

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Універсальний цифровий генератор сигналів

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

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Войцеховський Н.Б.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Хвостівська Л.В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Паляниця Ю.Б.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Дунець В.Л.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедру РТ

_____ к.т.н. Дунець В.Л.

“ ____ ” _____ 20__ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «Універсальний цифровий генератор сигналів»

Узгоджено:

Керівник дипломного проекту

Хвостівська Л.В.

“ ____ ” _____ 20__ р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”

Студент групи РАС-41

Войцеховський Н.Б.

“ ____ ” _____ 20__ р.

АНОТАЦІЯ

Універсальний цифровий генератор сигналів // ТНТУ, факультет ФПТ, група РАС-41. // Тернопіль, 2023 р. //с.-70, рис.-29, табл.-8.

Ключові слова: СИГНАЛИ, УНІВЕРСАЛЬНИЙ, ЦИФРОВИЙ, ФУНКЦІЯ, ОХОРОНА ПРАЦІ, РОЗРАХУНОК, РИСУНОК, ФОРМУЛА.

У рамках кваліфікаційної роботи було розроблено універсальний цифровий генератор сигналів. Була розроблена структурна схема, вибрана відповідна елементна база, і на її основі були створені схема ЕЗ і перелік елементів. Деякі розрахунки були проведені для окремих каскадів. Крім того, була розроблена друкована плата та друкований вузол зі специфікацією. У розділі про охорону праці були описані питання, пов'язані з охороною праці та безпекою під час життєдіяльності.

ABSTRACT

Universal digital signal generator // TNTU, FPT faculty, RAs-41 group. // Ternopil, 2023 // p.-70, fig.-29, table-8.

Key words: SIGNALS, UNIVERSAL, DIGITAL, FUNCTION, LABOR PROTECTION, CALCULATION, FIGURE, FORMULA.

As part of the qualification work, a universal digital signal generator was developed. A structural diagram was developed, an appropriate element base was selected, and based on them, the E3 diagram and the list of elements were created. Some calculations were carried out for individual cascades. In addition, a printed circuit board and a printed assembly with a specification were developed. In the section on labor protection, issues related to labor protection and safety during life activities were described.

Зміст

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
1 ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	9
1.1 Аналіз технічного завдання	9
1.2 Обґрунтування необхідності проектування на основі критичного аналізу існуючих аналогів.....	10
1.3 Розробка структурної схеми пристрою (вузла)	16
1.4 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою.....	19
1.5 Вибір і обґрунтування компонентної бази	27
1.6 Компоновка друкованого вузла пристрою	37
1.7 Розрахунок надійності	43
1.8 Вибір типу технології виготовлення друкованої плати.....	48
1.9 Висновки до розділу 1.....	49
2 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.....	50
2.1 Техніка безпеки при проведенні електричних вимірювань та випробувань установки.....	50
2.2 Заходи щодо забезпечень безпечної роботи.....	61
2.3 Висновки до розділу 2	65
ВИСНОВКИ.....	66
СПИСОК ВИКОРИСТАННЯ ДЖЕРЕЛ.....	67
ДОДАТКИ.....	68

ВНБ.2.899.000 ПЗ				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Войцеховський</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Хвостівська Л.В.</i>		
<i>Реценз.</i>				
<i>Н. Контр.</i>				
<i>Затверд.</i>				
<i>Розробка ДП Універсальний цифровий генератор сигналів Пояснювальна записка</i>				
		<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
			6	68
<i>ТНТУ, ФІТ каф. РТ гр. РАС-41</i>				

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ДВ – друкований вузол;

ДДП– двостороння друкована плата;

ЕП – електрична принципова;

ОДП – одностороння друкована плата;

ПД – плата друкована;

ПЗ – пояснювальна записка;

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Вступ

У сучасній електроніці широко використовуються інтегральні мікросхеми (ІМС), оскільки електронна апаратура стала все складнішою і має вирішувати більше завдань. Це значно підвищило зростання кількості елементів у пристроях. За кожне десятиліття кількість елементів у апаратурі збільшується в 4-16 разів. Сучасні комплекси апаратури та системи містять близько мільйонів десятків елементів. У таких умовах надзвичайно важливими стає проблема безпечності апаратури механізма та її складових, мікромініатюризації електронних складників і сукупність мініатюризації в обладнанні. Мікроелектроніка вдало розв'язує проблеми і є основою для розвитку сучасних систем електронної апаратури. Це дає можливість створювати новий тип пристроїв - інтегральні електронні пристрої. За рахунок їх унікальних характеристик, які недоступні для традиційних синтезаторів частот індиректного синтезу, вони стають унікальними.

Діапазон меж перебудов таких синтезаторів має бути нерозривним від декількох герц до десяти мегагерц, з високою точністю частот і мінімальним кроком змін, становлять сотні частин герц. Швидкість перемін вимірюється в наносекундах а також вимірюється в частотах і, до тогож зберігаються безперервність фази сигналу. Багато з відомих синтезаторів мають властивість змінювати сигнали з високою чіткістю і точністю зсуву фаз між діапазоном. Прямі цифрові синтезатори частоти з'явилися на ринку мікроелектроніки на початку 90-х років і з того часу здобули значну популярність. Завданням на дипломний проект є розробка універсального цифрового генератора сигналів.

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1. Основна частина

1.1 Аналіз технічного завдання

Виготовляючи будь-який прилад перш за все враховуються необхідні технічні та експлуатаційні характеристики, а також якісні показники роботи приладу. До приладу також ставляться техніко-економічні вимоги з виробничої точки зору, що в подальшому визначатиме вартість виробу.

Проектований універсальний цифровий генератор сигналів в якому використані недорогі і якісні елементи, що забезпечують стабільну роботу приладу. Завдяки чому має високі характеристики в порівнянні з аналогічними приладами, також універсальний цифровий генератор сигналів побудований на мікроконтролері та LSD дисплеї, що водночас забезпечує візуалізацію налаштування і стабільну роботу. Це дозволяє значно підвищити якість роботи і характеристики, в порівнянні з аналогічними пристроями.

Універсальний цифровий генератор сигналів має наступні електричні характеристики:

- Форма вихідного сигналу,
- синусоїда,
- прямокутні імпульси ,
- трикутні імпульси,
- пилкоподібні імпульси,
- шум.

Крок регулювання частоти, Гц.....10-10000.

Спеціалізований вихід частот, МГц.....1-8.

Регулювання зміщення, В.....-5 ... +5.

Регулювання амплітуди, В.....0...10.

Регулювання частоти, Гц..... 0...65534.

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Напруга живлення, В.....7-9.

Діапазон робочих температур , С.....-10...+40.

1.2 Обґрунтування необхідності проектування на основі критичного аналізу існуючих аналогів.

Для реалізації цифрового генератора сигналів – застосовуються різні підходи, але найкращим є пряме цифрове сполучення. Генератор цифрових сигналів побудований на мікроконтролері, генерує аналогічний сигнал найчастіше це синусоїдальний, трикутний, або прямокутний сигнали. Це здійснюється за допомогою формування послідовності імпульсів в конфігураційній формі і наступного перетворення цих імпульсів в аналоговий сигнал за допомогою цифро аналогового перетворювача.

Цифровий генератор, це цифровий прилад, який постачає швидке перемикання значень частоти вих. сигналу і здатність працювати в широкому спектрі частот. Завдяки зростання схемотехніки і технологій, теперішні цифрові генератори становлять дуже компактні і мало затратні мікросхеми. Доступні генератори можуть генерувати сигнали частот від 1Гц до 400 МГц при частоті 1 ГГц, дозвіл за частотою числу розрядів до 48 біт. Ціни на мікросхеми недорогі, утворити за сучасною схемою технології, високі показники відмінної якості, перспектива цифрового керування це все робить універсальний цифровий генератор неймовірно привабливе рішення. В даний момент часу цифрові генератори використовуються у двох основних зонах: для формування сигналу в комунікаційних системах і для виявлення сигналів в індустріальних системах. В системах генератора, часто потрібна швидка переміна частот, низький ступінь фазочутливих шумів і гармонік, об'єднані з високою роздільною здатністю частоти і хорошим спектром сигналу.

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Вони використовуються в стійких генераторах з ФАПЧ з розгорнутими можливостями налаштування, в якості гетеродинів, так само в якості генераторів для прямого передавання сигналу, у тих зонах, де потрібний аналіз сигналів, у індустріальних і біомедичних приладах.

Універсальні цифрові генератори використовуються для генерації в сигналах з програмованою формою та перспективою зручного керування частоти і фаз без перемикань верхніх компонентів, це все притаманне традиційним генераторам сигналів. Хороше керування частотою сигналу можна буде застосувати для пошуку резонансів або для компенсації теплового переміщення.

Функціональні генератори аналогового типу продовжують успішно вдосконалюватися. Максимальні частоти генерації у недорогих сучасних генераторів збільшилися всього в кілька разів, досягнувши замість 1 МГц значень 2-5 МГц і рідше 8 МГц. Однак прогрес в елементній базі призвів до значного скорочення розмірів цих приладів та зменшення їх маси до 0,5-2 кг. У кілька разів зменшилося і споживана електроенергії генераторами від мережі.

Не виправдалися надії на підвищення верхніх генеруючих частот до 100 МГц. Насправді максимальні частоти серійних генераторів рідко досягають 15-20 МГц. І справа тут виявилася зовсім не в обмеженні схемотехніки та елементної бази, а в незадовільній стабільності частоти, яка генерується автоколивальними релаксаційними пристроями.

Практично не вдалося помітно просунути і в рішенні іншої проблеми отримання малих коефіцієнтів спотворень і синусоїдальних сигналів.

Розглянемо схему "Простого аналогового генератора", який являється функціональним аналогом схеми "Цифрового генератора сигналів".

Схема "Аналогового функціонального генератора" приведена на рисунку 1.1.

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

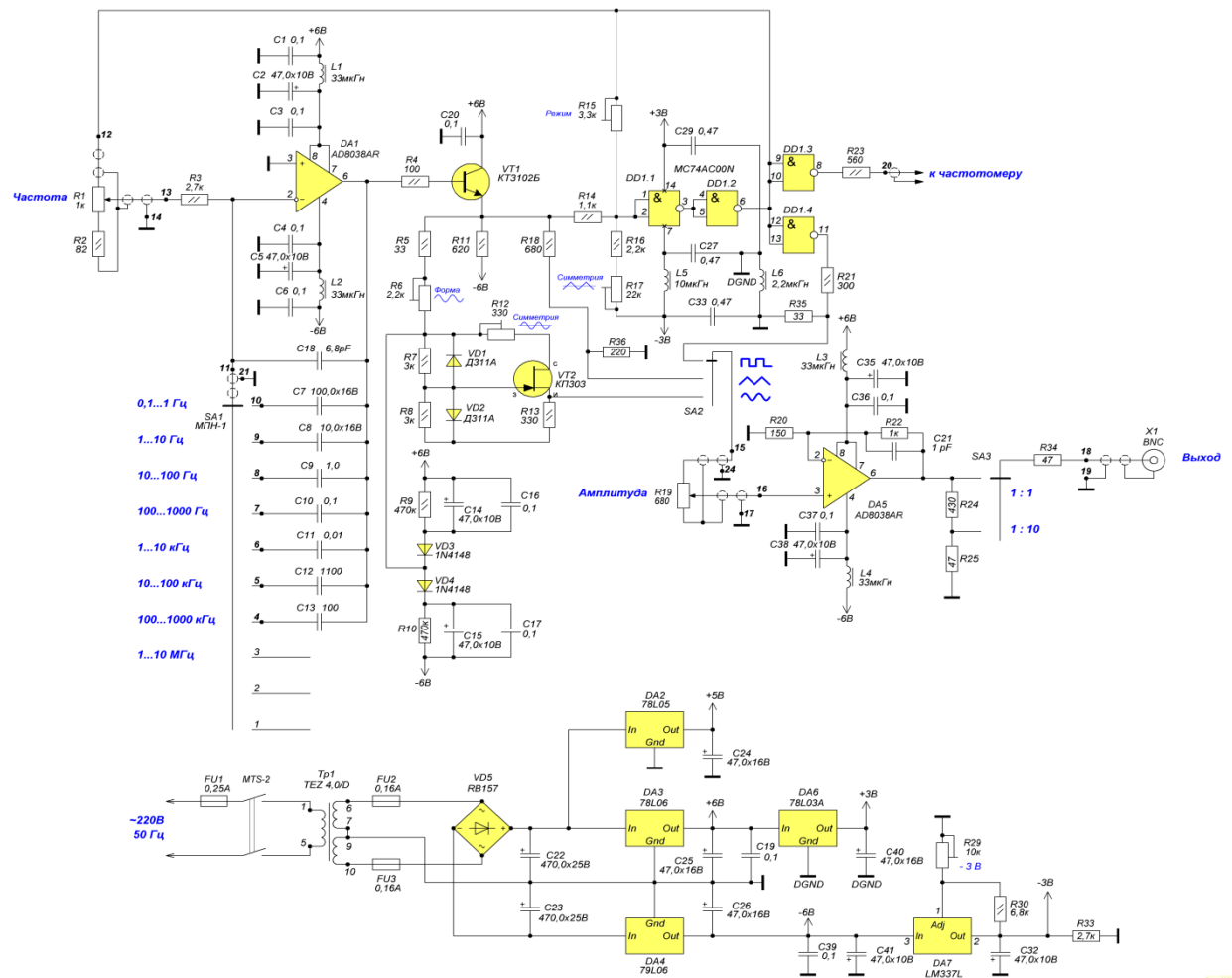


Рисунок 1.1 - Аналоговий функціональний генератор

Генератор зібраний на операційному підсилювачі DA1 AD8038AR. На DD1.1, DD1.2 виконання компаратора. Прямокутний імпульс з виходом компаратора (конт. 6 DD1.2) знаходиться на інверсному "вхід" інтегратора. На VT1 застосований емітерний відтворювач, змінює імпульс та зменшує трикутну форму, керуючи компаратором. Кнопка SA1 вибирає потрібний діапазон частоти, регульовальний резистор R1 служить для більш точного регульовальної частоти. Резистор R15 відповідає за режим роботи генератора та регулювання амплітуди трикутної напруги. Резистором R17 регулюють постійну складову трикутної напруги. На емітор VT1 надходить напруга трикутної форми. Резистор R6 використовує мінімум спотворення синусоїдальної напруги. А резистором R12 врегульовується симетрія

синусоїдальна потужність. З метою поліпшення коефіцієнт гармонії верхнього трикутного сигналу локалізувати ланцюгом VD3 і R9; C14; C16; і VD4, R10; C15; і C17. У DD1.4 імпульси змінюються на прямокутні форми. Сигнал, що вибирається кнопкою SA2, надходить до потенціометра R19, а з нього - на вихід підсилювача DA5, модель підсилювача на AD8038AR. На елементах R24 R25 та SA3 використано вихідну напругу 1: 1 / 1:10.

Для роботи генератора використано класичний трансформатор джерела з видовженим стабілізатором, що формує напругу +5, ± 6В і ± 3 В. Для індикаторного датчика частоти генератора було застосована схема, що приведена на рисунку 1.2

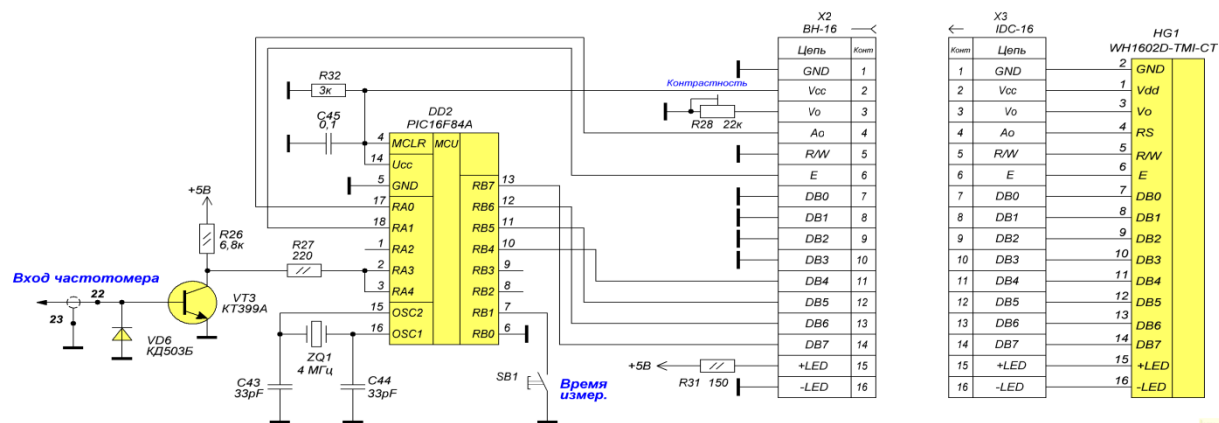


Рисунок 1.2 - Схема індикації частоти генератора

Транзистор VT3 застосовується як посилювач-формував прямокутних імпульсів, з виходом якого сигнал поступово надходить на вхід мікросхеми DD2, мікросхема - PIC16F84A. Кварцовий резонатор ZQ1 на 4 МГц. Резистор R31 задає струм для підсвічування, а регулюючим резистором R28 регулює оптимальну контрастність.

Розглянемо наступний функціональний генератор сигналів, схема якого приведена на рисунку 1.3.

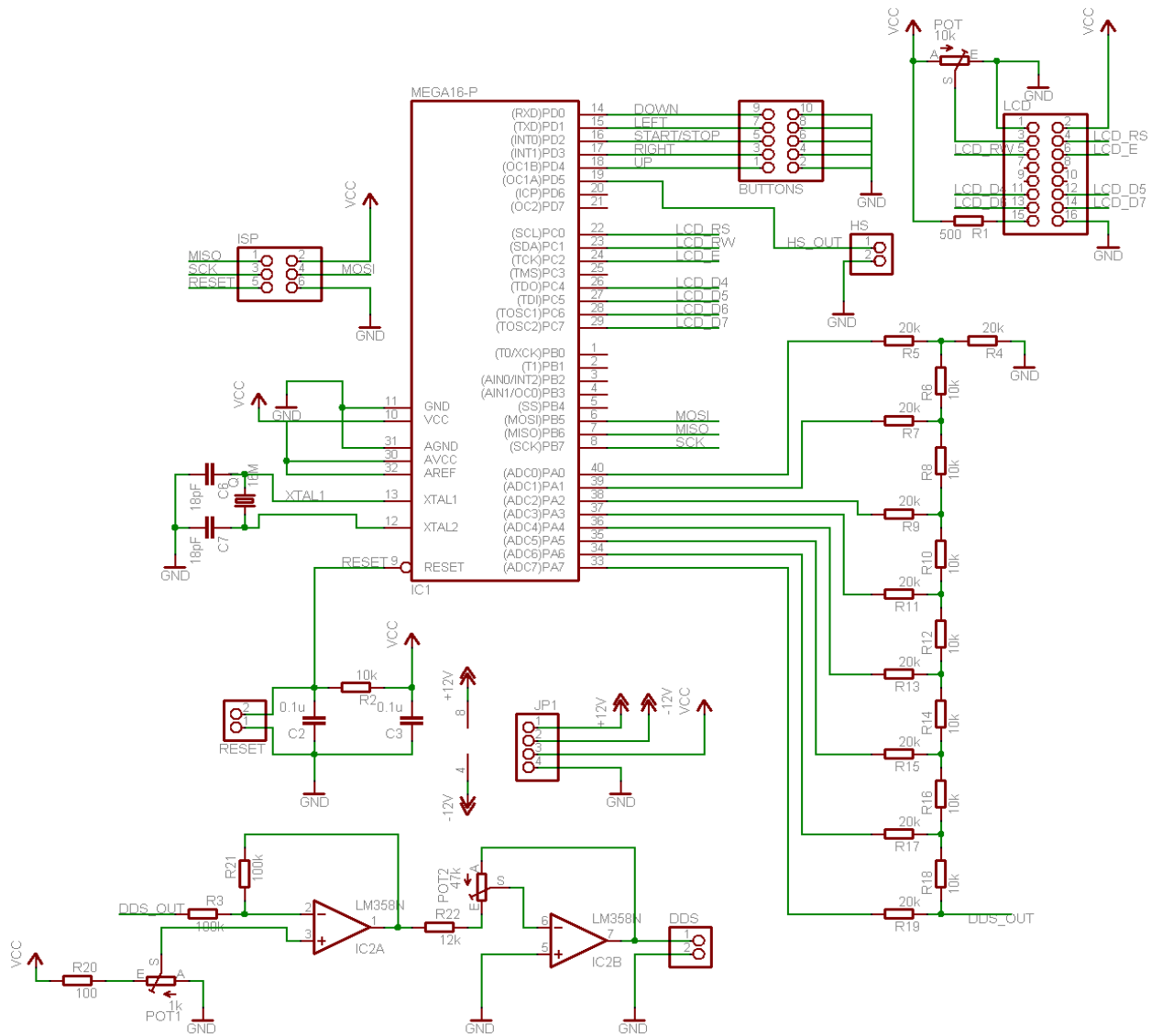


Рисунок 1.3 - Цифровий генератор сигналів

Схема функціонального генератора проста і містить легкодоступні елементи:

- мікроконтролер AVR Atmega16, із зовнішнім кварцом на 16 МГц;
- стандартний HD44780-типу LCD-екран 2 × 16;
- R2R-матриця ЦАП зі звичайних резисторів;
- Операційний підсилювач LM358N (вітчизняний аналог КР1040УД1);
- Два потенціометра;
- П'ять клавiш.

Високошвидкісний сигнал HS (High Speed) береться безпосередньо з мікроконтролера Atmega16 OC1A (PD5). DDS-сигнал формується з інших

виходів МК через резистивну R2R-матрицю і через мікросхему LM358N, яка дозволяє здійснити регулювання амплітуди (Amplitude) сигналу і зсуву (Offset). Зсув і амплітуда регулюються за допомогою двох змінних резисторів. Зсув може регулюватися в діапазоні +5 В ..- 5В, а амплітуда 0 ... 10В. Частота DDS-сигналів може регулюватися в межах 0 ... 65 534 Гц, це більш ніж достатньо для тестування аудіо-схем та інших радіоаматорських задач.

Наступна схема функціонального генератора побудована на основі єдиного генератора на ІС 8038: Ця схема генерує синусоїдальну напругу, прямокутні і трикутні імпульси з частотою від 20 Гц до 200 кГц в 4-х перемикаємих діапазонах. У генераторі рівень напруги може регулюватися. На рисунку 1.4. зображена схема функціонального генератора.

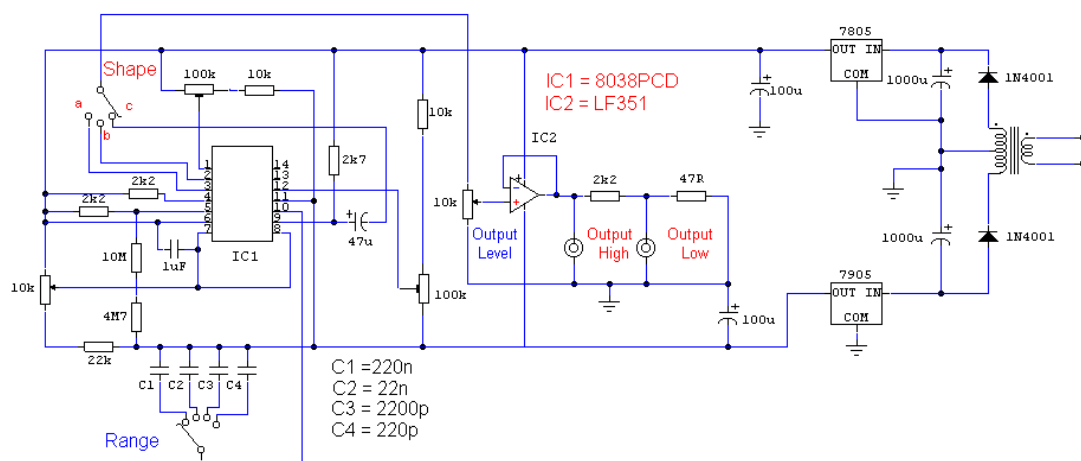


Рисунок 1.4 - Схема функціонального генератора.

Генерацію всіх форм коливання генерує генератор ІС1. Цей багатозадачний генератор навіть має вхід розгортки, але він не використовується в даній схемі. Мікросхема ІС містить внутрішній генератор прямокутних імпульсів, частота якого керується конденсаторами С1-С4 і змінним резистором опором 10 кОм. Допуск конденсаторів повинен бути 10% або краще для хорошої стабільності генеруючих коливань. Прямокутні імпульси диференціюються для отримання трикутних імпульсів, які, в свою

чергу, використовуються для отримання синусоїдальних коливань. Все це робиться безпосередньо в мікросхемі з мінімумом зовнішніх компонентів.

Після огляду існуючих аналогічних рішень генераторів, можна виділити деякі переваги й недоліки кожного, але за основу розробки було взято: цифровий генератор сигналів DDS. Живлення генератора потребує 7-9 В, тобто можна приєднати через вхід конектор 9 В крону. Цифровий інтерфейс дозволяє легко реалізувати цифрове керування, має два входи: високошвидкісний HS і DDS вхід. Запам'ятовування останнього стану після включення живлення.

1.3 Розробка структурної схеми пристрою (вузла)

Для того, щоб розробити структурну схему до універсального цифрового генератора сигналів потрібно мати деякі вихідні дані.

Вихідні дані: універсальний цифровий генератор сигналів повинен відображати частоту генерування; універсальний цифровий генератор сигналів повинен мати регулятор амплітуди сигналу, регулятор фази; напругу живлення не більше 9 В; сигнал в діапазоні 0-65000 Гц.

У дипломному проекті розробляється універсальний цифровий генератор сигналів, що призначений для генерування сигналів різної форми та амплітуди. Структурна схема генератора представлена на рисунку 1.5

Універсальний цифровий генератор сигналів складається з семи основних вузлів:

- кварцовий генератор ;
- блок керування ;
- lsd дисплей;
- стабілізатор напруги 5 в ;
- перетворювач напруги -5 в;
- мікроконтролер ;

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

- підсилювач напруги.

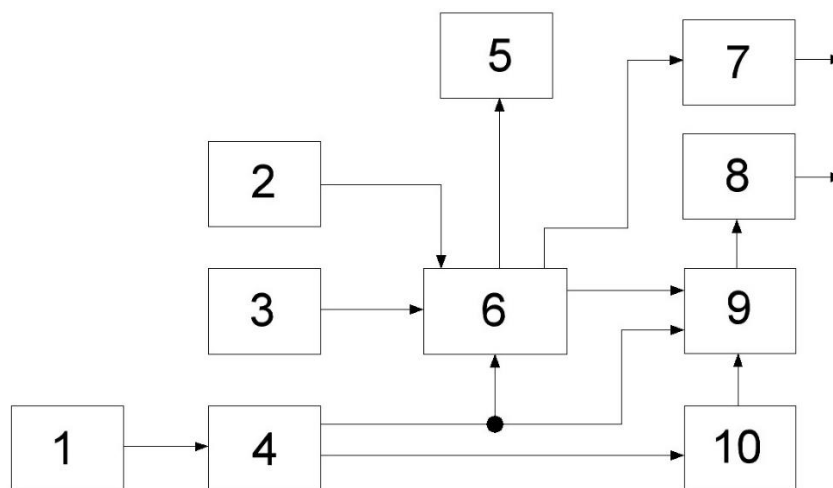


Рисунок 1.5 - Структурна схема генератора

1. Живлення генератора потребує 7-9 В, тобто можна приєднати через вхід конектор 9 В крону.

2. Кварцовий генератор - малопотужний генератор електричних коливань високої частоти, призначення резонансного контуру відтворює кварцовий ехорезонатор — пластина, коло або брусок, вирізані особливим чином з кристалу кварца. При погіршенні кварцової пластини на її поверхні з'являються енергетичні заряди, розмір і знак який підпорядкований від величин і напрямку деформації.

3. Блок керування включає в себе, п'ять кнопок та захисних діодів, призначений для вибору форми та частоти генеруемого сигналу.

4. Стабілізатор напруги 5В показує дільники напруги, на вході якого дається перемінлива напруга, а на виході одержуємо стабілізовану напругу. Стабілізація виконується шляхом переміни опору один з дільників: спротив безперервно підтримувати таким чином, щоб напруга на вих. стабілізатора перебувала у встановлених рамках.

5. LSD дисплей використовують для відтворення графічної та текстової інформації, Являє собою два рядки по 16 символів. Інтерфейс у таких дисплеїв паралельний, але є можливість скоротити кількість

використовуваних виводів мікроконтролера, підключивши дисплей не по восьми бітній, а по чотирьох бітній шині.

6. Мікроконтролер включає в себе, блок запам'ятовування щоб збервгати код програм і файли, порт введення і виведення, блоки з особливими функціями лічильника, компараторні види, та АЦП. Застосовуються для управління електричними пристроями. Якщо коротко це — одно кристалічний комп'ютер, може виконувати легкі завдання. Використання одної мікроконтролера значно зменшує розмір, споживання енергії та ціну прилада.

7-8. Цифровий інтерфейс дозволяє легко реалізувати цифрове керування, має два входи: високошвидкісний HS і DDS вхід. Запам'ятовування останнього стану після включення живлення.

9. Підсилювач напруги сигналу реалізовано на операційному посилювачі постійної напруги струму з диференційним входом, прилад має найвищий коефіцієнт посилення. Його завдання - це виконувати різноманітні операції наданалогових сигналів, переважно, в схемах з відємним заданим зв'язком (НЗЗ). Операційний підсилювач використовується в різноманітних блок схемах радіотехніки, автоматична, інформаційна-вимірювальна техніка, — там де необхідно посилити сигнал, в якому є незмінний компонент.

10. Електронний перетворювач напруги LTS1044 - без трансформаторний перетворювач напруги - пристрій, що змінює полярність напруги. Схема перетворювача напруги, здатна забезпечити струм в навантаженні до 2 А.

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

1.4 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою.

Розробка схеми електричної принципової універсального цифрового генератора сигналів, проведена на підставі структурної схеми та вимог технічного завдання.

Керування генератором здійснюється кнопками SA1-SA4, SA1,SA2; кнопки вверх / вниз використовуються для переміщення по меню, SA3,SA4; кнопки вліво / вправо для зміни значень частоти. На рисунку 1.6 зображено клавіатуру керування цифровим генератором. Через використання загальної шини для виведення індикації на дисплей та керування контролером використовуються захисні діоди VD1-VD4.

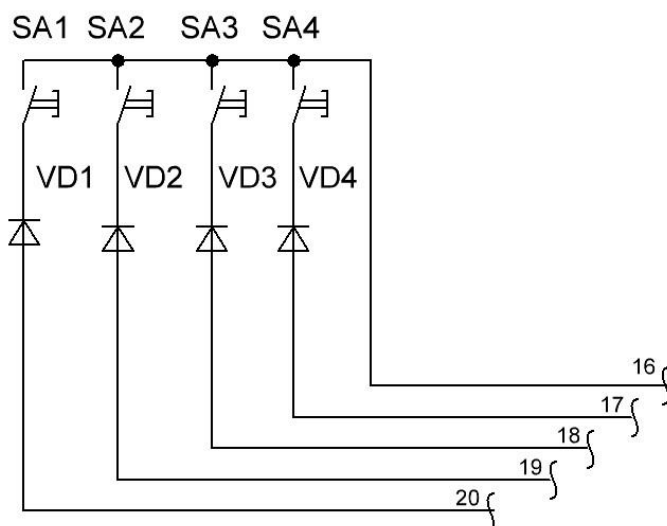


Рисунок 1.6 - Клавіатура керування універсальним цифровим генератором

Вихідний цифровий дискретний сигнал надходить безпосередньо з мікроконтролера, з виводу OC1A (PD5). сигнал формується мікроконтролером з використанням матриці резисторів R-2R цифрового аналогово перетворювача, а регулювати зсуву і амплітуду сигналу можливо завдяки використанню якісного операційного підсилювача. Схема ввімкнення резисторної матриці зображена на рисунку 1.7.

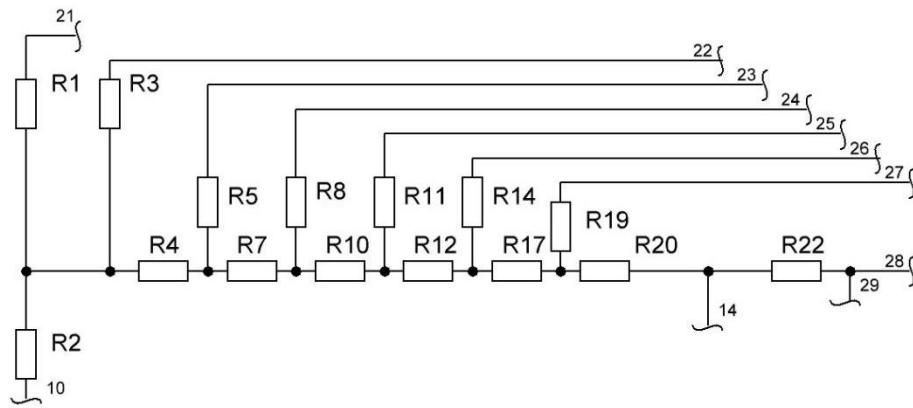


Рисунок 1.7 - Схема ввімкнення резисторної матриці

Схема ввімкнення мікроконтролера наведена на рисунку 1.8. Утворення та формування сигналу здійснюється за допомогою мікроконтролера DD1. Керування клавіатурою і індикацією здійснюється за стандартними підпрограмами. Тактова частота вбудованого генератора мікроконтролера визначається номіналом кварцевого резонатора ZQ1 та номіналом конденсаторів C10, C11 і становить 10 МГц, ввімкнених по типовій схемі. Світлодіод VD5 сигналізує присутність напруги живлення на мікроконтролері; резистор R30 - обмежуючий резистор датчика напруги, SA6 - кнопка пуск / стоп генерування вибраної частоти.

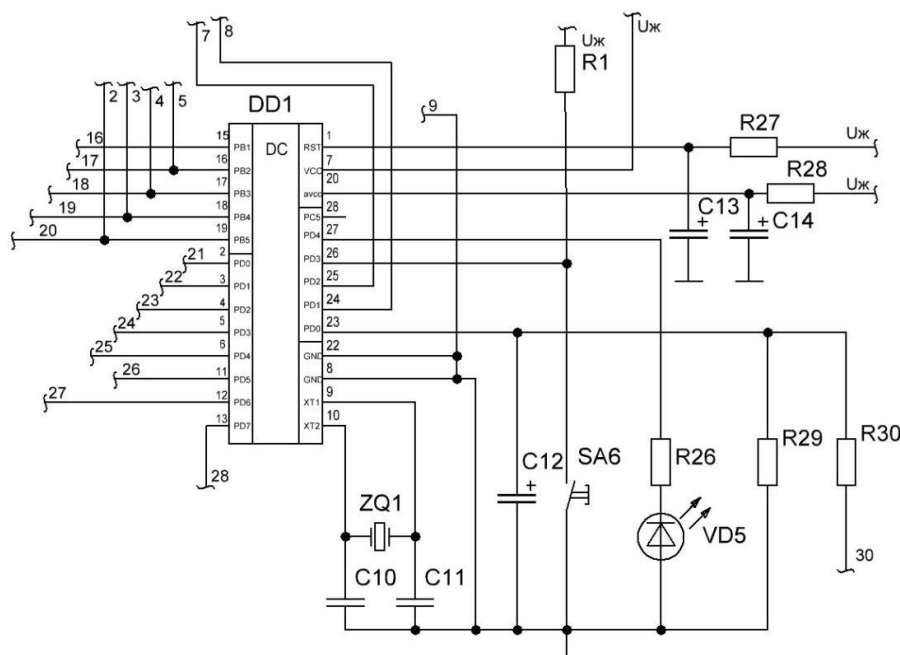


Рисунок 1.8 - Схема ввімкнення мікроконтролера

									Арк.
									20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Модуль індикації, що зображений на рисунку 1.9, являє собою двох'ярусну шістнадцяти символну LSD панель, керовану власним мікроконтролером. Введення даних для індикації здійснюється послідовно, а вивід на LSD матрицю паралельно; регулювання яскравістю підсвітки дисплея здійснюється змінним резистором R15.

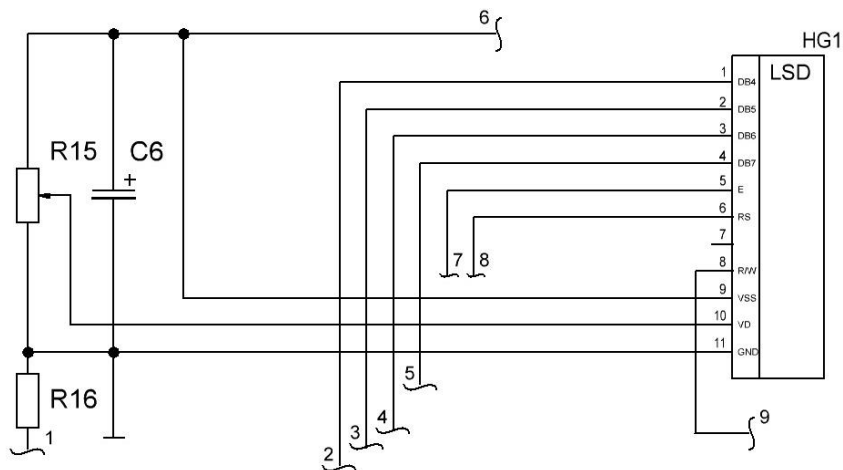


Рисунок 1.9 – Дисплей модуль LSD

Підсилювач амплітуди сигналу, реалізовано на операційному підсилювачі DA1. R6 Резистор регулювання амплітуди сигналу, R5 регулятор зміщення. Сигнальний генератор має два виходи: вихід цифрового сигналу і вихід високочастотного сигналу (1 - 8 МГц) прямокутної форми, який може використовуватися для «оживлення» мікроконтролерів з неправильними установками Fuse-бітів або для інших цілей. Схема підсилювача напруги зображена на рисунку 1.10.

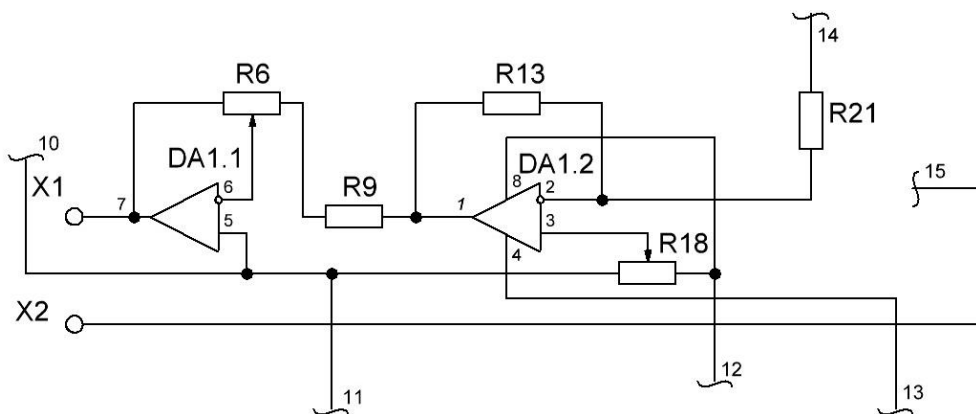


Рисунок 1.10 - Підсилювач напруги сигналу

Живиться універсальний цифровий генератор від батареї типу крона.
 Схема утворення двох полярного живлення зображена на рисунку 1.11

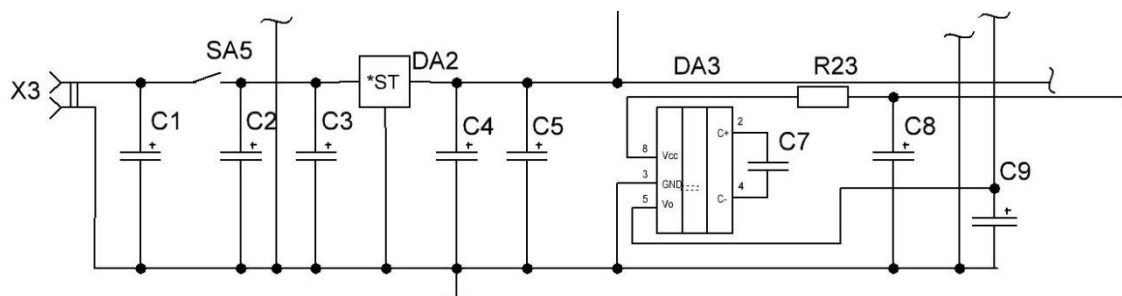


Рисунок 1.11 - Схема блоку живлення

З виходу роз'єму X3 через вимикач напруга поступає на стабілізатор напруги 5В, що реалізований на мікросхемі DA1. Для формування напруги -5В використовується спеціалізована мікросхема DA3, C1-C9 фільтри. Конденсатор C1 задає значення негативної напруги. Загальний вигляд схеми функціонального DDS генератора зображений на рисунку 1.12

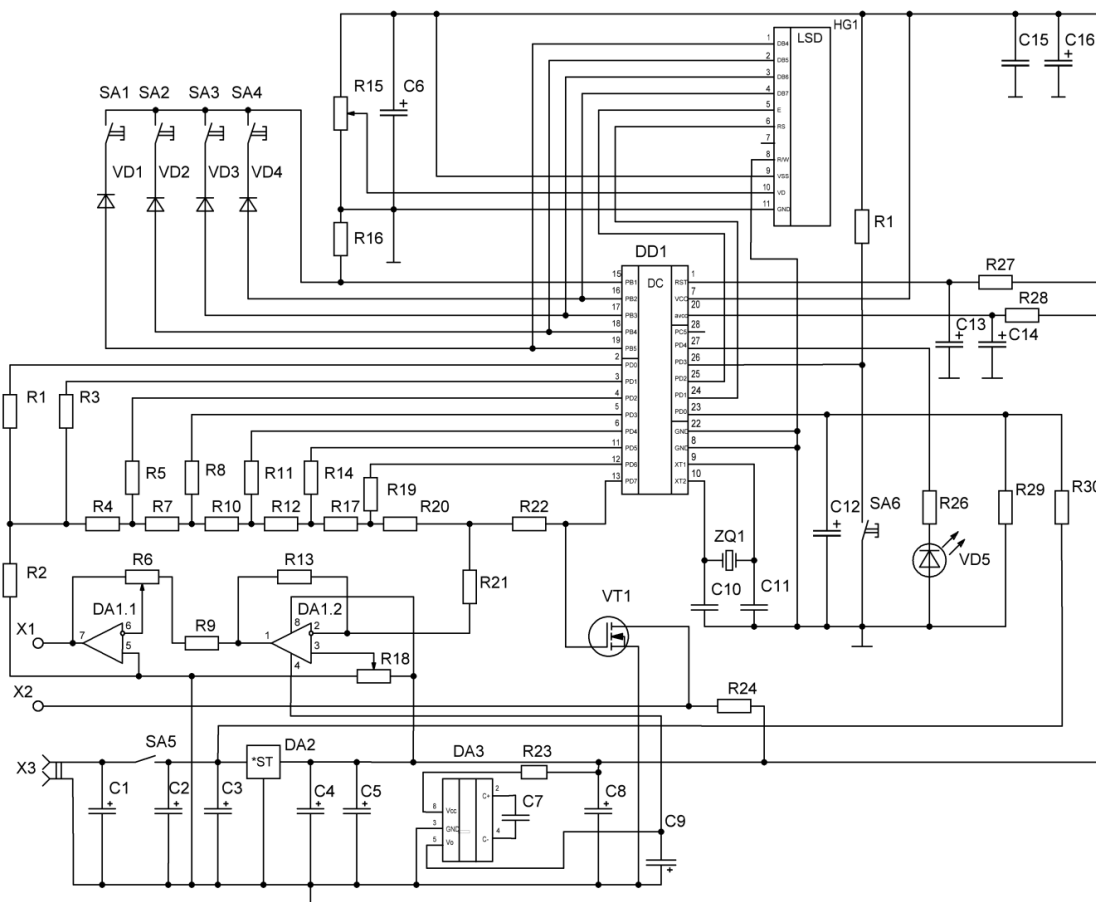


Рисунок 1.12 - Схема універсального цифрового генератора сигналів

Розрахунок інвертуючого підсилювача

Коефіцієнт передачі інвертуючого підсилювача, який забезпечить основне підсилення схеми рисунок 1.13

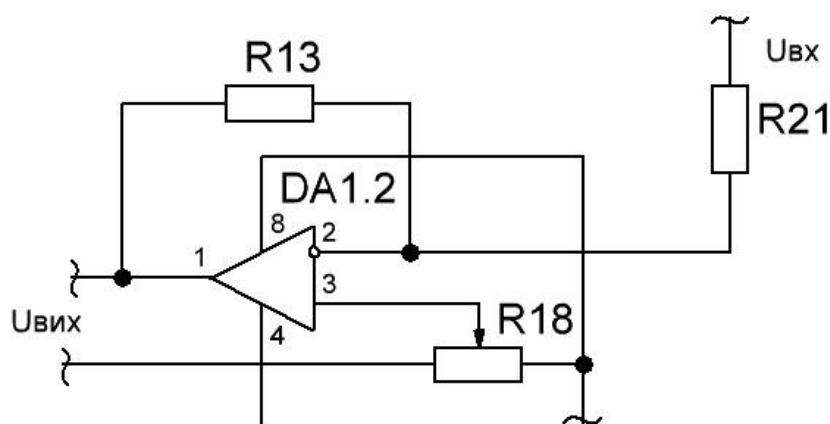


Рисунок 1.13 – Схема інвертуючого підсилювача

Основні параметри ОП

номінальна напруга живлення В..... ± 5
 вихідна потужність мВт.....300
 вхідний струм:
 номінальний нА.....200
 максимальний нА.....300
 коефіцієнт підсилення ОП.....1000
 розмах вихідної напруги В.....15
 вхідний опір МОм.....1
 вихідний опір Ом.....300

Схема інвертуючого підсилювача (рисунок 1.13) повинна забезпечити коефіцієнт підсилення 100 (40 дБ) при вхідному сигналі з діючим значенням напруги 80 мВ. Вихідний опір джерела сигналу не обмовляється. Опір навантаження на виході підсилювача складає 500 Ом, джерело живлення може мати відхилення вихідної напруги 10%

					ВНБ.2.899.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Задаємо значення опору $R_{21} = 20$ (Ом).

Розраховуємо значення опору R_{13} , за формулою:

$$R_{13} = K \cdot R_{21} \quad (1.1)$$

$$R_{13} = 100 \cdot 20 = 20 \text{ (кОм)}$$

Розрахунок вихідної напруги:

$$U_{\text{вих}} = U_{\text{вх}} \cdot K \quad (1.2)$$

$$50 \cdot 100 = 5 \text{ (В)}$$

Розраховуємо подвійної амплітуди вихідної напруги:

$$\sqrt{2} \cdot 5 = 14 \text{ (В)} \quad (1.3)$$

Перевірка очікуваного значення вихідного сигналу з розрахунком:

$$(14,1 < 15 \text{ В})$$

Розрахунок вихідної потужності операційного підсилювача:

$$P = U_{\text{вих}}^2 / R_{\text{н}} \quad (1.4)$$

$$5^2 / 500 = 0,05 \text{ (Вт)}$$

Вихідний опір схеми $Z_{\text{вих}}$ повинен бути як можна меншим ніж опір $R_{\text{н}}$

$$Z_{\text{вих}} = \frac{R_{\text{вих}}}{1 + K \left(\frac{R_{21}}{R_{21} + R_{13}} \right)} = \frac{500}{1 + 1000 \left(\frac{20}{20 + 2000} \right)} = 50,5 \text{ (Ом)} \quad (1.5)$$

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Вихідний опір схеми $Z_{\text{вих}} = 50 \text{ Ом}$ складає 10 % від опору навантаження. Тому при такому відношенні забезпечується достатню передачу вихідного сигналу. Із стандартного ряду E48 номінальних значень обираємо $R_{21} = 20 \text{ Ом}$ та $R_{13} = 20 \text{ кОм}$, В схемі використані резистори типу P1-8МП мають потужність розсіювання 0.125 Вт.

Розрахунок індикатора роботи

Індикатор представлений як світло діод та резистор VD5, R26 які включені на спеціалізований вихід мікроконтролера DD1. Колір світіння індикатора червоний марка якого L-C170. Нумерація елементів приведена згідно схеми електричної принципової. Схема приведена на рисунку 1.14

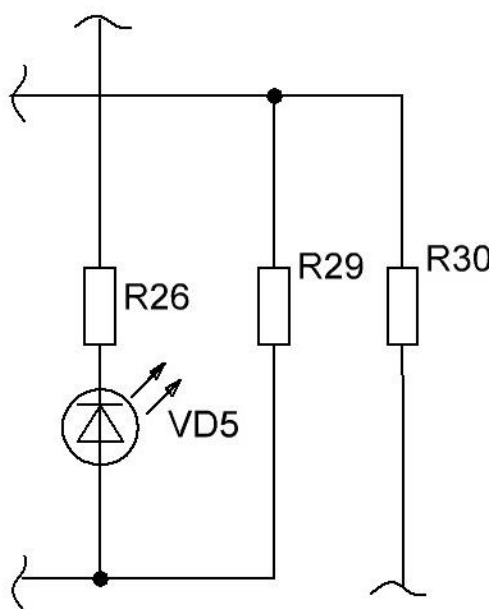


Рисунок 1.14 – Схема ввімкнення індикатора роботи

Світлодіод L-C170 має наступні параметри U пряма максимальна 2,1В, I пряме мінімальне 1 мА, $I_{\text{м пр}}$ максимальна 25 мА.

Для розрахунку потрібно використати наступні параметри

$$I_{\text{н}} = 0,01 \text{ А} \quad U_{\text{пр}} = 2 \text{ В} \quad U_{\text{ж}} = 3 \text{ В}$$

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Визначаємо напругу яка повинна впасти на резисторі R26 за формулою:

$$U_r = U_{ж} - U_{пр} \quad (1.6)$$

$$U_r = 5 - 2 = 3 \text{ (В)}$$

Визначаємо опір резистора R26 :

$$R = \frac{U_r}{I_r} \quad (1.7)$$

$$R = \frac{3}{0,01} = 300 \text{ (Ом)}$$

Вибираємо згідно ГОСТ ОЖО.467.180 резистор номіналом 300 Ом.

Перевіряємо який струм буде протікати через світлодіод VD5 при ввімкненні його з резистором R26.

$$I_B = \frac{U_r}{R} \quad (1.8)$$

$$I_B = \frac{3}{300} = 0,01 \text{ (А)}$$

Знаходимо потужність резистора включеного з світло діодом :

$$P_r = I \times U_r \quad (1.9)$$

$$P_r = 0,01 \times 1 = 0,01 \text{ (Вт)}$$

Обираємо резистор MF-25 – 0,25 300 Ом \pm 10 %

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

1.5 Вибір і обґрунтування компонентної бази

Після розробки схеми електричної принципової та технічної характеристики виробу Універсального цифрового генератора було обрано таку елементну базу: конденсатори керамічні безкорпусні AVX 0805, конденсатори електролітичні CapXon, резистори метало діелектричні MF-25, транзистор BS170, діод 1N4148, LSD дисплей LM016, мікросхема LF412 стабілізатор LM317T, мікросхема LTC1044, мікроконтролер Atmega48, кварцевий резонатор ZTT 10МГц світлодіодний індикатор BD-A406ND.

1.5.1 Мікросхеми LF412

Мікросхема LF412 являє собою двоканальний операційний підсилювач з низьким дрейфом і малим зсувом; підсилювач постійним струмом та диференціальний вхід, як правило, з єдиним виходом, присутній високий коефіцієнт підсилення. ОП майже завжди використовуються з глибоким відємним зворотнім зв'язком, через високий коефіцієнту підсилення ОП, повністю визначає коефіцієнт передачі одержаної схеми.

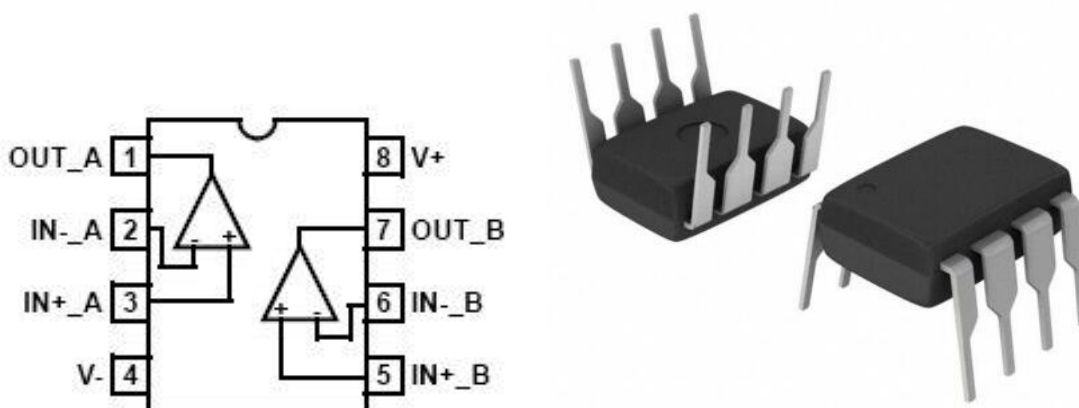


Рисунок 1.15 - Мікросхема LF412

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

1.5.2 Конденсатори керамічні AVX0805

Робоча область в колі постійного та змінного струму в імпульсних режимах. Зовнішній вигляд і розміри зображенні на рисунку 1.16.

Ємність від 1 пкФ - 1 мкФ

Відхилення яке допустиме від номінальної ємності, пФ 0,25

Номінальна напруга, 50 В

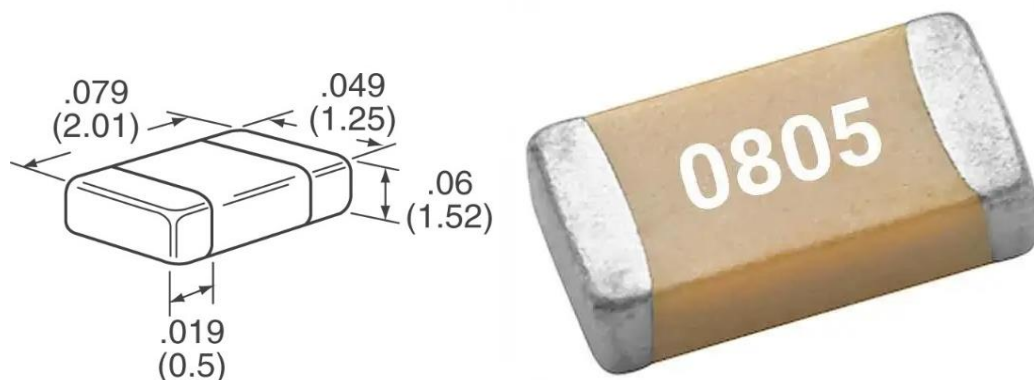


Рисунок 1.16 - Конденсатор AVX 0805

Даний тип конденсаторів було обрано тому що вони є найпоширенішими і мають потрібні характеристики.

1.5.3 Конденсатори електrolітичні CAPXON

Функція роботи в колах постійного струму. Зовнішній вигляд і розміри зображені на рисунку 1.17

Номінальна напруга, В	6,3 – 100
Номінальна ємність, мкФ	0,47 – 15 000
Викривлення ємності, %	20

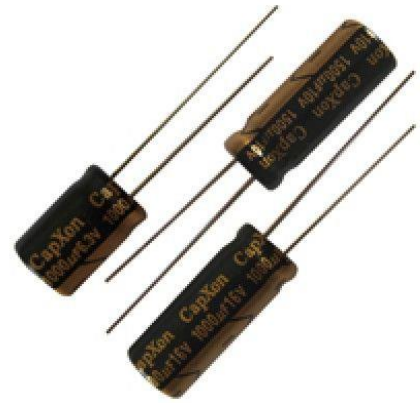
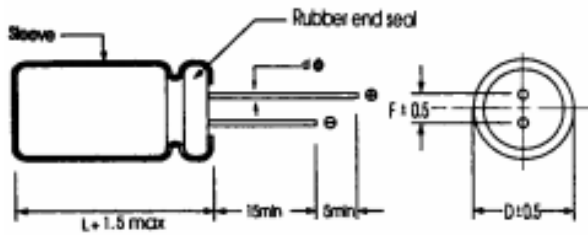


Рисунок 1.17 - Конденсатор CAPXON

1.5.4 Резистори металодіелектричні MF-25

Функція роботи в колах постійного, змінного струмів в імпульсних режимах.

Номінальна потужність, Вт.....0,125, 0,25, 0,5, 1, 2

Діапазон ном. опору.....10 Ом – 10 МОм

Ряд ном. опору.....E24, E96

Точність, %.....1, 2, 5

Шуми, мкВ/В.....0,2

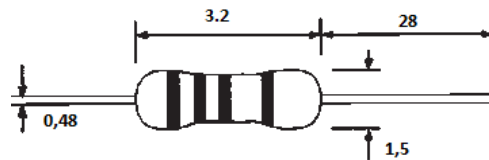


Рисунок 1.18 - Резистор MF-25

Цей тип резисторів обраний оскільки він є найпоширеніший в нашій країні.

1.5.5 Резистори безкорпусні металоплівкові P1–8МП

Корпус.....0805

Номінальна потужність, Вт.....0,062, 0,125,

Діапазон номінального опору....10 Ом – 10 МОм

Номінальний опір.....E192

					ВНБ.2.899.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Точність, %.....0,1 0,2 5 0,5

Рівень шумів, мкВ/В.....0,2

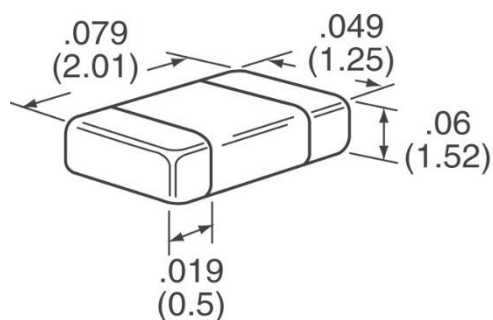


Рисунок 1.19 - Резистор Р1–8МП

1.5.6 Транзистор BS170

Корпус	TO92
Структура	MOSFET
Максимальна напруга стік-витік, В	60
Максимальний ситрум стік-витік, А	0,3
Максимальна заслін-витік, В	±20

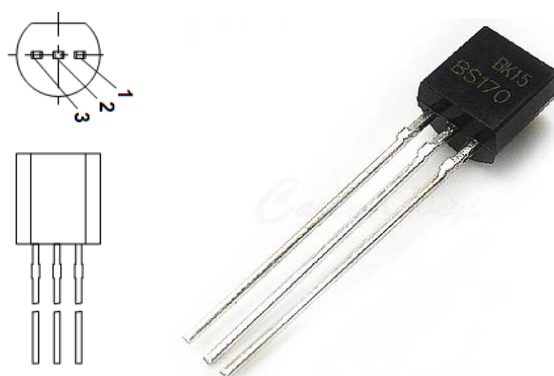


Рисунок 1.20 - Транзистор BS170

Даний тип транзистора обраний тому що має великий коефіцієнт підсилення та напругу колектор емітер більшу ніж напруга живлення підсилювача.

1.5.7 Діод 1N4148

Номінальна зворотна напруга, В	30
Номінальний прямий струм, мА	60
Максимальний прямий струм, мА	100
Швидкість комутації, нс	4
Діапазон робочих температур, °С	-55 – 150

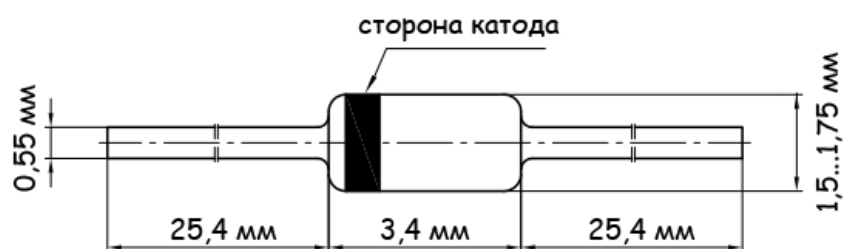


Рисунок 1.21 - Діод 1N4148

1.5.8 Стабілізатор LM317T

Корпус	ТО-220
Номін. Вихід. струм, А	1
Макс. Вхід. напруга, В	37
Вихідна напруга, В	5

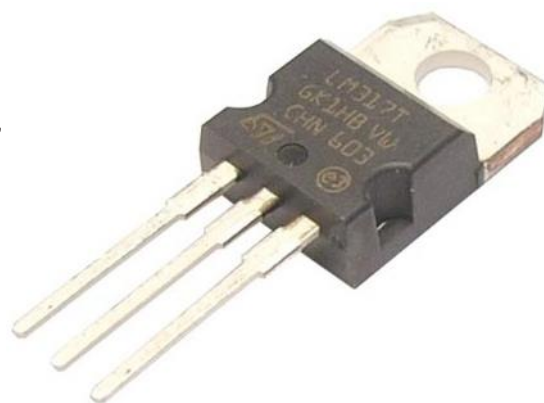
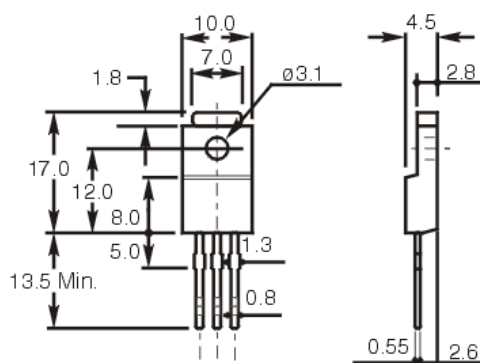


Рисунок 1.22 - Стабілізатор LM317T

1.5.9 Кварцовий резонатор ZTT 10МГц

Резонансна частота, кГц	10000
-------------------------	-------

Точність настройки (при 25 С),%	0.3
Температурний коефіцієнт (в діапазоні -20 ... 80С),%	0.3
Максимальний резонансний опір, Ом	30
Вбудований конденсатор, пФ	30
Робоча температура, С	-20 ... 80

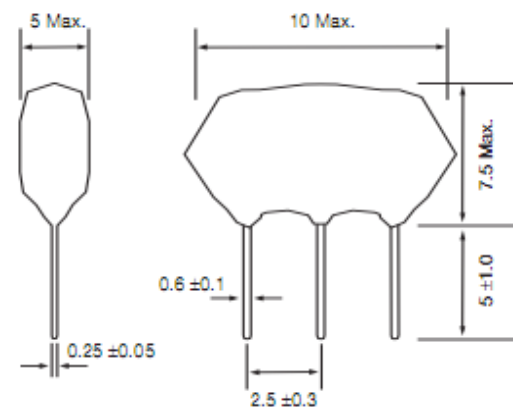


Рисунок 1.23 - Кварцовий резонатор ZTT 10МГц

Даний кварцовий резонатор обраний тому що він поширений в нашій країні, має велику стабільність у великому діапазоні температур.

1.5.10 Мікроконтролер Atmega 48

При виборі мікросхеми слід враховувати такі основні параметри:

Напруга живлення, коефіцієнт підсилення та кількість каналів підсилення

Корпус	DIP28
Робоча частота, МГц,	1 ... 20
Ніжка: Flash,	2 КБайт
Ніжка: RAM,	0.125 КБайт
Ніжка: EEPROM,	0.064 КБайт
Таймер: 8 бит,	2 шт
Таймер: 16 бит,	1 шт
ШИМ,	1 шт

Інтерфейс: UART,	1 шт
Вхід: Розряд АЦП,	10 біт
Вхід: Канал АЦП,	5 шт
Напруга, В,	2.6 ... 5.4
Робоча температура, °С,	-40 ... 125

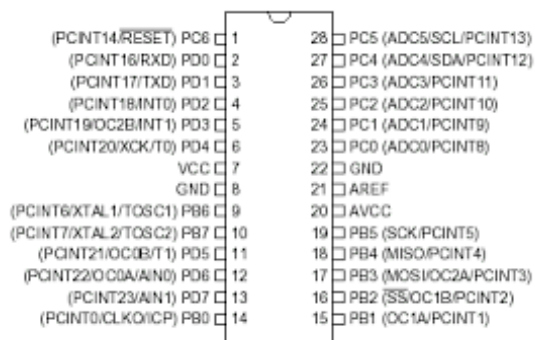


Рисунок 1.24 - Мікроконтролер Atmega 48

Мікроконтролер Atmega 48 був обраний тому, що має хороші характеристики, він задовольняє своїми функціональними можливостями та доступністю на ринку.

1.5.11 LSD дисплей LM016

Окремий пристрій який включає в себе Рідкокристалічний індикатор та мікроконтролер, 14-піновий інтерфейс дисплея має наступні виводи:

1. Земля, загальний вивід, GND
2. Напруга живлення, Vcc (+5V)
3. Налаштування контрастності (Vo)
4. Вибір регістра (R/S для HD44780, A0 для KS0066)
5. Читання/запис (R/W)
6. Строб по спаду (Enable)
7. Bit 0
8. Bit 1
9. Bit 2

- 10. Bit 3
- 11. Bit 4
- 12. Bit 5
- 13. Bit 6
- 14. Bit 7
- 15. Живлення підсвітки для (анод)
- 16. Живлення підсвітки для (катод)

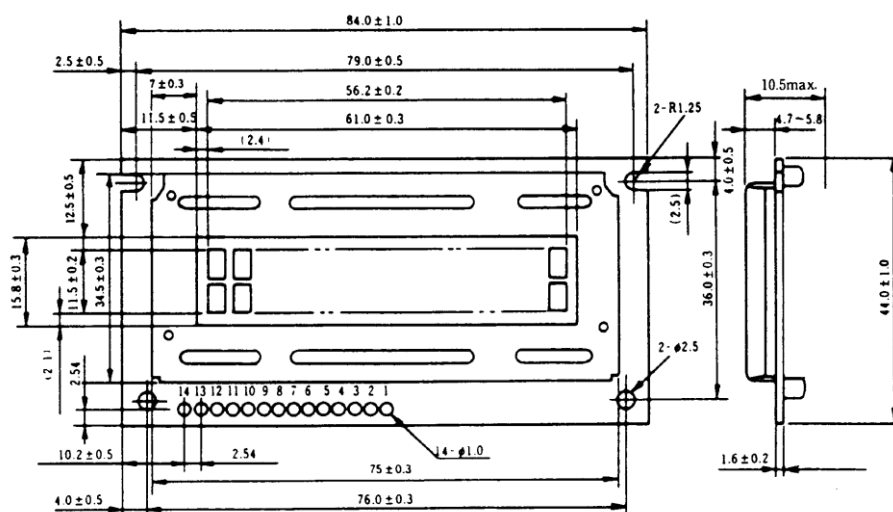


Рисунок 1.25 - Рідкокристалічний індикатор LM016

Вибір матеріалів:

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Вибір конструкції друкованої плати є важливим фактором, який визначає механічні характеристики при використанні пристрою в цілому.

Для виготовлення друкованої плати використовуються матеріали різного рівня якості.

Шарові матеріали позначаються FR(flame resistant, опір до займання) і G. Матеріал з індексом FR-1 має найбільшу горючість, а FR-5-найменшу. Властивості матеріалів наведені в таблиці.

Таблиця 1.1. Властивості матеріалів для виготовлення друкованих плат.

Категорія	Компоненти, коментарі
FR-1	Фенольна структура; пресування і штампування при кімнатній температурі, висока частка гігроскопічності
FR-2	Папір, фенольна композиція; застосовується для односторонніх печатних плат побутової техніки, невисокий коефіцієнт гігроскопічності
FR-3	Папір, епоксидна композиція; розробки з добрими механічними та електричними характеристиками
FR-4	Склотканина, епоксидна композиція; чудові механічні та електричні властивості
FR-5	Склотканина, епоксидна композиція; висока міцність при підвищених температурах, відсутність займання
G10	Склотканина, епоксидна композиція; високі ізоляційні властивості, найбільш висока міцність

Продовження таблиці 1.1

	склотканини, низький коефіцієнт гігроскопічності
G11	Склотканина, епоксидна композиція; Висока міцність на згинання при підвищених температурах, високий опір розчинникам

FR-4 часто використовується для виготовлення промислового обладнання, а FR-2- у виробництві побутової техніки. Ці дві категорії стандартизовані в промисловості. Але для дуже високочастотних схем в якості матеріалу друкованої плати використовується фторопласт і кераміка, що веде до здороження виробу.

Обираючи матеріалу друкованої плати необхідно звертати увагу на його гігроскопічність, оскільки цей параметр може негативно впливати на окремі характеристики плати – поверхневий опір, високовольтні ізоляційні якості (пробій, іскріння) і механічна міцність. Також необхідно звертати увагу на робочу температуру. Ділянки з підвищеною температурою може бути поряд з великими інтегральними мікросхемами, перемикання яких відбувається на високій частоті.

В якості матеріалу обираємо плату склотканину типу FR-5.

Після того, як матеріал вибраний, необхідно визначити товщину фольги. Цей параметр вибирається в залежності від максимальної величини струму в схемі пристрою.

Основними операціями технологічних процесів поверхневого монтажу є:

- нанесення клею;
- нанесення припійної пасти;
- установка компонентів;
- паяння;
- відмивка (за потребою).

										Арк.
										36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>					

При установці компонентів на припійну пасту з наступним оплавленням, як правило, не вимагається приклеювання. В зв'язку з використанням комбінованого поєднання протичних та SMD елементів.

Обираємо припійну пасту марки ПЛ-112, з температурою паяння 230°C. Для проведення монтажних робіт використовуємо припої та флюси.

1.6 Компоновка друкованого вузла пристрою

Всі деталі універсального цифрового генератора крім роз'ємів X1-X3 та LSD дисплею LM016 розташовані на друкованій платі з фольгованого склотекстоліту завтовшки 1,5 мм. Електричний зв'язок між платою та елементами здійснюється за допомогою проводу марки МНВ1х 0,5.

Основною частиною цього виробу являється друкована плата. Щоб зробити конструктивний розрахунок друкованої плати, для цього необхідно розглянути основні характеристики елементів та конструкцію самої друкованої плати. Друковані плати в залежності від розмірів елементів друкованого монтажу ділять на 4 класи типів точності.

Друковані плати 1-го і 2-го класів точності відрізняються своєю простотою в виконанні, надійністю в експлуатації та низькою вартістю, що робить їх особливо популярними. Вони є економічним і широко застосовуваним рішенням.

З іншого боку, друковані плати 3-го і 4-го й 5-го класів точності вимагають використання високоякісних матеріалів, інструментів та обладнання. Вони стикаються з обмеженнями щодо габаритних розмірів і потребують більшої уваги до деталей під час виготовлення. Ці плати мають вищу точність і забезпечують більш високу якість сигналу.

В даному дипломному проекті вибираємо найпростішу технологію виготовлення з одностороннього склотекстоліту за 1-го класом точності.

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Матеріал для друкованої плати вибираю за ГОСТ 10316-78 або ГОСТ 23751-79. Для універсального цифрового генератора сигналів обираємо склотекстоліт фольгований марки СФ-1-35-1,5.

Для розрахунку площі плати необхідно спочатку дізнатися площі кожного елемента, які встановлюються на цю плату. Габаритні характеристики елементів вибираємо з довідника і заносимо до таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 Габаритні характеристики елементів

Елемент	N, шт	D,м мм	L, мм	H, мм	B, мм	l, мм	d, мм	m,г	S,мм ²	SxN,мм ²
САРХОН	7	6	-	-	-	2,5	0,6	-	28,26	197,8
1N4148	4	1,9	3,8	-	-	12,5	0,6	0,15	23,75	95
TS-AXPS-130	6	3,5	6	-	6	3,5	0,6	-	36	216
СП5-2-0,125	2		13	7,9	13	9,4	0,6	-	169	338
WH06-2	1	4	-	-	-	16	0,6	-	64	64
LTC1044	1	-	19,5	-	6	7,5	0,5	-	117	117
LM317T	1	-	4,5	-	10	-	0,7	-	45	45
L-C170	1	2,7	-	-	-	5,5	0,6	0,2	14,8	14,8
BS170	2	-	5,2	-	4,2	2,5	0,5	-	22	22
ZQ	1	9,3	-	3,4	-	5,08	0,6	-	67,895	203
Всього										1294,6

Після розрахунків заповнюємо останні стовпчики таблиці. Площі резисторів, діодів і стабілітрона визначаю за формулою:

$$S = D \cdot l \quad (1.10)$$

де D – діаметр корпусу (мм),

l – відстань між формованими виводами (мм) .

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$$S_L = 3 \cdot 10 = 30 \text{ мм}^2$$

$$S_{1N4148} = 1,9 \cdot 12,5 = 23,75 \text{ мм}^2$$

$$S_{WH06-2} = 4 \times 16 = 64 (\text{мм})^2$$

$$S_{LC170} = 2,7 \times 5,5 = 14,8 (\text{мм})^2$$

Площу елементів TS-AXPS-130 HG, LTC1044 визначаємо за формулою:

$$S = L \cdot B, \quad (1.11)$$

де L – довжина корпусу (мм),

B – ширина корпусу (мм).

$$S_{TS-AXPS-130} = 6 \cdot 6 = 36 (\text{мм})^2$$

$$S_{СН5-2-0,125} = 13 \cdot 13 = 169 (\text{мм})^2$$

$$S_{LTC1044} = 19,5 \cdot 6 = 117 (\text{мм})^2$$

$$S_{LM317T} = 4,5 \cdot 10 = 45 (\text{мм})^2$$

$$S_{T2} = 8 \cdot 8 = 64 (\text{мм})^2$$

$$S_{BS170} = 5,2 \times 4,2 = 22 (\text{мм})^2$$

Площу конденсаторів К50 – 35, кварцу ZQ визначаємо за формулою:

$$S = \frac{\pi D^2}{4}, \quad (1.12)$$

де D – діаметр корпусу (мм).

$$S_{CAPXON} = 3,14 \cdot 6^2 / 4 = 28,26 (\text{мм})^2$$

$$S_{ZQ} = 3,14 \cdot 9,3^2 / 4 = 67,895 \text{ мм}^2$$

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Оскільки пристрій містить не тільки корпусні елементи а й без корпусні. Проводимо розрахунок площі електронних компонентів які встановлені шляхом поверхневого монтажу.

Габаритні характеристики елементів вибираємо і заносимо до таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 Габаритні характеристики без корпусних елементів

Елемент	N, шт	L, мм	S	W мм	T мм	H мм	P мм	B мм	A мм	D мм	d _в мм	S _{срє} ·N мм ²
LF412	1	10.5	-	5.6	0,5	2	-	1.27	-	-	-	58,8
АТМ-48	1	15.6	-	7.6	-	1,2	-	-	-	-	-	118
0805	6	2	-	1.2	0.2	0.5	-	-	-	-	-	14,4
P1-8МП	27	6	-	3,2	1,4	1,9	-	-	-	-	-	518,4
Всього												709,6

Площі корпусів 0805, P1-8МП (1210), LF412 АТМ-48, розраховуємо за формулою:

$$S = L \cdot W \cdot N \quad (1.13)$$

Площа плати буде дорівнювати

$$S_n = k_3 \cdot \sum S_{срє} , \quad (1.14)$$

де k_3 – коефіцієнт заповнення плати ($k_3=2 \div 5$).

$$S_n = 2 \cdot 2004 = 4008 \text{ (мм}^2\text{)}$$

Розмір плати обираю згідно ГОСТ 10 317-79, дотримуючись співвідношення сторін не більше 3:1.

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для зручнішого монтажу та покращення ергономічного дизайну пристрій розробляємо на платі розмір приймаємо 55x70мм.

Крок координатної сітки – 2,5 мм.

провести розрахунки посадкових місць під встановлення вибраних елементів для поверхневого монтажу.

Центри отворів монтажу, розміщені в координатних вузлах сітки.

Діаметр отвору в друкованій платі повинен бути більше діаметру елемента, що в нього встановлюється, що забезпечує можливість вільного встановлення елементів.

$d_{\text{вив}} < 0,8\text{мм}$, то

$$d_{\text{отв}} = d_{\text{вив}} + 0,2 \text{ мм}$$

$d_{\text{вив}} \geq 0,8\text{мм}$, то

$$d_{\text{отв}} = d_{\text{вив}} + 0,3 \text{ мм.}$$

Щоб забезпечити надійне з'єднання елемента надрукованим провідником довкола отвору реалізують контактну поверхню (КП), яку пропонується робити у вигляді кільця.

Діаметр кільця визначаємо за формулою:

$$d_{\text{КП}} = d_{\text{отв}} + 2v + c, \quad (1.15)$$

де $d_{\text{отв}}$ – діаметр отвора (мм)

v – мінімальна радіальний простір КП (мм)

c – коефіцієнт поділу між центривої відстані, зміщення шарів (мм).

Для 1-го класу точності $v = 0,3\text{мм}$, $c = 0,6\text{мм}$.

Для $d_{\text{вив}}=0,7\text{мм}$

$$d_{\text{отв}} = 0,7 + 0,2 = 0,9 \text{ (мм)}$$

$$d_{\text{КП}} = 0,7 + 2 \cdot 0,3 + 0,6 = 1,9 \text{ (мм)}$$

$$S_{\text{КП}} = 3,14 \cdot 1,9^2 / 4 = 2,83 \text{ (мм}^2\text{)}$$

Для $d_{\text{вив}}=0,6\text{мм}$

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

$$d_{\text{отв}} = 0,6 + 0,2 = 0,8(\text{мм})$$

$$d_{\text{КП}} = 0,8 + 2 \cdot 0,3 + 0,6 = 2(\text{мм})$$

$$S_{\text{КП}} = 3,14 \cdot 2^2 / 4 = 3,14(\text{мм}^2)$$

Розміри контактних площадок для монтажу пасивних компонентів з прямокутною формою корпусу визначають за формулами.

Розміри контактних площадок для монтажу пасивних компонентів з прямокутною формою корпусу визначають за формулами:

Ширина площадки	$x = W_{\text{max}} + k$
Довжина площадки	$y = H_{\text{max}} + T_{\text{max}} + k$
Відстань між площадками	$A = L_{\text{max}} - 2T_{\text{max}} - k$

де W - ширина компоненту

T - ширина зони паяння(контактної області)

H - висота компоненту k - константа (0,05 мм)

L - довжина компоненту

Для корпусу 0805

$$x = W_{\text{max}} + k = 1,35 + 0,05 = 1,4(\text{мм})$$

$$y = H_{\text{max}} + T_{\text{max}} + k = 0,6 + 0,55 + 0,05 = 1,2(\text{мм})$$

$$A = L_{\text{max}} - 2T_{\text{max}} - k = 2,1 - 1,1 - 0,05 = 0,95(\text{мм})$$

Для корпусу 1210

$$x = W_{\text{max}} + k = 2,75 + 0,05 = 2,8(\text{мм})$$

$$y = H_{\text{max}} + T_{\text{max}} + k = 0,6 + 0,7 + 0,05 = 1,35(\text{мм})$$

$$A = L_{\text{max}} - 2T_{\text{max}} - k = 3,2 - 1,4 - 0,05 = 1,75(\text{мм})$$

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

1.7 Розрахунок надійності.

Надійність універсального цифрового генератора сигналів визначається надійністю і кількістю елементів, які в нього входять.

Проводиться послідовність виконання розрахунку

1. Розбиваємо схему на групи одно типових елементів і визначаємо кількість елементів в кожній групі (n_i)

а) конденсатори: - керамічні – 6

- електролітичні - 7

б) мікросхеми – 4

в) резистори – 28

г) резистор СП4-2 – 2

д) діоди – 5

е) LSD дисплей – 1

є) кварц – 1

ж) перемикач - 6

з) транзистор – 1

и) роз'єми -3

і) паяння – 225

2. Для кожного типу елементів по табл. П8 визначаємо інтенсивності відмов у номінальному режимі (λ_{jn}) $\cdot 10^{-6}$:

а) конденсатори: - керамічні – $0,14 \cdot 10^{-6}$;

- електролітичні – $0,035 \cdot 10^{-6}$;

б) мікросхеми – $0,02 \cdot 10^{-6}$;

в) резистори: – $0,5 \cdot 10^{-6}$;

г) резистор СП4-2 – $0,7 \cdot 10^{-6}$;

д) діод – $0,2 \cdot 10^{-6}$;

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

- е) LSD дисплей – $0,7 \cdot 10^{-6}$;
- є) кварц – $0,3 \cdot 10^{-6}$;
- ж) перемикач – $0,5 \cdot 10^{-6}$;
- з) транзистор – $0,5 \cdot 10^{-6}$;
- и) роз'єми – $0,01 \cdot 10^{-6}$;
- і) паяння – $0,01 \cdot 10^{-6}$.

3. Визначаємо інтенсивність відмов елементів з урахуванням умов їх експлуатації за формулою:

$$\lambda_j = \lambda_{jH} \cdot K_{\lambda}, \quad (1.16)$$

де K_{λ} – поправочний коефіцієнт, який дорівнює $K_{\lambda 1} \times K_{\lambda 2} \times K_{\lambda 3}$,
 $K_{\lambda 1}$ – коефіцієнт, з урахуванням вплив механічних факторів,
 $K_{\lambda 2}$ – коефіцієнт, з урахуванням вплив кліматичних факторів,
 $K_{\lambda 3}$ – коефіцієнт, з урахуванням вплив атмосферного тиску.

Пристрій має працювати в стаціонарних умовах, тому що буде підпадати під узагальнений вплив вібрацій і ударів, тому $K_{\lambda 1} = 1,07$ за таблицею П4

При вологості 70% і температурі 30°C $K_{\lambda 2} = 1,0$ за таблицею П5. При умові праці пристрою на висоті 0 км $K_{\lambda 3} = 1,0$ за таблицею П6.

$$\text{Тоді } \lambda_j = 1,07 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \lambda_{jH} = 1,07 \cdot \lambda_{jH}$$

Для усіх груп елементів значення λ_j відповідно є:

- а) конденсатори: - керамічні – $0,15 \cdot 10^{-6}$;
 - електролітичні – $0,037 \cdot 10^{-6}$;
- б) мікросхеми – $0,021 \cdot 10^{-6}$;
- в) резистори: – $0,54 \cdot 10^{-6}$;
- г) резистор СП4-2 – $0,74 \cdot 10^{-6}$;

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

- д) діод – $0,21 \cdot 10^{-6}$;
- е) LSD дисплей - $0,74 \cdot 10^{-6}$;
- є) кварц – $0,21 \cdot 10^{-6}$;
- ж) перемикач – $0,53 \cdot 10^{-6}$;
- з) транзистори – $0,54 \cdot 10^{-6}$;
- и) роз'єми – $0,011 \cdot 10^{-6}$;
- і) паяння – $0,011 \cdot 10^{-6}$.

4. Розраховую інтенсивність відмов системи за формулою:

$$\lambda_c = \sum_{i,j}^{10} \lambda_j \cdot n_i \quad (1.17)$$

$$\lambda_c = (0,15 \cdot 6 + 0,037 \cdot 7 + 0,021 \cdot 4 + 0,54 \cdot 28 + 0,74 \cdot 2 + 0,21 \cdot 5 + 0,74 + 0,21 + 0,53 \cdot 6 + 0,54 + 0,011 \cdot 225) \cdot 10^{-6} = 23,15 \cdot 10^{-6} (\text{год}^{-1})$$

5. Визначаю середній час безвідмовної роботи пристрою:

$$T_{ср} = \frac{1}{\lambda_c} \quad (1.18)$$

$$T_{ср} = \frac{1}{23,15 \cdot 10^{-6}} = 41390,73 (\text{год})$$

6. Визначаю ймовірність безвідмовної роботи на протязі часу напрацювання $t_p = 10000 \text{ год}$.

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$P(t) = e^{-\lambda_c \cdot t_p} \quad (1.19)$$

$$P(t) = 1 - 23,15 \cdot 10^{-6} \cdot 10^4 \approx 0,7584$$

7. Необхідно зробити оцінювання показників надійності системи з урахуванням режимів роботи її елементів. З табл. П.2 вибираю коефіцієнт навантаження для елементів кожної групи:

а) конденсатори: - керамічні – 0,5;

- електролітичні – 0,5;

б) мікросхема – 0,8;

в) резистори: – 0,4;

г) резистор СП4-2 – 1;

д) діод – 0,6;

е) LSD дисплей – 0,6;

є) кварц – 0,5;

ж) перемикач – 0,6;

з) транзистор – 0,7;

и) роз'єми – 0,6;

і) паяння – 1.

8. Для кожного типу елементів у відповідності з режимом роботи з табл. П7 обираю значення поправочного коефіцієнту α_j :

а) конденсатори: - керамічні – 0,13;

- електролітичні – 0,64;

б) мікросхема – 1;

в) резистори: – 0,51;

г) резистор СП4-2 – 0,5;

д) діод – 1,2;

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

- е) LSD індикатор – 1,2;
- є) трансформатор – 1;
- ж) перемикач – 1;
- з) кварц – 0,71;
- и) роз'єми – 1;
- і) паяння – 1.

9. Обчислюю інтенсивність відмови системи за формулою 1.2:

$$\lambda_c' = (0,117 + 1,165 + 0,084 + 7,79 + 1,48 + 1,26 + 0,88 + 0,21 + 1,59 + 0,38 + 0,066 + 1,023) \cdot 10^{-6} = 15,165 \cdot 10^{-6} (\text{год}^{-1})$$

10. Обчислюю середній час безвідмовної роботи за формулою 1.3:

$$T_{cp}' = \frac{1}{15,165 \cdot 10^{-6}} = 65941,3 (\text{год})$$

11. Розраховую ймовірність безвідмовної роботи протягом $t_p = 10000$ год, за формулою 1.4:

$$P(t)' = 1 - 17,79 \cdot 10^{-6} \cdot 10^4 \approx 0,8331$$

Результати обчислень заносимо до таблиці 1.4.

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Таблиця 1.4 – Результати обчислень

№ п/п	Тип елемента	Кіл. n_i	Інтенс. відм. $\lambda_{jn} \cdot 10^{-6}$	Інтенс. відм. $\lambda_j \cdot 10^{-6}$	$\lambda_j \cdot n_i \cdot 10^{-6}$	Режим роботи		α_j	$\lambda_j \cdot n_i \cdot \alpha_j$
						α_n	$t^\circ\text{C}$		
1	Конденсатор керамічні	6	0,14	0,15	0,9	0,5	40	0,13	0,117
2	Конденсатор Електролітичний	7	0,035	0,037	0,259	0,5	40	0,64	1,165
3	Мікросхема	4	0,02	0,021	0,084	0,8	60	1	0,084
4	Резистор	28	0,5	0,54	15,28	0,4	40	0,51	7,79
5	Резистор СП4-2	2	0,25	0,74	1,48	1	50	1	1,48
6	Діод	5	0,2	0,21	1,05	0,6	60	1,2	1,26
7	LSD індикатор	1	0,25	0,74	0,74	0,6	50	1,2	0,88
8	Кварц	2	3	0,21	0,21	0,6	60	1,0	0,21
9	Перемикач	3	0,5	0,53	1,59	0,6	30	1,0	1,59
10	Транзистори	1	0,5	0,54	0,54	0,7	60	0,71	0,38
11	Роз'єми	3	0,01	0,011	0,066	0,2	25	1,0	0,066
22	Паяння	225	0,01	0,011	1,023	-	50	1,0	1,023

Усі розрахунки підтверджують, що пристрій надійний і елементна база вибрана вдало.

1.8 Вибір типу технології виготовлення друкованої плати.

Друкована плата з основним вузлом універсального цифрового генератора, на неї встановлюються радіо елементи, та деякі комплектуючі виробу. В залежності від призначення, конструктивного виконання і технології виготовлення друковані плати поділяють на; односторонні, двосторонні та багат шарові.

										Арк.
										48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ВНБ.2.899.001 ПЗ

В промисловому виробництві друкованих плат широко застосовують хімічний, електрохімічний та комбінований методи отримання друкованих провідників.

В даному дипломному проєкті друкована плата виготовляється з фольгованого склотекстоліту марки СФ-1-35-1,5 односторонньої і виготовлення друкованих провідників хімічним методом.

Технологічний процес виготовлення плати хімічним методом складається з таких операцій:

- різання заготовок по розмірам;
- підготовка поверхні заготовок;
- нанесення фоторезисту;
- експонування малюнку;
- проявлення;
- травлення міді в пробільних місцях схеми за допомогою хімічних розщень;
- свердлення отворів;
- механічна обробка по контуру;
- контроль.

Перед збіркою і монтажем вузлів на друкованих платах проводять підготовку виводів радіоелементів, які встановлюються на плату:

- рихтування;
- формування;
- обрізання по завданому розміру;
- лудіння.

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Висновки до розділу 1

В першому розділі було розроблено інноваційний цифровий генератор сигналів, який відзначається своєю універсальністю та високою ефективністю. В проекті детально описано принцип роботи цього пристрою, наведені його основні параметри та виокремлені унікальні особливості, що відрізняють його від інших аналогічних пристроїв на ринку.

Під час розробки здійснено ретельні розрахунки та була вибрана оптимальна елементна база, що забезпечує високу якість та надійність роботи пристрою. Кожен компонент був обрано з урахуванням його технічних характеристик та взаємодії з іншими елементами системи. Це дозволило досягти оптимальної функціональності та стабільності роботи генератора сигналів.

Важливою особливістю цього пристрою є його універсальність, що дозволяє його успішно використовувати в різних сферах та застосуваннях. Він може генерувати широкий спектр сигналів з різними параметрами та характеристиками, що відповідають потребам різних проектів.

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

2. Охорона праці та безпека життєдіяльності

2.1 Техніка безпеки при проведенні електричних вимірювань та випробувань установки

2.1.1 Вибір контрольно – вимірювальної апаратури Вимірювальні прилади повинні відповідати вимогам:

- межі вимірів приладу повинні охоплювати всі необхідні значення вимірюваної величини;
- клас точності вимірювального приладу повинен відповідати завданню, яке вирішується при вимірі. Для пошуку несправностей при ремонті і перевірці функціонування виробу допустимі відносні похибки до 5 %;
- вимірювальні прилади, призначені для виміру режиму електричних кіл і параметрів сигналів, не повинні впливати на роботу досліджуваного виробу;
- вимірювальні прилади повинні задовольняти вимоги ергономіки, техніку безпеки. зняття показників виконується безпосередньо з шкали приладу без використання перевідних таблиць, розрахункових формул, графіків. Згідно цих вимог, для регулювання та вимірювання параметрів генератора DDS сигналів вибираємо наступні прилади:

Осцилограф С1-65

Кількість променів (каналів) Одно променевий

Діапазон вимірюємих інтервалів часу.....0,01 мкс – 0,5 с.

Смуга пропускання.....0 – 40 МГц

Час збільшення..... 10 нс.

Похибка сигналу, не більше,.....5 %

Похибка часу, не більше,..... 5 %

Ширина лінії променя...0,8 мм

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Робоча поверхність по горизонталі.....60 мм
Робоча поверхність по вертикалі.....36 мм
Напруга живлення.....50 Гц - 220В / 40 Гц – 115В
Споживаєма потужність125 Вт
Робоча температура... ..-30 + 50 °С

Характеристики «Y»

Чутевість каналів 1 и 2,.....5 мВ/діл – 10 В/дел
Вхідний опір каналу,.....1 МОм
Вхідний ємнісний канал,.....30 пф

Характеристики «X»

Тривалість розгортки мінімальна,.....0,01 мс/діл
Тривалість розгортки максимальна,.....50 мс/діл
Амплітуда сигналів,.....0,5 – 30 В
Діапазон частот,.....10 гц – 35 Мгц
Вхідний опір,.....1 МОм

Характеристики «Z»

Канал частоти,.....20 Гц – 10 Мгц
Напруга вхідна,.....1,5 – 20 В
Канал опору вхід,..... 50 кОм

Характеристики калібрування

Прямокутна частота сигналу,.....1 Кгц
Напруга калібрування сигналу,0,02 – 50 В

Прилад комбінований М9507

– Межі вимірювань: - постійна напруга 200мВ...1000В;

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

- постійний струм 2мА ...20А;
- змінна напруга 200мВ ...750В;
- змінний струм 20мА...20А;
- опір – 0,5 Ом...200 мОм
- ємність – 2нФ...20 мкФ

Частотомір ЧЗ-61-1

Діапазон вимірювання частоти 1Гц~3ГГц

Діапазон вимірювання періоду 10нс~1с

Сумуюча здатність $10^8 - 1$

Чутливість 40мВ(1Гц~10Гц); 20мВ(10Гц~100МГц); 30мВ(100МГц~3ГГц)

Вхідний опір 1МОм/40пФ(Канал А) 50Ом(Канал В)

Вхідна напруга 20мВ~250В(Канал А); 30мВ~1В(Канал В)

стабільність опорного генератора $\pm 5 \times 10^{-6}$ d

Електроживлення 110~127В АС $\pm 10\%$ /220-240В

АС $\pm 10\%$, 50Гц ± 2 Гц/60Гц ± 2 Гц

Габаритні розміри (Ш×В×Г) 210×80×230 мм

Програматор AVR

В даний час мікроконтролери застосовуються повсюдно в побутових приладах, починаючи від музичного центру і телевізора і закінчуючи пральними машинами, котлами, хлібопічками, і.т.д. Цими приладами зараз керують мікроконтролери за допомогою спеціальних програм. Ось ці програми ми і будемо завантажувати в мікроконтролер за допомогою програматора. Програму для універсального генератора сигналів було написано мовою СІ++ і системою команд.

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

2.1.2 Обладнання робочого місця.

При створенні робочого місця в стаціонарних майстернях потрібно дотримуватись деяких правил:

- бажана наявність всієї потрібної для роботи контрольно вимірювальної апаратури;
- забезпечення зручності при роботі;
- забезпечення відповідної безпеки праці;
- оснащення справним інструментом.

Підприємства по ремонту електронної апаратури забезпечуються різного роду устаткуванням.

Розміщення приладів в майстерні залежить від виду апаратури яка ремонтується, методу її ремонту, об'єму робіт та ін.

При ремонті у споживача, даного універсального генератора цифрових сигналів, технологічний процес ремонту безпосередньо не впливає на розміщення контрольно-вимірювальної апаратури (такої, як тестер, блок живлення, паяльник, монтажний інструмент).

Стаціонарну майстерню укомплектовують в залежності від специфікації ремонтних робіт.

Робоче місце для ремонту генератора сигналів в майстерні показане на рисунку 1.1 і повинно мати приблизно такий вигляд, де:

1. Осцилограф С1-65 – призначений для візуального спостереження та дослідження сигналів.
2. Набір електромонтажного інструменту, такого, як викрутки, плоскогубці, бокорізи, пінцет, ніж чи скальпель та ін.
3. Частотомір Ч4-61 – використовується для контролю частоти різних сигналів в ремонтуємому приладі.
4. Робочий стілець працівника.

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

5. Прилад комбінований М9507 для вимірювання напруг, струмів, опорів у схемі.

Приблизно схематично наведено розташування робочого місця на рисунку 1.1.

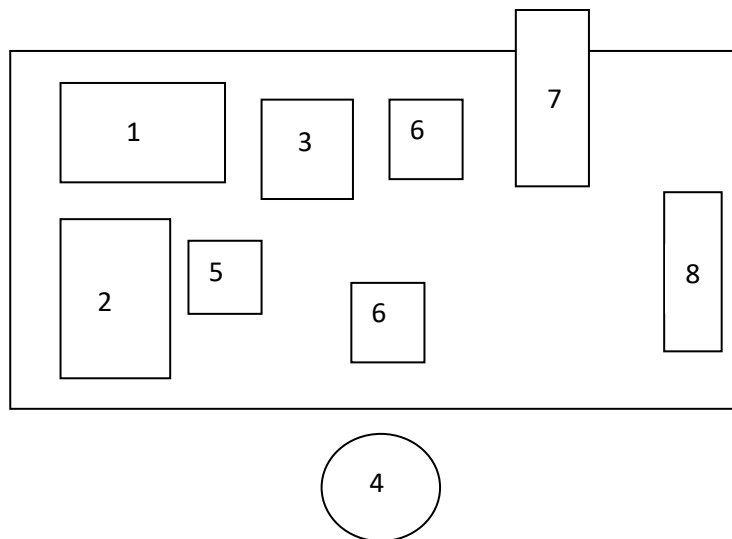


Рисунок 2.1 - Робоче місце

6. Витяжка призначена для очистки повітря від диму та інших шкідливих домішок, що з'являються під час пайки.

7. Блок живлення використовується для живлення каскадів ремонтуемого приладу (наприклад джерело живлення постійного струму Б5-7, або аналогічне призначене для живлення радіоелектронних схем і приладів стабілізованою напругою. Вихідна напруга джерела живлення змінюється від 0 до 30 В та максимальним струмом навантаження до 3 А. Пульсації на виході не перевищують 1 мВ. В джерелі живлення міститься схема захисту від короткого замикання та перенавантаження, яка спрацьовує при перевищенні струму навантаження на 30 – 60% від допустимого значення 3 А. Допускається послідовне ввімкнення двох однотипних джерел живлення із збереженням їх основних параметрів.

8. Паяльник для виконання демонтажу і монтажу деталей. Живиться напругою 36 В від мережі через понижуючий трансформатор.

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

9. Універсальний цифровий генератор сигналів.

Також робоче місце повинно бути обладнане освітлювальними приладами, які забезпечуватимуть достатню освітленість.

Для забезпечення швидкої та якісної роботи потрібно користуватися документацією на ремонтуємий прилад.

2.1.3 Заходи щодо забезпечень безпечної роботи при ремонті технологічного обладнання

При пошуку несправностей обумовлено, що не всі каскади універсального цифрового генератора відразу виходять з ладу. Зазвичай не працюють (або погано працюють) один-два каскади, тоді як інші цілком справні. Не слід чіпати елементи настройки, міняти резистори і конденсатори, поки не буде знайдена несправність.

Всі несправності, що зустрічаються в універсальних цифрових генераторах, приводять до порушення його нормальної роботи. Їх можна розділити на три групи: універсальний генератор взагалі не працює, працює частково або працює погано (слабкий або спотворений сигнал). Для того, щоб швидко знайти причину несправності, необхідно чітко знати принцип роботи універсального цифрового генератора, вивчити його електричну принципову схему, її особливості, знати чинники, від яких залежать основні параметри, і правильно визначити напрям пошуку несправності слід звернути увагу на те що причина не справності може бути зв'язана не тільки з електричної сторони але й з програмної. Для того щоб коректно виявити несправність потрібно зібрати схему згідно рисунку 1.2.

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

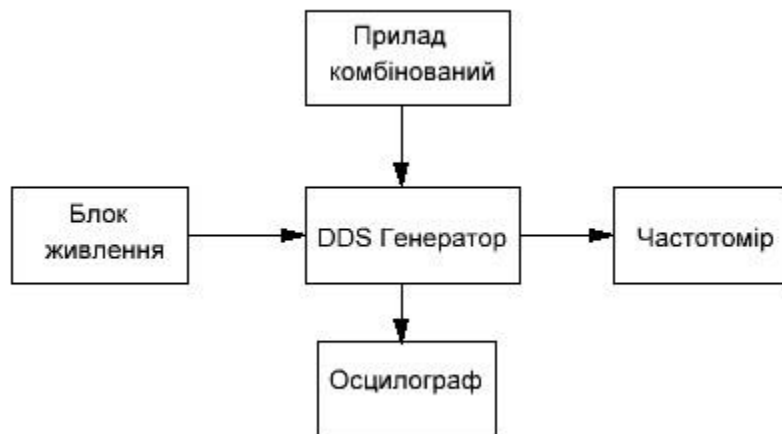


Рисунок 2.2 - Схема робочого місця

Перевірку несправного універсального цифрового генератора починають із зовнішнього огляду монтажу. При ретельному огляді легко виявити обрив дроту або доріжки, резистора, що перегорів, та ін. При огляді друкованих плат слід перевірити цілісність друкованих провідників, переконатися у відсутності тріщин і розривів, звернути увагу на місця пайки виводів радіоелементів з друкованими провідниками.

При повній відсутності сигналу необхідно перевірити робочу напругу джерела живлення, надійність контактів. Напруга джерела живлення повинна бути 9В, +5В та -5В. Контроль параметрів універсального цифрового генератора після ремонту повинен виконуватися при номінальній напрузі живлення з відхиленням не більш $\pm 5\%$ від номінального значення.

Органи налаштування і регулювання повинні мати плавний хід без заїдань і прослизання. Вимикачі повинні забезпечувати надійне вимикання і фіксацію. Після ремонту не повинно бути пошкоджень друкованих провідників. Матеріали, складальні одиниці і радіоелементи, які застосовуються при ремонті, повинні відповідати вимогам діючої нормативно-технічної документації. Працездатність універсального

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

цифрового генератора не повинна порушуватися при зміні напруги живлення на $\pm 10\%$ від номінального значення. Температура повітря повинна бути $+25 \pm 10^\circ\text{C}$.

Типові несправності занесені в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1. Типових несправностей.

Несправність	Можлива причина	Додатковий признак	Спосіб пошуку несправності
Універсальний цифровий генератор сигналів не працює. Світлодіодний індикатор VD5 не горить	Вихід з ладу мікроконтролера DD1. Вихід з ладу джерела живлення. Вихід з ладу стабілізатора 5В.		Прилад комбінований M9507 перевіряємо опір елементів та напругу.
Відсутній сигнал на виході генератора X1, X2.	Направлено встановлені ручки резисторів Обрив кабеля який з'єднує вихід пристрою з частотоміром.		Перевірити осцилографом присутність сигналу на на роз'ємі X1, X2 мультиметром M9507 перевірити кабеля.
Відсутній сигнал на виході генератора X1, на виході X2 сигнал присутній.	Вихід з ладу стабілізатора 5В, вихід з ладу перетворювача напруги -5В вихід з ладу DA1	Вихідний сигнал спотворений, або регулюється не в повному обсязі	Прилад комбінований M9507 перевіряємо опір елементів та напругу.

Продовження таблиці 2.1

Відсутня підсвітка LCD індикатора	Неправильно встановлена ручка резистора R15, обрив резистора R16 Поганий контакт між Обрив кабеля		Перевірити тестером M9507 справність радіо елементів, перевірити справність LCD індикатора.
Відсутня інформація на LCD індикаторі відсутня реакція на натискання кнопок SA1-SA5	Відбулась помилка при завантаженні мікроконтролера, несправність кнопок SA1-SA5		Перевірити тестером M9507 справність кнопок. Перезавантажити мікроконтролер шляхом повного знеструмлення приладу, перепрошити мікроконтролер, або встановити новий з правильною програмою.

Прискорити пошук несправностей можна за допомогою технологічної схематичної карти пошуку несправностей, яка показана на рисунку 2.3.

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

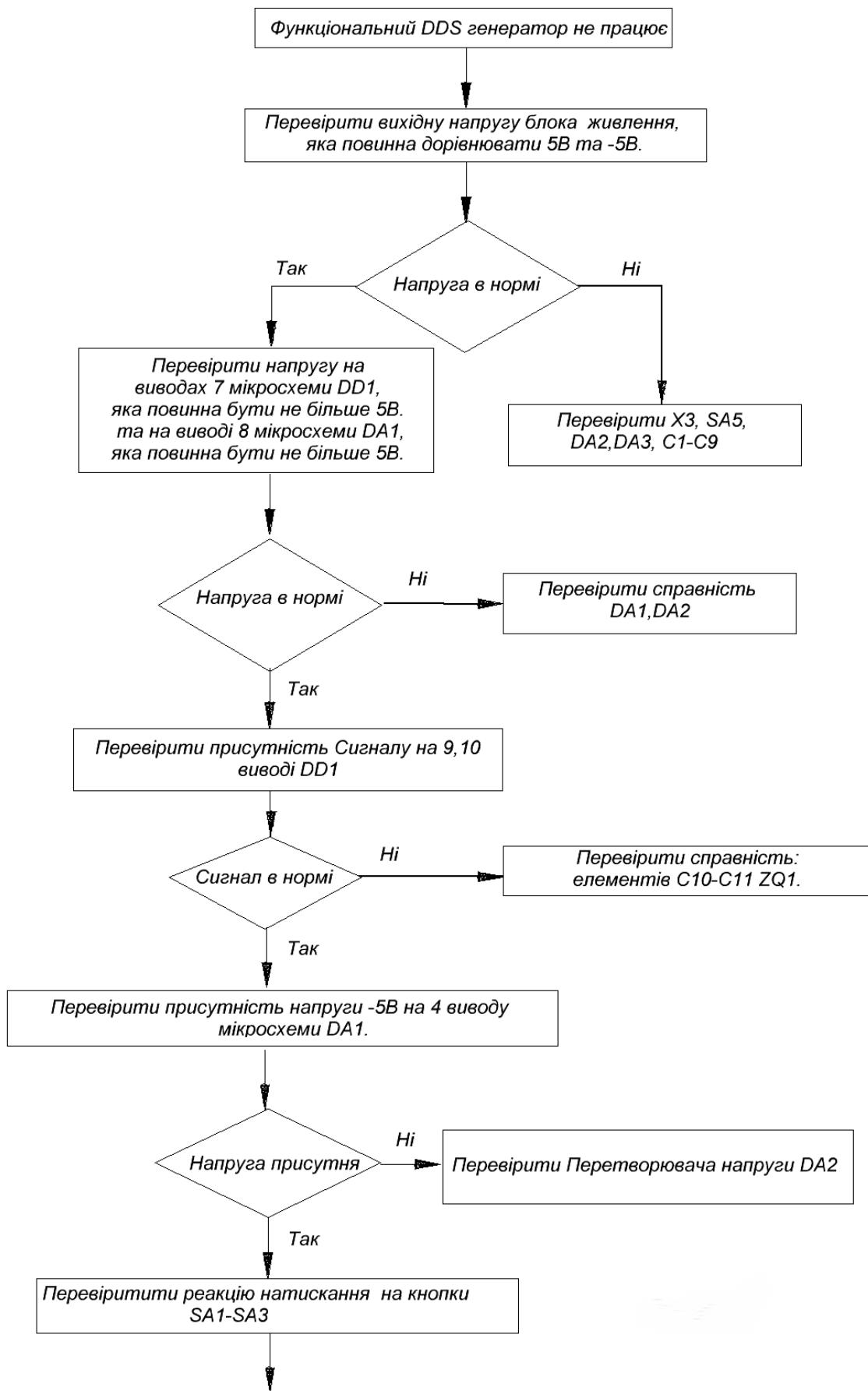
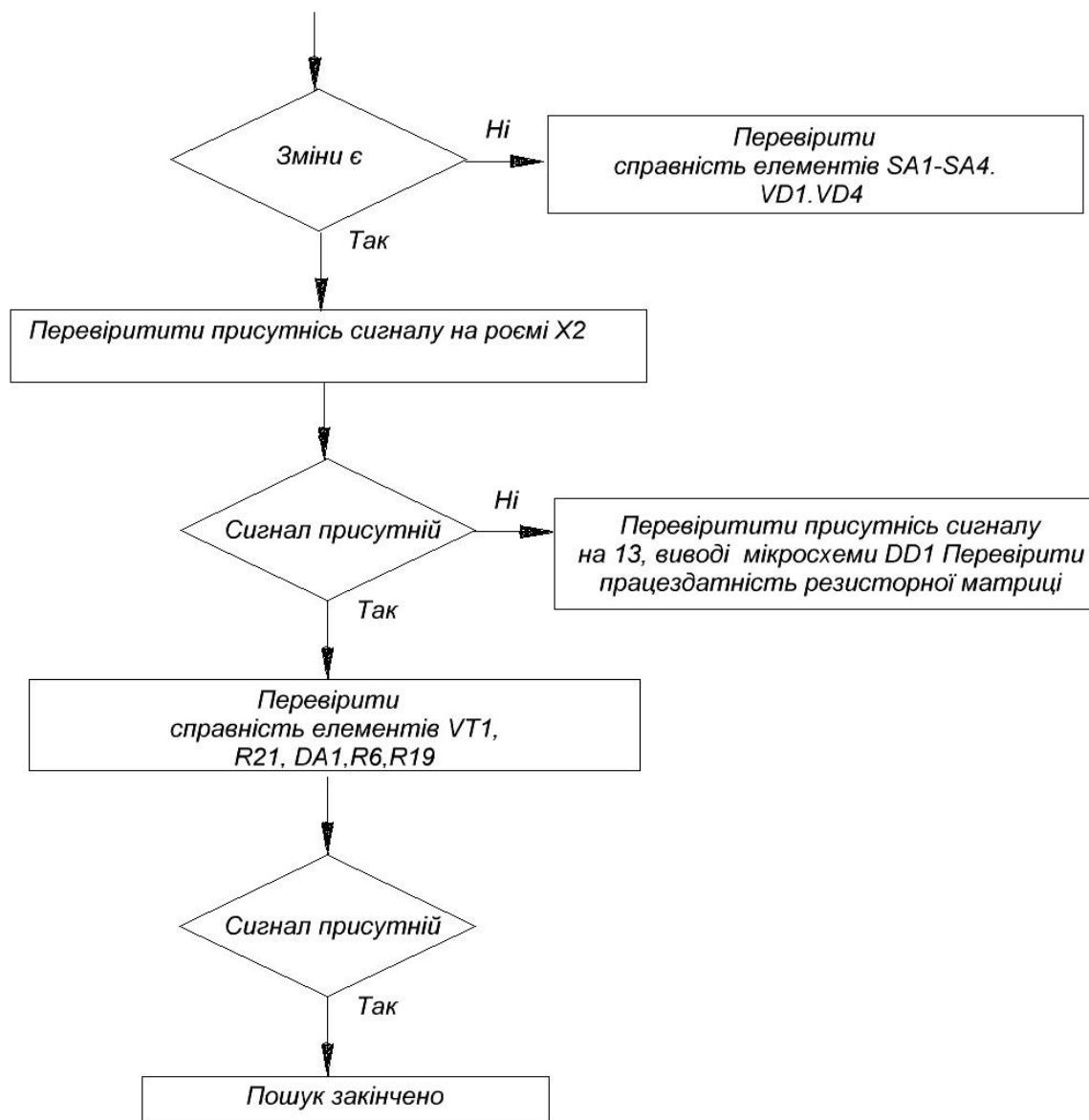


Рисунок 2.3 - Алгоритм пошуку несправностей

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Продовження рисунку 2.3

2.1.4 Інструкція по регулюванню

Після першого включення універсального цифрового генератора необхідно проконтролювати напруги живлення. Резистором R15 встановити оптимальну контрастність індикатора. Правильно зібраний цифровий генератор налаштування не потребує.

					ВНБ.2.899.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

2.2 Заходи щодо забезпечень безпечної роботи

Для збереження здоров'я та працездатності людини при виготовленні та експлуатації короткохвильового приймача, необхідно дотримуватися техніки безпеки при праці, повинні бути відповідно обладнанні робочі місця, дотримуватися гігієнічних норм.

На робочому місці застосовується індивідуальне та загальне освітлення тобто комбіноване. Це найкраще освітлення для праці з невеликими деталями. Світло в робочій зоні має бути таким, щоб людина яка працює могла без проблем і якісно виконувати свою роботу не напружуючи очі. Втолюваність органів зору залежить від ряду причин - недостатність освітлення, через мірна освітленість, неправильне направлення світла.

Хоча люмінесцентні лампи на відміну від ламп розжарювання мають великі переваги, по спектральному складу, більш високий ККД, але вони мають і багато недоліків: головний з них це стробоскопічний ефект. Тому бажано при індивідуальному освітлені робочого місця застосовувати лампи розжарювання в направленому абажурі. При комбінованому освітлені освітленість повинна становити 200-300лк, при загальному 150-200 лк. Тільки одне індивідуальне освітлення не застосовується.

При ремонті пристрою зовнішнього обдуву може застосовуватися пайка. Ц - нероз'ємне з'єднання деталей з допомогою припою. Найбільш застосовується припій –олов'яно-свинцевий (ПОС-30, ПОС-40, ПОС-61): Процес пайки не проходить без забруднення повітря в будинку робочої поверхні, руки, одяг, що може призвести до отруєння. Для того, щоб цьому запобігти, потрібно дотримуватися правил техніки безпеки.

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Так як регулювальнику часто приходится виконувати монтажні роботи, тобто мати справу зі шкідливими речовинами, наприклад олов'яно-свинцевим припоєм, слід також дотримуватися правил виробничої та особистої гігієни:

- категорично забороняється приймати їжу та палити де проводиться пайка олов'яно свинцевими припоями;
- спец одяг регулярно прати й зберігати на території підприємства; один раз на рік проходити обов'язковий медичний огляд.

На робочому місці регулювальника існує небезпека враження електричним струмом, що згубно може подіяти на організм і навіть призвести до смерті виконавця робіт. Дія струму на людський організм залежить від сили струму, напруги, частоти, подовженості впливу, шляху проходження по організму та індивідуальних властивостей людського організму.

На робочому місці має бути обладнана вентиляційна витяжка, яка допомагає, витягувати залишки повітряного свинцю в області проведеної роботи не більше - 0.01 мг/м³.

У зв'язку з виконанням значної кількості паяльних робіт вручну з використанням паяльника, виникає потреба у застосуванні ефективних методів профілактики професійних захворювань. Після завершення роботи рекомендується використовувати спеціальний одновідсотковий розчин оцтової кислоти для споліскування рук. Це допоможе знизити можливість виникнення шкірних проблем та інших негативних наслідків.

Крім того, важливо регулярно мити руки гарячою водою та милом для забезпечення додаткової гігієни. Цей процес допоможе видалити залишки паяльного флюсу та інших забруднень зі шкіри рук. Для загального підтримання здоров'я рекомендується полоскати рот та чистити зуби. Це допоможе зменшити ризик утворення карієсу та інших проблем з порожниною рота, які можуть бути пов'язані зі специфікою паяльних робіт.

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Крім того, корисно приймати теплий душ після роботи. Це допоможе розслабити м'язи та зняти напругу, яка може накопичуватися під час тривалої паяльної роботи. Загальні рекомендації щодо гігієни та захисту здоров'я після паяльних робіт допоможуть забезпечити безпеку та благополуччя під час виконання цих завдань. Захистити себе від можливих професійних ризиків є важливим аспектом забезпечення довгострокової професійної діяльності.

Безпечним для життя є напруга, що не перебільшує 40 В.

Небезпека враження електричним струмом збільшується із зменшенням частоти й збільшенням часу дії струму.

Неухильне виконання та додержання правил вимог електробезпеки різко зменшує вірогідність електричного травматизму.

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

2.3 Висновки до розділу 2

В другому розділі описано різні етапи з безпеки життєдіяльності.

У підрозділі з безпеки в надзвичайних ситуаціях було проведено аналіз заходів організаційно-технічного характеру щодо протипожежного захисту на виробництві пристрою для визначення місцезнаходження віддалених об'єктів. Дані заходи ретельно вивчалися з метою забезпечення безпеки та ефективного функціонування даного пристрою.

Описані основні правила та вимоги, що стосуються використання даного приладу, були розроблені з метою забезпечення безпечної та ефективної роботи персоналу. Ці вимоги охоплюють правильну установку, використання та обслуговування пристрою, а також дотримання необхідних заходів безпеки під час його роботи.

Окрім того, було розглянуто принципи дії у разі несправності пристрою. Розроблено процедури та інструкції, що описують дії персоналу у випадку виникнення проблем або відмови пристрою. Ці заходи мають на меті мінімізувати можливі наслідки та ризики та забезпечити швидке та ефективне втручання для вирішення проблеми.

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Висновки

В даному дипломному проекті розроблено універсальний цифровий генератор сигналів. В даному дипломному проекті розроблена структурна схема, схема електрична принципова,. В проекті міститься опис роботи пристрою, приведення його основних параметрів .

Універсальний цифровий генератор сигналів розроблений в даному дипломному проекті не поступається по параметрах вітчизняним та закордонним аналогам. Такий генератор надійний у роботі і не потребує значних трудових затрат при його виготовленні та особливих навиків при налаштуванні. Під час розробки схеми електричної принципової для дипломного проекту були удосконалені знання і під час роботи з програмою Splan7.1 Отримано практичні навички по роботі з конструкторською документацією і технологічними кресленнями. Завдяки використанню мікроконтролера вдалося досягти ідеальної повторюваності конструкції, що значно полегшить вимоги при серійному виробництві.

Також завдяки контролеру вдалося досягти малих розмірів і зручного керування. Отже при серійному виробництві універсальний цифровий генератор сигналів, який розроблений в дипломному проекті, може створити конкуренцію закордонним та вітчизняним аналогам на ринку України та за її межами.

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Список використання джерел

1. ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 «Єдина система конструкторської документації. Правила виконання електричних схем (ГОСТ 2.702-2011, IDT)
2. ДСТУ 2646-94. Плати друковані. Терміни та визначення.
3. ДСТУ 3334-96. Плати друковані. Загальні вимоги до технологічних процесів регенерації, знешкодження та утилізації розчинів.
4. Елементна база радіоелектронної апаратури: Пасивні радіокомпоненти В 4 ч. Ч.1. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В.О.Піддубний, І.О.Товкач. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,05 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 98 с
5. Конструювання радіоелектронних засобів телекомунікаційних систем: Навч. посіб. для студ. приладобудів. профілю / С. Т. Барась, Р. Ф. Лободзінська, О. О. Лазарев; Вінниц. нац. техн. ун-т. - Вінниця : ВНТУ, 2004. - 82 с.
6. Основи охорони праці. / Під ред. Ткачука К.Н., Халімовського Н.О. – К.: Основа, 2006. 448 с.
7. Охорона праці. / За ред. В.П.Кучерявого. – Львів: Оріяна – Нова, 2007. 368 с.
8. Офіційний сайт Altium Designer: веб-сайт. URL: www.altium.com
9. 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 Пулія, 2021. 72с.
10. Желібо Є.П., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності. Підручник. – К.: Каравела, 2009.

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

ДОДАТКИ

					<i>ВНБ.2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		68

Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки				
<u>Конденсатори</u>							
C1	MF-25 470мкФ×16В ±10% ОЖО.464.214 ТУ	1					
C2	MF-25 10мкФ×16В ±10% ОЖО.464.214 ТУ	1					
C3,C4	SMD 0805 – 0,1 мкФ 50В ±20%	2					
C5-C7	MF-25 10мкФ×16В ±10% ОЖО.464.214 ТУ	3					
C8	MF-25 47мкФ×16В ±10% ОЖО.464.214 ТУ	1					
C9	MF-25 10мкФ×16В ±10% ОЖО.464.214 ТУ	1					
C10	SMD 0805 – 33 нФ×50 В ±20%	1					
C11	SMD 0805 – 22 нФ×50 В ±20%	1					
C12	SMD 0805 – 0,1 мкФ×50 В ±20%	1					
C13	SMD 0805 – 0,47 мкФ×50 В ±20%	1					
C14,C15	MF-25 10мкФ×16В ±10% ОЖО.464.214 ТУ	2					
C16	SMD 0805 – 0,1 мкФ×50 В ±20%	1					
<u>Мікросхеми</u>							
DA1	LF412	1					
DA2	LM317T	1					
DA3	LTC1044	1					
DD1	ATMEGA48	1					
HG1	Індикатор LM016	1					
<u>Резистори СП4-2 ОЖО.467.081.ТУ</u>							
<u>Р1-8МП ОЖО.467.164 ТУ</u>							
R1	Р1-8МП-0,125– 5 кОм ±5 %	1					
R2	Р1-8МП-0,125– 10 Ом ±5 %	1					
R3- R5	Р1-8МП-0,125– 5 кОм ±5 %	3					
ВНБ 2.899.002 ПЕ							
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата			
Розробив					Літера	Лист	Листів
Перевірив					У	1	2
					ТНТУ, ФІТ каф. РТ гр. РАС-41		

