

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавра

(назва освітнього ступеня)

на тему: Генератор сигналів з мікроконтролерним керуванням

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

спеціальності 172 Телекомунікації та

радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)


(підпис)

Анненков В. В.

(прізвище та ініціали)

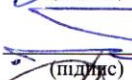
Керівник


(підпис)

Дедів І. Ю.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль


(підпис)

Марценюк А. С.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри


(підпис)

Дунець В. Л.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)
Кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри



Дунець В. Л.

(прізвище та ініціали)

«03» червня 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

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

1. Тема роботи Генератор сигналів з мікроконтролерним керуванням

Керівник роботи Дедів Ірина Юріївна кандидат технічних наук, доцент кафедри РТ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «03» 06 2024 року № 4/7-581

2. Термін подання студентом завершеної роботи 13.06.2024

3. Вихідні дані до роботи Технічні параметри: напруга живлення: 5 В; діапазон частот: 0,2 Гц - 10 МГц; амплітуда сигналу: 0 В - 2,55 В для синусоїдального і трикутного сигналу, 1,5 В - 5,1 В для прямокутного сигналу

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

Вступ

1. Основна частина

2. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

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

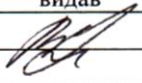
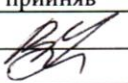
1. Структурна схема генератора

2. Схема електрична принципова генератора

3. Друкований вузол генератора

4. Плата друкована генератора

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Барановський В.М. професор		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розробка та затвердження технічного завдання	22.02.2024	виконано
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічний матеріалів, необхідних для виконання роботи	01.03.2024 16.03.2024	виконано виконано
3	Розробка структурної схеми генератора	02.04.2024	виконано
4	Розробка схеми електричної принципової генератора	10.04.2024	виконано
5	Розрахунок основних вузлів у схемі приладу	15.04.2024	виконано
6	Вибір компонентної бази для розроблюваного генератора	25.04.2024	виконано
7	Компоновка друкованого вузла генератора	01.05.2024	виконано
8	Створення допоміжної документації	5.05.2024	виконано
9	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони	10.05.2024	виконано
10	Нормоконтроль	06.06.2024	виконано
11	Перевірка роботи на антиплагіат	25.06.2024	виконано
12	Попередній захист КР	12.06.2024	виконано
13	Захист КР	26.06.2024	

Студент


_____ (підпис)

Анненков В. В.
_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи


_____ (підпис)

Дедів І. Ю.
_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Генератор сигналів з мікроконтролерним керуванням». Кваліфікаційна робота бакалавра // ТНТУ, факультет ФПТ, група РАС-41. // Тернопіль, 2024 р. //с.- 55, рис.- 30, табл.-26.

Ключові слова: ГЕНЕРАТОРА, СИНТЕЗАТОР ЧАСТОТИ, ГЕНЕРАТОР ЧАСТОТИ, ШІМ, DDS, МІКРОКОНТРОЛЕР.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка генератора сигналів з мікроконтролерним керуванням. Який буде мати можливість підключатись до персонального комп'ютера для налаштування роботи генератора.

Основні техніко – експлуатаційні характеристики: діапазон частот вихідного сигналу – 0,2 Гц - 10 МГц, амплітуда вихідного сигналу – 0 - 5 В, нерівномірність АЧХ вихідного сигналу: в діапазоні 0,2 Гц – 1 МГц не більше 0,1 дБ, в діапазоні 1 МГц – 10 МГц не більше 0,2 дБ.

ANNOTATION

The topic of the qualification work: "Signal generator with microcontroller control". Bachelor's qualification thesis // TNTU, FPT faculty, RAs-41 group. // Ternopil, 2024 //p.-55, fig.-30, table-26.

Keywords: GENERATOR, FREQUENCY SYNTHESIZER, FREQUENCY GENERATOR, PWM, DDS, MICROCONTROLLER.

The purpose of the qualification work is to develop a signal generator with microcontroller control. Which will be able to connect to a personal computer to configure the operation of the generator.

Main technical and operational characteristics: frequency range of the output signal – 0.2 Hz - 10 MHz, amplitude of the output signal - 0 - 5 V, non-uniformity of frequency response of the output signal: in the range of 0.2 Hz - 1 MHz no more than 0.1 dB, in in the range of 1 MHz - 10 MHz no more than 0.2 dB.

Зміст

Вступ.....	6
1 Основна частина.....	8
1.1 Аналіз технічного завдання.....	8
1.2 Розробка структурної схеми генератора сигналів	11
1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою	12
1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази	17
1.5 Компоновка друкованого вузла пристрою	32
1.6 Розрахунок надійності проектованого виробу.....	36
1.7 Висновки до розділу 1	39
2 Спеціальна частина (САПР).....	40
2.1 Вибір САПР	40
2.2 Застосування САПР при проектування друкованої плати.....	40
2.3 Висновки до розділу 2	46
3 Охорона праці та безпека життєдіяльності	48
3.1 Пільги та компенсації за важкі умови праці	48
3.2 Вимоги техніки безпеки при регулюванні та обслуговуванні генератора сигналів.....	49
3.3 Засоби гасіння пожеж	54
Висновки	61
Список використаних джерел	62

					АВВ 3.119.001 ПЗ				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>					
<i>Розроб.</i>	<i>Перевір.</i>	<i>Реценз.</i>	<i>Н.контр.</i>	<i>Затв.</i>	Генератор сигналів з мікроконтролерним керуванням <i>Пояснювальна записка</i>				
<i>Анненков В. В</i>	<i>Дедів І. Ю.</i>	<i>Марценюк А. С.</i>	<i>Дунець В. Л.</i>	<i>Літ.</i>				<i>Аркуш.</i>	<i>Аркушів</i>
				Н				5	
				<i>ТНТУ, ФПТ каф РТ</i>					
				<i>гр. РАС-41</i>					

Вступ

Проектований виріб, генератор сигналів з мікроконтролерним керуванням, призначений для генерування сигналів синусоїдальної, прямокутної і трикутної форм з регулюванням частоти і амплітуди.

Пристрій може використовуватись радіоаматорами, майстрами з ремонту і регулювання радіоелектронної та побутової техніки.

Прилад працює в парі з персональним комп'ютером, за допомогою якого генератор живиться і налаштовується на необхідні параметри генерування сигналу.

Аналізуючи генератори сигналів які представлені на ринку, було визначено основні характеристики які повинен мати прилад. Він повинен бути компактним, придатним для ремонту та простим в користуванні. Вибір генераторів на ринку не великий, він обмежується дуже простими і нефункціональними генераторами, або професійними, які як наслідок мають високу вартість. Тому було прийняти рішення спроектувати генератор який буде золотою серединою між дешевими і мало функціональними генераторами і дуже дорогими і професійними. Це зроблено для того, щоб радіоаматор який вже «виріс» з простого генератора, але ще не має змоги купити професійний мав можливість купити цей генератор.

Генератори бувають двох типів: самостійні, тобто не потребують сторонніх пристроїв для його роботи. І не самостійні, тобто такі які потребують ще інші пристрої для повноцінної роботи генератора. Проектований генератор підключається до персонального комп'ютера і це є його перевагою для досвідченого користувача, або аматора, який вперше буде ним користуватись. Тому що інтерфейс комп'ютерної програми буде в рази інформативніший, чим маленький рідкокристалічний екран, який може бути вмонтований в генератор.

					<i>АВВ.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		6

Для здешевлення виробництва і зменшення розмірів плати було використано елементну базу компонентів для поверхневого монтажу, також це дасть можливість пришвидшити процес виготовлення приладу.

Пристрій є мобільний і призначений для роботи в приміщенні, при нормальних кліматичних умовах: температура: $+ 25 \pm 10$ °С, відносна вологість повітря: 45 – 80 %, атмосферний тиск: 630 – 800 мм рт. ст. Металевий корпус захищає від зовнішніх електромагнітних завад, та від механічних пошкоджень, при перенесені й експлуатації.

					<i>ABB.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		7

1 Основна частина

1.1 Аналіз технічного завдання

Проаналізовано відомі рішення щодо проектування генератора сигналів.

На рис. 1.1 зображено схему генератора сигналів.

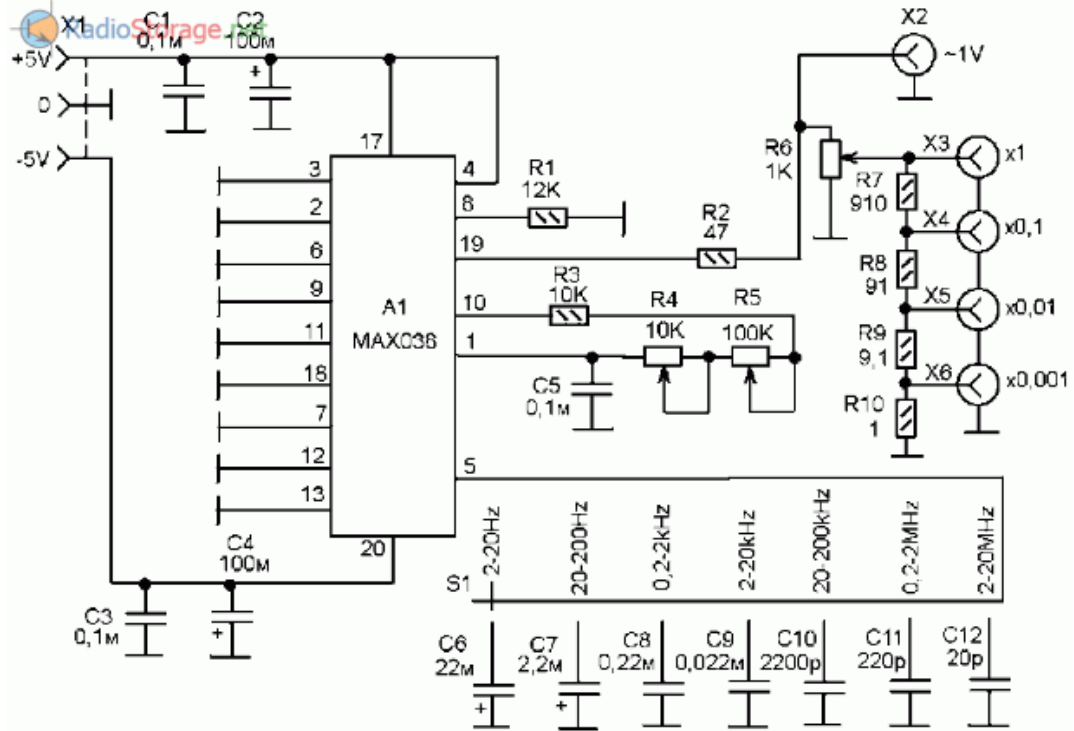


Рисунок 1.1 – Схемне виконання генератора сигналів

Ця схема характеризується діапазоном генеруючої частоти від 2 Гц до 20 МГц синусоїдального сигналу, також вона є проста і не потребує підключення до персонального комп'ютера.

Принцип роботи такої схеми в тому, що частота генерації залежить від ємності конденсатора, включеного між виводом 5 і мінусом живлення, і опору резистора між виводами 10 і 1. Для можливості та зручності роботи в такому широкому діапазоні частот, діапазон розбитий на 7 піддіапазонів, які перемикаються перемикачем S1 шляхом перемикання конденсаторів.

Плавне налаштування всередині кожного діапазону здійснюється двома послідовно включеними змінними резисторами R4 і R5, при цьому резистор R5

					<i>АВВ.3.119.001 ПЗ</i>		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			8

служить для грубого налаштування частоти а R4, більш низького опору, для точного налаштування частоти. Шкали у генератора немає, нею служить цифровий частотомір, що підключається до гнізда X2.

На рис. 1.2 зображено інший тип генератора сигналів

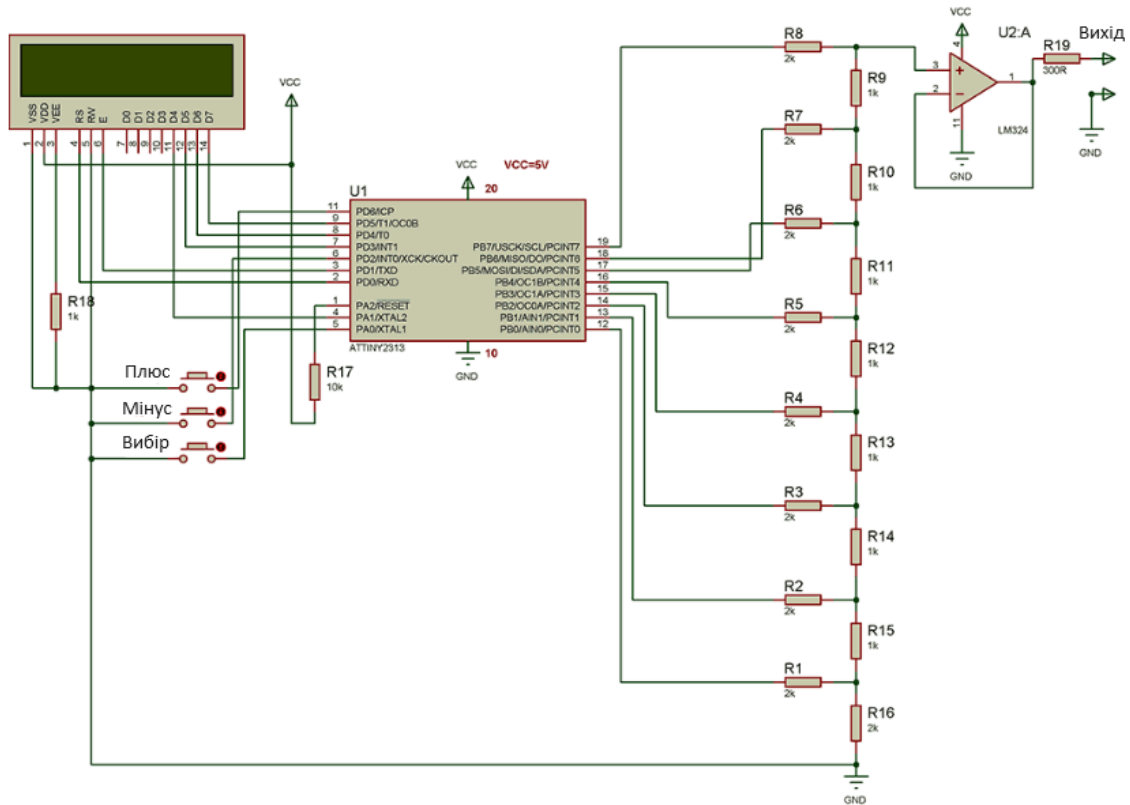


Рисунок 1.2 – Схемне виконання генератора сигналів

На рисунку 1.2 зображений простий, але функціональний генератор сигналів, який може генерувати: меандр, трикутник, синус, шум і пилоподібний сигнали. Максимально генерована частота – 60 кГц. У прошивці частоту можна встановлювати лише для генерації меандру, інших сигналів можна встановлювати лише затримку в мікросекундах. Основою пристрою є AVR мікроконтролер ATtiny2313, сигнал генерується за допомогою 8-бітного цифро-аналогового перетворювача, дані про частоту, сигнал або затримки відображаються на рідкокристалічному індикаторі 8x2.

Цифро-аналоговий перетворювач зібраний на резисторах і підключений безпосередньо до порту В мікроконтролера, сигнал після ЦАП посилюється за

допомогою операційного підсилювача LM324. Рідкокристалічний індикатор використано WH0802 з HD44780 сумісним контролером, він має 2 рядки по 8 знаків кожен. Мікроконтролер використано Attiny2313. Кнопкою "Вибір" вибирається тип сигналу, що генерується. Кнопками "Плюс" та "Мінус" встановлюється частота або затримка. При включенні пристрою він одразу починає генерувати сигнал, за замовчуванням це меандр. Напряга живлення: 5 вольт.

Тому необхідно розробити генератор сигналів на основі мікросхеми DDS генератора AD9834BRUZ. Проектований пристрій повинен здійснювати генерування сигналів синусоїдальної, прямокутної та трикутної форми з можливістю регулювання частоти генерування в межах від 0,2 Гц до 10 МГц, та з можливістю регулювання амплітуди сигналу від 0 В до 2,55 В для синусоїдального і трикутного сигналу, та від 1,5 В до 5,1 В для прямокутного сигналу. Керування генерованим сигналом має здійснюватись за допомогою персонального комп'ютера, також від нього пристрій має живитись. Корпус повинен бути компактний, ударостійкий та виконаний з металу, для екранування від зовнішніх електромагнітних завад. Вихідні роз'єми повинні бути стандартні BNC і розміщуватись на передній панелі, також біля роз'ємів має бути світлодіод який показує наявність генерованого сигналу.

Технічні характеристики:

Напряга живлення.....5 В

Форма вихідного сигналу.....синусоїдальна,
прямокутна, трикутна

Діапазон частот вихідного сигналу.....0,2 Гц – 10 МГц

Амплітуда вихідного сигналу:

- синусоїдального і трикутного.....0 – 2,55 В
- прямокутного.....1,5 – 5,1 В (лог.1)

Нерівномірність АЧХ вихідного сигналу:

- в діапазоні 0,2 Гц – 1 МГц.....не більше 0,1 дБ

					<i>ABB.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		10

- в діапазоні 1 МГц – 10 МГцне більше 0,2 дБ
- Відносна похибка частоти вихідного сигналу0,01 %
- Наведена похибка амплітуди вихідного сигналу2 %
- Габаритні розміри (Д х Ш х В) 162 x 81 x 21 мм
- Маса500 г

Умови експлуатації:

Температура.....+ 25 ± 10 °С

Відносна вологість повітря45 – 80 %

Атмосферний тиск630 – 800 мм рт. ст.

1.2 Розробка структурної схеми генератора сигналів

Структурна схема пристрою зображена на рисунку 1.3.

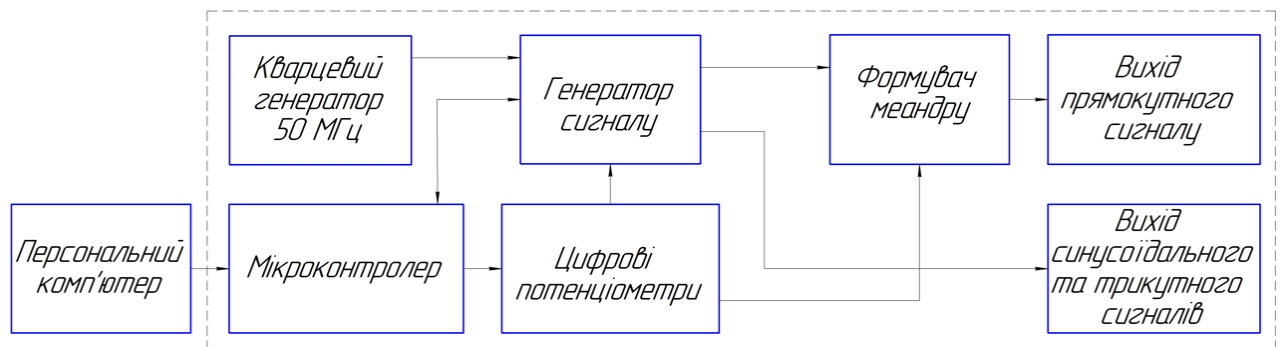


Рисунок 1.3 – Структурна схема виробу

Схема складається з таких елементів: шина USB, мікроконтролер, генератор опорної частоти, цифрові потенціометри, генератор сигналу, формувач меандру та виходи прямокутного сигналу та синусоїдального і трикутного сигналів.

Мікросхема генератора сигналів AD9834BRUZ (DD5) працює за принципом прямого синтезу: Direct digital synthesis – прямий цифровий синтез. Принцип роботи таких генераторів дуже простий: сигнал записується в пам'яті у цифровому вигляді, а відтворюється через цифро-аналоговий перетворювач у аналоговому

вигляді. Завдяки цьому форма сигналу може будь-якою, не тільки синусоїда і прямокутник.

По шині USB передається живлення пристрою та сигнал керування для мікроконтролера він персонального комп'ютера, далі по шині SPI мікроконтролер керує мікросхемою генератора сигналу яка тактується кварцевим генератором з частотою 50 МГц, та цифровими потенціометрами для регулювання амплітуди вихідного сигналу. Після формування сигналу синусоїди та трикутника він поступає прямо на вихід пристрою, а для формування сигналу прямокутної форми треба подати його на формувач меандру, який реалізовано на мікросхемі компаратора і після нього сигнал прямокутної форми поступає на вихід.

1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою

1.3.1 Проектування електричної принципової схеми

Схема електрична принципова - це графічне зображення електричної принципової схеми, яка описує взаємодію між елементами електричної системи чи пристрою.

У принциповій схемі кожен елемент представлений у вигляді символу, який відповідає його електричним характеристикам та призначенню. Символи елементів з'єднуються лініями, які показують напрямок потоку сигналу або електричного струму.

Опис схеми електричної принципової. На рис. 1.4 зображено електричну принципову схему приладу.

					<i>ABB.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		12

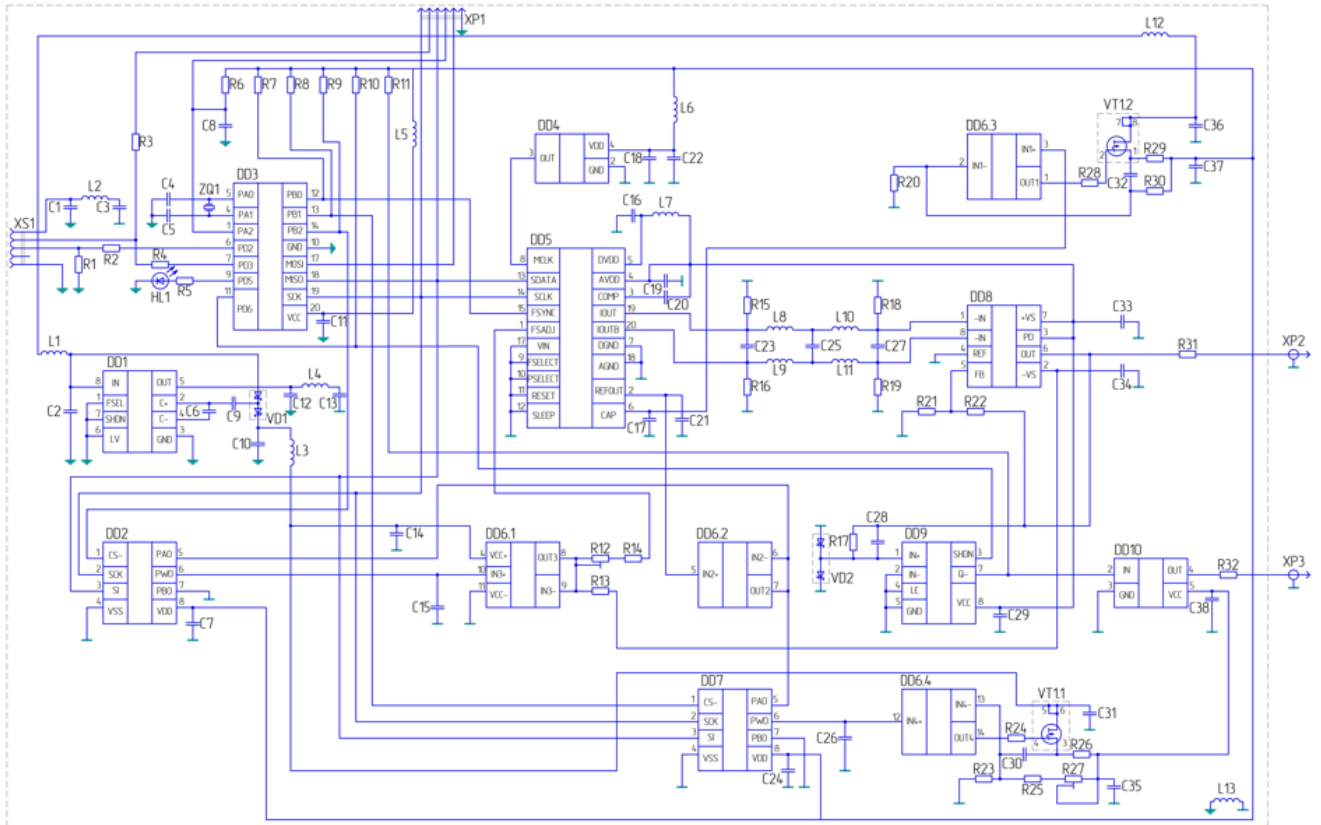


Рисунок 1.4 – Електрична принципова схема виробу

Сигнали шини USB безпосередньо надходять на входи мікроконтролера ATtiny2313 (DD3) який забезпечує обмін даними і управління вузлами генератора. В якості основи генератора використовується мікросхема AD9834BRUZ (DD5), яка підключена до мікроконтролера через послідовний інтерфейс SPI. Для забезпечення стабільності та отримання максимальної якості генерування вихідного сигналу, ця мікросхема тактується інтегральним кварцовим генератором з частотою 50 МГц (DD4).

Генерований сигнал синусоїдальної або трикутної форми через відновлюючий диференційний пасивний фільтр 5-го порядку приходить на вхід диференціального підсилювача (DD9), а звідти на вхід формувача меандру і на вихід пристрою. Частота зрізу (11 МГц) і порядок відновлюючого фільтра були обрані як компроміс між точністю форми вихідного сигналу на верхніх частотах, нерівномірністю амплітудно-частотної характеристики і максимальної частоти вихідного сигналу. При необхідності, параметри цього фільтра можуть бути

змінені, наприклад, для забезпечення більш високої частоти вихідного сигналу, яка, теоретично, може доходити до 25 МГц. Частотні характеристики вихідного буферного диференціального підсилювача, виконаного на мікросхемі AD8130 (DD8), дозволяють реалізувати цю можливість.

Прямокутний вихідний сигнал (меандр) формується з вихідного сигналу за допомогою формувача, реалізованого на компараторі MAX961 (DD9). Сформований меандр (позитивні логічні імпульси) надходять на додатковий вихід через буферний каскад на мікросхемі NC7SZ04 (DD10). При необхідності, формувач меандру може бути вимкнений подачею рівня логічного одиниці на вхід SHDN компаратора.

Регулювання амплітуди в даному генераторі забезпечується керованими мікроконтролером цифровими потенціометрами (DD2 і DD7), причому регулювання здійснюється "холодним способом": амплітуда синусоїдального і трикутного сигналів регулюється шляхом зміни задавального струму цифро-аналогового перетворювача мікросхеми AD9834BRUZ (DD5), а амплітуда меандру регулюється шляхом зміни напруги живлення вихідного буфера DD10. Такий підхід гарантує відсутність впливу кіл регулювання амплітуди на рівномірність амплітудно-частотної характеристики вихідного сигналу.

Живлення генератора здійснюється від шини USB. Необхідні для роботи вузлів генератора негативна і подвоєна позитивна напруги забезпечуються перетворювачем, виконаному на мікросхемі MAX1681 (DD1).

Напруга живлення 3,3 В для цифрової частини генератора забезпечується лінійним стабілізатором, реалізованому на компонентах DD6 і VT1, джерелом опорної напруги для нього служить напруга 2,5В, яка формується мікросхемою AD9834BRUZ (DD5)

1.3.2 Розрахунок диференційного пасивного фільтра 5-го порядку

Вхідні данні:

Максимальна смуга пропускання

10 МГц

					<i>ABB.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		14

Максимальна частота смуги затримки	45 МГц
Максимальне затування в смузі пропускання	0,1 дБ
Гарантоване затування в смузі затримки	50 дБ
Опір навантаження	50 Ом

$$n \geq \frac{\log_{10} \frac{10^{0,1a_{min}} - 1}{10^{0,1a_{max}} - 1}}{2 \log_{10} \frac{2\pi f_s}{2\pi f_c}}$$

Де:

a_{max} - Максимальне затування в смузі пропускання

a_{min} - Гарантоване затування в смузі затримки

f_s - Максимальна смуга пропускання

f_c - Максимальна частота смуги затримки

$$n \geq \frac{\log_{10} \frac{10^{0,1 \cdot 50} - 1}{10^{0,1 \cdot 0,1} - 1}}{2 \log_{10} \frac{2\pi \cdot 45000000}{2\pi \cdot 10000000}} = 5,07 = 5 \quad (1.1)$$

Відомо що фільтр низьких частот на $\omega_c=1$ має затування $a_{max} = 3$ дБ. Для визначення ω_c , на якому фільтр низьких частот буде мати затування $a_{max} = 0,1$ дБ обчислимо вираз з такими значеннями:

$$a_1 = 0,1 \text{ дБ}; a_2 = 3 \text{ дБ}; \omega_1 = a_{max}; \omega_2 = 1; n = 5$$

$$n \geq \frac{\lg \frac{10^{0,1a_2} - 1}{10^{0,1a_1} - 1}}{2 \lg \frac{\omega_2}{\omega_1}} = \frac{\lg \frac{10^{0,1 \cdot 3} - 1}{10^{0,1 \cdot 0,1} - 1}}{2 \lg \frac{1}{\omega_c}} \quad (1.2)$$

$$\lg \frac{1}{\omega_c} = \frac{1}{18} \lg \frac{10^{0,3} - 1}{10^{0,1} - 1} = \omega_c = 0,6 \quad (1.3)$$

За таблицею 1.1 визначаємо параметри фільтра.

					<i>ABB.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		15

Таблиця 1.1 – таблиця параметрів фільтра

n	C ₁	L ₂	C ₃	L ₄	C ₅	L ₆	C ₇	L ₈	C ₉
2	1,414	1,414							
3	1,000	2,000	1,000						
4	0,7654	1,848	1,848	0,7654					
5	0,6180	1,681	2,000	1,618	0,6180				
6	0,5176	1,414	1,932	1,932	1,414	0,5176			
7	0,4450	1,247	1,802	2,000	1,802	1,247	0,4450		
8	0,3902	0,111	1,633	1,962	1,963	1,663	1,111	0,3920	
9	0,3473	1,000	1,532	1,873	2,000	1,879	1,532	1,000	0,3473
n	L ₁	C ₂	L ₃	C ₄	L ₅	C ₆	L ₇	C ₈	L ₉

Визначаємо масштабний множувач згідно виразу

$$K_f = \frac{\omega_c}{\omega_1} = \frac{2\pi f_c}{\omega_1} = 2\pi \frac{10000000}{0,6} = 1,04 \cdot 10^7 \quad (1.4)$$

Підлаштовуємо фільтр низьких частот по частоті опору навантаження:

$$C_{23} = C_{27} = \frac{C_{23}}{K_f \cdot K_z} = \frac{0,6180}{1,04 \cdot 10^7 \cdot 50} = 1,1 \cdot 10^{-9} \quad (1.5)$$

$$C_{25} = \frac{C_{25}}{K_f \cdot K_z} = \frac{2}{1,04 \cdot 10^7 \cdot 50} = 3,8 \cdot 10^{-9} \quad (1.6)$$

$$L_8 = L_{10} = \frac{K_z \cdot L_2}{K_f} = \frac{50 \cdot 1,681}{1,04 \cdot 10^7} = 8 \cdot 10^{-6} \quad (1.7)$$

$$L_9 = L_{11} = \frac{K_z \cdot L_4}{K_f} = \frac{50 \cdot 1,618}{1,04 \cdot 10^7} = 7,7 \cdot 10^{-6} \quad (1.8)$$

За результатами розрахунків номінали котушок індуктивності L8 і L10 – 8 мкГ, L9 та L11 – 7,7 мкГ, а конденсаторів C23 і C27 – 11 нФ, C25 – 38 нФ.

1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази

Від правильного підбору основних радіоелементів значною мірою залежить не лише функціональність і надійність пристрою, але й його економічна ефективність, енергоспоживання та зручність експлуатації.

У цьому пункті буде розглянуто критерії вибору компонентної бази для генератора сигналів, що включає в себе наведення параметрів та характеристик основних елементів, таких як мікроконтролер, стабілізатор напруги, транзистор та інші необхідні компоненти. Особлива увага приділяється сумісності вибраних компонентів між собою, їх відповідності вимогам проекту, а також наявності на ринку і вартості.

Також розглядається питання вибору додаткових компонентів, таких як резистори, конденсатори, які забезпечують оптимальні умови роботи основних елементів.

Таблиця 1.2 – DDS генератор AD9834BRUZ [2]

Позиційне позначення	DD5
Назва та тип компонента	DDS генератор AD9834BRUZ
Виробник	Analog Devices
Критерії вибору	Напруга живлення, максимальна частота генерованого сигналу, підтримувані інтерфейси, кількість вводів/виводів, розрядність ядра, розмір пам'яті,
Параметри конструкції	TSSOP-20, див. рисунок 1.4
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	2,7 – 5,5 В
Максимальна частота генерованого сигналу	20 МГц
Підтримувані інтерфейси	SPI, UART/USART
Кількість вводів/виводів	18
Розрядність ядра	8 біт
Розмір пам'яті	128 кБ
Розмір програмованої пам'яті	2 кБ
Тип програмованої пам'яті	FLASH

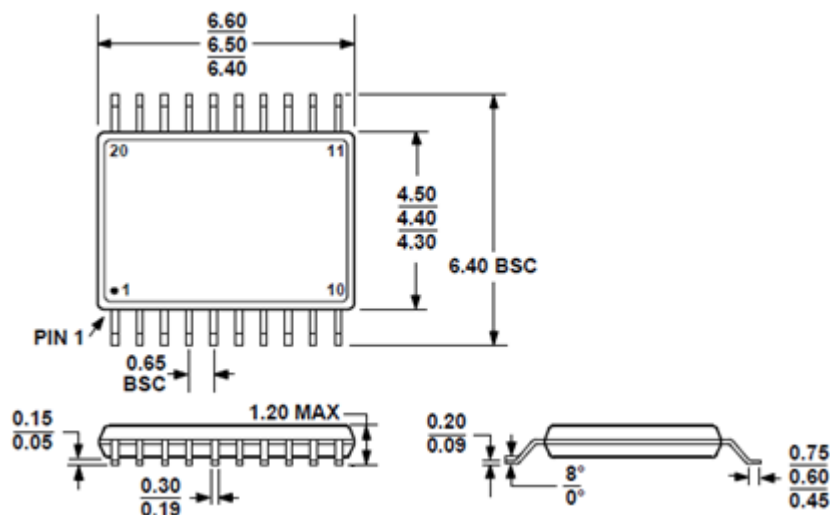


Рисунок 1.4 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри генератора AD9834BRUZ в корпусі TSSOP-20

Таблиця 1.3 – Мікроконтролер ATtiny2313-20SU [3]

Позиційне позначення	DD3
Назва та тип компонента	Мікроконтролер ATtiny2313-20SU
Виробник	Microchip Technology
Критерії вибору	Напруга живлення, максимальна тактова частота, розрядність шини даних, розмір програмної пам'яті, кількість входів/виходів, розмір ОЗП даних, розмір ПЗП даних, підтримувані інтерфейси
Параметри конструкції	SOIC-20, див. рисунок 1.5
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	2,7 – 5,5 В
Максимальна тактова частота	20 МГц
Розрядність шини даних	8 біт
Розмір програмної пам'яті	20 кБ
Кількість входів/виходів	18
Розмір ОЗУ даних	128 Байт
Розмір енергонезалежної пам'яті	128 Байт
Підтримувані інтерфейси	SPI, UART, USI

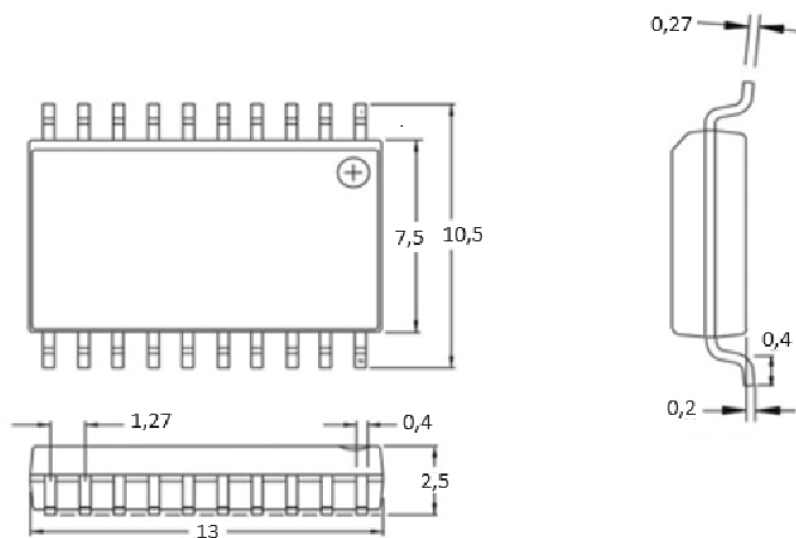


Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри мікроконтролера ATtiny2313 в корпусі SOIC-20

Таблиця 1.4 – Диференційний підсилювач AD8130ARZ [4]

Позиційне позначення	DD8
Назва та тип компонента	Диференційний підсилювач AD8130ARZ
Виробник	Analog Devices
Критерії вибору	Напруга живлення, кількість каналів, швидкість наростання вихідної напруги, коефіцієнт подавлення синфазного сигналу, вихідний струм на канал, вхідний струм зміщення, вхідна напруга зміщення нуля
Параметри конструкції	SOIC-8, див. рисунок 1.6
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	4,5 – 25,2 В
Кількість каналів	1
Швидкість наростання вихідної напруги	1100 В / мс
Коефіцієнт подавлення синфазного сигналу	88 дБ
Вихідний струм на канал	40 мА
Вхідний струм зміщення	2 мкА
Вхідна напруга зміщення нуля	0,4 мВ

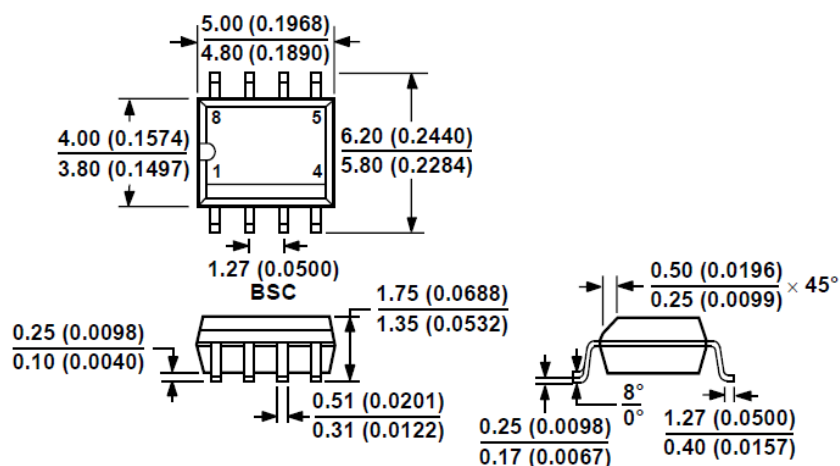


Рисунок 1.6 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри диференційного підсилювача AD1830ARZ в корпусі SOIC-8

Таблиця 1.5 – Компаратор MAX961ESA+ [5]

Позиційне позначення	DD9
Назва та тип компонента	Компаратор MAX961ESA+
Виробник	Maxim Integrated
Критерії вибору	Напруга живлення, кількість каналів, час відгуку і струм споживання
Параметри конструкції	SOIC-8, див. рисунок 1.6
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	2,7 – 5,5 В
Кількість каналів	1
Час відгуку	4,5 нс
Струм споживання	7,2 мА при 5 В

Таблиця 1.6 – КМОН-інвертор NC7Z04M5X [6]

Позиційне позначення	DD10
Назва та тип компонента	КМОН – інвертор NC7Z04M5X
Виробник	ON Semiconductor
Критерії вибору	Напруга живлення, максимальний вихідний струм високого та низького рівнів та максимальний струм спокою
Параметри конструкції	SOT-23-5, див. рисунок 1.7
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	1,65 – 5,5 В
Максимальний вихідний струм високого рівня	32 мА
Максимальний вихідний струм низького рівня	32 мА
Максимальний струм спокою	2 мкА

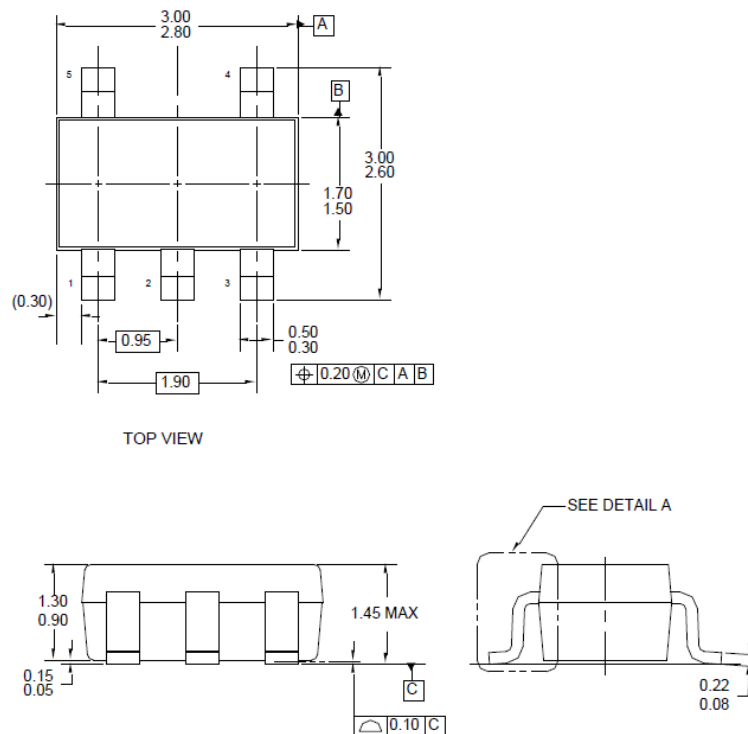


Рисунок 1.7 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри КМОН-інвертора NC7Z04M5X в корпусі SOT-23-5

Таблиця 1.7 – Операційний підсилювач LM324ADT [7]

Позиційне позначення	DD6	
Назва та тип компонента	Операційний підсилювач LM324ADT	
Виробник	STMicroelectronics	
Критерії вибору	Напруга живлення, кількість каналів, вихідний струм на канал, швидкість наростання вихідної напруги, вхідна напруга зміщення нуля	
Параметри конструкції	SOIC-14, див. рисунок 1.8	
Параметри та характеристики		
Напруга живлення	3 – 30 В	
Кількість каналів	4	
Вихідний струм на канал	40 мА	
Швидкість наростання вихідної напруги	400 мВ / мс	
Вхідна напруга зміщення нуля	5 мВ	

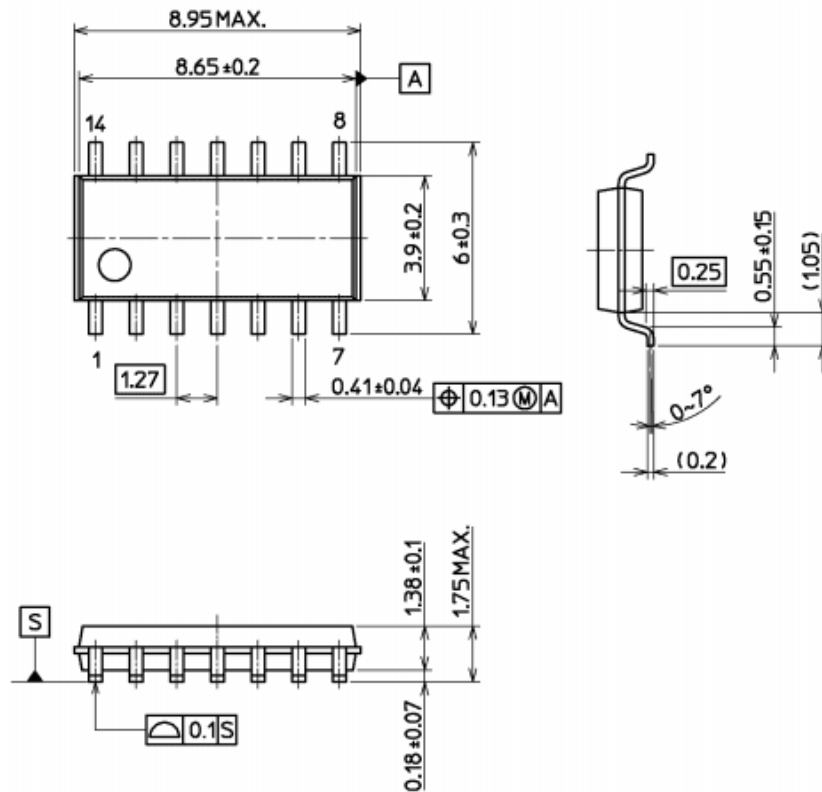


Рисунок 1.8 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри операційного підсилювача LM324ADT в корпусі SOIC-14

Таблиця 1.8 – Цифровий потенціометр MCP41010I/SN [8]

Позиційне позначення	DD2, DD7
Назва та тип компонента	Цифровий потенціометр MCP41010I/SN
Виробник	Microchip
Критерії вибору	Діапазон робочої напруги, опір, розрядність, інтерфейс керування
Параметри конструкції	SOIC-8, див. рисунок 1.6
Параметри та характеристики	
Діапазон робочої напруги	2,7 – 5,5 В
Розрядність	256
Інтерфейс керування	SPI

Таблиця 1. – Перетворювач напруги MAX1681ESA+ [9]

Позиційне позначення	DD1
Назва та тип компонента	Перетворювач напруги MAX1681ESA+
Виробник	Maxim Integrated
Критерії вибору	Вхідна напруга, вихідна напруга, вихідний струм, кількість виходів, частота перемикачів
Параметри конструкції	SOIC-8, див. рисунок 1.6
Параметри та характеристики	
Вхідна напруга	3 – 5,5 В
Вихідна напруга	-5, 10 В
Вихідний струм	125 мА
Кількість виходів	1
Частота перемикачів	500 кГц – 1 МГц

Таблиця 1.10 – МОН-транзистор IRF7301PBF [10]

Позиційне позначення	VT1
Назва та тип компонента	МОН – транзистор IRF7301PBF
Виробник	International Rectifier
Критерії вибору	Максимальна напруга «стік-витік», напруга «затвор-стік», струм «стоку», потужність розсіювання, опір у відкритому стані
Параметри конструкції	SOIC-8, див. рисунок 1.6
Параметри та характеристики	
Напруга «стік-витік»	20 В
Напруга «затвор-стік»	± 12 В
Струм стоку	5,2 А
Потужність розсіювання	2 Вт

Таблиця 1.11 – Діод Шоттки BAT54S [11]

Позиційне позначення	VD1, VD2
Назва та тип компонента	Діод Шоттки BAT54S
Виробник	JCST
Критерії вибору	Максимальна зворотна напруга, максимальний прямий струм, максимальна пряма напруга
Параметри конструкції	SOT-23, див. рисунок 1.9
Параметри та характеристики	
Максимальна зворотна напруга	30 В
Максимальний прямий струм	200 мА
Максимальна пряма напруга	800 мВ, при 100 мА

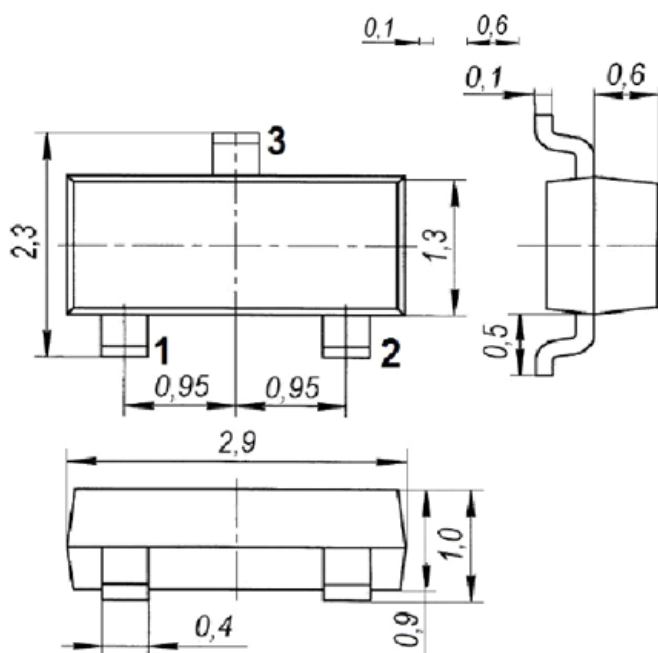


Рисунок 1.9 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри діода Шоттки
BAT54S в корпусі SOT-23

Таблиця 1.12 – Кварцевий генератор КХО-V97 50 МГц [12]

Позиційне позначення	DD4
Назва та тип компонента	Кварцевий генератор КХО-V97 50 МГц
Виробник	Geyer
Критерії вибору	Частота генерації, вхідна напруга, час підйому та падіння, рівень «0» макс., рівень «1» мін., вихідне навантаження
Параметри конструкції	QSMD7x5x1.8, див. Рисунок 1.10
Параметри та характеристики	
Частота генерації	50 МГц
Вхідна напруга V_{DD}	+3,3 ± 10%
Час підйому та падіння	5 нс
Рівень «0» макс.	+ 0,4 В
Рівень «1» мін.	$V_{DD} - 0,5$ В
Вихідне навантаження	50 - 75 МГц – 30 пФ

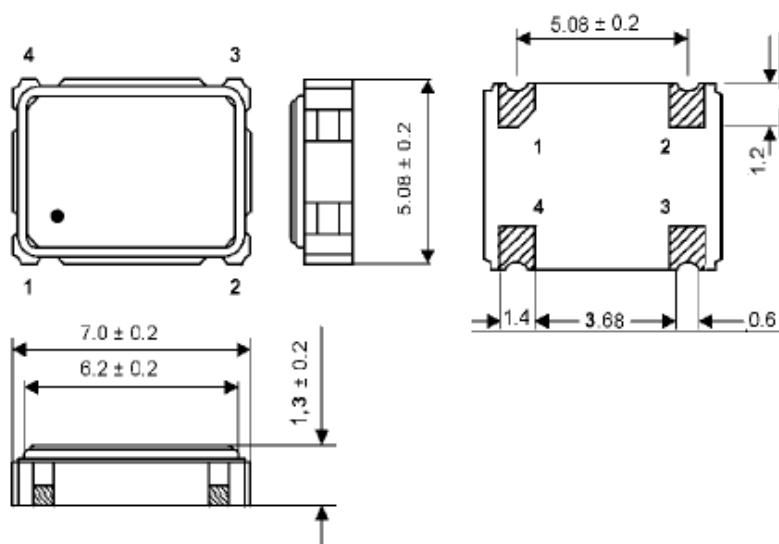


Рисунок 1.10 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри кварцевого генератора KXO-V97 50 MHz в корпусі QSM7x5x1.8

Таблиця 1.13 – Кварцевий резонатор КХ-К 12 MHz [13]

Позиційне позначення	ZQ1
Назва та тип компонента	Кварцевий резонатор КХ-К 12 MHz
Виробник	Geyer
Критерії вибору	Частота генерації і стабільність
Параметри конструкції	HC-49/S-SMD, див. рисунок 1.11
Параметри та характеристики	
Частота генерації	12 МГц
Стабільність	± 5 ppm

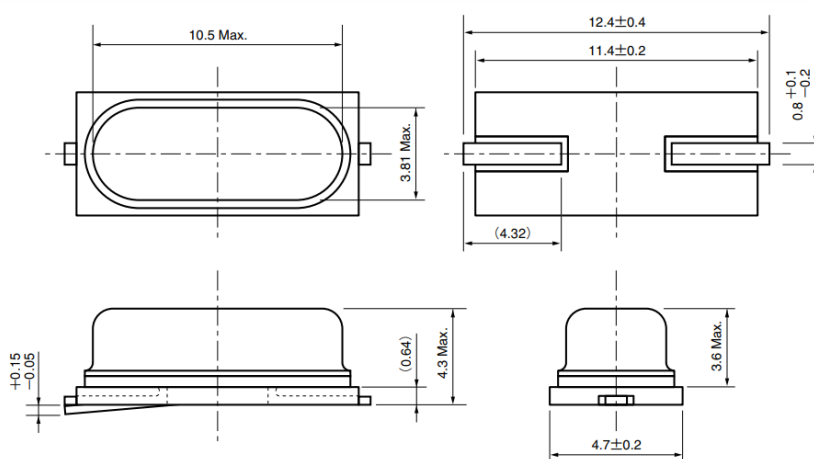


Рисунок 1.11 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри кварцевого резонатора КХ-К в корпусі HC-49/S-SMD

					<i>ABB.3.119.001 ПЗ</i>	Арк. 25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Таблиця 1.14 – Підстроювальний резистор 3296W [14]

Позиційне позначення	R12, R27
Назва та тип компонента	Підстроювальний резистор 3296W
Виробник	Wopen
Критерії вибору	Опір, номінальна потужність розсіювання, максимальна робоча напруга
Параметри конструкції	див. рисунок 1.12
Параметри та характеристики	
Опір	10 кОм
Номінальна потужність розсіювання	0,5 Вт
Максимальна робоча напруга	500 В

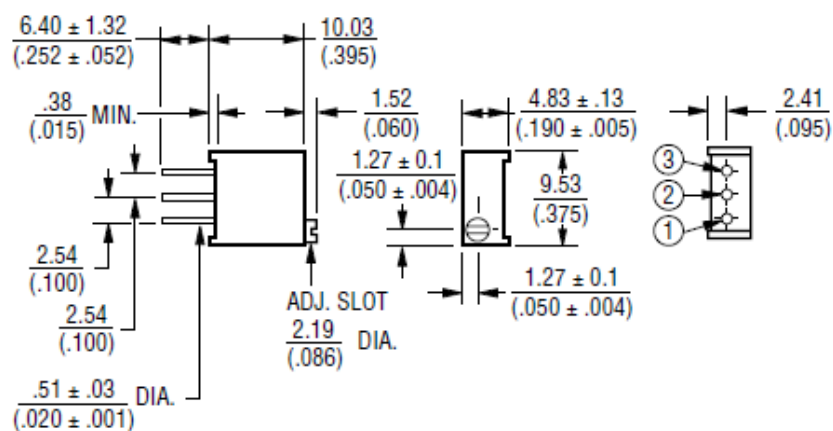


Рисунок 1.12 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри підстроювального резистора 3296W

Таблиця 1.15 – Світлодіод JH-525CG4C26 [15]

Позиційне позначення	HL1
Назва та тип компонента	Світлодіод JH-525CG4C26
Виробник	Ledguhon
Критерії вибору	Напруга, струм, колір свічення
Параметри конструкції	JH-525CG4C26, див. рисунок 1.13
Параметри та характеристики	
Напруга	3 В
Струм	20 мА
Колір свічення	зелений

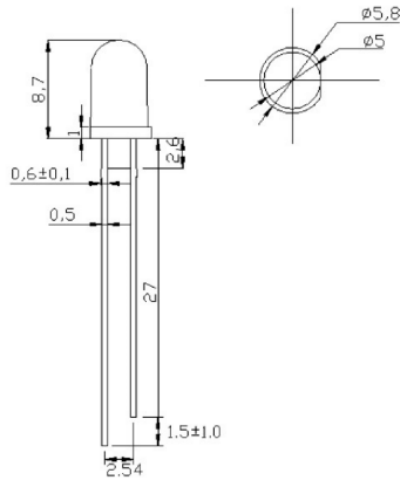


Рисунок 1.13 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри світлодіоду JH-525CG4C26 в корпус-лінзі 5мм

Таблиця 1.16 – Дросель BLM21AG102SN1 [16]

Позиційне позначення	L1-L7, L12, L13
Назва та тип компонента	Дросель BLM21AG102SN1
Виробник	Murata
Критерії вибору	Опір, максимальний постійний струм, допустиме відхилення, максимальний опір постійному струму
Параметри конструкції	SMD0805, див. рисунок 1.14
Параметри та характеристики	
Опір	1 кОм
Максимальний постійний струм	200 мА
Допустиме відхилення	25 %
Максимальний опір постійному струму	450 мОм

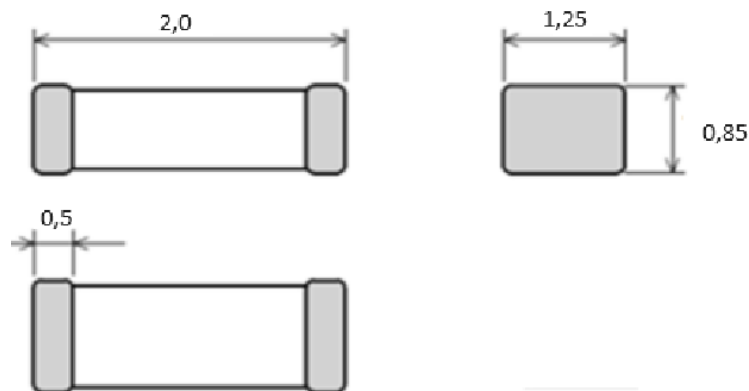


Рисунок 1.14 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри дроселя BLM21AG102SN1 в корпусі SMD0805

					<i>ABB.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		27

Таблиця 1.17 – Резистор RC0805 [17]

Позиційне позначення	R1-R11, R13-R26, R27-R32
Назва та тип компонента	Резистор загального призначення товстоплівковий RC0805
Виробник	Hitano
Критерії вибору	Потужність розсіювання, максимальна робоча напруга, діапазон опорів, відхилення від номіналу
Параметри конструкції	SMD0805, див. рисунок 1.15
Параметри та характеристики	
Потужність розсіювання	0,125 Вт
Максимальна робоча напруга	180 В
Діапазон опорів	1 Ом – 10 МОм
Відхилення від номіналу	±5%

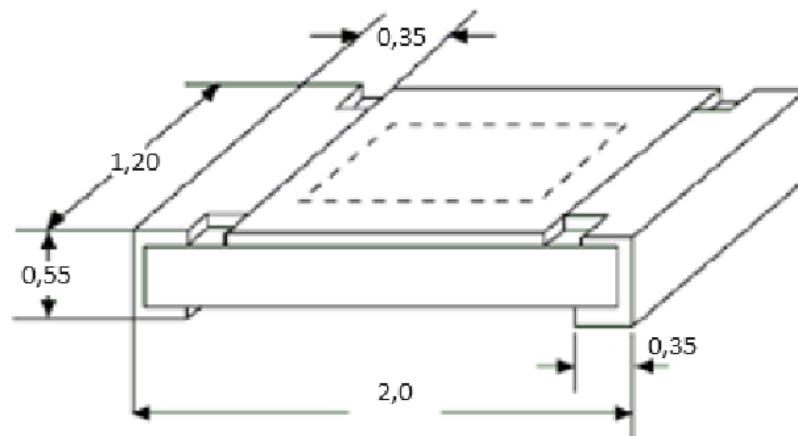


Рисунок 1.15 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри резистора в корпусі RC0805

Таблиця 1.18 – Конденсатор VJ0805 [18]

Позиційне позначення	C1-C38
Назва та тип компонента	Керамічний конденсатор постійної ємності загального призначення VJ0805
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Діапазон ємностей, максимальна напруга, відхилення від номіналу
Параметри конструкції	SMD0805, див. рисунок 1.16
Параметри та характеристики	
Діапазон ємностей	100 пФ – 22 мкФ
Максимальна напруга	50 В
Відхилення від номіналу	±10%

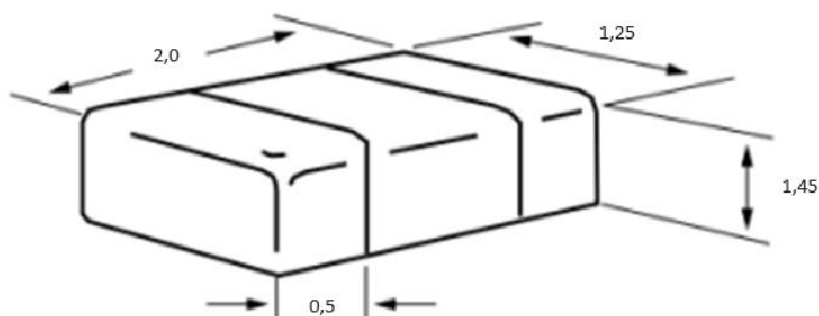


Рисунок 1.16 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри конденсатора в корпусі SMD0805

Таблиця 1.19 – Дросель SMI0805 [19]

Позиційне позначення	L8-L11
Назва та тип компонента	Дросель загального призначення SMI0805
Виробник	Hitano
Критерії вибору	Діапазон індуктивностей, номінальний струм, відхилення від номіналу, опір
Параметри конструкції	SMI0805, див. рисунок 1.17
Параметри та характеристики	
Діапазон індуктивностей	0,047 мкГ – 33 мкГ
Номінальний струм	30 мА
Відхилення від номіналу	±10%
Опір	1 Ом

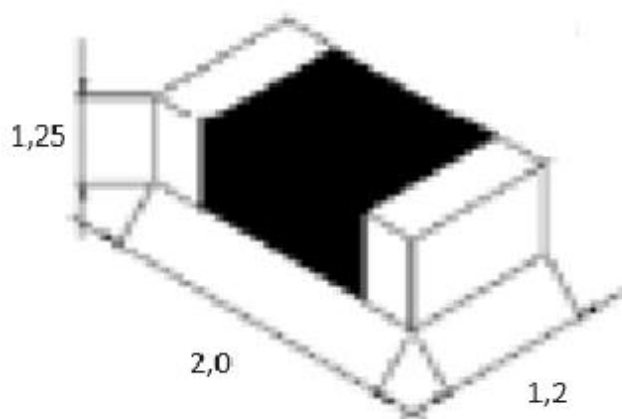


Рисунок 1.17 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри дроселя в корпусі SMI0805

					<i>ABB.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		29

Таблиця 1.20 – Штировий з'єднувач PLD-06 [20]

Позиційне позначення	XP1
Назва та тип компонента	Штировий з'єднувач PLD-06
Виробник	KLS
Критерії вибору	Крок штирків, розташування штирків
Параметри конструкції	див. рисунок 1.18
Параметри та характеристики	
Крок штирків	2,54 мм
Розташування штирків	Вертикальне

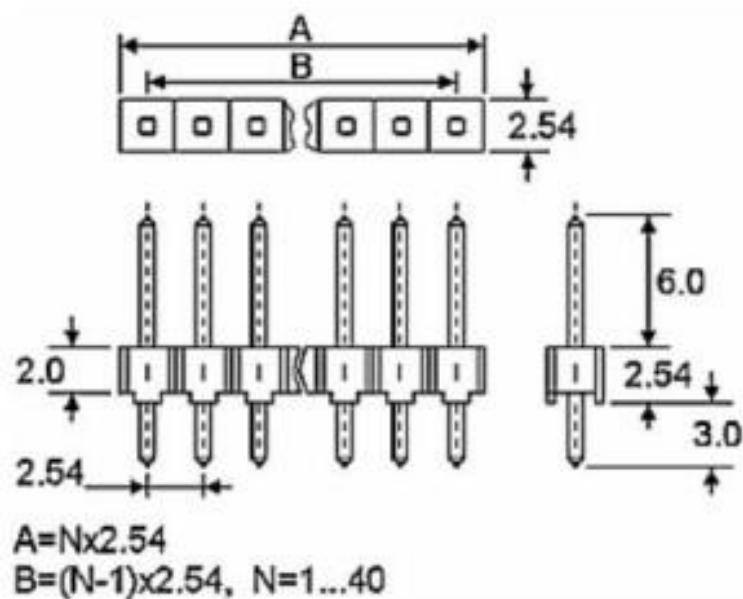


Рисунок 1.18 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри роз'єму PLS

Таблиця 1.21 – Роз'єм Mini USB [21]

Позиційне позначення	XS1
Назва та тип компонента	Роз'єм Mini USB
Виробник	KLS
Критерії вибору	Тип монтажу
Параметри конструкції	див. рисунок 1.19
Параметри та характеристики	
Тип монтажу	SMD

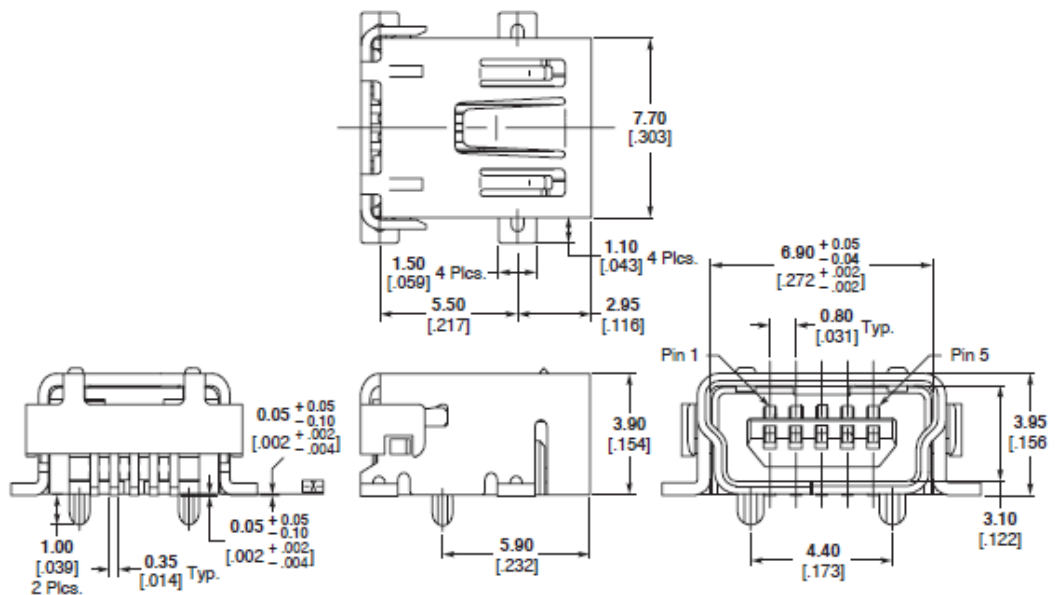


Рисунок 1.19 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри роз'єму mini USB

Таблиця 1.22 – Гніздо BNC [22]

Позиційне позначення	XP2, XP3
Назва та тип компонента	Гніздо BNC
Виробник	Emico
Параметри конструкції	див. рисунок 1.20

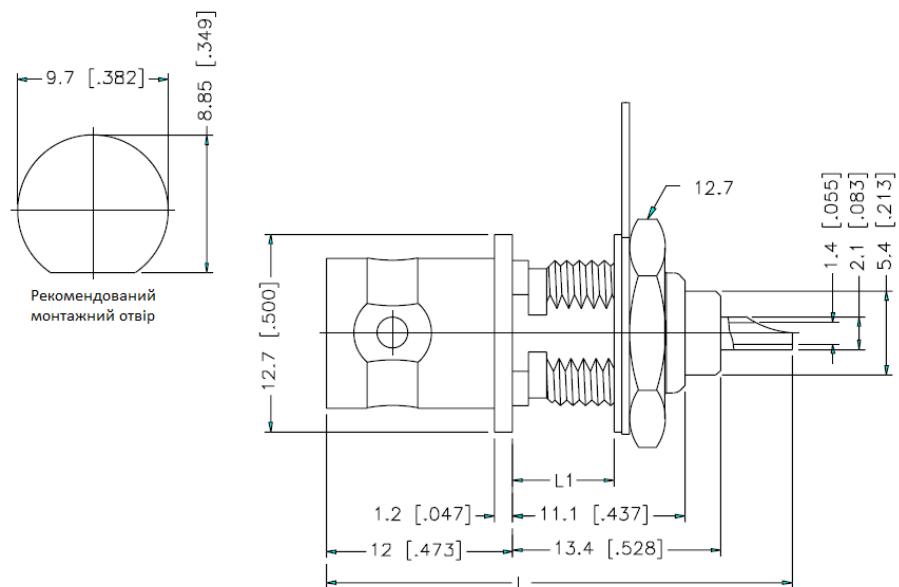


Рисунок 1.20 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри роз'єму BNC

1.5 Компоновка друкованого вузла пристрою

В даному генераторі сигналів практично вся елементна база реалізована на SMD елементах. Єдині вивідні елементи – це два підстроювальних резистора, та роз'єм для програмування мікроконтролера, але в них не потрібно формувати виводи.

Вся схема електрична принципова виробу розміщена на одному друкованому вузлі розміром 130 x 70 мм. Друкований вузол скомпонований таким чином: з правого краю розміщений роз'єм mini USB, за ним розміщений мікроконтролер ATtiny 2313–20SU. Над мікроконтролером розміщений роз'єм для його програмування, а під мікроконтролером – два підстроювальних резистора. Ліворуч від центру на платі розміщена мікросхема DDS генератора. Контактні площадки під вихідні високочастотні роз'єми і світлодіод розміщені біля лівого краю плати. SMD елементи розміщені рівномірно по всій площі.

Розрахунок параметрів друкованого монтажу:

В даному пункті здійснюється конструктивний розрахунок друкованого монтажу приладу генератора сигналів з мікроконтролерним керуванням.

Виходячи з технологічних можливостей виробництва обирається метод виготовлення і клас точності друкованої плати (ОСТ 4.010.022 – 85).

Двостороння друкована плата.

Метод виготовлення: комбінований позитивний.

Клас точності: 3.

Визначення мінімальної ширини друкованого провідника, по постійному струму для кіл живлення і заземлення:

$$b_{min1} = \frac{I_{max}}{j_{доп} \cdot t} = \frac{0,005 \text{ мА}}{48 \cdot 0,035} = 0,003 \text{ мм} \quad (1.7)$$

де I_{max} – максимальний постійний струм, який протікає в провідниках.

Визначається із аналізу принципової схеми;

$j_{доп}$ – допустима густина струму, вибирається в залежності від методу виготовлення плати з таблиці 1.23

					<i>АВВ.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		32

t – товщина провідника, мм.

Таблиця 1.23 – Допустима густина струму в залежності від методу виготовлення

Метод виготовлення	товщина фольги t, мкм	Допустима густина струму, j _{доп} , А / мм ²	Питомий опір, ρ, Ом мм ² / м
Хімічний: внутрішні шари БДП, зовнішні шари ОДП, ДПП	20, 35, 50	15	0,050
	20, 35, 50	20	
Комбінований позитивний	20	75	0,0175
	35	48	
	50	38	
Електрохімічний	--	25	0,050

Визначення мінімальної ширини провідника, виходячи з допустимого падіння напруги на ньому:

$$b_{min2} = \frac{\rho \cdot I_{max} \cdot l}{t \cdot U_{доп}} = \frac{0,050 \text{ Ом} \frac{\text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 0,000005 \text{ А} \cdot 0,4 \text{ м}}{0,0000029 \text{ м} \cdot 0,275 \text{ В}} = 0,12 \text{ мм} \quad (1.9)$$

Визначення номінального значення діаметрів монтажних отворів d:

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r$$

де d_E – максимальний діаметр виводу встановлюваного ЕРЕ

Δd_{н.в.} – нижнє граничне відхилення від номінального діаметру монтажного отвору (див. табл. 1.24)

r – різниця між мінімальним діаметром отвору і максимальним діаметром вивода ЕРЕ, її вибирають в межах 0,1...0,4мм.

$$d_1 = 0,5 + |0,1| + 0,2 = 0,8 \text{ мм} \quad (1.10)$$

$$d_2 = 0,64 + |0,1| + 0,2 = 0,94 \text{ мм} \quad (1.11)$$

$$d_3 = 1 + |0,1| + 0,2 = 1,3 \text{ мм} \quad (1.12)$$

Розраховані значення d зводиться до нормалізованого ряду отворів:

d₁ = 0,9 мм для штирьового роз'єму

d₂ = 1 мм для високочастотного роз'єму

d₃ = 1,3 мм для світлодіоду

Розрахунок діаметрів контактних площадок:

$$D_{max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15)$$

де: Δd – допуск на отвір (див табл. 1.24).

$$D_{max1} = 0,9 + 0,1 + 0,15 = 1,15 \text{ мм для штирьового роз'єму} \quad (1.13)$$

$$D_{max2} = 1 + 0,1 + 0,15 = 1,25 \text{ мм для високочастотного роз'єму} \quad (1.14)$$

$$D_{max3} = 1,3 + 0,1 + 0,15 = 1,55 \text{ мм для світлодіоду} \quad (1.15)$$

Таблиця 1.24 – Допуски на розташування отворів і контактних площадок

Параметри	Клас точності ДП			
	1	2	3	4
Мінімальне значення номінальної ширини провідника b , мм	0,60	0,45	0,25	0,15
Номінальна відстань між провідниками s , мм	0,60	0,45	0,25	0,15
Відношення діаметра отвору до товщини плати γ	$\geq 0,50$	$\geq 0,50$	$\geq 0,33$	$\geq 0,33$
Допуск на отвір Δd , мм, без металізації, $\varnothing \leq 1$ мм	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$
Теж саме, $\varnothing > 1$ мм.	$\pm 0,15$	$\pm 0,15$	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$
Допуск на отвір Δd , мм, з металізацією, $\varnothing \leq 1$ мм	+ 0,10 - 0,15	+ 0,10 - 0,15	+ 0,05 - 0,10	+ 0,05 - 0,15
Теж саме, $\varnothing > 1$ мм.	+ 0,15 - 0,20	+ 0,15 - 0,20	+ 0,10 - 0,15	+ 0,10 - 0,15
Допуск на ширину провідника Δb , мм, без покриття	$\pm 0,15$	$\pm 0,10$	+0,03 0,05	$\pm 0,03$
Теж саме, з покриттям	+ 0,25 - 0,20	+ 0,15 - 0,10	+ 0,10 - 0,08	$\pm 0,05$
Допуск на розташування отворів δd , мм, при розмірі плати менше 180 мм	0,20	0,15	0,08	0,05
Теж саме, при розмірі плати від 180 до 360 мм	0,25	0,20	0,10	0,08
Теж саме, при розмірі плати більше 360 мм	0,30	0,25	0,15	0,10
Допуск на розташування контактних площадок δp , мм, на ОДП і ДДП при розмірі плати менше 180 мм	0,35	0,25	0,20	0,15
Теж саме, при розмірі плати від 180 до 360 мм	0,40	0,30	0,25	0,20

Продовження таблиці 1.24

Теж саме, при розмірі плати більше 360 мм	0,45	0,35	0,30	0,25
Допуск на підтравлення діелектрика БДП Δd_{TP} , мм	0,03	0,03	0,03	0,03
Допуск на розташування контактних площадок δp , мм, на БДП при розмірі плати менше 180 мм	0,40	0,35	0,30	0,25
Теж саме, при розмірі плати від 180 до 360 мм	0,50	0,45	0,40	0,35
Теж саме, при розмірі плати більше 360 мм				
Допуск на розташування провідників на ОДПі ДДП, δp , мм	0,15	0,10	0,05	0,03
Теж саме, на БДП	0,20	0,12	0,07	0,05
Відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площадки b_M	0,06	0,045	0,035	0,025

Визначення ширини провідників. Мінімальна ширина провідників для ДДП і зовнішніх шарів БДП, виготовлених комбінованим позитивним методом при сіткографічному способі отримання малюнку:

$$D_{min} = d_{1min} + 0,03$$

де: b_{1min} – мінімальна ефективна ширина провідника, мм. $b_{1min} = 0,18$ мм для плат 1-, 2- і 3- го класу точності.

$$D_{min} = 0,18 + 0,03 = 0,21 \text{ мм} \quad (1.16)$$

Визначення мінімальної відстані між елементами провідного малюнку:

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1min} = L_0 - \left(\left(\frac{D_{max}}{2 + \delta p} \right) + \left(\frac{D_{max}}{2 + \Delta \delta} \right) \right)$$

для штирьового роз'єму:

$$S_{1min1} = 2,54 - \left(\left(\frac{1,15}{2+0,30} \right) + \left(\frac{1,15}{2+0,05} \right) \right) = 1,5 \text{ мм} \quad (1.17)$$

для високочастотного роз'єму:

$$S_{1min2} = 2,54 - \left(\left(\frac{1,25}{2+0,30} \right) + \left(\frac{1,25}{2+0,05} \right) \right) = 1,4 \text{ мм} \quad (1.18)$$

для світлодіоду:

$$S_{1min3} = 2,54 - \left(\left(\frac{1,55}{2+0,30} \right) + \left(\frac{1,55}{2+0,05} \right) \right) = 1,1 \text{ мм} \quad (1.19)$$

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta p)$$

для штирьового роз'єму:

$$S_{2min1} = 2,54 - (1,15 + 2 \cdot 0,30) = 0,8 \text{ мм} \quad (1.20)$$

для високочастотного роз'єму:

$$S_{2min2} = 2,54 - (1,25 + 2 \cdot 0,30) = 0,7 \text{ мм} \quad (1.21)$$

для світлодіоду:

$$S_{2min3} = 2,54 - (1,55 + 2 \cdot 0,30) = 0,4 \text{ мм} \quad (1.22)$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3min} = L_0 - (D_{max} + 2\Delta\delta)$$

для штирьового роз'єму:

$$S_{3min1} = 2,54 - (1,15 + 2 \cdot 0,05) = 1,3 \text{ мм} \quad (1.26)$$

для високочастотного роз'єму:

$$S_{3min2} = 2,54 - (1,25 + 2 \cdot 0,05) = 1,2 \text{ мм} \quad (1.24)$$

для світлодіоду:

$$S_{3min3} = 2,54 - (1,55 + 2 \cdot 0,05) = 0,9 \text{ мм} \quad (1.25)$$

1.6 Розрахунок надійності проектованого виробу

В даному пункті здійснюється розрахунок надійності та імовірності відмов приладу генератора сигналів з мікроконтролерним керуванням Вхідні дані беруться з документації на окремі радіоелементи. В таблиці 1.25 наведені показники надійності груп радіоелементів – кількість елементів в групі, коефіцієнт навантаження та інтенсивність відмов.

					<i>ABB.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		36

Таблиця 1.25 – Вхідні дані для розрахунку надійності

№ з/п	Назва групи радіоелементів	К-сть, шт.	λ_0 Івідм · 10 ⁻⁶ 1/год	λ_0' К-сть · Кнав · Івідм · 10 ⁻⁶
1	Конденсатори керамічні	38	1,4	5,32
2	Світлодіоди	1	4	4
3	Діоди випрямляючі малої потужності	4	0,7	0,245
4	Роз'єм (на один контакт)	11	0,05	0,55
5	Дроселі	13	1	1,3
6	Резистори постійні на 0,125 – 0,5 Вт	32	0,8	10,752
7	Резистори недротяні змінні	2	5	4,2
8	Напівпровідникові інтегральні мікросхеми	10	0,03	0,3
9	Резонатори кварцові	1	0,2	0,2
10	Друкована плата	1	0,1	0,1
11	Пайки	300	0,02	6
12	Провідники та пайки навісні	6	0,02	0,12
13	Транзистори НЧ кремнієві	2	4	2,8
Всього				35,88

Потужність відмови генератора:

$$\lambda = \sum \lambda_0' = 35,88 \cdot 10^{-6} \left(\frac{1}{\text{год}}\right) \quad (1.26)$$

Середнє значення напрацювання на відмову:

$$T_{\text{сер}} = \frac{1}{\lambda} = 27870 \text{ год.} \quad (1.27)$$

Величина ймовірності безвідмовної роботи генератора залежить від часової характеристики t_p , протягом якої вимірювач може функціонувати без відмов, і визначається як:

$$P(t) = e^{-\lambda t_p} = e^{-35,88 \cdot 10^{-6} \cdot 6000} = 0,81 \quad (1.28)$$

					<i>ABB.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		37

Дослідимо показники $P(t)$ для генератора під навантаженням та без навантаженого резерву при кратності:

$$\text{Якщо } m=1, \text{ то } P(t)_{\text{НАВАНТ.}} = 1 - (1 - P(t))^2 = 1 - (1 - 0,81)^2 = 0,9639 \quad (1.29)$$

$$\text{Якщо } m=1, \text{ то } P(t)_{\text{НЕНАВАНТ.}} = P(t) \cdot \left(1 + \frac{t_p}{T_{\text{сер}}}\right) = 0,81 \cdot \left(1 + \frac{6000}{27870}\right) = 0,9843 \quad (1.30)$$

За допомогою формул визначено значення $T_{\text{сер}}$ і λ у випадку, коли вимірювач отримує показник P без резервування:

$$P(t) = 0,9639$$

$$\lambda = -\frac{\ln P(t)_{\text{НЕНАВАНТ.}}}{t_p} = -\frac{\ln 0,9639}{6000} = 6,12 \cdot 10^{-6} \left(\frac{1}{\text{год}}\right) \quad (1.31)$$

$$T_{\text{сер}} = \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{6,12 \cdot 10^{-6}} = 163398 \text{ год} \quad (1.32)$$

$$P(t) = 0,9843$$

$$\lambda = -\frac{\ln P(t)_{\text{НАВАНТ.}}}{t_p} = -\frac{\ln 0,9843}{6000} = 2,63 \cdot 10^{-6} \left(\frac{1}{\text{год}}\right) \quad (1.33)$$

$$T_{\text{сер}} = \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{2,63 \cdot 10^{-6}} = 380228 \text{ год} \quad (1.34)$$

У процесі розрахунку надійності генератора було проведено докладний аналіз інтенсивності відмов різних компонентів, що входять до складу системи. Цей аналіз базувався на використанні стандартних значень інтенсивності відмов з відповідних довідників та інших джерел інформації.

Отримані результати свідчать про те, що проєктований генератор сигналів має прийнятні показники надійності, що відповідають вимогам і забезпечують стабільну роботу пристрою в умовах реального використання. Дані розрахунки є важливим етапом в процесі розробки і дозволяють забезпечити коректне функціонування технічного засобу з урахуванням його життєвого циклу та експлуатаційних умов

					<i>АВВ.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		38

1.7 Висновки до розділу 1

У даному розділі було проведено детальний аналіз та проектування генератора сигналів з мікроконтролерним керуванням. Робота розпочалась з аналізу технічного завдання, в якому були визначені основні вимоги до пристрою. Наступним етапом було розроблення структурної схеми генератора сигналів, що дозволило чітко визначити взаємозв'язки між компонентами та їх функціональні завдання.

Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою були проведені з урахуванням технічних вимог до сигнальних характеристик та енергоефективності пристрою. Вибір і обґрунтування компонентної бази зайняли важливе місце в процесі розробки, де були враховані як технічні параметри, так і економічні аспекти.

Компоновка друкованого вузла пристрою була виконана з урахуванням ергономіки та забезпечення зручності монтажу і обслуговування пристрою. Завершальним етапом був розрахунок надійності проектованого виробу, де були оцінені інтенсивності відмов компонентів та загальна надійність системи.

					<i>ABB.3.119.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		<i>39</i>

2 Спеціальна частина (САПР)

2.1 Вибір САПР

В даній кваліфікаційній роботі було задіяно систему автоматизованого проектування: Altium designer.

Altium Designer - це програмна система автоматизованого проектування електронних пристроїв, яка включає різноманітні інструменти для розробки електричних схем, проектування плат, створення бібліотек елементів, підготовки до виготовлення плат, , необхідних для розробки електронних пристроїв. Ця система є потужним інструментом для проектування електронних пристроїв будь-якої складності, і вона використовується в електронній промисловості та науково-дослідних центрах.

2.2 Застосування САПР при проектування друкованої плати

Для створення друкованої плати в середовищі Altium Designer необхідно створити електричну принципову схему, що дозволяє виконувати розробку плати набагато зручніше.

Таблиця 2.1 – Послідовність створення схеми електричної принципової в Altium Designer

Дія	Опис
Створення проекту друкованої плати	Створити новий проект друкованої плати: File→New→Project→PCB Project. Зберегти проект в створеній для нього теці, див. рисунок 3.1 та рисунок 3.2
Створення документу електричної схеми	У вікні панелі Projects виділити ярлик проекту ПКМ і вибрати у контекстному меню Add New to Project → Schematic. Далі необхідно зберегти файл схеми в теці проекту

					<i>ABB.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		40

Продовження таблиці 2.1

Налаштування властивостей файлу схеми	Відкрити вікно властивостей документу вибрати, вкладку Units і встановити метричні одиниці міліметри, див. рисунок 3.4. Встановити розмір та орієнтацію аркушу схеми, кутовий штамп, параметри документу: назва схеми, номер, дата, час, хто виконав, перевірів, затвердив та ін.
Підключення бібліотеки компонентів	Праворуч на панелі Libraries, Із списку встановлених бібліотек вибрати потрібну бібліотеку, див. рисунок 3.5.
Розміщення елементів на схемі	Вибираючи необхідні компоненти із списку у вікні Component Name на панелі Libraries, пересунути УГП компонентів на робоче поле документа електричної принципової схеми.
Нумерація елементів	Виконати автоматичну нумерацію елементів, для чого відкрити меню Tools→Annotate Schematics. Порядок нумерації елементів встановити вибором із списку Order of Processing, див. рисунок 3.6. Далі потрібно послідовно натиснути кнопки Update Changes List та Accept Changes. Готова схема зображена на рисунку 3.7.
Компіляція проекту	Здійснити компіляцію проекту командою Project→Compile Project і перевірити результат, викликавши вікно повідомлень. Для виклику вікна повідомлень необхідно вибрати меню System в нижній правій частині вікна програми, а потім вибрати пункт Messages.
Перевірка звіту про компіляцію та усунення помилок	При відсутності помилок останнім в списку у вікні панелі Messages буде наступне повідомлення: Compile successful, no errors found, див. рисунок 3.8

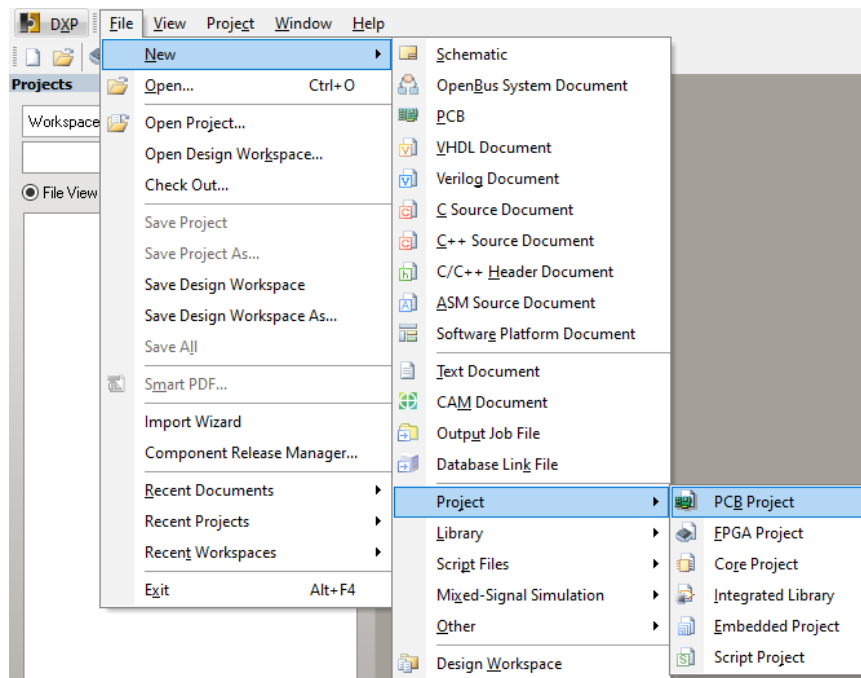


Рисунок 2.1 – Створення проекту друкованої плати

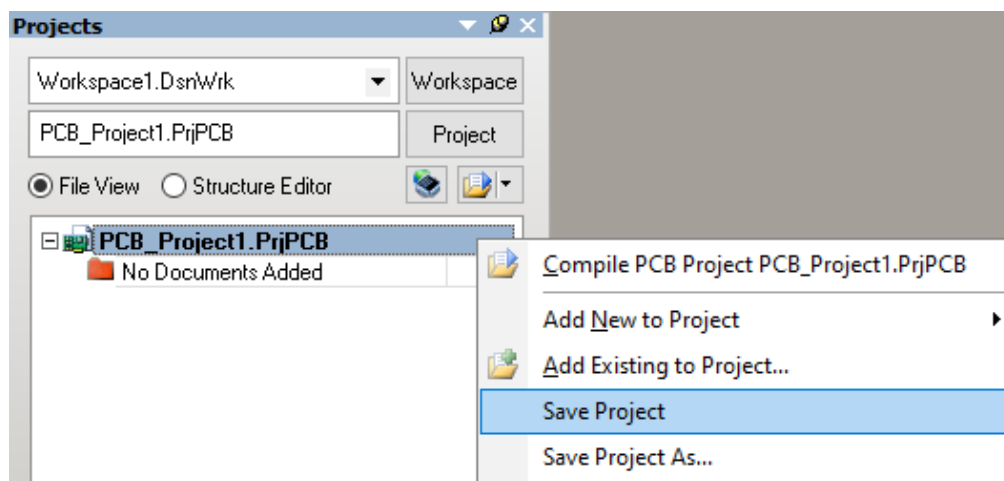


Рисунок 2.2 – Збереження проекту друкованої плати

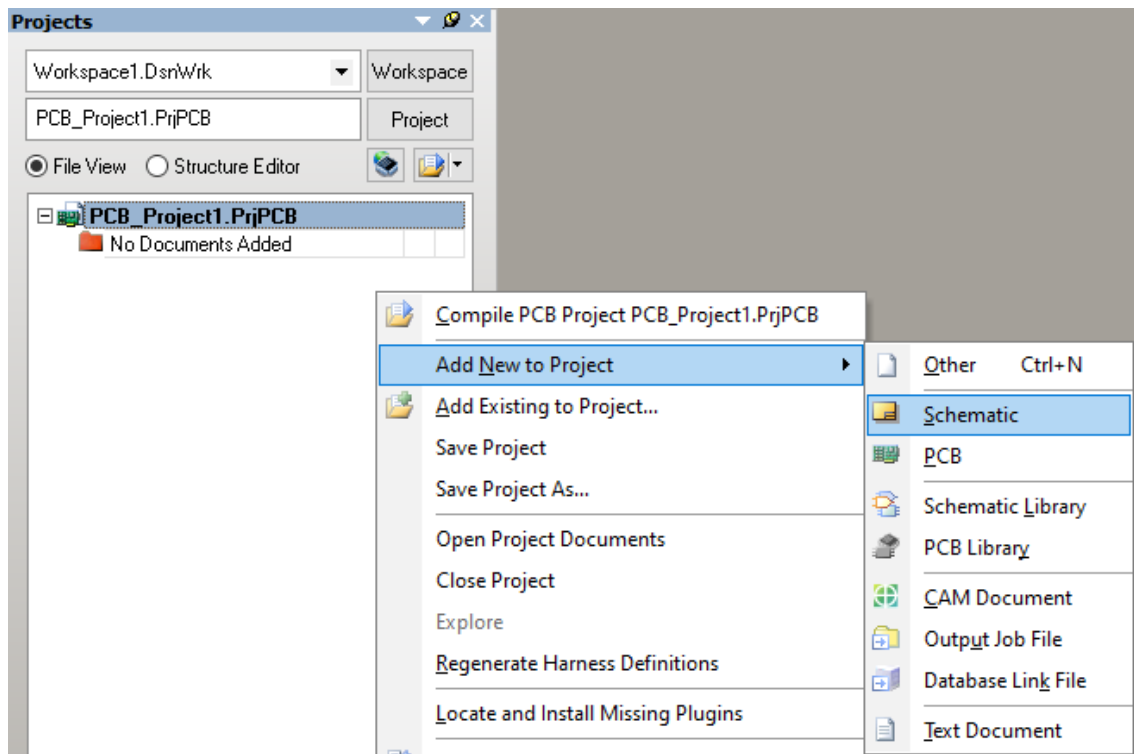


Рисунок 2.3 – Створення документу схеми електричної принципової

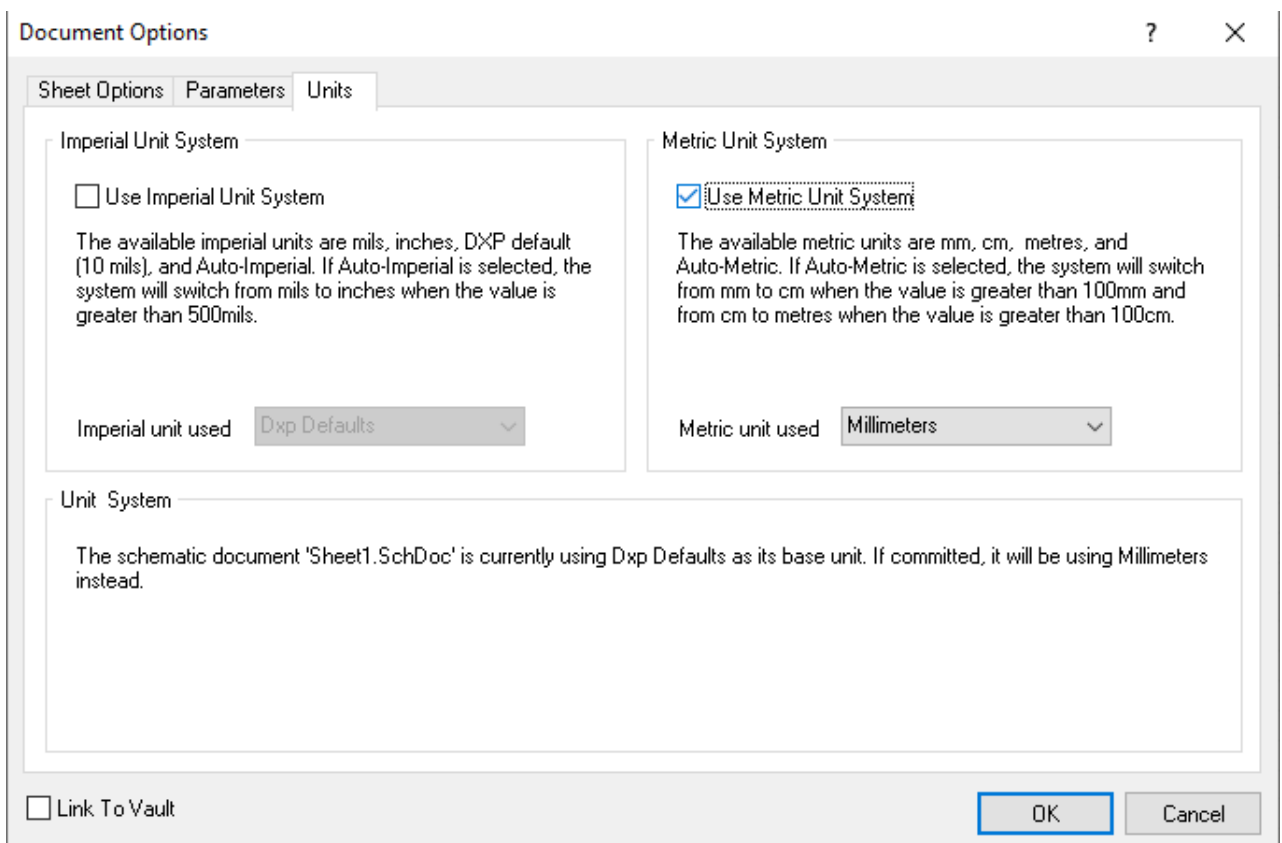


Рисунок 2.4 – Встановлення метричних одиниць вимірювання

					<i>ABB.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		43

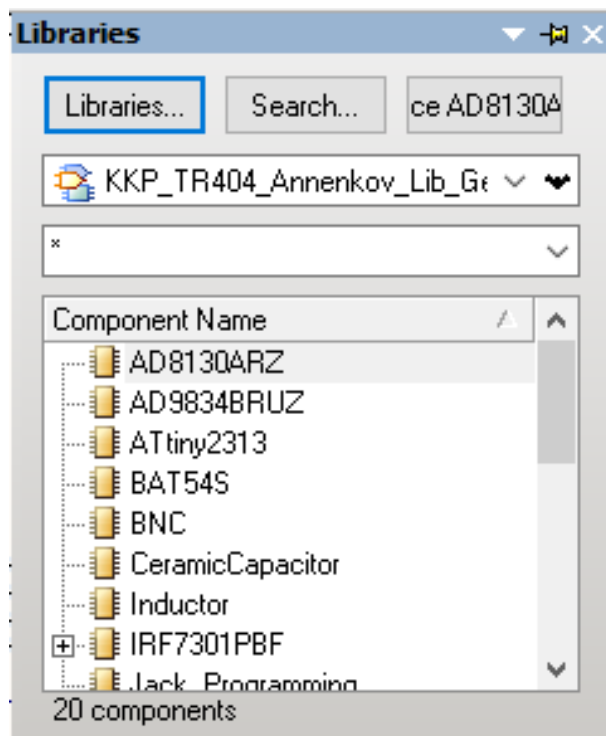


Рисунок 2.5 – Вибір бібліотеки елементів

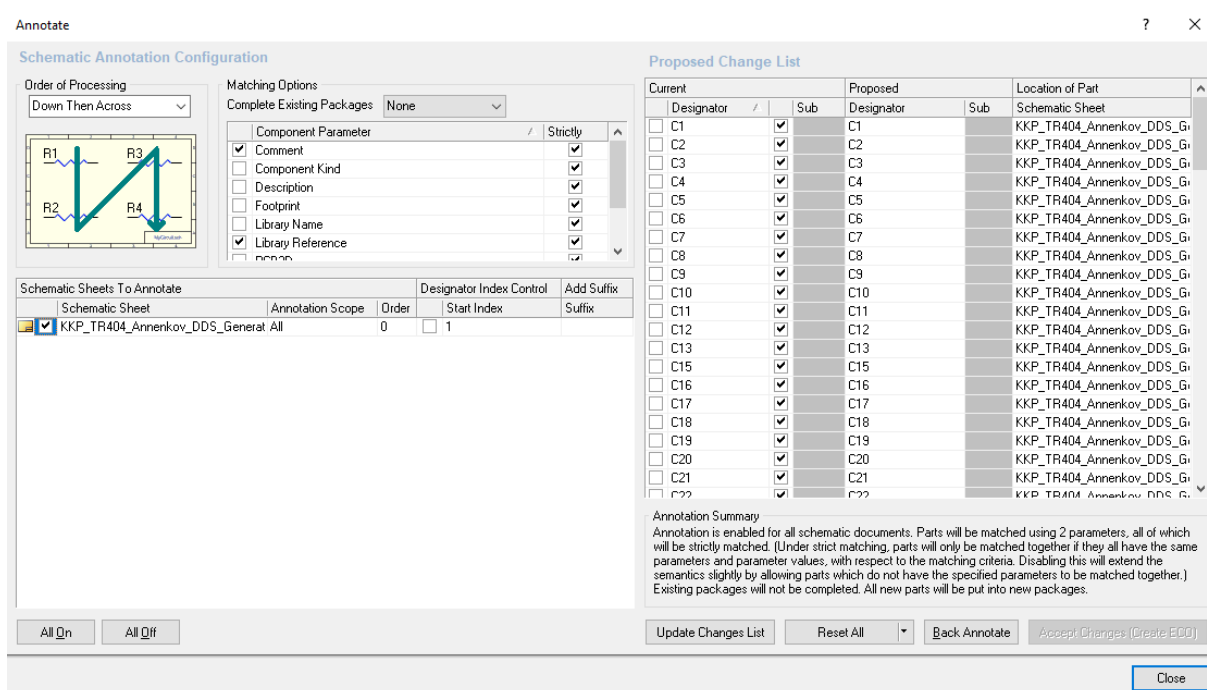


Рисунок 2.6 – Вікно налаштувань для встановлення автоматичної нумерації елементів

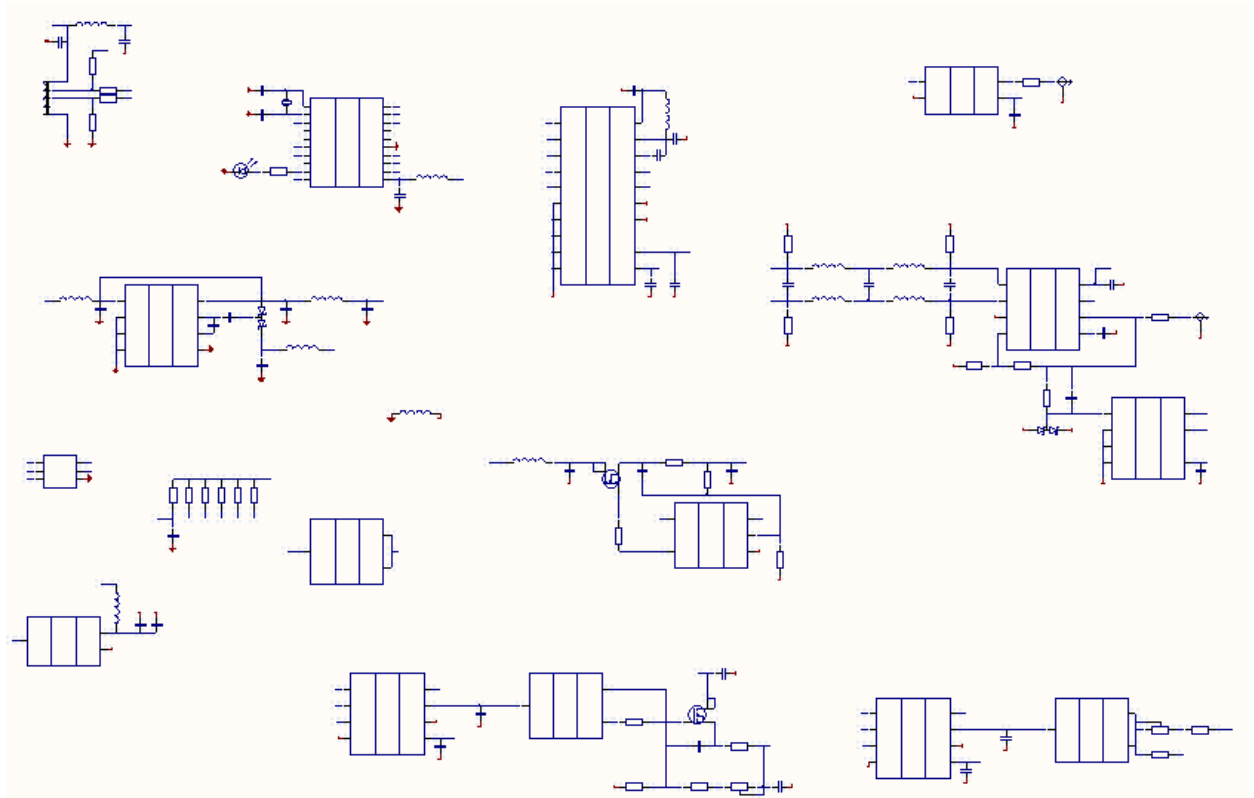


Рисунок 2.7 – Документ схеми електричної принципової генератора сигналів

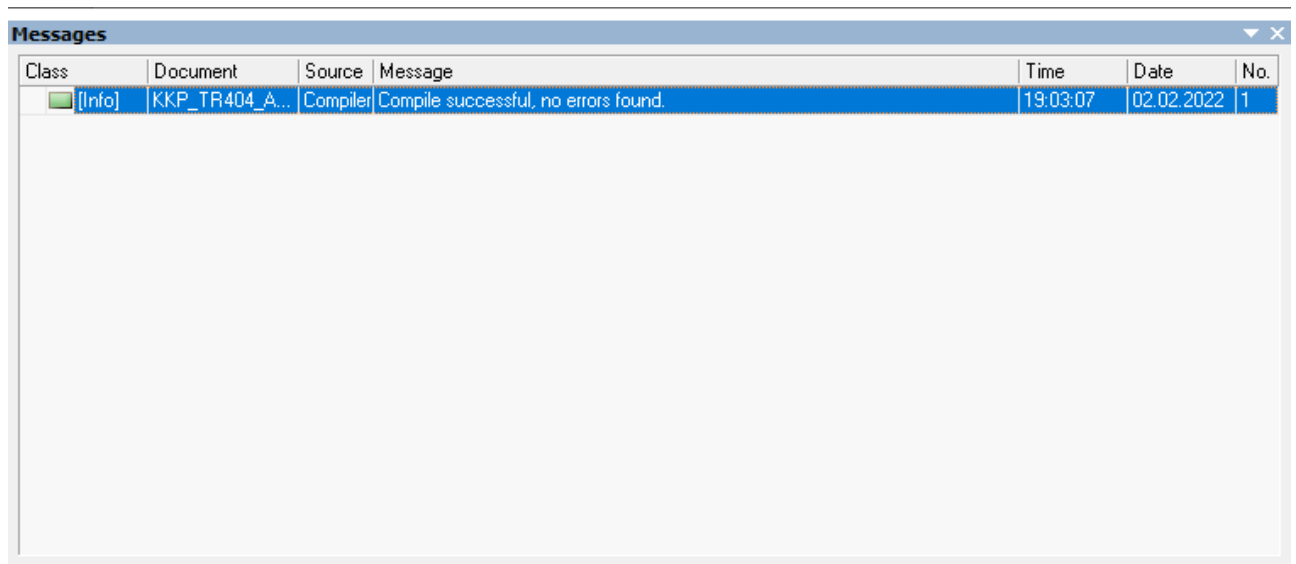


Рисунок 2.8 – Вікно Messages

В результаті використання САПР отримано друковану плату для проєктованого генератора сигналів, вигляд якого зображено на рисунку 2.9. 3D модель друкованої плати зображена на рисунку 2.10.

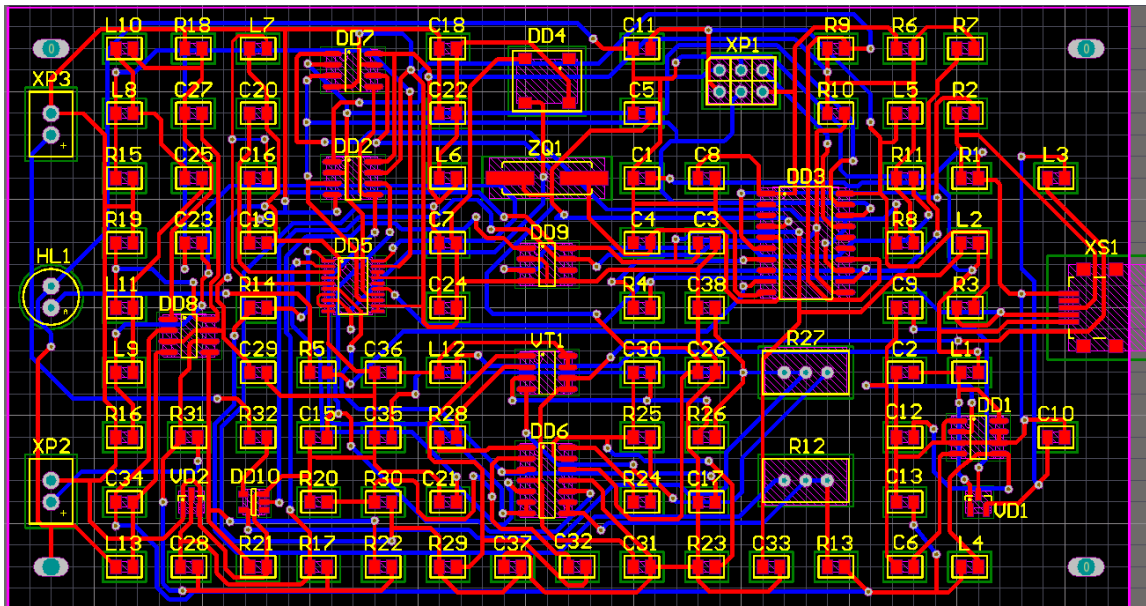


Рисунок 2.9 – Друкована плата генератора сигналів, розроблена в Altium Designer

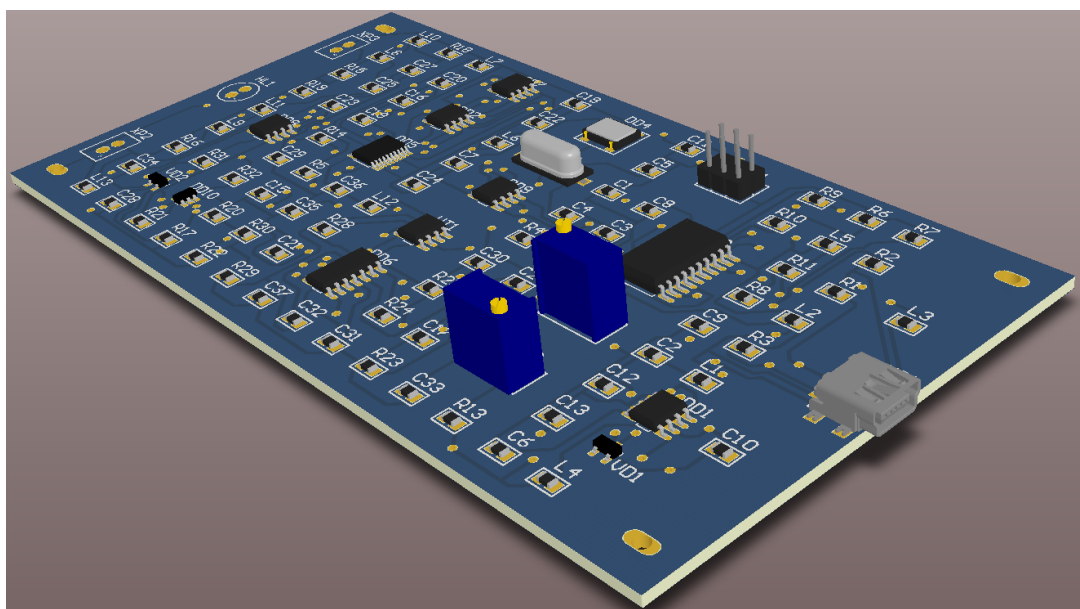


Рисунок 2.10 – 3D модель друкованої плати генератора сигналів в Altium Designer

2.2 Висновки до розділу 2

В даному розділі було описано САПР Altium Designer, що було використане для проєктування друкованої плати генератора сигналів. Було описано процес створення схеми електричної принципової в середовищі Altium Designer та

представлено друковану плату виконану на основі вище описаної схеми електричної принципової.

					<i>ABB.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		47

3 Охорона праці та безпека життєдіяльності

3.1 Пільги та компенсації за важкі умови праці

Права працівників на охорону праці охоплюють широке коло заходів спрямованих на забезпечення здорових та безпечних умов праці.

В умовах активного розвитку підприємницької діяльності важливе значення має створення належних умов праці, що виключає дію шкідливих і небезпечних чинників на організм людини.

Однак в деяких галузях виробничої діяльності працівники зазнають ще відповідного впливу шкідливих та небезпечних чинників, що призводить до серйозних порушень стану здоров'я. Тому чинним законодавством для таких умов праці передбачаються пільги й компенсації, що дають змогу зберігати здоров'я і продовжувати професійну діяльність.

Серед цих пільг – скорочена тривалість робочого часу, додаткові відпустки, пільгові пенсії, підвищена заробітна плата та інші компенсації визначені чинним законодавством.

Законодавство передбачає лікувально – профілактичне харчування (ЛПХ), що надається лише тим працівникам, які зайняті на роботах з особливо шкідливими умовами праці.

Перелік виробництв, професій та посад, робота на яких дає право на одержання ЛПХ, затверджений Міністерством праці та соціального захисту.

Робітникам, які працюють в умовах постійного контакту з фізичними виробничими чинниками й токсичними речовинами передбачається видача 0,5 л. молока або інших харчових продуктів, які містять пектини (мармелад, кисіль, концентрат пектину з чаєм).

При роботах в умовах високої температури (>+30°) та інфрачервоного випромінювання відбувається сильне потовиділення. Для збереження нормального теплового стану організму працюючим надаються додаткові

					<i>АВВ.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		48

перерви, які входять у робочий час та створюється раціональний питний режим для відновлення водно – сольового балансу.

У холодну пору року працюючим на відкритому повітрі також надаються спеціальні перерви для обігрівання й відпочинку. У кожній кліматичній зоні рішення про тривалість таких перерв та їх надання вирішують місцеві органи влади.

На роботах зі шкідливими й небезпечними умовами праці відповідно до типових галузевих норм працівникам видається спеціальний одяг, взуття та інші засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), а також миючі засоби.

Зазначені чинним законодавством пільги та компенсації не звільняють роботодавців від обов'язку проводити запобіжні санітарно – гігієнічні заходи спрямовані на поліпшення умов праці відповідно до нормативних значень [35].

3.2 Вимоги техніки безпеки при регулюванні та обслуговуванні генератора сигналів

Процес пайки супроводжується забрудненням повітряного середовища, робочих поверхонь, одягу і шкіри рук працюючих свинцем, це може призвести до свинцевим отруєнням організму і викликати зміни крові, нервової системи і судин. З метою попередження отруєнь свинцем ділянки пайки обладнуються відповідно до вимог санітарних правил.

Електропечі для нагрівання складальних одиниць у газових та вакуумних середовищах повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.007.9-88.

Пульти керування електричними печами повинні бути обладнані світловою сигналізацією, що попереджає про подачу напруги на нагрівальні елементи та про роботу блокувальних пристроїв.

Під час паяння в печах з ручним завантаженням і вивантаженням виробів електричні печі повинні бути обладнані блокувальними пристроями для

					<i>АВВ.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		49

автоматичного зняття напруги з нагрівальних елементів при відкриванні дверей печі.

Електричні печі повинні мати автоматичне регулювання температури. Під час перевищення температури повинні включатися світлові і звукові сигнали.

Посудини, обладнані байонетним і подібного типу затворами, повинні мати пристрої, що припиняють подачу газу під тиском у посудину при неповному закриванні кришки і її відкриванні.

Під час паяння у печах виробу необхідно встановлювати на спеціальні підставки, що запобігають потраплянню рідкого припою і флюсу на нагрівальні елементи.

Під час зупинки електропечі необхідно відключити електронагрів печі, продути робочий об'єм печі п'ятикратним об'ємом інертного газу, повністю відкрити вхідні і вихідні дверці печі.

За відсутності інертних газів для продувки печей дозволяється видалення пічної атмосфери методом випалювання.

Горючі гази, що виходять з електропечі в процесі роботи, повинні згоряти у вогняній завісі.

Під час паяння у вакуумних печах, заповнених інертним газом, видалення його після закінчення технологічного процесу повинно здійснюватися викидом інертного газу за межі виробничого приміщення.

Після закінчення паяння виробів у вакуумних печах, заповнених інертним газом, необхідно продути повітрям робочу камеру, прямки та устаткування, розташоване нижче рівня підлоги.

Паяння в печі в захисній атмосфері водню необхідно виконувати в приміщеннях, обладнаних припливно-витяжною вентиляцією. В електропечах в місцях згоряння газу повинні бути пристрої місцевих відсмоктувачів.

Електропечі повинні мати блокування для відключення нагрівачів під час порушення водоохолодження і падіння тиску водню в лінії та припинення подачі водню. Для відновлення запуску необхідно охолодити піч та продути азотом

					<i>ABB.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		50

протягом не менше 10 хвилин. Подача водню в електропіч без продування робочого простору азотом не дозволяється.

Пайка - нероз'ємне з'єднання деталей за допомогою припою. Найбільш часто вживані припої - олов'яно-свинцеві (ПОС-18, ПОС-30, ПОС-40, ПОС-61) і ПОСК-50, що містить 32 % свинцю.

У приміщеннях, де проводиться паяння припоєм, що містить свинець, щоб уникнути попадання свинцю в організм не дозволяється зберігати особисті речі, приймати їжу і курити, а також прати робочий одяг. Робоче місце пайки обладнується місцевою витяжною вентиляцією, що забезпечує концентрацію свинцю в робочій зоні не більше гранично допустимої - 0,01 мг/м³.

Для запобігання опіків і забруднення свинцем шкіри рук працюючих повинні бути видані серветки для видалення зайвого припою з жала паяльника, а також пінцети для підтримки припаюємо дроти і для подачі припою до місця пайки, якщо відсутня автоматична подача.

При монтажних роботах, пов'язаних з небезпекою засмічення або опіку очей, передбачена видача працюючим захисних окулярів.

Для захисту від окислення місць пайки застосовують флюси: каніфольно-спиртові при пайці припоями ПОС-40, ПОС-61 і ПОС-50, хлористий цинк при пайці і лудженні припоями ПОС-18 і ПОС-30. Каніфоль подразнює шкіру, може викликати висипання, а хлористий цинк може викликати сильне подразнення, пропалювати шкіру і слизові оболонки.

Найбільш ефективними заходами, що попереджують професійні захворювання при пайці, є механізація і автоматизація паяльних робіт, впровадження нових технологічних процесів: залудження методом занурення, виборча пайка і пайка хвилею припою (із застосуванням друкованого монтажу), що дозволяє повністю виключити зіткнення шкіри робітників зі свинцем і флюсами.

Необхідно відзначити, що при об'ємному монтажі все частіше застосовують метод накрутки проводу на вивід з гострими кромками без подальшої пайки.

					<i>АВВ.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		51

Накрутка проводиться спеціальним пістолетом, що створює десятикратну надійність з'єднання, і продуктивність такого монтажу в два з половиною рази вище, ніж при пайці. Цей метод виключає шкідливі для здоров'я випари свинцю, припою, флюсу та розчинників при промиванні місця пайки.

Виготовлення друкованих плат:

При виготовленні багат шарових друкованих плат (БШДП) проводиться механічна обробка шаруватих пластиків (різка, пробивання отворів). Працюючі на обробці шаруватих пластиків повинні дотримуватися правил техніки безпеки під час холодної обробки матеріалів.

Важливим чинником, що погіршує умови праці в механічних цехах (дільницях), є шум, вироблений працюючим обладнанням. Важливе значення має правильне і достатнє освітлення ділянок і робочих місць холодної обробки матеріалів.

Промивання плат проводиться в розчині ізопропілового спирту і ацетоні. При використанні спирту і ацетону необхідно враховувати, що ці речовини є пожежонебезпечними і шкідливими для здоров'я.

Хімічне очищення плат проводиться розчинами фосфатів (тринатрійфосфат), натрієвої соди, натрієвого лугу та ін. При постійній роботі з розчинами часті різноманітні хронічні подразнення шкіри. Дуже небезпечно попадання навіть найменших кількостей NaOH в очі.

У процесі хімічного міднення застосовуються шкідливі речовини: сірчана, соляна, азотна кислоти, хлорна мідь, хлористий паладій, гідроокис натрію, сегнетова сіль, трихлоретилен. Тому необхідно дотримуватись вимог правил безпеки.

Для травлення міді з пустих ділянок плат використовується ряд травників; хлорне залізо, персульфат амонію, хлорна мідь, сплав «Розе», хромовий ангідрид із сірчаною кислотою і ряд інших є токсичними речовинами. До роботи з цими травниками допускаються особи, навчені безпечним прийомам роботи і пройшли інструктаж на робочих місцях по роботі зі шкідливими і отруйними речовинами.

					<i>АВВ.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		52

У разі потрапляння травників на шкіру або слизову оболонку очей необхідно негайно рясно промити їх проточною водою.

Роботу з травниками слід проводити в спецодязі і захисних окулярах. Робочі місця повинні бути обладнані витяжною вентиляцією.

Монтаж радіоелектронного обладнання. Виготовлення каркасів, шасі обладнання на слюсарно-механічних ділянках необхідно проводити з дотриманням вимог техніки безпеки при холодній і гарячій обробці металів.

При монтажі радіоелектронного обладнання слід дотримуватися вимоги електробезпеки і працювати тільки справним електроінструментом (електродрилем, електропаяльником).

При роботі з електродрилем необхідно застосовувати діелектричні гумові рукавички.

Електропаяльники і лампи для місцевого освітлення необхідно застосовувати із напругою не більше 42 В. Для пониження мережевої напруги 220 В і 127 В до 42 В слід застосовувати понижуючий трансформатор. Один кінець вторинної (понижувальної) обмотки трансформатора і металевий кожух необхідно заземлювати.

При живленні апаратури від цехової мережі слід застосовувати штепсельні роз'єми. У випадку несправності в мережевій проводці необхідно викликати електрика.

При монтажі радіосхем забороняється:

- Перевіряти на дотик наявність напруги і нагрів струмоведучих частин схеми;
- Застосовувати для з'єднання блоків і приладів проводи з пошкодженою ізоляцією;
- Виробляти пайку і установку деталей в обладнанні, що знаходиться під напругою;
- Вимірювати напруги і струми переносними приладами з неізольованими проводами і щупами;

					<i>АВВ.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		53

- Підключати блоки та прилади до устаткування, що знаходиться під напругою;
- Замінювати запобіжники у включеному обладнанні;
- Працювати на високовольтних установках без захисних засобів.

3.3 Засоби гасіння пожеж

До первинних засобів пожежогасіння належать:

- вогнегасники;
- пожежні крани-комплекти, ручні насоси
- лопати, ломы, сокири, гаки, пили, багри;
- ящики з піском, бочки з водою;
- азбестові полотнища, повстяні мати та ін.

Первинні засоби пожежогасіння розміщують на пожежних щитах, які встановлюють на території об'єкта з розрахунку один щит на 5000 м². Вони мають бути пофарбовані у червоний колір, а пожежний інструмент у чорний.

Серед первинних засобів пожежогасіння найважливішу роль відіграють вогнегасники різних типів: водяні, водо-пінні, порошкові, вуглекислотні, газові.

Залежно від способу транспортування вони бувають: переносні (до 20 кг) та пересувні (до 450 кг).

Залежно від об'єму вогнегасники бувають малолітражні (до 5 л), ручні (до 10 л), пересувні (понад 10 л).

Вогнегасники маркують буквами, що означає їх вид та цифрами, що визначають їх об'єм.

Найбільш перспективними є порошкові вогнегасники, які застосовують для гасіння лужних металів, ЛЗР і ТР, електрообладнання, що горить під напругою до 1000 В, твердих та газоподібних речовин.

Найбільш розповсюдженими є:

ВП-1, ВП-2, ВП-9, ВП-10 — переносні;

					<i>АВВ.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		54

ВВПА-400, ВВПА-450 — пересувні.

Вони відрізняються між собою лише складом порошку та пристроєм для його подачі.

Вуглекислотні вогнегасники застосовуються для гасіння загорянь на машинах, автомобілях і для невеликих об'ємів нафтопродуктів, а також електроустановок під напругою до 1000 В.

У корпусі вогнегасника міститься вуглекислий газ у рідкому стані під високим тиском 6 мПа (ручні) і 15 мПа (переносні). У горловині балону змонтований спеціальний пусковий пристрій із сифонною трубкою, який приводиться у дію за допомогою вентильного або пістолетного пристрою. Виходячи з балону назовні, зріджений двооксид вуглецю перетворюється на снігоподібну масу за температури - 80°C.

Вибір типу вогнегасника визначається розмірами загоряння і можливих осередків пожеж.

Протипожежне водопостачання — це комплекс інженерно-технічних пристроїв, що виконують важливу роль у забезпеченні пожежної безпеки.

Пожежне водопостачання — це таке, коли вода подається цілодобово і в такій кількості, що зможе забезпечити гасіння можливої зовнішньої або внутрішньої пожежі на промислових об'єктах.

- Водопроводи бувають:
- господарсько-протипожежними;
- виробничо-протипожежними;
- протипожежними.

Водопроводи бувають двох типів:

- високого тиску;
- низького тиску.

В нормативних документах (БніП) визначені ті умови, за яких влаштування водопроводів протипожежного призначення у будівлях є обов'язковим.

					<i>АВВ.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		55

У виробничих будівлях протипожежне водопостачання необхідно в усіх випадках, за винятком:

будівель I і II ступенів вогнестійкості з приміщеннями категорії Г і Д;

будівель II ступеня вогнестійкості з приміщеннями категорії Г і Д, якщо об'єм їх не перевищує 1000 м³.

Розрахункові витрати води на роботу внутрішніх пожежних кранів-комплектів беруть з умови продуктивності одного струменя не менше 2,5 л/с. Тривалість гасіння пожежі у розрахунках — три години.

Відстань між внутрішніми кранами-комплектами залежить від довжини пожежного рукава, дальності струменя води, кількості необхідних пожежних струменів та розміщення технологічного обладнання. Розміщення пожежних кранів-комплектів має бути таким, щоб гарантувати зрошення кожної точки приміщення.

Водопровідна мережа на території підприємства обладнується пожежними гідрантами, від яких забирається вода для внутрішнього і зовнішнього гасіння пожежі. Гідранти прокладаються уздовж доріг та проїздів на відстані не даліше 50 м один від одного і не даліше, як за 5 м від стін будівлі. На стіні будівлі, де розміщено гідрант, має бути відповідний вказівник.

Якщо від міського водопроводу неможливо отримати необхідної кількості води для гасіння пожежі, тоді будують резервуари, що містять недоторканий протипожежний запас води, розрахований на гасіння упродовж 3 годин.

Максимальний термін відновлення недоторканого протипожежного запасу води на підприємствах з будівлями категорії А, Б і В — 24 год., а на підприємствах категорії Г і Д — 36 год.

На тих промислових підприємствах, де пожежі можуть дуже швидко розповсюджуватися проектують установки пожежогасіння, які спрацьовують у автоматичному режимі.

Автоматичні установки пожежогасіння класифікуються за:

– призначенням;

					<i>АВВ.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		56

- принципом дії;
- режимом роботи;
- видом вогнегасної речовини;
- способом подавання вогнегасних речовин в осередок вогню.

За призначенням установки автоматичного пожежегасіння поділяють на такі, що призначенні для:

- попередження пожеж;
- гасіння пожеж;
- локалізації пожеж;
- блокування пожеж.
- За тривалістю пуску пожежні установки поділяються на:
 - надшвидкодіючі (тривалість пуску до 0,1 с);
 - швидкодіючі (тривалість пуску 0,1-0,3 с);
 - середньоінерційні (3-30 с);
 - інерційні (понад 0,5 хв).

За тривалістю гасіння пожежні установки можуть бути короткочасної дії (до 15 хв), середньої тривалості (до 30 хв) і тривалої дії (понад 30 хв).

Серед стаціонарних засобів пожежогасіння найбільш розповсюджені спринклерні і дренчерні установки автоматичного водного пожежогасіння. За обліковимим даними, у будівлях, обладнаних цими установками, 96 % пожеж було погашено до прибуття пожежно-рятувальних підрозділів.

Обладнанню спринклерними і дренчерними установками підлягають деревообробні комбінати площею 700 м², склади целулоїду, кіноплівки й цехи з сировиною для їх виготовлення обладнують цими установками незалежно від їх площі.

Автоматична спринклерна установка — це мережа водопровідних труб під перекриттям приміщення, обладнане так званими спринклерними головками, отвори яких закриті легкоплавкими замками.

					<i>АВВ.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		57

Сплав, з якого виготовляють замки, має температуру плавлення 72-93°C або 141-182°C. При підвищенні температури замок розплавляється, спринклерна головка розкривається й осередок пожежі зрошується водою.

Спринклерні установки обладнані контрольно-сигнальними клапанами, які при відкритті головки спрацьовують і подають сигнал тривоги і воду у мережу.

При пожежах у спринклерних установках відкриваються лише ті головки, що перебувають у зоні високої температури, крім того вони мають досить високу інерційність — відкриваються лише через 2-3 хвилини з моменту підвищення температури у приміщенні.

Така інертність у деяких промислових будівлях буває недопустимою особливо в тих випадках, коли потрібно подати воду відразу на всю площу приміщення. У цих випадках влаштовують дренчерні установки.

Дренчерні установки не мають легкоплавких замків, вони є сухотрубними і постійно відкритими.

У звичайних умовах надходження води в мережу блокує клапан групової дії, який відкривається при потребі автоматично чи вручну і одночасно подається сигнал тривоги. У момент пожежної небезпеки вода в дренчерну систему подається під тиском, а по закінченні пожежних робіт виливається з системи через спусковий вентель.

Дренчерні установки обладнують для захисту поверхонь стін, вікон, дверей, для створення локальних і блокуючих водяних завіс, для зрошення елементів технологічного обладнання, всередині будівель з високою пожежною небезпекою, де можливе швидке розповсюдження вогню.

Автоматичні установки пожежогасіння мають постійно бути готовими до гасіння пожеж. Керівник об'єкта наказом призначає особу, яка відповідає за справність спринклерних і дренчерних установок. Справність установок перевіряється один раз на тиждень, а контрольно-сигнальна апаратура — щоденно, до початку зміни.

					<i>АВВ.3.119.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		58

Для протипожежного захисту об'єктів хімічної та нафтової промисловості, а також там, де у виробничому циклі задіяні легкозаймисті та горючі рідини облаштовують спринклерні пінні установки.

Спринклерні пінні установки за принципом дії схожі на водяні спринклери. Вони включаються автоматично при відкриванні замка, конструкція якого суттєво відрізняється від водяного спринклера.

Автоматичне джерело спринклерної піни має високий напір води, що забезпечує безперебійну роботу відразу ж після відкриття пінного спринклера.

Дренчерні пінні установки використовують для захисту таких об'єктів, де пожежі можуть швидко розповсюджуватися на значну площу і де потрібне зрошення повітряно-механічною піною розрахункових площ, окремих частин будівлі або всієї площі об'єкту.

При виникненні пожеж у дренчерних установках спрацьовує пожежний сповіщувач, який запускає контрольно-пусковий вузол для пуску водного розчину, піноутворювача й генератора піни.

Там, де горючі матеріали розміщені нерівномірно та існує ймовірність спалахування, обладнують швидкодіючі автоматичні установки локальної дії, які обмежують і гасять пожежу тільки в межах протипожежного відсіку.

Автоматичні установки газового пожежогасіння поділяються на:

- установки об'ємного пожежогасіння;
- установки локального пожежогасіння.

Засобом пожежогасіння в цих установках може бути діоксид вуглецю та інші інертні речовини (аргон, водяна пара, азот) хладони і засоби на основі хладонів.

Ці установки можуть дуже швидко заповнювати приміщення газовими засобами й створювати в ньому необхідну концентрацію середовища, за якої припиняється горіння.

Для гасіння пожеж порошковими засобами застосовують стаціонарні і пересувні установки з ручним, дистанційним або автоматичним включенням.

					<i>АВВ.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		59

У стаціонарних порошкових установках при виникненні пожежі спрацьовують пожежні сповіщувачі, які реагують на дим, тепло, світло й та ін.

Порошкові установки здатні створювати щільну порошкову завісу над вогнищем пожежі.

Для визначення типу відповідної автоматичної установки пожежогасіння враховуються конкретні умови виробничої діяльності, та чинники, що можуть спричиняти загоряння та склад вогнегасної речовини, здатної його загасити.

					<i>ABB.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		60

Висновки

Під час виконання кваліфікаційного проекту було розроблено генератор сигналів з мікроконтролерним керуванням. Розроблено такі конструкторські креслення: схема електрична принципова, друкований вузол, складальне креслення виробу.

Обґрунтовано конструктивним розрахунком друкованого монтажу в результаті якого визначено ширину друкованих провідників, відстань між друкованими провідниками, відстань між провідником і контактною площадкою, діаметри монтажних отворів.

Під час проектування пристрою було використано САПР за допомогою яких пришвидшився і полегшився розрахунок проектування пристрою, інженерні розрахунки.

За рахунок того, що плата є двосторонньою і майже вся елементна база виконана на SMD елементах – проєктований виріб стає компактнішим.

Виходячи з вище описаного, виріб має просту конструкцію, максимально уніфіковані та стандартні виробничі процеси та обладнання. За рахунок цього виріб буде недорогий у виробництві і може виготовлятися в реальному виробництві.

					<i>ABB.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		61

Список використаних джерел

1. Дунець В.Л., Дедів І.Ю., Хвостівський М.О. Методичні рекомендації з оформлення кваліфікаційних робіт бакалавра за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021, 72 с..
2. Analog Devices 75 MHz Complete DDS AD9834 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD9834.pdf> (дата звернення 15.02.2024).
3. 8-bit AVR Microcontroller with 2K Bytes In-System Programmable Flash ATtiny2313/V Preliminary Summary [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/ATtiny2313%2CV.pdf> (дата звернення 15.02.2024).
4. Analog Devices 270 MHz Differential Receiver Amplifiers AD8129/AD8130 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD8129_8130.pdf (дата звернення 15.02.2024).
5. MAX961–MAX964/ MAX997/MAX999 Single/Dual/Quad, Ultra-High-Speed, +3V/+5V, Beyond-the-Rails Comparators [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://pdfserv.maximintegrated.com/en/ds/MAX961-MAX999.pdf> (дата звернення 15.02.2024).
6. TinyLogic UHS Inverter NC7SZ04 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.onsemi.com/pdf/datasheet/nc7sz04-d.pdf> (дата звернення 15.02.2024).
7. LM124, LM224x, LM324x Low-power quad operational amplifiers Datasheet [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/datasheet/bd/fc/46/43/26/8f/40/7f/CD00001046.pdf/files/CD00001046.pdf/jcr:content/translations/en.CD00001046.pdf> (дата звернення 15.02.2024).

					<i>ABB.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		62

8. MicroChip MCP41XXX/42XXX Single/Dual Digital Potentiometer with SPI™ Interface [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/11195c.pdf> (дата звернення 15.02.2024).

9. Maxim Integrated 125mA, Frequency-Selectable, Switched-Capacitor Voltage Converters MAX1680/MAX1681 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX1680-MAX1681.pdf> (дата звернення 15.02.2024).

1. International Rectifier Power MOSFET IRF7301PBF [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/IRF7301PBF.pdf> (дата звернення 15.02.2024).

11. JIANGSU CHANGJIANG ELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD SOT-23 Plastic-Encapsulate Diodes BAT54/A/C/S SCHOTTKY BARRIER DIODE [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/jcsts02360-1-datasheet.pdf> (дата звернення 15.02.2024).

12. Geyer Clock Oscillator SMD-version +1,8 / +2,5 / +3,0 / +3,3V KXO-97V [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/A3kDcPpj_KXO_V97.pdf (дата звернення 15.02.2024).

13. Geyer QUARTZ CRYSTALS MHz range SMD-version KX-K 12 MHz [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/36h9QQXt_kx_k.pdf (дата звернення 15.02.202).

14. KLS4-3296 Cermet Potentiometer Series [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/cls4-3296-datasheet.pdf> (дата звернення 15.02.2024).

					<i>ABB.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		63

15. Guangzhou Juhong Optoelectronics Co.,Ltd SPECIFICATION FOR APPROVAL JH-525CG4C26 Lamp LED [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/jh-525cg4c26.pdf> (дата звернення 15.02.2024).

16. Chip Ferrite Bead BLM21AG102SN1Reference Specification [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.murata.com/en-us/products/en-us/products/productdata/8796738977822/ENFA0005.pdf> (дата звернення 15.02.2024).

17. Hitano Thick Film Chip Resistor. General Purpose RC Series Data Sheet [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/RC_series.pdf (дата звернення 15.02.2024).

18. Hitano Ceramic Chip Capacitor NPO(COG) Dielectric [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/NPO.pdf> (дата звернення 15.02.2024).

19. Hitano Multilayer Ferrite Chip Inductor – SMI Series Data Sheet Dielectric [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/smi_hitano-datasheet.pdf (дата звернення 15.02.2024).

20. KLS1-207 PIN HEADER 2.54mm(0.100") Straight Pin Type [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/cls1-207-datasheet.pdf> (дата звернення 15.02.2024).

21. KLS1-229-5FB Mini-USB-B5F PCB Right Angle SMT Type Type [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://www.kosmodrom.com.ua/pdf/229-5FB.pdf> (дата звернення 15.02.2024).

22. Connex BNC COAXIAL CONNECTORS [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.peigenesis.com/images/content/pei_tabs/amphenol/rf-series/connex/bnc.pdf (дата звернення 15.02.2024).

					<i>ABB.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		64

23. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057> (дата звернення 15.02.2024).

24. USB DDS Функціональний генератор [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://surl.li/urubs> (дата звернення 15.02.2024).

25. Саєнко С.Ю. Нечипоренко І. В. Основи САПР. Харків: ХДУХТ, 2017. 120 с.

26. Пархоменко, А.В. Автоматизоване проектування електронних засобів в середовищах Сreo та Altium Designer: навчальний посібник, 2-ге вид. / А.В.Пархоменко, А.В.Притула, В.М.Крищук.– Запоріжжя: Дике поле, 2016. - 250с.

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

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

29. ДСТУ EN 61188-1-1:2022 Друковані плати та вузли друкованих плат. Проектування та використання. Частина 1-1. Загальні вимоги. Розгляд площинності електронних вузлів (EN 61188-1-1:1997, IDT; IEC 61188-1-1:1997, IDT)

30. ДСТУ EN 61188-5-2:2022 Друковані плати та вузли друкованих плат. Проектування та використання. Частина 5-2. Розгляд кріплення (земля/з’єднання). Окремі компоненти (EN 61188-5-2:2003, IDT; IEC 61188-5-2:2003, IDT)

31. ДСТУ 2646-94 Плати друковані. Терміни та визначення

					<i>ABB.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		65


ДОДАТКИ

					<i>ABB.3.119.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		66

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри РТ

 к.т.н. Дунець В.Л.

“ 3 ” 06 2024 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему:

«Генератор сигналів з мікроконтролерним керуванням»

Узгоджено:

Керівник роботи

Дедів І. Ю.

“ 12 ” 06 2024р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”

Студент групи РАС-41

Анненков В. В.

“ 03 ” червня 2024р.

Тернопіль, 2024

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “ Генератор сигналів з мікроконтролерним керуванням ”

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи № 4/7-581 від “03” червня 2024 р.

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Анненков Віталій Віталійович групи РАС-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка генератора сигналів з мікроконтролерним керуванням, що включає в себе:

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

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1. Джерело живлення генератора сигналів повинно бути реалізовано по шині USB від персонального комп'ютера.

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

4.2. Технічні вимоги

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

4.2.2. Генератор сигналів повинен забезпечувати задану потужність з моменту включення.

4.2.3. Генератор сигналів 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 генератора сигналів повинні бути захищені від струмів короткого замикання.

4.2.5. Електрична міцність і опір ізоляції між корпусом генератора сигналів і контактами, повинні відповідати вимогам ДСТУ 22261.

4.2.6. За механічними, кліматичними і експлуатаційними умовами генератор сигналів 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 генератор частоти повинно входити: генератор частоти, комплект запасних частин. До комплекту докладають паспорт.

4.2.8. Напрацювання на відмову повинне бути не менше 20000 год.

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

4.2.10. Середній термін служби повинен бути не менше 6 років.

Випробування на термін служби не проводять.

4.3. Правила приймання.

4.3.1. Генератор частоти повинен піддаватися періодичним випробуванням.

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

4.3.3. Періодичним випробуванням піддають не менше трьох генераторів частоти кожного типу, що пройшли випробування. Періодичні випробування на відповідність всім пунктам даного стандарту проводять при випуску настановних партій і періодично один раз на два роки. При отриманні незадовільних результатів випробувань з'ясовують причини браку, усувають їх і проводять повторні періодичні випробування на подвоєному числі виробів. Якщо при повторних періодичних випробуваннях виявлено невідповідність хоча б одного виробу вимогам цього стандарту, приймання і відвантаження генераторів частоти припиняють. Рішення про подальше виготовлення 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 БЖ;
- функціональна схема БЖ;

- електрична принципова схема генератора;
- друкована плата генератора;
- друкований вузол.

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

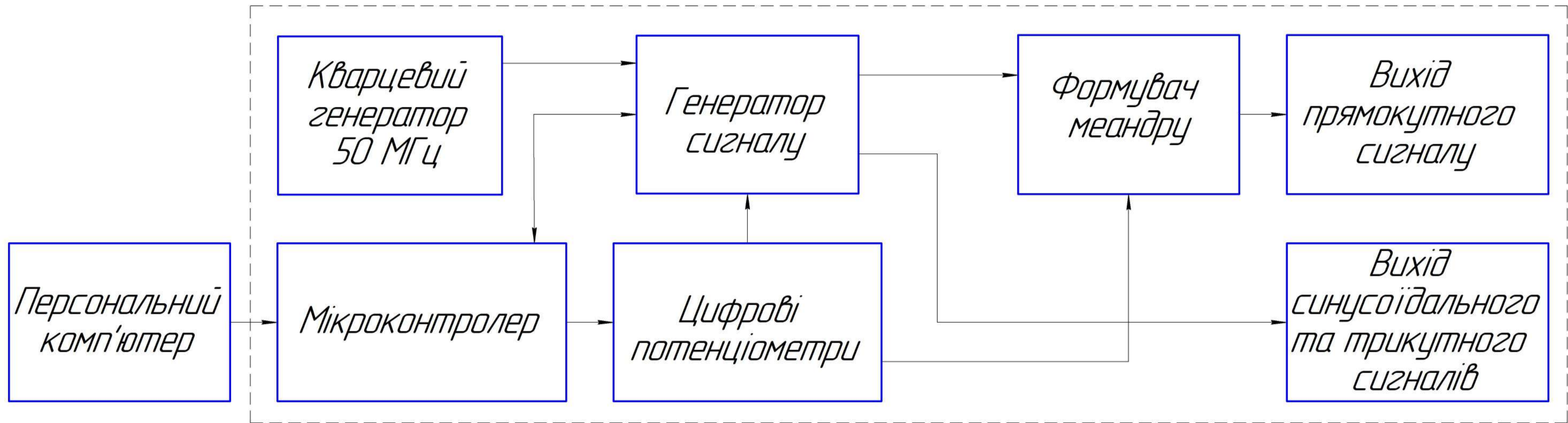
Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	22.02.2024
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи, техніко-економічний аналіз	01.03.2024
3	Розробка структурної та функціональної схеми	02.04.2024
4	Розрахунок основних вузлів у схемі генератора частоти.	15.04.2024
5	Вибір компонентної бази для розроблюваного генератора частоти;	25.04.2024
6	Компоновка друкованого вузла	01.05.2024
7	Створення допоміжної документації	05.05.2024
8	Спеціальна частина	08.05.2024
9	Розділ охорони праці та безпеки життєдіяльності	10.05.2024
10	Нормоконтроль	06.06.2024
11	Попередній захист КР	12.06.2024
12	Захист КР	26.06.2024

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

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

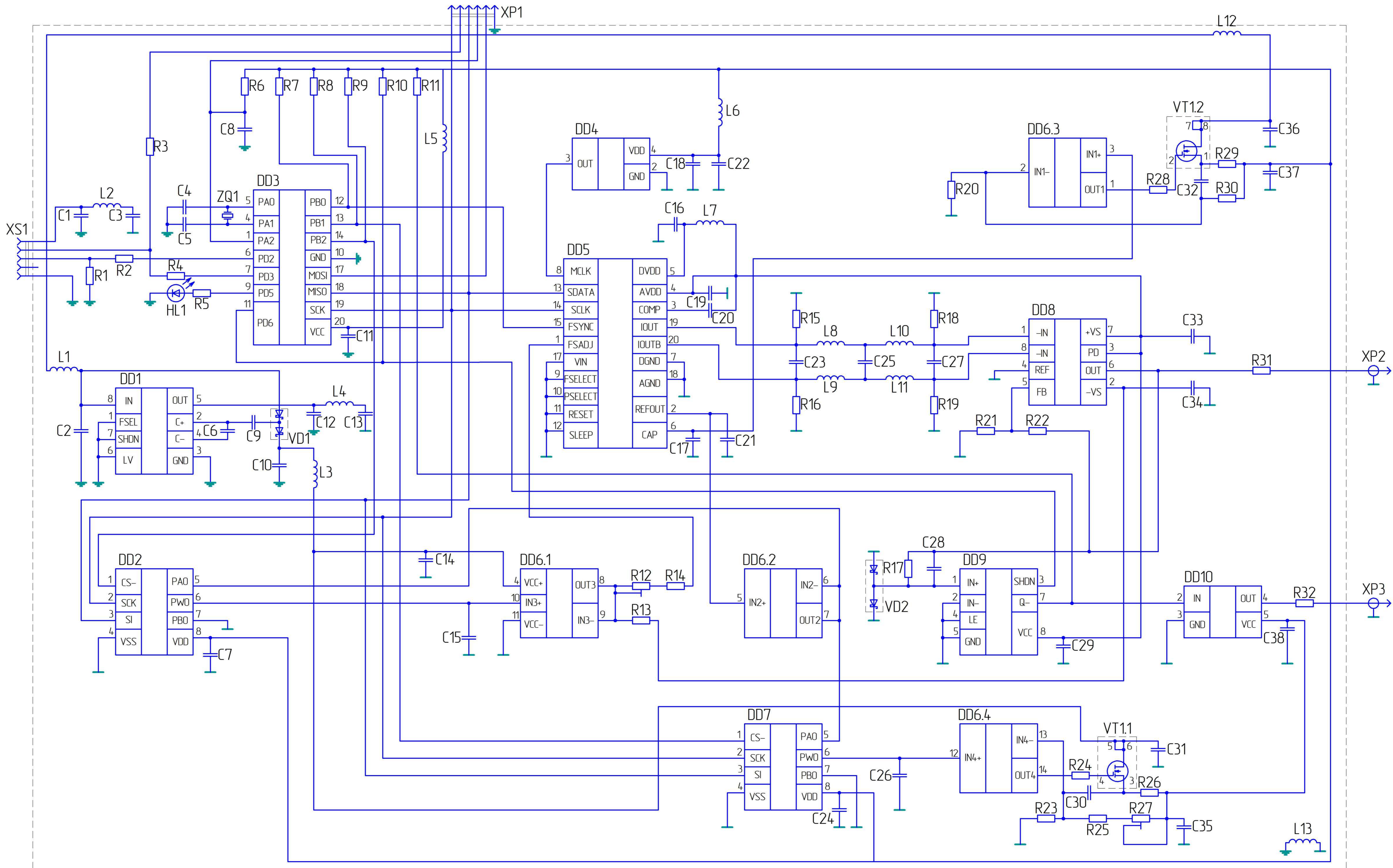
7.1 Під час виконання кваліфікаційної роботи в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.



Періодичне застосування
Лінійний №

Підп. і дата
Інв. № од.ін.
Зам. інв. №
Підп. і дата
Інв. № од.

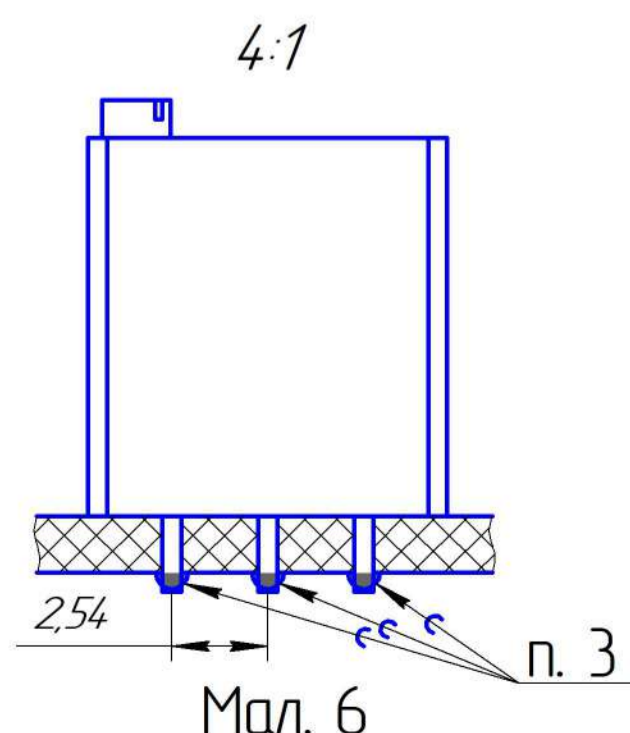
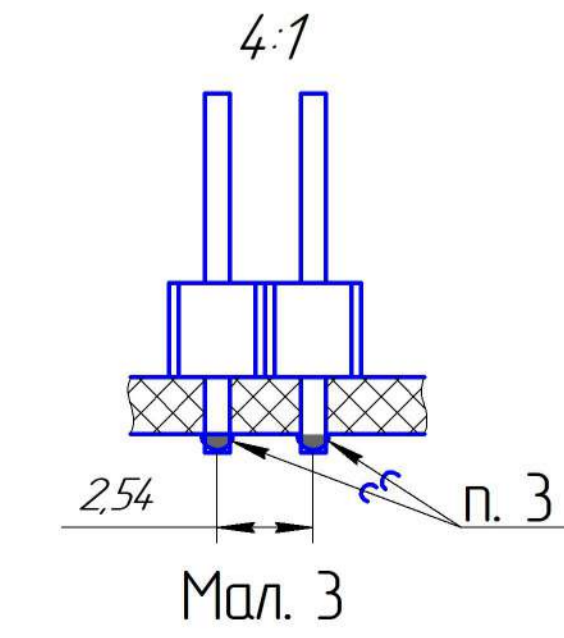
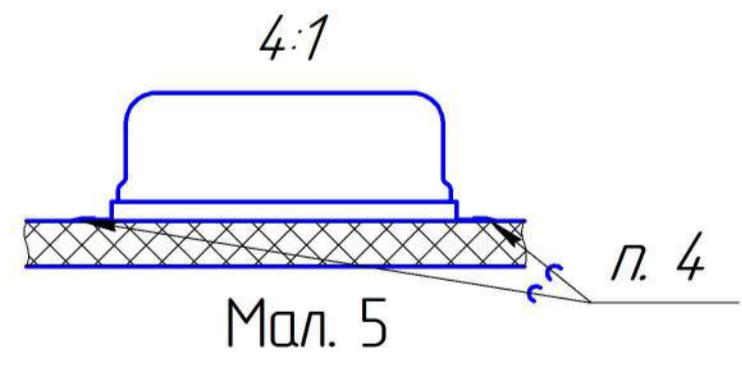
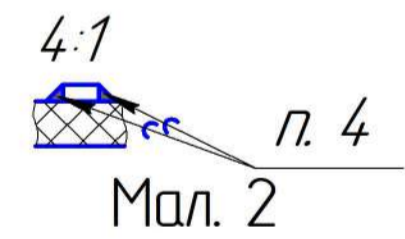
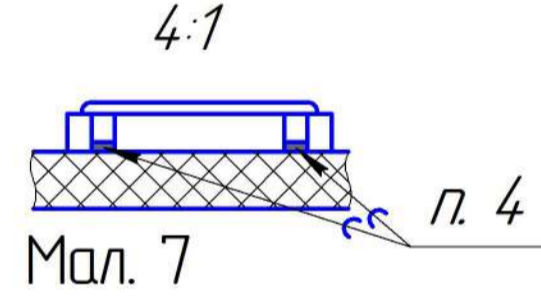
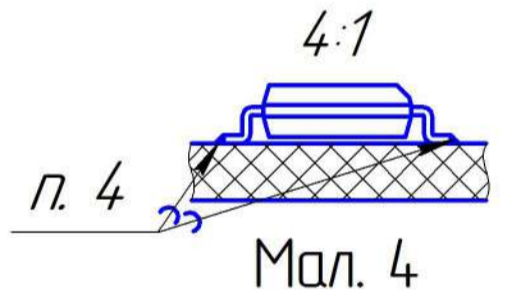
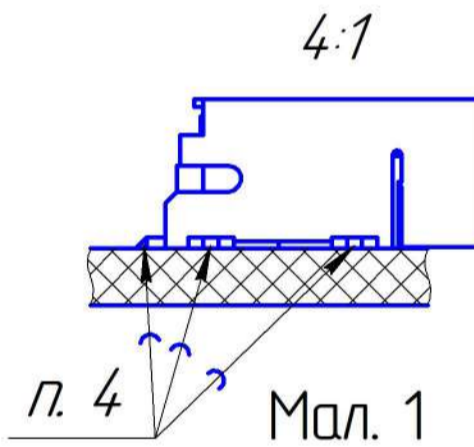
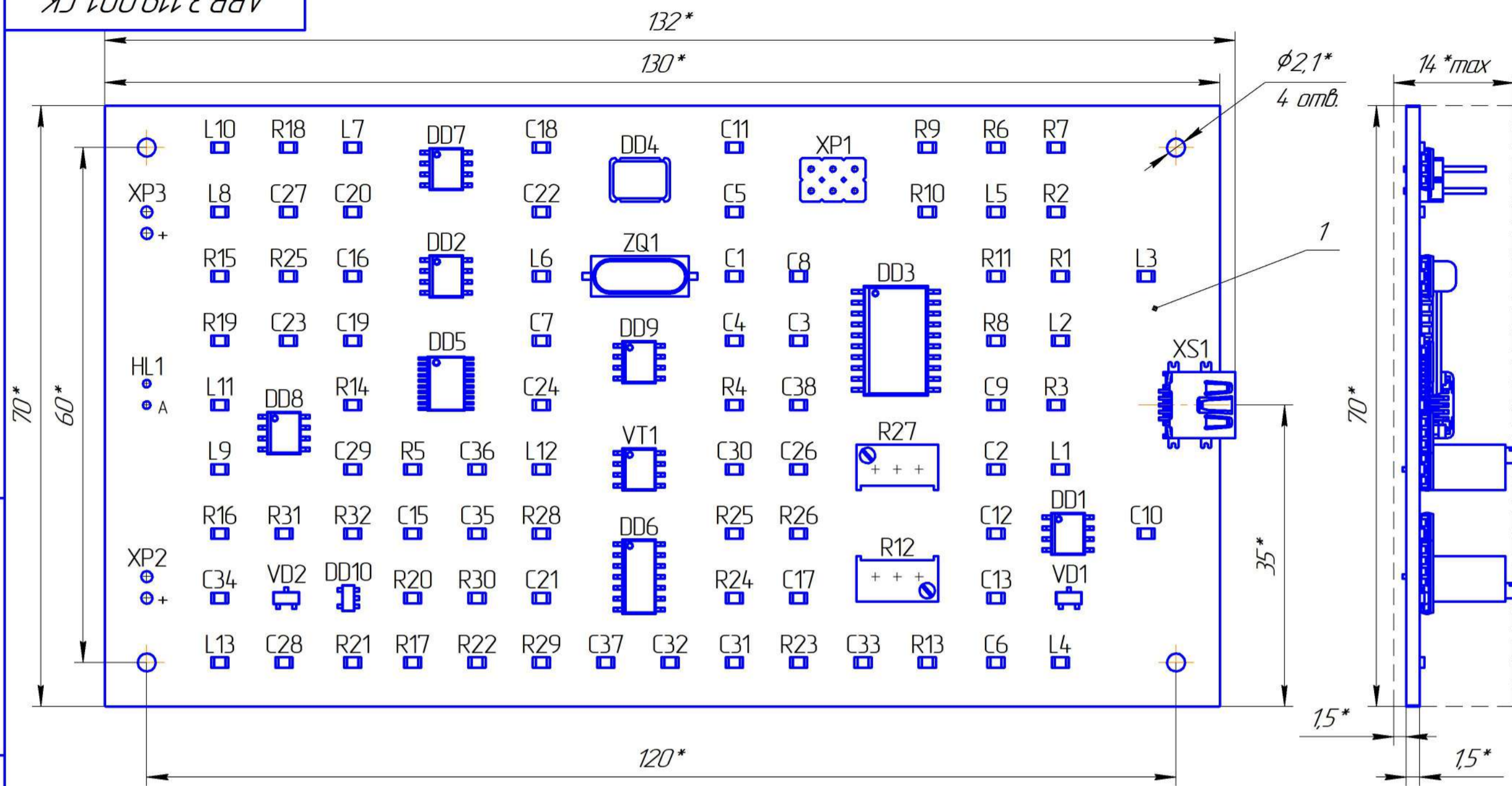
					ABB.3.119.001 E1		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Генератор частоти з мікроконтролерним керуванням Схема електрична структурна		
Розроб.	Анненка В. В.						
Перев.	Дедів І. Ю.				Лист	Маса	Масштаб
Т.контр.					Арк.	Архів	1
Знач.від.					ТНТУ, ФІТТ каф. РТ гр. РАС-41		
Н.контр.	Марценюк А. С.				Копія		
Затв.	Дунець В. Л.				Формат А2		



Перевірено заповнення
 Додатковий №
 ПІПН і дата
 №№ №№ №№
 Знач. №№ №№
 ПІПН і дата
 №№ №№ №№

ABB.3.119.001.E3				Генератор сигналів з мікроконтролерним керуванням		
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата	Лист	Масштаб
Розроб.	Анненко В.В.				Н	-
Перев.	Левко І.Ю.					
Технік					Арх.	Архив
Значення						1
Начальн.	Муренко А.С.				ТНТУ ФІТ каф. РТ	
Затв.	Дирень В.Л.				гр. РАС-4.1	
					Формат А1	

Позн.	Найменування	Кіл.	Примітка		
<u>Конденсатори</u>					
С1-С3	0805 2,2 мкФ 50В ±10% «Samsung»	3			
С4-С5	0805 22 нФ 50В ±5% «Hitano»	2			
С6	0805 2,2 мкФ 50В ±10% «Samsung»	1			
С7-С8	0805 0,1 мкФ 50В ±10% «Yageo»	2			
С9-С10	0805 2,2 мкФ 50В ±10% «Samsung»	2			
С11	0805 0,1 мкФ 50В ±10% «Yageo»	1			
С12-С13	0805 2,2 мкФ 50В ±10% «Samsung»	2			
С14-С19	0805 0,1 мкФ 50В ±10% «Yageo»	6			
С20	0805 0,01 мкФ 50В ±10% «Hitano»	1			
С21	0805 0,1 мкФ 50В ±10% «Yageo»	1			
С22	0805 0,01 мкФ 50В ±10% «Hitano»	1			
С23	0805 11 нФ 50В ±5% «Hitano»	1			
С24	0805 0,1 мкФ 50В ±10% «Yageo»	1			
С25	0805 38 нФ 50В ±5% «Hitano»	1			
С26	0805 0,1 мкФ 50В ±10% «Yageo»	1			
С27-С28	0805 10 нФ 50В ±5% «Hitano»	2			
С29-С34	0805 0,1 мкФ 50В ±10% «Yageo»	6			
С35-С37	0805 2,2 мкФ 50В ±10% «Samsung»	3			
С38	0805 0,01 мкФ 50В ±10% «Hitano»	1			
<u>Мікросхеми</u>					
DD1	MAX1681ESA+ «Maxim Integrated»	1			
DD2	MCP41010I/SN «MICROCHIP»	1			
DD3	ATTiny2313-20SU «Microchip Technology»	1			
DD4	KXO-V97 50MHz «Beyer»	1			
DD5	AD9834BRUZ «Analog Devices»	1			
DD6	LM324A «STMicroelectronics»	1			
DD7	MCP41010I/SN «MICROCHIP»	1			
ABB.3.119.001 ПЕ					
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.	Анненков				
Перевір.	Дедів І. Ю.				
Реценз.					
Н. Контр.	Марценюк А. С.				
Затверд.	Дунець В. Л.				
Генератор сигналів з мікроконтролерним керуванням Перелік елементів			Лім.	Арк.	Аркушів
			Н	1	3
			ТНТУ, ФПТ каф. РТ гр. РАС-41		



1. * Розміри для довідок.
2. Установку і формування елементів проводити з кроком 1,25 мм. Елементи формувати XS1 – на мал. 1; C1-C38, L1-L13, R1-R11, R13-R26, R28-R32 – на мал. 2; XP1 – на мал. 3; DD1-DD3, DD5-DD10, VT1 – на мал. 4; ZQ1 – на мал. 5; R12, R27 – на мал. 6; DD4 – на мал. 7;
3. Паяти згідно ДСТУ 3521-97 припоєм ПОС-61
4. Паяти паяльною пастою Mechanic XG-30
5. Заводський номер, позначення елементів маркувати фарбою БМ діла, ТУ029-02-859-78. Шрифт 2,5 по НО 010. 007. Місця розміщення маркування показані умовно.
6. Лакувати лаком АКА-113.
7. Позначення елементів показані умовно.
8. Друковані провідники умовно не показані.

ABB.3.119.001 СК				Лист	Маса	Масштаб	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Н	0,4	2:1
Розроб.	Анненков В. В.				Арк.	Архів	1
Перев.	Дедів І. Ю.				ТНТУ, ФПТ каф. РТ		
Т.контр.					гр. РАС-41		
Знач.від.					Формат А2		
Н.контр.	Марценюк А. С.						
Затв.	Дунець В. Л.						

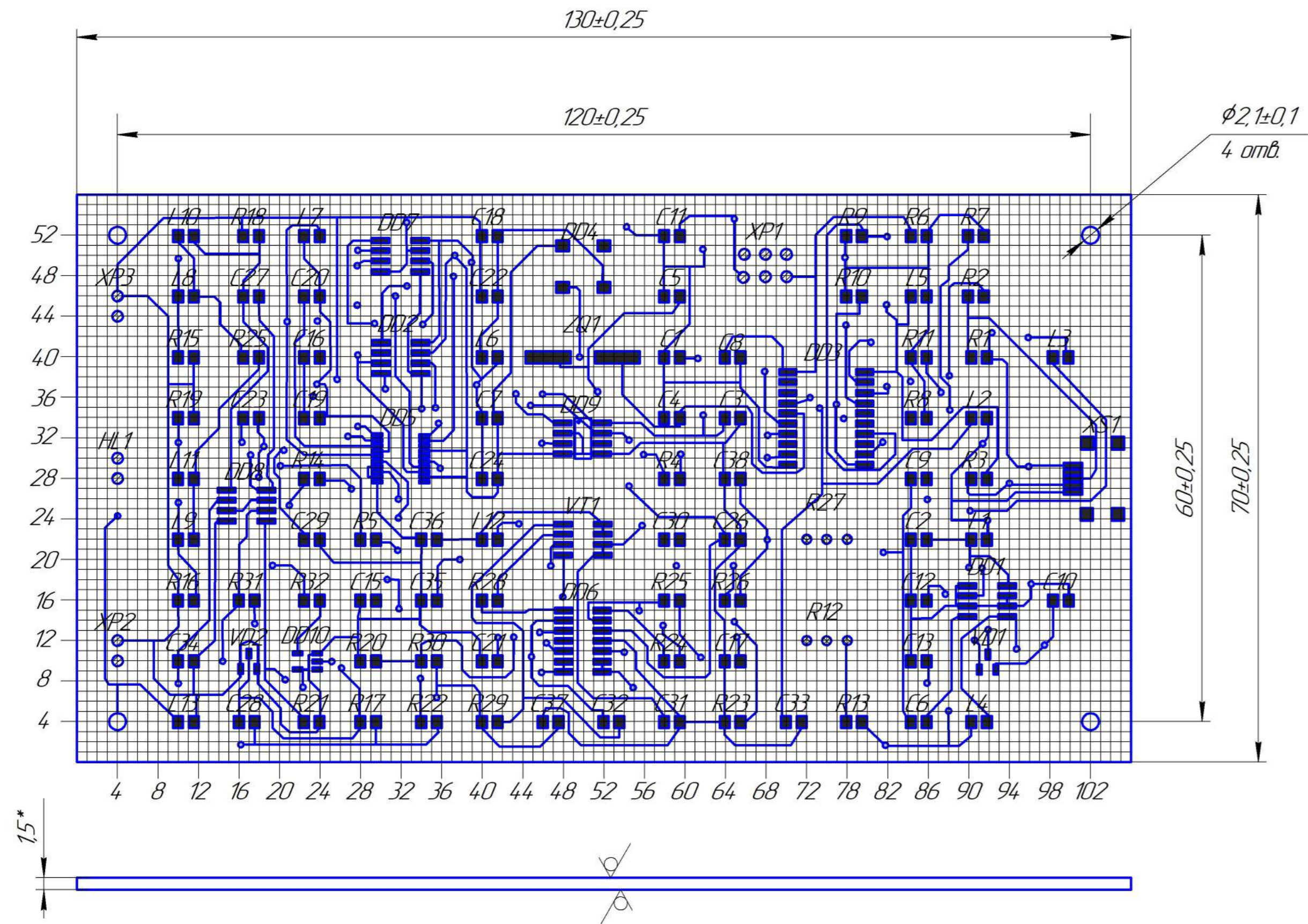
Перфінне застосування
 Додатковий №
 Підп. і дата
 Інв. № довід.
 Зам. інв. №
 Підп. і дата
 Інв. № довід.

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Приміт..
				<i>Документація</i>		
A2			ABB.3.119.001 E1	Схема електрична структурна		
A2			ABB.3.119.001 E3	Схема електрична принципова		
A4			ABB.3.119.001 ПЕ	Перелік елементів		
A2			ABB.3.119.001 СК	Вузол друкований		
				<i>Деталі</i>		
			ABB.7.103.001	Плата друкована		
				<i>Інші вироби</i>		
				<i>Конденсатори</i>		
		4		0805 10 нФ 50В ±5% "Hitano"	3	С23,С27,С28
		5		0805 22 нФ 50В ±5% "Hitano"	2	С4,С5
		6		0805 33 нФ 50В ±5% "Hitano"	1	С25
		7		0805 0.01 мкФ 50В ±5% "Hitano"	3	С20,С22,С38
		8		0805 0,1 мкФ 50В ±5% "Hitano"	18	С7,С8,С11,
		9				С14-С19,
		10				С21,С24,
		11				С26,С29-С34
		12		0805 2,2 кмФ 50В ±5% "Hitano"	11	С1-С3,С6,С10
						С12,С13,
						С35-С37

					ABB.3.119.001		
Змн	Лист	№ докум	Підп.	Дата			
Розроб.	Анненков В. В.				Генератор сигналів з мікроко- нтролерним керуванням Вузол друкований		
Пререф.	Дедів І. Ю.						
Реценз.							
Н.контр.	Марценюк А. С.						
Затверд.	Дунець В. Л.						
					Літ.	Аркуш	Аркушів
					Н	1	3
					ТНТУ, ФПТ, каф. РТ гр. РАС-41		

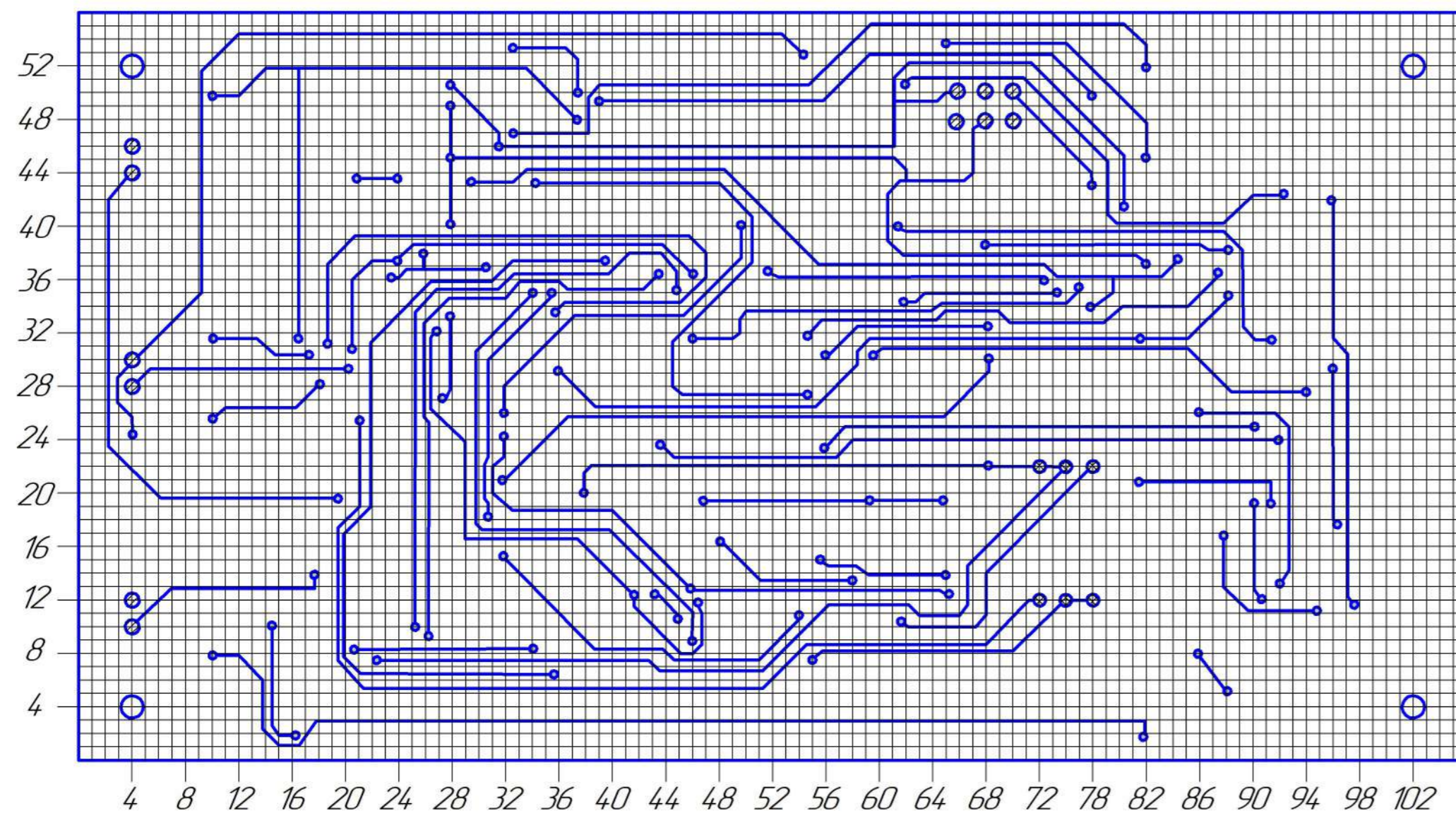
Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Приміт.	
				Мікросхеми			
		13		MAX1681ESA+ "Maxim Integrated"	1	DD1	
		14		MCP41010I/SN "Microchip"	2	DD2,DD7	
		15		ATtiny2313-20SU "Microhip Technology"	1	DD3	
		16		KX0-V97 50Mhz "Geyer"	1	DD4	
		17		AD9834BRUZ "Analog Devices"	1	DD5	
		18		LM324A "STMicroelectronics"	1	DD6	
		19		AD8130ARZ "Analog Devices Inc."	1	DD8	
		20		MAX931ESA+ "Maxim Integrated"	1	DD9	
		21		NC7SZ04M5X "ON Semiconductor"	1	DD10	
				Світлодіоди			
		24		JH-525CG4C26 "Ledguson"	1	HL1	
				Дроселі			
		27		SMD0805FT6R7K "Hitano"	4	L8-L11	
		28		BLM21AG102SN1D "Murata"	9	L1-L11,L12,L13	
				Резистори			
		31		0805 1/8 Вт 10 Ом 5% "Hitano"	4	R26,R29,R31,R32	
		32		0805 1/8 Вт 68 Ом 5% "Hitano"	2	R2,R4	
		33		0805 1/8 Вт 360 Ом 5% "Hitano"	8	R5,R15,R16,R18	
		34				R19,R21,R24,R28	
		35		0805 1/8 Вт 1,5 кОм 5% "Hitano"	4	R3,R14,R20,R22	
		36		0805 1/8 Вт 2,7 кОм 5% "Hitano"	3	R24,R25,R30	
		37		0805 1/8 Вт 2,7 кОм 5% "Hitano"	8	R6-R11,R13,R17	
		38		0805 1/8 Вт 2,7 кОм 5% "Hitano"	2	R12,R27	
		39		0805 1/8 Вт 2,7 кОм 5% "Hitano"	1	R1	
				ABB.2.899.001			Аркуш
							2
Змі.	Лист	№ докум	Підп.	Дата			

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Приміт.
				<i>Діоди</i>		
		41		BAT54S "JLCST"	2	VD1,VD2
				<i>Транзистори</i>		
		44		IRF7310PBF "International Rectifier"	1	VT1
				<i>Роз'єми</i>		
		47		PLD-06 (KLS1-207-2-06-S) "KLS"	1	XP1
		48		BNC гніздо (EM-BC032-NGD) "Emico"	2	XP,XP3
		49		Mini USB/M-1J SMD (KLS1-229) "KLS"	1	XS1



Таблиця отворів

Позначення отвору	Діаметр отвору	Діаметр конт. площадки	Наявність металізації	К-сть отворів
⊙	0,9	1,15	металіз.	12
⊗	1,3	1,25	металіз.	6
●	1	1,55	металіз.	127



- *Разміри для довідок.
- Клас точності 3.
- Крок координатної сітки 1,25 мм
- Плату виготовляти хімічним методом.
- Параметри отворів див. Таблиця отворів.
- Мінімальна ширина друкованих провідників 0,35 мм
- Мінімальна відстань між друкованими провідниками 0,3 мм
- Плату маркувати фарбою ТН ПФ-01 біла ТУ 29-02-889-88 шрифтом 2.5 ПР. 41
- Контактні площадки покрити припоєм ПОС-40

ABB.7.103.001					Лист	Маса	Максимум	
Зм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата	Плата друкована	Н	0,2	21
Розроб.	Лещів В. В.					Арх.	Архив	1
Перев.	Лещів І. Ю.				ТНТУ ФПТ каф. РТ			
Технік.					зр. РАС-41			
Значення					СФ-2-15-35Г			
Начальн.	Марченко А.С.				Формат А1			
Затв.	Дирень В. Л.				Копія			

Періодичне застосування
Листів №
Лист №
Лист №
Лист №
Лист №