the main requirements for the power source and its functional characteristics were determined. A structural diagram of the device was developed, which reflects the relationship between individual functional units and the principle of their operation. The design and calculation of the electrical circuit components were carried out, the main parameters of the elements were selected and the compliance of the developed solutions with the specified technical requirements was checked. The component base was selected and justified taking into account the technical characteristics, availability and reliability of electronic components.

The final stage of the work was the layout of the printed circuit board of the device, which ensures rational placement of elements, ease of installation and minimizing the impact of electromagnetic interference on the operation of the circuit.

The special part covers the justification of the use and selection of computer-aided design (CAD) systems for the power supply of microcontroller circuits.

The conclusions summarize the results obtained, prove the effectiveness of the proposed methodology and the possibility of practical application of the developed system.

Зміст

Вступ.....	8
1. Основна частина	9
1.1 Аналіз технічного завдання	10
1.2 Аналіз структурної схеми виробу	10
1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою.....	13
1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази.....	18
1.5 Компоновка друкованого вузла пристрою.....	38
1.6 Висновок до розділу 1.....	42
2. Спеціальна частина.....	40
2.1 Обґрунтування використання та вибору САПР для проектування	44
2.2 Висновок до розділу 2.....	51
3. Безпека життєдіяльності, основи охорона праці	52
3.1 Надзвичайні ситуації метеорологічного характеру	52
3.2 Оцінка травмонебезпеки виробничого процесу	54
3.3 Висновок до розділу 3.....	57
Висновки.....	58
Список використаних джерел.....	59
Додатки	

					<i>XOI 2.089.001 E1</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Хрін</i>			<i>Джерело живлення мікроконтролерних схем Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Химич</i>					<i>6</i>	<i>62</i>
<i>Рецензент</i>						<i>ТНТУ, зр.РАС-41 м. Тернопіль</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Хвостівська</i>						
<i>Затверд.</i>								

Вступ

Актуальність роботи у сучасній електроніці мікроконтролерній системи широко застосовуються в пристроях автоматизації, побутовій техніці, вимірювальних приладах та промисловому обладнанні. Надійність їх роботи безпосередньо залежить від якості електроживлення. Нестабільна напруга, імпульсні завади та перевантаження можуть призводити до збоїв або виходу з ладу електронних компонентів. Тому розробка стабільного, енергоефективного та захищеного джерела живлення є актуальною задачею, що має практичне значення для забезпечення безперервної роботи мікроконтролерних пристроїв.

Ступінь наукової розробки проектування джерел живлення для електронних та мікроконтролерних систем достатньо широко висвітлене в науково-технічній літературі. Існують різні підходи до побудови лінійних та імпульсних джерел живлення, методи широтно-імпульсної модуляції, а також рішення для захисту від перевантажень і короткого замикання. Водночас актуальними залишаються завдання оптимізації схемотехнічних рішень, підвищення ККД, зменшення габаритів та вартості виробу, що потребує подальших інженерних досліджень і практичних розробок.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка джерела живлення для мікроконтролерних схем, яке забезпечує стабільну регульовану вихідну напругу в заданому діапазоні, високий коефіцієнт корисної дії, а також захист від аварійних режимів роботи. У процесі виконання роботи передбачається проектування структурної та принципової схем пристрою, розрахунок основних вузлів та вибір елементної бази.

Об'єкт є схема електрична принципова, друкована плата та друкований вузол джерела живлення для мікроконтролерних схем.

Предмет є схема електрична принципова пристрою, технічні характеристики проектованого приладу, принцип роботи функціональні особливості.

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Практичне значення одержаних результатів полягає у створенні функціонального джерела живлення, яке може бути використане для живлення мікроконтролерних систем, лабораторних стендів та електронних пристроїв різного призначення. Розроблена схема забезпечує стабільні вихідні параметри, має захист від перевантажень і короткого замикання та може бути реалізована у вигляді компактного друкованого вузла, що робить її придатною для подальшого практичного застосування або серійного виробництва.

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1 Основна частина

1.1 Аналіз технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

1. Напруга живлення.....220В;
2. Частота електромережі, Гц.....50±10%;
3. Допустима вологість, %.....93;
4. Плавне регулювання напруги.....від 0...до 30В;
5. Вихідний струм2А ±10;
6. Маса.....0,6 кг;
7. Габаритні розміри185x150x80 мм;
8. Діапазон робочих температур.....-10...+30°C;
9. ККД.....85%.

Метою даної роботи є розробка джерела живлення для мікроконтролерних схем, яке забезпечує стабільну вихідну напругу та необхідні параметри живлення для електронних пристроїв. Вихідними даними для проектування є технічні характеристики, що визначають основні вимоги до майбутнього виробу.

Згідно з технічним завданням, пристрій повинен працювати від однофазної мережі змінного струму напругою 220 В та частотою 50 Гц із допустимим відхиленням ±10 %. Це зумовлює необхідність застосування вхідного вузла, здатного забезпечити стабільну роботу джерела живлення при коливаннях параметрів електромережі.

Однією з основних вимог є забезпечення плавного регулювання вихідної напруги в межах від 0 до 30 В. Такий діапазон дозволяє використовувати пристрій для живлення широкого спектра мікроконтролерних схем, електронних модулів та експериментальних установок. Вихідний струм повинен становити 2 А з допустимим відхиленням ±10 %, що забезпечує можливість підключення навантажень середньої потужності.

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пристрій повинен зберігати працездатність при відносній вологості повітря до 93 %, що свідчить про необхідність врахування умов експлуатації та забезпечення відповідного рівня надійності електричних з'єднань і компонентів. Робочий температурний діапазон від $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ вимагає застосування елементної бази, характеристики якої відповідають заданим кліматичним умовам.

Важливими конструктивними параметрами є маса виробу, яка не повинна перевищувати 0,6 кг, а також габаритні розміри $185\times 150\times 80$ мм. Дані вимоги впливають на вибір схемних рішень, типів електронних компонентів та компоновання друкованого вузла.

Коефіцієнт корисної дії пристрою повинен становити не менше 85 %, що свідчить про необхідність використання енергоефективних схемотехнічних рішень та мінімізації втрат енергії під час перетворення електричної енергії.

На підставі проведеного аналізу можна зробити висновок, що розроблюване джерело живлення повинно забезпечувати стабільну регульовану вихідну напругу, достатній вихідний струм, високий ККД, надійну роботу в заданих умовах експлуатації та відповідати встановленим масогабаритним показникам. Отримані результати аналізу є основою для подальшої розробки структурної та електричної принципової схем пристрою.

1.2 Аналіз структурної схеми виробу

Розроблюване джерело живлення складається з ряду функціональних блоків, кожен з яких виконує певні завдання та забезпечує стабільну роботу пристрою в цілому. До складу пристрою входять: мережевий фільтр, понижувальний трансформатор, задаючий генератор, регулятор широтно-імпульсної модуляції (ШІМ), подільник частоти, вузол формування імпульсів, емітерний повторювач та вузол захисту.

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

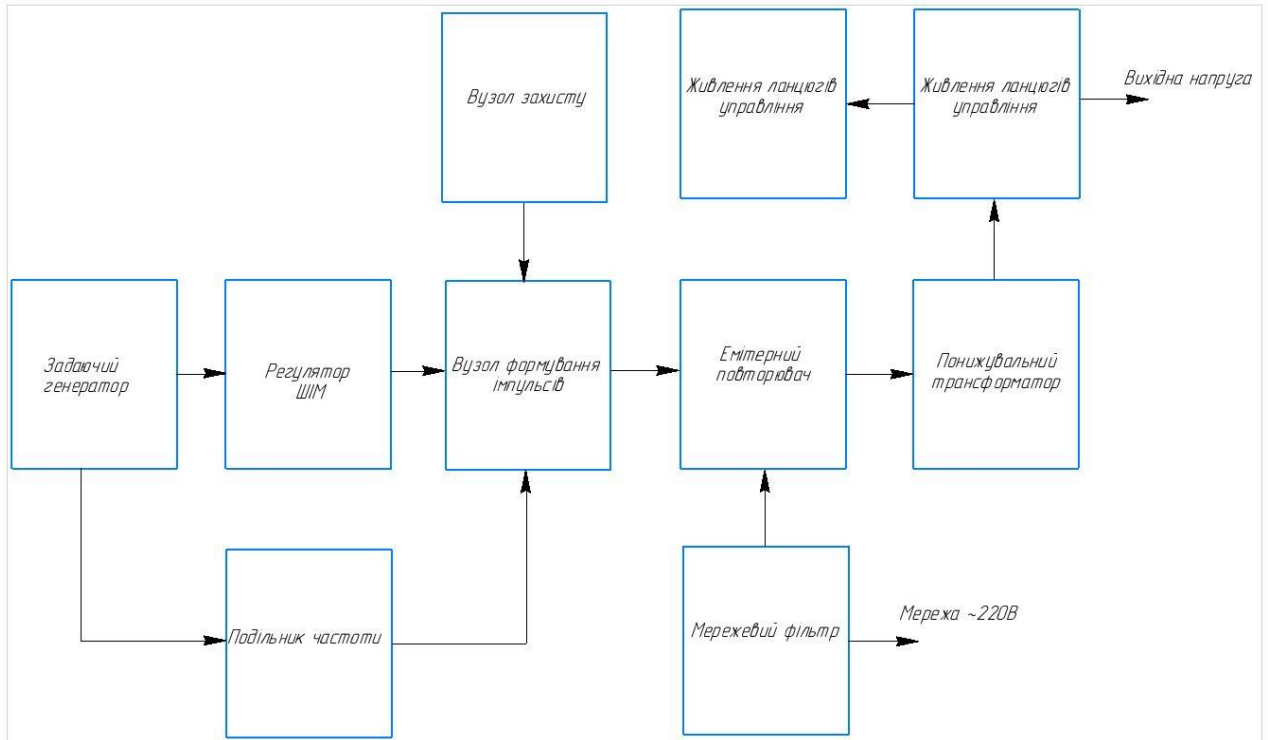


Рисунок 1.1-Схема електрична структурна

Електрична енергія від мережі змінного струму надходить спочатку на мережевий фільтр. Його призначення полягає у зменшенні впливу високочастотних перешкод та імпульсних завад, які можуть проникати з мережі живлення або створюватися самим пристроєм під час роботи. Використання мережевого фільтра підвищує електромагнітну сумісність пристрою та забезпечує стабільність його функціонування.

Після мережевого фільтра напруга подається на понижувальний трансформатор. Основним завданням трансформатора є зниження мережевої напруги 220 В до рівня, необхідного для подальшого перетворення та формування вихідної напруги. Крім того, трансформатор забезпечує гальванічну розв'язку між мережею живлення та вихідними колами пристрою, що підвищує безпеку його експлуатації.

Для формування тактових сигналів використовується задаючий генератор. Він створює стабільні електричні коливання заданої частоти, які є основою для роботи інших функціональних вузлів схеми. Від стабільності генератора значною мірою залежить точність регулювання вихідних параметрів джерела живлення.

Сигнал із задаючого генератора надходить на подільник частоти. Даний вузол забезпечує отримання сигналів із необхідною частотою шляхом поділу частоти генератора на заданий коефіцієнт. Це дозволяє узгодити режими роботи окремих вузлів пристрою та забезпечити оптимальні параметри керування.

Регулювання вихідної напруги здійснюється за допомогою регулятора широтно-імпульсної модуляції. Принцип його роботи полягає у зміні тривалості імпульсів при незмінній частоті їх повторення. Залежно від коефіцієнта заповнення імпульсів змінюється середнє значення вихідної напруги, що забезпечує плавне регулювання в необхідному діапазоні.

Вузол формування імпульсів призначений для створення імпульсних сигналів необхідної форми, амплітуди та тривалості.

Він забезпечує узгодження сигналів між окремими каскадами схеми та формує керуючі сигнали для силових елементів пристрою.

Для підсилення струму та узгодження навантаження використовується емітерний повторювач. Цей вузол характеризується високим вхідним і низьким вихідним опором, що дозволяє передавати сигнали без значних спотворень та забезпечувати необхідну потужність на виході.

З метою підвищення надійності роботи пристрою передбачений вузол захисту. Його функцією є запобігання пошкодженню елементів схеми при виникненні аварійних режимів роботи, таких як перевантаження за струмом, коротке замикання або перевищення допустимої напруги. Наявність захисту дозволяє збільшити термін служби пристрою та забезпечити безпечну експлуатацію.

Таким чином, взаємодія всіх функціональних блоків забезпечує перетворення енергії мережі живлення у стабільну регульовану напругу, необхідну для живлення мікроконтролерних схем та інших електронних пристроїв.

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

формувача, перетворюючи пилкоподібні коливання у прямокутні імпульси з крутішими фронтами та більш стабільними параметрами.

Регулювання шпаруватості імпульсів (коефіцієнта заповнення) здійснюється за допомогою змінного резистора R3, що дозволяє змінювати режим роботи ШІМ-регулятора та, відповідно, середнє значення вихідної напруги пристрою. Після формування імпульси надходять через розподільчу резистивну мережу R7–R8 на бази транзисторів VT4 і VT5, які виконують функції проміжного підсилення та узгодження сигналів.

Подальша обробка сигналу здійснюється на тригері мікросхеми DD2, який працює як подільник частоти. На його виходах (неінвертуючому 5 та інвертуючому 6) формуються взаємно протифазні імпульси, що через резистори R11 і R12 подаються на бази транзисторів VT6 і VT7. Ці транзистори працюють почергово, забезпечуючи керування попередніми каскадами шляхом шунтування відповідних гілок VT4 або VT5. У результаті формується система керуючих імпульсів для силових ключових транзисторів VT8 і VT9.

У вихідних колах транзисторів VT8 і VT9 застосовано резистори R17 та R18, що обмежують струм емітерних ланцюгів, а також захисні діоди VD1 і VD2, які забезпечують захист ключових елементів від перенапруг та імпульсних перевантажень.

Пуск пристрою здійснюється через мережеву частину, де вхідна напруга надходить через обмежувальний резистор R20, який зменшує пусковий струм і захищає діодний міст VD7 від різких імпульсних перевантажень під час заряджання конденсатора C7. Далі напруга проходить через запобіжник F1 та мережевий фільтр, що складається з дроселя та конденсаторів C8 і C9, призначений для придушення високочастотних завад. Після цього змінна напруга випрямляється діодним мостом VD7, а конденсатор C7 виконує функцію згладжування пульсацій і накопичення енергії.

При натисканні кнопки SB1 напруга з конденсатора C7 через резистор R19 подається на стабілізатор 7805, який формує стабілізовану напругу живлення для логічних елементів DD1 та DD2. Резистор R19 виконує захисну

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

функцію, обмежуючи вхідну напругу стабілізатора та запобігаючи його перевантаженню.

Після подачі живлення генератор починає роботу, а формувач імпульсів поступово виходить у робочий режим завдяки ланцюгу плавного запуску, реалізованому через вузол захисту. Конденсатор С4 заряджається через резистор R5, забезпечуючи плавне наростання керуючої напруги. При досягненні певного рівня відкриваються транзистори VT2 і VT3, причому параметри подільника R5–R6 підібрані таким чином, що при нарузі на емітері VT3 понад 4 В транзистор повністю переходить у провідний стан.

Після запуску силові ключові транзистори VT8 і VT9 починають працювати у двотактному режимі. Випрямлення вихідної напруги здійснюється діодами VD5 і VD6, які утворюють двонапівперіодний випрямляч для живлення системи керування. Після стабілізації роботи пристрою кнопка SB1 може бути відпущена, оскільки живлення блоку керування здійснюється вже від допоміжного випрямляча.

У разі виникнення короткого замикання у навантаженні напруга на випрямлячі VD5–VD6 різко знижується через спільний магнітопровід трансформатора. Це призводить до падіння напруги на емітері VT3 нижче порогового значення, у результаті чого схема керування вимикається. Після усунення аварійного режиму пристрій може бути повторно запущений шляхом повторного натискання кнопки SB1.

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

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

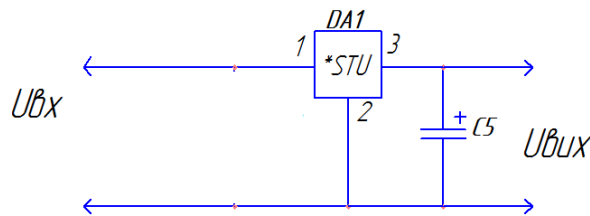


Рисунок 1.3 – Електрична принципова схема стабілізатора і конденсатора

Вибір ІМС виконується за заданими $U_{CT\ BIX}$, $I_{CT\ BIX\ max}$, K_{CTU} , γ , $R_{CT\ BIX}$ із таблиці 1.1. Бажано віддавати перевагу тим ІМС, які працюють з меншою кількістю зовнішніх елементів. При цьому повинні виконуватися наступні умови

$$U_{IMC\ BIX} \geq U_{CT\ BIX}$$

$$I_{IMC\ BIX\ max} \geq I_{H\ max}$$

$$K_{IMC\ CTU} \geq K_{CTU}$$

Було обрано стабілізатор L79L05ACZ "ST Microelectronics", який має параметри такі як в КР142ЕН5А.

Незалежно від типу обраної ІМС визначаємо наступні параметри

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

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

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

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

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

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

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

Можливі граничні значення ККД

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

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

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

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

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

Передбачається, що струм споживаний стабілізатором є малим

$$I_{CT ВИХ} \equiv I_{CT ВХ}$$

Визначення ємності конденсатора за формулою:

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

де C_0 – ємність, мкФ;

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

r – опір, Ом.

$$C_0 = \frac{3}{1 \cdot 0,03} = 100(\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

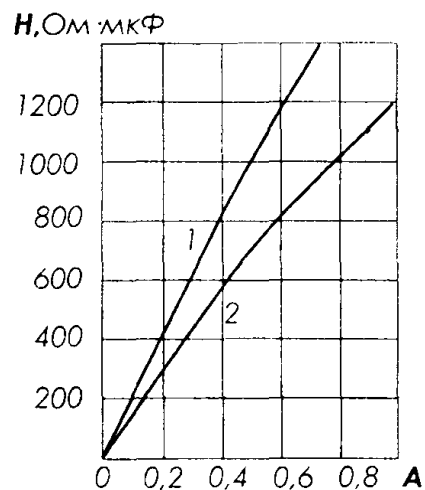


Рисунок 1.4 – Графік для визначення коефіцієнта Н:

$$U_{роб} = \sqrt{2}U_{2x} \quad (2.7)$$

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 14 = 19,6(B)$$

Вибираємо тип конденсатора з довідника за параметрами $C_{0 \text{ ном}}$ і $U_{роб}$.
Вибираємо електролітичний конденсатор типу b41828-25 В-100 мкФ 10% "Ercos" номінальною ємністю 100 мкФ та на робочу напругу 25 В.

1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази

У даній схемі в якості основних електролітичних конденсаторів застосовуються елементи типу В41828 "Ercos" (C2), а також алюмінієві оксидно-електролітичні конденсатори (C4–C7). Вони характеризуються значними відхиленнями номінальної ємності, проте цього цілком достатньо для забезпечення стабільних параметрів роботи виробу. Використання саме такого типу конденсаторів дозволяє не лише отримати необхідні електричні характеристики, але й спрощує та автоматизує процес виготовлення пристрою.

У схемі вони виконують функцію фільтруючих елементів, що згладжують пульсації напруги та забезпечують стабільність живлення окремих вузлів.

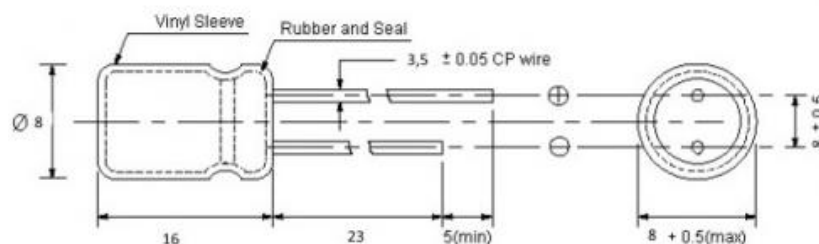


Рисунок 1.5 - Габаритні розміри конденсатора типу b41828 "Ercos"

Основні параметри цих конденсаторів такі:

номінальна напруга становить 10,25 В, діапазон номінальної ємності – від 4,7 до 2200 мкФ, допуск ємності складає $\pm 20\%$, термін служби сягає 2000 годин, робочий температурний діапазон – від -55 до $+105$ °С, а тангенс кута діелектричних втрат дорівнює 0,14 %.

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Таким чином, застосування конденсаторів типу В41828 "Epcos" та алюмінієвих оксидно-електролітичних елементів забезпечує надійне фільтрування та стабілізацію живлення, що є критично важливим для коректної роботи електронного виробу.

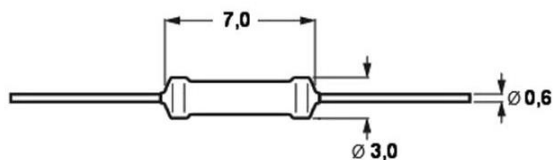


Рисунок 1.6 - Габаритні розміри резисторів MFP "Yageo"

Оптимальним рішенням для використання у схемі є постійні резистори типу MFP "Yageo", які застосовані на позиціях R1–R2 та R4–R20 (див. рис. 1.6). Ці резистори відзначаються високою стабільністю параметрів, мінімальною залежністю опору від температури, частоти та напруги, компактними габаритами та підвищеною надійністю. Завдяки таким характеристикам вони придатні для роботи у колах постійного, змінного та імпульсного струму, забезпечуючи точність і довговічність функціонування електронного виробу.

Основні параметри резисторів наступні: їхня номінальна потужність становить 0,25–1 Вт, діапазон номінальних опорів охоплює значення від 1 Ом до 10^6 Ом, допустиме відхилення опору складає $\pm 10\%$, максимальна робоча напруга сягає 200 В, а робочий температурний діапазон знаходиться у межах від -60 до $+70$ °С.

Таким чином, використання резисторів типу MFP "Yageo" забезпечує оптимальне поєднання точності, стабільності та надійності, що робить їх універсальними елементами для застосування у різних режимах роботи електричних кіл.

У схемі застосовуються конденсатори типу В37979 (C1, C3), які є керамічними конденсаторами постійної ємності. Вони призначені для роботи як у колах постійного, так і змінного струму, а також у режимах імпульсних сигналів. У даному приладі ці елементи виконують кілька важливих функцій:

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виступають задаючими конденсаторами, формуючи тривалість імпульсів скидання та запуску контуру; працюють як розділяючі елементи, забезпечуючи гальванічну розв'язку між вузлами; а також входять до складу коливального контуру, визначаючи його частотні характеристики.

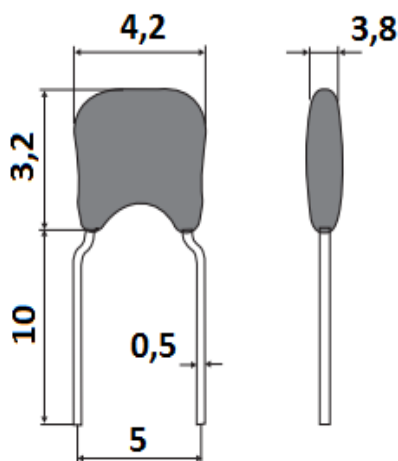


Рисунок 1.7 - Габаритні розміри B37979 "Epcos"

Керамічні конденсатори цього типу мають низку переваг: вони компактні за розмірами, відзначаються низькою вартістю та високою доступністю на ринку, що спрощує їх використання у виробництві. Попри простоту конструкції, вони забезпечують добрі електричні параметри, що робить їх оптимальним вибором для широкого спектра електронних пристроїв.

Основні параметри конденсаторів B37979 такі: робоча напруга становить 50 В, відхилення ємності від номінального значення – $\pm 10\%$, робочий температурний інтервал охоплює діапазон від $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$, температурний коефіцієнт ємності дорівнює $+3,3\%$, допустима відносна вологість сягає до 98% , діапазон тиску – від 6,6 до 2942 гПа, а діапазон ємностей знаходиться у межах від 5 нФ до 0,1 мкФ. За класифікацією температурних коефіцієнтів ємності вони належать до групи N20.

					<i>XOI 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

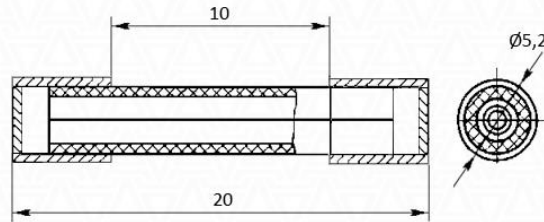


Рисунок 1.8 - Габаритні розміри запобіжника ZH214-015

Запобіжник FU1 типу ZH214-015 є найпростішим апаратом захисту електричних кіл від коротких замикань та значних перевантажень (див. рис. 1.8). Його застосування поширене як у побутових, так і в промислових електроустановках. Запобіжники можуть бути інтегровані у комплектні пристрої та використовуватися в різних кліматичних умовах, включно з середовищами, де вони піддаються механічним впливам. Вони забезпечують різні ступені захисту, що дозволяє адаптувати їх до конкретних умов експлуатації.

Конструктивно запобіжник складається з трьох основних частин: фарфорової основи з металевою різьбою, плавкої вставки, яка виконує функцію захисного елемента, та бойка запобіжника, що забезпечує механічну фіксацію й контакт. Завдяки простоті конструкції та надійності, такі запобіжники широко використовуються для захисту електронних і електротехнічних систем.

Основні технічні характеристики запобіжника FU1 ZH214-015:

- матеріал корпусу – кераміка;
- номінальна напруга – 240 В;
- номінальний робочий струм – 2 А;
- тип контактів – циліндричні;
- довжина корпусу – 30 мм;
- діаметр корпусу – 6,35 мм;
- робочий температурний діапазон – від –60 до +100 °С.

					<i>XOI 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

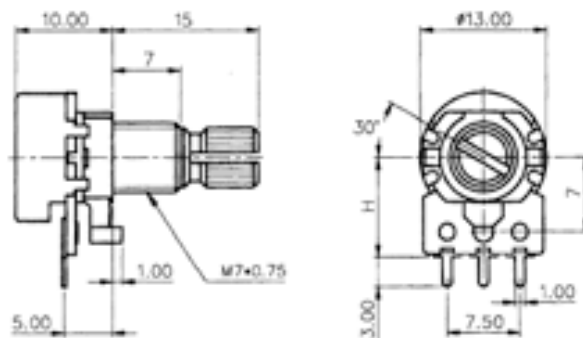


Рисунок 1.9 – Габаритні розміри змінного резистора 16К1

Змінний резистор 16К1-В50К-10 кОм "Song Huei" (R3, див. рис. 1.10) є потенціометром з лінійною характеристикою, що вирізняється низькою вартістю та простотою застосування. Він виконаний на основі вуглецевого шару та оснащений металевим валом, що забезпечує механічну міцність і довговічність. Основне призначення цього елемента полягає у використанні в електричних колах для визначення та задання напруги, а також електрорушійної сили (ЕРС). Завдяки своїй конструкції потенціометр може ефективно працювати у схемах регулювання та налаштування параметрів, забезпечуючи точність і стабільність роботи пристрою.

Технічні параметри змінного резистора 16К1 такі:

- номінальний опір становить 10 кОм;
- допустиме відхилення опору від номінального значення – $\pm 20\%$;
- тип потенціометра – однооборотний;
- максимальна робоча напруга сягає 150 В;
- кут повороту складає $300^\circ \pm 5^\circ$.

Таким чином, потенціометр 16К1 "Song Huei" є оптимальним вибором для схем, де потрібне плавне регулювання напруги чи сигналу. Він поєднує простоту конструкції, доступність та добрі електричні параметри, що робить його універсальним елементом для використання у різних електронних пристроях.

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

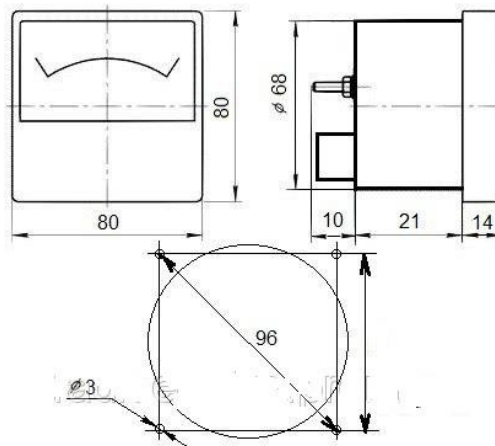


Рисунок 1.10 – Габаритні розміри амперметра

Амперметр М42300 використовується для вимірювання сили струму в діапазоні від 100 мкА до 3 А, що робить його універсальним приладом для роботи як з малими, так і з відносно великими струмами. Він належить до класу аналогових вимірювальних пристроїв і призначений для застосування у лабораторних умовах, навчальних цілях та в різних електротехнічних схемах, де потрібен контроль струму.

Конструктивно амперметр має компактний корпус із лицьовою панеллю розміром 80×80 мм, що дозволяє зручно монтувати його на щитах та панелях. Для встановлення передбачено виріз діаметром 77,5 мм, що відповідає стандартним вимогам до щитових приладів. Прилад випускається з класом точності 1,5 або 2,5, що забезпечує достатню точність вимірювань у більшості практичних застосувань. Його маса не перевищує 0,2 кг, завдяки чому він є легким і зручним у монтажі.

Амперметр М42300 здатний працювати у широкому температурному діапазоні – від -50 до +60 °С, що дозволяє використовувати його в різних кліматичних умовах та експлуатаційних середовищах. Надійність конструкції та простота використання роблять цей прилад оптимальним для контролю струму у побутових, промислових та навчальних електротехнічних установках.

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

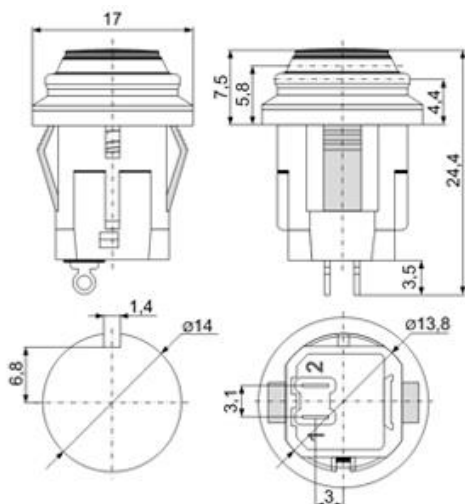


Рисунок 1.11 – Габаритні розміри кнопки PBS14A "Jietong Switch"

Кнопка SB1 є червоною кнопкою без фіксації, яка використовується для налаштування параметрів у схемі. Вона виконує функцію кнопкового вимикача та має одну контактну групу. Конструктивно кнопка працює за алгоритмом off-(on), тобто у нормальному стані вона розімкнена, а при натисканні замикає коло, після чого повертається у вихідне положення. Завдяки відсутності фіксації вона забезпечує короткочасне керування процесами, що робить її зручною для налаштувань та імпульсних операцій.

Основні технічні характеристики кнопки SB1 такі: колір – червоний, кількість контактних груп – 1, опір ізолятора не менше 100 МОм, опір контактів не більше 0,02 Ом, робоча напруга – 125 В, робочий струм – 1 А. Кнопка призначена для монтажу на панель, що забезпечує простоту встановлення та надійність у використанні. Робота кнопки відзначається високою стабільністю та низькими втратами, що дозволяє застосовувати її у різних електронних та електротехнічних пристроях.

Таким чином, кнопка SB1 є простим, але ефективним елементом керування, який поєднує компактність, надійність та функціональність, забезпечуючи точне налаштування параметрів у схемі.

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

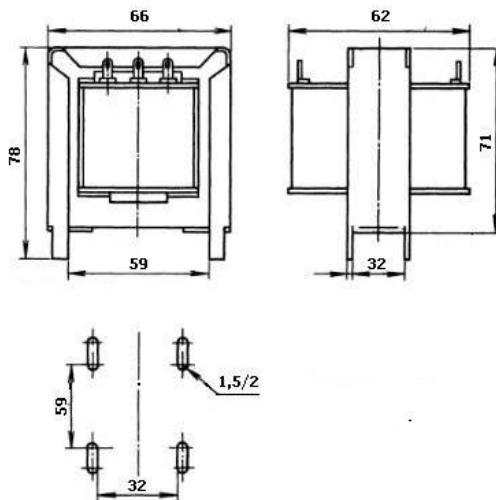


Рисунок 1.12 – Габаритні розміри трансформатора В78386-Р1116-А "

Лінійка трансформаторів живлення В78386-Р1116-А (ТВ1, див. рис. 1.12) призначена для друкованого монтажу та представлена моделями різної потужності з широким спектром вторинних напруг. Конструкція каркаса трансформатора забезпечує посилену ізоляцію між первинною та вторинною обмотками, що значно підвищує рівень електробезпеки та надійності роботи пристрою. Завдяки цьому трансформатор може ефективно застосовуватися у схемах живлення електронних пристроїв, де потрібна стабільність параметрів та захист від пробую.

Основні технічні характеристики трансформатора В78386-Р1116-А такі: вихідна напруга становить 40 В, вихідний струм – 2 А, електрична міцність ізоляції між первинною та вторинною обмотками сягає 4000 В, а між вторинними обмотками – 600 В. Напруга живлення трансформатора дорівнює 220 В, при цьому допустиме відхилення вторинних напруг складає $\pm 5\%$.

Таким чином, трансформатор живлення В78386-Р1116-А є оптимальним рішенням для друкованого монтажу, поєднуючи компактність, надійність та високі електричні параметри. Його конструкція забезпечує ефективну роботу у різних умовах експлуатації, а широкий діапазон моделей дозволяє підібрати варіант для конкретних потреб електронного виробу.

					<i>XOI 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

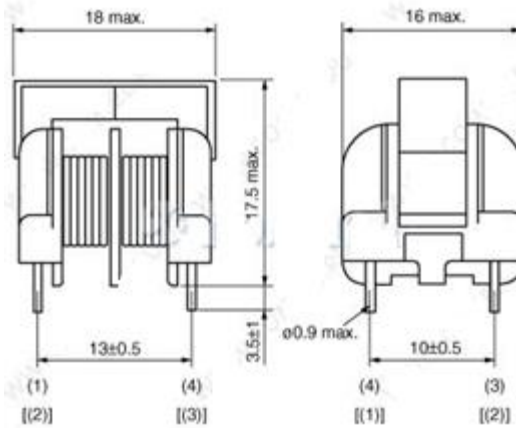


Рисунок 1.13 – Габаритні розміри дроселя PLA10AS2221R5R2B "Murata"

Дросель PLA10AS2221R5R2B "Murata" належить до серії двохлінійних мережевих фільтрів загального призначення PLA10, які розроблені для ефективного придушення електромагнітних перешкод у однофазних мережах змінного струму. Такі фільтри можуть виготовлятися як зі стандартною обмоткою, так і з секційною, що забезпечує більш якісне придушення високочастотних завад. Завдяки цьому вони широко застосовуються у схемах живлення електронних пристроїв, де важливо знизити рівень шумів та стабілізувати роботу обладнання.

Конструкція дроселя відзначається компактними розмірами та малою вагою, що робить його зручним для друкованого монтажу та інтеграції у сучасні електронні системи. Робочий температурний діапазон елементів серії PLA10 становить від $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$, при цьому нагрівання обмоток не перевищує $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ навіть за максимального робочого струму, що гарантує надійність та довговічність у експлуатації.

Основні технічні характеристики дроселя PLA10AS2221R5R2B такі: тип виконання – PLA, конструкція – здвоєний фільтр, номінальний струм – 1,5 А, номінальна напруга – 300 В, індуктивність обмотки – 2,2 мГн, робоча напруга – 250 В, вага – лише 7,2 г.

						<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			26

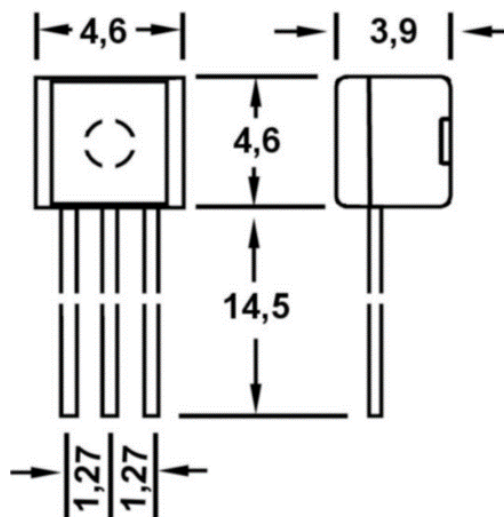


Рисунок 1.14 – Габаритні розміри мікросхеми L79L05ACZ

Мікросхема L79L05ACZ є стабілізатором напруги з фіксованим вихідним значенням -5 В та здатністю забезпечувати вихідний струм до 100 мА. Вона призначена для стабілізації негативної напруги у вузлах та блоках апаратури широкого застосування, де потрібна надійна робота приладу навіть за наявності коливань у вхідному живленні. Конструкція стабілізатора передбачає вбудовані системи захисту від перевантажень, перенапруги та перегріву, що значно підвищує його експлуатаційну надійність.

Корпус мікросхеми виконаний у стандартних варіантах TO-226-3, TO-92-3 (TO-226AA), що забезпечує зручність монтажу у друкованих схемах. Тип монтажу – вивідний, що дозволяє легко інтегрувати стабілізатор у різні конструкції. Робочий температурний діапазон становить від 0 °С до $+125$ °С, що робить його придатним для використання у більшості електронних пристроїв.

Основні технічні параметри мікросхеми L79L05ACZ такі: вихідний струм – 100 мА, кількість регуляторів – 1, типове падіння напруги складає 1,7 В при струмі 40 мА, мінімальна вхідна напруга може знижуватися до 0,30 В, а вихідна напруга стабілізується на рівні -5 В.

Мікросхема 7474 "Texas Instruments" являє собою інтегральний елемент, що містить два D-тригери, виконані у корпусі типу 201.14-1 з масою не більше 1 г. У її структурі реалізовано близько 70 інтегральних елементів, що забезпечують роботу цифрових схем із високою надійністю та стабільністю. D-тригери цього типу широко застосовуються у цифровій техніці для зберігання та передачі інформації, формування імпульсів і синхронізації сигналів.

Гранично допустимі режими експлуатації мікросхеми визначають її робочі параметри. Напруга живлення повинна знаходитися в межах 4,75–5,25 В, що відповідає стандартним умовам роботи цифрових логічних схем. Вхідна напруга низького рівня не перевищує 0,4 В, а високого рівня становить більше 2,4 В, що забезпечує чітке розмежування логічних станів. Вхідний струм низького рівня не повинен перевищувати 16 мА, тоді як вихідний струм високого рівня обмежений значенням $-0,8$ мА. Ємність навантаження для коректної роботи має бути меншою за 15 пФ, а тривалість фронту та зрізу вхідного імпульсу не повинна перевищувати 150 нс, що гарантує правильну роботу у високошвидкісних цифрових схемах.

Мікросхема здатна функціонувати у температурному діапазоні від -10 до $+70$ °С, що дозволяє застосовувати її у різних умовах експлуатації. Таким чином, 7474 "Texas Instruments" є компактним і надійним цифровим елементом, який забезпечує стабільну роботу D-тригерів у схемах зберігання та обробки інформації, а також у системах синхронізації сигналів.

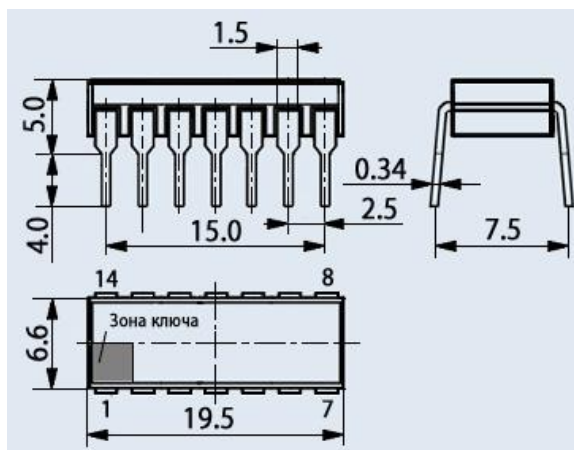


Рисунок 1.15 – Габаритні розміри мікросхеми 7474

					<i>XOI 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

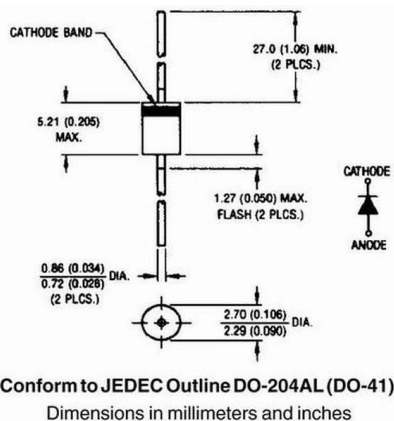


Рисунок 1.16 – Габаритні розміри діода 1N4007

Діод 1N4007 є кремнієвим випрямним елементом загального призначення, який застосовується для перетворення змінної напруги частотою до 70 кГц у постійну. Він належить до серії універсальних діодів, що широко використовуються у блоках живлення, випрямлячах та різних електронних пристроях. Конструктивно діод виконаний у корпусі типу DO-41 (DO-204AL), при цьому його маса не перевищує 0,4 г. Для позначення катода використовується кольорова смуга на корпусі, що забезпечує простоту монтажу та правильність підключення у схемі.

Основні технічні характеристики діода 1N4007 такі: матеріал – кремній, максимальна постійна зворотна напруга становить 1000 В, а імпульсна зворотна напруга може досягати 1200 В. Максимальний прямий випрямлений струм дорівнює 1 А, тоді як допустимий прямий імпульсний струм сягає 30 А. Зворотний струм при температурі 25 °С не перевищує 5 мкА, а максимальна пряма напруга складає 1,1 В. Робочий температурний діапазон діода охоплює значення від –65 до +150 °С, що дозволяє використовувати його у різних умовах експлуатації. Монтаж здійснюється у отвори друкованих плат, що відповідає стандартному способу встановлення для корпусів серії DO-204AL.

Таким чином, діод 1N4007 є компактним, надійним та універсальним елементом, який забезпечує ефективне випрямлення змінної напруги, поєднуючи високі електричні параметри та простоту застосування. Його використання гарантує стабільність роботи електронних схем та захист від перевантажень у колах живлення.

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

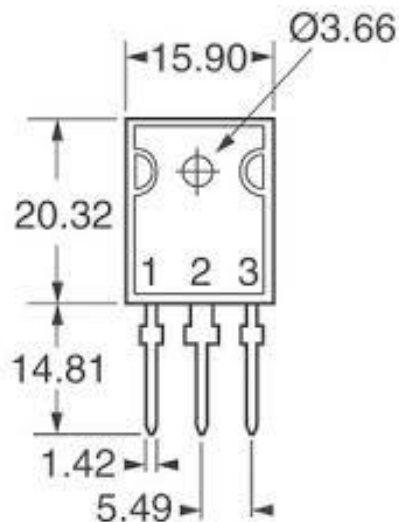


Рисунок 1.17 – Габаритні розміри діода SBL3040PT-E3

Діод SBL3040PT-E3 є надшвидким випрямлячем Шоттки з подвійним загальним катодом, що має луджені клеми та корпус із вогнестійкого матеріалу, сертифікованого за стандартом UL94V-0. Він призначений для роботи у високочастотних режимах, забезпечуючи низьке падіння прямої напруги, високу ефективність та мінімальні втрати потужності. Конструкція діода дозволяє витримувати значні стрибки струму, а наявність захисного кільця забезпечує додатковий захист від перенапруги. Полярність елемента чітко позначена на корпусі, що спрощує його монтаж у схемах.

Основні технічні характеристики діода SBL3040PT-E3 такі: матеріал – кремній, максимальна постійна та імпульсна зворотна напруга становить 40 В, максимальний прямий випрямлений струм дорівнює 30 А, а допустимий прямий імпульсний струм сягає 275 А. Зворотний струм при температурі 25 °C не перевищує 100 мкА, а падіння прямої напруги складає лише 0,55 В, що забезпечує високу ефективність роботи. Робочий температурний діапазон діода охоплює значення від -40 до +125 °C, що дозволяє використовувати його у різних умовах експлуатації. Монтаж здійснюється у отвори друкованих плат, корпус відповідає стандарту TO-247AD, а маса елемента становить близько 6,13 г.

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

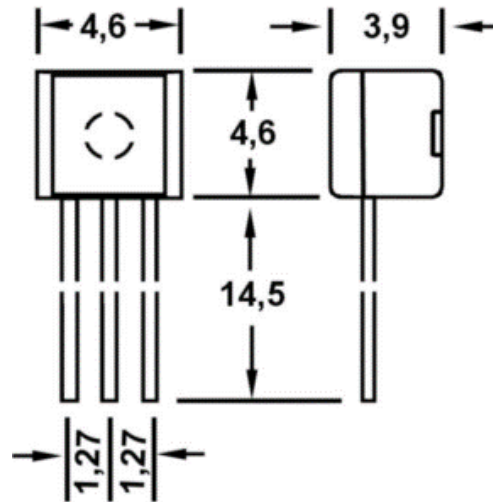


Рисунок 1.20 – Габаритні розміри транзистора 2SA821 "Fairchild"

Транзистор VT1 (2SA1320, 2SA821) є напівпровідниковим елементом із структурою PNP, призначеним для роботи у схемах підсилення та комутації сигналів. Він характеризується компактним корпусом типу КТ-26 (ТО-92) та малою масою, що не перевищує 0,3 г, що робить його зручним для монтажу у друковані плати та використання у малогабаритних електронних пристроях.

Основні електричні параметри транзистора визначають його робочі можливості. Максимальна напруга колектор-база при розімкненому емітері ($U_{кбо}$) становить 250 В, так само як і максимальна напруга колектор-емітер при розімкненій базі ($U_{кео}$) – 250 В.

Допустимий струм колектора ($I_{к макс.}$) обмежений значенням 0,02 А, що відповідає малопотужним режимам роботи. Статичний коефіцієнт передачі струму (h_{21e}) має мінімальне значення 50, що забезпечує достатнє підсилення сигналів у схемах.

Гранична частота коефіцієнта передачі струму ($f_{гр}$) сягає 60 МГц, що дозволяє використовувати транзистор у високочастотних застосуваннях. Максимальна потужність, що розсіюється на елементі, становить 0,2 Вт, що визначає його теплові обмеження.

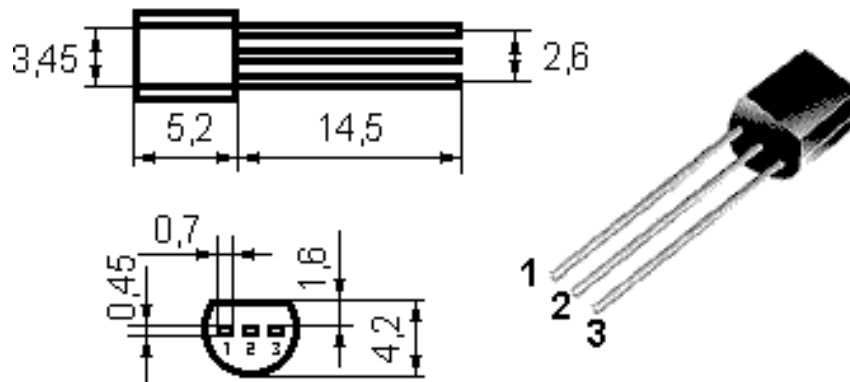


Рисунок 1.21 – Габаритні розміри транзистора KSD1616AGBU

Транзистор KSD1616AGBU є епітаксіальним кремнієвим елементом із структурою NPN, призначеним для роботи у підсилювачах потужності звукової частоти та у схемах середньої швидкості комутації. Це універсальний компонент загального призначення, який може застосовуватися у багатьох електронних пристроях, де потрібне надійне підсилення сигналів або стабільна комутація.

Конструктивно транзистор виконаний у корпусі типу TO-226AA, має три виводи та невелику масу – лише 0,179 г, що робить його зручним для монтажу у друковані плати. Робочий температурний діапазон сягає до 150 °С, що дозволяє експлуатувати його у різних умовах.

Основні технічні характеристики транзистора KSD1616AGBU такі: напруга колектор-емітер становить 60 В, максимальний постійний струм колектора – 1 А, розсіювана потужність – 750 мВт. Полярність транзистора – NPN, коефіцієнт передачі струму (h_{FE}) сягає 200, а гранична частота переходу (f_t) становить 160 МГц, що забезпечує його ефективність у високочастотних застосуваннях.

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

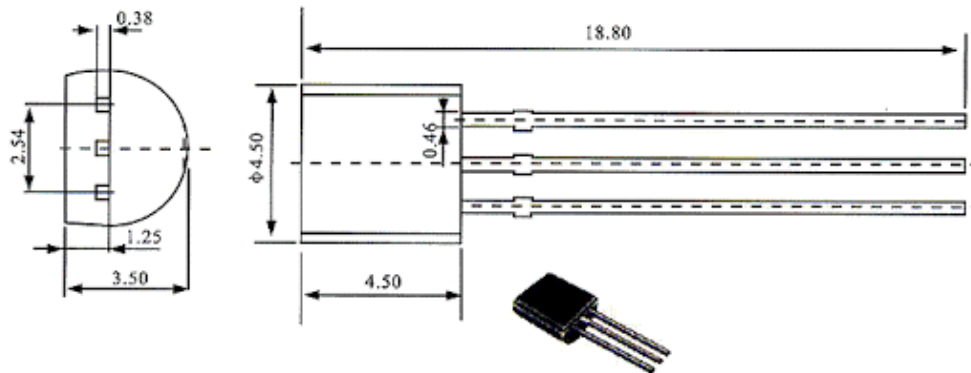


Рисунок 1.22 – Габаритні розміри транзистора KSA1281YTA

Транзистор KSA1281YTA є біполярним елементом із структурою PNP, призначеним для роботи у схемах підсилення та комутації сигналів. Він характеризується високою надійністю та універсальністю, що робить його придатним для використання у підсилювачах потужності, схемах середньої частоти та інших електронних пристроях загального призначення.

Конструктивно транзистор виконаний у корпусі типу TO-92, має три виводи та компактні розміри ($5,1 \times 4,1 \times 8,2$ мм), при цьому його маса становить лише 0,18 г. Конфігурація транзистора – одинарна, що відповідає класичному виконанню дискретних елементів.

Основні технічні параметри KSA1281YTA такі: максимальна напруга колектор-емітер ($U_{ке}$) – 50 В, максимальна напруга колектор-база ($U_{кб}$) – також 50 В, максимальна напруга емітер-база ($U_{еб}$) – 5 В. Постійний струм колектора може досягати 2 А, а розсіювана потужність – 1 Вт. Мінімальний коефіцієнт передачі струму (h_{FE}) становить 40, що забезпечує достатнє підсилення сигналів. Гранична частота роботи транзистора сягає 100 МГц, що дозволяє застосовувати його у високочастотних схемах. Робочий температурний діапазон охоплює значення до $+150$ °С, що гарантує стабільність роботи у різних умовах експлуатації.

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35



Рисунок 1.24 – Габаритні розміри транзистора 83С3460

Транзистор 2N6517ТА є біполярним елементом із структурою NPN, призначеним для роботи у схемах підсилення та комутації сигналів середньої потужності. Він характеризується високою напругою колектор-емітер (350 В) та здатністю пропускати постійний струм колектора до 500 мА, що робить його придатним для використання у схемах, де потрібна надійність та стабільність при відносно високих напругах.

Конструктивно транзистор виконаний у корпусі ТО-92, має три виводи та компактні розміри ($4,58 \times 3,86 \times 4,58$ мм), при цьому його маса становить близько 0,748 г. Це дозволяє легко інтегрувати його у друковані плати та використовувати у малогабаритних електронних пристроях.

Основні технічні параметри транзистора 2N6517ТА такі: максимальна напруга колектор-емітер ($U_{ке}$) – 350 В, максимальна напруга колектор-база ($U_{кб}$) – також 350 В, максимальна напруга емітер-база ($U_{еб}$) – 6 В. Напруга насичення колектор-емітер становить 1 В, а емітер-база – 0,9 В. Максимальна розсіювана потужність дорівнює 625 мВт, що визначає теплові обмеження елемента. Гранична частота роботи ($f_{гр}$) сягає 200 МГц, що дозволяє застосовувати транзистор у високочастотних схемах. Мінімальний коефіцієнт передачі струму (h_{FE}) становить 15, що забезпечує базове підсилення сигналів. Робочий температурний діапазон охоплює значення до $+150$ °С, що гарантує стабільність роботи у різних умовах експлуатації.

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.6 Компоновка друкованого вузла пристрою

Процес виготовлення двосторонньої друкованої плати комбінованим методом являє собою комплекс взаємопов'язаних технологічних операцій, спрямованих на отримання надійної основи для монтажу електронних компонентів. Дана технологія поєднує механічні та хімічні способи обробки матеріалу, що забезпечує високу точність формування провідникового рисунка, якісну металізацію отворів і тривалий термін експлуатації готового виробу.

Першим етапом є підготовка фольгованого діелектричного матеріалу, який використовується як основа друкованої плати. Найчастіше застосовується двосторонній склотекстоліт, покритий мідною фольгою з обох сторін. Перед початком подальших операцій поверхню ретельно очищують від пилу, оксидних плівок, жирових забруднень та інших сторонніх речовин, що можуть негативно вплинути на якість формування провідників.

Після підготовки поверхні на обидві сторони заготовки наносять світлочутливий захисний шар – фоторезист. Він може бути рідким або плівковим залежно від обраної технології виробництва. Після нанесення матеріал проходить стадію сушіння, що забезпечує його рівномірний розподіл та необхідні фізико-хімічні властивості.

Формування майбутнього рисунка провідників здійснюється методом фотолітографії. Для цього використовують фотошаблони, які містять зображення топології друкованої плати. Під дією ультрафіолетового випромінювання відбувається зміна структури фоторезисту на відкритих ділянках. При виготовленні двосторонніх плат особливо важливим є точне суміщення фотошаблонів відносно обох сторін заготовки, оскільки від цього залежить правильність взаємного розташування провідників та контактних площадок.

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Наступною операцією є проявлення фоторезисту. Плату обробляють спеціальним розчином, який видаляє незакріплені ділянки покриття та відкриває поверхню міді у місцях майбутнього травлення. У результаті на поверхні залишається захисний рисунок, що відповідає конфігурації електричних з'єднань.

Для отримання провідникових доріжок проводять процес травлення. Заготовка занурюється у спеціальний хімічний розчин, який вибірково розчиняє незахищені ділянки мідної фольги. В результаті формуються струмопровідні доріжки та контактні площадки, тоді як зайва мідь повністю видаляється. Після завершення операції виконується ретельне промивання плати та перевірка якості отриманого рисунка.

Після травлення залишки захисного шару видаляють за допомогою спеціальних реагентів. На поверхні плати залишаються лише сформовані мідні провідники, які утворюють електричну схему пристрою.

Для встановлення електронних компонентів та забезпечення міжшарових з'єднань виконують свердління технологічних і монтажних отворів. Залежно від вимог виробництва застосовується механічне або лазерне свердління. Точність виконання цієї операції безпосередньо впливає на якість подальшого монтажу елементів.

Особливістю комбінованої технології є металізація отворів. Внутрішні поверхні просвердлених отворів покривають тонким шаром міді шляхом хімічного осадження з подальшим електролітичним нарощуванням. Завдяки цьому забезпечується надійний електричний контакт між провідниками верхнього та нижнього шарів друкованої плати.

Для захисту провідників від впливу навколишнього середовища та полегшення процесу паяння на поверхню плати наносять захисну паяльну маску. Вона запобігає утворенню випадкових перемичок під час монтажу, знижує ризик корозії та підвищує механічну міцність провідникового рисунка.

Після цього на плату наносять маркування методом шовкографії або іншими сучасними способами друку. Маркування містить позиційні

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

позначення елементів, технологічні написи, логотипи та іншу інформацію, необхідну для монтажу й технічного обслуговування пристрою.

Завершальним етапом технологічного процесу є контроль якості. Проводиться візуальна перевірка геометричних параметрів, тестування електричних з'єднань, виявлення можливих коротких замикань або обривів провідників. За необхідності виконуються коригувальні операції та усунення виявлених дефектів.

Після успішного проходження контролю друковану плату розрізають відповідно до заданих габаритів, обробляють торцеві поверхні та виконують остаточне формування виробу. У результаті отримують готову друковану плату, придатну для монтажу електронних компонентів та подальшої експлуатації.

Друкована плата портативного металодетектора виконана як двостороння конструкція із застосуванням комбінованого способу монтажу електронних компонентів. Такий підхід передбачає одночасне використання поверхневого та вивідного монтажу, що дозволяє максимально ефективно використовувати площу плати, зменшити її габарити та підвищити щільність розміщення елементів.

Під час розроблення топології особливу увагу було приділено оптимізації розташування функціональних вузлів відповідно до електричної принципової схеми пристрою. Аналогові каскади, побудовані на мікросхемах NEF4069UBP, розташовані на мінімальній відстані один від одного, що дозволяє зменшити паразитні ємності, небажані електромагнітні зв'язки та спотворення сигналів.

Цифрові вузли, до складу яких входять логічні елементи, лічильники та дешифратори, скомпоновані відповідно до послідовності проходження сигналів. Такий підхід значно спрощує трасування друкованих провідників, зменшує кількість перехрещень доріжок та сприяє підвищенню надійності роботи пристрою.

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Окрему увагу приділено вузлам формування часових інтервалів, початкового скидання та індикації. Елементи RC-ланцюгів розташовані безпосередньо біля відповідних мікросхем, що забезпечує стабільність часових параметрів та зменшує вплив зовнішніх завад.

Високовольтний вузол, реалізований на транзисторі VT1, розміщений в окремій частині друкованої плати. Під час його компонування були дотримані необхідні ізоляційні відстані між провідниками та передбачені заходи щодо забезпечення електричної безпеки пристрою.

Компонування друкованої плати виконувалося із застосуванням сучасних систем автоматизованого проектування. Використання САПР дозволило оптимізувати розміщення елементів, скоротити довжину провідникових з'єднань, підвищити технологічність конструкції та забезпечити зручність подальшого виготовлення і монтажу виробу.

Процес компонування друкованого вузла є одним із найважливіших етапів розроблення портативного металодетектора, оскільки саме від нього значною мірою залежать функціональні характеристики, електромагнітна сумісність, стабільність роботи та надійність пристрою в умовах експлуатації.

Під час компонування було реалізовано принцип функціонального групування елементів, відповідно до якого всі компоненти об'єднані у логічно завершені вузли. Таке розташування забезпечує скорочення довжини міжз'єднань, покращує якість передачі сигналів та спрощує процес трасування.

Розміщення елементів здійснювалося відповідно до напрямку поширення сигналів між окремими вузлами пристрою. Завдяки цьому вдалося забезпечити раціональну структуру друкованого монтажу та мінімізувати кількість перехресних з'єднань.

Для зниження впливу електромагнітних завад чутливі аналогові каскади були максимально віддалені від джерел імпульсних та високовольтних сигналів. Додатково передбачено використання суцільних заземлювальних полігонів і спеціальних провідників загальної шини.

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Система живлення пристрою реалізована з урахуванням вимог до електромагнітної сумісності. Поблизу кожної мікросхеми встановлено блокувальні конденсатори, а розведення ланцюгів живлення та заземлення виконано таким чином, щоб уникнути утворення небажаних контурів струму.

Особливу увагу приділено тепловому режиму роботи плати. Елементи, що можуть виділяти значну кількість тепла, розташовані з урахуванням можливості його ефективного відведення та недопущення локального перегріву конструкції.

У високовольтних ділянках забезпечено необхідні ізоляційні проміжки між провідниками та контактними площадками. Це підвищує безпеку експлуатації та запобігає виникненню електричних пробоїв.

Регульовальні елементи та компоненти, що можуть потребувати налаштування або заміни в процесі експлуатації, розміщені у легкодоступних місцях, що спрощує проведення сервісних робіт та технічного обслуговування.

Застосування двостороннього монтажу дозволило суттєво підвищити щільність компонування та ефективність використання площі друкованої плати. При цьому кількість перехідних отворів була мінімізована, що позитивно вплинуло на технологічність виробу та надійність електричних з'єднань.

1.7 Висновок до розділу 1

У першому розділі виконано комплексний аналіз технічного завдання, структурної та принципової схем джерела живлення для мікроконтролерних пристроїв, а також проведено розрахунок основних функціональних вузлів. У процесі дослідження детально розглянуто вимоги до стабільного живлення цифрових і мікроконтролерних схем, визначено основні параметри роботи джерела живлення та критерії його ефективності й надійності.

Проаналізовано структурну схему пристрою живлення, встановлено призначення кожного функціонального блоку та їх взаємодію в загальній системі. Підтверджено, що запропонована структура забезпечує необхідні

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

режими перетворення, стабілізації та фільтрації напруги, що відповідає вимогам технічного завдання. Описано принцип роботи основних вузлів, зокрема випрямляча, фільтрації, стабілізатора та захисту від перевантажень, а також оцінено їх надійність у складі єдиної системи.

Виконано розрахунок ключових електричних параметрів вузлів джерела живлення, що дозволило підтвердити їх відповідність заданим технічним характеристикам мікроконтролерних схем, зокрема вимогам до стабільності напруги, рівня пульсацій та навантажувальної здатності. Також проведено розрахунки елементів друкованого монтажу, що забезпечують мінімальні втрати енергії та коректну роботу пристрою в різних режимах навантаження.

Здійснено аналіз елементної бази сучасного ринку електронних компонентів, у результаті чого підібрано оптимальні рішення з урахуванням показників надійності, вартості, енергоефективності та доступності. Обґрунтовано вибір кожного елемента схеми відповідно до його функціонального призначення в системі живлення мікроконтролера.

Розроблено компоновку друкованої плати джерела живлення, яка забезпечує компактність конструкції, зручність монтажу та ефективне тепловідведення. Перевірено відповідність компоновки вимогам електромагнітної сумісності та технічного завдання.

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

2 Спеціальна частина

2.1 Обґрунтування використання та вибору САПР для проектування

Формування посадочного місця електронного компонента у середовищі Component Editor полягає у створенні його геометричної моделі та визначенні контактних майданчиків для електричного під'єднання. На першому етапі кресляться лінії контуру компонента, які зазвичай розташовуються у шарі шовкографії Top Overlay. Далі формується система контактних майданчиків: для елементів зі штировими висновками вони створюються у шарі Multi-Layer, а для поверхнево-монтованих компонентів — у верхньому сигнальному шарі Top Layer.

1. Підготовка до формування ТПМ

Перед початком роботи необхідно визначити систему вимірювання та налаштувати проектні сітки. Для цього використовується команда Tools → Library Options, яка відкриває діалогове вікно Board Options. У випадку створення посадочних місць для вітчизняних компонентів слід встановити метричну систему одиниць та налаштувати три типи сіток:

Component Grid — сітка розміщення компонентів. Крок задається зі списку або вводиться вручну, визначаючи інтервал по горизонталі та вертикалі.

Snap Grid — сітка захоплення для точного розташування графічних об'єктів (ліній, вирізів тощо). Її крок має бути кратним або дробовим відносно кроку сітки компонентів.

Visible Grids — дві допоміжні видимі сітки, що застосовуються лише для візуального контролю при вирівнюванні та редагуванні графіки.

2. Перейменування посадочного місця

У панелі Library відкрите пусте посадочне місце за замовчуванням має назву PCBCOMPONENT1. Його слід перейменувати відповідно до специфікації компонента, щоб уникнути плутанини у бібліотеці.

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

3. Встановлення точки прив'язки

Для коректного позиціонування графіки необхідно задати точку прив'язки у центрі робочого листа редактора ТПМ. Це виконується за допомогою комбінації "гарячих" клавіш: послідовне натискання J, R.



Рисунок 2.1-Налаштування редактора посадочних місць

Процес формування контактної площадки (КП) у редакторі посадочних місць виконується поетапно, з налаштуванням параметрів та закріпленням її у робочому полі.

1. Виклик команди створення КП

Активізуємо команду головного меню Place → Pad (гарячі клавіші P, Р). Перед тим як зафіксувати плаваючу за курсором площадку, натискаємо клавішу Tab, щоб відкрити діалогове вікно Pad Properties для редагування параметрів.

2. Визначення координат

У полі Location задаємо координати розташування КП. Для першої площадки встановлюємо значення 0,0, що відповідає центру робочого простору редактора.

3. Налаштування отвору

У полі Hole Information визначаємо форму та розмір монтажного отвору. Доступні варіанти:

Round — круглий;

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Створення файлу принципової схеми

Для початку роботи над електронним проектом у середовищі Altium Designer потрібно додати новий документ схеми. Це робиться так: у панелі Projects виділяємо назву проекту правою кнопкою миші та у контекстному меню обираємо пункт Add New to Project → Schematic. У дереві проекту з'явиться новий файл із розширенням .SchDoc, який слід зберегти у папці проекту. Збереження можна виконати через меню File або через контекстне меню, викликане правою кнопкою миші на іконці документа.

Налаштування системи вимірювання.

У робочій області документа натискаємо праву кнопку миші та обираємо Options → Document Options. У вікні властивостей переходимо на вкладку Units і встановлюємо метричну систему (міліметри). Це забезпечує коректність усіх розмірів та координат при проектуванні.

Вибір бібліотек компонентів

Усі моделі елементів зберігаються у бібліотеках. Для роботи з проектом найзручніше використовувати інтегровані бібліотеки (*.intLib), які містять одночасно і умовні графічні позначення, і посадочні місця.

Щоб підключити потрібну бібліотеку, відкриваємо панель Libraries (знаходиться праворуч за замовчуванням). У верхній частині панелі відображається список доступних бібліотек, нижче — перелік компонентів у вибраній бібліотеці, а ще нижче — їх графічні символи та посадочні місця.

Якщо потрібна бібліотека відсутня у стандартному наборі, її можна:

Інсталювати: у вкладці Libraries натиснути кнопку Libraries..., у вікні Available Libraries перейти на вкладку Installed, натиснути Install, вибрати файл бібліотеки та підтвердити відкриття. Після цього бібліотека з'явиться у списку встановлених.

Додати лише до проекту: у вікні Projects натиснути правою кнопкою миші на назві проекту та вибрати Add Existing To Project, після чого вказати потрібний файл. Альтернативно — у вікні Available Libraries скористатися вкладкою Project і натиснути Add Library.

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

2.2 Висновки до розділу 2

У другому розділі увага зосереджена на специфіці процесу проектування, де ключовими аспектами є вибір системи автоматизованого проектування та створення тривимірної моделі друкованої плати. Спершу проведено аналіз різних програмних середовищ, визначено їхні функціональні можливості, переваги та недоліки. Вибір конкретної САПР здійснювався з урахуванням таких критеріїв, як рівень функціональності, зручність використання, відповідність технічним вимогам проекту та економічна доцільність.

Обрана система підтримує повний цикл розробки — від побудови електричної принципової схеми до формування 3D-моделі плати, що дозволяє мінімізувати кількість помилок і оптимізувати робочий процес. Далі детально описано етапи створення тривимірної моделі, які включають розміщення компонентів на робочому полі, трасування провідників відповідно до правил проектування та перевірку на наявність помилок. Використання 3D-моделі забезпечує можливість візуалізації кінцевого виробу, перевірки відповідності конструкції технічним вимогам та своєчасного виявлення потенційних проблем ще на стадії проектування.

Таким чином, у цьому розділі підкреслюється важливість правильного вибору САПР та застосування тривимірного моделювання як ключових інструментів для досягнення високої якості проектування й надійності готового виробу. Використання сучасних програмних засобів сприяє ефективному виконанню технічних завдань і забезпечує отримання оптимальних результатів.

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

3 Безпека життєдіяльності, основи охорона праці

3.1 Надзвичайні ситуації метеорологічного характеру

Надзвичайні ситуації природного характеру — це небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні морські та прісноводні явища, деградація ґрунтів чи надр, природні пожежі, зміна стану повітряного басейну, інфекційна захворюваність людей, сільськогосподарських тварин, масове ураження сільськогосподарських рослин хворобами чи шкідниками, зміна стану водних ресурсів та біосфери тощо.

Людина здатна полетіти на Місяць, але сили природи нашої власної планети все ще нами не підкорені. У наш цивілізований, технічно розвинений час людство залишається залежним від природних явищ, які досить часто мають катастрофічний характер. Виверження вулканів, землетруси, посухи, селеві потоки, снігові лавини, повені спричиняють загибель багатьох тисяч людей, завдають величезних матеріальних збитків.

Найбільші збитки з усіх стихійних лих спричиняють повені (40%), на другому місці — тропічні циклони (20%), на третьому і четвертому місцях (по 15%) — землетруси та посухи [37].

Стихійні лиха — це небезпечні природні явища, процеси атмосферного, гідрологічного, геологічного, біосферного або іншого походження таких масштабів, які призводять до катастрофічних ситуацій з раптовим порушенням систем життєдіяльності населення, руйнуванням і знищенням матеріальних цінностей, об'єктів народного господарства, що у свою чергу може спричинити аварії й катастрофи.

Справжнім лихом є землетруси, повені, зсуви, селеві потоки, бурі, урагани, снігові заноси, пожежі лісів, торфу, полів і населених пунктів. Тільки за останні 20 років вони забрали життя більше трьох мільйонів чоловік. За даними ООН, за цей період майже один мільярд жителів нашої планети потерпіли від стихійних лих [38].

										Арк.
										52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

XOI 2.089.001 ПЗ

— небезпечні геологічні явища: зсуви, обвали, осипки, просадки земної поверхні різного походження;

— небезпечні метеорологічні явища: зливи, урагани, сильні снігопади, сильний град, ожеледь;

— небезпечні гідрологічні явища: повені, паводки, підвищення рівня ґрунтових вод;

— природні пожежі лісових та торф'яних масивів;

— масові інфекції та хвороби людей, тварин, рослин.

Заходи безпеки:

- своєчасне інформування населення через ЗМІ або мобільні оповіщення.

- утеплення житла в разі морозів або підготовка до евакуації при сильних зливах чи бурях.

- наявність запасів води, їжі, ліків, джерел автономного освітлення (ліхтарики, павербанки).

- дотримання вказівок ДСНС, гідрометеоцентрів та місцевої влади.

3.2 Оцінка травмонебезпеки виробничого процесу.

Оцінка травмонебезпеки виробничого процесу — це систематичний аналіз, спрямований на виявлення потенційних небезпек, що можуть призвести до травм працівників, оцінку пов'язаних з ними ризиків та розробку заходів для їх усунення або мінімізації. Цей процес є ключовим елементом системи управління охороною праці на будь-якому підприємстві.

Опис процесу оцінки травмонебезпеки зазвичай включає такі основні етапи [40]:

1) Підготовка та планування:

- визначення обсягу оцінки: чітко окреслюються виробничі процеси, робочі місця, обладнання та види робіт, що підлягають аналізу.

					<i>XOI 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Документування. Усі етапи оцінки травмонебезпеки, виявлені небезпеки, оцінені ризики та впроваджені заходи контролю повинні бути задокументовані. Це важливо для підтвердження відповідності законодавчим вимогам, для подальшого аналізу та перегляду.

Моніторинг та перегляд. Оцінка травмонебезпеки – це не одноразовий захід, а безперервний процес. Необхідно регулярно переглядати оцінку, особливо у випадках [40]:

- змін у технологічних процесах, обладнанні, матеріалах;
- після нещасних випадків або інцидентів;
- при змінах у законодавстві;
- на основі результатів аудиту системи охорони праці.

Моніторинг ефективності впроваджених заходів є обов'язковим для забезпечення їх дієвості.

Залучення працівників на всіх етапах оцінки травмонебезпеки значно підвищує її якість та ефективність, оскільки саме вони найкраще знають потенційні небезпеки своєї роботи. Правильно проведена оцінка дозволяє не лише запобігти травмам та захворюванням, але й підвищити продуктивність праці та створити безпечніші та комфортніші умови на робочих місцях.

3.3 Висновки до розділу 3

Розробив джерело живлення мікроконтролерних схем, та визначено, що надзвичайні ситуації метеорологічного характеру суттєво впливають на рівень безпеки виробничого процесу. Вони підвищують ризик травмування персоналу, особливо при виконанні робіт на відкритому повітрі та з механізмами. Для мінімізації ризиків необхідно завчасно проводити оцінку травмонебезпеки та впроваджувати профілактичні заходи безпеки.

					<i>XOI 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

У результаті виконання роботи на тему «Джерело живлення мікроконтролерних схем» було досягнуто поставленої мети – розроблено пристрій, призначений для забезпечення стабільного та надійного живлення мікроконтролерних систем.

У ході роботи проведено аналіз технічного завдання, на основі якого визначено основні вимоги до розроблюваного джерела живлення, його функціональні можливості та електричні параметри. Відповідно до поставлених вимог розроблено структурну схему пристрою, яка відображає склад основних функціональних вузлів та принцип їх взаємодії.

Виконано проектування електричної принципової схеми та проведено необхідні розрахунки її вузлів, що дозволило забезпечити необхідні вихідні параметри та надійність роботи пристрою. Здійснено вибір і технічне обґрунтування компонентної бази з урахуванням експлуатаційних характеристик, доступності елементів та економічної доцільності їх використання. На основі розробленої принципової схеми виконано компоновку друкованого вузла пристрою, що забезпечує раціональне розміщення компонентів, зручність монтажу та належний рівень електромагнітної сумісності.

У спеціальній частині роботи проведено аналіз сучасних систем автоматизованого проектування та обґрунтовано вибір програмного забезпечення для виконання схемотехнічного та конструктивного проектування. Використання обраної САПР дало можливість підвищити якість проектування, скоротити терміни розробки та забезпечити ефективне створення конструкторської документації.

У розділі з охорони праці та безпеки життєдіяльності розглянуто надзвичайні ситуації метеорологічного характеру, проведено оцінку травмонебезпеки виробничого процесу та визначено заходи щодо забезпечення безпечних умов праці.

					<i>X01 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

10. Кнопка PBS-11A "Jietong Switch" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.04.2026).

11. Діод 1N4448 "Diotec" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.04.2026).

12. Кварцовий резонатор ZTB-6,5МГц [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.platan.com/cgi-bin/qwery.pl/id=995635956>(дата звернення 1.04.2026).

13. Мікросхема CD4093BE "Texas Instruments" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/17812cp/stabilizatory-napriazheniia-nereguliruemye/stmicroelectronics/>(дата звернення 1.04.2026).

14. Мікросхема bt91531 "NXP" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://relecom.com.ua/Home/Product?nomenclatureId=70460>(дата звернення 1.04.2026).

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

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

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

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

										Арк.
										60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

X01 2.089.001 ПЗ

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

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

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

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

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

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

25. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці. – К.: Каравела, 2007.

26. Основи охорони праці. / Під ред. Ткачука К.Н., Халімовського Н.О. – К.: Основа, 2006.

27. Охорона праці. / За ред. В.П.Кучерявого. – Львів: Оріяна – Нова, 2007

					<i>XOI 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

28. Грибан В.Г., Негодченко О.В. Охорона праці. – К.: Центр учбової літератури, 2009

29. Геврик Є.О. Охорона праці. – К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003.

					<i>ХОІ 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

ДОДАТКИ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедру РТ
_____ к.т.н. Дунець В.Л.
“ _____ ” _____ 2026 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «Джерело живлення мікроконтролерних схем»

Узгоджено:
Керівник дипломного проекту
Химич Г.П. _____
“ _____ ” _____ 2026р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАс-41
Хрін О.І. _____
“ _____ ” _____ 2026р.

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “ Джерело живлення мікроконтролерних схем ”

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

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Хрін Олег Ігорович групи РАс-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є джерело живлення мікроконтролерних схем, що включає в себе:

- розробка схемотехнічного рішення для даного приладу ;
- вибір компонентної бази джерела живлення мікроконтролерних схем;
- розрахунок і вибір компонентів для джерела живлення мікроконтролерних схем;

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1. Джерело живлення мікроконтролерних схем повине бути розрахований на живлення від джерела живлення яке видає +30 В.

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

4.2. Технічні вимоги

4.2.1. Джерело живлення мікроконтролерних схем повине відповідати вимогам стандарту, а також технічній документації на конкретного типу, затвердженій в установленому порядку.

4.2.2. Джерело живлення мікроконтролерних схем повине забезпечувати задану потужність з моменту включення.

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

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

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

4.2.6. За механічними, кліматичними і експлуатаційними умовами 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 приладу повинно входити: лабораторний блок живлення, 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. Джерело живлення мікроконтролерних схем повинне піддаватися періодичним випробуванням.

4.3.2. При випробуваннях 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 кожного типу, що пройшли випробування. Періодичні випробування на відповідність всім пунктам даного стандарту проводять при випуску настановних партій і періодично один раз на два роки. При отриманні незадовільних результатів випробувань з'ясовують причини браку, усувають їх і проводять повторні періодичні випробування на подвоєному числі виробів. Якщо при повторних періодичних випробуваннях виявлено невідповідність хоча б одного виробу вимогам цього стандарту, приймання і відвантаження синтезаторів частоти припиняють. Рішення про подальше виготовленні виробів та їх приймання беруть замовник та підприємство-виробник.

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

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

5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації:

- пояснювальна записка;
- структурна схема пристрою;
- електрична принципова схема пристрою;
- друкована плата пристрою;
- друкований вузол.

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Формування технічного завдання	10.03-20.03
2	Збір інформації	15.03-1.04
3	Аналіз технічного завдання	15.03-22.03
4	Створення структурної схеми	22.03-2.04
5	Аналіз структурної схеми	25.03-5.04
6	Проектування схеми електричної принципової	5.04-20.04
7	Аналіз схеми електричної принципової	15.04-25.04
8	Підбір та формування електричної бази і компонентів	20.04-1.05
9	Опис схеми електричної принципової, її принцип роботи	25.04-5.05
10	Розрахунок електричних параметрів елементів	1.05-10.05
11	Компоновка друкованого вузла	10.05-15.05
12	Розрахунок та компоновка друкованої плати	12.05-18.05
13	Розрахунок собівартості пристрою	18.05-25.05
14	Обґрунтування використання та вибору САПР для проектування	25.05-28.05
15	Опис шляхів збереження працездатності і підвищення продуктивності на підприємстві	25.05-3.06
16	Формування висновків	3.06-4.06
17	Компонування кваліфікаційної роботи	3.06-9.06
18	Направлення роботи на перевірку "антиплагіат"	10.06
19	Захист роботи	25.06

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

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

7.1 Під час виконання кваліфікаційної роботи в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

Перш. викорис.	Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка		
		Конденсатори				
	C1	b37979-0,033 мкФ ±5% "Epcos"	1			
	C2	b41828-10 B-100 мкФ ±10% "Epcos"	1			
	C3	b37979-0,022 мкФ ±5% "Epcos"	1			
	C4	b41828-10 B-220 мкФ ±10% "Epcos"	1			
	C5, C6	b41828-25 B-100 мкФ ±10% "Epcos"	2			
	C7	b41828-400 B-100 мкФ ±10% "Epcos"	1			
	C8, C9	B32529C1102J000-0,22 мкФ ±10% "Epcos"	2			
		Мікросхеми				
Довід. №	DA1	L79L05ACZ "ST Microelectronics"	1			
	DD1	7400PC "Texas Instruments"	1			
	DD2	7474PC "Texas Instruments"	1			
	FU1	Запобіжник ZH214-015-2 A-250 B "Zhenhui"	1			
	L1	Дросель PLA10AS2221R5R2B "Murata"	1			
	M1	Вентилятор EC12025H12B "Evercool"	1			
	PA1	Амперметр M42300 "Velleman"	1			
		Резистори				
Підпис і дата	R1	MFP-0,25-560 Ом ±10% "Yageo"	1			
	R2	MFP-0,25-3 кОм ±10% "Yageo"	1			
Зам. інв. №	XOI 2.089.001 ПЕЗ					
	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		
	Дата					
	Розрод.	Хрін				
	Перевір.	Химич				
	Н.контр.	Хвостівська				
	Затверд.					
	Джерело живлення мікроконтролерних схем			Літ.	Аркцш	Аркцшів
				н	1	3
	Перелік елементів			ТНТУ РАС-41		
м. Тернопіль						
Інв. № ориг.	Копіював			Формат А4		

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
R3	16K1-B50K-10 кОм "Song Huei"	1	
R4	MFP-0,25-2 кОм ±10% "Yageo"	1	
R5	MFP-0,25-30 кОм ±10% "Yageo"	1	
R6	MFP-0,25-5,6 кОм ±10% "Yageo"	1	
R7, R8	MFP-0,25-1 кОм ±10% "Yageo"	2	
R9	MFP-0,25-4,7 кОм ±10% "Yageo"	1	
R10	MFP-0,25-1,2 кОм ±10% "Yageo"	1	
R11, R12	MFP-0,25-1 кОм ±10% "Yageo"	2	
R13, R14	MFP-0,25-1 Ом ±10% "Yageo"	2	
R15, R16	MFP-0,25-15 Ом ±10% "Yageo"	2	
R17, R18	MFP-0,25-2,7 Ом ±10% "Yageo"	2	
R19	MFP-1-6,8 кОм ±10% "Yageo"	1	
R20	MFP-1-10 Ом ±10% "Yageo"	1	
SB1	Кнопка PBS14A "Jietong Switch"	1	
TV1	Трансформатор B78386-P1116-A "Epcos"	1	
Діоди			
VD1, VD2	1N4007 "Diotec"	2	
VD3	SBL304OPT "Vishay"	1	
VD4	DB107 "Kingtronics"	1	
VD5, VD6	1N4007 "Diotec"	1	
VD7	D2SBA60-7000 "Shindengen"	1	
Транзистори			
VT1	2SA821 "Fairchild"	1	
VT2	KSD1616AGBU "ON Semiconductor"	1	
VT3	KSA1281YTA "ON Semiconductor"	1	
VT4...VT7	KTC945-P-AT/P "KEC"	4	

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

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

XOI 2.089.001 ПЕЗ

Арк.
2

Формат		Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
					<u>Документація</u>		
A4				XOI 2.089.001 ПЕЗ	Перелік елементів		
A1				XOI 2.089.001 ЕЗ	Схема електрична принципова		
A1				XOI 2.089.001 СК	Вузол друкований		
					<u>Деталі</u>		
A1		1		XOI 2.089.001	Плата друкована	1	
БК		2		XOI 2.089.001.001	Перемичка	9	
БК		3		XOI 2.089.001.002	Радіатор	1	
					<u>Інші вироби</u>		
					<u>Конденсатори</u>		
		5			b37979-0,022 мкФ ±5% "Epcos"	1	С3
		6			b37979-0,033 мкФ ±5% "Epcos"	1	С1
		7			B32529C1102J000-0,22 мкФ ±10% "Epcos"	2	С8, С9
		8			b4 1828-10 В-100 мкФ ±10% "Epcos"	1	С2
		9			b4 1828-25 В-100 мкФ ±10% "Epcos"	2	С5, С6
		10			b4 1828-400 В-100 мкФ ±10% "Epcos"	1	С7
		11			b4 1828-10 В-220 мкФ ±10% "Epcos"	1	С4
					<u>Мікросхеми</u>		
		13			7400РС "Texas Instruments"	1	DD1
		14			74 74РС "Texas Instruments"	1	DD2
		15			L79L05ACZ "ST Microelectronics"	1	DA1
				XOI 2.089.001			
Зм. Арк.		№ докум.		Підпис		Дата	
Розрод.		Хрін					
Перевір.		Химич					
Н.контр.		Хвостівська					
Затверд.							
Інв. № ориг.		Літ.		Аркцш		Аркцшів	
				1		2	
Інв. № ориг.		Літ.		Аркцш		ТНТУ РАС-41	
						м. Тернопіль	
						Формат А4	

