

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Цифровий регулятор потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи РАС-41
спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка"

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Степанов В.Я.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Дедів І.Ю.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Паляниця Ю.Б.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Дунець В.Л.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Дунець В.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« _____ »

2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва спеціальності)
студенту Степанову Валентину Ярославовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Цифровий регулятор потужності з кнопчним регулюванням і зовнішнім управлінням

Керівник роботи Дедів Ірина Юріївна
(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: 8,2 В; максимальна напруга споживання 230 В;

Маса 210г; Кількість входів-виходів 10; Діапазон робочих температур -10... +85°C;

Струм споживання 0.15...1А; Габаритні розміри 101x85x22мм.

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

Вступ

1. Основна частина

Розробка структурної схеми пристрою; вибір і обґрунтування компонентної бази; компоновка

друкованого вузла; Опис режимів та налаштувань пристрою

2. Спеціальна частина

3. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

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

1. Схема електрична структурна

2. Схема електрична принципова

3. Креслення друкованої плати

4. Складальне креслення друкованого вузла

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розробка та затвердження технічного завдання		
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи		
3	Розробка структурної схеми		
4	Розрахунок вузлів у схемі		
5	Вибір елементної бази розроблюваного		
	Компонування друкованого вузла		
6	Створення допоміжної документації		
7	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони праці		
8	Нормоконтроль		
9	Попередній захист КР		
10	Захист КР		

Студент

_____ (підпис)

Степанов В.Я.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Дедів І.Ю.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Цифровий регулятор потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням // ТНТУ, факультет ФПТ, група РАС- 41. // Тернопіль, 2023 р. //с.-51, рис.-23.

Ключові слова: елементна база, електрична принципова, САПР.

В даній кваліфікаційна роботі розроблено цифровий регулятор потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням. Представлений опис принципу роботи пристрою на рівні електричної принципової та структурної схеми. Також розглянуто та обґрунтовано вибір сучасної елементної бази, розроблено конструкцію друкованої плати та друкованого вузла. В роботі було включено окремий розділ, присвячений системі автоматизованого проектування. Цей розділ містить опис програм, які використовуються для створення креслень. Крім того, в розділі, що стосується охорони праці, докладно розглядаються питання, пов'язані з безпекою праці та захистом життєдіяльності.

ABSTRACT

Digital power controller with push-button control and external control // TNTU, Faculty of FPT, group RA-41 // Ternopil, 2023 // p.-51, fig.-23.

Keywords: Element base, elektricna principle, CAD.

In this qualification work, a digital power regulator with push-button control and external control is developed. A description of the device's operating principle is presented at the level of the electrical circuit and block diagram. The choice of a modern element base is also considered and justified, and the design of the printed circuit board and printed assembly is developed. The work includes a separate section on the computer-aided design system. This section contains a description of the software used to create the drawings. In addition, the section on occupational health and safety discusses in detail issues related to occupational safety and health.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Основна частина	7
1.1 Аналіз технічного завдання.....	7
1.2 Розробка структурної схеми цифрового регулятора потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням	8
1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою	10
1.4 Вибір і обґрунтування елементної бази	14
1.5 Компоновка друкованого вузла пристрою	25
1.6 Опис режимів та налаштування пристрою	27
1.7 Висновок до розділу 1.....	28
2 Спеціальна частина (САПР).....	29
2.1 Вибір САПР	29
2.2 Результати проектування друкованої плати в САПР	33
2.3 Висновок до розділу 2.....	34
3 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	36
3.1 Психологія безпеки праці в загальній проблемі психології	36
3.2 Особливості заходів електробезпеки на підприємствах	42
3.3 Висновок до розділу 3.....	46
Висновок	48
Список використаних джерел	49
ДОДАТКИ.....	51

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>							
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Цифровий регулятор потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням Пояснювальна записка</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архівів</i>		
<i>Розроб.</i>	<i>Степанов В.Я.</i>									4	51	
<i>Перевір.</i>	<i>Дедів І.Ю.</i>							<i>ТНТУ, ФПТ каф.РТ гр. РАС-41</i>				
<i>Реценз.</i>												
<i>Н. Контр.</i>	<i>Паляниця Ю.Б.</i>											
<i>Затверд.</i>	<i>Дцнець В.Л.</i>											

Вступ

Регулятор потужності, також відомий як диммер, є пристроєм, який використовується для зміни рівня потужності електричного струму, що подається до електричного пристрою, такого як лампа або вентилятор. Його основна функція полягає у забезпеченні можливості регулювання яскравості світла або швидкості обертання вентилятора.

Регулятори потужності зазвичай використовуються в освітленні для створення різних атмосферних ефектів або для забезпечення зручності користування освітленням. Вони дозволяють зменшувати або збільшувати інтенсивність світла залежно від потреби. Регулятори потужності використовуються для зниження споживання.

Існують кілька типів регуляторів потужності. Один з них - резистивний регулятор, який використовує змінний резистор для зміни потужності. При зниженні резистора зменшується потужність, що подається до пристрою, що призводить до зменшення світла або швидкості обертання. Цей тип регулятора може бути використаний для регулювання потужності на пристроях зі стандартними лампочками або нагрівальними елементами.

Інший тип регулятора потужності - електронний регулятор, який використовує електронні компоненти, такі як транзистори або тиристори, для контролю потоку електричного струму. Цей тип регулятора може забезпечити більш точне і плавне регулювання потужності. Він широко використовується в сучасних лампах з енергозберігаючими лампочками, світлодіодами та іншими електронними пристроями.

Окрім освітлення, регулятори потужності можуть використовуватись і в інших пристроях, наприклад, вентиляторах, насосах або електричних печах. Вони дозволяють користувачам адаптувати роботу цих пристроїв до своїх потреб, змінюючи рівень потужності, що постачається.

Застосування регулятора потужності дозволяє забезпечити більшу гнучкість і контроль над електричними пристроями, а також знизити споживання енергії та зберегти ресурси. Важливо використовувати регулятори

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7

потужності відповідно до вимог і рекомендацій виробників пристроїв для забезпечення ефективного та безпечного використання.

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

1 Основна частина

1.1 Аналіз технічного завдання

Необхідно розробити цифровий регулятор потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням який має бути призначений для керування яскравістю лампи розжарювання потужністю не більше 100 Вт, що живиться від мережі змінного струму 220 вольт з частотою 50 Гц. Цей пристрій також має використовуватися для регулювання температури жала паяльника. Пристрій має бути малогабаритним, його можна легко переносити, і бути простим у використанні.

Також при розробці необхідно врахувати та зменшити до мінімуму такі імовірні недоліки:

- Електромагнітні перешкоди - це може призвести до спотворень сигналу або виникнення електромагнітних перешкод у пристроях, підключених до регулятора.
- Споживання енергії - це може бути проблемою, особливо якщо використовується батарейне живлення або якщо пристрій працює в автономному режимі.
- Складність в установці і обслуговуванні - це може вплинути на зручність використання та може потребувати додаткової експертизи при встановленні та обслуговуванні пристрою.
- Стійкість до перенапруг - нестабільне електропостачання може спричинити несправності або пошкодження цифрового регулятора.

Технічні характеристики приладу:

- Напруга живлення, В8,2;
- Максимальна напруга споживання, В.....220;
- Струм споживання, А.....0,15...1
- Габаритні розміри, мм.....101x85x22;
- Маса, г.....210;

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Кількість входів-виходів.....10
- Діапазон робочих температур..... -10°C ...+85°C

1.2 Розробка структурної схеми цифрового регулятора потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням

Схеми структурні визначають основні функціональні частини виробу, їхнє призначення і взаємозв'язки та слугують для загального ознайомлення з виробом.

На структурній схемі розкривається не принцип роботи окремих функціональних частин виробу, а тільки взаємодія між ними. Тому складові частини виробу зображують спрощено у вигляді прямокутників довільної форми. Допускається застосовувати умовні графічні позначення.

У цифровому регуляторі потужності функціональна електрична схема відображає послідовність дій та елементів, що забезпечують стабільне підтримування потужності. Вона включає в себе такі блоки, як джерело живлення 3...5В, подільник частоти, лічильник, блок керування, навантаження, керуючий симістор, ключ керування симістром, вузол формування сигналу.

Зовнішній пристрій подає напругу в діапазоні 3-5 В на входи транзисторного оптрона. Транзисторний оптрон активує Подільник частоти, який працює з RC-генератором. Частота RC-генератора ділиться на 32768. На виході Подільника частоти з'являються періодичні імпульси, які через конденсатор надходять на рахунковий вхід двійкового реверсивного Лічильника.

Отриманий чотирирозрядний двійковий код, який представляє потужність

навантаження, надходить на входи попереднього встановлення двійкового реверсивного Лічильника. Лічильник отримує короткий імпульс на вхід SE (вивід 1) через вузол формування сигналу переходу через нуль мережевої напруги. Кожні 10 мс записується паралельний код.

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

На виході Вузла формування сигналу в кожному напівперіоді мережевої напруги з'являється імпульс, фазова затримка якого визначається записаним у лічильнику кодом і частотою генератора заповнювальних імпульсів.

За допомогою Ключом керування симістором формується імпульс керування Керуючим симістором, який дозволяє подавати частину напівхвилі мережевої напруги на навантаження.

Напруга на навантаженні змінюється від нульового значення за нульового коду (0000) на виході лічильника до максимального при коді 1111. Після заповнення лічильника на виході з'являється сигнал з рівнем логічного 0, який припиняє роботу поїдльника частоти через діод, щоб уникнути повторного циклу ступеневого регулювання потужності в навантаженні.

У разі необхідності зміни потужності під час дії зовнішньої команди треба використовувати кнопки SB1 і SB3. Для переходу в режим кнопкового керування необхідно короткочасно натиснути на кнопку SB3. Для зменшення потужності треба натиснути на кнопку SB3 і, утримуючи її, натиснути на кнопку SB1. Зі встановленим вручну рівнем потужності регулятор може стабільно перебувати як завгодно довго. Для переходу пристрою в режим зовнішнього управління необхідно натиснути на кнопку SB2.

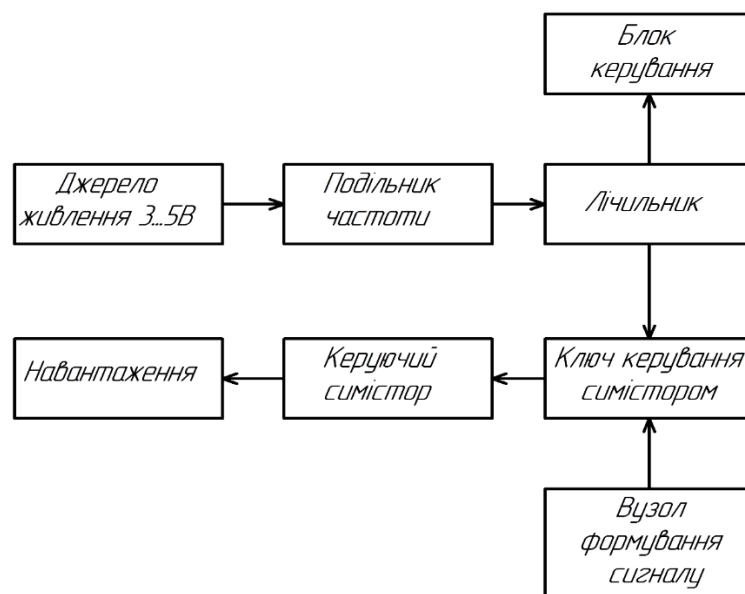


Рисунок 1.1 – Структурна схема цифрового регулятора потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням

1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою

Принципові електричні схеми визначають повний склад приладів, апаратів і пристроїв (а також зв'язків між ними), дія яких забезпечує розв'язання завдань керування, регулювання, захисту, вимірювання та сигналізації. Принципові схеми слугують підставою для розроблення інших документів проєкту: монтажних таблиць щитів і пультів, схем зовнішніх з'єднань тощо.

Ці схеми дають детальне уявлення про роботу системи і слугують також для вивчення принципу дії системи, вони необхідні під час виконання налагоджувальних робіт і в експлуатації.

Під час подавання напруги 3...5 В на входи XS1 і XS2 від зовнішнього пристрою транзисторний оптрон U1 дає дозвіл на роботу лічильника DD1 з RC-генератором на елементах C2, R4 і R6, частота якого ділиться на 32768, і на виході 15 (вивід 5) періодично з'являються імпульси, які через конденсатор C3 надходять на рахунковий вхід (вивід 15) двійкового реверсивного лічильника DD3. Одночасно на входах R лічильників DD3 і DD4 через діод VD4 встановлюється рівень лог. 0, що дозволяє їхню роботу, відкривається транзистор VT2 і вмикається світлодіод HL1 зеленого світіння, що сигналізує про ввімкнення навантаження. На вході +/- (вивід 10) лічильника DD3 спочатку присутній сигнал із рівнем лог. 1, що забезпечує підсумовування імпульсів з виходу лічильника DD1. Отриманий чотирирозрядний двійковий код, який задає потужність на навантаженні, надходить на входи попереднього встановлення двійкового реверсивного лічильника DD4. З вузла формування сигналу переходу мережевої напівхвилі через нуль, реалізованого на елементах VT1, VT4, R15, R19, R22, короткий імпульс надходить на вхід SE (вивід 1) лічильника DD4, забезпечуючи запис паралельного коду кожні 10 мс. Одночасно за допомогою інвертора DD2.6 синхронізується робота генератора заповнювальних імпульсів із частотою проходження 1600 Гц, реалізованого на

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

елементах DD2.4, DD2.5, C5, R11 і R13, вихід якого під'єднано до лічильного входу лічильника DD4.

У кожному напівперіоді мережевої напруги на виході Р (вивід 7) цього лічильника з'являється імпульс, фазова затримка якого визначається заздалегідь записаним у лічильник DD4 кодом і частотою генератора заповнювальних імпульсів. У цей момент за допомогою транзистора VT5 і симисторного оптрона U2 формується імпульс керування симистором VS1, забезпечуючи подачу в навантаження частини напівхвилі мережевої напруги. У результаті діюча напруга на навантаженні змінюється від нульового значення за нульового коду (0000) на виході лічильника DD3 до максимального, коли код 1111. Після закінчення заповнення лічильника DD3 на його виході Р (вивід 7) з'являється сигнал із рівнем лог. 0, який через діод VD3 припиняє роботу лічильника DD1, щоб запобігти повторному циклу ступеневого регулювання потужності в навантаженні. За допомогою транзистора VT3 вмикається світлодіод HL2 синього світіння, і транзисторний оптрон U3 видає сигнал у коло про досягнення максимальної потужності.

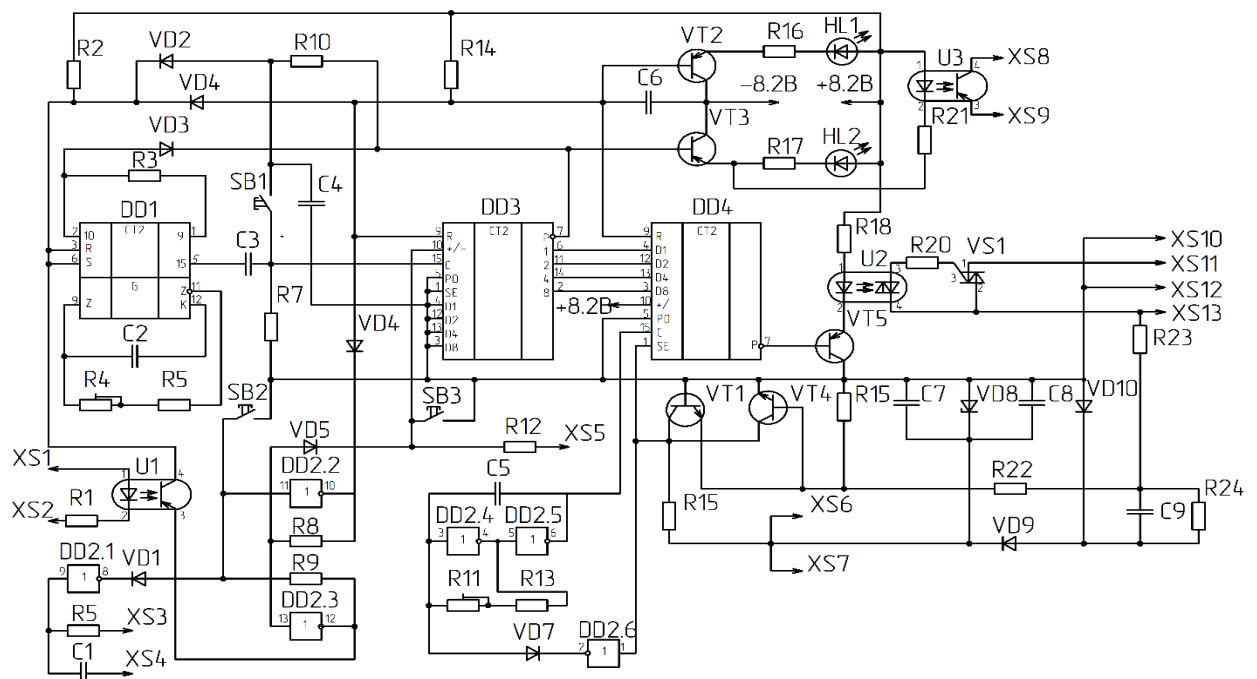


Рисунок 1.2 – Електрична принципова схема цифрового регулятора потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням

При розрахунку оптрона потрібно підібрати відповідні до цього типу елемента параметри і перевірити його можливість застосування за напругою та на неперевикнення допустимого значення розсіюваної потужності в заданих умовах.

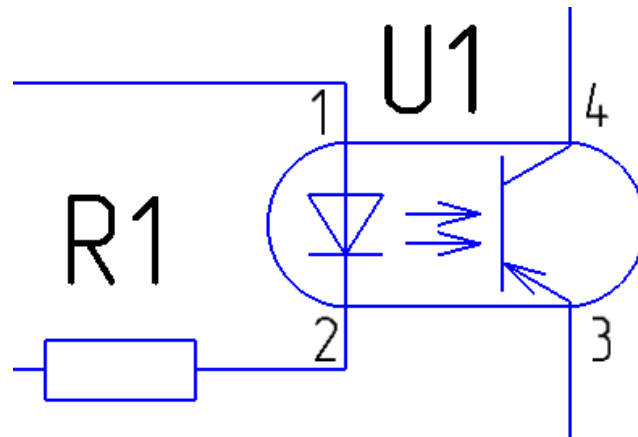


Рисунок 1.3 – Оптрон із схеми принципової

За напругою необхідно забезпечувати виконання умов:

$$U_{вх\ max} < U_{вх\ max\ доп} \quad (1.1)$$

де $U_{вх\ max\ доп}$ - максимально допустима вхідна напруга оптрона;

$$U_{вх\ min} - U_{вих} > U_{min} \quad (1.2)$$

Оскільки:

$$U_{вх\ max} = 13\ В < 25\ В = U_{вх\ max\ доп} ,$$

$$11 - 3,5 = 7,5\ В > 2,5\ В = U_{min}$$

то за напругою даний оптрон відповідає умовам завдання.

Перевіримо можливість застосування РС817 за потужністю, якщо його струм навантаження становить:

$$I_H = P_H / U_{вих} = 0,5 / 3,5 = 0,1\ А \quad (1.3)$$

а максимальне падіння напруги на ній дорівнює:

$$\Delta U = U_{вх\ max} - U_{вих} = 13 - 3,5 = 9,5\ В \quad (1.4)$$

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Потужність розсіювання оптрона:

$$P = \Delta U \cdot I_H = 9,5 \cdot 0,1 = 0,95 \text{ Вт} \quad (1.5)$$

Оскільки:

$$P = 0,95 \text{ Вт} < 1 \text{ Вт} \quad (1.6)$$

За результатами розрахунку можна підвести підсумок що оптрон підібрано правильно.

Наведемо розрахунок одного каскаду. Схему каскаду реалізовано на компонентах: транзистор VT2, резистори R16 і світлодіод HL1. Схему вузла відображено на рис.1.22

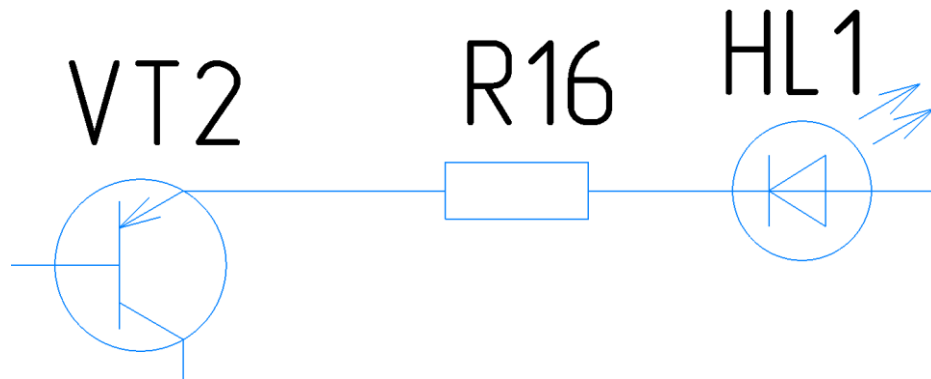


Рисунок 1.4 – Схема індикації із схеми принципової

Робоче значення струму світлодіода HL1 рівне 5мА. Спад рівня напруги на транзисторному ключі (VT2) буде сягати 0,4В та падінні напруги на світлодіоді HL1 буде сягати 2,1В. Імпеданс резистора R16 рівний:

$$R_{16} = (U_{\text{ж}} - U_{\text{світлодіода}} - U_{\text{VT2}}) / I_{\text{світлодіода}} \quad (1.7)$$

$U_{\text{ж}}$ – рівень напруги живлення;

$U_{\text{світлодіода}}$ – рівень необхідного струму світлодіода;

$I_{\text{світлодіода}}$ – рівень спаду напруги світлодіод;

$$R_{16} = (5\text{В} - 2\text{В} - 0,4\text{В}) / 0,010\text{А} = 260 \text{ Ом}$$

Значення імпедансу рівне $R_{16} = 270 \text{ Ом}$ у відповідності до стандартних значень імпедансів. Для обчислення значення імпедансу резистора R16

необхідно розрахувати значення струму в на базі транзистора VT2 у відповідності до формули:

$$I_{б VT2} = I_{к VT2} / \beta_{VT2} \quad (1.8)$$

де $I_{к VT2}$ – рівень струму транзистора VT2 кола колектора;

$$I_{к VT2} = I_{світлодіода} = 10 \text{ мА}$$

β_{VT} – коефіцієнт підсилення (підвищення рівня) біполярного транзистора за рівнем струму, $\beta_{VT2} = 600$.

$$I_{б VT2} = 0,010 \text{ А} / 600 = 16,6 \text{ мкА}$$

Збільшене значення величини струму колектора на рівні $I_{б VT2} = 33,2$ мкА, через те що струм в базі транзистора повинен бути в 2 рази більший.

На підставі розрахунку прийнято такий компонент як ВС636.

1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази

При виборі елементної бази для даного пристрою слід керуватись певними критеріями:

- відповідність номіналів елементів вказаних в схемі електричній принциповій;
- стабільність параметрів;
- відповідність температурним параметрам виробу;
- економічна вигода;
- надійність елемента.

Тому при конструюванні даного приладу була вибрана така елементна база:

Лічильник SN74LS90N (DD1) служить генератором секундних імпульсів. Це цифрова інтегральна мікросхема, що має шість тригерів Д-типу з можливістю введення зворотнього зв'язку (JK, D, T). Вона може працювати з напругою живлення від 5 до 15 вольт.

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

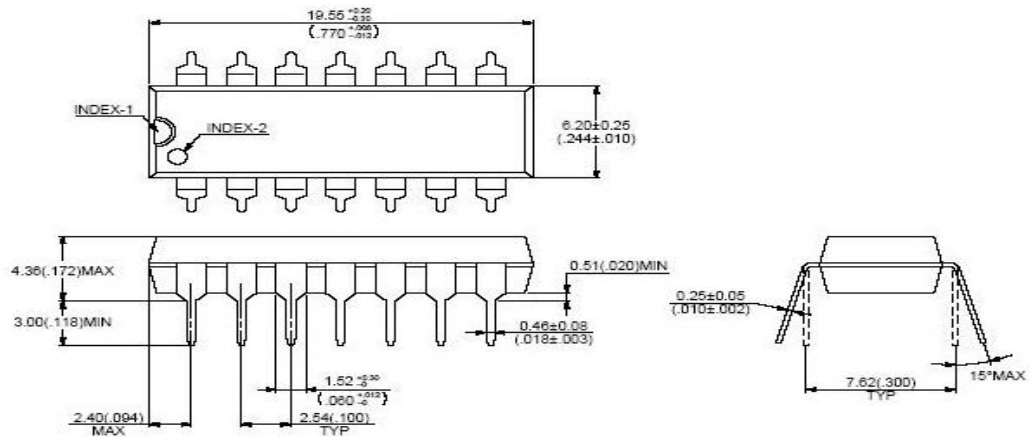


Рисунок 1.5 - Габаритні розміри Мікросхеми SN74LS90N (DD1)

Основні параметри мікросхеми SN74LS90N :

- номінальна напруга, В.....5;
- тактова частота, кГц16;
- максимальна напруга.....15;
- діапазон робочих температур, °С -30 ... + 120
- максимальний вхідний струм, А.....1;

Мікросхема CD4510B (DD3, DD4) є інтегральною схемою має чотири вхідні лічильні лінії, кожна з яких призначена для підрахунку вхідних сигналів. Ця мікросхема також містить дешифратор BCD-відображення (Binary Coded Decimal).

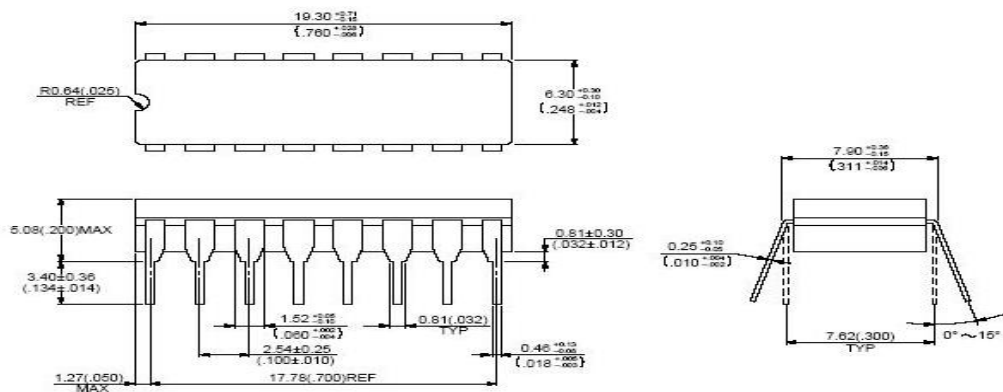


Рисунок 1.6 - Габаритні розміри мікросхеми CD4510B (DD3, DD4)

Основні параметри мікросхеми CD4510B:

- номінальна напруга, В.....5;

- тактова частота, кГц16;
- Максимальна напруга, В.....20;
- Діапазон робочих температур, °С -40 ... + 115
- максимальний вхідний струм, А.....1.5;

Мікросхема CD4049 (DD2) містить шість незалежних невеликих інверторів (буферів), кожен з яких може працювати зі стандартними напруговими рівнями від 3 до 15 вольт. Ця мікросхема забезпечує високий рівень імпульсного шуму та електростатичного розряду. Основним застосуванням CD4049 є інверсія сигналів, тобто перетворення вхідного сигналу на його протилежне значення.

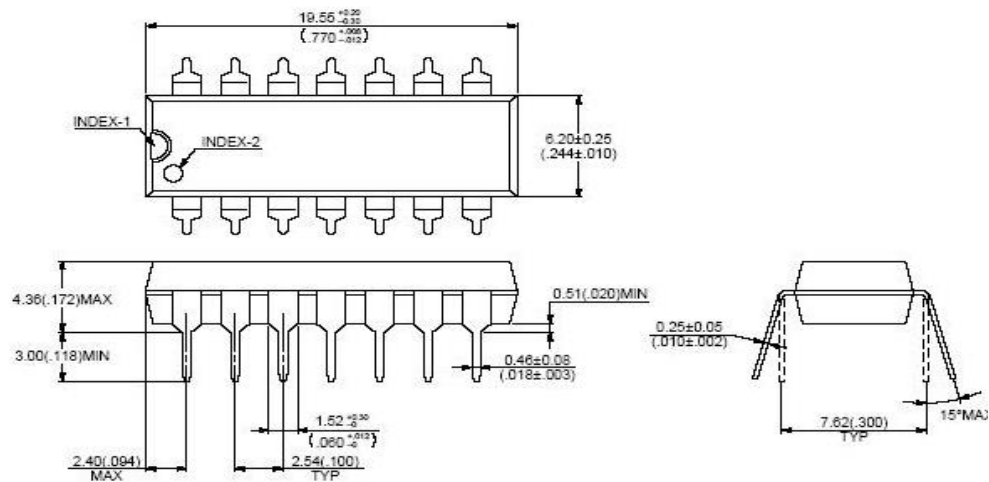


Рисунок 1.7 - Габаритні розміри Мікросхеми CD4049B (DD2)

Основні параметри мікросхеми CD4049B:

- Напруга живлення, В.....3 ... 18;
- Вхідна напруга5;
- Максимальна напруга, В.....18,5;
- Діапазон робочих температур, °С -40 ... + 85;
- максимальний вихідний струм, мА.....0,7 ... 1.5.

PC817 (U1, U2) є інтегральним оптроном або оптрокомплетом, який складається з світлодіода та фототранзистора, з'єднаних у корпусі. Він використовується для здійснення гальванічної роз'ємної ізоляції між двома електричними колами, дозволяючи передавати сигнали через світлову енергію.

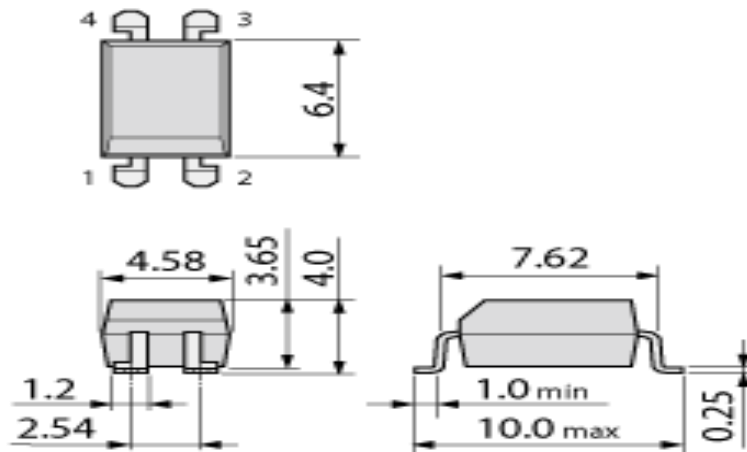


Рисунок 1.8 - Габаритні розміри оптрона PC817 (U1, U3)

Основні параметри оптрона PC817:

- Напруга живлення, В.....3,5 ... 15;
- Максимальна розсіювання потужність, мВт.....150;
- Максимальна напруга, В.....18,5;
- Діапазон робочих температур, °С -30 ... + 100;
- максимальний вхідний струм, мА.....50.

МОС3023 (U2) використовується для гальванічної розємної ізоляції та керування навантаженням в електронних схемах. Він здатний комутувати навантаження змінного струму, таке як лампи, реле або триаки, за допомогою оптичного сигналу. МОС3023 здатний комутувати навантаження змінного струму зі струмом до певного значення.

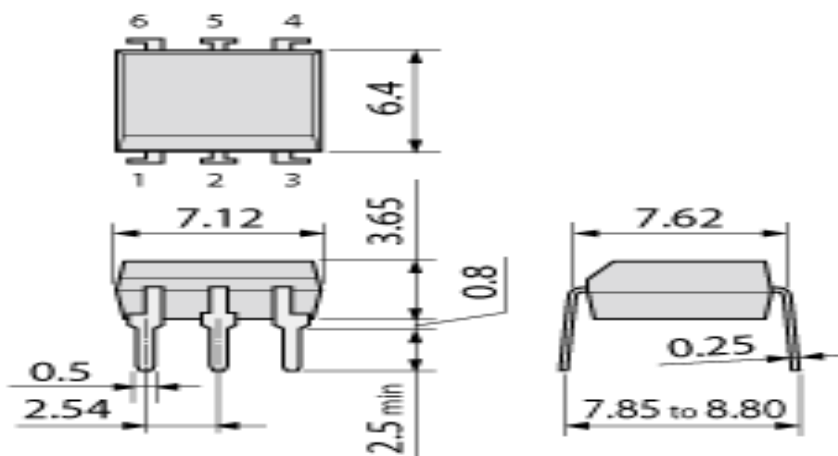


Рисунок 1.9 - Габаритні розміри оптрона МОС3023 (U2)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СВЯ 2.899.001 ПЗ

Арк.

17

Основні параметри оптрона PC817:

- Максимальна комутативна напруга В.....600;
- Максимальна розсіювання потужність, мВт.....330;
- Максимальний струм, А.....1;
- Діапазон робочих температур,°С -30 ... + 85;

MPSA05 (VT1, VT4) є біполярним NPN транзистором загального призначення. MPSA05 (VT1, VT4) є низьковимірним транзистором зі зворотним виводом колектора, що дозволяє працювати зі стандартними значеннями струму і напруги.

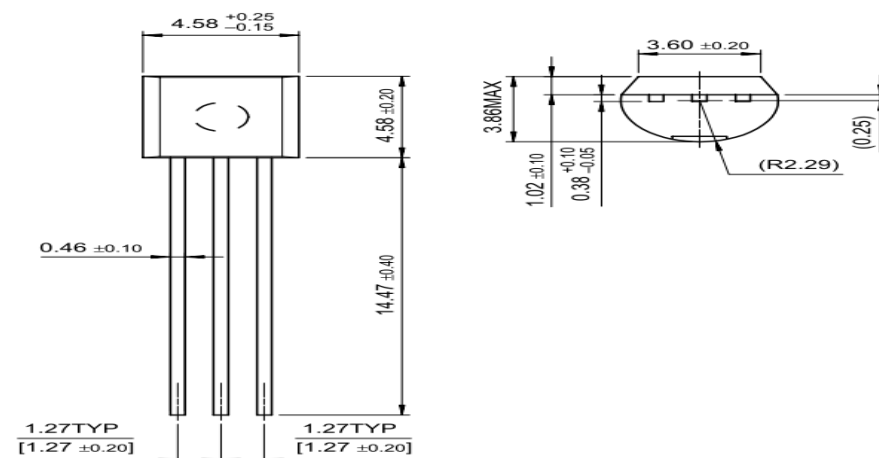


Рисунок 1.10 - Габаритні розміри транзистора MPSA05 (VT1, VT4)

Основні параметри транзистора MPSA05:

- Напруга колектор-емітер В.....60;
- Напруга колектор-база, В60;
- Напруга емітер-база , В.....4;
- Струм колектора, А.....1;
- Розсіювання потужність колектора, Вт.....0,625;
- Діапазон робочих температур,°С -30 ... + 85.

BC636 (VT2, VT3, VT5) є біполярним NPN транзистором загального призначення. BC636 має малу потужність і відносно високий коефіцієнт підсилення. Підсилення транзистора (hFE): Зазвичай має значення в діапазоні від 100 до 630, вказує на підсилення струму між колектором і базою транзистора.

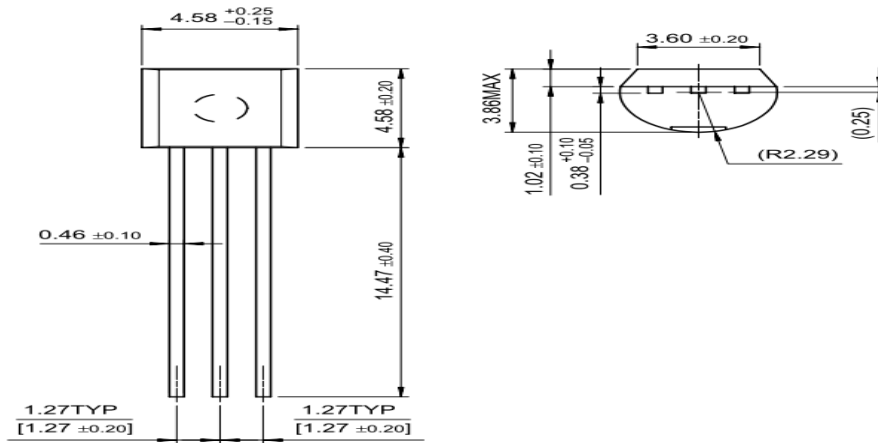
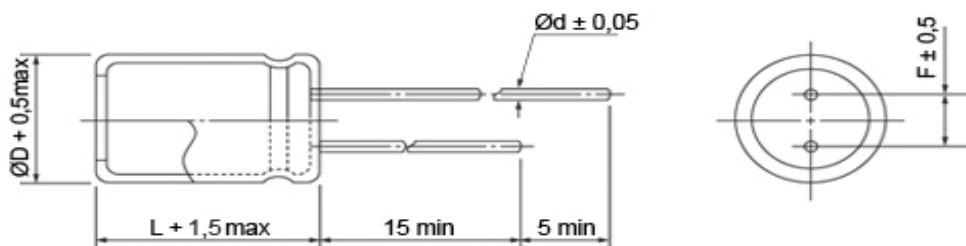


Рисунок 1.11 - Габаритні розміри транзистора BC636 (VT2, VT3, VT5)

Основні параметри транзистора BC636:

- Напруга колектор-емітер V_{CE}45;
- Напруга колектор-база, V_{CB} 45;
- Напруга емітер-база, V_{EB}5;
- Струм колектора, I_C1;
- Діапазон робочих температур, $^{\circ}C$ -30 ... + 85.

Конденсатор (C7) виробника Hitano, електролітичний, який використовується в колі живлення та виконує роль фільтра. Він призначений для роботи в колах постійного, змінного струму і в імпульсних режимах. Ізольований, з односпрямованими виводами, допускають роботу в умовах підвищеної вологості без додаткового захисту. Виготовляються у водостійкому корпусі.



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

Рисунок 1.12 - Габаритні розміри конденсатора Hitano (C7)

Основні параметри конденсатора Hitano:

- Ємність, мкФ100;
- Номінальна напруга , В.....50;
- Допустиме відхилення ємності.....±20%;
- Діапазон робочих температур,°С -30 ... + 85.

Керамічні Конденсатори (C1-C6, C8) Kemet є відносно дешевими, що робить їх популярними для використання в багатьох електронних пристроях. Дані конденсатори мають великий діапазон значень ємності, від декількох пікофарадів (pF) до кількох мікрофарадів (μF). Вони доступні з різними робочими напругами, що дозволяє їх використання в різних електричних схемах.

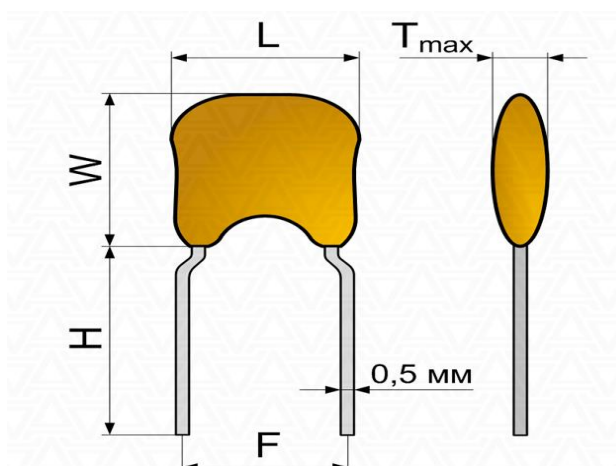


Рисунок 1.13 - Габаритні розміри конденсатора Kemet (C1-C6, C8)

Основні параметри конденсатора Hitano:

- Ємність, мкФ2,2 ... 4700;
- Номінальна напруга , В.....50;
- Допустиме відхилення ємності.....±15%;
- Діапазон робочих температур,°С -30 ... + 95.

Поліпропіленовий конденсатор MPX-X2 (C9) призначений для придушення електромагнітних перешкод, що виникають в мережі в процесі роботи імпульсних джерел живлення, зварювального устаткування, потужних генераторів, силових комутаційних ключів,

потужних реле та інших промислових електротехнічних пристроїв. Конденсатор МРХ-Х2 має конструкцію з металізованим плівковим поліпропіленовим діелектриком. Мідні радіальні виводи покриті плакованою сталлю.

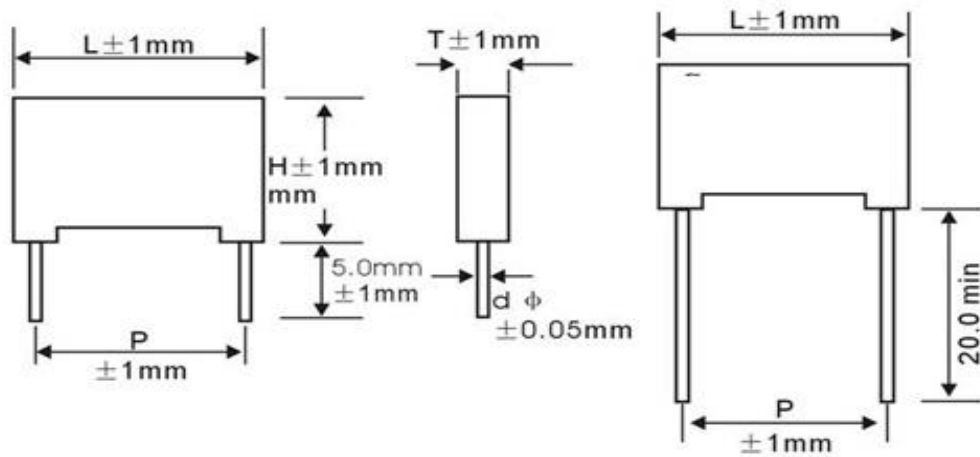


Рисунок 1.14 - Габаритні розміри конденсатора МРХ-Х2 (С9).

Основні параметри конденсатора МРХ-Х2:

- Ємність, мкФ0,68;
- Номінальна напруга , В.....275;
- Допустиме відхилення ємності.....±20%;
- Діапазон робочих температур ,°С -30 ... + 95.

Стабілітрон 1N4739A (VD8) забезпечує стабільну напругу зворотного зміщення під час роботи у зворотному напрямку. Цей компонент має низький температурний коефіцієнт та дозволяє точно контролювати напругу в електричних ланцюгах. При зворотному зміщенні, напруга на стабілітроні буде підтримуватись на рівні приблизно 9.1 вольт

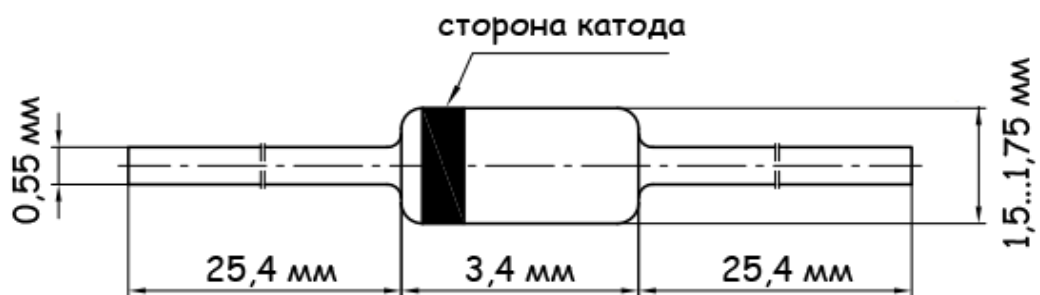


Рисунок 1.15 - Габаритні розміри стабілітрона 1N4739A (VD8).

Основні параметри стабілітрона 1N4739A:

- Потужність розсіювання, Вт.....1;
- Мінімальна напруга стабілізації, В.....8,6;
- Номінальна напруга стабілізації, В.....9.1;
- Максимальна напруга стабілізації, В.....9.5;
- Мінімальний струм стабілізації, мА.....0.5;
- Максимальний струм стабілізації, мА.....43;
- Діапазон робочих температур, °С -45 ... + 200.

Симістор ВТ138-600 (VS1) має три полюси: межа виводу, межа керування (затримки) та межа виходу. ВТ138-600 може керувати струмами до 12 ампер та напругою до 600 вольт.

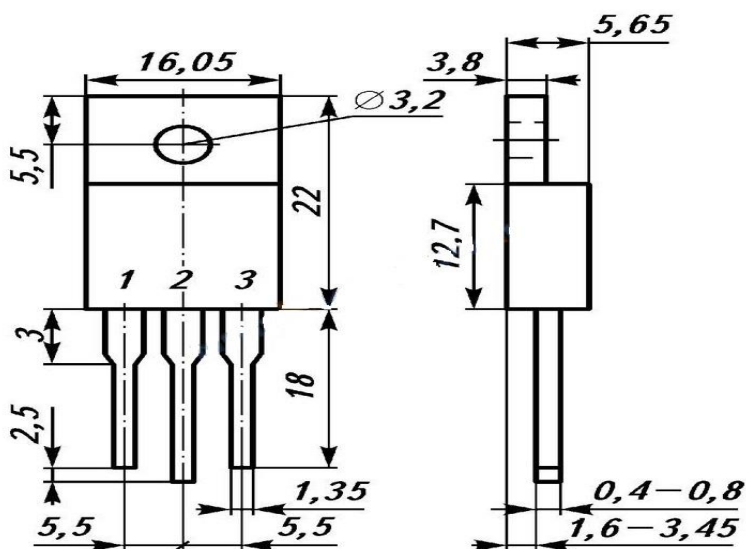


Рисунок 1.16 - Габаритні розміри симістора ВТ138-600 (VS1).

Основні параметри симістора ВТ138-600:

- Максимальна зворотна напруга, В.....600;
- Максимальний зворотній струм, мкА.....5;
- Струм відкриття, мА.....10
- Діапазон робочих температур, °С -45 ... + 200.

Діод 1N4148 (VD1-VD7) є одним з найпоширеніших швидкодіючих кремнієвих діодів. Він має високу швидкість реакції, низьку ємність та невеликі розміри. Йому властива висока швидкість комутації і мале

падіння прямої напруги. Тому для використання в схемі був вибраний цей діод

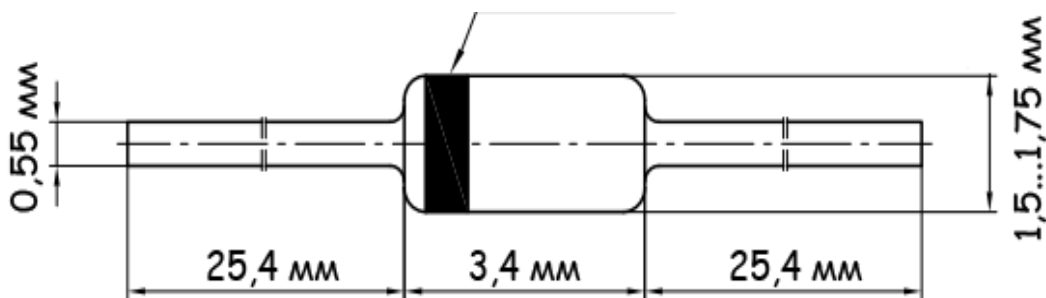


Рисунок 1.17 - Габаритні розміри діода 1N4148 (VD1-VD7)

Основні параметри діода 1N4148

- номінальна напруга, В..... 3,6
- пікова зворотня напруга, В 40
- середній прямий струм, А..... 2
- падіння вхідної напруги, В.....0,5

Резистори (R1-R3, R5-R10, R12-R24) постійні тонкоплівкові АСС потужністю 0,25 Вт., загального застосування, ізольованого виконання для автоматизованого складання апаратури, призначені для роботи в колах постійного, змінного та імпульсного струмів. Застосовуються в різного роду апаратурі.

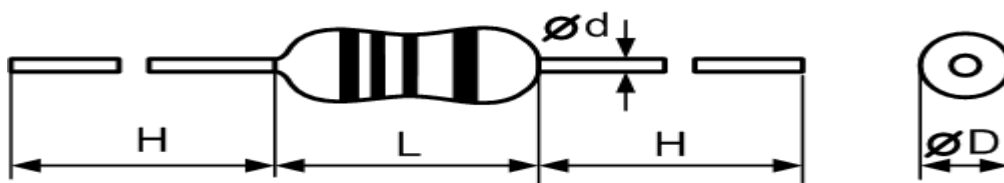


Рисунок 1.18 - Габаритні розміри резистора АСС (R1-R3, R5-R10, R12-R24)

Основні параметри резисторів АСС

- діапазон номінальних опорів0,1Ом – 22МОм;
- номінальна потужність, Вт0,25;
- максимальна напруга, В220;
- допустимі відхилення опору±5%;
- діапазон температур,°С-60...+155;

Тактові кнопки IT-1102 (SB1 – SB3), застосовуються для керування пристроєм, налаштуванням, та вибором режиму роботи.

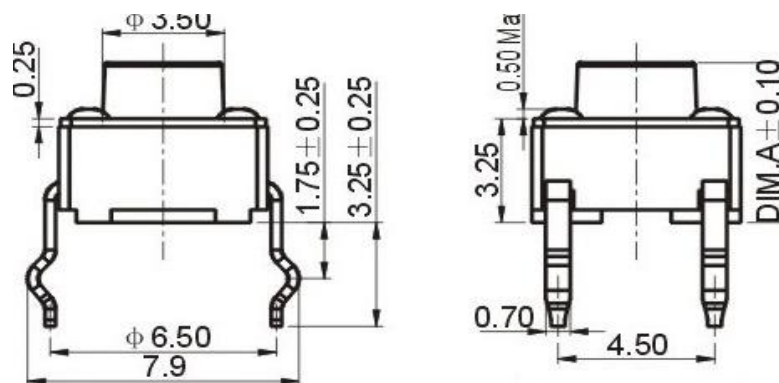


Рисунок 1.19 – Габаритні розміри кнопки IT – 1102

Основні параметри кнопки IT – 1102:

- робоча напруга, В12;
- робочий струм, А0,05;
- розмір, мм6x6;

RM063 (R4, R11) є типом підстроювального резистора, який використовується для точного налаштування опору в електричних колах. Він має форму фіксованого резистора зі змінним опором, який може бути налаштований з допомогою обертанням регулюючого елемента.

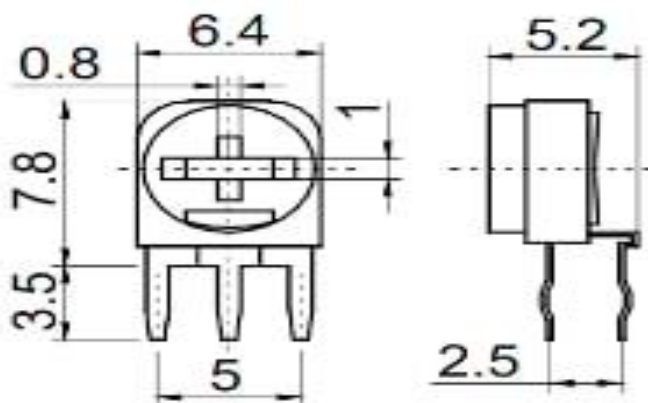


Рисунок 1.20 – Габаритні підстроювального резистора RM063 (R4, R11)

Основні параметри резисторів RM063

- діапазон номінальних опорів0,10М – 22М Ом;
- номінальна потужність, Вт0,25;
- максимальна напруга, В220;

- допустимі відхилення опору±5%;

Для підключення до плати зовнішнього керування і живлення в пристрої застосовується однорядний роз'єм для штирьових вилок 2312S-16G-85.

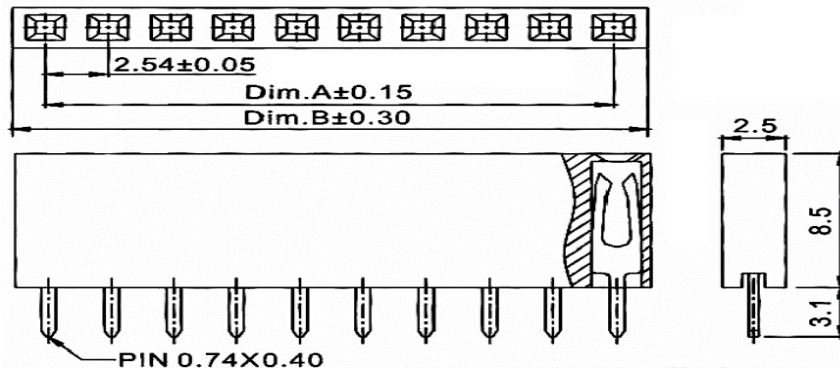


Рисунок 1.21 – Габаритні розміри роз'єму 2212S-16G-85

Основні параметри роз'єму 2212S-16G-85:

- максимальний струм, А3;
- максимальна напруга, В250;
- опір контактів, МОм20;
- опір ізоляції, МОм1000;
- діапазон робочих температур, °С-40...+105;

1.5 Компонівка друкованого вузла пристрою

Під компонуванням ЕРЕ розуміють частину процесу конструювання, пов'язаного з розміщенням на площині або в об'ємі окремих складових частин виробу з урахуванням реалізації необхідних електричних зв'язків, взаємного впливу електромагнітних і теплових полів. Під час компонування друкованої плати електрорадіоелементи зазвичай замінюють їхніми інсталяційними моделями, які являють собою проекцію елемента на плату.

Під час розроблення трасування друкованої плати слід враховувати необхідність прокладання друкованих провідників по лініях координатної

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Эм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

сітки або під кутом 45 ° до них. Це потрібно для полегшення автоматизованого отримання малюнка друкованої плати. Для третього класу точності крок координатної сітки 1.25 мм. Також слід враховувати витримування необхідної відстані між друкованими провідниками.

Друкований вузол скомпонований наступним чином: штиркові з'єднувачі розміщені в лівій і нижній частині плати, лічильники, синтезатор частоти та інші ЕРЕ розміщені в центрі, кнопки розміщені на нижній сторні плати. Жоден елемент не має значної потужності яка б виділяла енергію на нагрівання, взагалом споживана потужність приладу є маленька, отже виріб не потребує додаткового охолодження.

Основний елемент це друкована плата, яка виготовляється електрохімічним методом з одностороннього фольгованого склотекстоліту .СФ-2-35-ІКП товщиною 2 мм. В цьому методі стравлюються незахищені на фользі ділянки, утворюючи друкований монтаж, . та наноситься металізація на отвори ЕРЕ.. На цьому етапі використовується фольгований склотекстоліт товщиною 40мкм. . В якості провідного шару використовується мідь.

Маркування виконується методом маркування фарбою. Маркування травленням використовується в основному в разі дрібносерійного виробництва за невисокої щільності розташування провідників, коли економічно не вигідне виготовлення сіткових трафаретів для маркування фарбою. Сучасні технології дають змогу застосовувати для всіх видів маркувань фарбу і друкарський друк на твердих поверхнях.

Таким чином, маркування виробляється офсетним способом, який зручний при автоматизованому виробництві.

Маркувальна фарба функціонального вузла, що розробляється, повинна відповідати таким вимогам:

- можливість автоматичного нанесення в умовах великосерійного виробництва;

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

- механічна міцність;
- хороша адгезія до маркованої поверхні;
- діапазон робочих температур від - 60 до +450 С;
- рекомендація до маркування склотекстоліту.

Усім цим вимогам повною мірою задовольняє фарба ЕП-572. Пропонується використовувати фарбу білого кольору. Властивості фарби ЕП-572: діапазон температур від - 60 до +1500 С; має механічну міцність, олієстійкість, хорошу адгезію до маркованих матеріалів, водостійкість, спиртобензиностійкість.

У конструкції друкованої плати, що розробляється, мають використовуватися різні види покриттів, які призначені для поліпшення паяння, захисту ділянок друкованих провідників від впливу припою, забезпечення вологозахисту плати.

Захист від вологи, а також від небезпечних механічних пошкоджень передбачається у вигляді покриття друкованого вузла після складання лаком. Плівка лаку створює бар'єр впливу вологи і забруднень на діелектричну основу, оберігає тонкі провідники від пошкоджень, збільшує механічну жорсткість плати. Причому лак має бути безбарвним для вільного прочитання маркування, нанесеного на плату. До покриттів висуваються вимоги гарної адгезії, малої водопроникності та корозійної стійкості.

Як покриття достатньо застосування лак АК-133. Він забезпечує хороший захист плати і ЕРЕ від впливу кліматичних факторів, а також підвищує і її механічну жорсткість.

1.6 Опис процесу налаштування пристрою

Резистором R4 встановлюється час виходу на максимальний режим за наявності зовнішньої команди. Із зазначеними на схемі номіналами

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

частоту генератора за допомогою цього резистора можна регулювати в діапазоні 273...546 Гц, яка потім у лічильнику DD1 ділиться на 32768 разів. У результаті на його виході 15 (вивід 5) імпульси переходу на наступний ступінь з'являються кожні 1...2 хв. Режим виходу на максимальну потужність складається з 15 ступенів, тому час його виконання становить 15...30 хв.

Налагодження зводиться до встановлення розрахункової частоти генератора DD1 і частоти 1600 Гц у контрольній точці за допомогою підлаштування резистора R11. Якщо потрібні інші параметри виходу на максимальний режим, розраховується відповідна частота генератора, що дорівнює числу 8192, поділеному на час виконання програми, виражений у хвилинах, потім підбирають конденсатор С2.

Регулятор гальванічно пов'язаний з електричною мережею 220 В, тому, щоб уникнути виходу з ладу заземлених вимірювальних приладів, елементів плати та ураження електричним струмом, усі виміри слід проводити з великою обережністю, під'єднавши пристрій до мережі через розділовий трансформатор потужністю 50...70 Вт.

1.7 Висновки до розділу 1

В розділі було описано цифровий регулятор потужності з кнопочним управлінням та зовнішнім керуванням, його принципи роботи, структурну схему, параметри, елементну базу, і проведенні розрахунки окремих каскадів по даному приладу. Також описана його технологічність, методи виготовлення плати і принцип виготовлення друкованого вузла.

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

2 Спеціальна частина (САПР)

2.1 Вибір САПР, та створення інтегральних бібліотек в Altium Designer

САПР розшифровується як система автоматизованого проектування - це комплекс програмних і технічних засобів, що експлуатуються для простого, недорогого і швидкого розроблення проєктів, моделей і креслень. Це об'ємне поняття, що об'єднує в собі десятки різновидів за складністю, типом і функціоналом. Пропонуємо ознайомитися з особливостями і видами САПР детальніше.

Системи автоматизованого проектування мають функціонал для здійснення робіт на всіх стадіях життєвого циклу виробу, починаючи від створення проєкту і закінчуючи підготовкою до виробництва. У розпорядженні фахівців з інженерії є такі можливості:

- оперативне прийняття рішень та оформлення документів;
- функції для якісного управління робочими процесами;
- доступ до технологій паралельного проектування виробів;
- можливість неодноразового застосування готових рішень;
- максимально реалістичне математичне моделювання;
- інформаційна підтримка, стратегічне розроблення проєкту;

Класичний варіант дає змогу інженеру виконувати геометричні побудови і 3D-моделювання, наносити розміри, оперувати з графічними і текстовими об'єктами та розробляти комплект технічної документації, а також редагувати раніше створені проєкти і готувати їх до приймання. Конкретний функціонал залежить від того, з яким конкретно програмно-технічним комплексом взаємодіє розробник.

Використання САПР насамперед значно спрощує працю інженера-проектувальника. Якщо раніше фахівці розробляли креслення і документацію від руки, сьогодні це виконується в автоматизованому режимі.

Інші переваги:

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

- прискорення процесу проектування і конструювання деталей у 1,5-2 рази;
- зменшення витрат на виготовлення виробів аж до 20%;
- здешевлення процесу розробки і витрат на експлуатацію;
- менші витрати на формування моделей і проведення тестів;
- значне зростання якості та технічного рівня результатів роботи.

Сфера застосування визначається галузевим призначенням того чи іншого комплексу для автоматизації. За цією ознакою класифікація налічує 3 основні різновиди:

- MCAD. Програмно-технічні комплекти, розроблені для формування проектів механізмів. Без них не обходиться виготовлення автомобілів, річкових і морських суден, космічних апаратів. Крім готових виробів проєктуються і конструктивні деталі. Яскраві представники систем проєктування з цієї категорії - КОМПАС, SolidWorks.
- EDA. Засоби, широко використовувані для конструювання як готових електронних приладів, так і їх складових - мікросхем і друкованих плат. Інша назва цієї категорії - ECAD. Популярні у фахівців рішення - OrCAD і Altium Designer.
- AEC CAD. Головне призначення цих систем полягає в автоматизованому розробленні будівельних і архітектурних об'єктів. До них належать промислові та житлові будівлі, автомобільні та залізні дороги, мости й об'єкти інфраструктури. Програмні продукти для цього напряму є в AutoDesk, AutoCAD, Bentley.

Таким чином, для кожного напряму інженерної діяльності є свої продукти з призначеним для цього функціоналом. Завдяки такому поділу в кожному комплексі є тільки потрібні інструменти і нічого зайвого, а це спрощує і прискорює роботу інженера.

В даній роботі використовується Altium Designer, а також Solidworks.

Програмний продукт SolidWorks є найпоширенішим інструментом, який використовують для автоматизованого проєктування (САПР) і 3D

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

модельовання. Пакет дає змогу створити деталі для майбутнього 3D-друку. Це захищає проєктанта від усіляких помилок, які неминуче з'являються в процесі накреслення проєкцій виробу вручну.

Програма для проведення тривимірного проєктування під назвою SolidWorks у процесі роботи використовує звичний багатьом користувачам інтерфейс Windows і при цьому є повністю русифікованою. Усі методичні посібники також представлені російською мовою у всіх доступних версіях.

Базові функції цієї програми доступні користувачам без застосування спеціальних розширень, але створені додаткові модулі збільшують її функції.

Деякі можливості цієї програми:

- 3D модельовання різних твердих тіл;
- розробка необхідних зварних конструкцій;
- проведення розрахунків на міцність і точний прорахунок гідро- і аеродинаміки;
- створення різноманітних креслень;
- виконання проєктування з прийняттям до уваги матеріалу, використовуваного для створення виробу;
- візуалізація і проведення прорахунку на можливий вигин;
- використання даних після виконаного 3D сканування;
- проєктування різноманітної продукції, для виготовлення якої використовується листовий метал;
- читання електросхем;
- експорт отриманих даних і їх переведення в різні формати.

Робочі функції розташовуються на панелі інструментів у верхній частині, тому користувачем здійснюється зручне управління 3D моделлю. Також цей інструмент дає змогу створити тривимірні види ескізів, причому робота віддалено нагадує процес 3D модельовання в інших графічних редакторах. У цьому випадку забезпечується розширений підхід до процесу розробки різноманітних моделей.

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Altium Designer являє собою систему наскрізного автоматизованого проектування електронних засобів на базі друкованих плат і програмованих логічних інтегральних схем. Принцип наскрізного проектування передбачає передачу результатів одного етапу проектування на наступний етап у єдиному проектному середовищі (Altium Designer використовує інтегровану платформу Design Explorer). При цьому зміни, що вносяться на будь-якому етапі, мають відображатися у всіх частинах проекту. Такий принцип дає змогу розробнику контролювати цілісність проекту, відстежувати зміни та синхронізувати їх.

Одним з основних напрямків роботи Altium Designer є побудова ієрархічних схем. Це дає змогу легко перетворювати величезні складні схеми на набір найпростіших підсхем і використовувати готові напрацювання. Пристрої на базі можна представити і як VHDL-опис, і у вигляді принципової схеми з використанням бібліотек готових логічних пристроїв. Усі підсхеми ієрархічної структури прив'язані до певної області на платі, що значно спрощує роботу конструктора.

Під час розроблення електричних принципових схем існує можливість задавати конструктивні параметри майбутньої плати, наприклад, формувати класи кіл, групи компонентів, описувати диференціальні пари. На створені класи ланцюгів і диференціальні пари можна одразу встановити обмежувальні правила, як-от довжина і товщина провідника, а також значення імпедансу.

Бібліотеки програми містять понад 80 тис. компонентів, які постійно оновлюються. Передбачено імпорт готових бібліотек з PCAD 200X та інших програм. Крім того, існує можливість створювати власні бібліотеки символів, посадкових місць, тривимірних моделей і текстових SPICE-моделей.

Створювати бібліотечні елементи можна за допомогою спеціального майстра: послідовно вводячи інформацію, ви швидко отримаєте готовий КОМПОНЕНТ

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

За допомогою потужної, повністю наочної системи завдання та перевірки правил проектування конструктор отримує повний контроль над процесом трасування. Усі правила проектування, що враховуються в редакторі друкованих плат, згруповані в десять категорій: правила трасування, виробництва, проектування високочастотних блоків, розводки диференціальних пар тощо. Використовуючи технологію запитів, користувач може описати сферу дії правила, а також визначити його пріоритет.

2.2 Результати проектування друкованої плати в САПР

В результаті використання САПР отримано друковану плату для проектованого пристрою, вигляд якого зображено на рисунку 2.1. 3D модель друкованої плати зображена на рисунку. 2.2. Для створення 3D моделей компонентів використана система Solidworks.

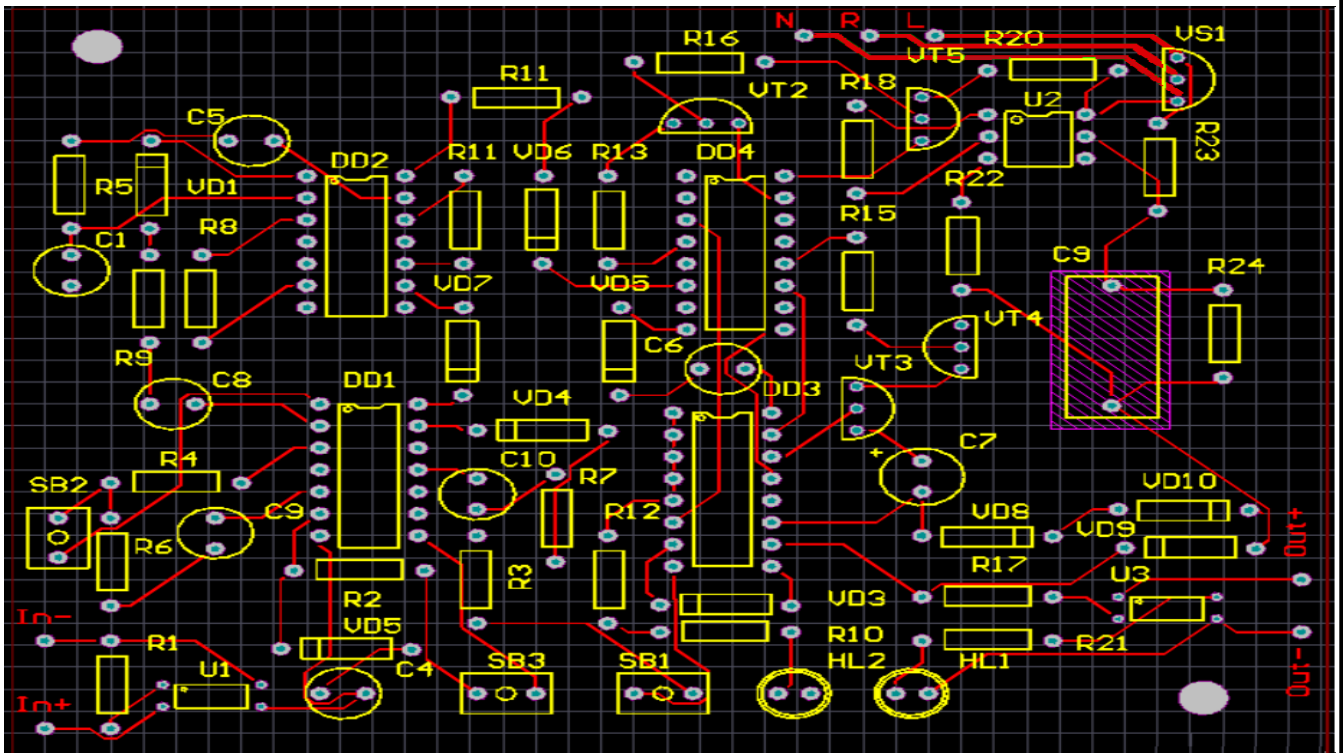


Рисунок 2.1 – Друкована плата розроблена в Altium Designer

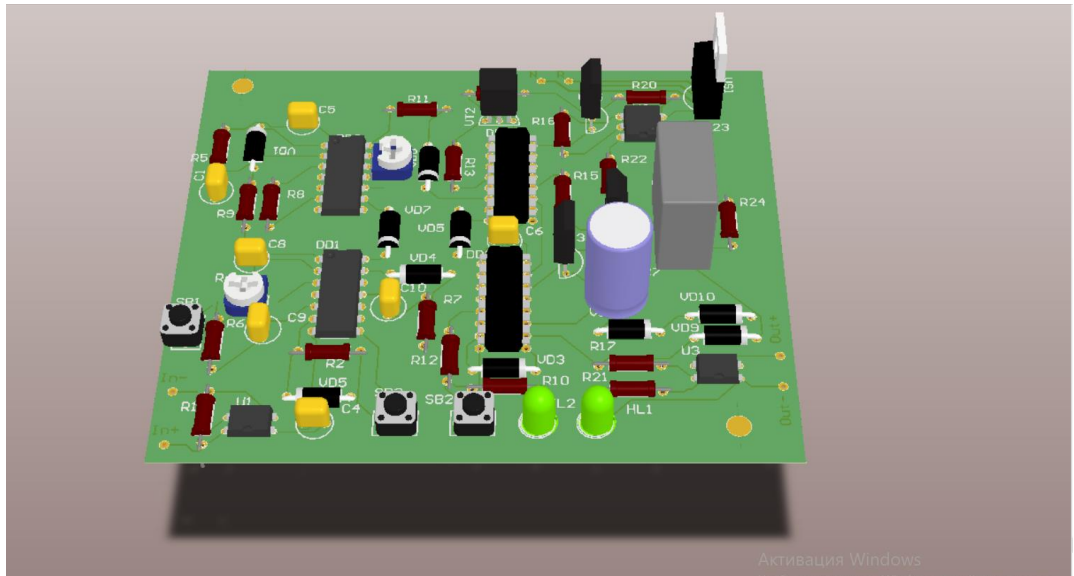


Рисунок 2.2 – 3D модель друкованої плати в Altium Designer

2.3 Висновки до розділу 2

В даному розділі було розроблено друковану плату та 3D модель друкованої плати в Altium Designer .

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

3 Охорона праці та безпека життєдіяльності

Безпека життєдіяльності та охорона праці є надзвичайно важливими аспектами для забезпечення безпечного та здорового робочого середовища для всіх працівників. Ці поняття охоплюють широкий спектр заходів та політик, спрямованих на запобігання та зменшення ризиків, пов'язаних з виробничими процесами, та на забезпечення безпеки та добробуту працівників.

Безпека життєдіяльності включає в себе заходи щодо усунення потенційних небезпек, які можуть виникнути в робочому середовищі. Це можуть бути такі аспекти, як правильне устаткування, належна підготовка працівників, проведення інструктажів, дотримання процедур та стандартів безпеки. Охорона праці спрямована на забезпечення фізичного та психологічного здоров'я працівників у робочому середовищі.

3.1 Психологія безпеки праці в загальній проблемі психології

Зростання автоматизації виробництва, ускладнення технічних систем, впровадження нових технологій створюють додаткові ризики виникнення небезпечних виробничих ситуацій. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), смертність від трудового травматизму посідає третє місце у світі після серцево-судинних та онкологічних захворювань. Підвищення інформаційного, психічного і соціального навантаження на трудівника висуває особливі вимоги не тільки до організації процесу праці, а й суб'єкта трудової діяльності, тобто людини. Небезпеки, з якими стикається працівник у процесі праці, з одного боку, залежать від особливостей виробничого середовища, а з іншого - від нього самого. Причому, згідно зі статистичними даними, приблизно в 70% випадків винуватцем аварійних ситуацій є людський фактор. Це ставить перед наукою завдання дослідження особливостей психічних і особистісних характеристик індивідуума. [15]

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Психологічний аналіз проблеми безпеки людини в трудовому процесі спрямований на вивчення сукупності причин, пов'язаних із людським фактором. Самі по собі ці причини не провокують аварійних ситуацій, але впливають на поведінку працівника таким чином, що він подібні ситуації створює сам. Наприклад, імовірність помилок зростає за підвищених рівнів шуму, інформаційних перевантажень, нерациональної організації робочого місця, соціальних конфліктів тощо. Причини помилок поділяють на безпосередні, головні та сприятливі. Безпосередні залежать від особливостей психологічної структури особистості (сприйняття, ухвалення рішення, відповідної реакції тощо) і психологічних закономірностей, що визначають оптимальну діяльність: невідповідності психічним можливостям перероблення інформації (об'єм і швидкість надходження інформації, відношення до порога розрізнення, коротка тривалість сигналу та ін.); нестачі досвіду і структури уваги. Головні причини пов'язані з організацією праці та робочого місця, психічним станом тощо. Сприятливі причини впливають із зовнішніх умов, що змінюють функціональний стан організму, характеру добору і навчання фахівця, його здоров'я та особистісних особливостей.

Відповідно до сучасних уявлень, роль людського фактора стала настільки значущою з кількох причин:

По-перше, у процесі еволюції у людини знизилася здатність протистояти небезпекам, кількість яких зростає швидше, ніж людська протидія їм. За останні 30 тис. років розвиток людини відбувався, головним чином, у сфері психіки, завдяки якій створювали і вдосконалювали знаряддя праці. При цьому фізичні якості погіршилися: знизилася гострота зору, витривалість. Реакції зовнішнього світу на людину в процесі праці посилилися, а її протидії залишилися практично незмінними.

По-друге, зростає ціна помилки: прорахунки сучасної людини обходяться їй набагато дорожче, ніж її предкам. Якщо помилка первісної людини коштувала їй падіння з дерева, то наш сучасник може впасти з висоти багатопверхового будинку.

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

По-третє, людина поступово адаптується до небезпек, породжуваних технічними системами, нехтуючи ними (наприклад, не використовує засоби індивідуального захисту, свідомо перевищує швидкість транспортних засобів тощо).

У процесі трудової діяльності встановлюється складний взаємозв'язок між відчуттями, які відображають впливу зовнішнього середовища, і відчуттями, що виникають як слідство внутрішніх процесів, зокрема в руховому апараті, і які часто не досягають щабля свідомості. Безпека значної частини трудових процесів залежить саме від точної, швидкої й правильної реакції робітника на певні явища, що виникають у ході трудового процесу. При цьому необхідно, щоб у його свідомості міцно були зафіксовані необхідні для такої ситуації знання й відпрацьовані відповідні навички. Досить важливо також, щоб ці знання відклалися в його пам'яті в максимально коротких формулюваннях, щоб час на роздумування, зважування, поновлення знань у період між сприйняттям і дією було як можна коротше. Психологічний підхід до безпеки праці повинен проявлятися в створенні відповідних зв'язків між відчуттям і рухом. Під час роботи людина постійно сприймає цілий ряд навколишніх його факторів, але в той же час предмет його уваги становлять деякі, найбільш важливі моменти трудового процесу. У значній частині трудових процесів трудова діяльність складається з ряду строго послідовних прийомів і рухів. Відчуття, що виникають у результаті скорочення м'язів і рухливості суглобів, інформують про хід руху; руховий аналізатор управляє рухом, визначає його розмах, швидкість, напрямок. Для безпеки праці важливу роль грає встановлення взаємодії між руховим аналізатором і іншими органами почуттів. Значна частина нещасних випадків пов'язана з неточністю м'язових відчуттів або недостатнім зоровим контролем за рухом. З погляду безпеки праці досить важливо домогтися від працівника, щоб він знав, у який момент і за якими об'єктами йому потрібно стежити з особливою старанністю.

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Увага. Поняття уваги ставиться до числа найбільш важливих понять психології безпеки праці. Спрямовані відчуття, настроєні лише на певні джерела роздратувань називаються увагою. У таких випадках потрібне вольове зусилля, що заздалегідь визначає характер і спрямованість діяльності органів почуттів для підтримки своєрідного стану готовності, як необхідної умови точної й швидкої реакції. Це стан готовності до реакції означає концентрацію уваги.

Концентрацію уваги можуть викликати зовнішні причини, наприклад, підвищений шум або світло й ін. Таку концентрацію ми називаємо мимовільною.

Мимоволі нашу увагу залучають несподівані або інтенсивні зовнішні впливи, вони просто змушують звернути на них увага. Більше складне явище - свідома, довільна увага. Тут важливу роль грає друга сигнальна система. При цьому психічні процеси зосереджуються на таких об'єктах, які обумовлені відповідним завданням. Для безпеки праці однаковою мірою важливо як мимовільне, так і довільна увага. Виконання роботи вимагає довільної уваги. Це значить, що психічна діяльність робітника повинна бути спрямована на конкретне трудове завдання, тобто процеси, що відбуваються в нервовій системі, повинні концентруватися на нервових зв'язках, що забезпечують виконання трудової діяльності. Якщо в ході роботи виникнуть несподівані, сильні впливи на робітника (наприклад, звукове або світлові), то мимовільне залучення ними уваги може змінити спрямованість нервових процесів, діяльності психіки. А це, у свою чергу, може викликати тимчасове гальмування, своєрідні перешкоди у відповідних центрах нервової системи. У таких випадках легко може виникнути бездіяльність або неправильна дія, що ведуть до нещасних випадків. Які ж завдання техніки безпеки в цій області? З одного боку, правильною організацією праці, створенням сприятливого навколишнього оточення варто оберігати трудящих від несподівана, відволікаюча увага впливів. Джерелами такого відволікання уваги можуть бути неорганізованість, метушливість,

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

надмірна тіснота, а також недисциплінованість працюючих. З іншого боку, і це не менш важливо, необхідно виробляти в робітників здатність при виникненні яких-небудь перешкод зберігати належну концентрацію довірливої уваги.

Робота буде безпечна лише за умови, якщо психічної діяльності під час праці буде забезпечена такий рівновага, що дозволить працівникові в будь-який момент підключити другу сигнальну систему для ухвалення термінового рішення. Умова це укладається в тім, щоб навіть у випадку автоматичного виконання робітником операції не займати себе повністю сторонніми думками, тримати другу сигнальну систему в стані постійної готовності до керування діяльністю.

Пам'ять. Вплив подразників не зникає безвісти з нашої нервової системи. Вогнища порушення, що виникають у головному мозку в результаті роздратувань, залишають після себе своєрідні сліди, що зберігаються в плині довгого часу. Ці сліди й утворюють нервово-фізіологічну основу пам'яті. При навчанні трудовим рухам і операціям діють складні процеси пам'яті. Рухова пам'ять грає особливо важливу роль у професійно-технічній підготовці. Вироблення навичок - це не що інше, як вироблення стабільних запечалених у пам'яті, запам'ятовування рухів. Всі ці процеси вже в ході навчання утворюють винятково

складний взаємозв'язок. Ще складніше обстоит справа із самим трудовим процесом. Зовні тут роль пам'яті невелика, оскільки робітник уже має у своєму розпорядженні міцні нервові зв'язки, необхідними для виконання роботи, у нього вироблені навички. Зрозуміло, це результат не тільки навчання в буквальному значенні слова, але й тренування. Тренування, практика грають досить важливу роль у безпечному й успішному виконанні роботи. Статистика нещасних випадків переконливо покриває, що серед робітників, що не мають достатнього досвіду, відсоток нещасних випадків незрівнянно вище.

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Індивідуальні якості людини також є важливою складовою людського фактора. Імпульсивність, тривожність, агресивність, неуважність, низький професійний рівень негативно позначаються на безпеці праці. Результати досліджень показують, що жінки частіше припускаються помилок і порушень, однак, рідше створюють травматичні ситуації, працюють надійніше, ніж чоловіки. Чоловіки більш ризиковані у своїх діях, але й більш стійкі в екстремальних ситуаціях. [16]

Як показує практика, тільки технічними засобами проблему безпеки не вирішити. Ба більше, з удосконаленням техніки, підвищенням її надійності та безпеки людський фактор набуває більшої питомої ваги. Організація праці, що базується на пізнанні суб'єкта праці, врахуванні його фізіологічних, біологічних, соціальних, психологічних та інших властивостей, виявляється ефективнішою, ніж його інтенсифікація. Завдання психоаналізу - виявлення психологічних причин, що породжують нещасні випадки, визначення закономірностей їхнього прояву. Таким чином, психологічні знання про працю сьогодні стають чинником підвищення ефективності та реалізації безпеки професійної діяльності.

Як будь-яка інша наука психологія безпеки праці має свій предмет і об'єкт дослідження. При цьому, з одного боку, вона є частиною психології праці, а з іншого - досліджує питання психології безпеки.

Відомо, що об'єктом психології праці є трудова діяльність людини, а предметом - психологічні чинники, що впливають на її процес і результати. Виявлення та використання психологічних резервів історично розпочалося в галузі промисловості, сільського господарства та почасти сфери обслуговування, оскільки ці види праці найпоширеніші та найважливіші в економіці держави. Цьому сприяла й та обставина, що саме в зазначених галузях найчастіше виникали нещасні випадки та мали найтяжчий характер, що спричиняло найбільші збитки економічного та соціального порядку. Згодом за багатьма іншими поширеними видами трудової діяльності утворилися самостійні галузі психологічної науки: педагогічна, медична,

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

судова, інженерна, авіаційна та космічна психологія тощо, з розвитком яких виявилось, що психологічний аспект у діяльності льотчика, космонавта або військового не менш актуальний, ніж у праці робітника. Тому в кожній із цих галузей стали самостійно виокремлюватися і вивчатися питання безпеки.

Важливо зазначити, що проблеми, які розглядаються, притаманні не тільки тим видам діяльності, де використовується техніка. У медицині, спорті, деяких сферах бізнесу мають місце і елемент високої небезпеки, і засоби захисту, і необхідність ризику, і багато інших чинників, які є об'єктом вивчення психології безпеки праці. [17]

Таким чином, психологічні проблеми безпеки праці притаманні вельми різноманітним видам діяльності, які не можна обмежувати колом проблем тільки виробничої та сільськогосподарської праці. Тому психологію безпеки доцільно розглядати як галузь психологічної науки, що вивчає психологічний аспект безпеки в різноманітних видах діяльності.

Психологія безпеки праці - галузь психологічної науки, яка вивчає психологічні причини нещасних випадків, що виникають у процесі праці, та шляхи використання психології для підвищення її безпеки .

Об'єктом дослідження психології безпеки праці є різні види предметної діяльності людини, пов'язані з небезпекою.

Предметом дослідження цієї галузі є:

- психічні процеси, що породжуються діяльністю і впливають на її безпеку;
- психічні стани людини, що позначаються на безпеці її діяльності;
- властивості особистості, що відбиваються на безпеці діяльності.

Можна сказати, що центральним аспектом психології безпеки праці є вивчення психологічних причин нещасних випадків на виробництві, тобто ролі людини як основного учасника подібних подій. Саме в людській психіці слід шукати відповіді на запитання: чому люди, яким від народження притаманний інстинкт самозбереження, часто самі стають причиною власних травм; виразно усвідомлюючи небезпеку, вони нерідко, прагнучи дрібних

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

вигод, чинять всупереч здоровому глузду; чому одні люди часто травмуються, а інші - рідко або ніколи?

Сфера психології безпеки праці широка, а її межі з іншими науками досить умовні. Окремі аспекти трудової діяльності вивчаються з позицій ще цілої низки наукових дисциплін, таких як соціологія праці, гігієна, інженерна психологія, фізіологія праці, економіка, технічна естетика тощо. Кожна з них використовує свої специфічні засоби, методи і знання. Однак, як зазначалося вище, знання про основні психологічні закономірності, психологічні засади професійної діяльності сьогодні розглядаються як необхідний компонент загальної культури фахівця будь-якого профілю. [18]

Завдання психології безпеки праці можна розділити на дві великі групи: теоретичні та прикладні. Перша група завдань спрямована на виявлення психологічних причин і теоретичних закономірностей, що породжують нещасні випадки.

Друга група завдань спрямована на досягнення кінцевого практичного результату психологічних розробок: мотивація безпечної діяльності, її стимуляція, професійний психологічний добір фахівців тощо.

3.2 Особливості заходів електробезпеки на підприємствах

Вимоги електробезпеки на робочому місці обов'язкові до дотримання всіма організаціями, де встановлено електричне обладнання. Адже будь-який простий прилад може спричинити ураження працівника електричним струмом, не кажучи про складну промислову техніку, неправильна експлуатація якої часто призводить до серйозних травм.

Електробезпека - це комплекс заходів і дій, орієнтованих на мінімізацію ризику заподіяння шкоди електрострумом, а також магнітним та електричним полями або статичною електрикою. Якщо заподіяння такої шкоди з об'єктивних причин запобігти не вдалося, система заходів з електробезпеки зобов'язана давати максимальне скорочення її наслідків. Склад цього

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		42

комплексу залежить від особливостей технологічного циклу конкретного підприємства і встановленого обладнання.

Базові нормативи для цієї важливої галузі затверджені на федеральному рівні. Основні вимоги з електробезпеки під час експлуатації обладнання визначено такими правовими документами:

- правила технічної експлуатації виробничого електрообладнання;
- правила з охорони праці працівників при роботі з електрообладнанням;
- правила встановлення електроустановок . При використанні цього документа важливо перевірити актуальність видання. Зараз як останню його версію застосовують сьоме видання;
- інші нормативні документи.

Відповідно до цих правових актів, а також чинного Трудового кодексу України основний обсяг відповідальності за виконання нормативів з організації необхідного рівня електробезпеки персоналу покладається на роботодавця. Однак він може делегувати свої повноваження в цій галузі, включно з контролем вимог електробезпеки, відповідальному працівникові, який пройшов спецпідготовку і має потрібні навички і знання, або профільному підрозділу, що діє на підприємстві.

Система заходів щодо забезпечення електробезпеки

Важливо, щоб заходи для збереження здоров'я співробітників компанії мали систематичний характер, який гарантує довгостроковий ефект при досягненні мети. Тому система заходів, що реалізуються, і правила електробезпеки на виробництві повинні здійснюватися одночасно за кількома напрямками, включаючи:

- дотримання вимог законодавства у сфері роботи з електроустановками.
- організація коректної експлуатації електрообладнання в рамках технологічного циклу підприємства;
- надання особистих захисних засобів працівникам, які схильні до ризику ураження електричним струмом;

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

- реалізація організаційних заходів, що гарантують необхідний рівень безпеки роботи персоналу;
- своєчасну організацію підготовки працівників і контроль отримання ними необхідних навичок і знань;
- інші заходи.

Ключові правила електробезпеки під час експлуатації електроустановок вимагають, щоб застосування такої апаратури під час технологічного процесу здійснювалося відповідно до рекомендацій і вказівок виробника. Це означає, що співробітники, які здійснюють його експлуатацію, зобов'язані бути ознайомлені з інструкцією або керівництвом, яке описує правила роботи з цим типом техніки. Крім цього, для безпечної роботи апаратури важливо стежити за виконанням таких умов:

- своєчасне виконання профілактичних випробувань і планового технічного обслуговування, що забезпечує безперебійне функціонування обладнання протягом усього терміну його служби;
- невідкладне зупинення та виконання поточного і капітального ремонту в разі виходу з ладу вузлів, компонентів або деталей конструкції техніки, оскільки продовження експлуатації з такою проблемою може стати причиною суттєвішої поломки або аварії із заподіянням значної шкоди матеріальним активам, а також здоров'ю та життю працівників;
- допуск до роботи на обладнанні тільки тих співробітників, які пройшли профільну підготовку і отримали навички експлуатації такої техніки.

Виконання перелічених вимог контролюється уповноваженими органами.

Державний нагляд за дотриманням вимог електробезпеки здійснюється інспекторами порядку, встановленому законодавством.

Правила електробезпеки для працівників вимагають, щоб до виконання різних типів операцій з промисловим електрообладнанням допускалися тільки співробітники, які мають відповідні навички та знання. Їх наявність підтверджується присвоєнням їм групи з електробезпеки, яка вписується в

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

посвідчення встановленого зразка. Правила охорони праці електробезпеки в частині присвоєння таких груп реалізуються в такому порядку[19].

I група присвоюється самим роботодавцем за результатами простого інструктажу. Проходити його зобов'язані всі співробітники, перелічені в наказі керівника підприємства. Йому варто зобов'язати пройти інструктаж усіх працівників, які теоретично можуть наразитися на ризик ураження електричним струмом - навіть від побутової або офісної техніки. Посвідчення за результатами присвоєння I групи не оформлюється.

II група - це початкова "професійна" категорія, з якою співробітники вже можуть працювати з промисловим устаткуванням, хоча і в складі групи або під керівництвом начальника. Працівникам, які отримали профільну освіту вищого або середнього рівня, вона присвоюється автоматично. Співробітникам з іншим типом освіти доведеться пройти попередню спецпідготовку в уповноваженій навчальній організації. У рамках такої підготовки вони вивчають правила електробезпеки для небезпечних виробничих об'єктів, дізнаються, що забороняється при дотриманні вимог електробезпеки, і отримують навички, необхідні для безпечної роботи.

Групи з III по V потрібні для виконання операцій різної складності з обладнанням до і вище 1000 В. Рівень знань і вимоги до відрядженого персоналу з електробезпеки, що пред'являються в рамках кожної групи, поступово ускладнюються. Роботодавець може провести підготовку та атестацію

працівників на групу самостійно, на своєму підприємстві - але тільки за умови, що в нього в штаті є достатньо співробітників потрібної кваліфікації, щоб сформувати атестаційну комісію.

Ще одна вимога, яка є обов'язковою в рамках системи заходів щодо забезпечення електробезпеки, - це надання працівникам захисних засобів, які скорочують ризик ураження електричним струмом. Порядок їх надання, номенклатура конкретних ЗІЗ, норми їх видачі прописані в окремих нормативних документах - це міжгалузеві правила з електробезпеки.

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Роботодавець має право збільшувати норми або частоту видачі захисних засобів, проте погіршувати становище працівників у цьому відношенні порівняно з положеннями чинного законодавства він не має права[20].

На додачу до цього він зобов'язаний організувати контроль за коректністю застосування та постійним використанням засобами індивідуального захисту працівниками, а також дотриманням вимог техніки безпеки під час виконання виробничих операцій. Також йому слід використовувати додаткові заходи автоматичного захисту працівників від ризику ураження струмом - наприклад, обладнати техніку засобами автоматичного блокування в разі екстреної ситуації.

Наразі основні правила електробезпеки в частині організації виконання робіт включають такі вимоги:

- оформлення необхідної документації, що регламентує порядок виконання операцій, включно з особливо складними діями, що вимагають оформлення додаткових документів, наприклад, нарядів-допусків;
- надання працівникам регламентованих перерв, дотримання режимів праці та відпочинку;
- здійснення нагляду за виконанням роботи співробітниками старшим майстром або іншим безпосереднім керівником;
- підбір електрообладнання, що відповідає поточним технологічним завданням підприємства;

3.3 Висновок до розділу 3

Правове забезпечення та організаційно-функціональна структура захисту населення є важливими складовими суспільного життя.

Забезпечення безпеки та

захисту населення вимагає комплексного підходу, що охоплює різні сфери діяльності. Конституційні принципи, законні норми та організаційно-

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

функціональна структура сприяють ефективному функціонуванню системи захисту населення. Необхідною умовою є також співробітництво між державними органами, міжнародними організаціями, громадськими організаціями.

Забезпечення електробезпеки на підприємстві - це зона спільної відповідальності роботодавця і працівника, тому останній зобов'язаний так само ретельно ставитися до виконання своїх завдань у цій галузі, щоб забезпечити результат такої роботи.

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		47

Висновки

В процесі проектування було створено цифрового регулятор потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням. Також був розроблений основний комплект конструкторських документів, включаючи креслення друкованої плати та складальне креслення друкованого вузла.

У першому розділі пояснювальної записки було розроблене технічне завдання, а також надано опис принципу роботи пристрою на рівні структурної та електричної принципів схем. Варто відзначити, що в конструкції не були використані матеріали з обмеженим постачанням, а вибір матеріалів зумовлений їхньою низькою ціною та вагою. Була підібрана і обґрунтована елементна база.

В другому розділі пояснювальної записки було представлено друковану плату розроблену за допомогою САПР.

Крім того, в розділі, що стосується охорони праці, докладно розглядаються питання, пов'язані з безпекою праці та захистом життєдіяльності.

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
						48
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Список використаних джерел

1. Методичні вказівки до Кваліфікаційна робота бакалавра [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://dl.tntu.edu.ua/mods/_standard/file_storage/index.php Дата доступу 12.03.2022.
2. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>
3. LED 2835 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/1577440/led2835.html> (дата звернення 13.11.2022).
4. IT-1102 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/I/it-1102.pdf.html> (дата звернення 13.11.2022).
5. PS2502 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/6453/NEC/PS2502.html> (дата звернення 13.11.2022).
6. MOC3052 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/5041/MOTOROLA/MOC3052.html> (дата звернення 13.11.2022).
7. 1N4148 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/190208/WTE/1N4148.html> (дата звернення 13.11.2022).
8. 1N4738A [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/277970/SECOS/1N4738A.html> (дата звернення 13.11.2022).
9. 1N4007 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/207678/PANJIT/1N4007.html> (дата звернення 13.11.2022).

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

10. BT138-600 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/16780/PHILIPS/BT138-600.html> (дата звернення 13.11.2022).
11. P2N2907A [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/5612/MOTOROLA/P2N2907A.html> (дата звернення 13.11.2022).
12. CD4510B [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/26902/TI/CD4510B.html> (дата звернення 13.11.2022).
13. CD4049 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/26882/TI/CD4049.html> (дата звернення 13.11.2022).
14. SN74LS90N [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/5745/MOTOROLA/SN74LS90N.html> (дата звернення 13.11.2022).
15. Професійна підготовка майбутніх фахівців у галузі безпеки людини до управлінської діяльності: теорія та практика : монографія / О. В. Повстин Львів : ЗУКЦ, 2018. – 498 с.
16. Актуальні проблеми психології праці / Лапін В.М. – 2016. – 218 с.
17. Психологія праці й інженерна психологія: / Вітенко І.С. – 2015. – 176 с.
18. Безпека життєдіяльності. Навч. посіб. / Д. В. Зеркалов, Т. Є. Луц, Н. Ф. Качинська, О. С. Ільчук, Н. П. Чикунова-Васильєва / За ред. Д. В. Зеркалова. – К.: Основа, 2014. 364
19. Безпека життєдіяльності та цивільний захист: підручник для студ. спеціальностей з інженерно-комунікаційних технологій / О. Г. Левченко, О. В. Землянська, Н. А. Праховнік, В. В. Зацарний; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 267 с.
20. Електробезпека: Підручник / С. В. Панченко, О. І. Акімов, М. М. Бабаєв та ін. – Харків: 2018. – 295 с.

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

ДОДАТКИ

					<i>СВЯ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
						53
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри РТ
_____ к.т.н. Дунець В.Л.
“ _____ ” _____ 20__ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «Цифровий регулятор потужності з кнопочним регулюванням і
зовнішнім управлінням»

Узгоджено:
Керівник дипломного проекту
Дедів І. Ю. _____
“ _____ ” _____ 20__ р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАС-
41
Степанов В.Я.

“ _____ ” _____ 20__
__р.

Тернопіль 2023

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “ Цифровий регулятор потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням ”

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

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Степанов Валентин Ярославович групи РАС-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка цифрового регулятора потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням, що включає в себе:

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

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1. Цифровий регулятор потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням повинен бути розрахований на живлення від джерела живлення яке видає 8.2 В.

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

4.2. Технічні вимоги

4.2.1. Цифровий регулятор потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням повинен відповідати вимогам стандарту, а також технічній документації на частотоміра конкретного типу, затвердженій в установленому порядку.

4.2.2. Цифровий регулятор потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням повинен забезпечувати задану потужність з моменту включення.

4.2.3. Цифровий регулятор потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням повинен забезпечувати безперервну роботу

протягом 24 годин при номінальному струмі навантаження і номінальній напрузі джерела живлення при нормальних кліматичних умовах.

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

4.2.5. Електрична міцність і опір ізоляції між корпусом цифрового регулятора потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням і мережевими контактами, а також між корпусом і контактами, повинні відповідати вимогам ДСТУ 22261.

4.2.6. За механічними, кліматичними і експлуатаційними умовами цифровий регулятор потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням 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 цифрового регулятора потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням повинно входити: цифровий регулятор потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням, 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. Цифровий регулятор потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням повинен піддаватися періодичним випробуванням.

4.3.2. При випробуваннях Цифровий регулятор потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням повинен піддаватися суцільному контролю. При невідповідності вимогам цього стандарту його повертають для усунення дефектів. Після усунення дефектів цифровий регулятор потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням висувають на повторні випробування. Результати повторних випробувань є остаточними.

4.3.3. Періодичним випробуванням піддають не менше трьох Цифровий регулятор потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням 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. 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 цифрового регулятора потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням;
- електрична принципова схема цифрового регулятора потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням;
- друкована плата цифрового регулятора потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням;
- 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 багатофункціонального частотоміра	
5	Вибір компонентної бази для розроблюваного регулятора потужності;	
6	Компоновка друкованого вузла	

7	Створення допоміжної документації	
8	Спеціальна частина	
9	Розділ охорони праці та безпеки життєдіяльності	
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.

Первинне застосування

Довідковий №

Підп. і дата

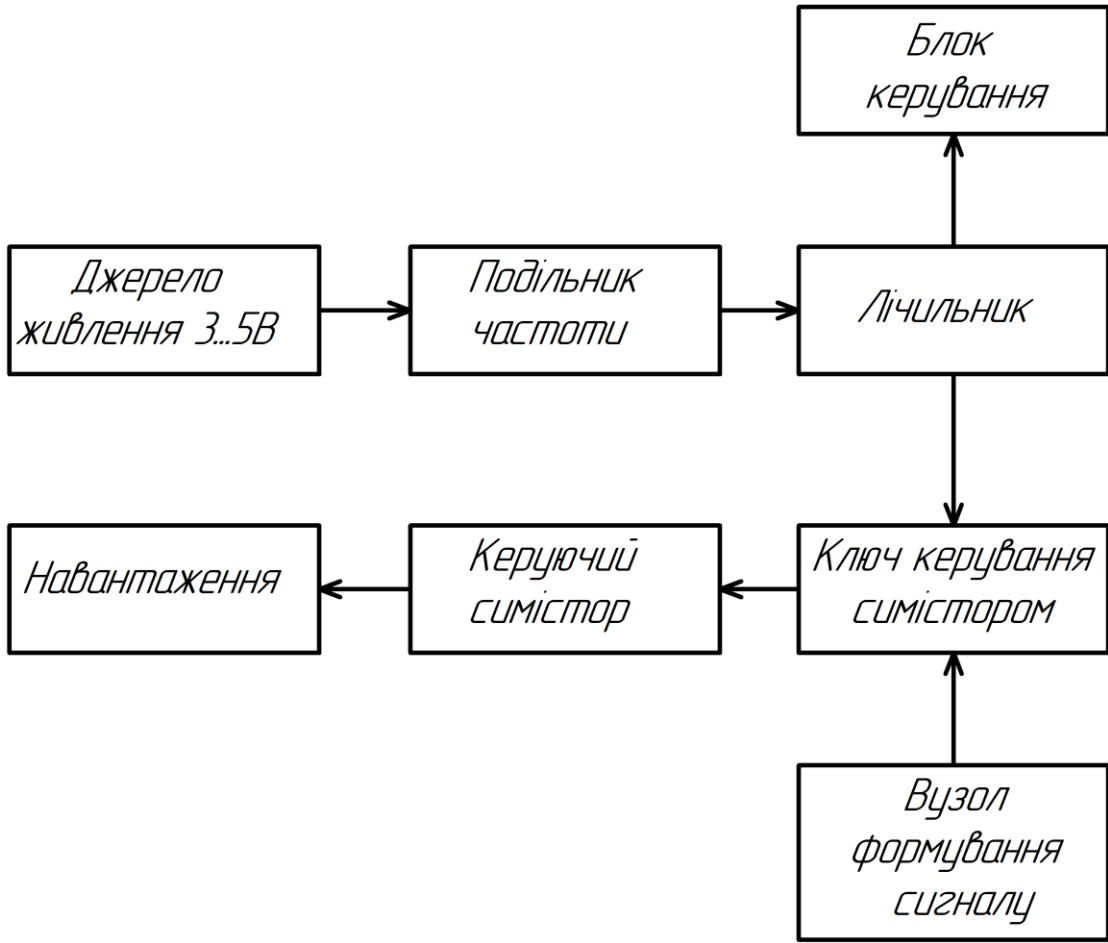
Інв. № дубл.

Зам. інв. №

Підп. і дата

Інв. № ар.

СВЯ 2.899.001 Е1



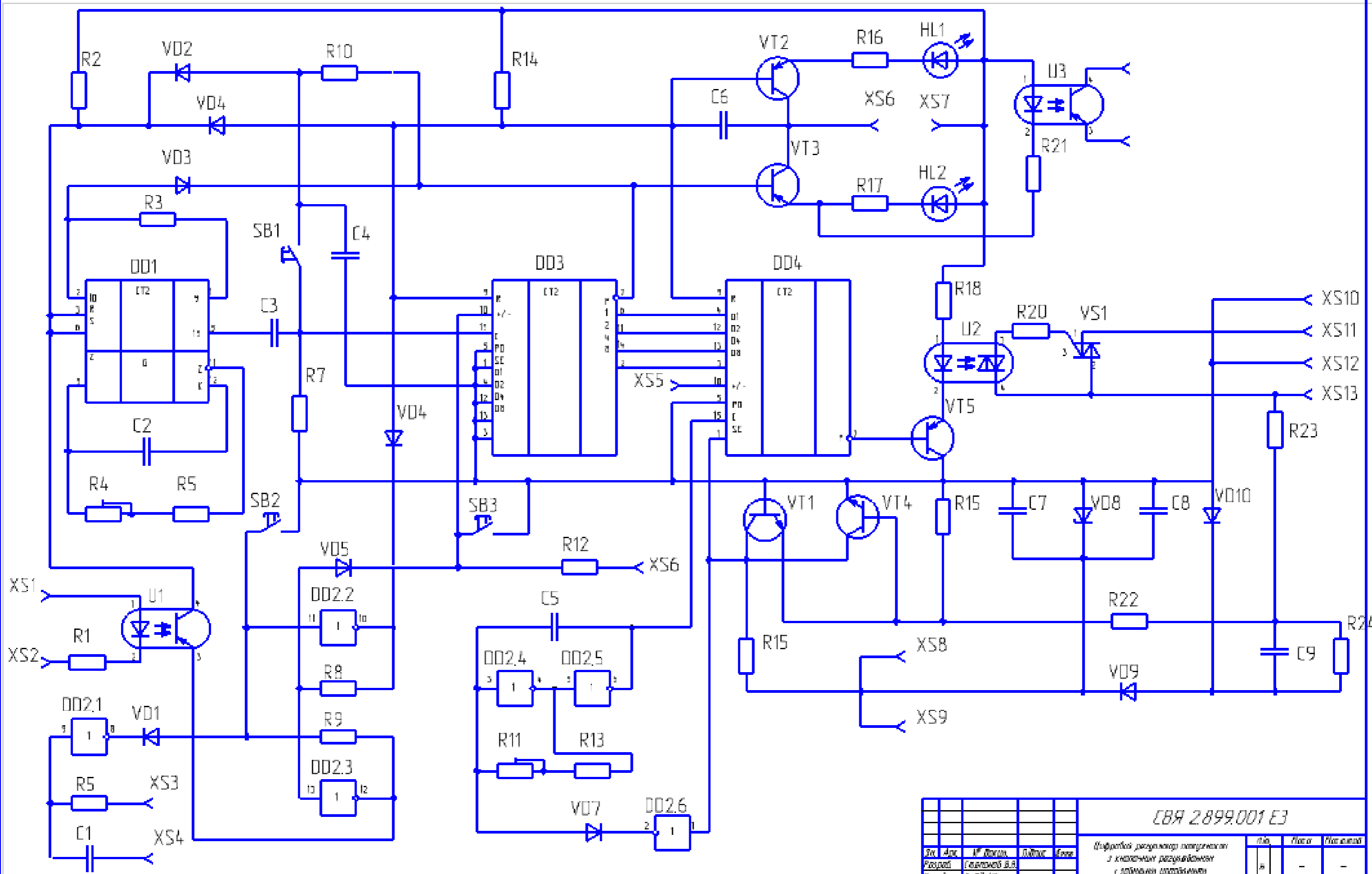
СВЯ 2.899.001 Е1

Цифровий регулятор потужності
з кнопчним регулюванням і
зовнішнім управлінням
Схема структурна

Літ.	Маса	Масштаб
Н	-	1:1
Арк.		Аркців 1

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розраб.		Степанов В.Я.		
Перев.		Дедів І.Ю.		
Т.контр.				
Реценз.				
Н.контр.		Паляниця Ю.Б.		
Затв.		Дценець В.Л.		

ТНТУ, ФПТ каф. РТ
гр. РАС-41



Исполнение ИР

Исполнение ИР

						СВА 2899.001 ЕЗ			
Эк.	Апр.	ИР	Исполн.	Подпис.	Дата	Цифровой регулятор напряжения с многократным регулированием и автоматическим стабилизацией системы вторичного напряжения	Изм.	Листы	Изготовит.
Разработ.	Сметанов В.В.						ИР	-	-
Провер.	Авдеев И.В.					Сист. вторичного напряжения	Апр.	Август	1
Установ.									
Регистр.									
Устраняет	повышение В.В.								
Прим.	Пункт В.В.								
							ТНУ ФПТ каф. РТ зд. РАС-41		
							Кодовый		
							Формат А2		

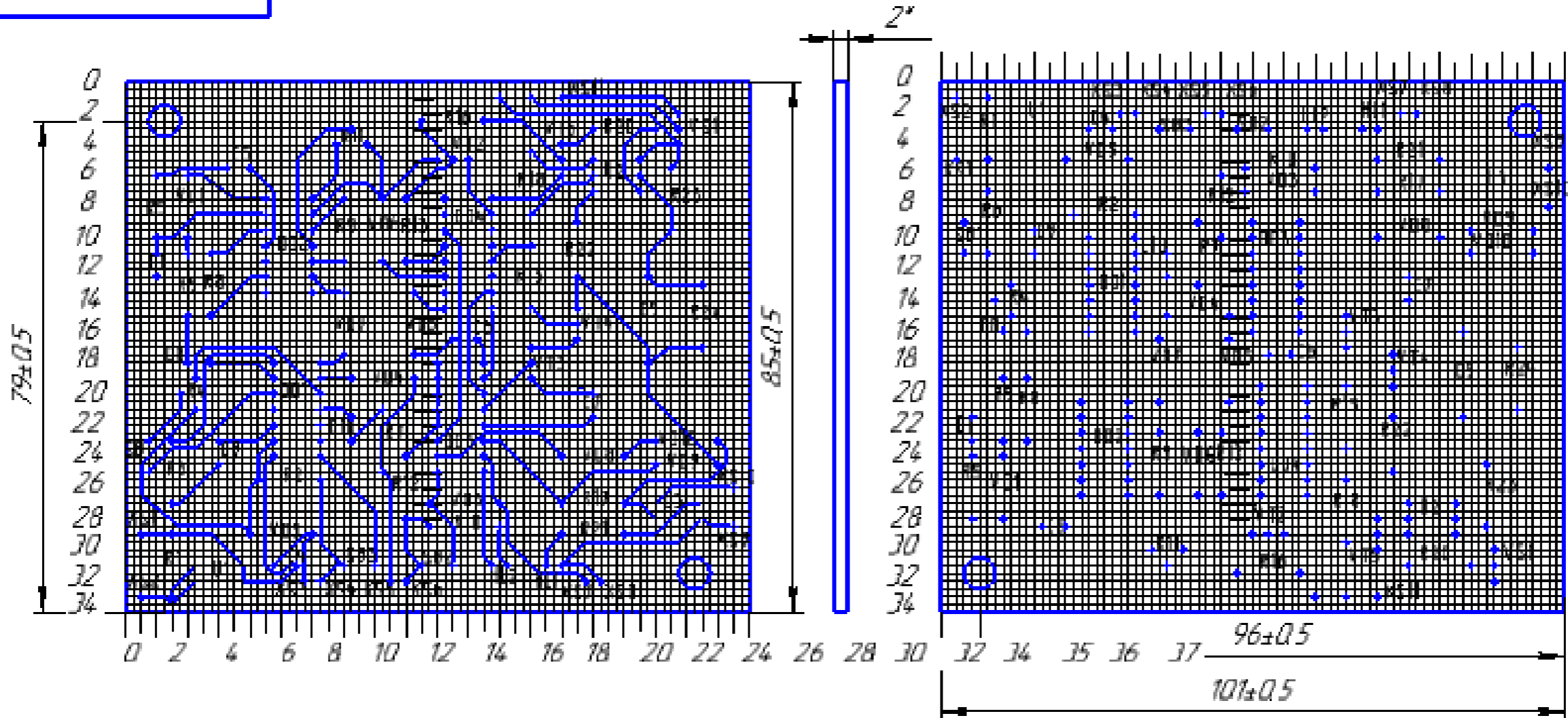
Первинне застосування	Поз. позначення	Найменування			Кіл.	Примітка		
		<u>Конденсатори</u>						
	C1,C3,C6,C8	25V 0,1мкФ ±10% "Multicomp"			4			
	C2,C4,C5	25V 0,01мкФ ±20% "Multicomp"			3			
	C7	50V 100мкФ ±5% "Multicomp"			1			
	C9	275V 0,66мкФ ±20% "Multicomp"			1			
Додатковий. №		<u>Мікросхеми</u>						
	DD1	SN74LS90N "FAIRCHILD"			1			
	DD2	CD4049 "STMicroelectronics"			1			
	DD3,DD4	CD4510B "STMicroelectronics"			2			
		<u>Резистори</u>						
Підп. і дата	R1	1/4W 5100м ±5% "AAC"			1			
	R2,R3,R8,R9	1/4W 20кОм ±5% "AAC"			4			
	R4	1/4W 100кОм ±10% "RoyalOhm"			1			
	R5	1/4W 100кОм ±10% "AAC"			1			
	R6	1/4W 120кОм ±10% "AAC"			1			
	R7,R12,R14	1/4W 22кОм ±5% "AAC"			3			
	R10	1/4W 220кОм ±10% "AAC"			1			
	R11	1/4W 10кОм ±10% "AAC"			1			
	R13	1/4W 33кОм ±10% "AAC"			1			
	R15	1/4W 330кОм ±10% "AAC"			1			
Зам. інв. №	R16,R17	1/4W 2700м ±10% "AAC"			2			
	R18,R21	1/4W 1кОм ±5% "AAC"			2			
Підп. і дата	R19	1/4W 4,7кОм ±5% "AAC"			1			
	R20	1/4W 3000м ±5% "AAC"			1			
	R22	1/4W 200кОм ±10% "AAC"			1			
Інв. № ор	СВЯ 2.899.001 ПЕ							
	Зм.	Арк	№ докцм.	Підпис	Дата			
	Разроб.	Степанов.Я.			Цифровий регулятор потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням Перелік елементів	Літ.	Арк	Аркцшів
	Перев.	Дедів І.Ю.				Н	1	3
	Реценз.					ТНТУ, ФПТ каф. РТ		
Н.контр.	Паляниця Ю.Б.			гр. РАС-41				
Затв.	Дінець В.Л.			Формат А4				

Поз. позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
R23	1/4W 10kОм ±5% "AAC"	1	
R24	1/4W 100kОм ±10%	1	
<u>Світлодіод</u>			
HL1,HL2	LED-2835 "STMicroelectronics"	2	
<u>Тактові кнопки</u>			
SB1-SB3	IT-1102 "KLS electronic"	3	
<u>Оптрон</u>			
U1,U3	PS2502 "SPI"	2	
U2	MOC3052 "Thinki semiconductor"	1	
<u>Діод</u>			
VD1-VD7	1N4148 "Thinki semiconductor"	7	
VD8	1N4738A "Thinki semiconductor"	1	
VD9,VD10	1N4007 "Thinki semiconductor"	2	
<u>Сумістор</u>			
VS1	BT138-600 "Tyco electronics"	1	
<u>Транзистор</u>			
VT1,VT4	P2N222A "FAIRCHILD"	2	
VT2,VT3,VT5	P2N2907A "FAIRCHILD"	3	

Підпис і дата	
інв. № докл.	
Зам. інв. №	
Підпис і дата	
інв. № ор.	

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	СВЯ 2.899.001 ПЕ	Арк
						2

СВЯ 7.103.001

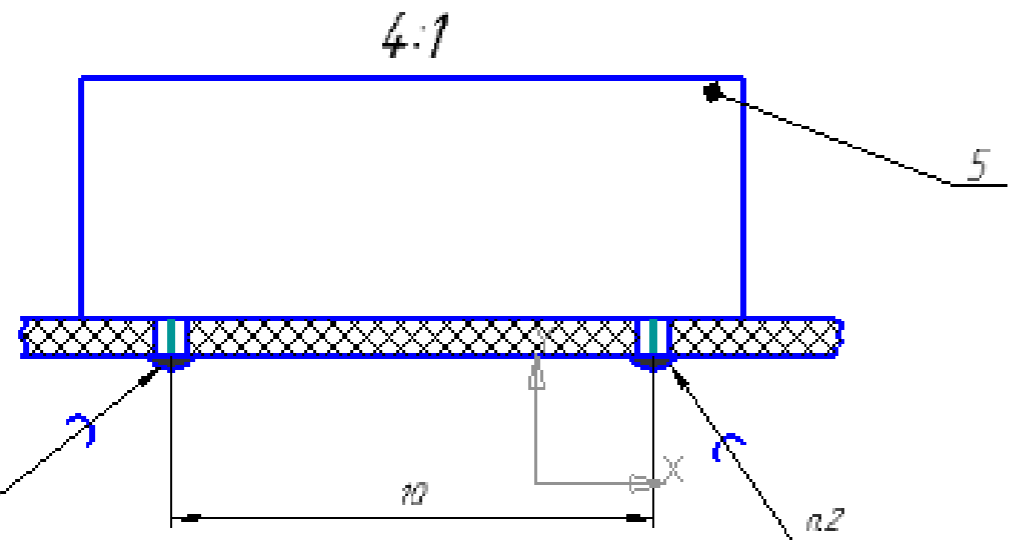
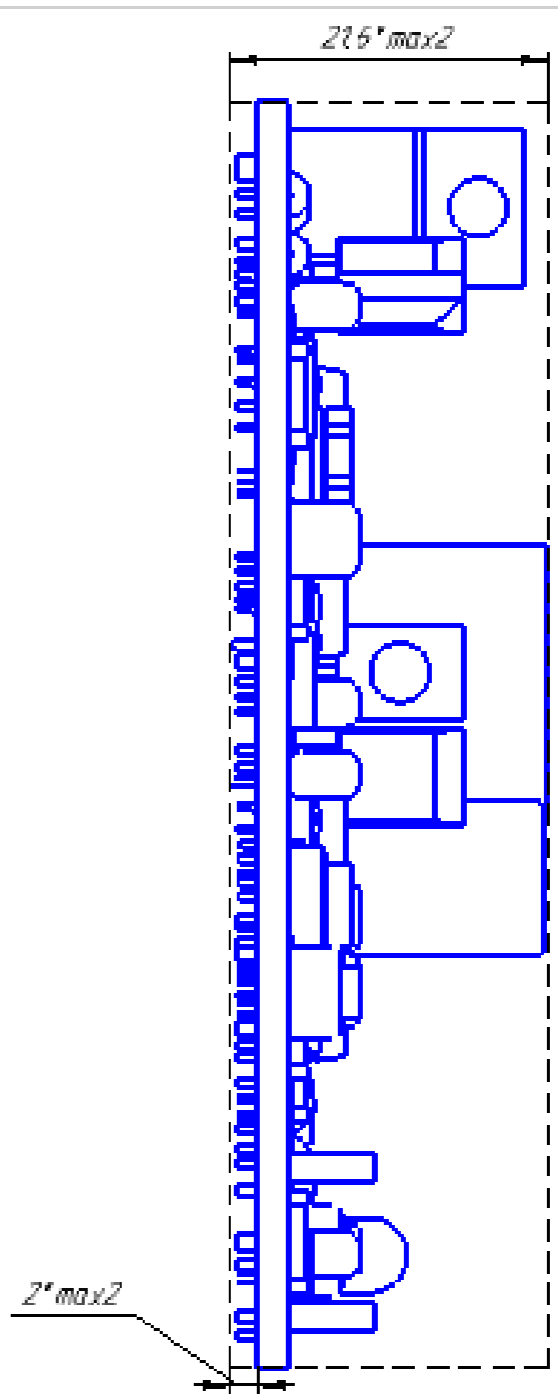
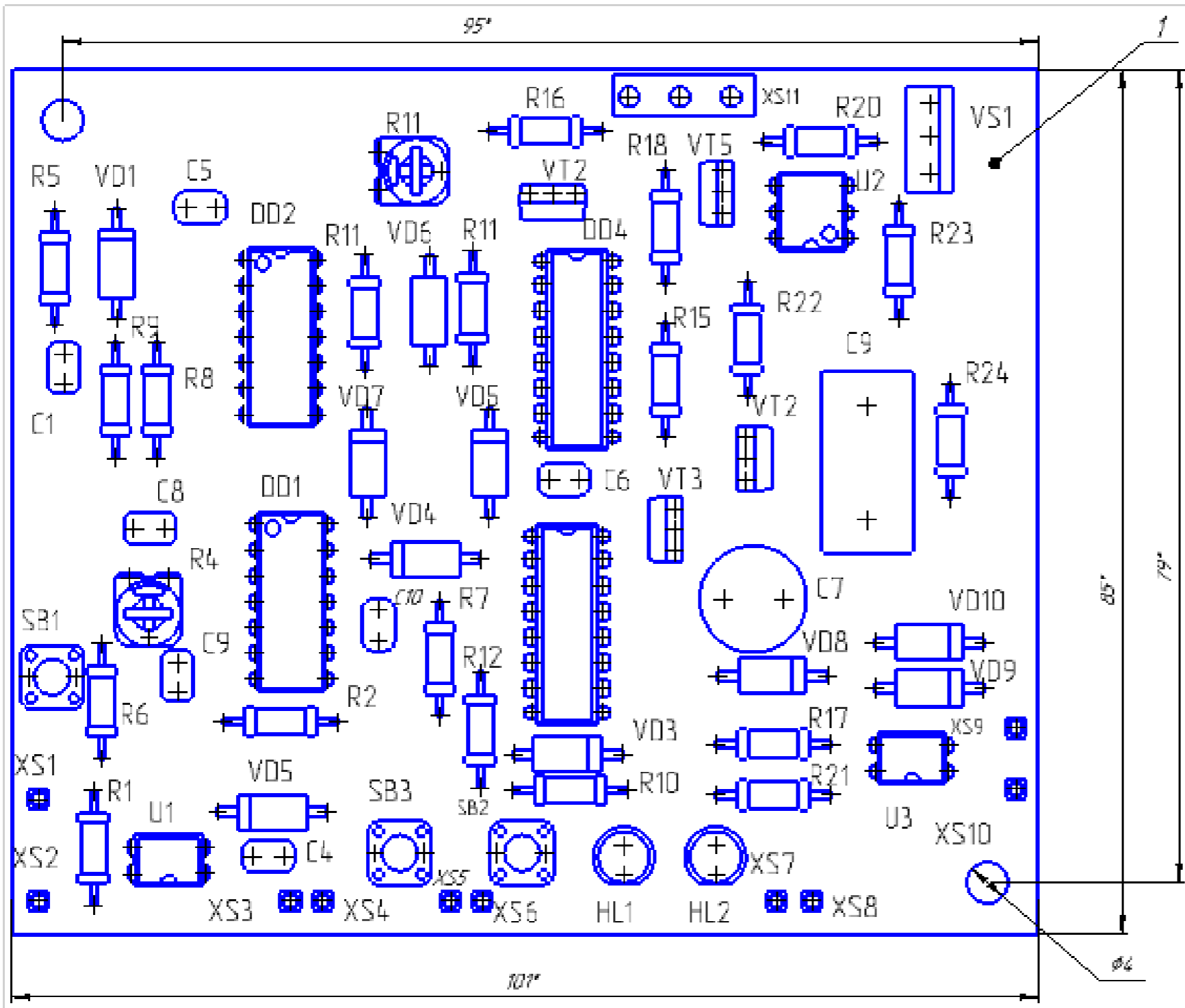


Символ позначення отвору	Діаметр отвору	Покриття неметалізації ± отвору	Діаметр контактних площадок	Кількість отворів
●	0.6	НЕМАС	2.0	8
○	0.8	НЕМАС	2.2	191

- 1 *Розмір для довідок
- 2 Плата повинна відповідати ДСТУ 3.015.014-97
- 3 Клас точності 3 по ДСТУ 4.012.035-96
- 4 Крок координатної сітки 1.25мм
- 5 Параметри отворів вивісь у таблиці
- 6 Покриття контактних площадок Гар ПОС-40
- 7 Інші технічні вимоги по ДСТУ 4.005.051

Перед
Сторінка №
Листа в даній
№ об'єкта
Видаток №
Листа в даній
№ об'єкта

СВЯ 7.103.001				
№	Лист	№ докум.	Подія	Видаток
Розроб	Степанов			
Проб	Дейд			
Т.контр				
Н.контр	Лоптницья			
Змі	Думець			
Плата друкована				
СФ-2 35Г - 2 ДСТУ 4.011.024-95				
Лист	Масштаб	Масштаб		
№	-	-		
Лист	Листів	1		
ТНТУ ФПТ каф. РТ гр. РАС-41				
Котиробан				
Формат А3				



Мал.1 Установка C9

- 1 *Размеры для дощдок
- 2 Установка EPE провести згідно з ДСТУ 1031-91 крок координатної сітки 25 мм елементи встановлювати конденсатор C9 згідно мал.1
- 3 Плати паяльної пастой ХВ-240
- 4 Покрити лаком АК-133 ДСТУ 12944-2019.
- 5 Позначення елементів позначено іменно
- 6 Інші технічні вимоги по ДСТУ 1270-93

СВЯ 2.899.001 СК					
Зв	Апр	№ докум	Підпис	Дата	Друкований вузол
Розроб	Степанов В.В.				
Проєкт	Вайс І.В.				складовий елемент
Технік					конт.
Ревізія					конт.
Норматив	ДСТУ 12944-2019				конт.
Замов	Львівська обл.				конт.
	Львівська обл.				конт.

конт.	Лист	Кількість
1	116	21

ТНТУ ФІТ каф. РТ
ЗР РАС-41

ФОР.	ЗОН.	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примі.
				<u>Документація</u>		
			СВЯ 2.899.001 ЕЗ	Схема електрична принципова	1	
			СВЯ 2.899.001 ПЕ	Перелік елементів	3	
			СВЯ 2.899.001 СК	Вузол друкований	1	
				<u>Деталі</u>		
			СВЯ 7.103.001	Плата друкована	1	
				<u>Інші вироби</u>		
				<u>Конденсатори</u>		
				25V 0,1мкФ ±10% "Multicomp"	4	С1, С3
				25V 0,01мкФ ±20% "Multicomp"	3	С2, С4
				50V 100мкФ ±5% "Multicomp"	1	С7
				275V 0,66мкФ ±20% "Multicomp"	1	С9
				<u>Мікросхеми</u>		
				SN74LS90N "FAIRCHILD"	1	DD 1
				CD4049 "STMicroelectronics"	1	DD 2
				CD4510B "STMicroelectronics"	2	DD 3, D
				<u>Резистори</u>		
				1/4W 5100м ±5% "AAS"	1	R1
				1/4W 20kOm ±5% "AAS"	4	R2, R3

СВЯ 2.899.001

Арк.	№ докум.	Підп.	<p align="center">Вузол друкований Цифровий регулятор потужності з кнопочним регулюванням і зовнішнім управлінням <i>Специфікація</i></p>			Лі	Арк.	Аркушів
Розроб	Степанов						1	3
Переб.	Дедів І.Ю.		<p align="center">ТНТУ, каф. ФПТ зр. РАС-41</p>					
Реценз								
Н.конт	Паляниця							
Змв.	Дунець В.Л.							

Ф0	Э0	По	Позначення	Найменування	Кіл	Приміт.
				1/4W 100kОМ ±10% "Росподоха"	1	R4
				1/4W 100kОМ ±10% "AAC"		R5
				1/4W 120kОМ ±10% "AAC"	1	R6
				1/4W 22kОМ ±5% "AAC"	3	R7, R12
				1/4W 220kОМ ±10% "AAC"	1	R10
				1/4W 10kОМ ±10% "AAC"	1	R11
				1/4W 33kОМ ±10% "AAC"	1	R13
				1/4W 330kОМ ±10% "AAC"	1	R15
				1/4W 2700М ±10% "AAC"	2	R16
				1/4W 1kОМ ±5% "AAC"	2	R18
				1/4W 4,7kОМ ±5% "AAC"	1	R19
				1/4W 3000М ±5% "AAC"	1	R20
				1/4W 200kОМ ±10% "AAC"	1	R22
				1/4W 10kОМ ±5% "AAC"	1	R2
				1/4W 100kОМ ±10%	1	R2
				Світлодіод		
				<u>LED-2835 "STMicroelectronics"</u>	2	HL1
				Тактові кнопки		
				IT-1102 "KLS electronic"	3	SB1
				Оптрон		
				PS2502 "SPI"	2	U1, U2
				МОС3052 "Thinki semiconductor"	1	U2
СВЯ 2.899.003						
			№ докум	Лістк.	Д	

Фo	Зон	Поз	Позначення	Найменування	Кіл.	Приміт
				<u>Діод</u>		
				1N4148 "Thinki semiconductor"	7	VD1
				1N4738A "Thinki semiconductor"	1	VD8
				1N4007 "Thinki semiconductor"	2	VD9 VD4
				<u>Сумістор</u>		
				BT138-600 "Tyco electronics"	1	VS1
				<u>Транзистор</u>		
				P2N222A "FAIRCHILD"	2	VT1, VT1'
				P2N2907A "FAIRCHILD"	3	VT2, VT3
				<u>Роз'єми</u>		
				PBS-8 "KLS electronic"	3	XS1, XS2
				PBS-6 "KLS electronic"	2	XS3 XS
				СВЯ 2.899.003		А
						3

А

№ докум.

Підп.

Д

