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)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавра
(назва освітнього ступеня)

на тему: Лічильник SMD компонентів

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи РАс-41
спеціальності *172 Телекомунікації та радіотехніка*
(шифр і назва спеціальності)

(підпис) *Гупало А. С.* (прізвище та ініціали)

Керівник (підпис) *Марценюк А. С* (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)

Тернопіль 2023

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 Гупалу Андрію Стефановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи ***Лічильник SMD компонентів***

Керівник роботи Марценюк Анатолій Сергійович
(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: 5В; струм споживання: 0,6 А;
Тип регулювання: дискретний;

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 Лічильника SMD компонентів		
4	Розрахунок вузлів у схемі Лічильника SMD компонентів		
5	Вибір елементної бази розроблюваного синтезатора		
	частоти		
	Компонування друкованого вузла Лічильника SMD компонентів		
6	Створення допоміжної документації		
7	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони праці		
8	Нормоконтроль		
9	Попередній захист КР		
10	Захист КР		

Студент _____ Гупало А.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Марценюк А.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Лічильник SMD компонентів // ТНТУ, факультет ФПТ, група РАс-41. // Тернопіль, 2023 р. //с.-51, рис.-24, табл.-18.

Ключові слова: Лічильник, SMD, компоненти.

В кваліфікаційній роботі розроблено Лічильник SMD компонентів. Була підготовлена структурна та функціональна схема, вибрано відповідну елементну базу та створено схему Е3 разом з переліком елементів. Була розроблена друкована плата та вузол зі специфікацією. Виконано розрахунок надійності та окремих каскадів. Окремий розділ був присвячений САПР, в якому описано програми, які використовувались для створення креслень. В розділі про охорону праці описані питання, пов'язані з безпекою життєдіяльності та охороною праці.

ABSTRACT

SMD component counter // TNTU, FPT faculty, RAs-41 group. // Ternopil, 2023 // p.-51, fig.-24, table-18.

Keywords: Counter, SMD, components.

The SMD component counter was developed in the qualification work. A structural and functional diagram was prepared, an appropriate element base was selected, and an E3 diagram was created along with a list of elements. A printed circuit board and a specification assembly were developed. Calculation of reliability and individual cascades was performed. A separate section was devoted to CAD, which describes the programs used to create drawings. The section on labor protection describes issues related to life safety and labor protection.

ЗМІСТ

Перелік скорочень 5
Вступ 6
1 Основна частина 9
1.1 Аналіз технічного завдання 9
1.2 Розробка структурної схеми пристрою 10
1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою 12
1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази 15
1.5 Компоновка друкованого вузла пристрою 27
1.6 Розрахунок надійності 31
1.7 Висновки до розділу 1 34
2 Спеціальна частина (САПР) 35
2.1 Вибір та обговорення завдань розділу. 35
2.2. Результати проектування друкованої плати в САПР 38
2.3 Висновки до розділу 2 39
3 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці 40
3.1 Долікарська допомога при переломах 40
3.2Заходи щодо забезпеченню безпечної роботи при ремонті технологічного обладнання 42
Висновки 46
Список використаних джерел 47
Додатки 50

					ГАС 2.899.001 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Гупало А. С.			Розробка лічильника SMD компонентів	Літ.	Арк. 4 / Аркушів 51
Перевір.		Марценюк А. С.					
Реценз.						ТНТУ, ФПТ каф. РТ гр. РАс-41	
Н. Контр.		Паляниця Ю. Б.					
Затверд.		Дунець В. Л.			Пояснювальна записка		

Перелік скорочень

ДВ – друкований вузол;

ДДП– двостороння друкована плата;

ЕП – електрична принципова;

ОДП – одностороння друкована плата;

ПД – плата друкована;

ПЗ – пояснювальна записка;

ТП– технологічний процес;

Вступ

На сьогоднішній день SMD компоненти не є чимось незвичним і повністю ввійшли в експлуатацію як у промисловості так і в радіолюбителів.

Поверхневий монтаж має достатньо переваг втім є один і плюс і мінус - це значно менші розміри порівняно з вивідними ЕРЕ. Недолік полягає в тому що відраховувати такі компоненти в рази важче.

Лічильник SMD компонентів - це електронний прилад, що використовується для автоматичного визначення кількості поверхнево-монтованих (SMD) компонентів на платі або в пакеті.

Цей прилад працює за принципом розпізнавання форми і розміру компонентів. Він може розпізнати компоненти різних розмірів та форм, такі як резистори, конденсатори, інтегральні мікросхеми тощо.

Для вимірювання кількості компонентів, лічильник SMD компонентів зчитує інформацію з оптичного сенсора, який сканує плату або пакет з компонентами. Завдяки цьому, лічильник може точно визначити кількість компонентів на платі або в пакеті, і навіть розпізнати їхні параметри, такі як значення опору або ємності.

Лічильники SMD компонентів використовуються в електронній промисловості, для швидкого та точного вимірювання кількості компонентів на платах та у пакетах. Вони дозволяють ефективно виконувати завдання, що пов'язані з контролем якості, логістикою та інвентаризацією компонентів, що зменшує витрати на ручне вимірювання та збільшує продуктивність.

Деякі моделі лічильників SMD компонентів можуть мати додаткові функції, такі як сортування компонентів за розміром або типом, або можуть мати можливість зберігати дані для подальшої обробки. Також є лічильники, які можуть підключатися до комп'ютера або іншого пристрою за допомогою інтерфейсу USB або Bluetooth.

Однією з важливих переваг лічильників SMD компонентів є швидкість та точність вимірювань. Вони можуть обробляти великі обсяги даних за декілька секунд, що робить їх ідеальними для використання в виробничих лініях.

Крім того, лічильники SMD компонентів можуть бути корисними для виявлення проблем в електронних пристроях, таких як неправильно змонтовані або відсутні компоненти. Вони також можуть допомогти відслідковувати інвентар компонентів, що робить процес замовлення та складання деталей більш ефективним.

Однак, при використанні лічильника SMD компонентів слід бути обережним і переконатися, що прилад працює правильно та надійно. Також необхідно враховувати можливість помилок під час вимірювання, особливо при роботі з компонентами, які мають незначні розміри або форми.

Лічильник SMD компонентів має декілька сенсорів, які допомагають визначати розміри та форму компонентів. Прилад підраховує кількість компонентів, які пройшли через датчики, та відображає результат на екрані. Деякі моделі мають різні режими вимірювання, що дозволяє вимірювати компоненти з різними розмірами та формами.

Крім того, лічильник SMD компонентів є незамінним приладом для ремонту та діагностики електронних пристроїв. Він допомагає визначити кількість та тип компонентів, які використовуються в пристрої, що дозволяє відшукати та виправити можливі проблеми.

Загалом, лічильник SMD компонентів є корисним та потімним приладом для будь-якої організації, яка займається виробництвом або ремонтом електронних пристроїв. Він дозволяє ефективно виконувати завдання зі збірки, контролю якості та діагностики електронних пристроїв, зменшуючи час та зусилля, необхідні для виконання цих завдань вручну.

Окрім цього, важливо зазначити, що лічильник SMD компонентів може бути особливо корисним для людей з обмеженими можливостями. Наприклад, для людей з вадами зору, ручне визначення кількості SMD

компонентів може бути складним завданням, але за допомогою лічильника це стає простішим та швидшим.

У ринку існує багато різних моделей лічильників SMD компонентів, які можуть мати різні характеристики та функції. При виборі лічильника варто звернути увагу на такі параметри, як максимальний розмір компонентів, точність вимірювання та максимальна швидкість вимірювання. Також варто звернути увагу на додаткові функції, які можуть бути корисні, наприклад, функцію збереження результатів вимірювання або можливість підключення до комп'ютера для аналізу даних.

Загалом, лічильник SMD компонентів є потужним інструментом, який може значно полегшити роботу з електронними пристроями та збільшити ефективність виробництва.

1 Основна частина

1.1 Аналіз технічного завдання

Дано завдання розробити лічильник SMD компонентів він має бути призначений для підрахування кількості SMD компонентів за певний короткий термін часу і відповідати наступним вимогам:

1) Точність вимірювання: Вимірювання повинно бути точним і мінімальна похибка повинна бути вказана у технічному завданні. Зазвичай, точність повинна бути не більше 0,1% або 1 одиниці.

2) Максимальна швидкість вимірювання: Технічне завдання повинно містити вимогу щодо максимальної швидкості вимірювання компонентів. Це допоможе вибрати лічильник, який найкраще підходить для конкретного виробничого процесу.

3) Максимальний розмір компонентів: У технічному завданні повинна бути вказана максимальна довжина, ширина та висота SMD компонентів, які будуть вимірюватися.

4) Характеристики дисплею: Технічне завдання може містити вимогу до розміру та типу дисплею лічильника, його роздільної здатності та кольору.

5) Функції та можливості: Технічне завдання може містити вимоги до додаткових функцій та можливостей, таких як функція збереження результатів вимірювання, підключення до комп'ютера або інші функції, які можуть зробити роботу з лічильником більш зручною та ефективною.

6) Ергономіка та зручність використання: Технічне завдання може містити вимоги до ергономіки лічильника, такі як його вага, розміри та форма, які повинні забезпечувати зручність та комфорт при використанні.

7)Живлення: Технічне завдання повинно містити вимоги до типу та напруги живлення, яке підходить для конкретного застосування лічильника

Основні технічні параметри пристрою:

- напруга живлення:……..5В;
- струм споживання: …….0,6А;
- тип регулювання:……..…….....дискретний;
- відображення інформації:……..….7-ми сегментний індикатор;
- маса:……..…….…….……0,6кг;
- габарити:……..…….……...150х150х25.

1.2 Розробка структурної схеми пристрою

Структурна схема - це графічне зображення елементів системи та їх взаємозв'язків, яке допомагає зрозуміти принцип роботи системи та визначити її компоненти. Структурна схема може бути застосована для будь-якої системи, незалежно від її складності, включаючи електронні, механічні, програмні та інші системи.

У електроніці структурна схема використовується для зображення елементів, що складають електричну схему, тобто для опису підключення електронних компонентів (резисторів, конденсаторів, транзисторів та інших) до інших елементів та джерел живлення. За допомогою структурної схеми можна легко зрозуміти взаємозв'язки між елементами та знайти проблеми в роботі системи.

Структурна схема є важливим інструментом для проектування та розробки електронних систем, оскільки вона дозволяє розглянути систему в цілому та виявити потенційні проблеми та недоліки перед їх виникненням.

Структурна схема лічильника SMD компонентів може включати наступні блоки:

Блок оптодатчика: відповідає за отримання вхідного сигналу з сенсора, що забезпечує вимірювання параметрів SMD компонентів.

Блок мікроконтролера: виконує фільтрацію та обробку сигналів від сенсора, що забезпечує відображення результатів вимірювання на дисплеї.

Блок індикації: відповідає за відображення результатів вимірювання на семисигментному індикаторі.

Блок зарядного пристрою: забезпечує живлення всіх блоків лічильника SMD компонентів.

Блок елементу керування: відповідає за керування всіма блоками лічильника, відповідно до вхідних сигналів від кнопок на панелі керування.

Блок тригера: при логічному рівні відповідає за спрацювання виробу.

Блок акумулятора 5В : з блоку зарядного пристрою перетворює напругу на 5В для живлення схеми.

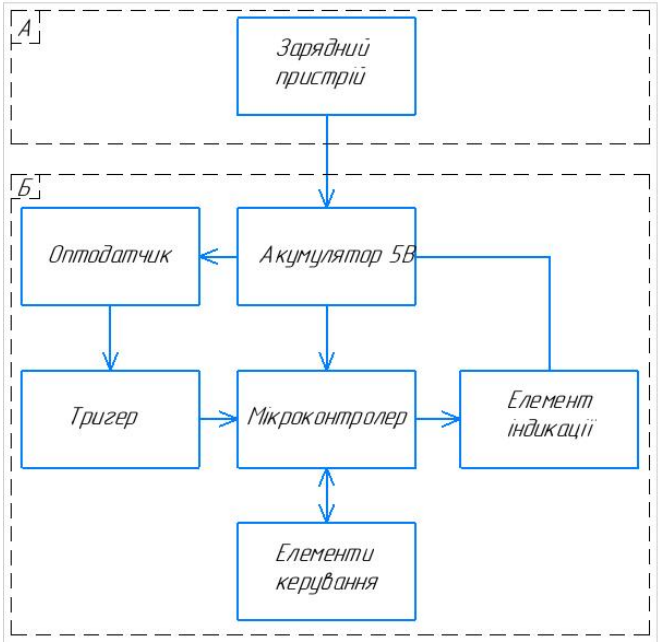


Рисунок 1.1 – Структурна схема лічильника SMD компонентів

Прилад працює наступним чином. Конструктивно складається з 2 частин, частина власне лічильника, частина зарядного пристрою для акумулятора 5В, який живить пристрій. Сигнали оптодатчика надходять на тригер який видає лог. 1 коли датчик спрацьовує, та подає цю одиницю на мікроконтролер. В мікроконтролері відбувається керування пристроєм та операції з обчислення та переробки інформації. Перетворений сигнал

мікроконтролер подає на індикатор. Елементи керування відповідають за зміну режимів підрахунку лічильника.

1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою

При відкритому оптичному каналі сигнал з оптопари через RC ланку надходить на базу транзистора VT5, відкриваючи його. В результаті на вході тригера Шмітта DD1 з'являється рівень, близький до низького, і на МК надходить лог. 1. При закриванні оптичного каналу транзистор закривається і на вході тригера Шмітта з’явиться лог. 1, в результаті чого на його виході буде лог. 0. За відображення інформації відповідає 7-ми сегментний індикатор (HG1), під’єднаний до порту B мікроконтролера DD3. Частина схеми на компараторі DD2 відповідає за індикацію заряду батареї. Коли напруга на акумуляторі стає нижче порога спрацьовування, горить червоний світлодіод HL4, а коли вище - зелений HL3.

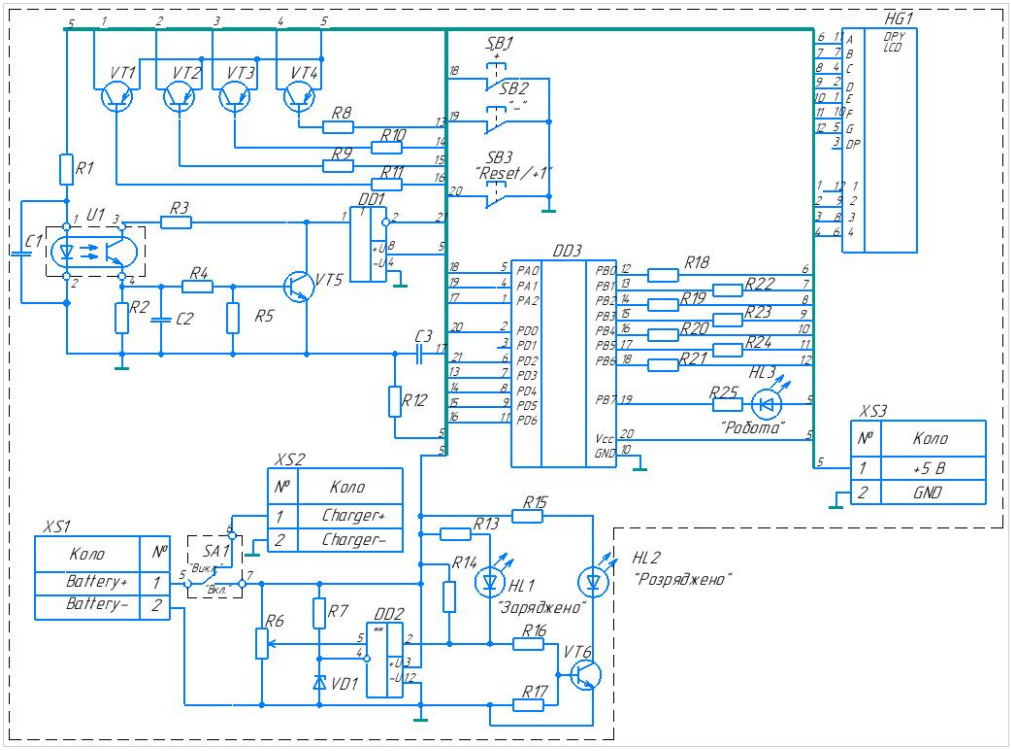


Рисунок 1.2 – Схема електрична принципова лічильника SMD компонентів

При розробці різних пристроїв часто потрібно використовувати світлодіодні індикатори, тому було проведено розрахунок резисторів гасіння для одного з таких індикаторів.

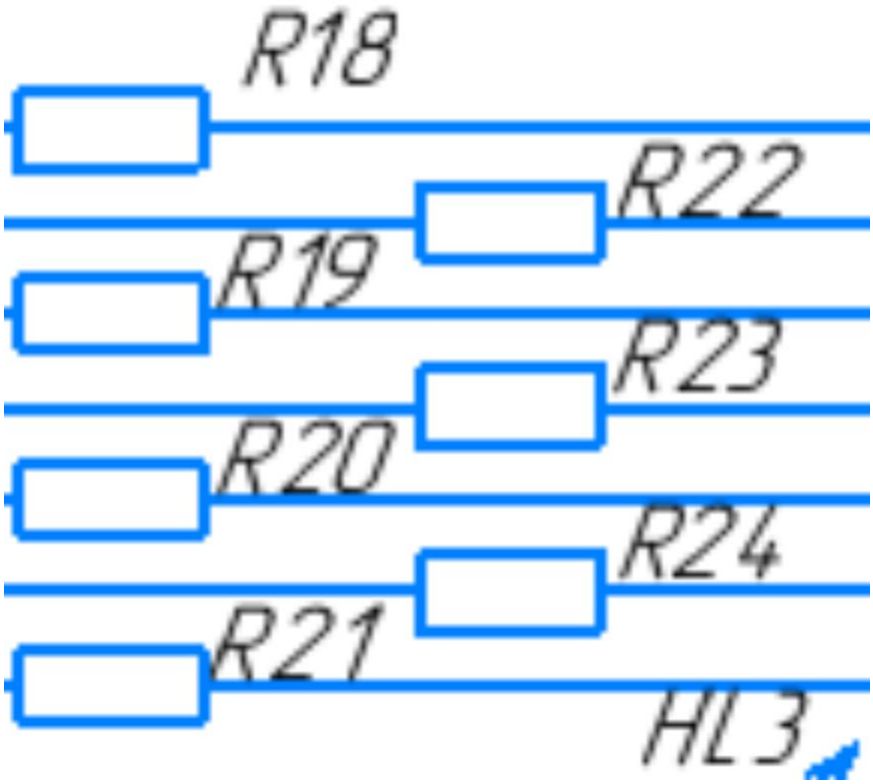


Рисунок 1.3 – Резистори гасіння на схемі електричні принципові

Для з'єднання світлодіодного індикатора зазвичай використовується струмообмежувальний резистор, так званий резистор гасіння. Нижче містяться принципи і формули для розрахунку таких резисторів.

Зі схеми видно, що струм (I) проходить через резистор і світлодіодний індикатор. Напруга на резисторі дорівнює різниці між напругою живлення та напругою на світлодіодному індикаторі. Тут необхідно визначити опір резистора (R), при якому напруга буде протікати по ланцюгу живлення.

Проводимо розрахунок напруги на резисторі гасіння:

$$U_{гас.} = U_{жив.} - U_{св.інд.} = 5В - 1{,}7В = 3{,}3\ В. \quad (1.1)$$

Для визначення опору резистора гасіння необхідно знати значення струму, що протікає через світлодіодний індикатор. Інформацію про номінальний струм можна отримати з даташиту. В даному випадку, світлодіодний індикатор має номінальний струм в діапазоні 7-15 мА.

Допустимо, для досягнення яскравого світіння світлодіодного індикатора використовується номінальний струм 11 мА (0.011 А). Таким чином, на резисторі буде відбуватись гасіння напругою 3.3 В, а струм, що протікає через нього, становитиме 11 мА. Розрахуємо опір за допомогою формули, що випливає з закону Ома:

$$R = U / I = 3,3V / 0, 011A = 300 \text{ Ом}. \quad (1.2)$$

У більшості випадків можна використовувати невеликопотужний резистор потужністю 0,25 Вт. Проте, якщо значення струму і напруги, які виникають на резисторі, значно відрізняються, слід врахувати потужність резистора.

$$P = U * I = 3,3V * 0,011A = 0, 036 \text{ Вт}. \quad (1.3)$$

Отже, 0,036 Вт - це значно менше номінальної потужності навіть для резистора малої потужності. Тому цей розрахунок повністю підтверджує вибір резисторів як за їхнім номіналом, так і за потужністю.

Розрахунок резисторів для світлодіодів відіграє критичну роль у забезпеченні надійної роботи світлодіода та оптимального функціонування всієї електричної схеми. Для досягнення цього, резистор слід підключати послідовно до світлодіода, що дозволяє обмежити струм, що протікає через нього. Якщо номінальний опір резистора нижче необхідного значення, це може призвести до перевищення струму і пошкодження світлодіода. З іншого боку, якщо значення опору резистора вище необхідного, це призведе до зменшення яскравості світла, що випромінюється світлодіодом. Тому

важливо знайти оптимальне значення опору резистора, яке забезпечить стабільну та ефективну роботу світлодіода, зберігаючи його в межах безпечних параметрів.

Розрахунок резисторів для світлодіодів R13, R15, R25 слід проводити за наступною формулою:

$$R = (US - UL) / I, \text{ де:} \quad (1.4)$$

US - напруга джерела живлення;

UL - напруга живлення діода ;

I - струм діода.

$$R = (5-2) / 0{,}009 = 333$$

По ряду E24 підбивається найближчий номінал 330 Ом.

$$R13 = R15 = R25 = 330 \text{ Ом}$$

1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази

Компонентна база - це набір програмних компонентів, які можуть використовуватися для побудови програмного продукту. При виборі компонентної бази варто враховувати наступні фактори:

1) Функціональні вимоги до продукту: Потрібно з'ясувати, які функції повинен виконувати програмний продукт та які компоненти необхідні для його реалізації.

2) Якість компонентів: Важливо вибирати компоненти, які мають хорошу якість та є надійними. Надійність включає у себе такі аспекти як ефективність, безпека, стабільність та доступність документації.

3) Вартість: Вибір компонентної бази також повинен враховувати фінансові обмеження та бюджет проекту. При виборі компонентів потрібно оцінювати вартість їх придбання та утримання, а також вартість розробки залежних від них компонентів.

4) Сумісність: Компоненти повинні бути сумісними з іншими програмними засобами, що використовуються в проекті.

5) Масштабованість: Вибір компонентів повинен бути здійснений з урахуванням можливості масштабування програмного продукту у майбутньому.

Таблиця 1.1 – Мікроконтролер ATtiny2313 [3]

Назва та тип компонента	Мікроконтролер ATtiny2313
Позиційне позначення	DD3
Виробник	MICROCHIP TECHNOLOGY
Критерії вибору	Напруга живлення може бути переформульована як електрична напруга, кількість портів вводу/виводу може бути виражена як кількість вхідних та вихідних портів, а об'єм пам'яті програми може бути визначений як розмір пам'яті, що використовується програмою.
Параметри конструкції	DIP20, див. рисунок 1.4
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	1,8...5,5В
Об'єм Flash-пам'яті	2кБ
Об'єм пам'яті EEPROM	128Б
Об'єм пам'яті SRAM	128Б
Тактова частота	20 МГц

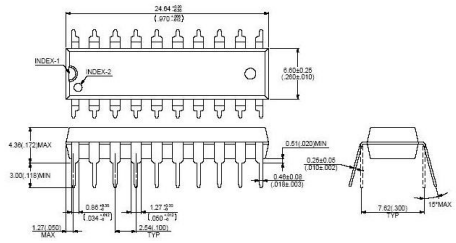


Рисунок 1.4 – Габаритні розміри мікроконтролера ATTINY 2313

Таблиця 1.2 – Компаратор LM339 [4]

Назва та тип компонента	Компаратор LM339
Позиційне позначення	DD2
Виробник	Texas Instruments
Критерії вибору	Час відгуку, струм зміщення на вході, напруга зсуву, максимальна напруга живлення
Параметри конструкції	DIP-14, див. рисунок 1.5
Параметри та характеристики	
Максимальна напруга живлення	36 / ± 18В
Час відгуку	0,3 мкс
Струм зміщення на вході	-25 нА
Напруга зсуву	2 мВ
Робоча температура	0 ... +70° С

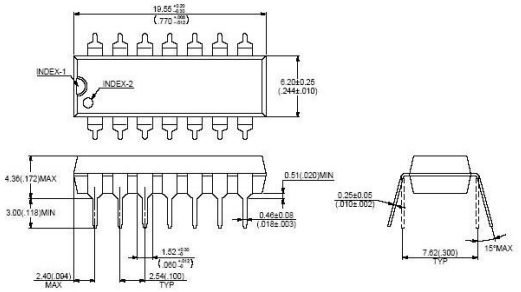


Рисунок 1.5 – Габаритні розміри компаратора LM339

Таблиця 1.3 – Мікросхема SN74HC14 [5]

Назва та тип компонента	Мікросхема SN74HC14
Позиційне позначення	DD1
Виробник	Texas Instruments
Критерії вибору	Час затримки, час затримки, струм споживання, частота комутації
Параметри конструкції	DIP-14, див. рисунок 1.6
Параметри та характеристики	
Робоча температура	-40 ... + 85° С
Час затримки	31 мс
Струм споживання	0,02 мкА
Частота комутації	20 МГц
Напруга живлення	6 В

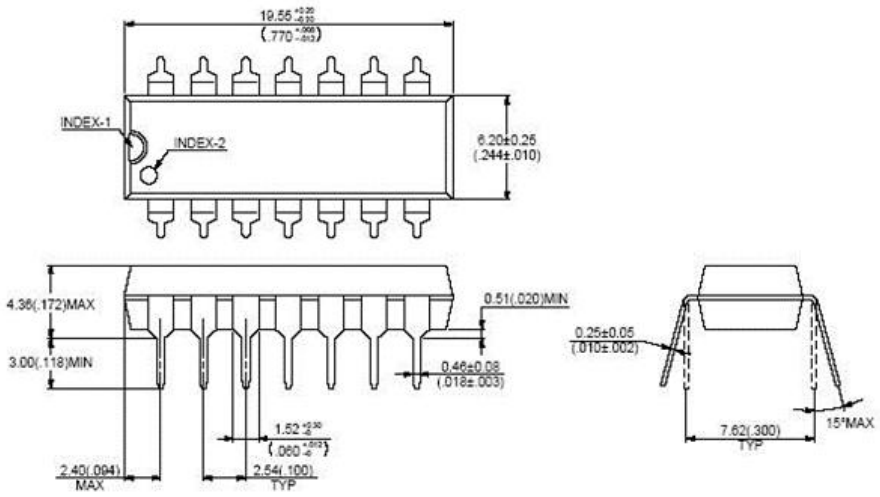


Рисунок 1.6 – Габаритні розміри мікросхеми SN74HC14

Таблиця 1.4 – Індикатор LFD039BAG-102-02 [6]

Назва та тип компонента	Індикатор LFD039BAG-102-02
Позиційне позначення	HG1
Виробник	WENRUN
Критерії вибору	Кількість символів можна перефразувати як розмір алфавіту або кількість доступних знаків. Кодова таблиця з кириличними символами може бути описана як набір правил або відображення, що встановлює відповідність між символами і числовими кодами. Світлодіодні підсвічування для зменшення споживання струму можуть бути описані як технологія, що використовує світлодіоди для ефективного використання електроенергії.
Параметри конструкції	див. рисунок 1.7
Параметри та характеристики	
Тип індикатора	7-сегментний,4 розряда
Колір	зелений
Габаритні розміри	16x36мм
Схема включення	СА
Висота символу	0,39" (9,9 мм);
Довжина хвилі	570 нм
Тип монтування	THT

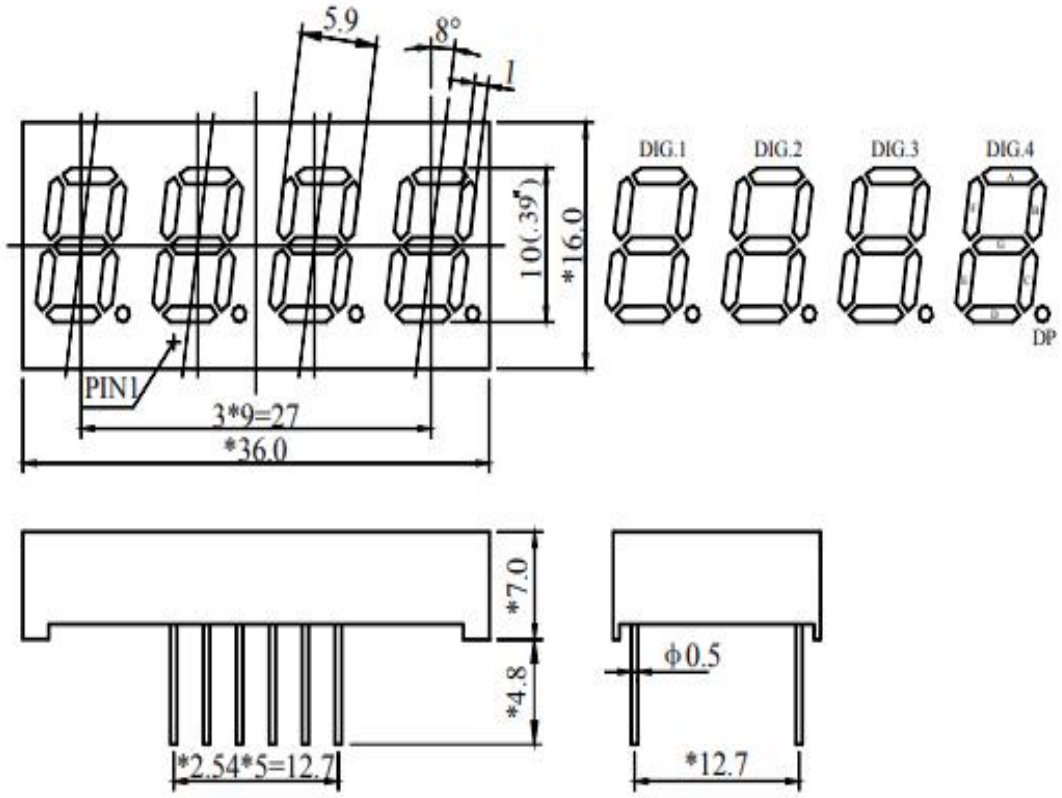


Рисунок 1.7 – Габаритні розміри індикатора LFD039BAG-102-02

Таблиця 1.5 – Світлодіоди BL-B [7]

Назва та тип компонента	BL-B Світлодіоди
Позиційне позначення	HL1-HL3
Виробник	BRIGHTLED
Критерії вибору	Колір свічення, кут розсіювання світла
Параметри конструкції	див. рисунок 1.8
Параметри та характеристики	
Світло випромінюється	Зеленому
Діаметр світлодіода	5 мм
Кут світового променю становить	60 градусів
Довжина хвилі складає	700 нм
Робоча температура знаходиться в діапазоні від	-40 до +85 градусів Цельсія
Напруга живлення коливається	від 1,6 до 2,0 В
Потужність становить	40 мВт

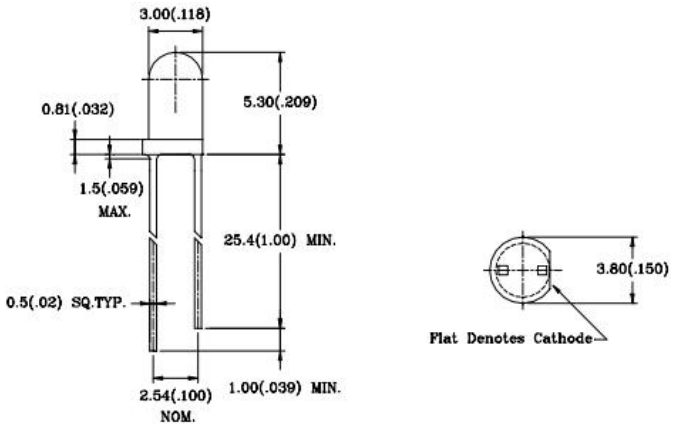


Рисунок 1.8 – Габаритні розміри світлодіодів BL-B51V1 і BL-B2141Q

Таблиця 1.6 – Керамічні конденсатори C322C [8]

Назва та тип компонента	Керамічні конденсатори C322C
Позиційне позначення	C1-C3
Виробник	KEMET
Критерії вибору	відповідність електричних параметрів режиму роботи
Конструкційні параметри	Показані на рисунку 1.9
Параметри та характеристики	
Допуск номіналу	10%
Робоча температуру	-55/+125
Напруга пробою	50 В

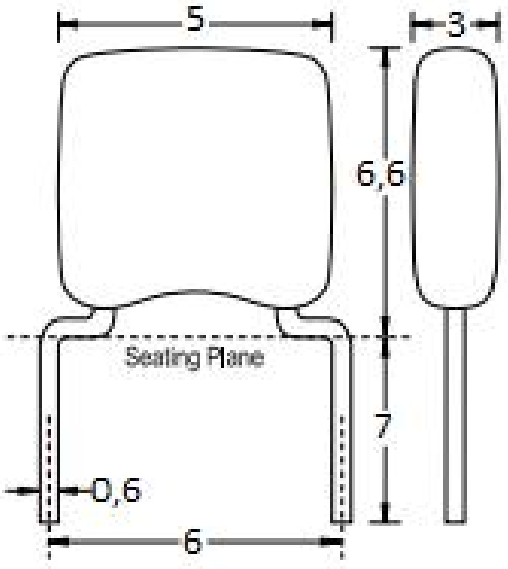


Рисунок 1.9 – Габаритні розміри конденсаторів типу C322C

Таблиця 1.7 – Резистори MCF [9]

Назва та тип компонента	Резистори MCF
Позиційне позначення	R1(2Вт) R2-R25 (0,25Вт)
Виробник	VISHAY
Критерії вибору	потужність розсіювання, допуск номіналу
Характеристики елементу	Детально показані на рисунку 1.10
Параметри та характеристики	
Відхилення	5 %
Максимальна потужність	0,25Вт і 2Вт
Матеріал з якого зроблений резистор	вуглець
Вид розміщення на платі	дротові

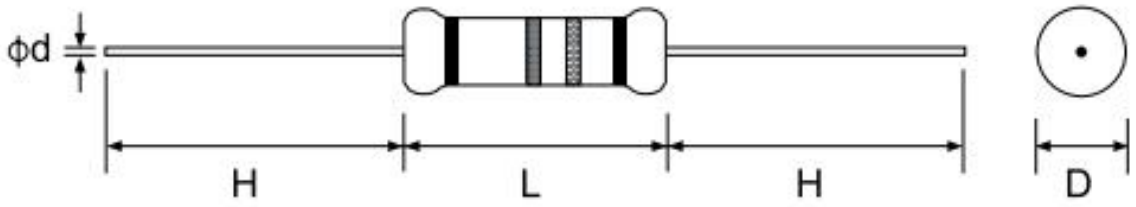


Рисунок 1.10 – Габаритні розміри вигляд резисторів

Таблиця 1.8 – Таблиця розмірів резисторів MCF

Power Rating at 70°C	Dimension (mm)				
	D Max.	L Max.	H ±3	d ±0.05	PT
1/8W (0.125W)	1.85	3.5	28	0.45	52
1/4W (0.25W)	2.5	6.8		0.54	52
1/2W (0.5W)	3.5	10		0.54	52
1W	5.5	16		0.7	64
2W	6.5	17.5		0.75	64

Таблиця 1.9 – Стабілітрон BZX55C2V4 [10]

Назва та тип компонента	Стабілітрон BZX55C2V4
Позиційне позначення	VD1
Виробник	VISHAY
Критерії вибору	Напруга стабілізації, прямий струм, пряма напруга
Параметри конструкції	DO-35, див. рисунок 1.11
Параметри та характеристики	
Напруга стабілізації	2,4В
Максимальна потужність	0,5Вт
Маса стабілітрона	0,125г

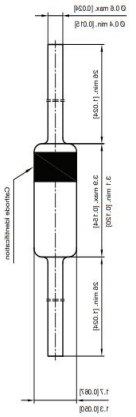


Рисунок 1.11 – Габаритні розміри стабілітрона BZX55C2V4

Таблиця 1.10 – Кнопки тактові KFC-A06-20 [11]

Елемент який береться	Натискачі KFC-A06-20
Вигляд на схемі	SB1-SB4
Виробник	Daier
По чому був вибір	Напрацювання на відмову, кількість часогодин роботи, матеріал контактів
Тип елементу	Показано на малюнку 1.12
Параметри та характеристики	
Перемикання	OFF-(ON)
Струм споживання	50мА
Стабільна напруга	

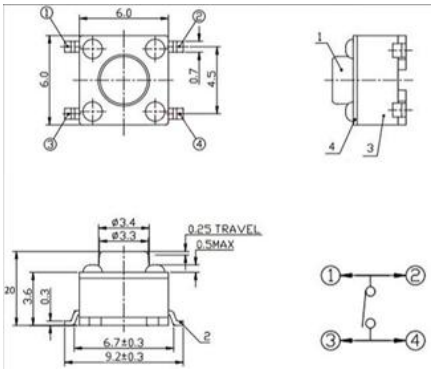


Рисунок 1.12 – Габаритні розміри перемикача KFC-A06-20

Таблиця 1.11 – Тумблер SMTS-102 [12]

Назва та тип компонента	Тумблер SMTS-102
Позначення на схемі	SB1-SB3
Представник	Daier
Вибір по якому вибирався елемент	Тип натискання, тип монтування, нормальна стабільна напруга
Характеристики елементу	Детально показані на рисунку 1.13
Параметри та характеристики	
Механічний монтаж	на панель (під гайку)
Кількість контактних груп	1
Тип контактних груп	ON-ON
Максимальна неперервна робоча напруга	125В
Максимальний струм	3 А

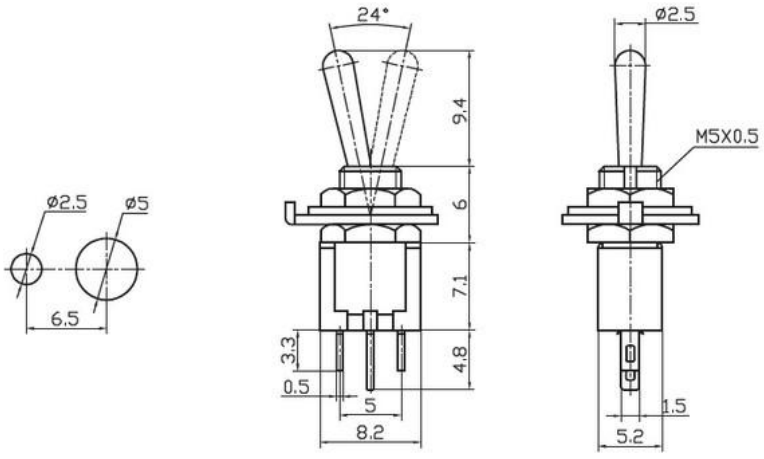


Рисунок 1.13 – Габаритні розміри тумблера SMTS-102

Таблиця 1.12 – Транзистор BC547 [13]

Назва та тип компонента	Транзистор BC547
Позиційне позначення	VT5-VT6
Виробник	DIOTEC SEMICONDUCTOR
По якому критерію було вибрано	По граничній частоті, і переході к-е.
Параметри конструкції	SOT-92, див. рисунок 1.14
Параметри та характеристики	
Тип структури транзистора	n-p-n
Максимальна напруга між колектором та емітером	45 В
Максимальна напруга між колектором та базою становить	50 В
Статичний коефіцієнт передачі струму h21e коливається в діапазоні від	420 до 800
Максимально допустимий струм становить	0,1 А
Гранична частота	100 МГц
Максимальна потужність розсіювання	0,625 Вт

Таблиця 1.13 – Транзистор BC557 [14]

Назва та тип компонента	Транзистор BC557
Позиційне позначення	VT1-VT4
Виробник	DIOTEC SEMICONDUCTOR
Критерії вибору	По граничній частоті, і переході к-е.
Параметри конструкції	SOT-92, див. рисунок 1.14
Параметри та характеристики	
Максимально допустимий струм становить	0,1 А
Максимальна напруга між колектором та емітером	45 В
Максимальна напруга між колектором та базою становить	50 В
Тип структури транзистора	n-p-n
Статичний коефіцієнт передачі струму h21e коливається в діапазоні від	110 ... 220
Гранична частота	150 МГц
Максимальна потужність розсіювання	0,5 Вт

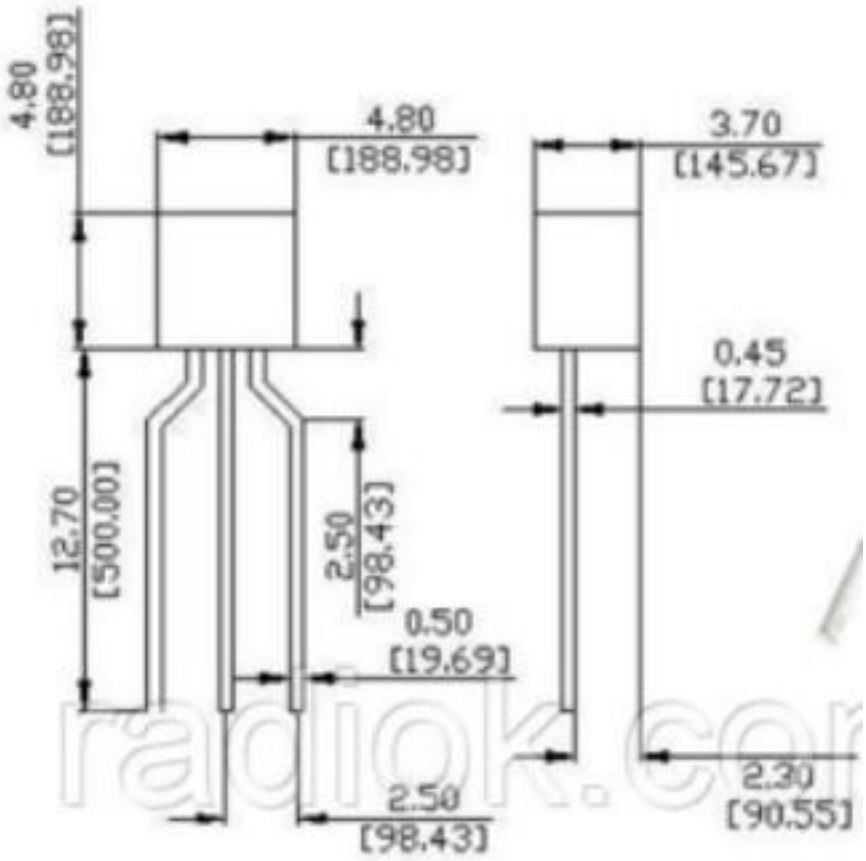


Рисунок 1.14 – Габаритні розміри транзистора BC557 і BC547

Таблиця 1.14 – Клемні роз’єми DG350-3.5-02P [15]

Назва та тип компонента	Клемні роз’єми DG350-3.5-02P
Позиційне позначення	XP1-XP3
Виробник	DEGSON
Критерії вибору	Максимальний струм, крок виводів , тип монтування, кількість контактів
Параметри конструкції	див. рисунок 1.15
Параметри та характеристики	
Крок	3,5мм
Кількість контактів	2
Тип монтування	на плату
Тип роз'єму	клемник, затиск

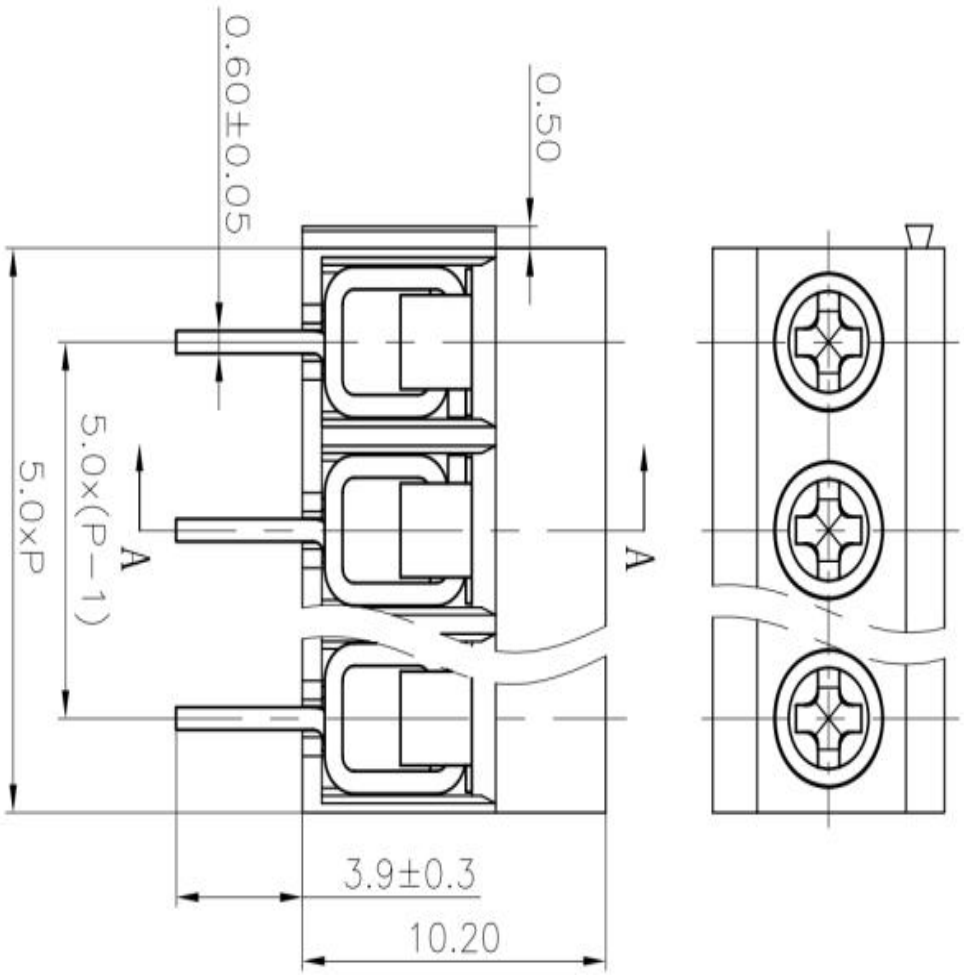


Рисунок 1.15 – Габаритні розміри роз’ємів DG350-3.5-02P

Таблиця 1.15 – TCST2300 Оптопара [16]

Опис елементу	TCST2300 Оптопара
Вигляд на схемі	U1
Представник	VISHAY
Критерії вибору	Потужність оптимальна, напруга передачі
Тип конструкції	Габаритний розмір показаний на рисунку 1.16
Параметри та характеристики	
Максимальна зворотна напруга передавача становить	6 В
Роздільна здатність становить	0,2мм
Потужність розсіювання складає	250 мВт

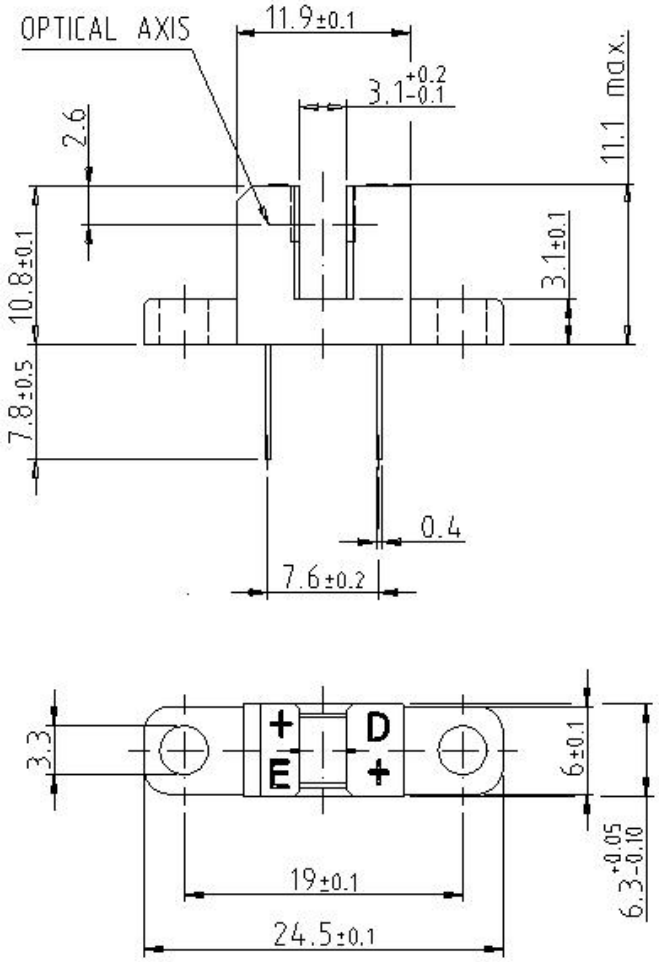


Рисунок 1.16 – Габаритні розміри оптопари TCST2300

1.5 Компоновка друкованого вузла пристрою

Компоновка друкованого вузла (PCB) пристрою включає в себе розташування електронних компонентів, провідників і отворів для з'єднання з іншими вузлами.

Зазвичай компоненти розташовуються на одній або обох сторонах плати, залежно від складності пристрою і розміру плати. Для великих і складних пристроїв використовують мультишарові плати, де елементи можуть розташовуватися на кількох рівнях.

Розташування компонентів зазвичай залежить від функціональної блокової схеми пристрою, а також від вимог щодо розміру і пропускної здатності плати. Компоненти розташовуються таким чином, щоб

забезпечити максимальну ефективність і надійність пристрою, зменшити взаємодію між сусідніми компонентами і забезпечити належну вентиляцію.

Провідники, що з'єднують компоненти, розташовуються на платі відповідно до електричної схеми пристрою. Розташування провідників залежить від вимог до електричної імпедансу, затримки сигналів та електромагнітних перешкод.

Отвори на платі використовуються для кріплення компонентів, з'єднання провідників між різними шарами та для вентиляції. Розташування отворів також залежить від функціональної схеми пристрою та вимог до міцності і жорсткості плати.

Після компоновки, плата проходить процес маркування, який включає нанесення інформації про розміри компонентів та їх розташування на платі. Це дозволяє виробнику здійснити контрольований монтаж компонентів на платі. Після маркування, плата готується до процесу монтажу компонентів.

Монтаж компонентів на платі може здійснюватися вручну або автоматично. Для великих виробництв використовують автоматичні лінії монтажу, які дозволяють високошвидкісний та точний монтаж компонентів на плату.

Після монтажу компонентів, плата проходить процес пайки, де провідники, що з'єднують компоненти, паяються на плату за допомогою технологій, таких як ванні паяння, хвильове паяння або лазерне паяння. Після пайки, плата проходить процес очищення, щоб видалити залишки паяльного флюсу.

Останнім кроком є тестування плати, щоб переконатися, що всі компоненти функціонують належним чином та що немає дефектів в провідниках та отворах. Тестування може виконуватися вручну або автоматично, за допомогою спеціальних тестових приладів.

Отже, компоновка друкованого вузла є важливим етапом у виробництві електронних пристроїв, який вимагає врахування багатьох

факторів для забезпечення належної функціональності, ефективності та надійності пристрою.

Проектований пристрій містить два друкованих вузли, перший являє собою двосторонню плату із двостороннім розміщенням елементів. Одна сторона використовується для внутрішньої частини лічильника, а інша для елементів індикації та керування. Інший вузол це плата ЗП, що являє собою односторонню плату з одностороннім розміщенням елементів.

Загалом друковані вузли є компактним, із доволі високою густиною монтажу та короткими друкованими провідниками.

В якості матеріалу друкованої плати лічильника вибраний двосторонній склотекстоліт, СФ2-35І-1.5. Для плати зарядного пристрою односторонній склотекстоліт СФ1-35І-1.5. Методом виготовлення плати лічильника вибрано електрохімічний метод створення друкованих провідників, який є досить ефективним та малозатратним, та дозволяє отримати металізовані отвори в комбінації із більш ніж задовільними параметрами провідників. Для плати зарядного пристрою - хімічний метод.

Лічильник SMD компонентів виготовлений на комбінованій друкованій платі, тоді як зарядний пристрій виготовлений хімічним методом. Всі компоненти призначені для вивідного монтажу та установлюються на друковані плати за допомогою спеціального обладнання, яке має кілька переваг, таких як висока надійність конструкції, автоматичний контроль якості в процесі монтажу, висока швидкість та точність роботи, навіть з маленькими компонентами, та значне зниження собівартості виробництва плат.

Основним елементом у виробі є комбінована друкована плата лічильника, яка виготовляється з двостороннього фольгованого склотекстоліту СФ2-35-ІКП (ГОСТ10316-78) товщиною 1,5 мм. Цей матеріал має необхідні провідні властивості та добре зчіплюється з ізоляційним матеріалом. В процесі виготовлення застосовується складніший та дорожчий метод, який включає стравлювання незахищених ділянок на

фользі для формування друкованого монтажу та нанесення металізації на отвори ЕРЕ.

Технологічність конструкції та виробництва будь-якої деталі, вузла чи виробу визначається їх відповідністю експлуатаційним вимогам та можливістю їх виготовлення за мінімальний час та з мінімальною кількістю праці. У виробничому середовищі, де використовується автоматизована система технологічної підготовки виробництва, технологічність конструкції виробів впливає на їх гнучкість, продуктивність, надійність.

Технологічність конструкції виробів є ключовим фактором для забезпечення ефективності та економічності виробництва. У процесі виготовлення друкованих плат та інших елементів важливо дотримуватися технологічних процесів, які дозволяють забезпечити високу якість та надійність продукту.

Крім того, важливо забезпечити відповідну якість використовуваних матеріалів та компонентів. У випадку з друкованими платами, використання матеріалів високої якості, які мають необхідні електричні та механічні властивості, дозволяє забезпечити надійну роботу виробу протягом його терміну експлуатації.

Узагальнюючи, для забезпечення технологічності виробів важливо дотримуватися всіх експлуатаційних вимог та використовувати відповідні матеріали та технології виготовлення. Такі заходи допомагають знизити витрати на виробництво, збільшити продуктивність та підвищити якість виготовлених виробів.

Для забезпечення технологічності проектуваного виробу використовуються дві двосторонні друковані плати, що зменшує ризик додаткових паразитних впливів між зарядником та лічильником. Використання електрохімічного методу створення друкованих провідників в платі лічильника забезпечує високу роздільну здатність друкованих провідників та металізацію отворів, що дозволяє знизити вартість виробу та збільшити технологічність завдяки високій продуктивності та відносній

простоті даного методу виготовлення. Хімічний метод виготовлення плати зарядного пристрою дозволяє знизити вартість виробу при достатній точності. Усі радіоелементи розміщені на двох платах з однієї сторони, тоді як інші сторони призначені лише для утворення електричних зв'язків між необхідними мікросхемами та роз'ємами, що забезпечує високу технологічність процесу складання друкованих вузлів. Елементна база для даного виробу підібрана з урахуванням критеріїв дешевизни, надійності, легкодоступності та стабільності параметрів радіоелементів, оскільки вибрано крупносерійний тип виробництва. При виготовленні даного виробу висококваліфіковані працівники потрібні тільки на етапі контролю якості та параметрів виробу, а усі інші етапи виконуються або автоматизовано, або без залучення висококваліфікованого персоналу.

1.6 Розрахунок надійності

Надійність приладу - це його здатність функціонувати відповідно до заданих параметрів та тривалий час без відмови або збою. Це один з найважливіших параметрів електронних приладів, особливо тих, що використовуються в критичних додатках, наприклад, медичних, авіаційних або космічних системах.

Для забезпечення надійності приладу, його проектування повинно включати в себе аналіз можливих впливів зовнішніх факторів, таких як температура, вологість, вібрація, радіація тощо, на його компоненти та елементи. Для цього можуть використовуватися різні методи, включаючи аналітичні розрахунки, комп'ютерне моделювання, тестування в умовах, що наслідують вплив небезпечних факторів.

Додатково, для забезпечення надійності приладу, під час виробництва повинен застосовуватися контроль якості на кожному етапі, від підбору компонентів до тестування готового приладу. Наприклад, електронні компоненти повинні перевірятися на відповідність вимогам, а

пайка проводитися з дотриманням технологічних параметрів та належної якості.

Нарешті, для забезпечення надійності приладу необхідно забезпечити його належне обслуговування та правильне використання. Це може включати в себе регулярне очищення та перевірку, а також використання відповідних аксесуарів та компонентів.

Узагалі, надійність приладу є комплексним питанням, яке вимагає системного підходу до проектування, виробництва та експлуатації приладу.

Для підвищення надійності приладу можна використовувати різні техніки, такі як дублювання, резервне живлення, зменшення кількості елементів в схемі, використання більш надійних компонентів та матеріалів. Також важливим аспектом є захист від неправильного використання приладу, включаючи захист від перевантажень, недопустимих режимів роботи, несправностей тощо.

Одним з ключових аспектів підвищення надійності приладів є їх тестування. Перед випуском приладу на ринок він повинен бути протестований в умовах, які належним чином наслідують реальні умови експлуатації. Тестування може включати в себе довготривалі випробування, симуляцію різних умов роботи та інші методи.

Крім того, важливим аспектом надійності приладу є його сервісна підтримка. Це може включати в себе регулярне програмне та апаратне оновлення, надання документації та підтримки користувачам. Якщо прилад має серйозні несправності, то виробник повинен забезпечити швидкий та якісний сервіс та ремонт.

Узагалі, надійність приладів - це один з ключових аспектів їх успішного функціонування та задоволення потреб користувачів. Заходи з підвищення надійності приладу повинні бути включені в усі етапи його життєвого циклу, від проектування до експлуатації, і забезпечувати надійне та безперебійне функціонування пристрою.

Надійність продукту визначається через кілька розрахункових показників, які включають інтенсивність відмов, середнє напрацювання до відмови та імовірність безвідмовної роботи. Це означає, що продукт може виконувати свої функції в певних умовах експлуатації, за умови збереження основних параметрів в заданих межах. Для розрахунку надійності використовується програма NAD_Release [2].

Дані для розрахунку надійності приведені в таблиці 1.16.

Таблиця 1.16 – Дані для розрахунку надійності

№	Назва групи елементів	К-сть шт	К попр 1/год	І відм* Ie-06	Ксть*Кнав *Івід*1e-06
1	Транзистори НЧ кремнієві	6	0,35	4	8,4
2	Резистори постійні 0.125-0.5 Вт	25	0,42	0,8	8,4
3	Оптопара	1	0,42	5	2,1
4	Напівпровідникові інтегральні мікросхеми	3	1	0,03	0,09
5	LCD-дисплей	1	1	0,03	1,5
6	Тумблер (на один контакт)	1	1	2,2	2,2
7	Світлодіоди	3	1	4	12
8	Конденсатори керамічні	3	0,1	1,4	0,42
9	Стабілітрони малої потужності	1	0,81	4,5	3,645
10	Кнопка тактова	3	0,1	1,4	0,2
11	Перемикач (на один контакт)	15	1	0,5	7,5
12	Роз'єм (на один контакт)	3	1	0,05	0,15
13	Пайки	157	1	0,02	3,14
14	Друкована плата	1	1	0,1	0,1

Імовірність безвідмовної роботи показує, яка частка виробів з заданої кількості буде працювати безвідмовно впродовж певного часу. Інтенсивність відмов означає кількість відмов, що припадає на один виріб за одиницю часу, коли виріб все ще працює.

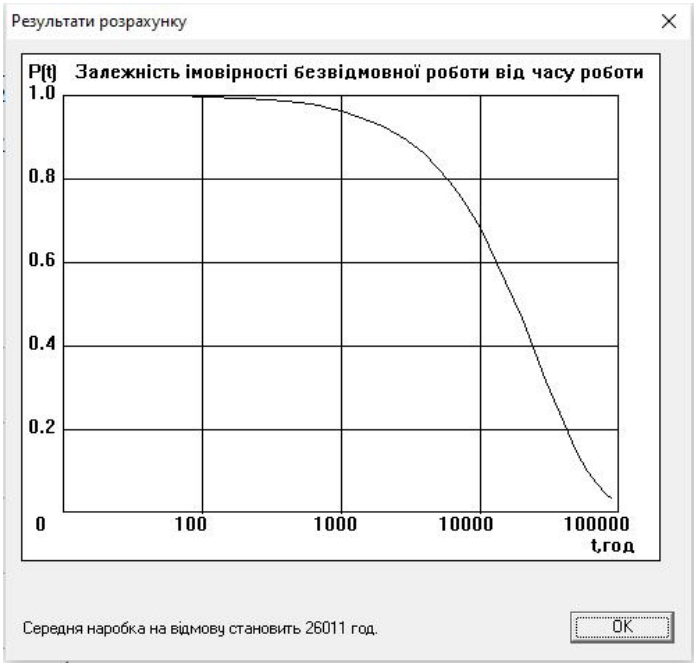


Рисунок 1.17 – Графік залежності імовірності безвідмовної роботи

Наразі виробу було нараховано 26011 годин безвідмовної роботи. Якість роботи приладу є високою, що підтверджує його надійність.

У висновку можна сказати, що розрахований показник надійності виявився високим і відповідає очікуванням для цього типу виробу, оскільки наробка на відмову становить 26011 годин.

1.7 Висновки до розділу 1

Було ретельно досліджено завдання щодо створення лічильника компонентів SMD, який має потенціал конкурувати на ринку. Проведено розрахунки для різних варіантів, обрано базові елементи і описано технологічні особливості даного виробу.

2 Спеціальна частина (САПР)

2.1 Вибір та обговорення завдань розділу.

Описано послідовність створення бібліотеки символьних позначень в Altium Designer .

Таблиця 2.1 – Послідовність створення бібліотеки символьних позначень в Altium Designer

Дія	Опис
Створення проекту інтегрованої бібліотеки	Для створення нового проекту інтегрованої бібліотеки слід виконати наступні кроки: перейти до меню "File", обрати "New", після чого вибрати "Library" і "Integrated library". Потрібно зберегти проект у створеній для нього теки, яку можна знайти на рисунку 2.1.
Налаштування властивостей файлу бібліотеки	У вікні "Властивості документа" перейдіть на вкладку "Одиниці" і переконайтеся, що вибрані метричні одиниці (міліметри). Деталі можна переглянути на рисунку 2.2.
Додавання елементу символьного позначення	Відкрийте панель "SCH Library" і виберіть опцію "Додати". Введіть назву компонента у відкритому діалоговому вікні і натисніть кнопку "ОК". Детальніше процес можна побачити на рисунку 2.3.
Створення елементу символьного позначення	На робочому полі, використовуючи панель інструментів, виберіть потрібні компоненти і розмістіть їх, щоб створити УГП (узагальнену графічну примітивну) компоненту.
Створення виводів і налаштування їх параметрів	З допомогою інструмента Place Pin створити виводи елементів, див. рисунок 2.5.
Нумерації виводів символьного позначення	Подвійним клацанням лівою кнопкою миші відкрийте діалогове вікно, в якому ви можете ввести необхідні параметри виводу, такі як довжина, ідентифікатор та інші. Деталі можна переглянути на рисунку 2.4.

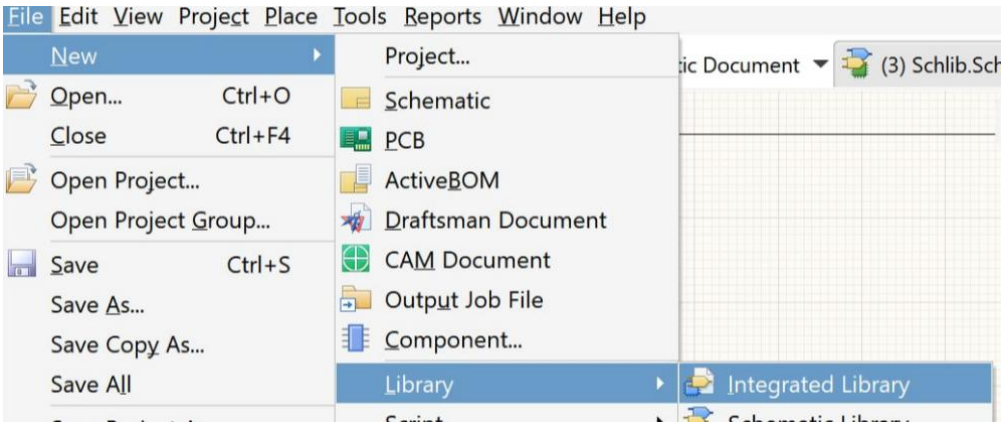


Рисунок 2.1 – Створення нового файлу бібліотеки символьних позначень

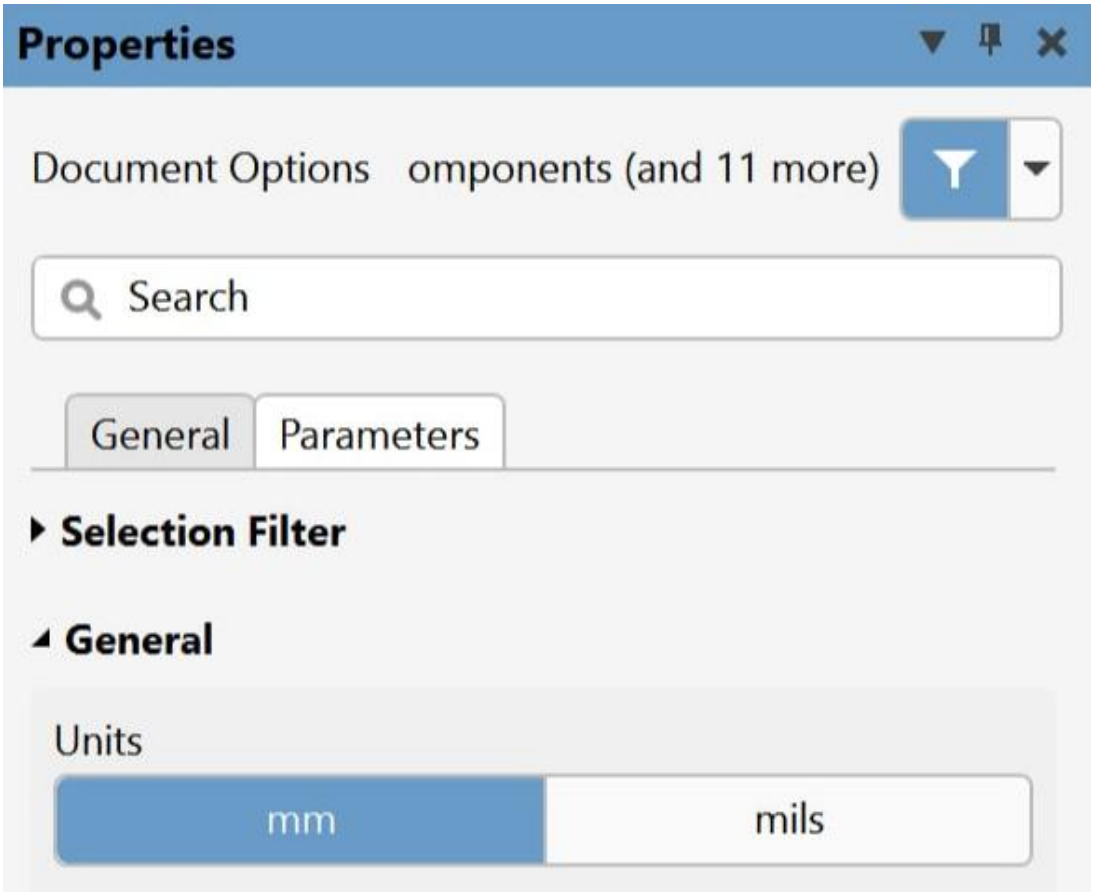


Рисунок 2.2 – Встановлення властивостей файлу схематичної бібліотеки

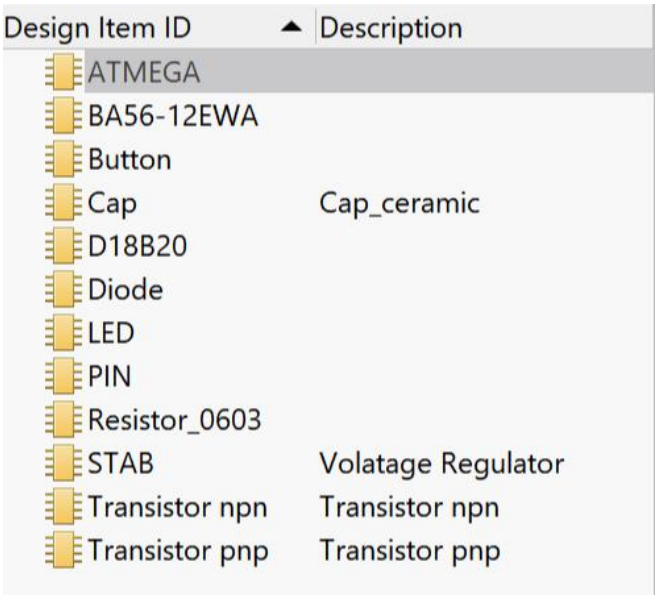


Рисунок 2.3 – Вигляд панелі SCH Library

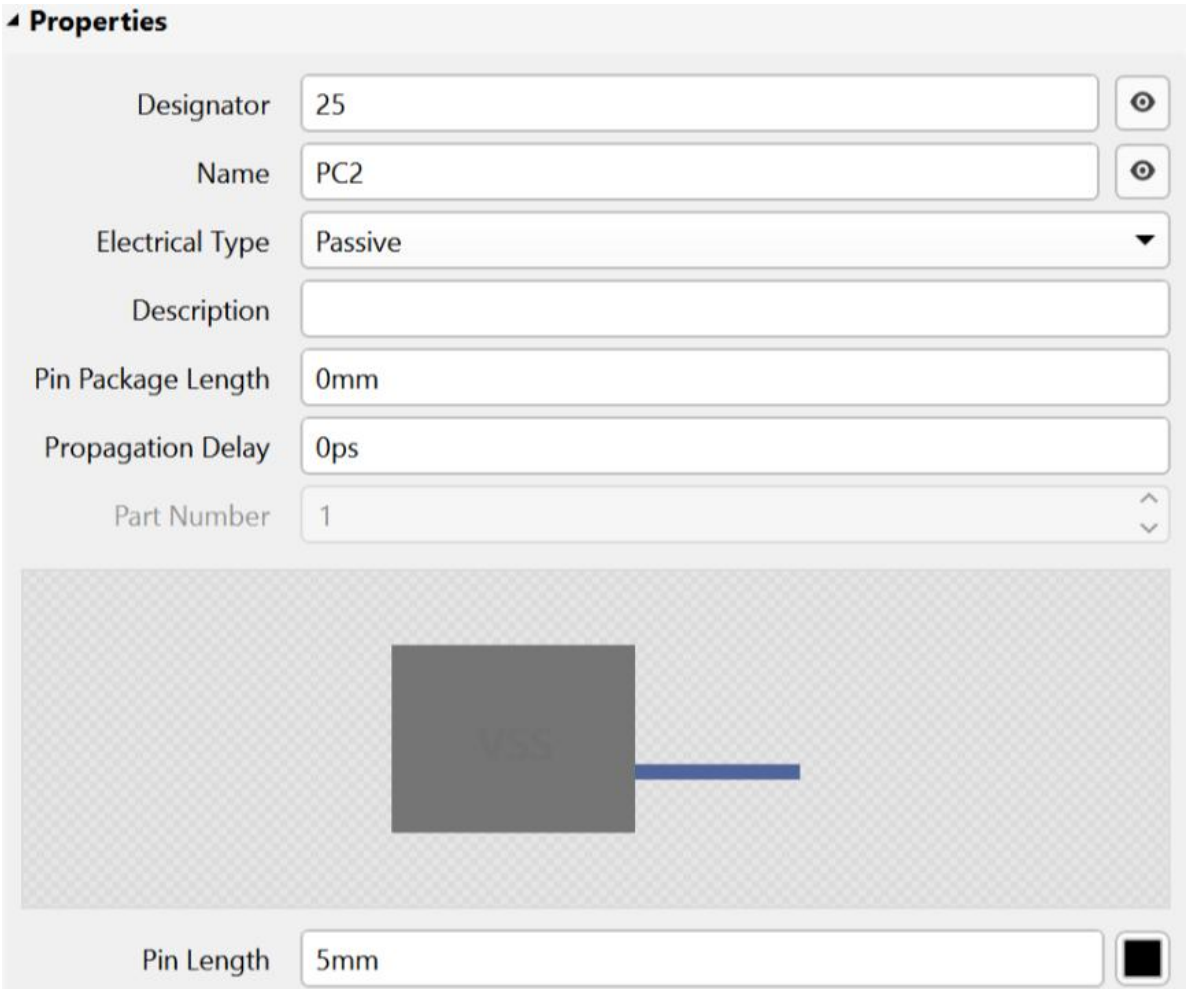


Рисунок 2.4 – Встановлення параметрів вивода елементна схематичного позначення

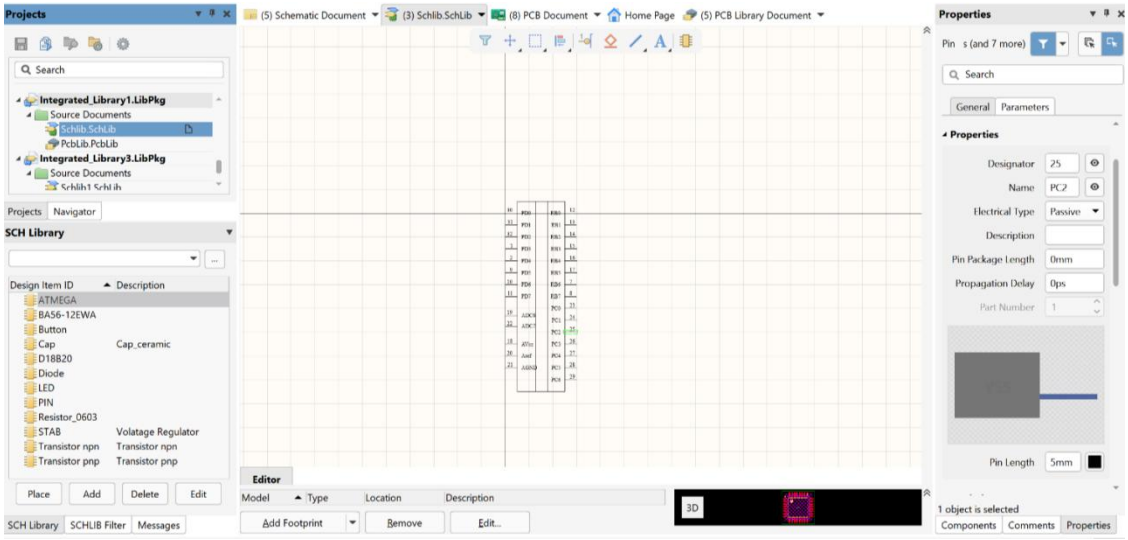


Рисунок 2.5 – Робоче поле бібліотеки символьних позначень

2.2. Результати проектування друкованої плати в САПР

В результаті використання САПР згідно вказівок була отримана друкована плата для проектованого лічильника, на якій використані SMD компоненти. Зовнішній вигляд цієї плати можна побачити на рисунку 2.6. Додатково, на рисунку 2.7 зображена 3D модель цієї друкованої плати. Для створення 3D моделей компонентів використана система КОМПАС-3D.

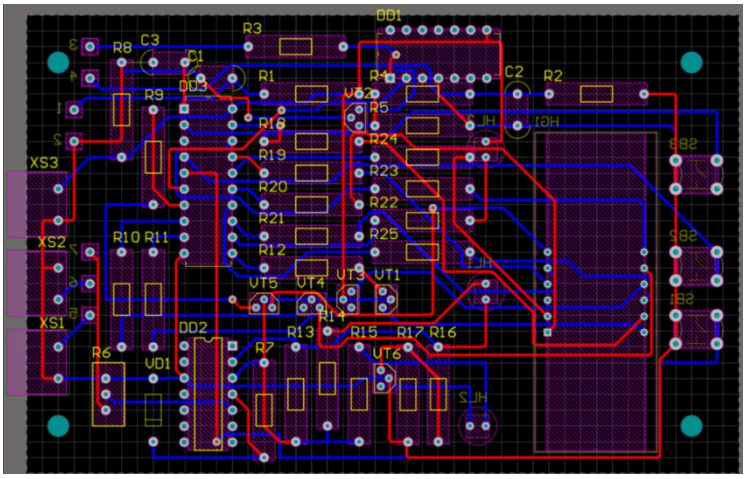


Рисунок 2.6 – Друкована плата лічильника на SMD компонентах, розроблена в Altium Designer

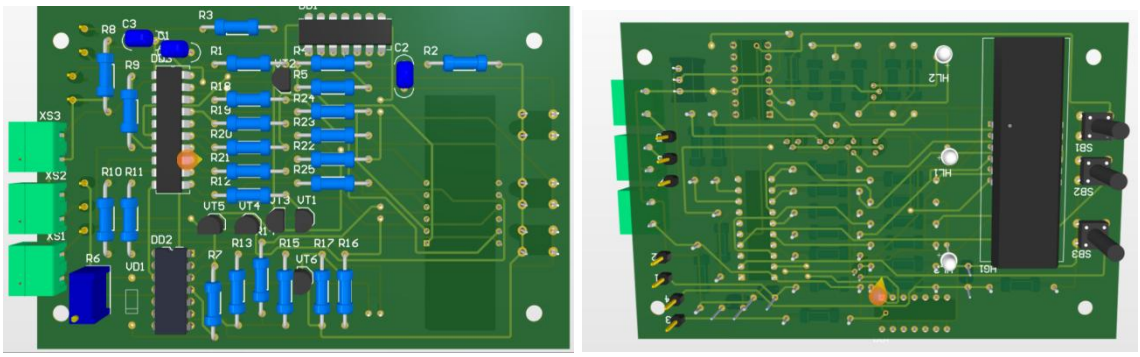


Рисунок 2.7 – 3D модель друкованої плати лічильника на SMD компонентах в Altium Designer

2.3 Висновки до розділу 2

В даному розділі було описано САПР Altium Designer, що було використане для проєктування друкованої плати лічильник SMD компонентів. Послідовність створення бібліотеки символьних позначень та представлено друковану плату виконану з допомогою вище описаної бібліотеки.

3 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

3.1 Долікарська допомога при переломах

Перелом - ушкодження кістки з порушенням її цілісності. Травматичні переломи розділяють на відкриті (є ушкодження шкіри в зоні перелому) і закриті (шкірний покрив не порушений). При відкритому переломі травма не викликає сумнівів. Закритий перелом не так очевидний, особливо, якщо він неповний, коли порушується частина поперечника кістки, частіше у вигляді тріщини [17].

Для усіх переломів характерні:

- різкий біль при будь-яких рухах і навантаженнях;

- зміні положення і форми кінцівки, її укорочення;

- порушення функцій кінцівки (неможливість звичних дій або ненормальна рухливість);

- набряклість і синець в зоні перелому.

Надання першої допомоги при переломах кінцівок багато в чому визначає результат травми: швидкість загоєння, попередження ряду ускладнень (кровотеча, зміщення відламків, шок) і переслідує три мети:

1) створення нерухомості кісток в області перелому (що попереджає зміщення відламків і ушкодження їх краями посудин, нервів і м'язів);

2) профілактику шоку;

3) швидку доставку потерпілого до медичної установи.

Перша допомога при закритому переломі.

Якщо є можливість викликати швидку допомогу, то зробіть це. Після чого забезпечте нерухомість пошкодженої кінцівки, наприклад, покладіть її на подушку і забезпечте спокій. На передбачувану зону перелому покладіть що-небудь холодне. Самому постраждалому можна дати випити гарячий чай або знеболювальний засіб.

Якщо транспортувати потерпілого вам припаде самостійно, то заздалегідь необхідно накласти шину з будь-яких підручних матеріалів (дошки, лижі, палиці, лозини, парасольки). Будь-які два тверді предмети прикладають до кінцівки з протилежних сторін поверх одягу і надійно, але не туго (щоб не порушувати кровообіг) фіксуються бинтом або іншими відповідними підручними матеріалами (пояс, ремінь, стрічка, мотузок). Фіксувати потрібно два суглоби - вище і нижче місця перелому. Наприклад, при переломі гомілки фіксуються гомілковостопний і колінний суглоби, а при переломі стегна - усі суглоби ноги. Якщо під рукою зовсім нічого не виявилось, пошкоджену кінцівку слід прибинтовувати до здорової (руку - до тулуба, ногу - до другої ноги). Транспортування потерпілого з переломом ноги здійснюється в положенні лежачи.

Перша допомога при відкритому переломі.

Відкритий перелом небезпечніший за закритий, оскільки є можливість інфікування відламків. Якщо є кровотеча, її потрібно зупинити. Якщо кровотеча незначна, то досить накласти пов'язку, що давить. При сильній кровотечі накладаємо джгут, не забуваючи відмітити час його накладення. Якщо час транспортування займає більше 1,5-2 годин, то кожні 30 хвилин джгут необхідно послабляти на 3-5 хвилин. Шкіру навколо рани необхідно обробити антисептичним засобом (йод, зеленка). У разі його відсутності рану потрібно закрити бавовняною тканиною. Тепер слід накласти шину, так само як і у разі закритого перелому, але уникаючи місця, де виступають назовні кісткові уламки і доставити потерпілого до медичної установи.

Долікарська допомога при переломах на виробництві є надзвичайно важливою для забезпечення безпеки та здоров'я працівників. Наявність належного оснащення, правил безпеки, навчання працівників та наявність долікарської допомоги є обов'язковими складовими частинами ефективної системи безпеки на робочому місці.

У разі перелому на виробництві, негайна реакція та співпраця з медичним персоналом або службою безпеки є критично важливими. Важливо надати травмованій особі безпечне та комфортне положення, уникати дій, які можуть погіршити стан постраждалої особи, і надати долікарську допомогу, використовуючи наявні засоби та навички.

Після надання долікарської допомоги, якщо потрібно, необхідно забезпечити безпечне транспортування травмованої особи до медичного закладу, забезпечивши необхідну інформацію медичному персоналу про обставини травми та надану допомогу.

Загальною метою долікарської допомоги при переломах на виробництві є забезпечення безпеки працівників, мінімізація ризику ускладнень та сприяння швидкому та повному відновленню здоров'я постраждалих осіб.

3.2 Заходи щодо забезпеченню безпечної роботи при ремонті технологічного обладнання

Безпека праці на виробництві охоплює такі три складники:

- безпеку виробничого обладнання;
- безпеку технологічних процесів;
- безпеку виконання робіт.

Безпеку виробничого обладнання забезпечують такими методами:

- добором принципів дії, джерел енергії та параметрів робочих процесів;
- мінімізацією кількості енергії, що споживається чи накопичується;
- застосуванням вмонтованих у конструкцію засобів захисту та інформації про можливі небезпечні ситуації;
- застосуванням засобів автоматизації, дистанційного керування та контролю;

Виробниче обладнання під час роботи, самостійно чи у складі технологічних комплексів повинно відповідати вимогам безпеки впродовж усього періоду експлуатації [18]. Матеріали конструкції виробничого обладнання не повинні зумовлювати утворення небезпечних чи шкідливих факторів щодо дії на організм працівників, а навантаження, що виникають під час роботи в окремих елементах обладнання, не повинні сягати небезпечних величин. У разі неможливості реалізації останньої вимоги у конструкції обладнання необхідно передбачити спеціальні засоби захисту (огородження, блокування та ін.). Небезпечні зони виробничого обладнання (рухомі вузли, елементи з високою температурою тощо), як потенційні джерела травмонебезпеки, повинні бути огороджені, теплоізольовані або розміщені у недосяжних місцях. Допоміжні пристрої (затискачі, вантажозахоплювальні та вантажопідіймальні пристрої) повинні унеможливити виникнення небезпеки під час раптового вимкнення енергії, а також самовільну зміну стану цих пристроїв після відновлення енергоживлення.

Виробниче обладнання повинно бути пожежовибухобезпечним у передбачених умовах експлуатації та не накопичувати зарядів статичної електрики у небезпечних для працівників кількостях. Виробниче обладнання, робота якого супроводжується виділенням шкідливих речовин чи організмів або пожежо- та вибухонебезпечних речовин, повинно включати вмонтовані пристрої для локалізації цих виділень. За відсутності таких пристроїв у конструкції обладнання мають бути передбачені місця для підключення автономних пристроїв локалізації виділень.

Якщо виробниче обладнання є джерелом шуму, ультра- та інфразвуку, вібрації, виробничих випромінювань (електромагнітних, лазерних тощо), то його треба виконувати таким чином, щоб параметри перелічених шкідливих виробничих факторів не перевищували меж, встановлених відповідними чинними нормативами. Виробниче обладнання повинно бути забезпечене місцевим освітленням, виконаним відповідно до

вимог чинних нормативів, якщо його відсутність може спричинювати перевантаження органів зору або інші небезпеки, пов’язані з експлуатацією цього обладнання. Одна із складників безпеки виробничого обладнання – конструкція робочого місця, його розміри, взаємне розміщення органів управління, засобів відображення інформації, допоміжного обладнання тощо.

Розробляючи конструкції робочого місця потрібно дотримуватися вимог чинних нормативів, [19]. Розміри робочого місця і його елементів мають забезпечувати виконання операцій у зручних робочих позах і не ускладнювати рухи працівників. Перевагу варто віддавати виконанню робочих операцій у сидячому положенні або почерговій зміні положень сидячи і стоячи, якщо виконання робіт не потребує постійного переміщення працівника. Конструкція крісла і підставки для ніг повинна відповідати ергономічним вимогам. Система управління виробничим обладнанням має забезпечувати надійне і безпечне його функціонування на всіх режимах роботи, а також у разі зовнішніх впливів. На робочих місцях повинні бути написи, схеми та інші засоби інформації щодо послідовності керуючих дій. Конструкція і розміщення засобів попередження про небезпечні ситуації повинні забезпечувати безпомилкове, достовірне і швидке сприйняття цієї інформації. Центральний пульт управління технологічним комплексом обладнується сигналізацією, мнемосхемою або іншими засобами відображення інформації про порушення нормального режиму функціонування кожної одиниці виробничого обладнання, засобами аварійної зупинки всього комплексу або окремих його одиниць, якщо це не призведе до подальшого розвитку аварійної ситуації. Пуск виробничого обладнання в роботу, а також повторний пуск після його зупинки, незалежно від причини, має бути можливим тільки через маніпулювання органами управління пуском.

Органи аварійної зупинки після спрацювання повинні залишатися у положенні зупинки до їх повернення у вихідне положення обслуговуючими

працівниками. Повернення органів аварійної зупинки у вихідне положення не повинно призводити до пуску обладнання. Засоби захисту, що входять у конструкцію виробничого обладнання, повинні:

- забезпечувати можливість контролю їх функціонування; виконувати своє призначення безперервно у процесі роботи обладнання;

- діяти до повної нормалізації відповідного небезпечного чи шкідливого фактора, що спричинив спрацювання захисту;

- зберігати функціонування у випадку виходу з ладу інших засобів захисту.

За необхідності включення засобів захисту до початку роботи виробничого обладнання схемою управління повинні передбачатися відповідні блокування. Виробниче обладнання, під час монтажу, ремонту, транспортування та зберігання якого застосовуються вантажопідіймальні засоби, повинно мати відповідні конструктивні елементи або позначені місця для приєднання вантажозахоплювальних пристроїв із зазначенням маси обладнання. Обладнання, переміщення якого передбачено вручну, повинно мати відповідні елементи або форму для захоплення рукою.

Висновки

У рамках цієї кваліфікаційної роботи бакалавра було створено лічильник SMD компонентів, який пройшов якісний аналіз з урахуванням ринкових потреб, а його параметри були визначені з метою забезпечення конкурентоздатності. Цей виріб можна використовувати як переносну або стаціонарну побутову радіоапаратуру, яка придатна для використання як у приміщенні, так і на відкритому повітрі. Завдяки застосуванню сучасних SMD компонентів, зокрема спеціалізованих інтегральних мікросхем, вдалося досягти високих показників надійності та економічності. Показник надійності складає 26011 годин, що свідчить про високу надійність пристрою.

Розробка цього пристрою відповідає всім стандартам, як параметричним, так і економічним. Використання якісних і водночас доступних компонентів забезпечує тривалу експлуатацію виробу, а у разі поломки їх можна легко замінити без проблем.

При розробці виробу використовувалися спеціальні програми. Для проектування плати була використана програма Altium Designer, а для розробки друкованого вузла - система автоматизованого проектування КОМПАС 3D.

Цей пристрій розроблений таким чином, що його виробництво не потребує значних витрат, що підвищує попит на цей товар і дає можливість виробляти його навіть за умов обмеженого капіталу.

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 10.03.2022.

2. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057

3. ATtiny2313 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/h7ICJdhV_ATtiny2313A_4313.pdf (дата звернення 08.11.2022).

4. LM339 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/04U7yXSe_LM239APT.pdf (дата звернення 08.11.2022).

5. SN74HC14 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.ti.com/lit/ds/symlink/sn74hc14.pdf?ts=1645606591976&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F (дата звернення 08.11.2022).

6. LFD039BAG-102-02 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/file_kHy1tvk.pdf (дата звернення 08.11.2022).

7. Світлодіоди BL-B [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/EbutuLEj_BL-B2141Q.pdf (дата звернення 08.11.2022).

8. Керамічні конденсатори C322C [Електронний ресурс] – Режим доступу:https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/j0j1mXkG_KEMET_C300series_GOLDMAX_X7R.pdf (дата звернення 08.11.2022).

9. Резистори MCF [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/mWBW2dHN_cf_resistor.pdf (дата звернення 08.11.2022).

10. BZX55C2V4 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/jxjCrtNp_bzx55-se.pdf (дата звернення 08.11.2022).

11. KFC-A06-20 [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://j5d2v7d7.stackpathcdn.com/wp-content/uploads/2019/03/KFC-A06-D-1.pdf (дата звернення 08.11.2022).

12. SMTS-102 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MTS-SMTS-Series.pdf (дата звернення 08.11.2022).

13. BC547 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/qbkWLy6Q_BC547B_dio.pdf (дата звернення 08.11.2022).

14. BC557 [Електронний ресурс] –Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/cLPIDoNP_BC556_dio.pdf (дата звернення 08.11.2022).

15. DG350-3.5-02P [Електронний ресурс] –Режим доступу: https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/DG350.pdf (дата звернення 08.11.2022).

16. TCST2300 [Електронний ресурс] –Режим доступу: https://www.vishay.com/docs/81147/tcst2103.pdf (дата звернення 08.11.2022).

17. Атаманчук П.С. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. - К.: Основа, 2017, с. 437.

18. Запорожець О.І. Основи охорони праці. – К.: ВД Центр навчальної літератури (ЦНЛ), 2019, с. 463.

19. НПАОП 32.0-1.02-14 “Правила охорони праці під час виробництва радіо- та електронної апаратури”

Додатки

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедрою РТ
_____ к.т.н. Дунець В.Л.
“____”_____20_... р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «Лічильник SMD компонентів»

Узгоджено:
Керівник дипломного проекту
Марценюк А. С._____
“____”_____20__р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАс-41
Гупало А. С. _____
“____”_____20__р.

Тернопіль, 2023

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “ Лічильник SMD компонентів ”

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

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Гупало Андрій Стефанович групи РАс-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка лічильник SMD компонентів, що включає в себе:

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

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1. Лічильник повинен бути розрахований на живлення від джерела живлення яке видає 5 В.

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

4.1.3. Похибка вимірювання не повинна бути більше ± 1%.

4.2. Технічні вимоги

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

4.2.2. лічильник повинен забезпечувати задану потужність з моменту включення.

4.2.3. Лічильник 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 лічильника повинні бути захищені від струмів короткого замикання.

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

4.2.6. За механічними і кліматичними умовами експлуатаційні

підсилювач 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 лічильник повинно входити: лічильник, комплект запасних частин. До комплекту докладають паспорт.

4.2.8. Напрацювання на відмову повинне бути не менше 26011 год.

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

4.2.10. Середній термін служби повинен бути не менше 8 років. Випробування на термін служби не проводять.

4.3. Правила приймання.

4.3.1. Лічильник повинен піддаватися періодичним випробуванням.

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

4.3.3. Періодичним випробуванням піддають не менше трьох лічильників 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 лічильників. Якщо при повторних періодичних випробуваннях виявлено невідповідність хоча б одного виробу вимогам цього стандарту, приймання і відвантаження підсилювача 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 повинен складатися з:

- пояснювальна записка;
- структурна схема лічильника;
- електрична принципова схема лічильника;
- друкована плата лічильника;
- 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 у лічильник SMD компонентів	
5	Вибір компонентної бази для розроблюваного лічильника;	
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.

Поз. позн.	Назва	Кіл.	Примітка
	Лічильник на SMD компонентах		
	Конденсатори		
C1–C3	C322C – 100нФ ± 10% «KEMET»	3	
	Мікросхема		
DD1	SN74HC14 «Texas Instruments»	1	
DD2	LM339 «Texas Instruments»	1	
DD3	ATTiny2313 «MICROCHIP TECHNOLOGY»	1	
DA1	LM317AT/NOPB «Texas Instruments»	1	
DA2	LM324N «Texas Instruments»	1	
HG1	7-сегметний індикатор LFD039BAG-102-02 «WENRUN»	1	
	Світлодіоди		
HL1	BL-B51V1 «BRIGHTLED»	1	
HL2–HL3	BL-B2141Q «BRIGHTLED»	2	
HL4	BL-B51V1 «BRIGHTLED»	1	
K1	Реле G2RL-1A-E-12DC «OMRON»	1	
	Резистори		
	«VISHAY»		
R1	MCF-0,25 -150 Ом ±5 %	1	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГАС 2.899.001 ПЕ		
Розробив		Гупало А. С.			Лічильник на SMD компонентах	Літ.	Аркуш 1 / Аркушів 3
Перевірив		Марценюк А. С..					
Рецензор					Перелік елементів	ТНТУ, ФПТ каф. РТ гр. РАс-41	
Н. Контр.		Паляниця Ю. Б.					
Затвер.		Дунець В. Л.					

Поз. позн.	Назва	Кіл.	Примітка
R2	MCF-0,25 -1кОм ±5 %	1	
R3-R6	MCF-0,25 -10кОм ±5 %	4	
R7	MCF-0,25 -1800м ±5 %	1	
R8-R12	MCF -0,25 -10кОм ±5 %	5	
R13	MCF-0,25 -100 Ом ±5 %	1	
R14	MCF-0,25 -10 кОм ±5 %	1	
R15	MCF -0,25 -330 Ом ±5 %	1	
R16	MCF -0,25 -10 кОм ±5 %	1	
R17	MCF -0,25 -4,7 кОм ±5 %	1	
R18-R25	MCF-0,25 -330 Ом ±5 %	8	
R26-R27	MCF-0,25 - 1кОм ±5 %	2	
R28	MCF-0,25 -10 Ом ±5 %	1	
R29	MCF-0,25 - 1,3 кОм ±5 %	1	
R30	T73RXX5K-0,5 -1 кОм ±10 %	1	
SA1	Перемикач тумблерний SMTS-102 «Daier»	1	
SB1-SB4	Кнопка тактова KFC-A06-20 «Daier»	3	
U1	Оптопара TCST230 "VISHAY"	1	
VD1	Стабілітрон BZX55C2V4 «VISHAY»	1	
VD2-VD3	Діод 1N4007 «DIOTEC SEMICONDUCTOR»	2	
VD4	Стабілітрон BZX55C2V4 «VISHAY»	1	
	Транзистори		
VT1-VT4	BC557 «DIOTEC SEMICONDUCTOR»	4	
VT5-VT7	BC547 «DIOTEC SEMICONDUCTOR»	3	

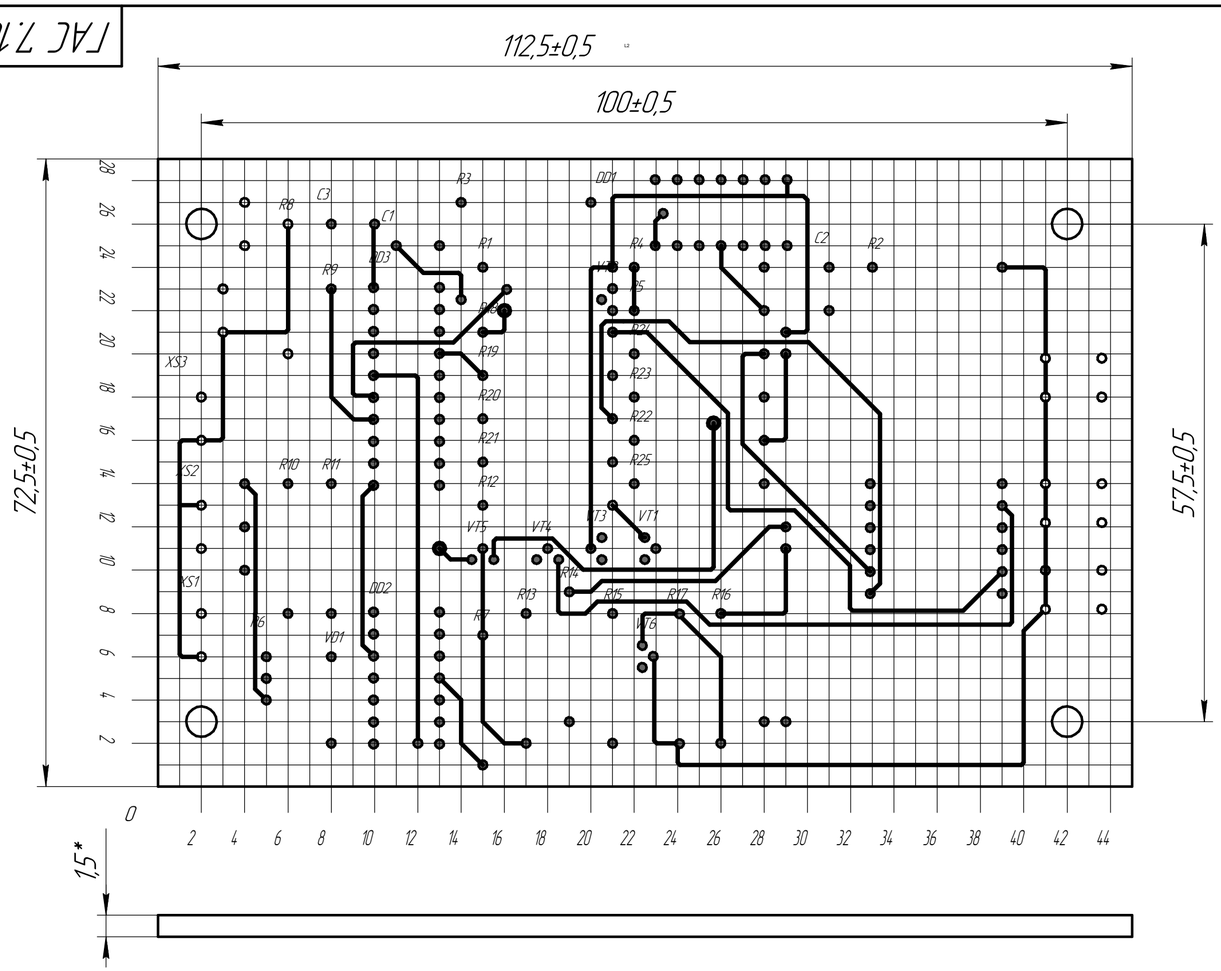
Поз. позн.	Назва	Кіл.	Примітка
XS1–XS5	Роз'єми DG350–3.5–02P «DEGSON»	5	

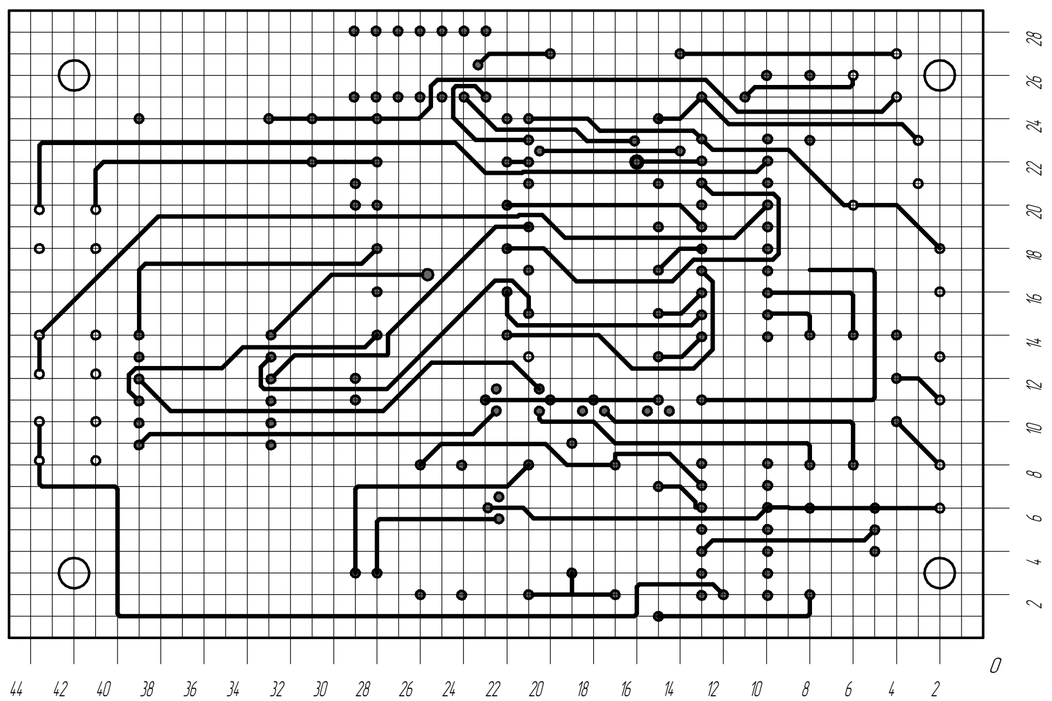
Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				Документація		
А3			ГАС 2.899.003 Е3	Схема електрична принципова		
А4			ГАС 2.899.003 ПЕ	Перелік елементів		
А2			ГАС 2.899.003 СК	Вузол друкований		
				Деталі		
А2		1	ГАС 7.161.001	Плата друкована	1	
				Інші вироби		
				Конденсатори		
		2		C322C – 100нФ ± 10% «KEMET»	3	C1–C3
				Мікросхеми		
		3		SN74HC14 «Texas Instruments»	1	DD1
		4		LM339 «Texas Instruments»	1	DD2
		5		ATTiny2313 «MICROCHIP TECHNOLOGY»	1	DD3
		6		7-сегметний індикатор	1	HG1
				LFD039BAG-102-02 «WENRUN»		
				Світлодіоди		
		7		BL-B51V1 «BRIGHTLED»	1	HL1
		8		BL-B2141Q «BRIGHTLED»	2	HL2–HL3

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГАС 2.899.003		
Розроб.		Гупало А. С.			Друкований вузол	Літ.	Аркуш 1 / Аркушів 2
Перевір.		Марценюк А. С..				Н	
Н Контр.		Паляниця Ю.Б.				ТНТУ, ФПТ каф. РТ гр. РАс-41	
Затверд.		Дунець В. Л.					

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.ьк.	Прим.
				Резистори		
				«VISHAY»		
		9		MCF–0,25 –100 Ом ±5 %	1	R13
		10		MCF–0,25 –150 Ом ±5 %	1	R1
		11		MCF–0,25 –1800м ±5 %	1	R7
		12		MCF –0,25 –330 Ом ±5 %	9	R15,R18–R25
		13		MCF–0,25 –1кОм ±5 %	1	R2
		14		MCF –0,25 –4,7 кОм ±5 %	1	R17
		15		MCF–0,25 –10кОм ±5 %	11	R3–R6, R8–
						R12, R14, R16
		16		Перемикач тумблерний	1	SA1
				SMTS–102 «Daier»		
		17		Кнопка тактова	3	SB1–SB3
				KFC–A06–20 «Daier»		
		18		Стабілітрон BZX55C2V4 «VISHAY»	1	VD1
				Транзистори		
		19		BC557 «DIOTEC SEMICONDUCTOR»	4	VT1–VT4
		20		BC547 «DIOTEC SEMICONDUCTOR»	2	VT5–VT6
		21		Роз'єми DG350–3.5–02P «DEGSON»	3	XS1–XS3

ГАС 7.103.001





Таблиця отворів

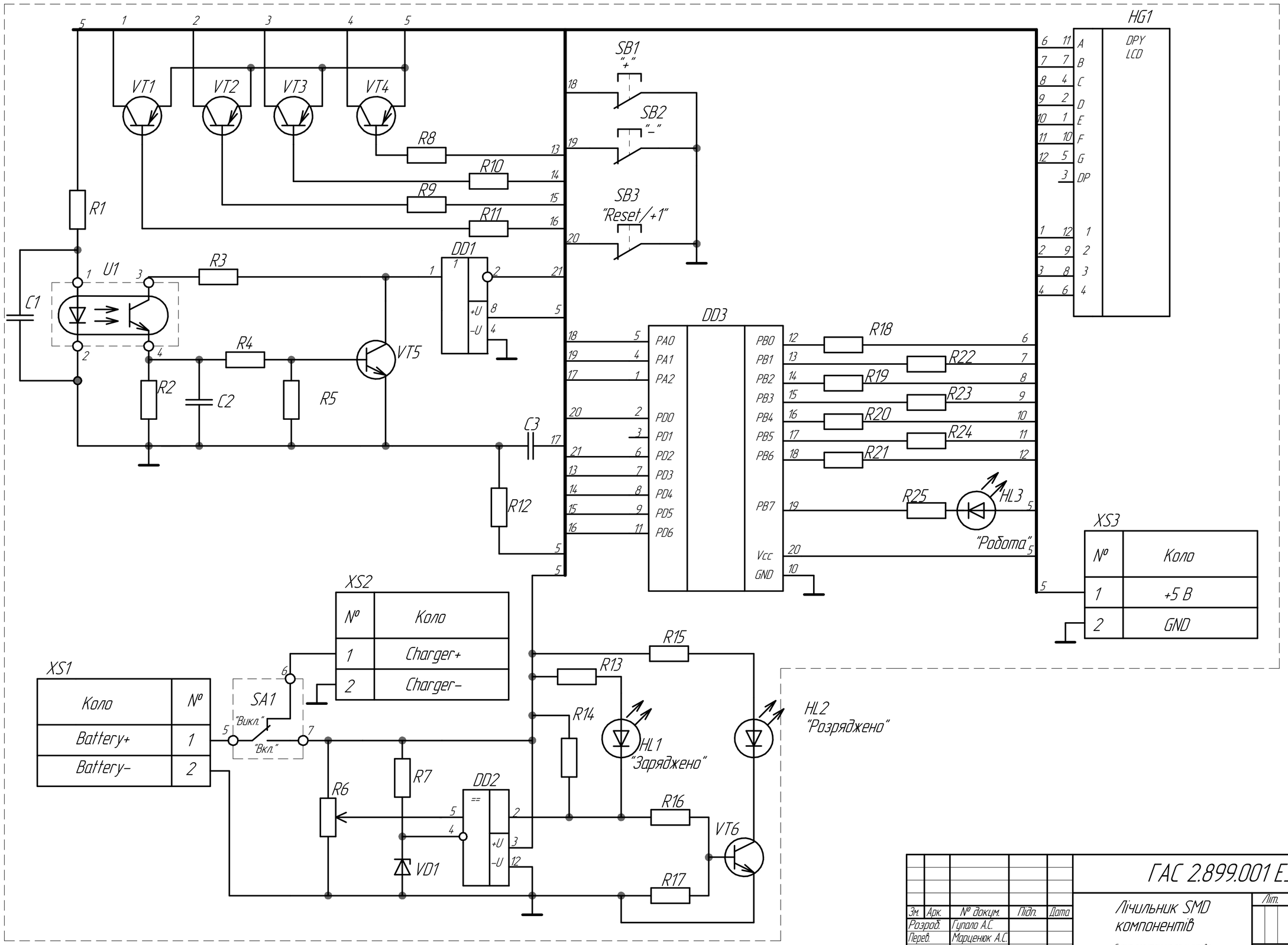
Позначення отвору	Діаметр отвору	Діаметр конт. площадки	Наявність металізації	К-ть отворів
●	0.5	0.3	металіз.	102
○	0.7	0.9	металіз.	54

1. *Розміри для довідок;
2. Клас точності 3
3. Крок координатної сітки 1.25 мм.
4. Плату виготовляти хімічним методом.
5. Параметри отворів–див.Таблицю отворів.
6. Мінімальна ширина друкованих провідників 0.5 мм
7. Мінімальна відстань між друкованими провідниками 0.3 мм.
8. Плату маркувати фарбою ТН ПФ–01 біла ТУ 29–02–889–88шрифтом 2.5 ПР. 41.
9. Контактні площадки покрити припоєм ПОС–40

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	ГАС 7.103.001		
Розроб.		Гупало А.С.			Плата друкована	Літ.	Маса 0,2 / Масштаб 1:1
Перев.		Марценюк А.С.				Арк.	Аркушів 1
Т.контр.					СФ–2–1,5–35Г	ТНТУ, ФПТ каф. РТ гр. РАс–41	
Н.контр.		Паляниця Ю.Б.					
Затв.		Дунець В.Л.					

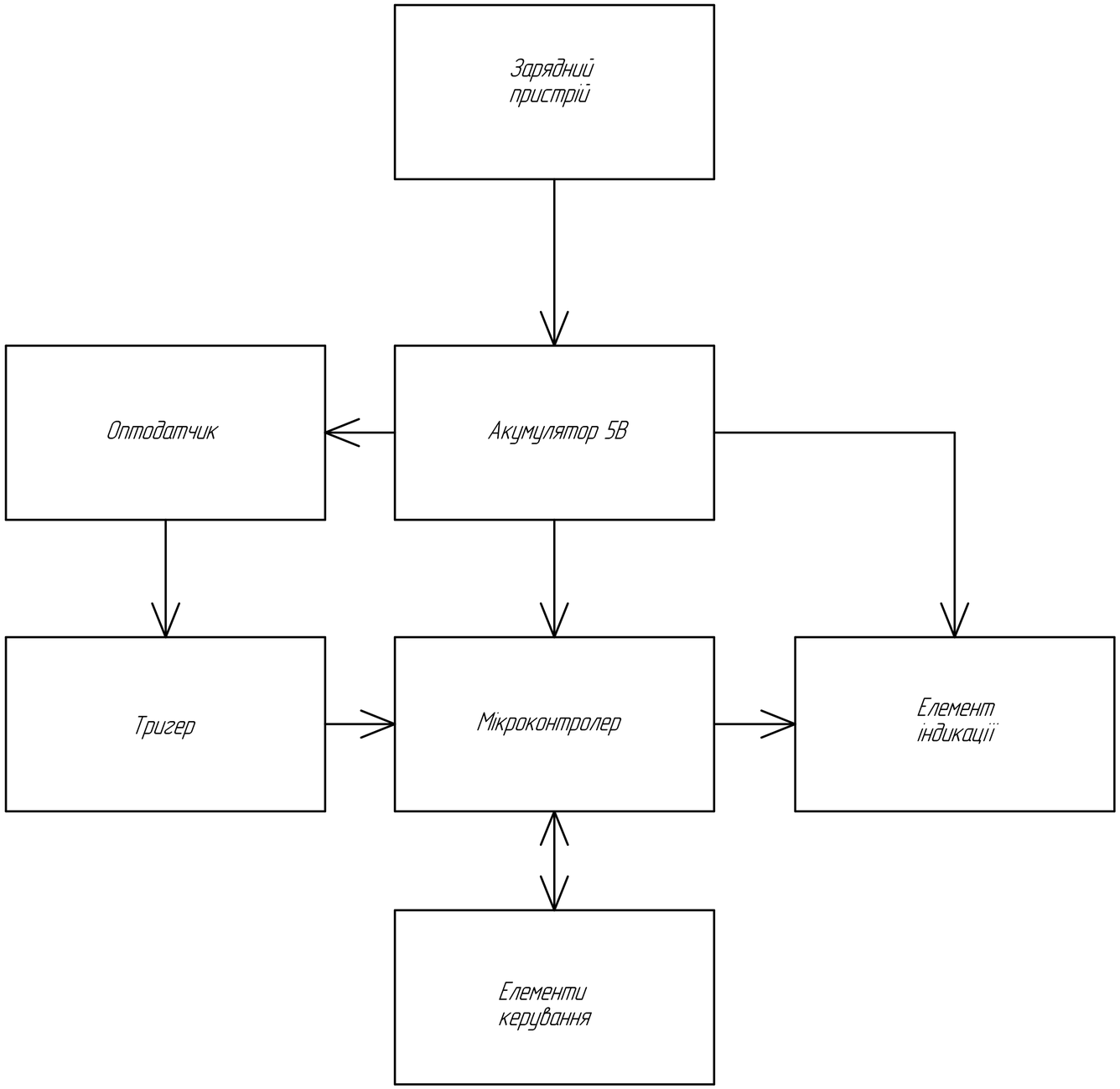
Формат А2

ГАС 2.899.001 Е3



Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	ГАС 2.899.001 Е3		
Розроб.		Гупало А.С.			Лічильник SMD компонентів	Літ.	Маса	Масштаб
Перев.		Марценюк А.С.						1:1
Т.контр.					Схема електрична принципова	Арк.	Аркушів 1	
Н.контр.		Полянниця Ю.Б.				ТНТУ, ФПТ каф. РТ гр. РАс-41		
Затв.								

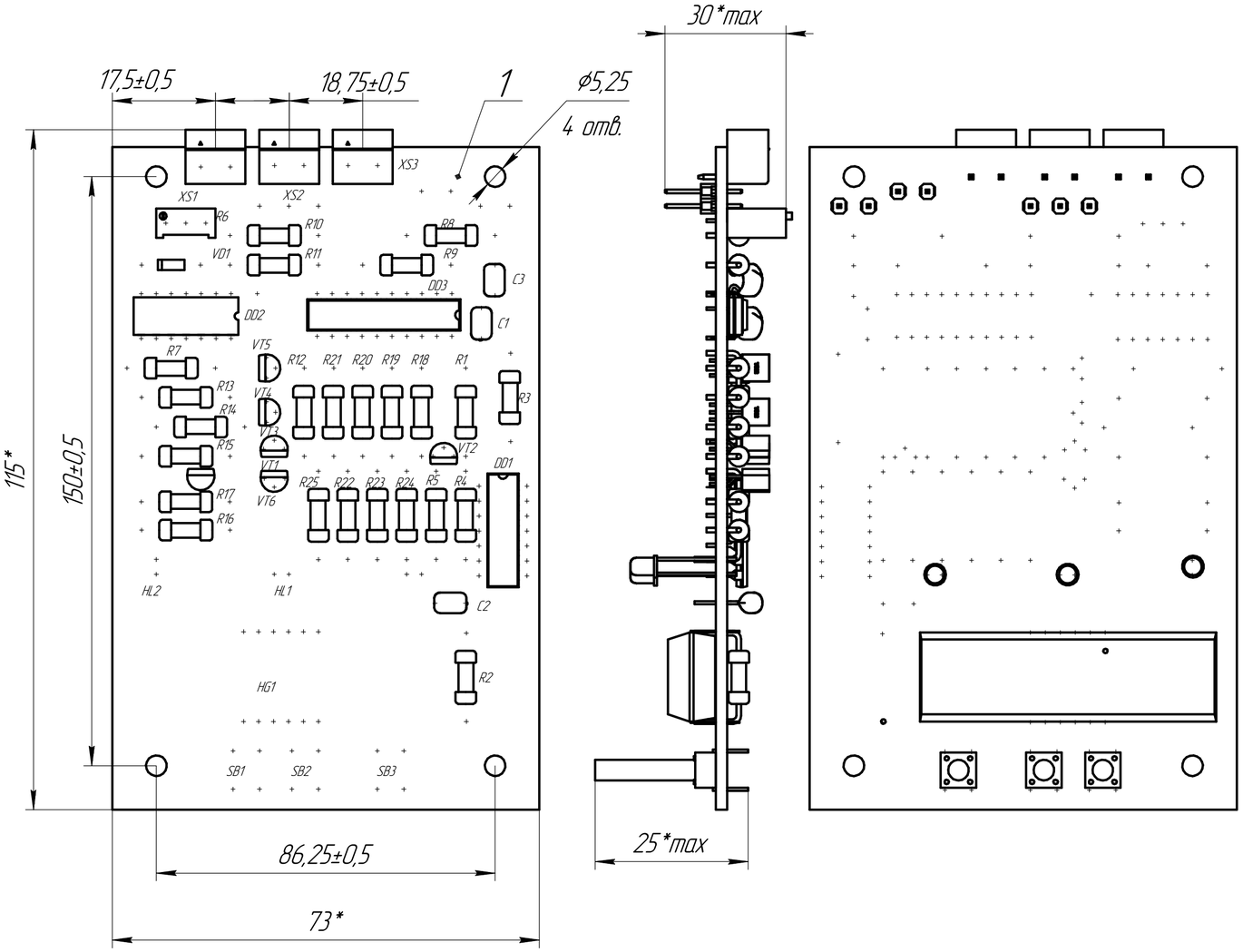
Формат А2



						ОМВ 2.899.001 Е1	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			
Розроб.		Гупало А.С.			Лічильник SMD компонентів	Літ.	Маса / Масштаб
Перев.		Марценюк А.С.					– / 2:1
Т.контр.					Схема електрична структурна	Арк.	Аркушів 1
Н.контр.		Паляниця Ю.Б.				ТНТУ, ФІТТ каф. РТ	
Затв.		Дунець В.Л.				гр. РАс-41	

Формат А2

ГАС 2.899.001 СК



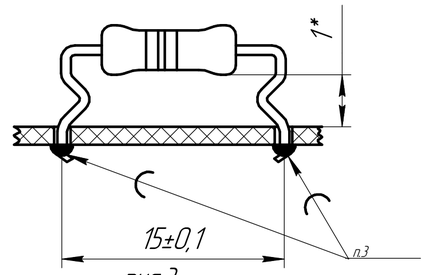


рис.3

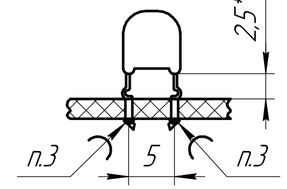


рис.4

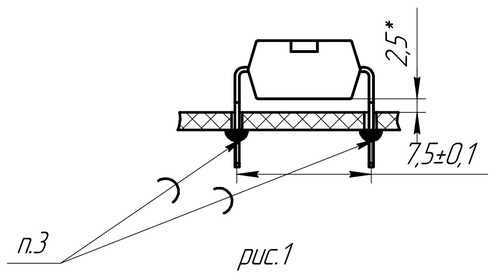


рис.1

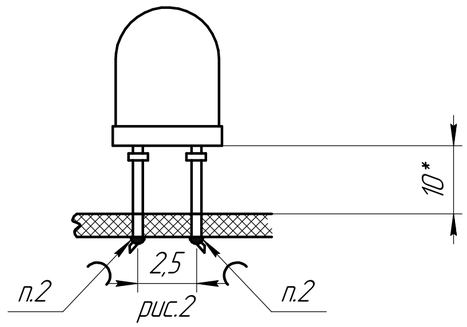


рис.2

1.* Розміри для довідок
2. Крок координатної сітки 2.5мм, елементи встановити: резистори R1–R5, R7–R25 згідно мал.1; діод VD1 згідно мал.2; мікросхеми DD1–DD3 згідно мал.3; конденсатори C5, C6, C8, C11–C14, C17, C18, C25–C28 згідно мал.4;
3. Паяти ПОС–61 ДСТУ ГОСТ21931–76
4. Виводи згинати під кутом 30 та обрізати в межах контактних площадок
5. Покрити лаком АК–133
6. Позначення елементів показано умовно

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	ГАС 2.899.001 СК			
Розробив		Гупало А.С.			Друкований вузол	Літ.	Маса	Масштаб
Перев.		Марценюк А.С.					0.45	1:1
Т.контр.					Складальне креслення	Аркуш	Аркушів 1	
Н.контр.		Паляниця Ю.Б.				ТНТУ, ФПТ каф. РТ гр. РАс–41		
Затв.		Дунець В.Л.						

Формат А2