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: *Частотомір з функцією вимірювання періоду сигналу*

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

(підпис) *Шастків М. А.* (прізвище та ініціали)

Керівник (підпис) *Марценюк А. С.* (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль (підпис) *Марценюк А. С.* (прізвище та ініціали)

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

Рецензент (підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль 2024

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

Факультет *прикладних інформаційних технологій та електроінженерії*
(повна назва факультету)

Кафедра *радіотехнічних систем*
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

« » 20___ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня *бакалавр*
(назва освітнього ступеня)

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

студенту *Шасткову Максиму Андрійовичу*
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Частотомір з функцією вимірювання періоду сигналу*

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: 10 В, струм споживання: 20 мА, частота для Вимірювання: 40 МГц*

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

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

6. Консультанти розділів роботи

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

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	*Розробка схеми електричної принципової приладу*		
5	*Розрахунок основних вузлів у схемі приладу*		
6	*Вибір компонентної бази*		
7	*Компоновка друкованого вузла вимірювача*		
8	*Створення допоміжної документації*		
9	*Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони*		
	праці		
10	*Нормоконтроль*		
11	*Перевірка роботи на антиплагіат*		
12	*Попередній захист КР*		
13	*Захист КР*		

Студент _____ *Шастків М. А.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

АНОТАЦІЯ

Частотомір з функцією вимірювання періоду сигналу // ТНТУ, факультет ФПТ, група РАс-41. // Тернопіль, 2024 р. //с.-59, рис.-40, табл.-0.

Ключові слова: частотомір , SMD, період сигналу.

В контексті дипломного проекту був створений прилад для визначення частоти з можливістю оцінки періоду сигналу. Розробка включала розробку блок-діаграми та вибір комплектуючих для асемблювання схеми Е3 з докладним каталогом компонентів. Було виконано проектування плати та компонування вузлів з урахуванням їх специфікацій. Здійснено детальні обчислення для кожного етапу схеми, включно з аналізом стабілізатора напруги. Окремий розділ присвячений інструментарію САПР, який був застосований для дизайну, зокрема для розробки схематичних та конструкторських креслень. Також розділ безпеки описує заходи щодо забезпечення безпеки праці та запобігання нещасним випадкам на робочому місці.

ABSTRACT

Frequency Counter with Signal Period Measurement Function // Ternopil National Technical University, Faculty of Electronics and Computer Technology, Group RAc-41 // Ternopil, 2024 // pp. 59, figs. 40, tabs. 0.

Keywords: frequency counter, SMD, signal period.

In the context of the diploma project, a device was developed for measuring frequency with the capability to assess signal periods. The development included creating a block diagram and selecting components for assembling the E3 circuit with a detailed component catalog. Board design and assembly of units were carried out considering their specifications. Detailed calculations were performed for each circuit stage, including voltage stabilizer analysis. A dedicated section discusses the CAD tools used for design, specifically for developing schematic and engineering drawings. Additionally, a safety section outlines measures ensuring workplace safety and accident prevention.

ЗМІСТ

Вступ 5
1 Основна частина 6
1.1 Аналіз технічного завдання частотоміра з функцією вимірювання періоду сигналу 6
1.1.1 Обґрунтування актуальності роботи частотоміра з функцією вимірювання періоду сигналу 7
1.1.2 Аналіз інформації 11
1.2 Розробка структурної схеми частотоміра з функцією вимірювання періоду сигналу 11
1.3 Проєктування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми частотоміра з функцією вимірювання періоду сигналу 13
1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази частотоміра з функцією вимірювання періоду сигналу 17
1.5 Компоновка друкованого вузла частотоміра з функцією вимірювання періоду сигналу 34
1.6 Висновки до розділу 1 36
2 Спеціальна частина (САПР) 38
2.1 Створення бібліотеки елементів в САПР (Altium Designer) 38
2.2 Висновки до розділу 2 47
3 Охорона праці та безпека життєдіяльності 49
3.1 Таксонометрія небезпек 49
3.2 Долікарська допомога при отруєннях 50
Висновки 56
Список використаних джерел 57
Додатки 59

Вступ

Частотомір (також відомий як герцметр) є приладом для вимірювання частот періодичних процесів або частот гармонічних складових спектра сигналу. Цей прилад застосовується в хвилемірах, тахометрах, логометрах та інших вимірювальних пристроях.

Частотоміри можна класифікувати за декількома параметрами:

Спосіб вимірювання: існують прилади безпосередньої оцінки (наприклад, аналогові) та прилади порівняння (наприклад, резонансні, гетеродинні, електронні лічильники).

Фізична сутність величини: частотоміри вимірюють частоту синусоїдальних коливань (аналогові), частоту гармонічних складових (гетеродинні, резонансні, вібраційні) та частоту дискретних подій (електронні лічильники, конденсаторні).

Конструкція: частотоміри можуть бути щитовими, портативними або стаціонарними.

Електронні лічильники є найпоширенішими через свою універсальність, широкий діапазон частот (від частки герца до десятків мегагерц) та високу точність. Для вимірювання вищих частот використовують додаткові блоки, такі як подільники частоти та перетворювачі частоти.

Резонансні частотоміри, зі своєю можливістю визначати частоту-носія імпульсно-модульованих сигналів, також є корисними вимірювальними пристроями.

Ці прилади знайшли застосування в обслуговуванні, регулюванні та діагностиці радіоелектронного обладнання, а також контролі роботи радіосистем і технологічних процесів.

1 Основна частина

1.1 Аналіз технічного завдання частотоміра з функцією вимірювання періоду сигналу

Аналіз технічного завдання частотоміра з функцією вимірювання періоду сигналу міг би включати наступні ключові аспекти:

Частотний діапазон: Який діапазон частот потрібно підтримувати? Наприклад, від низьких частот, наприклад, кілька герц, до високих частот в мегагерцовому діапазоні.

Точність: Яка точність вимірювання частоти і періоду необхідна? Це може включати вимоги до точності в залежності від частоти і типу сигналу.

Роздільна здатність: Яка роздільна здатність вимірювання потрібна для частоти і періоду? Наприклад, скільки значень після коми потрібно для вимірювання частоти?

Інтерфейс і зручність використання: Чи потрібен прилад з LCD дисплеєм, інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом, можливістю зберігання даних і відображення результатів?

Функціональність: Які додаткові функції бажані? Наприклад, можливість модуляції сигналу, аналізу гармонік, режиму збору статистичних даних, автоматизації вимірювань через інтерфейси зовнішніх зв'язків.

Можливості зберігання і обробки даних: Чи потрібні можливості зберігання вимірювань, можливість підключення до ПК для аналізу даних, інтеграція з програмним забезпеченням для обробки і візуалізації даних?

Надійність і довговічність: Вимоги до надійності роботи приладу, сервісної підтримки, терміну служби і гарантійних умов.

1.1.1 Обґрунтування актуальності роботи частотоміра з функцією вимірювання періоду сигналу

Актуальність роботи частотоміра з функцією вимірювання періоду сигналу визначається декількома факторами:

Широке застосування в електроніці: Частотоміри з функцією вимірювання періоду сигналу є важливими для вимірювання частоти і періоду сигналів у різних областях електроніки, зокрема, в телекомунікаціях, радіозв'язку, медичних приладах, автоматизації та вимірювальній техніці.

Точність та швидкість вимірювання: Висока точність і швидкість вимірювання періоду сигналу дозволяють ефективно контролювати і аналізувати робочі параметри сигналів і систем, що вимагається в сучасних технологіях.

Необхідність у складних системах: Зростання складності електронних систем призводить до необхідності високоточного вимірювання частоти і періоду сигналів, що робить частотоміри з функцією вимірювання періоду невід'ємним елементом обладнання.

Щодо існуючих приладів або їх схемотехнічних рішень, на сьогоднішній день існує багато виробників частотомірів з різними характеристиками і можливостями. Вони можуть варіюватися від простих портативних пристроїв до складних лабораторних стендів з розширеними функціональними можливостями. Типові схемотехнічні рішення включають в себе використання мікроконтролерів або спеціалізованих інтегральних схем для вимірювання і обробки сигналів.

Приклади частотомірів з функцією вимірювання періоду сигналу, які можуть бути використані в різних сферах:

Agilent 53131A:

Характеристики: Цей частотомір від Keysight Technologies пропонує вимірювання частоти з діапазоном від 0.01 Гц до 225 МГц з точністю 10

знаків після коми. Він також може вимірювати період і час затримки, а також має можливість аналізувати статистику вимірювань.

Особливості: Agilent 53131A є досить надійним і зручним для використання в лабораторних умовах або для технічних сервісів, де потрібна висока точність і швидкість вимірювань.

Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд Agilent 53131A

Tektronix FCA3000:

Характеристики: Цей частотомір від Tektronix охоплює частотний діапазон від 1 мкГц до 300 МГц з високою чутливістю і точністю. Він має вбудований LCD дисплей для відображення результатів вимірювань і можливість зберігання даних.

Особливості: Tektronix FCA3000 відомий своєю здатністю до вимірювання часових параметрів сигналів і зручністю в експлуатації, що робить його популярним серед інженерів і техніків.

Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд Tektronix FCA3000

Rigol DG1022:

Характеристики: Цей прилад поєднує в собі функції генератора сигналу і частотоміра. Він працює в діапазоні від 1 мкГц до 25 МГц і має можливості модуляції сигналу і генерації різноманітних типів сигналів.

Особливості: Rigol DG1022 зручний для навчальних цілей і малих дослідницьких лабораторій, де потрібно як генерація, так і вимірювання сигналів з одного пристрою.

Рисунок 1.3 – Зовнішній вигляд Rigol DG1022

Fluke 726:

Характеристики: Цей частотомір від Fluke має високу точність і вимірює частоту в діапазоні до 550 МГц. Він включає функції вимірювання часу, частоти і часу затримки, а також може здійснювати аналіз часових параметрів сигналів.

Особливості: Fluke 726 дозволяє проводити точні вимірювання в різних умовах, включаючи вимірювання стабільних і змінюваних частот.

Рисунок 1.4 – Зовнішній вигляд Fluke 726

Ці моделі представляють різні класи частотомірів з різними характеристиками і функціональними можливостями, що робить їх підходящими для різних сценаріїв вимірювання в електроніці, телекомунікаціях, медицинських дослідженнях та інших галузях.

1.1.2 Аналіз інформації

Завдання полягає в розробці частотоміра з функцією вимірювання сигналу, який повинен бути умірено складним та дешевим, але при цьому забезпечувати високу точність вимірювання частоти. Також додатковою функцією є вимірювання періоду сигналу.

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Найвища можлива частота для вимірювання, МГц – 40

Крок вимірювання частоти стандартним методом, Гц – 1

Крок вимірювання частоти через період, Гц – 0,001

Найменший вимірюваний період, мкс – 0,05

Найбільший вимірюваний період, с – 2

Частота зміни методу вимірювання періоду та частоти, Гц - 900…1000

Мінімальна вимірювана тривалість імпульсів, мкс – 1

Максимальна вимірювана тривалість імпульсів, с – 1

Амплітуда вимірюваного сигналу, В – 0,1…100

Відносна помилка вимірювання – 1·10^5

Додаткова помилка вимірювання за од. мл. розряду – 1

Час відображення результату вимірювання, с – 0,25—2

Затримка автоматичного вимкнення приладу, хв – 8, 16, 32,64

Допустиме напруга живлення, В – 5,5

Середній струм споживання у робочому режимі, мА – 15…25

Струм споживання у режимі очікування, мкА – не більше 10

1.2 Розробка структурної схеми частотоміра з функцією вимірювання періоду сигналу

Частотомір - це пристрій, який вимірює електричні сигнали з певною формою, частотою та амплітудою. Він складається з декількох ключових

компонентів, кожен з яких виконує свою функцію для забезпечення правильної роботи всієї системи.

Схема принципова структурна частотоміра складається з наступних блоків.

Джерело живлення надає 5,5 В. Стабілізатор 5,5 В підвищує напругу живлення до необхідної для живлення усіх каскадів.

Мікроконтролер здійснює вимірювання, обчислення та загальне керування приладом.

Вхідна ланка забезпечує початкову обробку сигналу вимірювання перед надходженням на мікроконтролер.

Елементи керування дозволяють змінювати режими роботи операторові.

Блок відображення інформації показує інформацію про вимірювання та про режим роботи частотоміра.

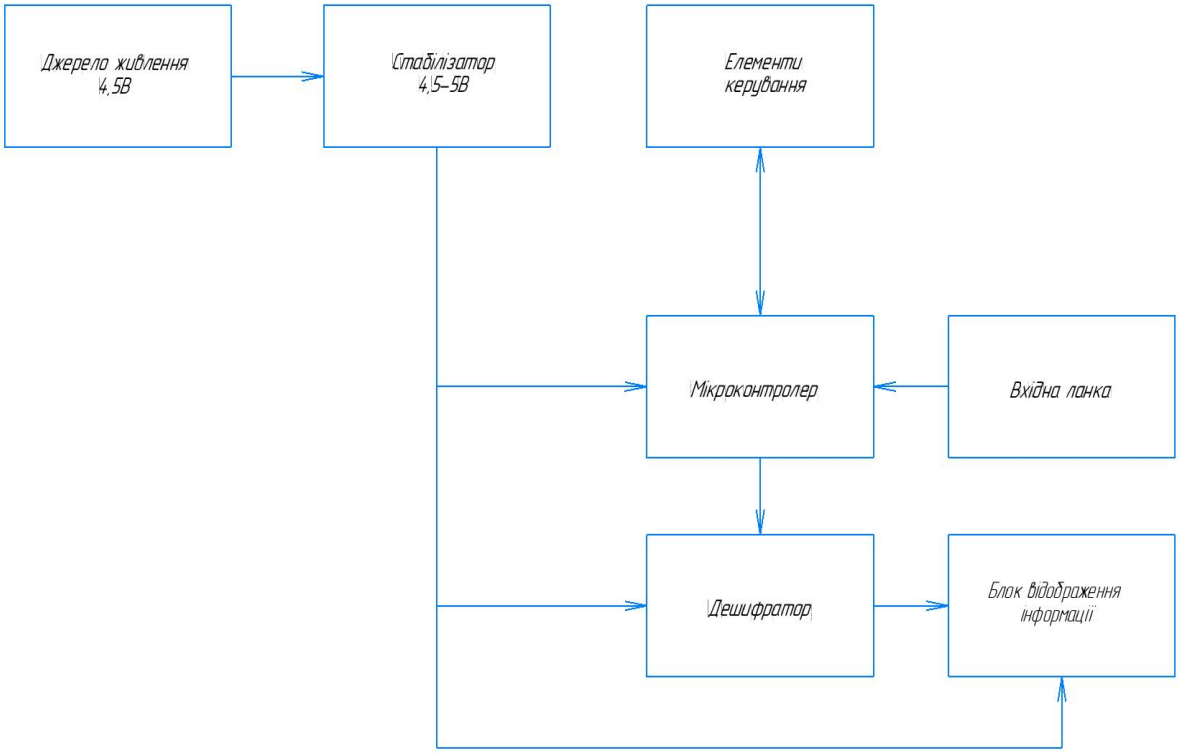


Рисунок 1.5 – Структурна схема частотоміра з функцією вимірювання періоду сигналу

1.3 Проєктування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми частотоміра з функцією вимірювання періоду сигналу

Мікроконтролер PIC16F628A (DD2) виводами порту B (крім RB2) і виводом RA3 через обмежувальні резистори (R5-R12) керує відповідно сегментами і комою індикатора, в якості якого використовуються два 4-розрядних LED індикатори FYQ3641A з загальним катодом (виводи сегментів і десяткової точки індикаторів з'єднані попарно). Керування розрядами відбувається з виходів дешифратора DD1 (74HC138), на входи якого керуючий сигнал подається з виводів RA0-RA2 DD2. Виводами RA0 та RA1 також здійснюється контроль стану кнопок керування S1 та S2 за допомогою резисторів R1-R4. Тактування мікроконтролера відбувається від кварцового генератора з частотою 16 МГц, який включає зовнішні елементи Z1, C1-C3. Вивід MCLR включений як вивід скидання, на нього подано потенціал +5В. Динамічна індикація, як зазначалося раніше, відбувається в перериваннях від TMR2 з інтервалом 2 мс, так що оновлення індикатора відбувається з частотою приблизно 63 Гц. У цьому випадку забезпечується рівне без мерехтіння свічення індикатора в усіх режимах приладу.

Сигнал з вхідного підсилювача надходить на об'єднані виводи T0CKI та CCP1 (виводи 3 і 9 МК DD2). У режимі звичайного частотоміра за виводом 3 здійснюється підрахунок імпульсів, а вивід 9 (у даному випадку встановлений як вхід/вихід RB3) – для відкриття-закриття входу та подальшого «дорахунку». При вимірюванні періоду та тривалості ці виводи включені власне як входи T0CKI та CCP1. При цьому використовується оригінальний алгоритм з «захопленням» значення TMR1 за фронтами сигналу і обчисленням часу між захопленнями, а також контролем коректності результату шляхом аналізу вмісту таймера TMR0. Ідея тут полягає в тому, що сигнал подається на об'єднані входи захоплення і таймера-лічильника МК, що дозволяє за кількістю фронтів імпульсів,

зареєстрованих таймером, судити, чи не пропущені системою захоплення потрібні перепади сигналу через недостатню швидкодію МК.

Вхідний підсилювач на транзисторах VT1-VT3 зібраний за відомою і добре зарекомендованою схемою. Відносно висока ємність конденсаторів C4 і C9 пояснюється необхідністю забезпечення нижньої межі смуги пропускання не менше 1 Гц (для цього ж слугує резистор R23). Елементи C7, C10, C14, L1 слугують для збільшення коефіцієнта підсилення при максимальних вимірюваних частотах. VD1, VD2 і R14 захищають транзистор VT1 від пробою вхідним сигналом.

Вхідний підсилювач споживає значний струм (близько 5 мА), тому знадобилося його відключати від живлення в сплячому режимі за допомогою ключа на MOSFET транзисторі з P-каналом VT2. Через дефіцит вільних виводів МК, цей ключ керується з виводу 1 DD2 (RA2), що також використовується для керування дешифратором DD1. У робочому режимі на цьому виводі присутній меандр з частотою близько 125 Гц. При негативних рівнях конденсатор C6 заряджається через ланцюжок VD3R16 і транзистор VT2 відкривається негативним потенціалом на затворі. Діод перешкоджає розряду конденсатора при позитивному рівні сигналу через відносно малий опір резистора R16. Постійна часу ланцюжка C6, R20 обрана достатньо великою для виключення попадання на вхідний підсилювач перешкоди з частотою 125 Гц. У сплячому режимі на виході 1 DD2 присутній позитивний потенціал, конденсатор C6 розряджається через резистор R20 і приблизно через 3-5 сек транзистор VT2 закривається і повністю відключає вхідний підсилювач від джерела живлення. Споживаний приладом у сплячому режимі струм у 10 мкА, за бажанням, дозволяє повністю відмовитися від механічного вимикача живлення.

На включених у цьому режимі як входи виводах 17 і 18 (RA0, RA1) МК, а отже і входах 1, 2 DD1, завдяки резисторам R1, R2 теж присутній високий потенціал. При цьому з’являється рівень логічного 0 на виході 7 DD1 і через резистор R13 подається на включений у цьому випадку як вхід

вивід RB7 DD2. При натисканні будь-якої кнопки змінюється код на входах дешифратора і на його виводі 7 з'являється рівень логічної 1, що також передається через R13 на вивід МК RB7. Оскільки в цьому режимі включено переривання за зміною рівня на цьому вході, мікроконтролер при натисканні будь-якої кнопки виходить зі сплячого режиму (SLEEP).

Схема живиться від інтегрального стабілізатора DA1 типу NCP551SN50 з вихідною напругою 5 Вольт. Ця мікросхема характеризується малим падінням напруги і екстремально малим власним споживаним струмом (типове значення 4 мкА). Використання замість використаного стабілізатора звичайного 78L05 зведе сенс сплячого режиму нанівець через високий струм споживання останнього – близько 3 мА.

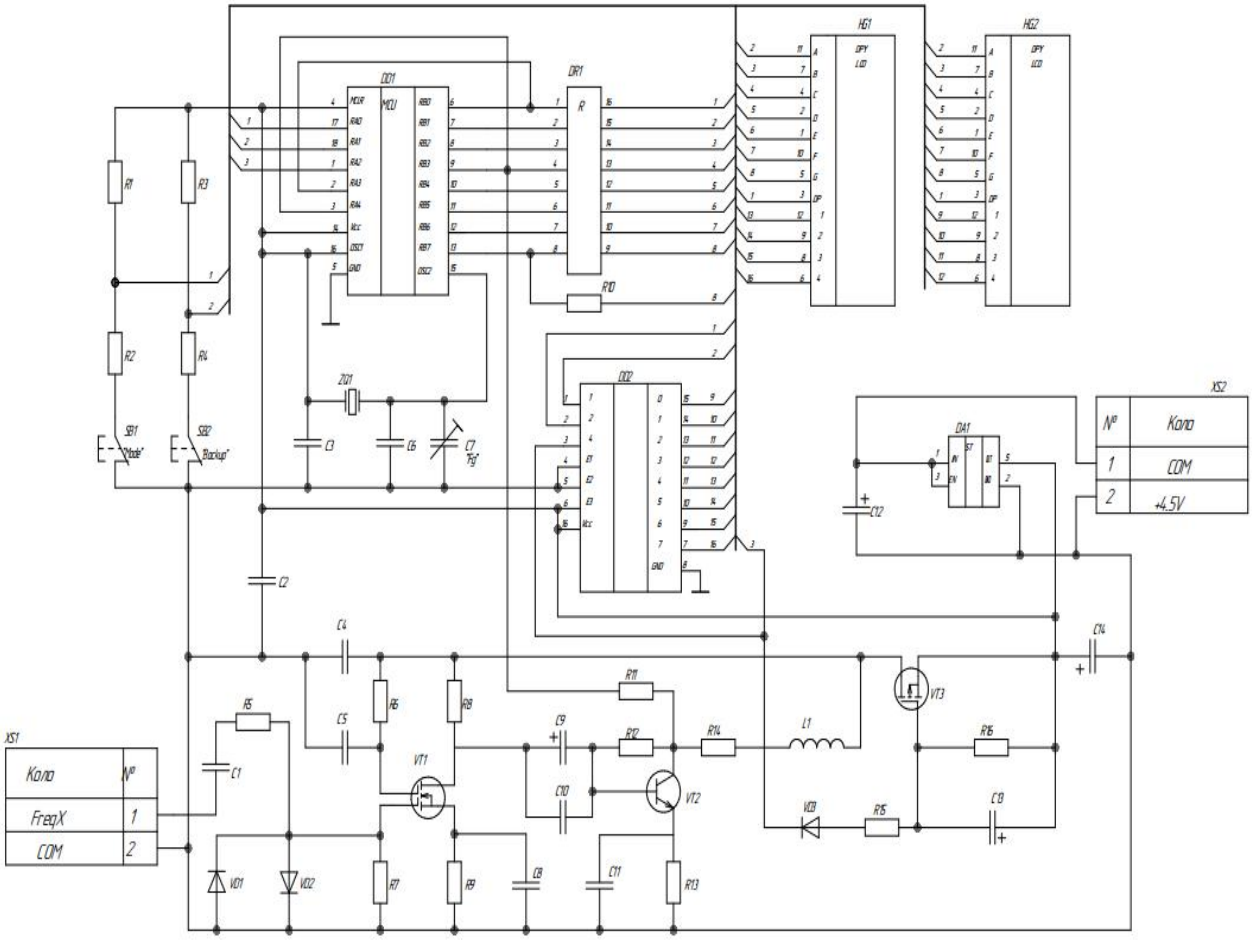


Рисунок 1.6 – Схема електрична принципова частотоміра з функцією вимірювання періоду сигналу

Розрахунок стабілізатора

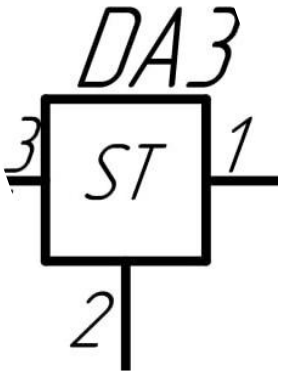


Рисунок 1.7 – Стабілізатор із схеми Е3

При проектуванні стабілізатора напруги з використанням ІМС з фіксованим значенням вихідної напруги, потрібно врахувати наступні умови щодо вибору відповідної ІМС:

Вихідна напруга: Вибрати ІМС з фіксованим значенням вихідної напруги, яка відповідає потрібному значенню для вашого застосування.

Напругові параметри: Перевірити, чи відповідає вибрана ІМС вимогам щодо напругових параметрів вхідного та вихідного шин.

Обмеження розсіюваної потужності: Врахувати обмеження розсіюваної потужності ІМС і переконатися, що вибрана модель може працювати в межах допустимих теплових умов вашого проекту.

Електрична ізоляція: Якщо потрібно, врахувати наявність ізоляції між входом і виходом ІМС.

Стабільність та точність: Перевірити стабільність і точність вихідної напруги в різних умовах експлуатації.

$$U_{вх\ min} - U_{вих} > U_{IMC\ min} \quad (1.1)$$

Оскільки:

$$U_{вх\ max} = 5{,}5\ В < 12\ В = U_{вх\ max\ доп}, \quad (1.2)$$

$$12 - 5{,}5 = 6{,}5\ В > 2{,}5\ В = U_{IMC\ min}$$

Перевірка придатності за потужністю проводиться за умови, що навантажувальний струм складає:

$$I_н = P_н / U_{вих} = 0{,}5 / 5{,}5 = 0{,}09\ А \quad (1.3)$$

Максимальна втрата напруги на цій ІМС:

$$\Delta U = U_{вх\ max} - U_{вих} = 12 - 5{,}5 = 6{,}5\ В \quad (1.4)$$

Потужність втрат на ІМС через розсіювання:

$$P_{IMC} = \Delta U \cdot I_н = 6{,}5 \cdot 0{,}09 = 06\ Вт \quad (1.5)$$

Оскільки: $P_{IMC} = 0{,}6$ Вт < 2 Вт

Таким чином, ІМС NCP551SN50T1G можна використовувати без потреби у додатковому тепловідводі, оскільки результати розрахунків вказали на його відповідність вимогам проекту.

1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази частотоміра з функцією вимірювання періоду сигналу

При виборі компонентної бази для частотоміра з функцією вимірювання періоду сигналу важливо враховувати такі аспекти:

Точність компонентів: Вибір компонентів із високою точністю та стабільністю є критичним для забезпечення точних вимірювань.

Діапазон робочих частот: Компоненти повинні підтримувати діапазон частот, який охоплює максимальну та мінімальну частоту вхідного сигналу.

Температурна стабільність: Компоненти мають бути стійкими до змін температури, щоб забезпечити надійність пристрою.

Сумісність з САПР: Вибір компонентів, які сумісні з програмним забезпеченням для автоматизованого проектування, спрощує процес розробки.

Конденсатор GRM219 [2] від компанії Murata є частиною їх серії керамічних конденсаторів (SMD) і має наступні характеристики:

Робоча температура: .....від -55°C до +125°C;

Номінальна напруга: .....25 В;

Розмір: 0805;

Температурні характеристики: X7R;

Цей конденсатор підходить для використання в споживчому обладнанні, промисловому устаткуванні, мобільній електроніці, медичному обладнанні (крім імплантатів), а також в системах інфотейменту та комфорту автомобілів. Загальний розмір даного конденсатора показаний на рисунку 1.8.

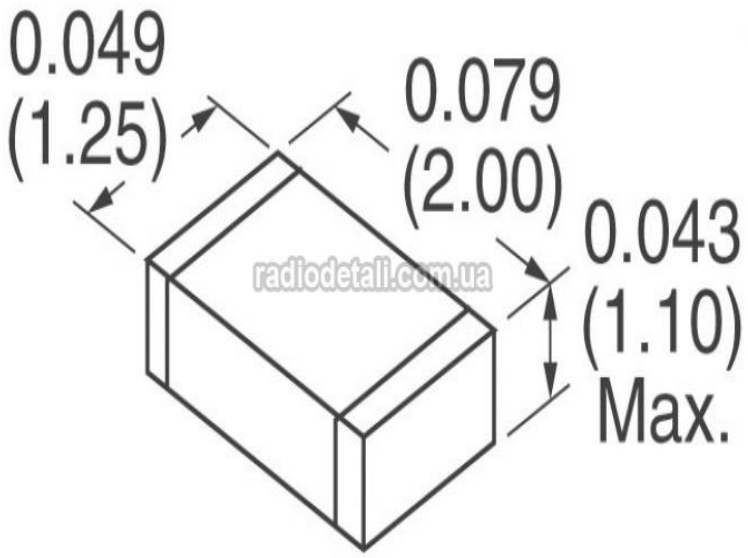


Рисунок 1.8 – Габаритні розміри конденсаторів GRM219

TZC3P300A110R00 [3] від компанії Murata - це змінний конденсатор з діапазоном ємностей від 6,5 до 30 пФ та номінальною напругою 100 В. Він має розміри, колір статора для легкої ідентифікації ємності та призначений для поверхневого монтажу у автоматизованих SMT-лініях.

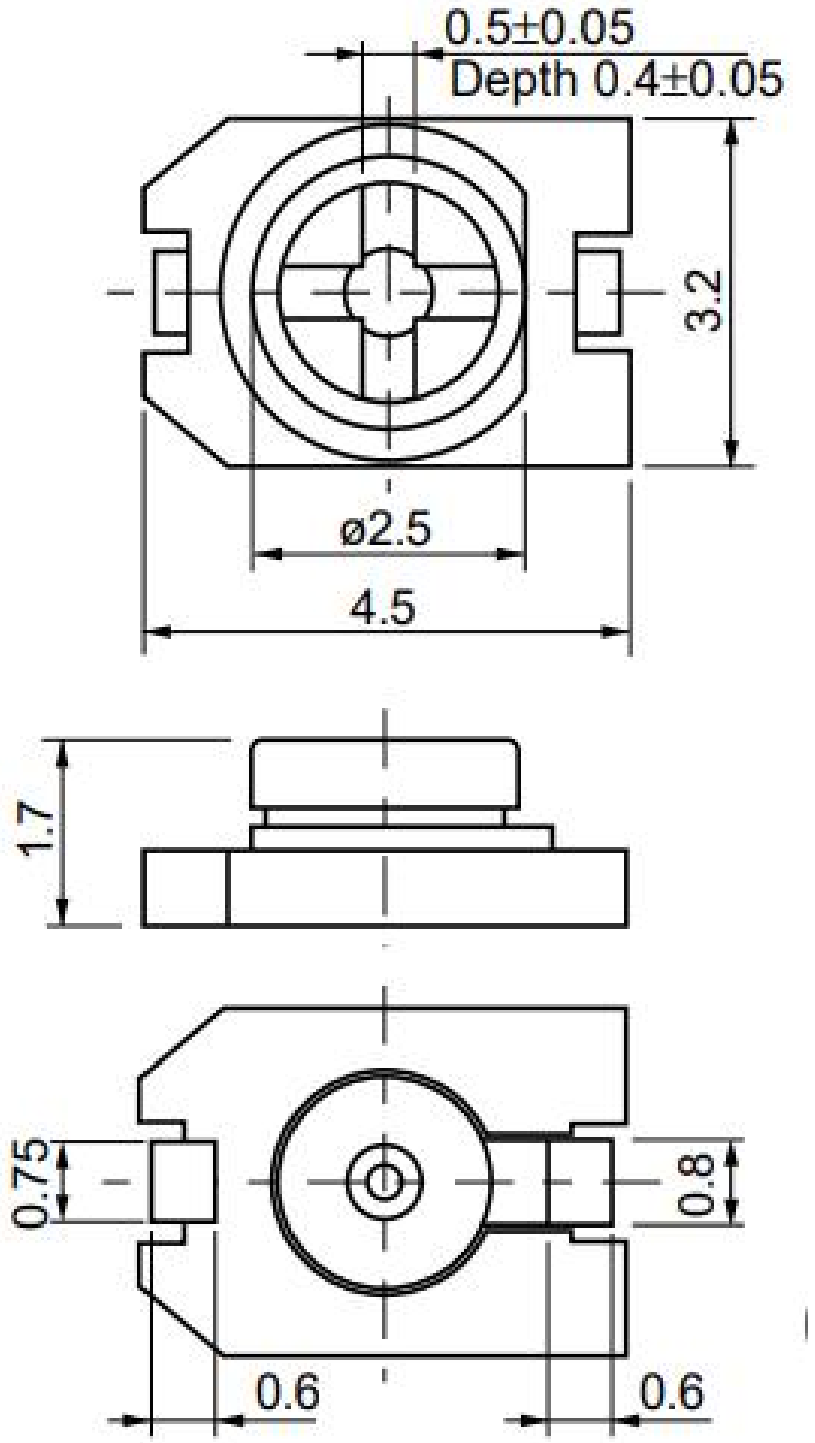


Рисунок 1.9 – Габаритні розміри змінного конденсатора TZC3P300A110R00

EEEF [4] від компанії Panasonic - це алюмінієвий електролітичний конденсатор з номінальною напругою 25 В. Він має термін служби 2000 годин при 105°C і призначений для поверхневого монтажу. Детальні габаритні розміри показані на рисунку 1.10.

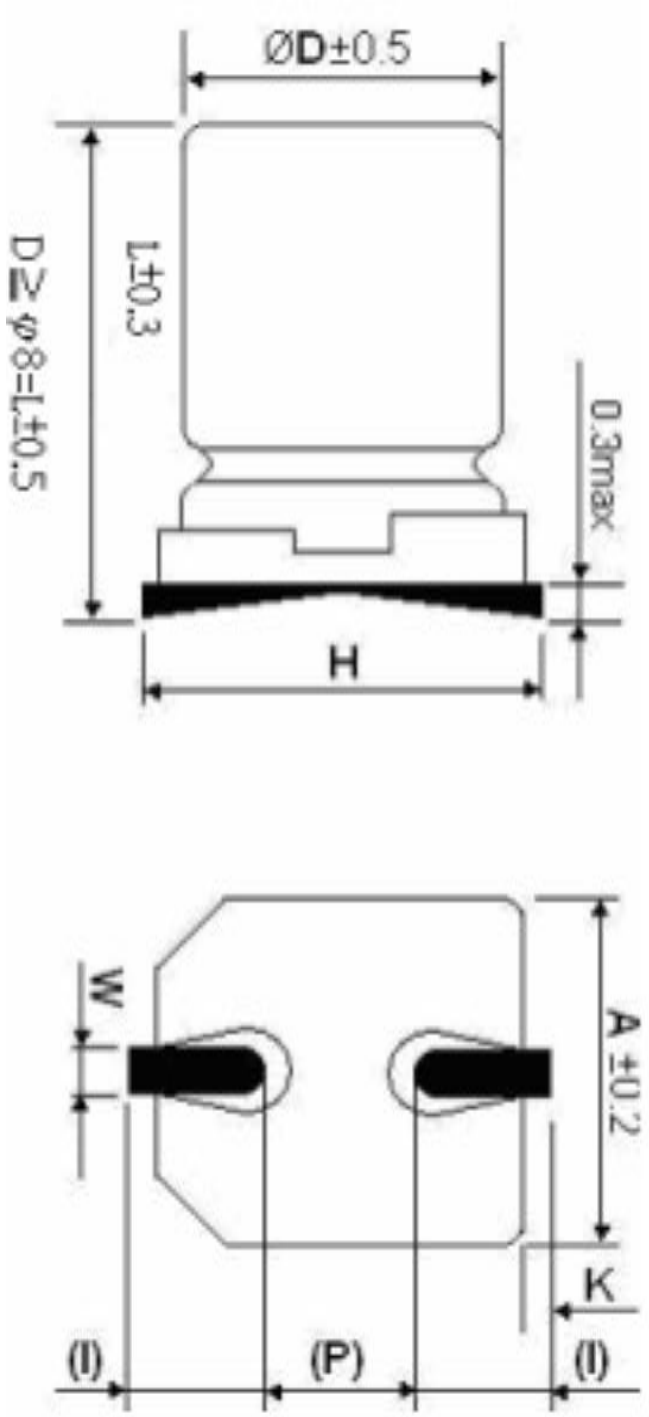


Рисунок 1.10 – Габаритні розміри електролітичних конденсаторів EEEF

NCP551SN50T1G [5] від компанії ON Semiconductor - це лінійний стабілізатор напруги, який забезпечує фіксований вихід 5,0 В та струм до 150 мА. Він має низький рівень споживання струму та функцію включення/виключення. Цей компонент призначений для використання у портативних пристроях, де важлива економія енергії. Детальний малюнок стабілізатора показаний на рисунку 1.11.

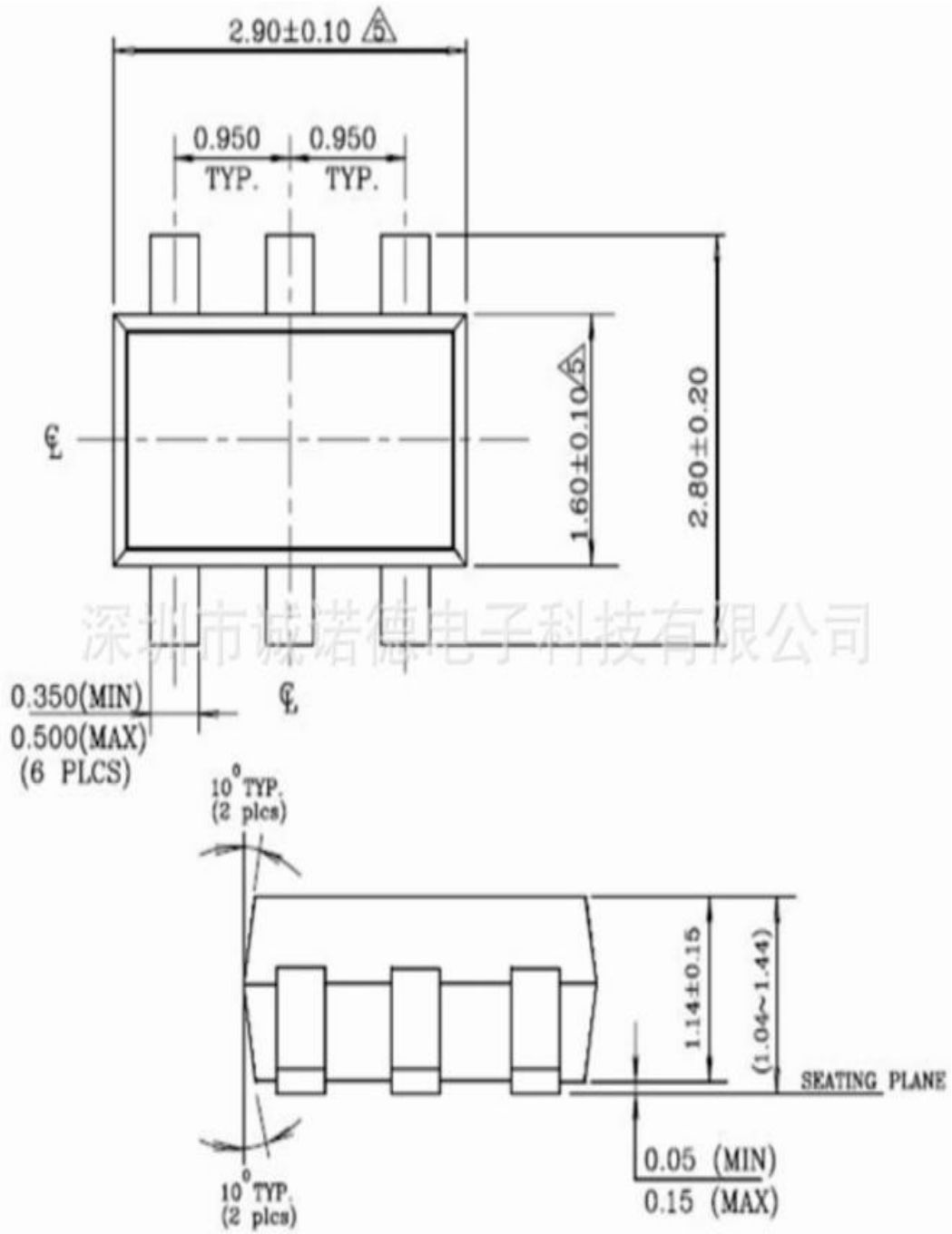


Рисунок 1.11 – Габаритні розміри мікросхеми NCP551SN50T1G

PIC16F628A-I/SO [6] від компанії Microchip Technology - це 8-бітний мікроконтролер, який має 3,5KB флеш-пам’яті, 224 байти RAM, 16 вводів/виводів (I/O), і внутрішній осцилятор з частотою 4МГц. Він також має EEPROM пам’ять на 128 байт, функції захоплення/порівняння/PWM, USART, два компаратори та програмоване джерело опорної напруги, що робить його ідеальним для аналогових/інтегрованих рівневих застосувань у автомобільній промисловості, промислових приладах, побутових приладах та споживчих застосуваннях. Мікроконтролер показаний на рисунку 1.12.

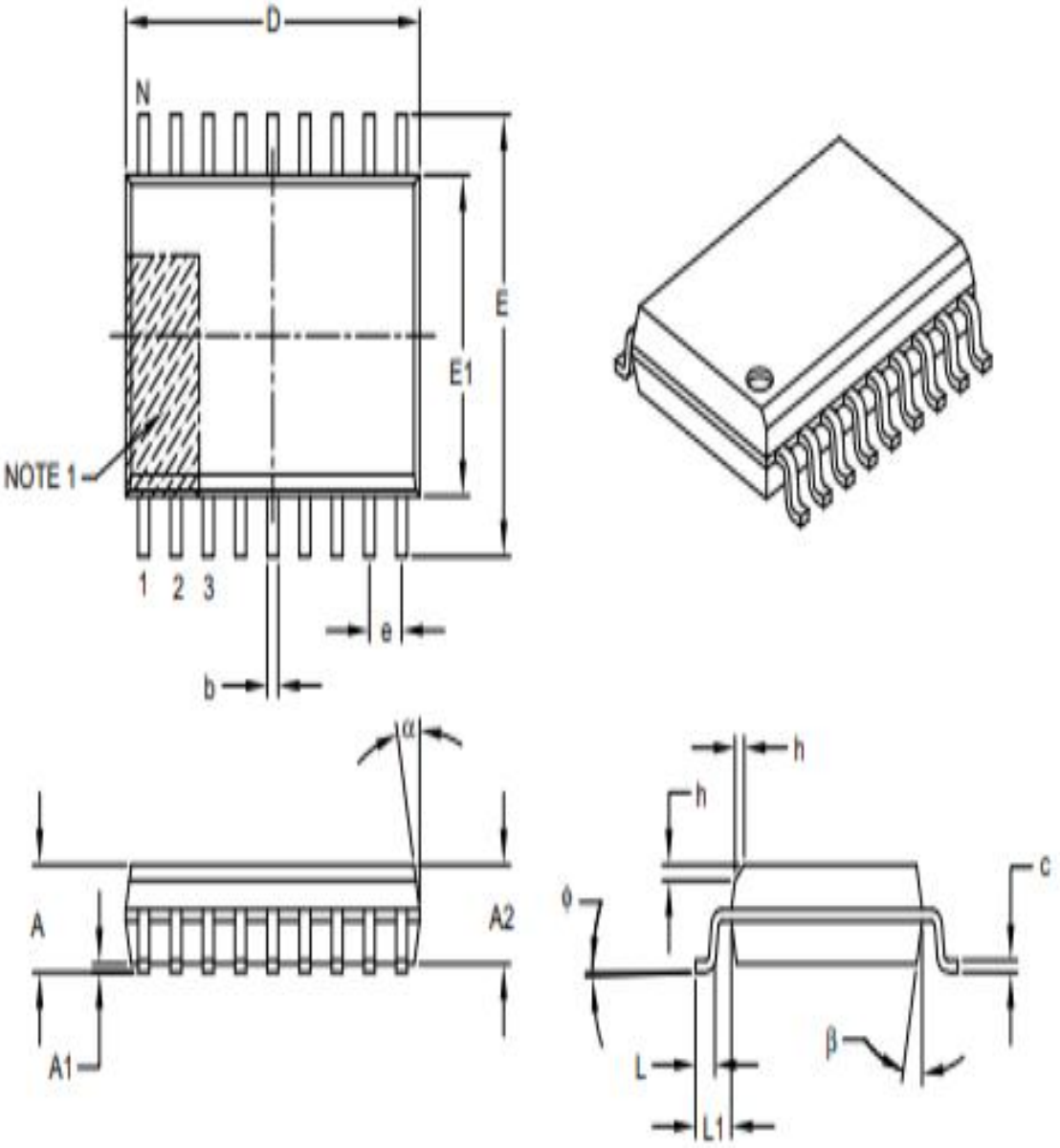


Рисунок 1.12 – Габаритні розміри мікроконтролера PIC16F628A-I/SO

74HC138D [7] від компанії Toshiba - це високошвидкісний CMOS 3-до-8 декодер, виготовлений з використанням технології силіконових воріт C2MOS. Він досягає високої швидкості роботи, подібної до еквівалентних LSTTL, при цьому зберігаючи низьке споживання енергії CMOS. Корпус декодера зображений на рисунку 1.13.

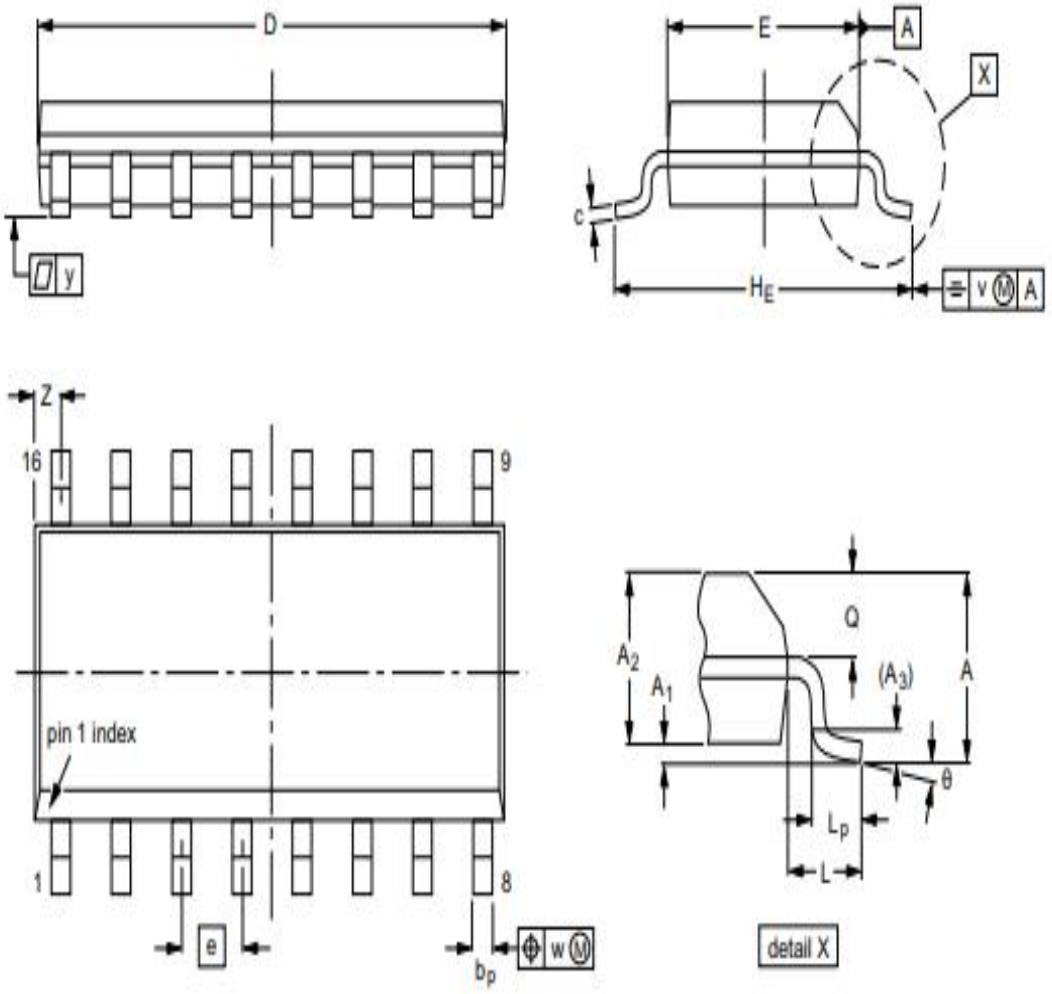


Рисунок 1.13 – Габаритні розміри декодера 74HC138D

4816P-T01-821 [8] від компанії Bourns Inc. - це мережа ізольованих резисторів з 8 елементами, кожен з яких має опір 820 Ом із допуском ±2%. Кожен елемент може витримувати потужність 160 мВт, а температурний коефіцієнт становить ±100 ppm/°C. Вони виконані у 16-SOIC корпусі. Габаритні розміри показані на рисунку 1.14.

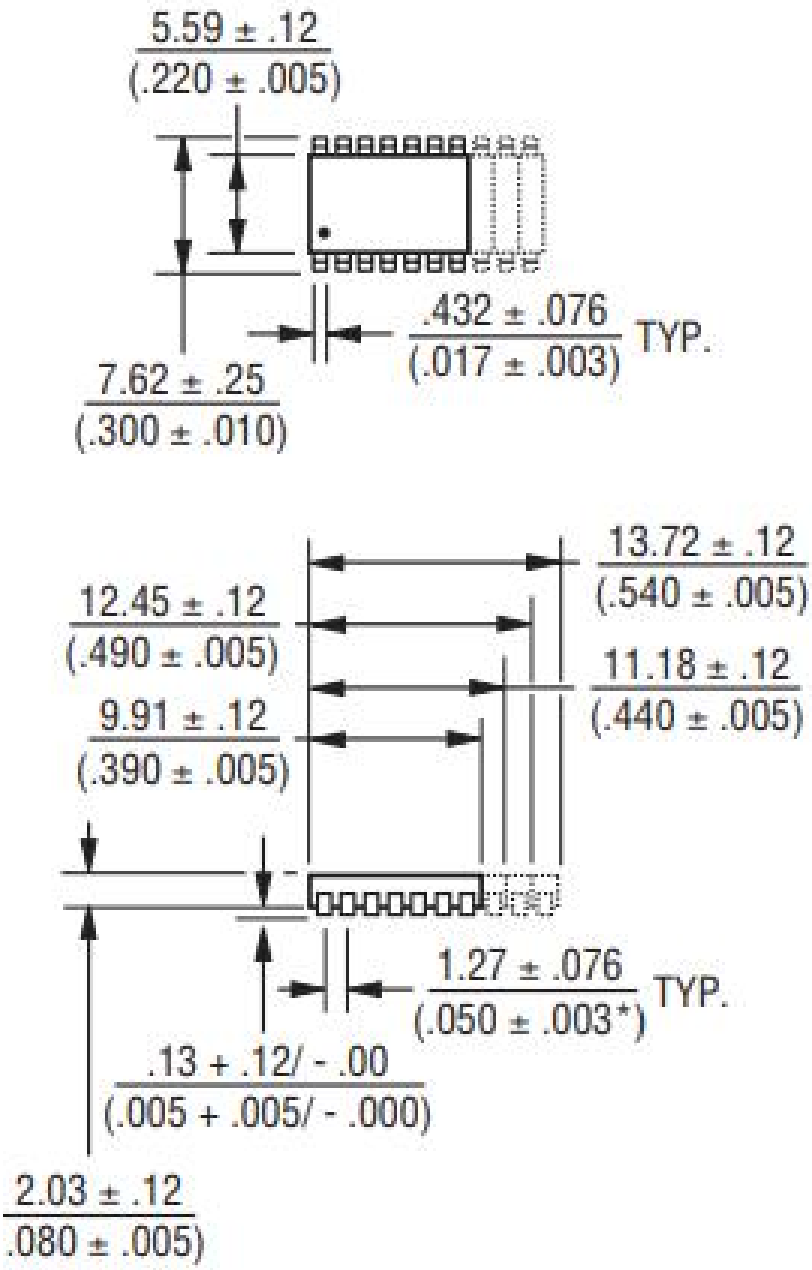


Рисунок 1.14 – Габаритні розміри ізольованих резисторів 4816P-T01-821

LCD дисплей FYQ-3641AUHR-21 [9] від компанії FORYARD являє собою матричний рідкокристалічний дисплей із розширеними можливостями для відображення текстової та графічної інформації. Ось основні характеристики цього дисплея:

Тип дисплея: LCD (Liquid Crystal Display, рідкокристалічний дисплей)

Роздільна здатність: Дисплей може мати різну роздільну здатність залежно від моделі. Для текстових дисплеїв це зазвичай монохромні матриці

з низькою роздільною здатністю, а для графічних дисплеїв роздільна здатність вища.

Тип підсвічування: Світлодіодне (LED) підсвічування для покращеної видимості за різних умов освітлення.

Інтерфейс: Дисплей може підтримувати різні інтерфейси для підключення до керуючих пристроїв, такі як I2C, SPI, або паралельний інтерфейс.

Напруга живлення: .....Зазвичай в діапазоні від 3,3 В до 5 В.

Ці характеристики роблять дисплей FYQ-3641AUHR-21 універсальним рішенням для різних застосувань, включаючи інтерфейси користувача для побутових приладів, промислових контролерів та інших електронних пристроїв. Габаритний розмір дисплея показаний на рисунку 1.15.

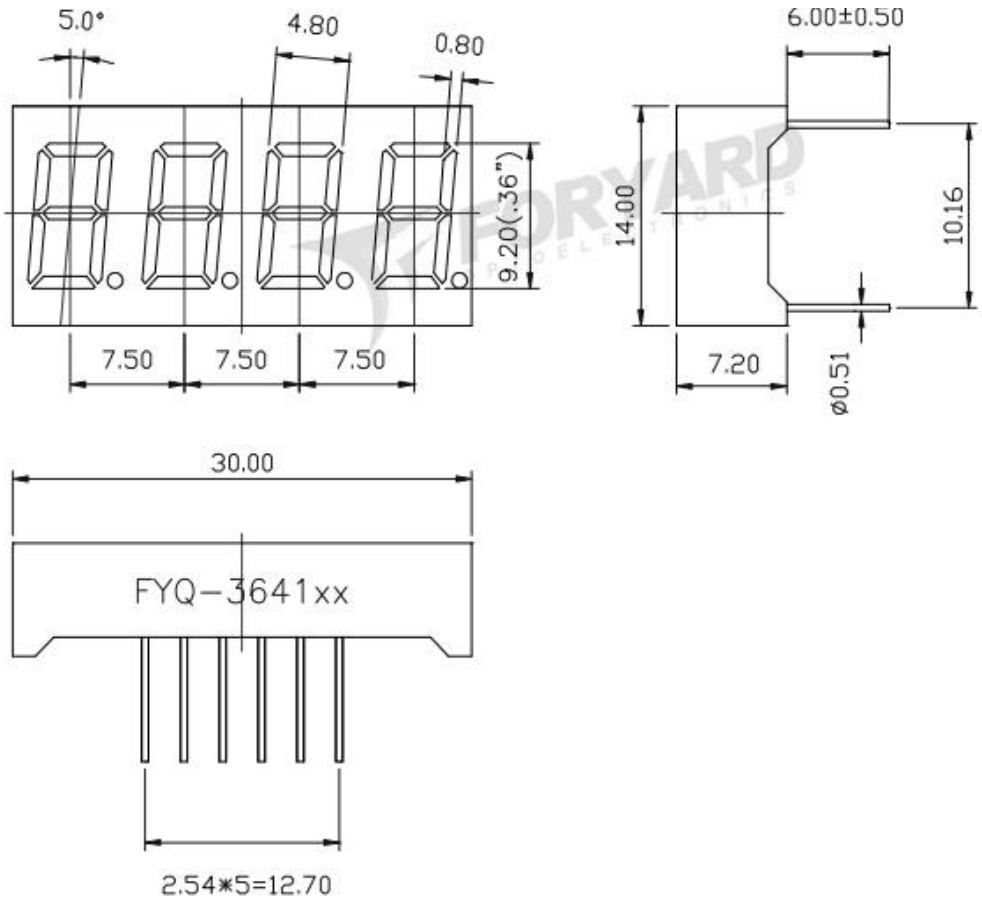


Рисунок 1.15 – Габаритні розміри LCD дисплею FYQ-3641AUHR-21

LQM18FN100M00D [10] від компанії Murata є індуктивним елементом, призначеним для застосування в електронних схемах. Ось основні характеристики цього компоненту:

Тип елементу: .....Дросель;

Розміри: .....0603 (міліметровий розмір 1.6 x 0.8 мм);

Номінальна індуктивність: .....10 мкГн;

Допуск індуктивності: .....±20%;

Максимальний струм: .....220 мА;

Опір постійному струму (DCR): .....1,4 Ом;

Робоча частота: Оптимізована для використання в діапазоні від кількох сотень кГц до кількох МГц.

Температурний діапазон: .....Від -40°C до +85°C;

Компактний розмір: Завдяки формфактору 0603, цей індуктивний елемент підходить для використання в мініатюрних електронних пристроях, де простір на друкованій платі обмежений.

Висока надійність: Продукція компанії Murata відома своєю високою якістю та надійністю, що забезпечує стабільну роботу компонентів у складних умовах експлуатації.

LQM18FN100M00D є надійним і компактним індуктивним елементом, який підходить для широкого спектра застосувань в сучасних електронних пристроях, де важлива якість, ефективність та стабільність роботи. Габаритні розміри даного індуктивного елементу показані на рисунку 1.16.

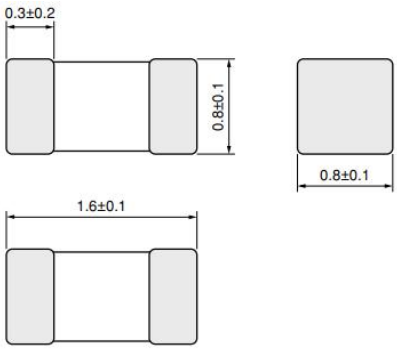


Рисунок 1.16 – Габаритні розміри дроселя LQM18FN100M00D

Резистори серії 0805S8F [11] від компанії ROYAL OHM є поверхнево-монтуємими (SMD) резисторами, що часто використовуються в різних електронних пристроях. Ось основні характеристики цих резисторів:

Тип елементу: .....Резистор;

Розмір: .....0805 (міліметровий розмір 2.0 х 1.25 мм);

Номінальна потужність: .....1/8 Вт (125 мВт);

Допуск опору: .....±1% ;

Робоча температура: .....Від -55°C до +155°C.

Резистори серії 0805S8F від ROYAL OHM є надійними та точними компонентами, що підходять для широкого спектра застосувань в сучасних електронних пристроях, де важлива якість, ефективність та стабільність роботи. Габаритний розмір резистора показаний на рисунку 1.17.

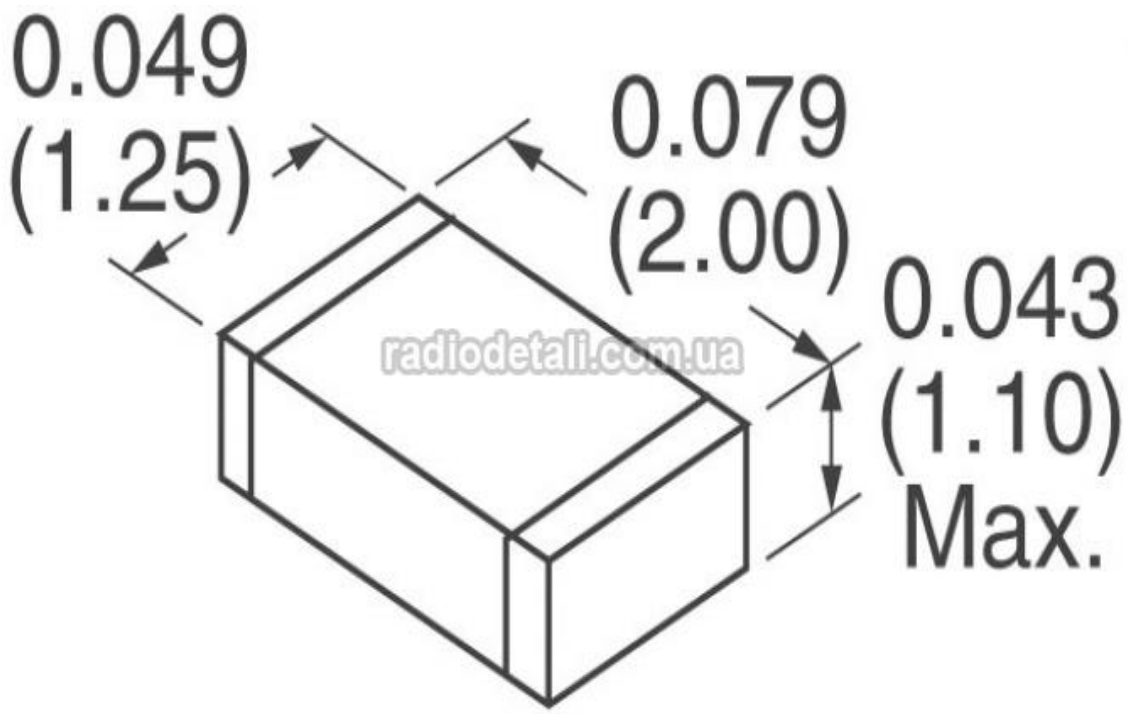


Рисунок 1.17 – Габаритні розміри дроселя LQM18FN100M00D

Кнопковий перемикач PS1024ABLK [12] від компанії E-Switch є тактовим перемикачем, який застосовується для введення сигналу шляхом натискання. Ось основні характеристики цього компоненту:

Тип елементу: .....Тактовий перемикач;

Конфігурація контактів: .....SPST;

Номінальний струм та напруга: .....50 мА при 12 В;

Ресурс роботи: .....100 000 циклів натискання;

Робоча температура: .....Від -20°C до +70°C;

Колір: .....Чорний;

Перемикач PS1024ABLK від E-Switch є надійним і зручним компонентом, що підходить для різноманітних електронних застосувань, де необхідний чіткий і надійний механізм вводу. Габаритні розміри перемикача наведенні на рисунку 1.18.

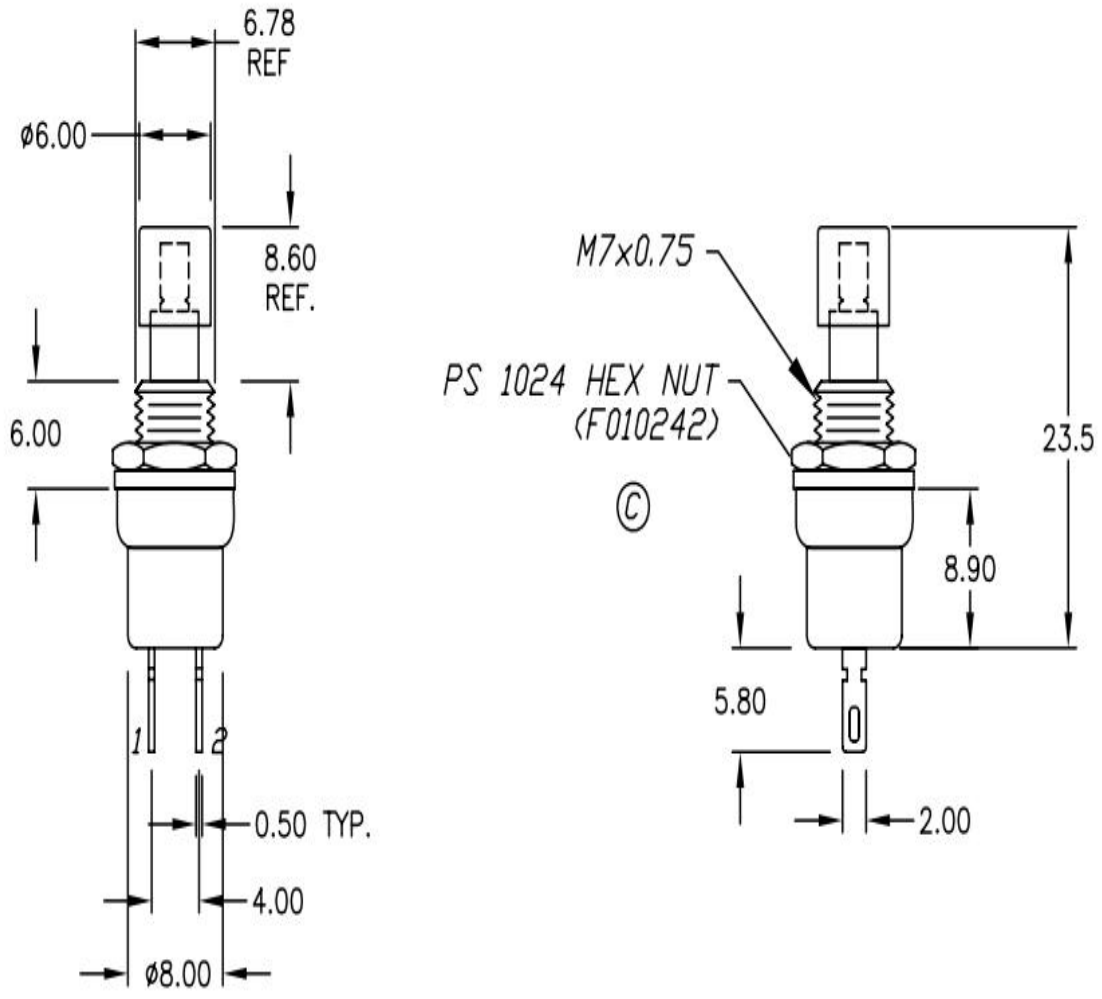


Рисунок 1.18 – Габаритні розміри перемикача PS1024ABLK

Діоди 1N4148WS [13] від компанії DIOTEC SEMICONDUCTOR є популярними швидкодіючими діодами для застосування в різноманітних електронних схемах. Ось основні характеристики цього компоненту:

Тип елементу: .....Швидкодіючий діод;

Корпус: SOD-323;

Максимальна зворотна напруга: .....100 В;

Максимальний прямий струм: .....300 мА;

Піковий повторюваний зворотний струм: .....450 мА;

Час відновлення (trr): .....4 нс;

Робоча температура: .....Від -65°C до +150°C.

Діоди 1N4148WS від DIOTEC SEMICONDUCTOR є надійними та швидкодіючими компонентами, що підходять для широкого спектра застосувань у сучасній електроніці, де важлива швидкість перемикання та компактність компонентів. Розмір діода наведений на рисунку 1.15.

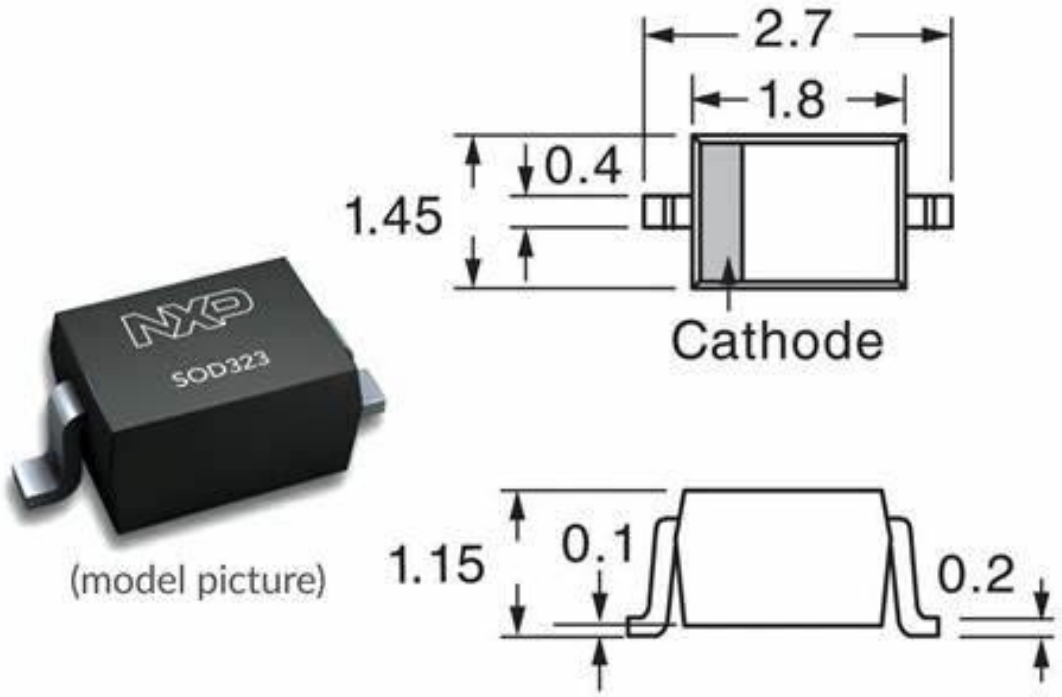


Рисунок 1.19 – Габаритні розміри діода 1N4148WS

Транзистор BF998E6327 [14] від компанії Infineon Technologies є високочастотним полевим транзистором (MOSFET) з двома затворами (Dual-Gate MOSFET). Він спеціально розроблений для застосувань в радіочастотних (RF) схемах. Ось основні характеристики цього компоненту:

Тип елементу: .....Dual-Gate MOSFET;

Корпус: SOT-143;

Максимальна зворотна напруга: .....12 В;

Максимальний струм стоку: .....25 мА;

Напруга між затворами: .....4 В;

Робоча температура: .....Від -55°C до +150°C.

Транзистор BF998E6327 від Infineon Technologies є високоякісним компонентом для застосувань у високочастотних та радіочастотних схемах. Його подвійний затвор, висока частотна продуктивність і низький рівень шуму роблять його ідеальним вибором для різних професійних та споживчих електронних пристроїв, що працюють на високих частотах. Габаритні розміри транзистора показані на рисунку 1.20.

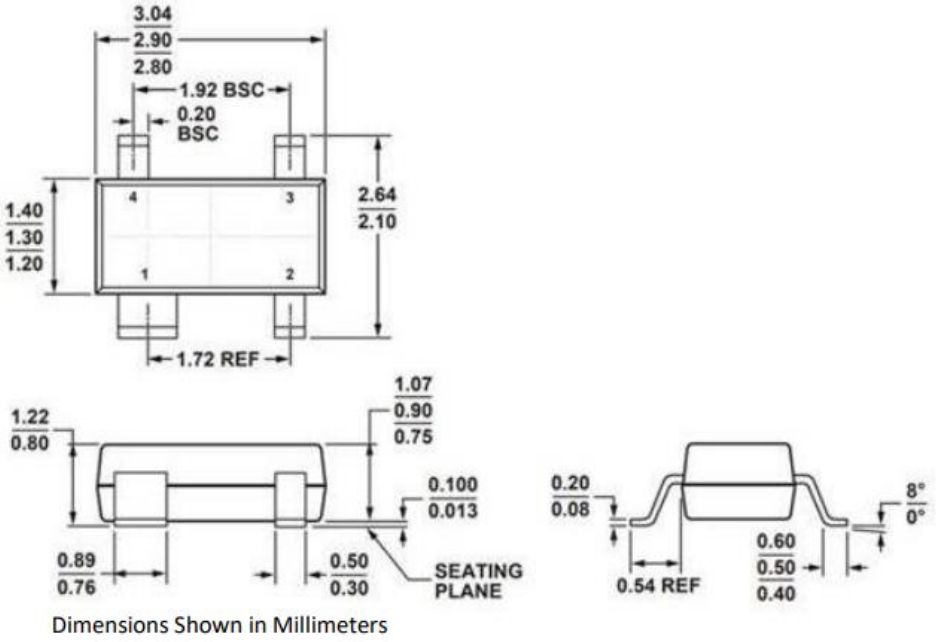


Рисунок 1.20 – Габаритні розміри транзистора BF998E6327

Транзистор BC817 [15] від компанії DIOTEC SEMICONDUCTOR є кремнієвим біполярним транзистором загального призначення. Він часто використовується в різних електронних схемах для підсилення і перемикання. Ось основні характеристики цього компоненту:

Тип елементу: .....NPN;

Корпус: SOT-23;

Максимальна напруга колектор-емітер: .....45 В;

Максимальна напруга колектор-база: .....50 В;

Максимальна напруга емітер-база: .....5 В;

Максимальний струм колектора: .....500 мА;

Потужність розсіювання: .....0,625 Вт;

Температурний діапазон: .....Від -55°C до +150°C.

Транзистор BC817 від DIOTEC SEMICONDUCTOR є надійним і універсальним компонентом, який підходить для широкого спектра застосувань у сучасній електроніці. Його висока надійність, компактний розмір і хороші характеристики підсилення роблять його ідеальним вибором для різних підсилювальних і комутаційних схем. Зображення габаритних розмірів показані на рисунку 1.21.

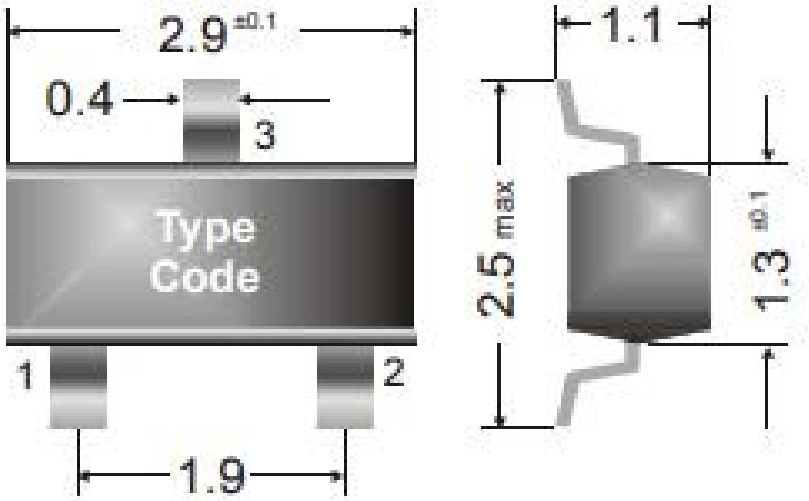


Рисунок 1.21 – Габаритні розміри транзистора BC817

MOSFET-транзистор IRLML6402TRPBF [16] від компанії Infineon Technologies є логічного рівня P-канальним польовим транзистором з поверхневим монтажем. Цей транзистор призначений для керування живленням та використання в різних низьковольтних схемах. Ось основні характеристики цього компоненту:

Тип елементу: .....P-канальний MOSFET;

Корпус: SOT-23;

Максимальна напруга стік-витік: .....-20 В;

Максимальний струм стоку: .....-3,7 А;

Потужність розсіювання: .....1,25 Вт;

Напруга відкривання затвора: .....Від -1 В до -3 В;

Ємність затвора: .....400 пФ;

Частота зрізу: .....100 МГц;

Температурний діапазон: .....Від -55°C до +150°C.

MOSFET-транзистор IRLML6402TRPBF від Infineon Technologies є високоякісним компонентом, який підходить для різних низьковольтних застосувань. Його можливість роботи на логічному рівні, компактний розмір і низький Rds(on) роблять його ідеальним вибором для сучасних електронних пристроїв, де важливі ефективність і компактність. Габаритні розміри транзистора показані на рисунку 1.22.

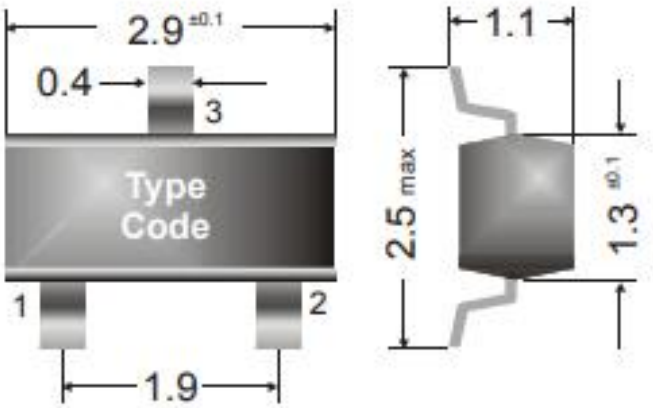


Рисунок 1.22 – Габаритні розміри транзистора IRLML6402TRPBF

Штирьовий роз’єм PLS [17] від KLS є однорядним міжплатним з’єднувачем, який використовується для підключення електронних компонентів на платі. Ось деякі характеристики цього роз’єму:

Крок контактів: .....2.54 мм.

Форма контактів: .....прямі.

Матеріал ізолятора: .....полімер, посилений скловолокном.

Опір ізолятора: .....менше 500 МОм.

Матеріал контактів: .....фосфориста бронза.

Робочий струм: .....1 А.

Гранична напруга: .....500 В.

Робоча температура: .....-55 … 140 °С.

Вага: .....2.4 г.

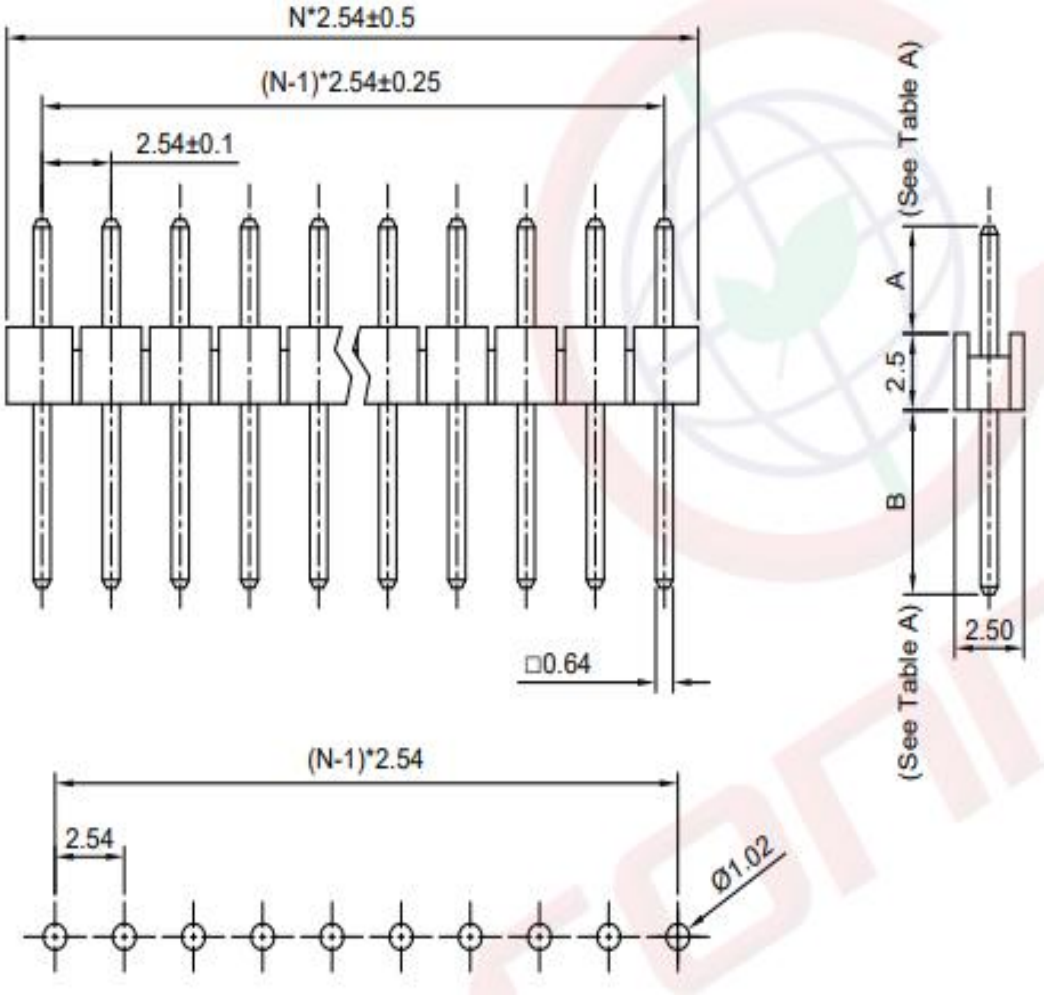


Рисунок 1.23 – Габаритні розміри штирьового з’єднувача PLS

Кварцовий генератор 16M-49SMD-SR від компанії SR Passives є поверхнево-монтованим (SMD) генератором, що використовується для забезпечення стабільної тактової частоти в електронних схемах. Ось основні характеристики цього компоненту:

Тип елементу: .....Кварцовий генератор;

Корпус: .....SMD;

Номінальна частота: .....16 МГц;

Робоча температура: .....Від -20°C до +70°C;

Кварцовий генератор 16M-49SMD-SR від SR Passives є високоякісним і надійним компонентом, що забезпечує стабільну тактову частоту для різних електронних застосувань. Його компактний розмір і висока стабільність роблять його ідеальним вибором для сучасних електронних пристроїв, де важлива точність і надійність тактового сигналу. Кварцовий генератор зображений на рисунок 1.24.

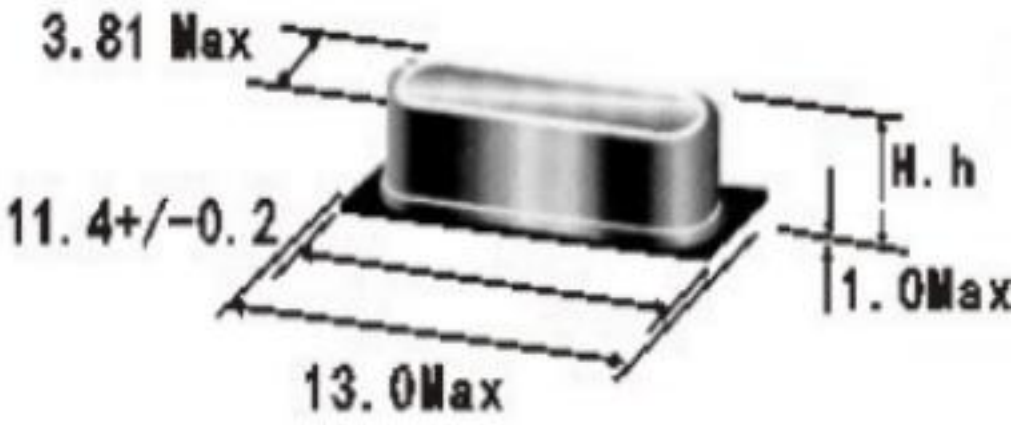


Рисунок 1.24 – Габаритні розміри кварцового генератора 16M-49SMD-SR

1.5 Компоновка друкованого вузла частотоміра з функцією вимірювання періоду сигналу

Компоновка плати в електронних пристроях — це ключовий етап розробки, який впливає на всі аспекти пристрою, від його функціональності

до електромагнітної сумісності і ергономіки монтажу. Додаткова інформація включає такі важливі аспекти:

Електромагнітна сумісність (ЕМС): правильна компоновка плати дозволяє зменшити електромагнітні випромінювання і чутливість до зовнішніх перешкод. Це досягається через оптимізацію трас сигналів, використання екранування для високочутливих сигналів і правильного розміщення фільтрів на живлення.

Теплове управління: при великому навантаженні електроніка може нагріватися. Компоновка плати повинна передбачати ефективне розведення тепла від потужних компонентів, таких як транзистори і потужні резистори, за допомогою радіаторів і дизайну шарів плати.

Механічна стійкість: плата має бути проектована таким чином, щоб витримувати фізичні навантаження, які можуть виникати під час транспортування і використання пристрою. Це включає використання міцних матеріалів для плати і правильне розташування кріплень.

Ергономіка і монтаж: правильно розміщені з'єднання і роз'єми на платі сприяють зручності підключення і обслуговування пристрою. Також важливо враховувати естетичний вигляд і зручність монтажу в корпусі.

Витратні матеріали: Вибір матеріалів для плати впливає на її вартість, електричні характеристики і теплові властивості. Оптимальний вибір матеріалів враховує потреби проекту щодо витрат і технічних вимог.

Тестування і валідація: після складання плати важливо провести тестування для валідації її функціональності і відповідності специфікаціям. Це допомагає виявити можливі проблеми ще на стадії розробки і забезпечити високу якість продукту.

Основні принципи компоновки плати:

Планування і розміщення компонентів: початковий етап включає аналіз технічних вимог і оптимальне розташування ключових елементів, таких як мікроконтролери, інтерфейсні роз'єми, потужні регулятори

живлення та інші великі компоненти. Це дозволяє ефективно розподілити простір на платі і забезпечити мінімальну взаємодію між компонентами.

Групування за функціональними блоками: компоненти краще розміщувати відповідно до функціональних груп, наприклад, всі елементи живлення, аналогові схеми та цифрові логічні блоки. Це сприяє зменшенню взаємних перешкод і поліпшенню загальної стійкості пристрою до електромагнітних інтерференцій.

Оптимізація живлення і заземлення: для забезпечення стабільного живлення усіх компонентів важливо використовувати товсті шини для передачі енергії і правильно розташовувати конденсатори для фільтрації шумів. Шар заземлення слід проектувати так, щоб мінімізувати шляхи для електромагнітних шумів і забезпечити низький рівень інтерференції.

Розводка сигналів: для забезпечення максимальної якості сигналів важливо розташовувати аналогові і цифрові траси окремо, уникати перетинів і зближення швидких і чутливих сигналів з потужними елементами.

Враховуючи всі ці аспекти, правильна компоновка плати дозволяє досягти оптимальної ефективності пристрою, забезпечити його стійкість і надійність в різних умовах експлуатації, а також спростити його виготовлення і обслуговування.

1.6 Висновки до розділу 1

У першому розділі роботи було розглянуто комплексний підхід до розробки частотоміра з функцією вимірювання періоду сигналу. Спочатку був проведений детальний аналіз технічного завдання, що дозволило визначити основні вимоги до приладу, включаючи діапазон вимірюваних частот, точність вимірювань, інтерфейси для підключення та додаткові функції. Наступним етапом була розробка структурної схеми частотоміра, яка забезпечує оптимальне функціонування всіх необхідних компонентів. Після цього здійснено проєктування та розрахунок вузлів електричної

принципової схеми, що забезпечило коректну роботу пристрою відповідно до заданих параметрів. Вибір та обґрунтування компонентної бази проводилися з урахуванням вимог до точності, стабільності та надійності роботи приладу. На завершення була виконана компоновка друкованого вузла, що дозволило забезпечити компактність і зручність монтажу частотоміра. Таким чином, у першому розділі були визначені та реалізовані основні етапи розробки частотоміра з функцією вимірювання періоду сигналу, що заклало фундамент для подальшого вдосконалення та тестування пристрою.

2 Спеціальна частина (САПР)

2.1 Створення бібліотеки елементів в САПР (Altium Designer)

Використання Altium Designer для розробки електричних схем та плат друкованих забезпечує неоціненну вагомість і низку переваг. Наприклад, ця програма надає повноцінне інтегроване середовище для розробки електронних пристроїв, що охоплює усі етапи проектування від створення електричних схем до генерації виробничих файлів. Це значно спрощує робочий процес та забезпечує зручність управління проектами.

Також Altium Designer пропонує широкий спектр інструментів та функціональностей, що підвищують продуктивність розробників електроніки. Наприклад, автоматизоване трасування дозволяє економити час та забезпечує оптимальну маршрутизацію сигналів на платі. Доступність вбудованих бібліотек компонентів спрощує вибір та розміщення необхідних елементів, що дозволяє швидше розгортати проекти.

Створення та налаштування власних бібліотек компонентів у Altium Designer сприяє персоналізації робочого процесу та підтримує стандартизацію у проектах, забезпечуючи ефективність та консистентність розробки.

Крім того, використання вбудованих інструментів у Altium Designer дозволяє швидко й ефективно створювати умовні графічні позначення для компонентів, що спрощує їх вибір і розміщення в проекті. Програма також надає можливість створення інтегрованих бібліотек, які включають не лише схемні символи, а й корпуси компонентів, відповідно до стандартів та даташитів виробників. Це забезпечує точність і співвідношення між елементами проекту, що є важливим для його успішного реалізації та виготовлення.

В якості прикладу буде створено УГП та посадкове місце для двох елементів. 7-ми сегментного індикатора FYQ-3641AUHR-21 та мікросхеми NCP551SN50T1G.

Перед початком потрібно налаштувати редактор умовних графічних позначень.

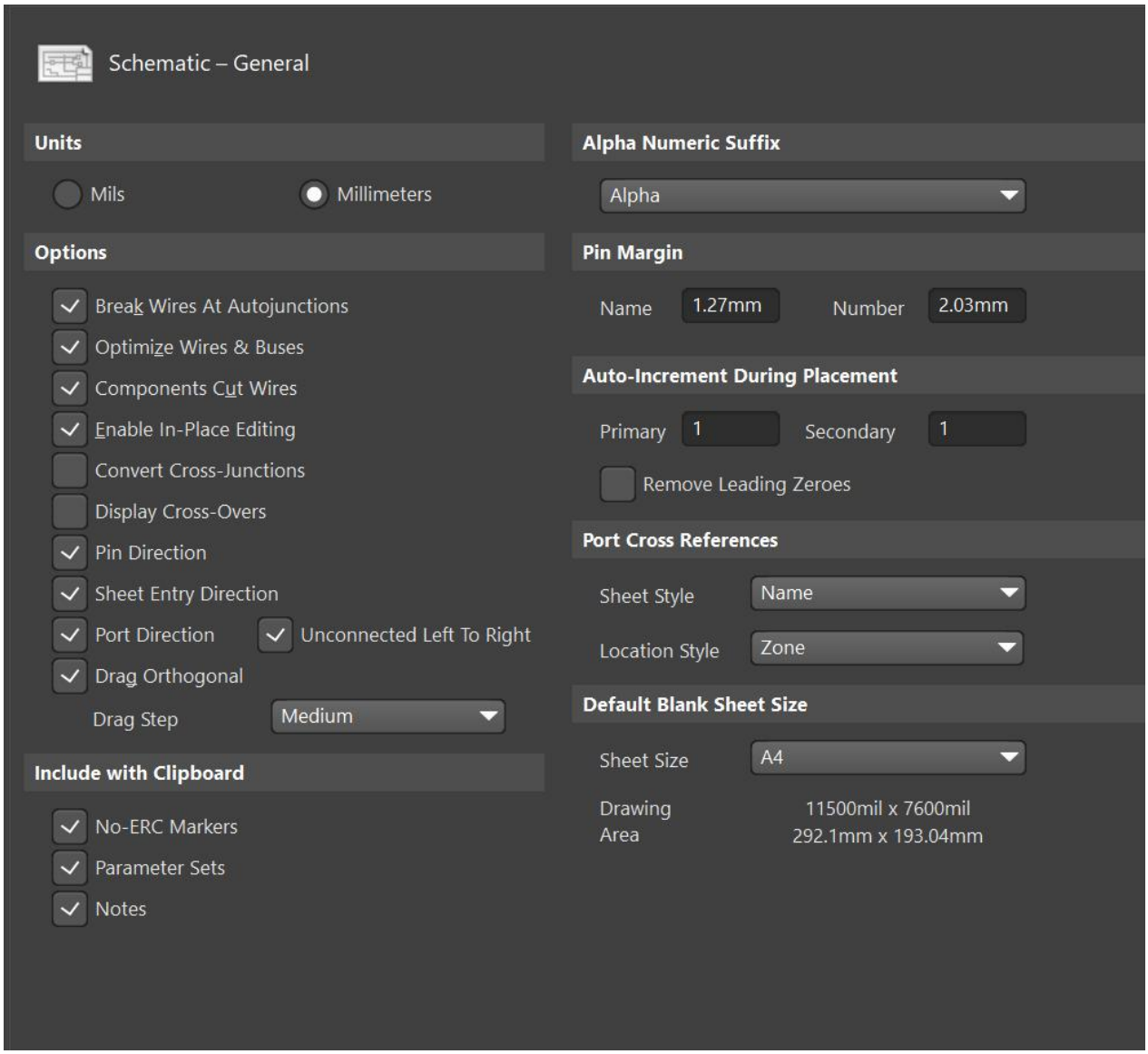


Рисунок 2.1 — Вікно налаштування Schematic Library

В лівому нижньому вікні бібліотеки SCH необхідно вибрати опцію "Додати", щоб вставити новий компонент УГП до бібліотеки (див. рис. 2.2).

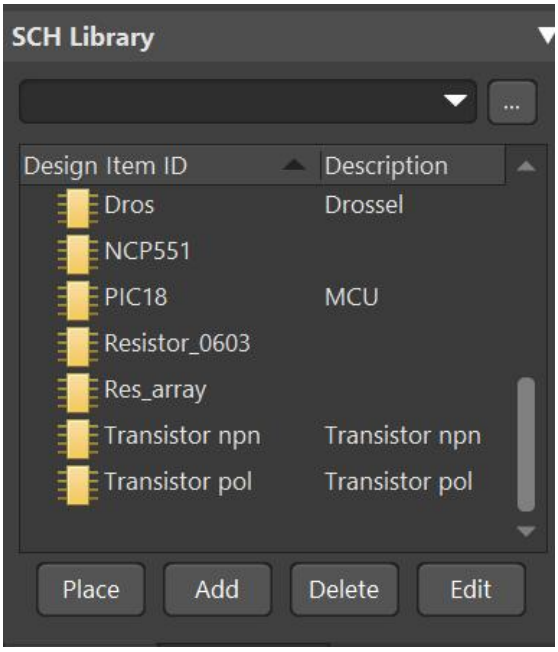


Рисунок 2.2 — Вікно SCH Library

Спочатку потрібно створити контур прямокутника для індикатора. Для цього можна скористатися інструментом "Лінія" або "Прямокутник". Також у вікні налаштувань можна змінити параметри прямокутника, щоб він виглядав більш зручно для установки УГП. На рис. 2.3 показано результат цього кроку.

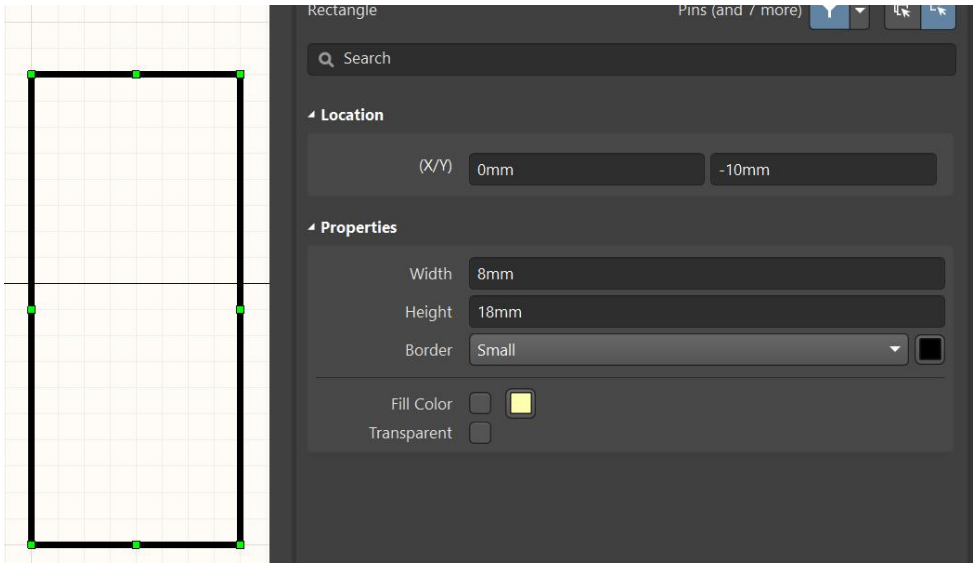


Рисунок 2.3 — Контур УГП мікросхеми, та вікно редагування параметрів даного контуру

Потім за допомогою інструмента "Place PIN" треба розмістити виводи компонентів. Графічні символи індикатора показані на рисунку 2.4.

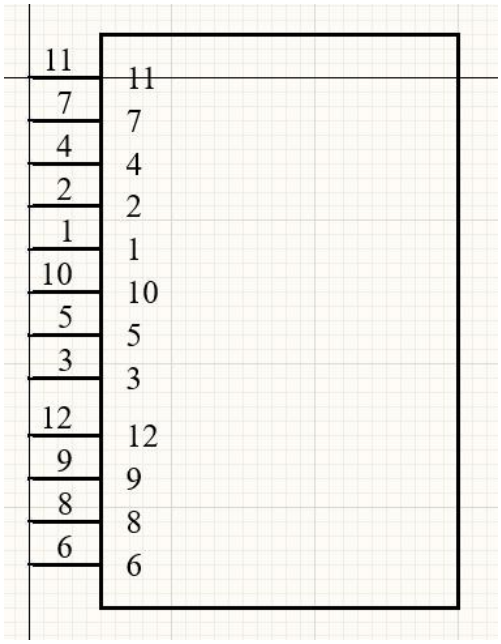


Рисунок 2.4 — УГП семисегментного індикатора

Для мікросхеми NCP551SN50T1G спочатку створюємо контур за допомогою елемента "Rectangle". Потім, використовуючи інструмент "Line", малюємо бокові лінії всередині контура мікросхеми, як показано на рисунку 2.5.

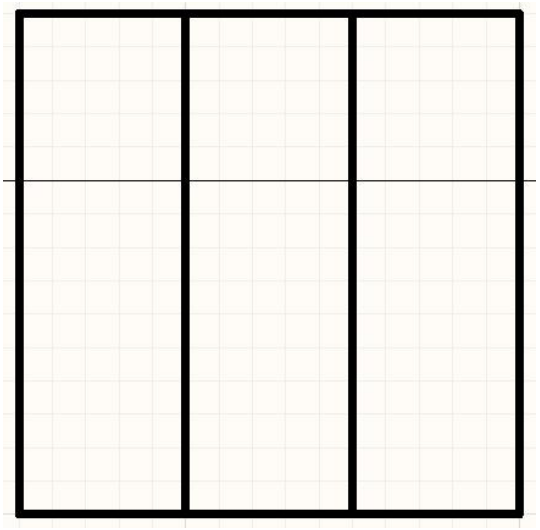


Рисунок 2.5 — Основа УГП мікросхеми

Наступним кроком є використання інструмента "Place Pin" для розміщення по два виводи з кожної сторони прямокутника мікросхеми. Графічне представлення УГП елемента показане на рисунку 2.6.

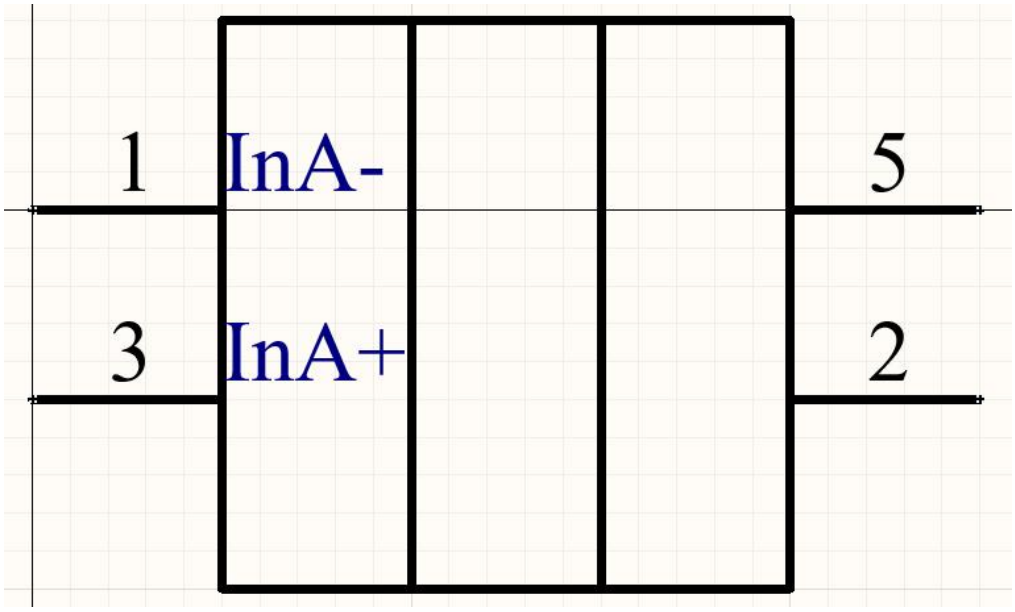


Рисунок 2.6 — УГП мікросхеми

Після цього треба прив'язати готове УГП до посадкового місця. Для цього у вікні редактора слід натиснути кнопку "Додати відбиток" та в випадаючому списку (рис. 2.8) обрати потрібний елемент.

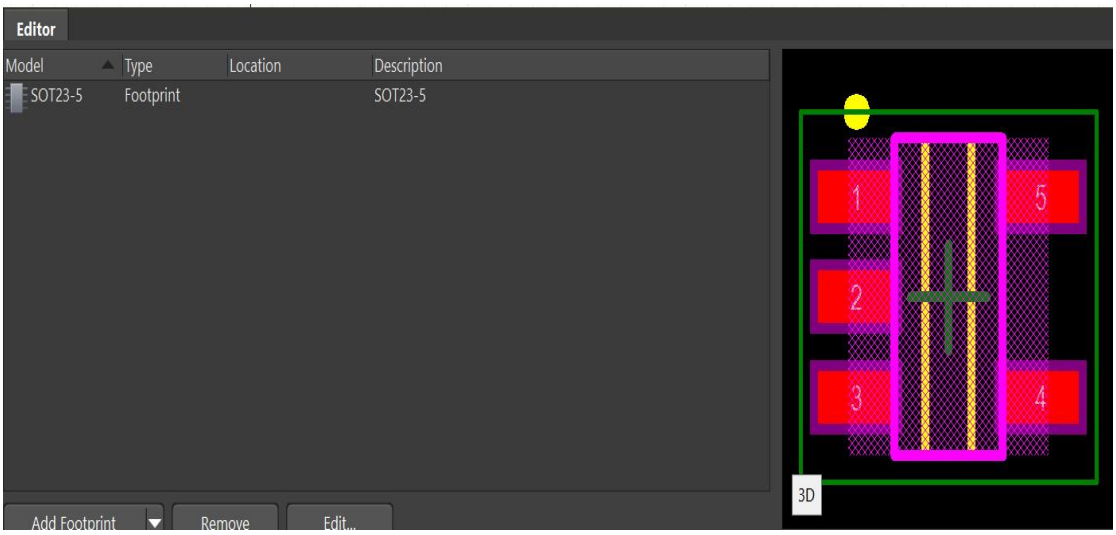


Рисунок 2.7 — Вікно прив’язки УГП компонента до посадкового місця

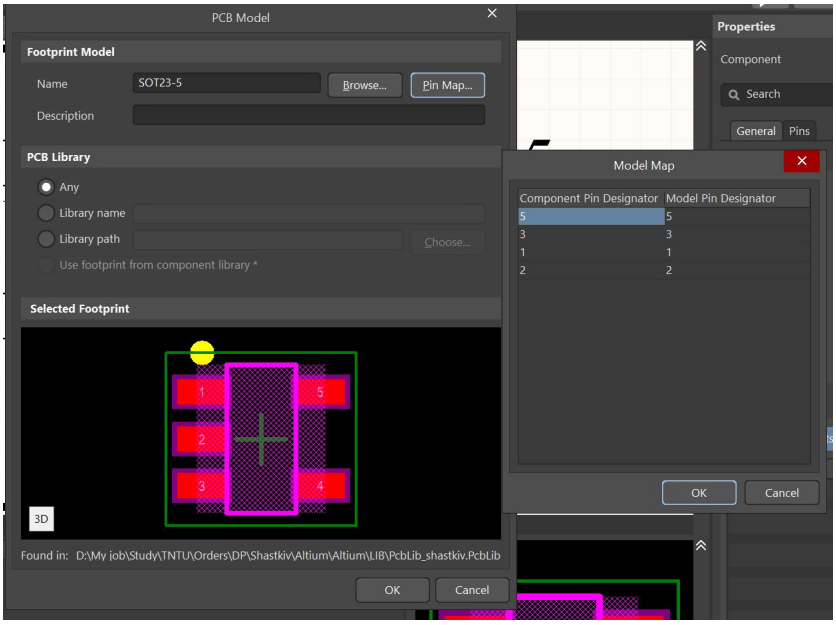


Рисунок 2.8 — Вікно вибору посадкового місця

Для створення посадкових місць для семисегментного індикатора спочатку потрібно створити файл бібліотеки посадкових місць. Це можна зробити через меню File - New - Library - Footprint. Після цього в налаштуваннях проєкту встановіть потрібний крок сітки та одиниці вимірювання.

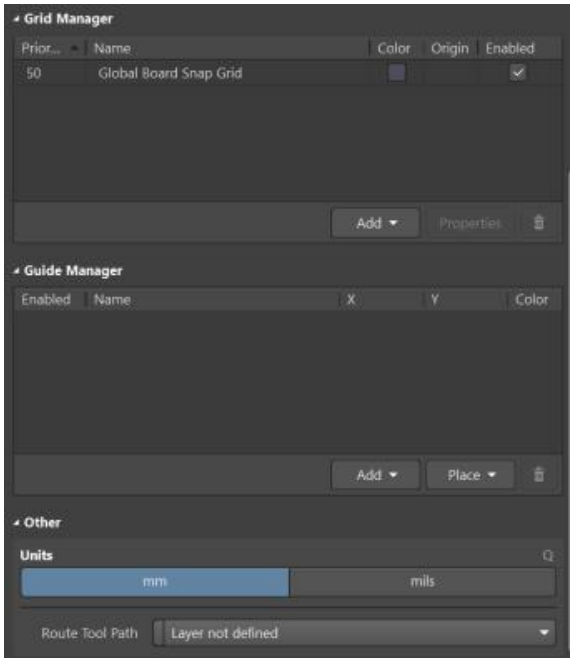


Рисунок 2.9 — Вікно параметрів проєкту бібліотеки посадкових місць

Після створення бібліотеки посадкових місць і налаштування параметрів проєкту, звертаючись до даташиту, за допомогою інструмента "Place Pad" розміщуємо контактні майданчики відповідно до рисунка 2.10. Важливо, щоб параметр "Designator" контактного майданчика відповідав номеру виводу УГП компонента.

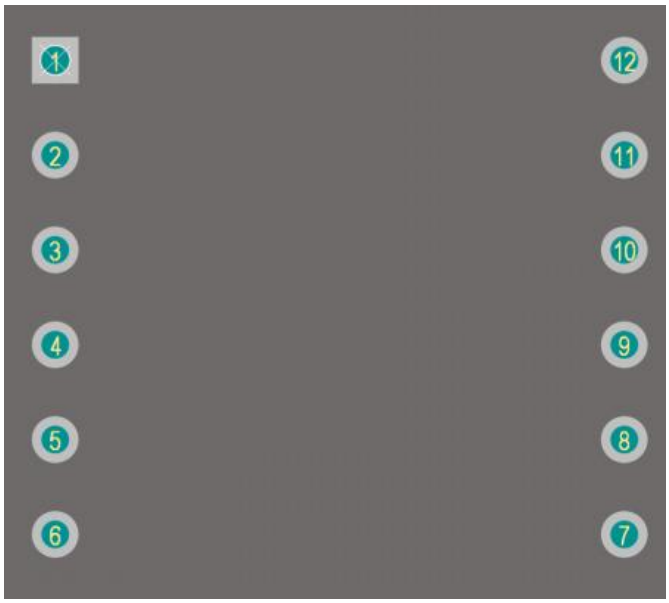


Рисунок 2.10 — Розміщенні контактні майданчики семисегментного індикатора

Після цього потрібно додати контур елемента, що відомий як шовкографія. Приклад такого нанесення показано на рисунку 2.11.

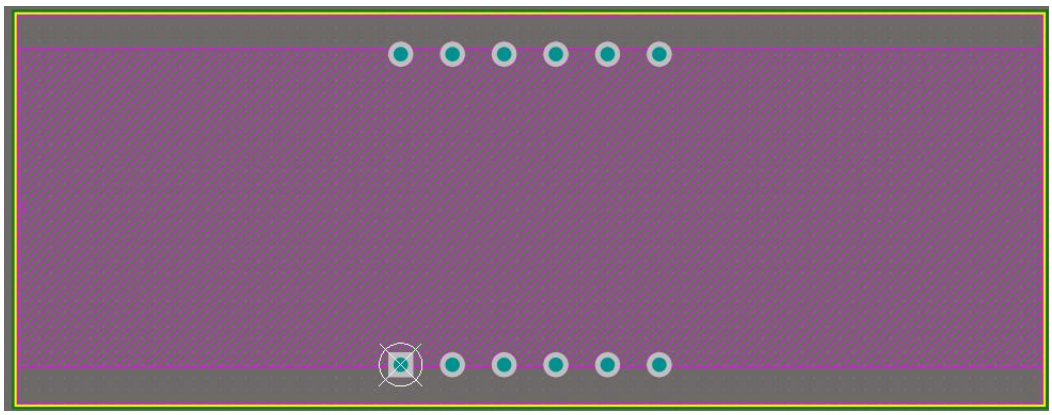


Рисунок 2.11 — Посадкове місце елемента FYT-3631BUHR-21

У правому вікні Properties, на вкладці Pins, можна перевірити правильність розміщення виводів. Це показано на рисунку 2.12.

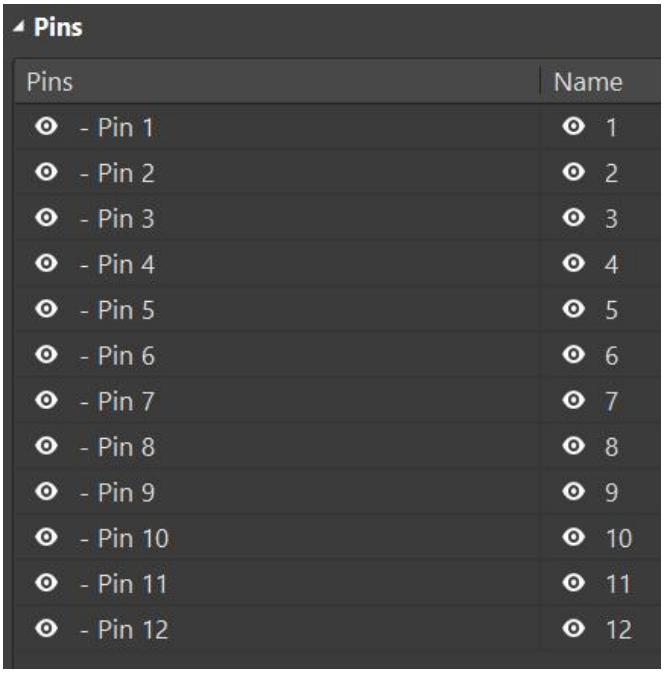


Рисунок 2.12 — Вікно перевірки виводів

Для створення посадкового місця мікросхеми потрібно також використати інструмент "Place Pad" для розміщення 5 контактних майданчиків, як показано на рисунку 2.13.

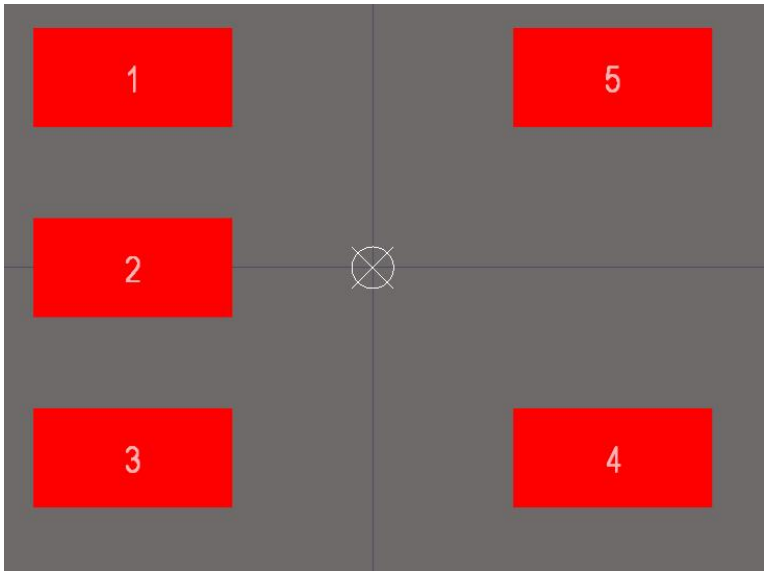


Рисунок 2.13 — Розміщенні контактні майданчики світлодіода

Тепер необхідно нанести шовкографію компоненту, яка включає контур габаритів і знак полярності. Закінчене посадкове місце показане на рисунку 2.14. Таким чином обидва елементи готові для прив'язки до УГП.

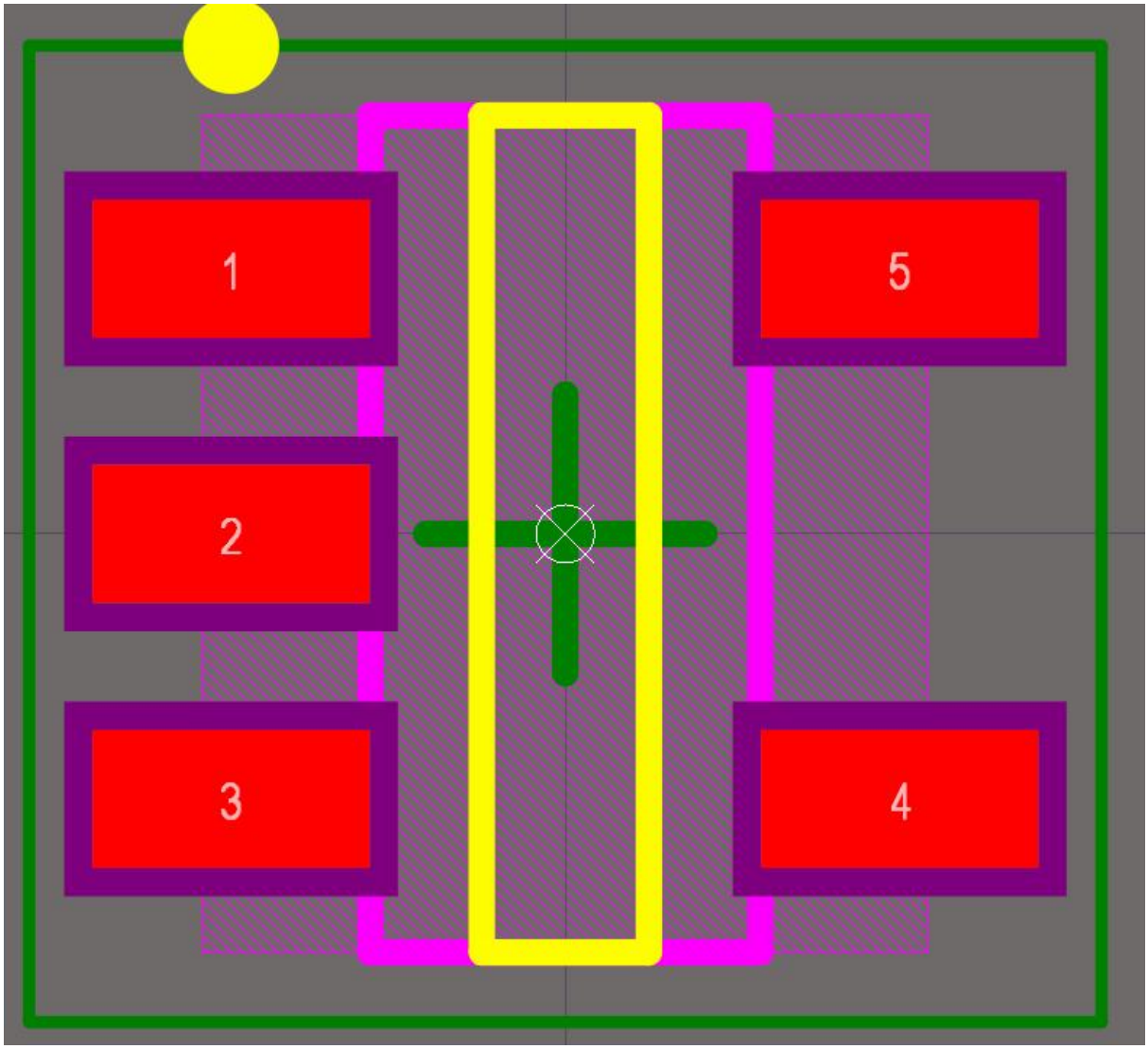


Рисунок 2.14 — Посадкове місце елемента

Після цього для обох компонентів потрібно провести перевірку на наявність помилок за допомогою інструменту Component Rule Check. Незважаючи на назву інструменту, в Altium Designer 21 перевірка виконується одночасно для всіх елементів бібліотеки. Результат цієї перевірки показано на рисунку 2.15, а отриманий результат — на рисунку 2.16.

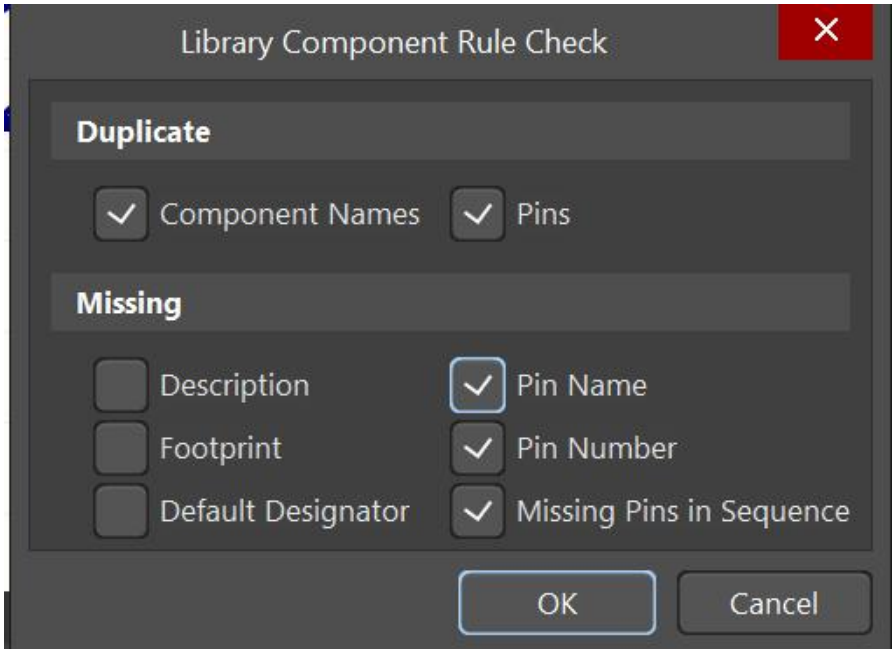


Рисунок 2.15 – Вікно перевірки компонентів

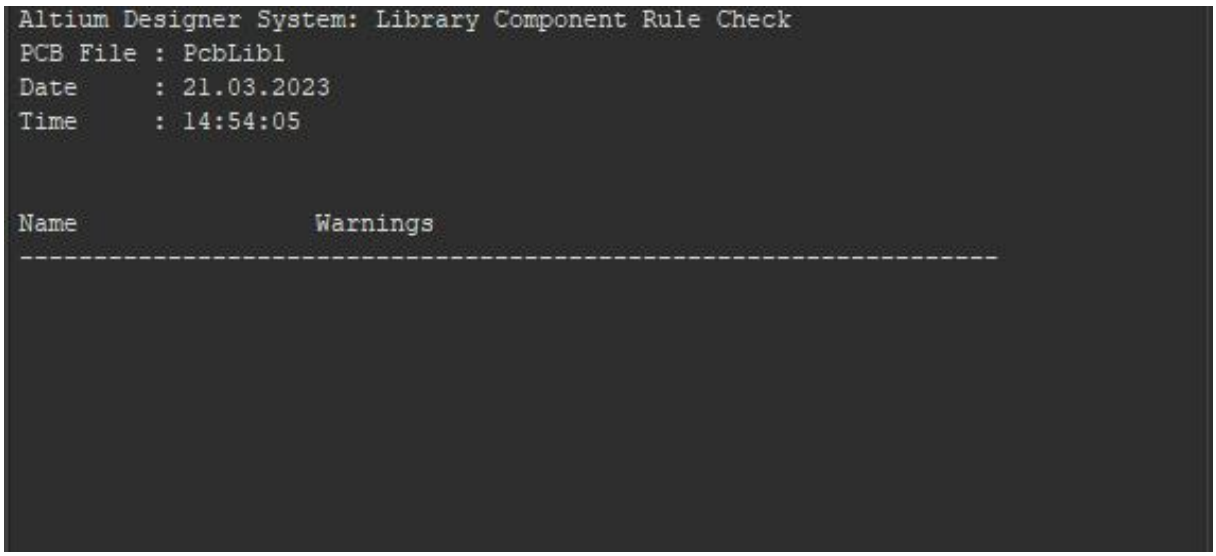


Рисунок 2.16 – Вікно результатів перевірки компонентів

2.2 Висновки до розділу 2

Висновок до розділу 2, присвяченому створенню бібліотеки елементів в системі автоматизованого проектування (САПР) Altium Designer, вказує на значення цього процесу для ефективного проектування електронних пристроїв. В процесі розглянуто основні аспекти створення бібліотеки,

включаючи методи інтеграції стандартних та власних компонентів, управління версіями та забезпечення актуальності даних. Дослідження показує, що належно розроблена бібліотека є важливою складовою для зниження часу проектування, підвищення якості та надійності кінцевого продукту.

3 Охорона праці та безпека життєдіяльності

3.1 Таксонометрія небезпек

Таксономія небезпек є важливою частиною безпеки життєдіяльності, яка дозволяє систематизувати та класифікувати небезпеки за різними критеріями. Це допомагає в ідентифікації потенційних ризиків та розробці стратегій їх запобігання та мінімізації. Ось короткий огляд основних аспектів таксономії небезпек [19]:

Таксономія небезпек — це систематизація та класифікація небезпек за різними ознаками. Вона дозволяє ідентифікувати та класифікувати потенційні загрози, що можуть вплинути на людину, суспільство, або навколишнє середовище. Ось деякі ключові аспекти таксономії небезпек:

Походження: Розрізняють природні та антропогенні небезпеки.

Сфера проявлення: включає техногенні, соціальні, екологічні, побутові, виробничі, спортивні, дорожньо-транспортні небезпеки.

Характер дії на людину: можуть бути механічні, енергетичні, хімічні, біологічні, психологічні, активні, пасивні.

Наслідки дії на людину: захворювання, травми, загибель.

Структура чинників: прості, складні, похідні.

Час проявлення: імпульсивні, кумулятивні.

Локалізація: космос, атмосфера, літосфера, гідросфера.

Шкода: соціальна, технічна, екологічна.

Ця класифікація допомагає визначити рівень ризику та розробити відповідні заходи безпеки для запобігання або мінімізації потенційної шкоди.

Таксономія небезпек [20] є фундаментальним інструментом для забезпечення безпеки в усіх аспектах життєдіяльності. Вона допомагає визначати, класифікувати та управляти ризиками, що є критично важливим

для запобігання надзвичайних ситуацій та зниження їх негативного впливу на суспільство.

3.2 Долікарська допомога при отруєннях

Отруєння можуть виникати внаслідок вживання неякісних продуктів, медикаментів, хімічних речовин, а також через вплив отруйних газів чи рослин. Важливість долікарської допомоги полягає у швидкому реагуванні та наданні першої допомоги до прибуття медичних працівників, що може врятувати життя людини або значно полегшити її стан [21].

Основні принципи долікарської допомоги

Оцінка стану потерпілого - перевірка свідомості, дихання, пульсу.

Забезпечення доступу до свіжого повітря - винести потерпілого на вулицю або забезпечити провітрювання приміщення.

Промивання шлунка - якщо потерпілий у свідомості, можна дати йому випити слабкий розчин марганцівки або соди для викликання блювоти.

Використання ентеросорбентів - наприклад, активоване вугілля, щоб абсорбувати токсини в шлунково-кишковому тракті.

Забезпечення рясного пиття - для відновлення водного балансу та виведення токсинів.

Запобігання подальшому отруєнню - уникнення контакту з отруйною речовиною.

Виклик швидкої медичної допомоги - надання інформації про стан потерпілого та можливу причину отруєння.

Отруєння – системна інтоксикація організму, яка виникає під впливом токсинів, отрут і продуктів їх розпаду. Існує кілька шляхів проникнення отруйних речовин, при цьому кожен з них представляє серйозну загрозу для здоров’я і життя потерпілого.

Перша допомога при отруєнні – важливий етап, що передує лікуванню. Від того, наскільки швидко і правильно будуть проведені необхідні дії, залежить успіх подальшої терапії.

Отруєння чадним газом

Небезпека ураження в тому, що він має здатність зв'язатися з гемоглобіном, завдає шкоди еритроцитів. При впливі на гемоглобін останній втрачає здатність переносити кисень до тканин і органів людини, що призводить до кисневого голодування, а потім – до гіпоксії. симптоми При впливі чадного газу: у людини з'являються головні болі з нудотою і запамороченнями; пацієнти скаржаться на тяжкість в голові, дезорієнтацію, чутність шумів в органах слуху; частішає пульс, з'являється м'язова слабкість з сонливістю; свідомість часто поплутано з переднепритомний стан, в деяких випадках ймовірно наростання тривоги або ейфорії; шкірні покриви стають блідими, присутня сильна задишка. симптоми отруєння Залежно від того, яка речовина викликала отруєння, симптоми можуть бути різними, але є симптомокомплекс, який свідчить про отруєння організму токсичними речовинами: нудота, блювання, диспепсія; порушення зору, слуху, координації рухів; змінюється колір шкірних покривів; може бути як гіпотермія, так і гіпертермія; порушення в роботі органів дихальної, серцево-судинної і центральної нервової систем.

Перша допомога при отруєнні чадним газом

При наданні першої допомоги необхідно дотримуватися такого алгоритму дій:

Виключити причину поразки і вивести людину на чисте повітря. У такій ситуації потрібно активний приплив кисню. Полегшити дихання, знявши одяг або тиснуть предмети гардероба. Помістити потерпілого в горизонтальному положенні на боці. При знаходженні в стані свідомості слід напоїти підсолодженим гарячим чаєм або дати кави. Якщо свідомість відсутня, наблизити до носової порожнини ватку з нашатирним спиртом. При відсутності ознак життєдіяльності здійснити реанімацію. Щоб

виключити випадки отруєння, треба не допускати ночівель в гаражі і не застосовувати пальник газового типу в замкнутих просторах для обігріву. Не можна ночувати в автотранспорті, якщо двигун працює, особливо в замкнутому приміщенні.

Одним з підтипів отруєнь медикаментозними засобами є, що виникає внаслідок передозування седативних препаратів. Надання медичної допомоги на початкових стадіях проводиться так само, як і при отруєнні звичайними лікарськими засобами, проте на пізніх стадіях перша допомога при ураженні отруйними речовинами повинна виглядати наступним чином: при знаходженні хворого в свідомості, необхідно викликати блювоту і промивати шлунок великою кількістю рідини; при знаходженні в несвідомому стані і порушення дихальних процесів, необхідно проводити штучне дихання.

Харчове отруєння

Таке ураження організму пов’язане з порушенням травних процесів через вживання неякісних продуктів токсичного характеру. Отруєння проявляється у формі: Токсикоінфекції харчової природи через прийом продуктів, які вражені патогенними мікроорганізмами. Це спостерігається при прийомі несвіжої їжі або в разі недотримання гігієнічних вимог і норм санітарії. Токсичного ураження неінфекційного типу – джерелом негативних явищ стають токсини, які проникають в організм. Зокрема мова йде про хімікатах і отруйних грибах з рослинами. симптоми Ознаки отруєння яскраво виражені, вони виникають досить швидко і активно розвиваються: хворі скаржаться на спазми і больовий синдром в області живота, нудоту і позиви до блювоти; присутній діарея, погіршення загального самопочуття, слабкість і млявість; при тяжких формах захворювань температура тіла зростає до 39 ° С або перевищує цей рівень; пульс стає частішим, спостерігається активне слиновиділення; дихання може бути утрудненим, імовірна втрата свідомості. Перша допомога при харчовому отруєнні Після харчового отруєння необхідно: Промити шлунок,

видаливши з нього залишки їжі з токсинами. Процедуру проводять содовим розчином. Для його приготування 1 ст. л. соди розводять в 1,5-2 л теплої води після кип'ятіння. Після прийому невеликої кількості викликають блювоту, а потім повторюють дію. Вжити препарати-сорбенти для недопущення всмоктування шкідливих компонентів в кров. Найчастіше використовують активоване вугілля. Дозування 1 табл. на 10 кг маси тіла. Давати потерпілому більше рідини для компенсації втрат з блювотою і діареєю. Норма – до 3 л в день. Необхідно розвести 1 ст. л. солі в 1 л води або приймати Регидрон. Не вживати їжу протягом першої доби після отруєння, а потім дотримуватися суворої дієти. При цьому не дозволяється провокувати блювоту, якщо пацієнт без свідомості або є припущення про поразку кислотами і лугами. В останньому випадку потрібна негайна госпіталізація. З метою профілактики слід дотримуватися гігієни – мити руки і не допускати порушень у зберіганні продуктів або при приготуванні їжі. Купуючи продукти, перевіряйте терміни придатності, цілісність упаковок, зовнішній вигляд. Виключіть вживання некип'яченої води і відвідування сумнівних закладів громадського харчування. Загальний алгоритм екстрених дій при отруєнні будинку терміново перекрити доступ отруйної речовини; промити шлунок: стоячи випити залпом великими ковтками максимальну кількість теплої бутильованої води, спровокувати блювоту (натиснувши пальцем на корінець мови). Повторювати процес, поки разом з водою перестануть виходити збереглися залишки в шлунку; вжити адсорбенти. Запобігають проникненню токсинів в кров. Активоване вугілля (на 10 кг ваги – 1 табл.). Адсорбент існує у вигляді порошку, таблеток, розчинів. Провести симптоматичну терапію (прийом ліків, коригувальних порушені внаслідок прийому отрути функції організму); випивати максимальний обсяг рідини. Пийте мінеральну негазовану воду для уникнення зневоднення; очистити кишечник бажано природним шляхом (пронос). Якщо функція у організму не спрацювала з моменту потрапляння токсинів, прийміть послаблюючий засіб. Беручи проносне,

дотримуйтеся дозування, зазначеної на упаковці. Звертайте увагу на частоту проносу, так як він призводить до зневоднення організму. Після кожного спорожнення випивайте склянку теплої бутильованої води без газу. дотримуватися дієти, легкого голодування. Перші дні знизити обсяги споживання їжі і відмовитися від гострої, жирної і інший дратує шлунок їжі або зовсім відмовитися від прийняття продуктів харчування (з дозволу лікаря). Інтоксикаційний період не затягувати і в екстреному порядку вжити необхідних заходів. У невідкладних випадках викликати швидку допомогу. Не завжди відомо, що стало причиною нападу, самолікування не завжди ефективно справляється з проблемою. Викликати швидку потрібно, якщо: Дитина до 3-х років. Вагітна жінка. Людина у віці. Інтоксикація супроводжується інтенсивної діареєю понад 9 разів за день. Часті спазми блювоти. Зростає пригніченість. Підозрілі симптоми можуть бути причиною іншого захворювання. При серйозних кишкових інфекціях, як сальмонели, шигели, бацили ботулізму симптоми, типові для звичайних отруєнь, можуть не спостерігатися.

Хімічне отруєння

Хімікати можуть впливати на організм при використанні побутової хімії, після вживання медикаментів. Отруїтися можна фарбами, хімічними виробничими матеріалами. Потрапляють отруйні складові через канали дихання, травлення, при контакті зі шкірою і слизовою оболонкою. симптоми Симптоматика залежить від конкретного способу впливу: При контакті з хімічними парами з’являється задишка і проблеми з диханням. Поряд з гострої дихальної недостатності канали відчувають дію опіку, імовірна зупинка дихальної активності. Шкіра блідне і синіє, виникають галюцинації, а потерпілий непритомніє. Якщо отрути потрапляють в стравохід, то болить горло, органи шлунково-кишкового тракту, оскільки слизові обпалені. Виникає нудота, а в блювотних масах присутні згустки від крові, яка згорнулася. Вони ж з’являються і в рідкому стільці. Спостерігається зневоднення. Потрапляючи на шкіру, кислоти з лугами

можуть обпалювати поверхню. Проникаючи під епітелій, починають всмоктуватися в кров, шкодячи внутрішнім системам. У місцях опіків відчувається інтенсивний біль, проявляється алергія у вигляді свербежу, висипу, почервоніння. Якщо вплив сильне, то відбувається збій дихальної функції і порушується серцевий ритм. Перша допомога при хімічному отруєнні При такому ураженні треба швидше надати долікарську допомогу і направити пацієнта до лікарні. Якщо впливають хімічні пари, то потерпілого виводять на свіже повітря. Якщо вражаючий фактор невідомий, то необхідно максимально швидко з'ясувати його. При отруєнні ліками і їх попаданні в органи травлення слід: очистити шлунок за допомогою багаторазового промивання розчином соди з наступною блювотою; прийняти сорбенти і засоби огортає дії; транспортувати постраждалого до лікувального закладу. Щоб виключити хімічне отруєння необхідно дотримуватися техніки безпеки при використанні речовин, під час їх перевезення або зберігання. Важливо все небезпечні склади тримати в недоступному для дітей місці і не переливати їх в ємності з-під напоїв або продуктів.

Небезпека медикаментозної інтоксикації

Отруєння медикаментами [22] найчастіше виникає в наступних умовах: Перевищення призначених доз препарату, пов'язане з неуважністю або самолікуванням; Одночасне застосування несумісних лікарських засобів або поєднання їх з алкоголем; Призначення ліки без урахування супутньої патології печінки або нирок, які знешкоджують і виводять з організму діюча речовина; Спроба суїциду; Підвищений дитячий інтерес до домашньої аптечки, коли діти сприймають таблетки як іграшки або цукерки; Вживання прострочених лікарських форм. Інтоксикація може бути гострою, коли одномоментно прийнята висока доза препарату, і хронічної, якщо мало місце тривалий помірне перевищення дозування. Хронічна медикаментозна інтоксикація зазвичай протікає під маскою захворювання внутрішніх органів.

Висновки

Дипломна робота присвячена розробці частотоміра з функцією вимірювання періоду сигналу, що є актуальною проблемою в сучасній електроніці. В ході дослідження було проведено аналіз технічного завдання, що підтверджує значення і необхідність розробки такого пристрою для вимірювання частоти і періоду сигналів. Аналіз інформації показав, що існуючі рішення на ринку відповідають лише частково вимогам сучасних технологій, що підкреслює важливість нашої розробки.

В ході роботи була розроблена структурна схема частотоміра, проведено проєктування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми, обрано компонентну базу та виконано її обґрунтування. Компоновка друкованого вузла була виконана з урахуванням оптимізації простору та мінімізації інтерференції.

У розділі, присвяченому САПР, була створена бібліотека елементів в Altium Designer, що сприяло зручності розробки схематичних і конструкторських креслень.

Завершальний розділ про охорону праці і безпеку життєдіяльності включає систематизацію небезпек та опис дій по долікарській допомозі при отруєннях, що підкреслює нашу відповідальність за безпеку під час виконання проекту.

Отже, реалізація дипломної роботи дозволила успішно реалізувати поставлені цілі та вимоги, наділивши нас цінними практичними знаннями і навичками у сфері електронної техніки та проектування.

Список використаних джерел

1. Методичні рекомендації з оформлення кваліфікаційних робіт бакалавра за спеціальністю “172 Телекомунікації та радіотехніка” [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://dl.tntu.edu.ua/mods/_standard/file_storage/index.php Дата доступу 10.03.2024.

2. GRM219 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/ua/grm219r71e105ka88d-8 (дата звернення 08.03.2024).

3. TZC3P300A110R00_6,5-30pF [Електронний ресурс] – Режим доступу:https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/FOGJo3JE_TZ_murata.pdf (дата звернення 08.03.2024).

4. EEEF [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/DkOyzUAc_ABA0000C1181.pdf (дата звернення 08.03.2024).

5. NCP551SN50T1G [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/DU4ARA69_NCP551.pdf (дата звернення 08.03.2024).

6. PIC16F628A-I/SO [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/7lpsUuNn_PIC16F627A.pdf (дата звернення 08.03.2024).

7. 74HC138D [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/pBLc3Z0d_74HC138_nxp.pdf (дата звернення 08.03.2024).

8. 4816P-T01-821 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.digikey.com/en/products/detail/bourns-inc/4816P-T01-821LF/2566370 (дата звернення 08.03.2024).

9. FYQ-3641AUHR-21 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/file_Dz4ca5e.pdf (дата звернення 08.03.2024).

10. LQM18FN100M00D [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/SWhIq8tP_LQM18F.pdf (дата звернення 08.03.2024).

11. 0805S8F [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/ua/0805s8f1101t5e-2 (дата звернення 08.03.2024).

12. PS1024ABLK [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/ua/ps1024ablk (дата звернення 08.03.2024).

13. 1N4148WS [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/LUmLrlnN_1N4148WS_di.pdf (дата звернення 08.03.2024).

14. BF998E6327 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/GSfLMQgB_BF998_inf.pdf (дата звернення 08.03.2024).

15. BC817 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/lnEFI1Nn_BC817_dio.pdf (дата звернення 08.03.2024).

16. IRLML6402TRPBF [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/ua/irlml6402trpbf-1 (дата звернення 08.03.2024).

17. Штирьовий з’єднувач PLS [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/ua/pls-4-8 (дата звернення 08.03.2024).

18. 16M-49SMD-SR [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/rNC8KkB9_HC-49.pdf (дата звернення 08.03.2024).

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

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

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

22. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом.

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: «Частотомір з функцією вимірювання періоду сигналу»

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

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАс-41
Шастків М. А. _____
“____”_____20__р.

Тернопіль, 2024

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “ Частотомір з функцією вимірювання періоду сигналу ”

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

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Шастків Максим Андрійович групи РАс-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка частотоміра з функцією вимірювання періоду сигналу, що включає в себе:

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

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1. Частотомір повинен бути розрахований на живлення від джерела живлення яке видає 10 В.

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

4.2. Технічні вимоги

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

4.2.2. Частотомір повинен забезпечувати задану потужність з моменту включення.

4.2.3. Частотомір 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 частотоміра і мережевими контактами, а також між корпусом і контактами, повинні відповідати вимогам ДСТУ 22261.

4.2.6. За механічними і кліматичними умовами експлуатаційні частотоміра 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 частотоміра повинно входити: частотомір, комплект запасних частин. До комплекту докладають паспорт.

4.2.8. Напрацювання на відмову повинне бути не менше 42567 год.

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

4.2.10. Середній термін служби повинен бути не менше 5 років. Випробування на термін служби не проводять.

4.3. Правила приймання.

4.3.1. Частотомір повинен піддаватися періодичним випробуванням.

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

4.3.3. Періодичним випробуванням піддають не менше трьох частотомірів 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 частотомірів. Якщо при повторних періодичних випробуваннях виявлено невідповідність хоча б одного виробу вимогам цього стандарту, приймання і відвантаження частотомірів 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 частотоміра;
– електрична принципова схема частотоміра;
– друкована плата частотоміра;
– друкований вузол.

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

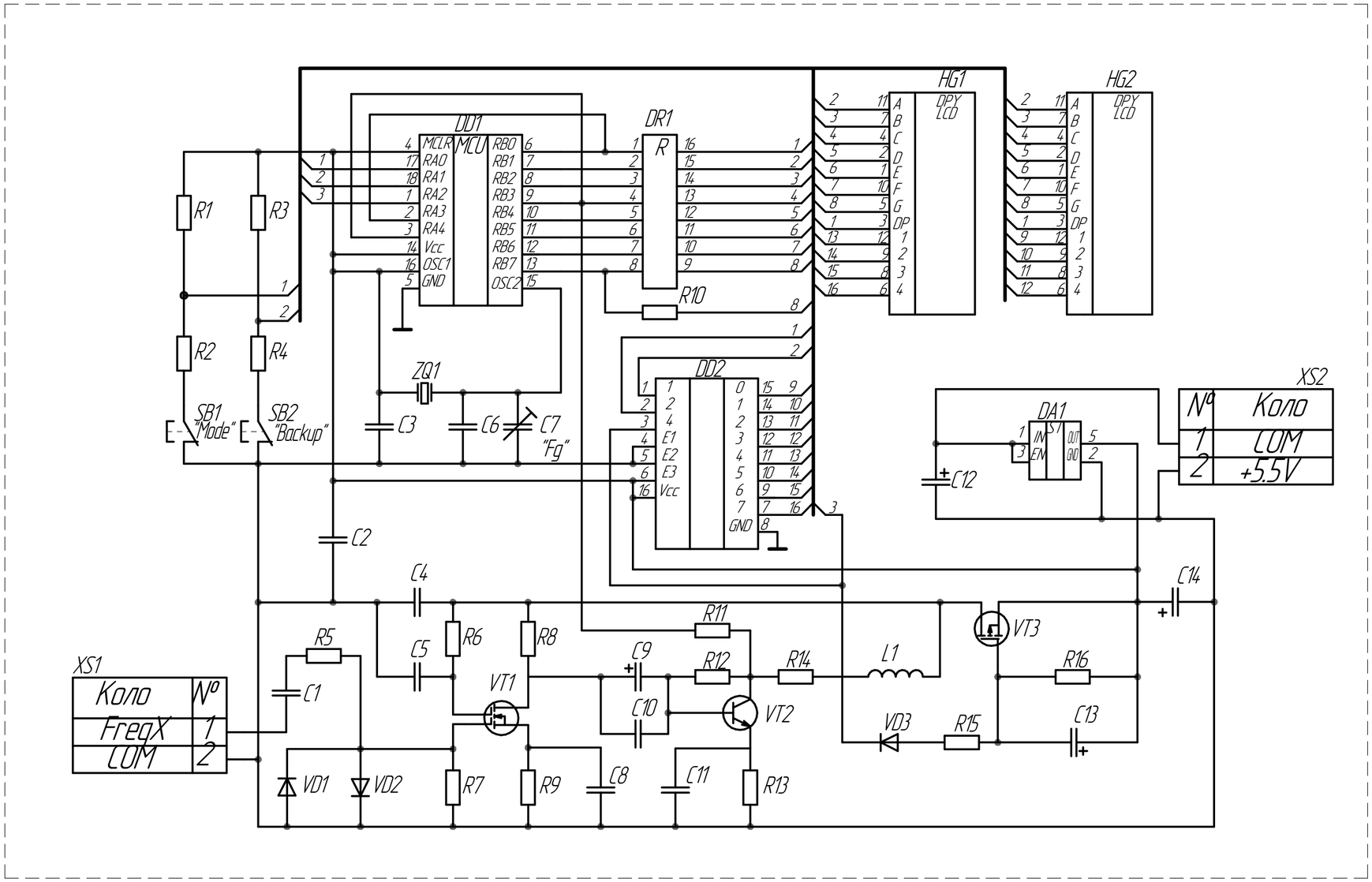
Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ 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 частотоміра;	
6	Компоновка друкованого вузла	
7	Створення допоміжної документації	
8	Спеціальна частина	
9	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони праці	
10	Нормоконтроль	
11	Попередній захист КР	
12	Захист КР	

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

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

7.1 Під час виконання дипломного проекту в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.



					ШМА 2.899.002 Е3			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Частотомір з функцією вимірювання періоду сигналу	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.		Шастків М.А.			Схема електрична принципова			
Перев.		Марценюк А.С.				Арк.	Аркушів 1	
Т.контр.						ТНТУ, ФПТ каф. РТ гр. РАс-41		
Н.контр.		Марценюк А.С.						
Затв.		Дунець В.Л.						

Формат А2

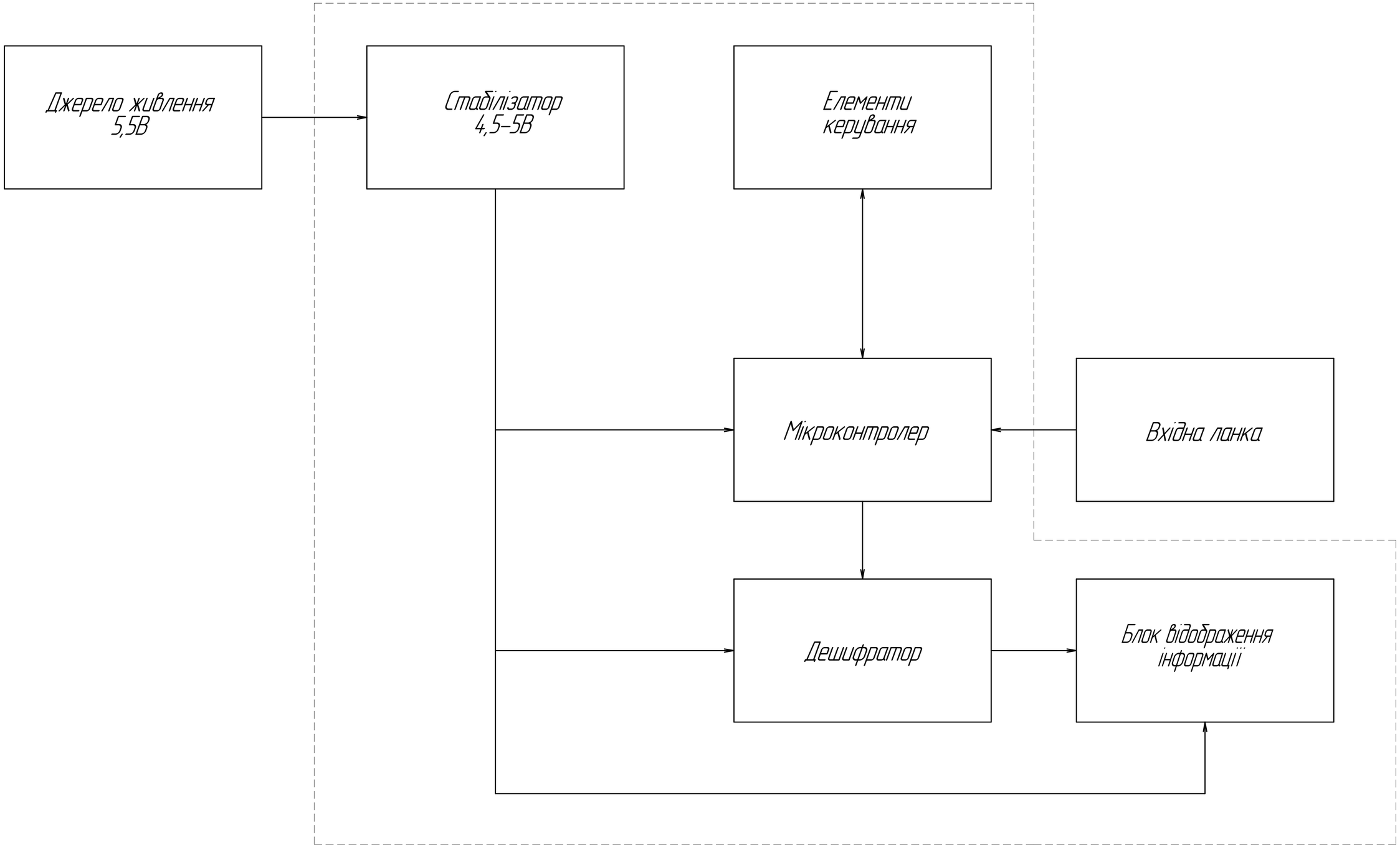
Поз. позн.	Назва	Кіл.	Примітка
	Частотомір з функцією вимірювання періоду сигналу		
	Конденсатори		
C1	GRM219R71E105KA88D «MURATA»	1	
C2	GRM21BR71E104KA01L «MURATA»	1	
C3	GRM21A5C2D220JW01D «MURATA»	1	
C4,C5	GRM21BR71E104KA01L «MURATA»	2	
C6	GRM21A5C2E100JW01D «MURATA»	1	
C7	TZC3P300A110R00_6,5-30pF «MURATA»	1	
C8	GRM21BR71E104KA01L «MURATA»	1	
C9	EEEFK1E471P «Panasonic»	1	
C10,C11	GRM2195C1H103JA01D «MURATA»	2	
C12	EEEFK1E471P «Panasonic»	1	
C13	EEEFC1V2R2R «Panasonic»	1	
C14	EEEFK1E470P «Panasonic»	1	
	Мікросхеми		
DA1	NCP551SN50T1G «ON Semiconductor»	1	
DD1	PIC16F628A-I/SO «MICROCHIP TECHNOLOGY»	1	
DD2	74HC138D «TOSHIBA»	1	
DR1	4816P-T01-821 «Bourns Inc.»	1	
HG1,HG2	LCD дисплей FYQ-3641AUHR-21 «FORYARD»	2	
L1	LQM18FN100M00D «MURATA»	1	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ШМА 2.899.000 ПЕЗ			
Розробив		Шастків М. А.			Частотомір з функцією вимірювання періоду сигналу	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Марценюк А. С.				н	1	2
Рецензор						ТНТУ, ФПТ каф. РТ гр. РАс-41		
Н. Контр.		Марценюк А. С.						
Затвер.		Дунець В. Л.			Перелік елементів			

Поз. позн.	Назва	Кіл.	Примітка
	Резистори		
	«ROYAL OHM»		
R1	0805S8F – 10 кОм ±1 %	1	
R2	0805S8F – 470 Ом ±1 %	1	
R3	0805S8F – 10 кОм ±1 %	1	
R4	0805S8F – 470 Ом ±1 %	1	
R5	0805S8F – 1 кОм ±1 %	1	
R6	0805S8F – 10 кОм ±1 %	1	
R7	0805S8F – 1 МОм ±1 %	1	
R8	0805S8F – 1 кОм ±1 %	1	
R9	0805S8F – 300 Ом ±1 %	1	
R10	0805S8F – 10 кОм ±1 %	1	
R11	0805S8F – 470 Ом ±1 %	1	
R12	0805S8F – 47 кОм ±1 %	1	
R13	0805S8F – 100 Ом ±1 %	1	
R14	0805S8F – 1 кОм ±1 %	1	
R15	0805S8F – 4,7 кОм ±1 %	1	
R16	0805S8F – 300 кОм ±1 %	1	
SB1,SB2	PS1024ABLK «E-Switch»	2	
VD1–VD3	Діоди 1N4148WS «DIOTEC SEMICONDUCTOR»	3	
	Транзистори		
VT1	BF998E6327 «INFINEON TECHNOLOGIES»	1	
VT2	BC817 «DIOTEC SEMICONDUCTOR»	1	
VT3	IRLML6402TRPBF «INFINEON TECHNOLOGIES»	1	
XS1,XS2	Штирьові з'єднувачі PLS-2 «KLS»	2	

Поз. позн.	Назва	Кіл.	Примітка
ZQ1	16M-49SMD-SR «SR PASSIVES»	1	

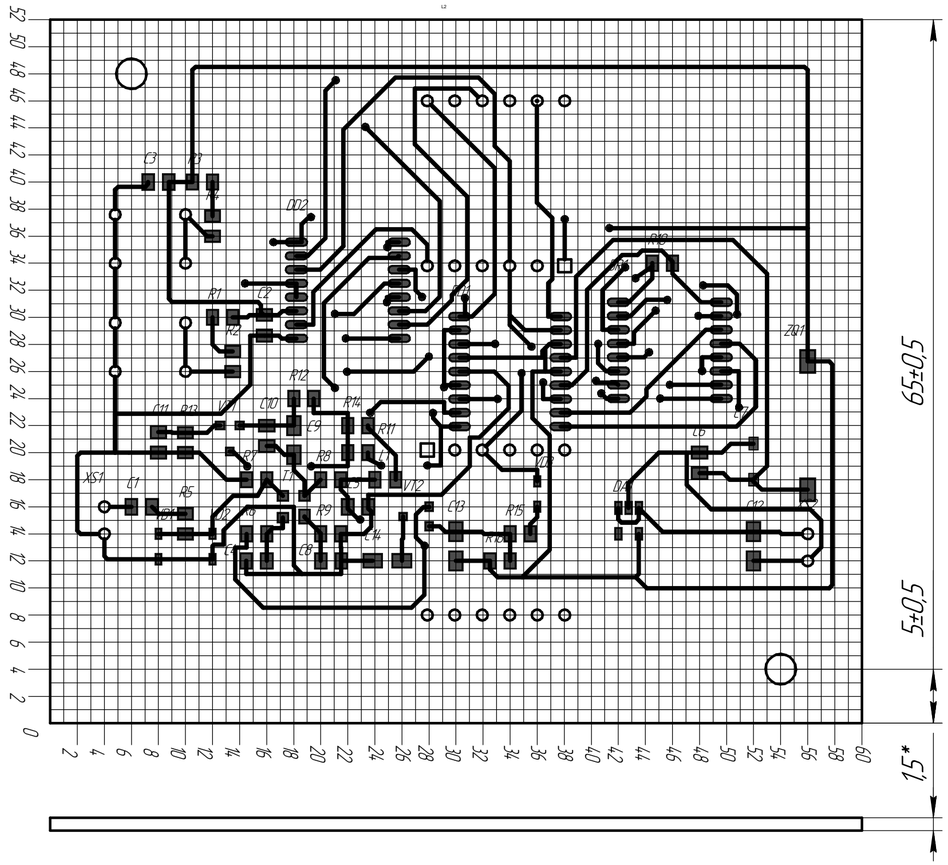
ШМА 2.899.001 Е1

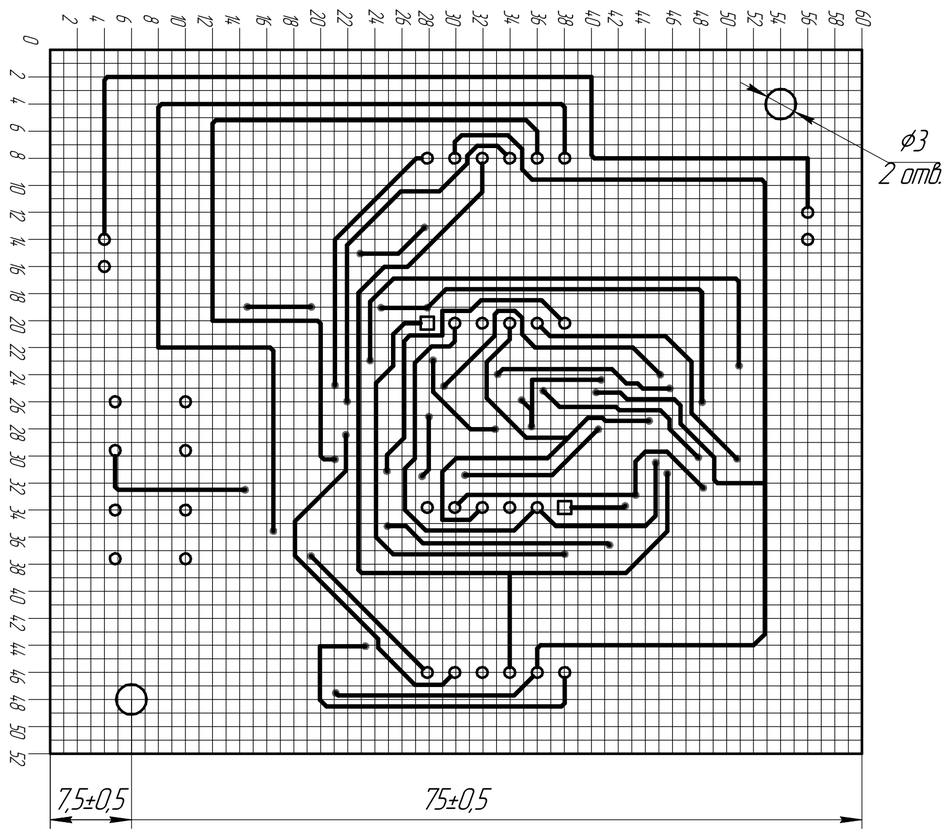


					ШМА 2.899.001 Е1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Частотомір з функцією вимірювання періоду сигналу	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.		Шостків М.А.						
Перев.		Марценюк А.С.			Схема електрична структурна	Арк.	Аркушів 1	
Т.контр.						ТНТУ, ФПТ каф. РТ гр. РАс-41		
Н.контр.		Марценюк А.С.						
Затв.		Дідинець В.Л.						

Формат А1

ШМА 7.103.003





Таблиця отворів

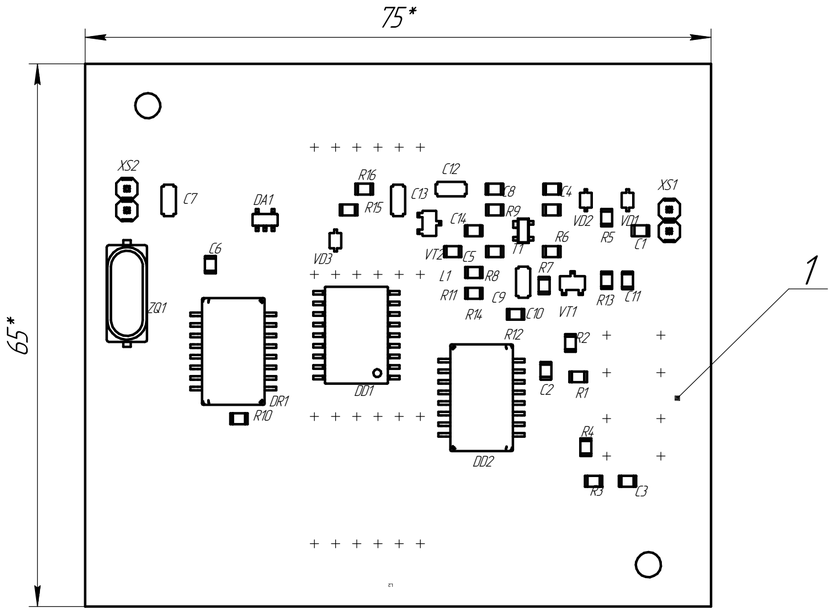
Позначення отвору	Діаметр отвору	Діаметр конт. площадки	Наявність металізації	К-ть отворів
●	0.3	0.7	металіз.	45
○	0.7	0.9	металіз.	36
▬	–	1.6x2	–	152
⬬	–	1x2	–	84

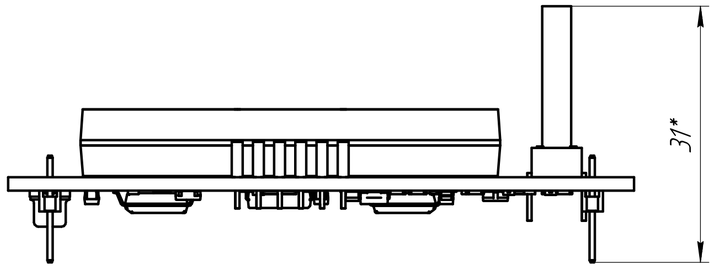
1. *Розміри для довідок;
2. Клас точності 3
3. Крок координатної сітки 1.25 мм.
4. Плату виготовляти електрохімічним методом.
5. Параметри отворів–див.Таблицю отворів.
6. Мінімальна ширина другованих провідників 0.5 мм
7. Мінімальна відстань між друкованими провідниками 0.5 мм.
8.Плату маркувати фарбою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

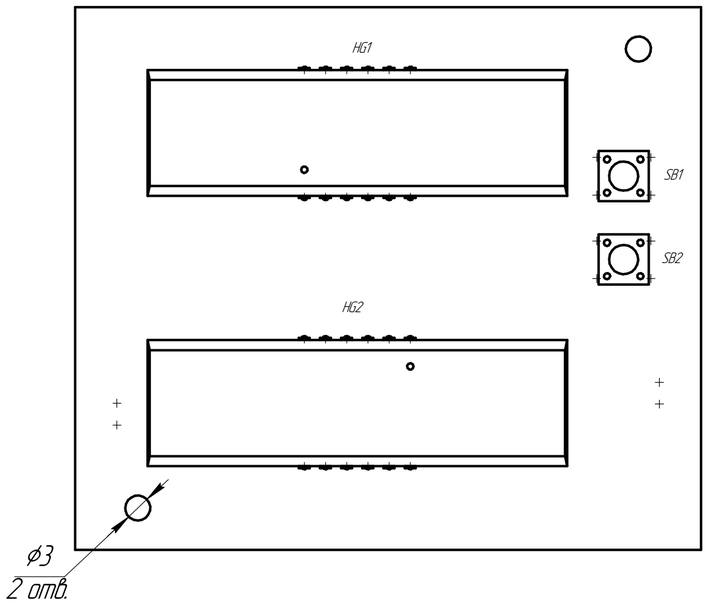
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	ШМА 7.103.003			
Розроб.		Шастків М.А.			Плата друкована	Літ.	Маса	Масштаб
Перев.		Марценюк А.С.					0,15	2,51
Т.контр.						Арк.	Аркушів	1
Н.контр.		Марценюк А.С.			СФ–2–35Г	ТНТУ, ФПТ каф. РТ гр. РАс–41		
Затв.		Дунець В.Л.						

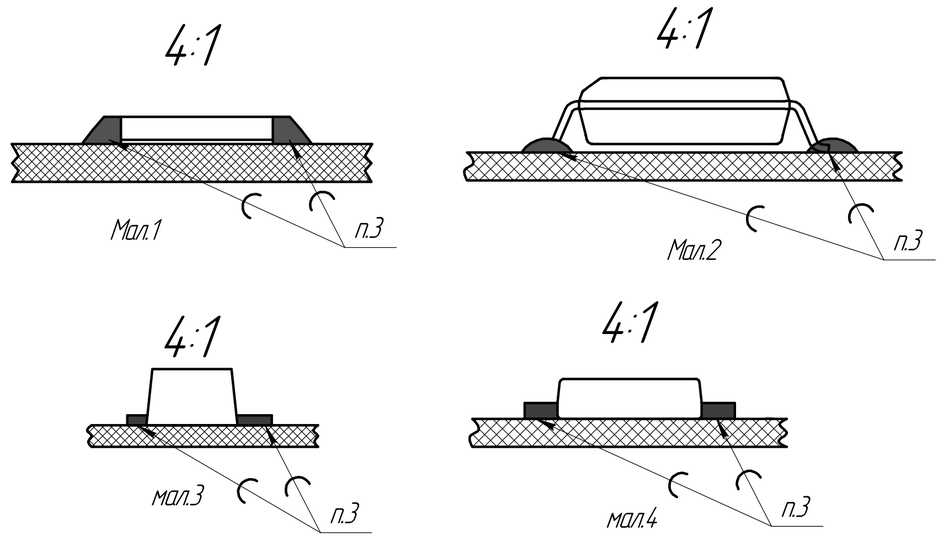
Формат А2

ШМА 2.899.004 СК









1. * Розміри для довідок
2. Крок координатної сітки 1,25мм, елементи встановити:
резистори R1–R3, R5–R21 згідно мал.1; конденсатори C1–C15,
згідно мал.1; мікросхему DD1–DD2 згідно мал.2;
транзистори VT1–VT4 згідно мал.3; діоди VD1–VD4 згідно мал.4;
3. Паяти паяльною пастою SAC305 "Mechanic"
4. Паяти ПОС–61
5. Виводи згинати під кутом 30 та обрізати в межах контактних площадок
6. Покрити лаком АК–133
7. Позначення елементів показано умовно

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	ШМА 2.899.004 СК			
Розроб.		Шастків М.А.			Друкований вузол частотоміра з функцією вимірювання періоду сигналу	Літ.	Маса	Масштаб
Перев.		Марценюк А.С.					0,35	2:1
Т.контр.					Складальне креслення	Арк.	Аркушів 1	
Н.контр.		Марценюк А.С.				ТНТУ, ФПТ каф. РТ гр. РАс–41		
Затв.		Дунець В.Л.						

Формат А2

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				Документація		
А3			ШМА 2.899.001 Е3	Схема електрична принципова		
А4			ШМА 2.899.001 ПЕ3	Перелік елементів		
А2			ШМА 2.899.001	Вузол друкований		
				Деталі		
А2		1	ШМА 7.161.001	Плата друкована	1	
				Інші вироби		
				Конденсатори		
				«YAGEO»		
		2		GRM21A5C2D220JW01D «MURATA»	2	C3, C6
		3		GRM2195C1H103JA01D «MURATA»	2	C10, C11
		4		GRM21BR71E104KA01L «MURATA»	4	C2,C4,C5,C8
		5		GRM219R71E105KA88D «MURATA»	1	C1
		6		EEEFC1V2R2R «Panasonic»	1	C13
		7		EEEFK1E470P «Panasonic»	1	C14
		8		EEEFK1E471P «Panasonic»	2	C9, C12
		9		TZC3P300A110R00_6,5-30pF «MURATA»	1	C7
				Мікросхеми		
		10		NCP551SN50T1G «ON Semiconductor»	1	DA1
		11		PIC16F628A-I/SO	1	DD1
				«MICROCHIP TECHNOLOGY»		

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ШМА 2.899.001			
Розроб.		Шастків М. А.			Друкований вузол на частотомір з функцією вимірювання періоду сигналу Специфікація	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Марцеюнк А. С.				Н	1	3
						ТНТУ, ФПТ каф. РТ гр. РАс-41		
Н Контр.		Марценюк А.						
Затверд.		Дунець В. Л.						

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіль.к.	Прим.
		12		74HC138D «TOSHIBA»	1	DD2
		13		4816P-T01-821 «Bourns Inc.»	1	DR1
		14		LCD дисплей	1	HG1,HG2
				FYQ-3641AUHR-21 «FORYARD»		
		15		LQM18FN100M00D «MURATA»	1	L1
				Резистори		
				«ROYAL OHM»		
		16		0805S8F – 100 Ом ±1 %	1	R13
		17		0805S8F – 300 Ом ±1 %	1	R9
		18		0805S8F – 470 Ом ±1 %	3	R2, R4, R11
		19		0805S8F – 1 кОм ±1 %	3	R5, R8, R14
		20		0805S8F – 4,7 кОм ±1 %	1	R15
		21		0805S8F – 10 кОм ±1 %	4	R1,R3,R,6,R10
		22		0805S8F – 47 кОм ±1 %	1	R12
		23		0805S8F – 1 МОм ±1 %	1	R7
		24		0805S8F – 300 кОм ±1 %	1	R16
		25		PS1024ABLK «E-Switch»	2	SB1,SB2
		26		Діоди	3	VD1-VD3
				1N4148WS «DIOTEC SEMICONDUCTOR»		
				Транзистори		
		27		BF998E6327«INFINEON TECHNOLOGIES»	1	VT1
		28		BC817 «DIOTEC SEMICONDUCTOR»	1	VT2
		29		IRLML6402TRPBF«INFINEON TECHNOLOGIES»	1	VT3

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіль.к.	Прим.
		30		Штирьові з'єднувачі PLS-2 «KLS»	2	XS1,XS2
		31		16M-49SMD-SR «SR PASSIVES»	1	ZQ1