

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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем  
(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Радіоприймач ультракороткохвильовий 145,4...145,7 МГц

Виконав: студент 4 курсу, групи РАс-41

спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

\_\_\_\_\_  
(підпис) Сторож С. І.  
(прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис) Яськів В. І.  
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_  
(підпис) Марценюк А. С.  
(прізвище та ініціали)

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

Рецензент \_\_\_\_\_  
(підпис) Яворська Є. Б.  
(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2022

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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем

(повна назва кафедри)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

Дунець В.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«    »

2022 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

студенту Сторожу Сергію Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Радіоприймач ультракороткохвильовий 145,4...145,7 МГц

Керівник роботи Яськів Володимир Іванович, д.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 27 » 05 2022 року № 4/7-445.

2. Термін подання студентом завершеної роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи напруга живлення пристрою +9 В; середній струм споживання 50 мА; робочий діапазон частот 145,4...145,7 МГц; вхідний опір 75 Ом; чутливість 5 мкВ; вихідна потужність 0,5 Вт; проміжна частота 6,5 МГц; діапазон робочих температур -20...+50 °С

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

1. Анотація

2. Вступ

3. Основна частина

4. Спеціальна частина (САПР)

5. Охорона праці та безпека життєдіяльності

6. Висновки

7. Список використаних джерел

8. Додатки

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

1. Схема структурна

2. Схема електрична принципова

3. Креслення друкованої плати

4. Складальне креслення друкованого вузла



## АНОТАЦІЯ

Радіоприймач ультракороткохвильовий 145,4...145,7 МГц.  
Кваліфікаційна робота бакалавра // ТНТУ, факультет ФПТ, група РАС-41 // Тернопіль, 2022 р. // с.-57, рис.-16, табл.-5, формул-17, додат.-3.

Ключові слова: РАДІОПРИЙМАЧ УЛЬТРАКОРОТКОХВИЛЬОВИЙ, СХЕМА СТРУКТУРНА, СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА, ВУЗОЛ ДРУКОВАНИЙ, ПЛАТА ДРУКОВАНА.

В кваліфікаційній роботі розроблено конструкцію радіоприймача ультракороткохвильового 145,4...145,7 МГц, у процесі роботи було проведено аналіз сучасної елементної бази, розглянуто основні принципи конструювання радіопристроїв, описано принцип роботи пристрою на рівні електричної принципової схеми, описано і обґрунтовано вибір конструкції і конструктивних матеріалів виробу, розраховано надійність проектного виробу.

Графічна частина становить 4 листи. Структурна схема та схема електрична принципова на форматах А3, креслення плати друкованої та вузла друкованого на форматах А2. В додатках подано специфікацію на складальне креслення друкованого вузла і перелік елементів до схеми електричної принципової.

## ANNOTATION

Ultra-shortwave radio receiver 145.4... 145.7 MHz. Qualifying work of a bachelor // TNTU, FPT, group RAs-41 // Ternopil, 2022 // p.-57, fig.-16, table-5, formulas-17, appendices-3.

Keywords: ULTRA-SHORT-WAVE RADIO RECEIVER, STRUCTURAL SCHEME, ELECTRIC PRINCIPLE SCHEME, PRINTED UNIT, PRINTED CIRCUIT BOARD.

In the qualification work was developed the design of the ultra-shortwave radio receiver 145.4... 145.7 MHz, carried out the analysis of modern element base, considered the basic principles of radio devices design, described the principle of operation of the device at the level of the electric schematic diagram, described and substantiated the choice of a design and constructive materials of a product and reliability of the designed product is calculated.

The graphic part contains 4 letters. Block diagram and electrical circuit diagram on A3 formats, drawings of the printed circuit board and printed unit on A2 formats. The appendices provide a specification for the assembly drawing of the printed circuit board and a list of elements to the electrical principle scheme.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
Розділ 1 ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Аналіз технічного завдання .....	8
1.2 Розробка структурної схеми радіоприймача.....	9
1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми радіоприймача .....	10
1.3.1 Розрахунок надійності проектованого радіоприймача .....	11
1.3.2 Конструктивний розрахунок друкованого монтажу .....	14
1.3.3 Електричний розрахунок наскрізної смуги пропускання радіоприймача .....	23
1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази .....	26
1.5 Компонування друкованого вузла та конструкції радіоприймача.....	40
1.6 Висновок до розділу 1 .....	44
Розділ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА (САПР) .....	45
2.1 Переваги використання САПР.....	45
2.2 Застосування САПР у процесі проектування радіоприймача .....	45
2.3 Висновок до розділу 2 .....	47
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.....	48
3.1 Долікарська допомога при ураженні електричним струмом.....	48
3.2 Заходи щодо захисту від ураження електричним струмом в цеху, на дільниці .....	50
3.3 Висновок до розділу 3 .....	53
ВИСНОВКИ.....	54
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	55
ДОДАТКИ.....	57

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Сторож С. І.</i>				<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Яськів В. І.</i>					6	57
<i>Реценз.</i>					<i>ТНТУ, ФПТ, каф. РТ РАС-41</i>		
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>							
					<i>Радіоприймач ультракороткохвильовий 145,4...145,7МГц Пояснювальна записка</i>		

## ВСТУП

Радіоприймачі – це одні із найпоширеніших радіотехнічних пристроїв, вони мають величезне значення в економічному та соціальному житті людей. Радіозв'язок є неможливим без радіоприймача та радіопередавача.

Радіоприймальні пристрої є важливими елементами в будь-яких системах, які використовуються для безпроводного отримання інформації за допомогою радіохвиль, наприклад системи радіозв'язку, радіомовлення, телебачення, радіокерування.

Перспективними напрямками у розвитку радіоприладобудування є застосування мініатюризації на основі інтегральних мікросхем, використання елементів виконаних по технології поверхневого монтажу, що відповідно полегшують використання автоматизованих та автоматичних процесів виробництва, використання наукових розробок для підвищення якості та надійності радіоелектронної апаратури. Використання автоматизації дозволяє поліпшити показники радіоелектронних пристроїв, скоротити термін виготовлення. Автоматизація проектування сильно скорочує термін розробки апаратури, дозволяє уникнути великої кількості помилок, які можуть бути виявлені при налагодженні дослідного зразка.

У схемі даного радіоприймального пристрою використовується елементна база на компонентах з поверхневим монтажем. Використання SMD компонентів дозволяє зменшити кількість технологічних операцій, зменшує вартість виробу, такі елементи менші звичайних, тому плата стає більш компактною і має меншу масу, також такі радіоелементи можна встановлювати з обох сторін плати, що збільшує густину монтажу.

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
						7
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## Розділ 1 ОСНОВНА ЧАСТИНА

### 1.1 Аналіз технічного завдання

Областю застосування даного пристрою є переносний радіозв'язок. Пристрій розроблений для приймання певного діапазону частот сигналів аматорського радіозв'язку в первинному діапазоні 144 МГц.

Провівши аналіз ТЗ можна зробити такі висновки. Оскільки пристрій проектується як переносний, тому потрібно забезпечити такі технічні вимоги, як невелика маса і габаритні розміри, зручність процесу перенесення та експлуатації приладу. Також це вимагає від конструкції приладу вібростійкості і ударостійкості.

Оскільки пристрій є переносним, це диктує певні умови експлуатації, які визначаються впливом зовнішнього середовища. Пристрій повинен витримувати перепади температур від  $-20$  до  $+45^{\circ}\text{C}$ , працювати при відносній вологості повітря до 80%. Радіоприймач не призначений для використання під прямою дією атмосферних опадів і у таких випадках повинен експлуатуватися під навісом.

Технічні характеристики проєктованого радіоприймача згідно із заданим технічним завданням:

- діапазон робочих частот, МГц ..... 145,4 — 145,7;
- напруга джерела живлення, В ..... 9;
- середній споживаний струм, мА ..... 50;
- чутливість, мкВ ..... 5;
- вихідна потужність, Вт ..... 0,5;
- проміжна частота, МГц ..... 6,5;
- полоса пропускання по РЧ, кГц ..... 300;
- полоса пропускання по ПЧ, кГц ..... 50.

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 1.2 Розробка структурної схеми радіоприймача

Схема структурна радіоприймача наведена у додатках.

Головне призначення структурної схеми, це відобразити загальну структуру пристрою, його блоків та вузлів.

Розроблюваний радіоприймач призначений для приймання сигналів частотної модуляції та виконаний за супергетеродинною схемою з однократним перетворенням проміжної частоти.

Радіоприймач складається з таких основних блоків:

- вхідне коло є широкосмуговим та не перелаштовується, елементи кола розраховані для приймання діапазону в межах 145,4 — 145,7 МГц;
- підсилювач радіочастоти виконаний на одному польовому транзисторі;
- змішувач побудований на мікросхемі призначений для перетворення частоти вхідного сигналу у ПЧ 6,5 МГц;
- генератор плавного діапазону виконаний на одній мікросхемі разом із змішувачем. Частота генератора регулюється за допомогою ємності варикапа, яка у свою чергу виставляється за допомогою змінного резистора;
- фільтр ПЧ для селекції сигналу проміжної частоти;
- частотний детектор та попередній підсилювач виконані на одній мікросхемі;
- кінцевий підсилювач звукової частоти виконаний на окремій мікросхемі та регулятор гучності виконаний за допомогою змінного резистора;
- динамічна головка для відтворення прийнятого сигналу.

Отже, сигнал, що приймається за допомогою антени, виділяється на вхідному колі та підсилюється на підсилювачі радіочастоти, після чого

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

сигнал надходить на змішувач для перетворення у проміжну частоту. Опорна частота змішувача задається за допомогою генератора плавного діапазону, який перелаштовується ємністю варикапа, яка регулюється змінним резистором. Після змішувача отриманий сигнал проміжної частоти фільтрується та попадає на частотний детектор з попереднім підсиленням, де сигнал демодулюється. З виходу детектора сигнал попадає на змінний резистор, який є регулятором гучності. Після регулятора сигнал відтворюється у динамічній головці.

### 1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми радіоприймача

Схема електрична принципова радіоприймача наведена у додатках.

Даний радіоприймач розроблений для приймання сигналів частотної модуляції у діапазоні аматорського радіозв'язку 144 МГц.

Сигнал, що приймається, попадає до антени WA1 та через конденсатор C1 переходить на коливальний контур L1C4, що підключений до першого затвору транзистора VT1, що виконує функції ПРЧ. До другого затвору підключений підстроювальний резистор R1, яким можливо змінювати напругу зміщення на другому затворі польового транзистора і відповідно можливо регулювати підсилення ПРЧ. Частково підключений до стоку транзистора контур L2C6 відіграє роль навантаження підсилювача радіочастоти.

З частини котушок L2 сигнал радіочастоти переходить на змішувач, виконаний на мікросхемі DA1. На цій ж мікросхемі зібраний ГПД. Його частото задавальний контур L3C7 перестроюється варикапом VD2 в частотах 139,2 — 139,9 МГц. Коливання ПЧ 6,5 МГц виділяються контуром L4C16. Вибрана проміжна частота визначається мікросхемою DA2. Мікросхема DA2 представляє собою попередній підсилювач, підсилювач проміжної частоти звуку та демодулятор.

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

З виходу мікросхеми DA2 напруга сигналу через регулятор гучності побудований на резисторі R7 переходить на кінцевий підсилювач DA3. Вихід мікросхеми DA3 через електролітичний конденсатор C31 підключений до динамічної головки BA1.

Налаштування радіоприймача на необхідну частоту відбувається за допомогою змінного резистора R5.

Працює схема від напруги живлення +9В, перед виводом живлення мікросхеми DA1 встановлений стабілітрон VD2 з напругою стабілізації 5,6В.

Антенa WA1 радіоприймача виконана у вигляді телескопічної антени з максимальною довжиною 36,5 см.

### 1.3.1 Розрахунок надійності проектованого радіоприймача

В процесі проектування виробу важливе завдання становить визначення параметрів надійності пристрою, що повинен бути виготовлений.

Надійність є дуже важливим показником пристрою і означає можливість об'єкта не втрачати власні параметри, які охарактеризовують його можливість виконання поставлених завдань, у певних встановлених межах протягом деякого часу.

Чим меншим є даний параметр, тим більші партії приладу потрібно буде виготовляти, а це призводить до величезних перевитрат матеріалу, неможливості виконання поставлених завдань і відповідно до великих економічних витрат та низької оптимізації процесу виготовлення, що є неприпустимим.

До основних показників надійності відносять такі: безвідмовність, довговічність, ймовірність роботи без відмови, середнє напрацювання до відмови, інтенсивність відмов, строк служби приладу, середній ресурс і т.д.

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Розрахунок надійності проводиться за допомогою програми NAD\_Release. Список елементів приладу вказаний у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Вихідні дані для розрахунку надійності

№	Назва групи елементів	К-сть, шт.	$K_{попр}$	$I_{відм} \cdot 1e^{-6}$ , од./год.	$K-сть \cdot K_{попр} \cdot$ $I_{відм} \cdot 1e^{-6}$
1	2	3	4	5	6
1	Головки динамічні	1	1	6,5	6,5
2	Конденсатори підстроювальні керамічні	2	0,1	2,5	0,5
3	Конденсатори електrolітичні	4	0,4	2,4	3,84
4	Конденсатори керамічні	24	0,1	1,4	3,36
5	Напівпровідникові інтегральні мікросхеми	3	1	0,03	0,09
6	Котушки індуктивності	5	0,1	0,5	0,25
7	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
8	Пайки	149	1	0,02	2,98
9	Провідники та пайки навісні	22	1	0,02	0,44
10	Гніздо (на один контакт)	2	1	0,02	0,04
11	Анени телескопічні	1	1	0,36	0,36
12	Резистори постійні 0.25 Вт	9	0,42	0,8	3,02
13	Резистори недротяні змінні	2	0,42	5	4,2
14	Резистори підстроювальні	1	1	5	5
15	Транзистор польовий	1	0,35	1,7	0,59
16	Варикапи	1	1	5	5
17	Стабілітрони малої потужності	1	0,81	4,5	3,64

Коефіцієнти для розрахунку параметрів надійності:

- коефіцієнт механічної дії ..... 1,32;
- коефіцієнт впливу вологи і температури ..... 1,5;
- коефіцієнт атмосферної дії ..... 1,1.

У результаті обчислень отримую:

- інтенсивність відмови, од./год.....  $8.69545e^{-6}$ ;
- середнє напрацювання перед відмовою, год. .... 11500,3.

Розрахунок імовірності роботи без відмови  $P(t)$ :

$t_1 = 10$ год.	$P(t_1) = 0.999131$
$t_2 = 100$ год.	$P(t_2) = 0.991342$
$t_3 = 1000$ год.	$P(t_3) = 0.916719$
$t_4 = 10000$ год.	$P(t_4) = 0.419142$
$t_5 = 100000$ год.	$P(t_5) = 0.000167$

На рисунку 1.1 зображений графік, що показує імовірність роботи без відмови в залежності від часу роботи. Відповідно до розрахованих значень середня наробка до відмови становить 11500,3 годин і це означає, що надійність виробу є достатньою.

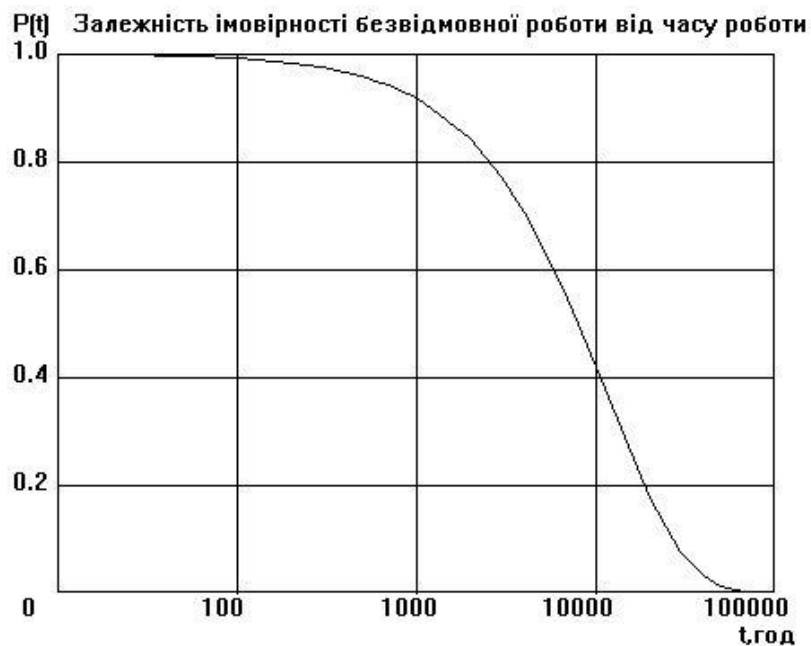


Рисунок 1.1 – Графік залежності імовірності роботи без відмови до часу

### 1.3.2 Конструктивний розрахунок друкованого монтажу

До основних задач при проведенні розрахунку монтажу ДП входить визначення класів точності ДП, спосіб її виготовлення, визначення мінімальної ширини провідника, діаметрів отворів для монтажу, розрахунок найменшої відстані між доріжкою та площадкою, сусідніми доріжками, сусідніми контактними площадками.

Точність плати друкованої залежить від комплексу різних технічних параметрів і за допомогою неї визначаються характеристики елементів ДП. В основному від цього залежать характеристики мінімальної ширини доріжок і відстані між доріжками та площадками. Визначено 5 класів для точності ДП.

Для виготовлення ДП вибираю хімічний спосіб та третій клас точності.

Визначаю найменшу ширину доріжки за постійним струмом:

$$b_{min1} = \frac{I_{max}}{j_{доп} \cdot t} ; \quad (1.1)$$

де:  $I_{max}$  – найбільший струм, що може протікати у доріжках (з аналізу схеми), А;

$j_{доп}$  – дозволена щільність струму, вибираю залежно від способу виготовлення ДП за таблицею 1.2, А/мм<sup>2</sup>;

$t$  – товщина друкованої доріжки, мм.

$$b_{min} = \frac{0,1}{20 \cdot 0,035} = 0,15 \text{ (мм)}.$$

Визначення мінімальної ширини друкованої доріжки залежно від

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

дозволеного рівня падіння напруги:

$$b_{min2} = \frac{\rho \cdot I_{max} \cdot l}{t \cdot U_{доп}} ; \quad (1.2)$$

де:  $\rho$  – опір питомий (табл. 1.2), Ом\*мм<sup>2</sup> / м;

$L$  – довгота доріжки, м;

$U_{доп}$  – дозволений рівень падіння напруги (з аналізу електричної схеми), В.

$$b_{min2} = \frac{0,050 \cdot 0,1 \cdot 0,15}{0,25 \cdot 0,035} = 0,09 \text{ (мм)}.$$

Діаметр отвору для монтування ЕРЕ  $d$  визначається:

$$d = d_E + |\Delta d_{H.B.}| + r ; \quad (1.3)$$

де:  $d_E$  – найбільший діаметр виводів ЕРЕ, що встановлюються, мм;

$\Delta d_{H.B.}$  – неточність величини отвору для встановлення ЕРЕ (з таблиці 1.3), мм;

$r$  – різниця між найменшим розміром отвору та найбільшим діаметром виводу ЕРЕ (слід вибирати в межах від 0,1 до 0,4 мм).

Для перемичок, які з'єднують ДП із елементами розміщеними на корпусі, 1мм:

$$d_1 = 1 + 0,05 + 0,1 = 1,15 \text{ (мм)}.$$

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Відповідно до номінального ряду значень вибираю  $d_1$  рівним 1,2 мм.

Для котушок індуктивності L1-L3, L5 ( $d_E = 0,7$  мм):

$$d_2 = 0,7 + 0,05 + 0,1 = 0,9 \text{ (мм)}.$$

У відповідності за номінальним рядом вибирається діаметр отворів рівний 0,9 мм.

Для мікросхем DA1-DA3 ( $d_E = 0,5$  мм):

$$d_3 = 0,5 + 0,05 + 0,1 = 0,7 \text{ (мм)}.$$

За рядом номінальних значень вибираю  $d_3$  рівним 0,7 мм.

Таблиця 1.2 – Дозволена щільність струму залежно від способу створення ДП

Метод виготовлення	Товщина фольги, мкм	Допустима густина струму, А/мм <sup>2</sup>	Питомий опір, $\rho$ , Ом·мм <sup>2</sup> /м
Хімічний: Внутрішні шари БДП, зовнішні шари ОДП, ДДП	20,35,50	15	0,050
	20,35,50	20	
Комбінований позитивний	20	75	0,0175
	35	48	
	50	38	
Електрохімічний	-	25	0,050

Для котушки індуктивності L4 із виводами діаметру 0,15 мм:



$$d_2 = 0,15 + 0,05 + 0,1 = 0,3 \text{ (мм)}.$$

Відповідно за стандартним рядом значень вибирається  $d_2$  рівним 0,4 мм. Розрахування контактних площин:

Мінімальний розмір контактних площин для одно-, дво- і внутрішніх шарів багатосторонніх ДП:

$$D_{min} = D_{1min} + 1,5 h_{\Phi} ; \quad (1.4)$$

де:  $h_{\Phi}$  – товщина фольги, мм;

$D_{1min}$  – ефективний найменший діаметр площадки, який знаходиться за формулою:

$$D_{1min} = 2 \cdot (b_M + \frac{d_{max}}{2} + \delta d + \delta p) ; \quad (1.5)$$

де:  $b_M$  – дистанція між краєм просверленої діри і краєм контактної площини (з табл. 1.3), мм;

$\delta d$  – дозволена похибка розташування отворів на ДП (знаходиться за табл. 1.3), мм;

$\delta p$  – дозволена похибка на розміщення контактних площин на ДП (табл. 1.3), мм;

$d_{max}$  – найбільший розмір пробуреного отвору, мм.

Найбільший розмір пробуреного отвору:

$$d_{max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15); \quad (1.6)$$

де:  $\Delta d$  – дозволена похибка свердлення, мм.

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Таблиця 1.3 – Похибки для отворів і контактних площин

Параметри	Клас точності ДП		
	1	2	3
Мінімальне значення номінальної ширини провідника $b$ , мм	0,60	0,45	0,25
Номінальна відстань між провідниками $s$ , мм	0,60	0,45	0,25
Відношення діаметра отвору до товщини плати $\gamma$	$\geq 0,50$	$\geq 0,50$	$\geq 0,33$
Допуск на отвір $\Delta d$ , мм, без металізації, $\varnothing \leq 1$ мм	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$	$\pm 0,05$
Теж саме, $\varnothing > 1$ мм.	$\pm 0,15$	$\pm 0,15$	$\pm 0,10$
Допуск на отвір $\Delta d$ , мм, з металізацією, $\varnothing \leq 1$ мм	+ 0,10 - 0,15	+ 0,10 - 0,15	+ 0,05 - 0,10
Теж саме, $\varnothing > 1$ мм.	+ 0,15 - 0,20	+ 0,15 - 0,20	+ 0,10 - 0,15
Допуск на ширину провідника $\Delta b$ , мм, без покриття	$\pm 0,15$	$\pm 0,10$	+ 0,03 0,05
Теж саме, з покриттям	+ 0,25 - 0,20	+ 0,15 - 0,10	+ 0,10 - 0,08
Допуск на розташування отворів $\delta d$ , мм, при розмірі плати менше 180 мм	0,20	0,15	0,08
Теж саме, при розмірі плати від 180 до 360 мм	0,25	0,20	0,10
Теж саме, при розмірі плати більше 360 мм	0,30	0,25	0,15
Допуск на розташування контактних площадок $\delta r$ , мм, на ОДП і ДДП при розмірі плати менше 180 мм	0,35	0,25	0,20
Теж саме, при розмірі плати від 180 до 360 мм	0,40	0,30	0,25
Теж саме, при розмірі плати більше 360 мм	0,45	0,35	0,30
Допуск на підтравлення діелектрика БДП $\Delta d_{TP}$ , мм	0,03	0,03	0,03
Допуск на розташування контактних площадок $\delta r$ , мм, на БДП при розмірі плати менше 180 мм	0,40	0,35	0,30
Теж саме, при розмірі плати від 180 до 360 мм	0,50	0,45	0,40
Теж саме, при розмірі плати більше 360 мм	0,55	0,50	0,45
Допуск на розташування провідників на ОДП і ДДП, $\delta r$ , мм	0,15	0,10	0,05
Теж саме, на БДП	0,20	0,12	0,07
Відстань від краю просверленого отвору до краю контактної площадки $b$	0,06	0,045	0,035

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ССІ 2.000.001 ПЗ

Арк.

18

Найменший діаметр контактної площини для  $d_1 = 1,2$  мм :

$$d_{max1} = 1,2 + 0,1 + 0,12 = 1,42 \text{ (мм)};$$

$$D_{1min1} = 2 \cdot \left( 0,025 + \frac{1,42}{2} + 0,05 + 0,15 \right) = 1,87 \text{ (мм)};$$

$$D_{min1} = 1,87 + 1,5 \cdot 0,035 = 1,93 \text{ (мм)}.$$

Для  $d_2 = 0,9$  мм:

$$d_{max2} = 0,9 + 0,05 + 0,12 = 1,07 \text{ (мм)};$$

$$D_{1min2} = 2 \cdot \left( 0,025 + \frac{1,07}{2} + 0,05 + 0,15 \right) = 1,52 \text{ (мм)};$$

$$D_{min2} = 1,52 + 1,5 \cdot 0,035 = 1,58 \text{ (мм)}.$$

Для  $d_3 = 0,7$  мм:

$$d_{max3} = 0,7 + 0,05 + 0,12 = 0,87 \text{ (мм)};$$

$$D_{1min3} = 2 \cdot \left( 0,025 + \frac{0,87}{2} + 0,05 + 0,15 \right) = 1,32 \text{ (мм)};$$

$$D_{min3} = 1,32 + 1,5 \cdot 0,035 = 1,38 \text{ (мм)}.$$

Для  $d_4 = 0,4$  мм:

$$d_{max4} = 0,4 + 0,05 + 0,12 = 0,57 \text{ (мм)};$$

$$D_{1min4} = 2 \cdot \left( 0,025 + \frac{0,57}{2} + 0,05 + 0,15 \right) = 1,02 \text{ (мм)};$$

$$D_{min4} = 1,02 + 1,5 \cdot 0,035 = 1,08 \text{ (мм)}.$$

Найбільший розмір контактної площини:

$$D_{max} = D_{min} + (0,02 \dots 0,06). \quad (1.7)$$

Найбільший розмір контактної площини для  $d_1 = 1,2$  мм:

$$D_{max1} = 1,93 + 0,02 = 1,95 \text{ (мм)}.$$

Для  $d_2 = 0,9$  мм:

$$D_{max2} = 1,58 + 0,02 = 1,60 \text{ (мм)}.$$

Для  $d_3 = 0,7$  мм:

$$D_{max3} = 1,38 + 0,02 = 1,40 \text{ (мм)}.$$

Для  $d_4 = 0,4$  мм:

$$D_{max4} = 1,08 + 0,02 = 1,10 \text{ (мм)}.$$

Визначення величини друкованих доріжок:

Найменша ширина доріжок для ОДП, ДДП і внутрішніх шарів БДП:

$$b_{min} = b_{1min} + 1,5 h_{\Phi}; \quad (1.8)$$

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

де:  $b_{1min}$  – найменша ефективна ширина доріжки для ОДП, мм.

$$b_{min} = 0,25 + 1,5 \cdot 0,035 = 0,31 \text{ (мм)}.$$

Найбільша ширина доріжок:

$$b_{max} = b_{min} + (0,02 \dots 0,06); \quad (1.9)$$

$$b_{max} = 0,31 + 0,04 = 0,35 \text{ (мм)}.$$

Визначення мінімальної дистанції між різними елементами плати:

Мінімальна віддаленість між доріжкою і площадкою:

$$S_{1min} = L_0 - \left( \frac{D_{max}}{2} + \delta p \right) + \left( \frac{d_{max}}{2} + \delta l \right); \quad (1.10)$$

де:  $L_0$  – дистанція від центру одного елемента до центру іншого, мм;

$\delta l$  – дозволена похибка на розміщення провідників (з табл. 1.3), мм.

$$S_{1min} = 2 - \left( \frac{1,60}{2} + 0,15 \right) + \left( \frac{1,07}{2} + 0,03 \right) = 0,485 \text{ (мм)}.$$

Найменша віддаль між різними контактними площинами:

$$S_{2min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta p), \quad (1.11)$$

$$S_{2min} = 2 - (1,95 + 2 \cdot 0,15) = -0,25 \text{ (мм)}.$$

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найменша дистанція між сусідніми провідними доріжками:

$$S_{3min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta l), \quad (1.12)$$

$$S_{3min} = 2 - (1,95 + 2 \cdot 0,03) = -0,01 \text{ (мм)}.$$

Висновок: в результаті конструктивного розрахунку монтажу ДП були отримані такі параметри:

- найменша ширина друкованої доріжки по постійному струмі  $b_{min1}$ , мм ..... 0,15;
- найменша ширина друкованої доріжки в залежності від дозволеного рівня падіння напруги  $b_{min2}$ , мм ..... 0,09;
- розраховані діаметри отворів для встановлення ЕРЕ:
  - $d_1$ , мм ..... 1,2;
  - $d_2$ , мм ..... 0,9;
  - $d_3$ , мм ..... 0,7;
  - $d_4$ , мм ..... 0,4;
- найменший та найбільший діаметри контактних площин:
  - для  $d_1$   $D_{min1}$ , мм ..... 1,93-1,95;
  - для  $d_2$   $D_{min2}$ , мм ..... 1,58-1,60;
  - для  $d_3$   $D_{min3}$ , мм ..... 1,38-1,40;
  - для  $d_4$   $D_{min1}$ , мм ..... 1,08-1,10;
- найменша ширина доріжки  $b_{min}$ , мм ..... 0,31;
- найбільша ширина доріжки  $b_{max}$ , мм ..... 0,35;
- найменша розрахована дистанція між доріжкою і контактною площиною  $S_{1min}$ , мм ..... 0,485;
- найменша порохована дистанція між сусідніми контактними площинами  $S_{2min}$ , мм ..... -0,25;
- мінімальна віддаль між сусідніми доріжками  $S_{3min}$ , мм ..... - 0,01;

Значення у формулах 1.11 та 1.12 є від'ємними, це означає що контактні площадки та провідники можуть перекриватися, тому у вузьких місцях контактні площадки потрібно робити овальної форми.

### 1.3.3 Електричний розрахунок наскрізної смуги пропускання радіоприймача

Смуга пропускання лінійного тракту приймача  $\Pi$  розраховується як сума ширини спектра сигналів  $\Delta f_c$ , доплерівського зсуву частоти  $\Delta f_\delta$  і нестабільності частоти налаштування вузлів приймально-передавального тракту  $\Delta f_H$ . Смуга пропускання лінійного тракту приймача  $\Pi$  визначається за формулою:

$$\Pi = \Delta f_c + g\Delta f_\delta + \Delta f_H; \quad (1.13)$$

де:  $\Delta f_c$  – ширина спектру сигналу, Гц;

$\Delta f_\delta$  – доплерівський зсув частоти, Гц;

$\Delta f_H$  – нестабільність частот налаштування вузлів приймально-передавального тракту.

Смуга сигналу  $\Delta f_c$  визначається видом сигналу і характером його модуляції. Приклади оцінки  $\Delta f_c$  для деяких видів випромінювання наведені в таблиці 1.4.

При АМ ширина спектра сигналу  $\Delta f_c$  визначається тільки значенням верхньої частоти модуляції  $F_B$ . При ЧМ слід також враховувати індекс модуляції  $m_c$ . При ЧМ стереомовленні комплексний сигнал з пілот-тоном має значення частоти підносійної  $F_{ПН} = 38$  кГц, для сигналу з полярною модуляцією  $F_{ПН} = 31,25$  кГц. Для цифрових даних враховуються параметри:  $a = (3...5)$  - число гармонік сигналу, достатнє для збереження його форми;  $B$  - швидкість передачі інформації в бодах (біт/с),

$\Delta f_d$  – відхилення частоти від середньої під час маніпуляції. Приблизна оцінка смуги частот лінійного тракту, яку займає імпульсний сигнал РЛС, проводиться або з урахуванням його тривалості  $\tau$  (в приймачах виявлення цілі), або за часом встановлення вихідного імпульсу приймача  $\tau_{вст}$ .

Таблиця 1.4 – Розрахункові формули ширини спектру сигналу в залежності від виду випромінювання

Вид модуляції	Розрахункова формула
Двосмугова АМ	$\Delta f_c = 2F_B$
Односмугова АМ	$\Delta f_c = F_B$
Частотна модуляція	$\Delta f_c \approx 2F_B (1 + m_{\text{ч}} + \sqrt{m_{\text{ч}}})$
ЧМ стереомовлення	$\Delta f_c \approx (2F_B + F_{\text{ПН}})(1 + m_{\text{ч}} + \sqrt{m_{\text{ч}}})$
Телеграфний сигнал з АМн	$\Delta f_c \approx (1 \dots 3) B$
Телеграфний сигнал з ЧМн	$\Delta f_c \approx 2\Delta f_d + a B$
Телеграфний сигнал з ФМн	$\Delta f_c \approx 1,5 a B$
Імпульсний сигнал	$\Delta f_c \approx (1 \dots 2) / \tau$ $\Delta f_c \approx 1 / \tau_{вст}$

Оскільки даний радіоприймач працює у діапазоні УКХ в якому використовується частотна модуляція ширина спектру сигналу буде визначатись за формулою:

$$\Delta f_c \approx 2F_B (1 + m_{\text{ч}} + \sqrt{m_{\text{ч}}}) ; \quad (1.14)$$

де:  $F_B$  – верхня частота діапазону, Гц;

$m_{\text{ч}}$  – індекс частотної модуляції,  $m_{\text{ч}} > 3,3$ .

Допплерівський зсув частоти визначається за формулою:

$$\Delta f_{\delta} \approx \Delta f_{\delta \max} = (f_{\max} + \Delta f_c) \cdot \left(\frac{v_r}{c}\right) ; \quad (1.15)$$



де:  $f_{max}$  – максимальна носійна частота сигналу, Гц;

$V_r$  – модуль максимальної радіальної швидкості зближення або віддалення передавача і приймача, м/с;

$c$  – швидкість ЕМХ, м/с;

У формулі 1.13 параметр  $g = 2$  для радіолокаційних приймачів,  $g = 1$  для інших бортових приймачів або передавачів при  $V_r \neq 0$ , або  $g = 0$  при  $V_r = 0$  для всіх інших радіоприймачів. Для даного радіоприймача вибирається параметр  $g = 0$ .

Для радіомовних приймачів нестабільності налаштування окремих вузлів підсумовуються середньоквадратично:

$$\Delta f_H \approx 2 \sqrt{\Delta f_{HЧ}^2 (\Delta f_{Г}^2 + \Delta f_{ППЧ}^2)}; \quad (1.16)$$

де:  $\Delta f_{HЧ}$  – випадковий характер абсолютної нестабільності частоти сигналу,  $\Delta f_{HЧ} = 1,1 \dots 1,2$ ;

$\Delta f_{Г}$  – параметр абсолютної нестабільності частоти гетеродину, Гц;

$\Delta f_{ППЧ}$  – абсолютна похибка налаштування на проміжну частоту, Гц.

Абсолютна похибка налаштування на проміжну частоту визначається за формулою:

$$\Delta f_{ППЧ} = (0,0003 \dots 0,003) f_{ПЧ}; \quad (1.17)$$

де:  $f_{ПЧ}$  – проміжна частота радіоприймача,  $f_{ПЧ} = 6,5 \text{ МГц}$ .

$$\Delta f_{ППЧ} = 0,003 \cdot 6500000 = 19,5 \text{ (кГц)};$$

$$\Delta f_H \approx 2 \sqrt{1,1^2 \cdot (13890^2 + 19500^2)} = 52,67 \text{ (кГц)};$$

$$\Delta f_c \approx 2 \cdot 300000 (1 + 4 + \sqrt{4}) = 4200 \text{ (кГц)};$$

$$\Pi = 4200 + 0 + 52,67 = 4252,67 \text{ (кГц)}.$$

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Розширення смуги пропускання понад 10...20% вимагає, як правило, застосування системи АПЧ. Оскільки розраховане розширення смуги менше 10% систему АПЧ можна не використовувати.

#### 1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази

Перелік вимог з огляду на який потрібно вибирати елементу базу:

- вартість і доступність елементів;
- маса та габарити;
- надійність елементів;
- рівень власних шумів;
- температурні режими роботи;
- критичні режими роботи елементів;
- відповідність номіналів та допусків на їх відхилення;
- здатність елементів виконувати їх завдання.

Оскільки неможливо забезпечити одночасне виконання усіх вимог, які виставляються до елементної бази пристрою, то вибір виконується в основному виходячи з доступності елементів, їх вартості та відповідності номіналів. Так як у схемі немає потужних елементів, які могли би нагріватися, вимоги до температурних режимів роботи є невеликими, а надійність вибраних елементів забезпечує достатній термін безвідмовної роботи. Використання елементів низької вартості впливає на рівень шумів та збільшує допуск на номінальне відхилення елементів. Для побудови коливальних контурів радіоприймача необхідно використовувати більш якісні та дорожчі конденсатори, котушки та варикапи з меншими допусками на розкид номінальних параметрів та з кращими ТКЄ та ТКІ.

У даній схемі радіоприймача використовуються неполярні керамічні конденсатори та полярні електролітичні конденсатори.

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

GRM31 – безвивідні керамічні неполярні SMD конденсатори загального використання. У схемі використовуються конденсатори GRM31 з різними типами діелектриків: с0g з кращим температурним коефіцієнтом ємності (C8-C11) та X7R з гіршим ТКЄ (C1-C3, C5, C12-C24, C28-C30).

Основні технічні параметри конденсаторів GRM31:

- робоча напруга, В .....В50;
- допуск на ємність, % ..... 10;
- робочі температури, °С .....-55...125;
- маса, г ..... 0,01.

Розміри GRM31 (див. рис. 1.2):

- L, мм ..... 3,2;
- W, мм ..... 1,6;
- T, мм ..... 1,6;
- e, мм ..... 0,8;
- g, мм ..... 1,5.

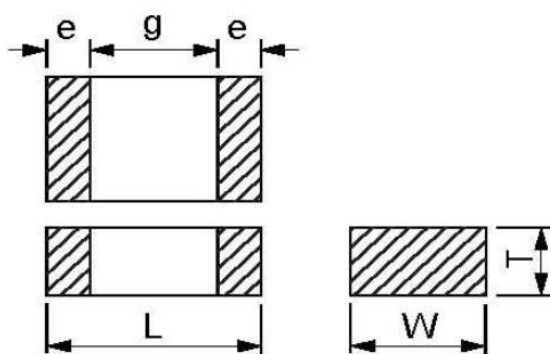


Рисунок 1.2 – Габаритні розміри керамічних конденсаторів GRM31

ESAP SMD – алюмінієві електролітичні SMD конденсатори (C25-C27, C31). Завдяки електрохімічному принципу роботи мають велику ємність.

Основні технічні параметри електролітичних конденсаторів ESAP SMD:

- робоча напруга, В ..... 16;
- допуск на ємність, % ..... 20;
- тангенс кута втрат, % ..... 0,16;
- стандартний ємнісний діапазон, мкФ ..... 1...1000;
- робочі температури, °С ..... -40...105;
- маса, г ..... 0,4.

Розміри конденсаторів ЕСАР SMD вказані у таблиці 1.5 та на рисунку 1.3.

Таблиця 1.5 – Розміри конденсаторів ЕСАР SMD

D, мм	L, мм	A, мм	B, мм	P, мм	W, мм
5	5,4	5,3	6,5	1,5	0,5~0,8
6,3	5,4 (7,7)	6,6	7,8	2,1	0,5~0,8
8	6,5 (10,5)	8,3	8,3	2,2 (3,1)	0,5~0,8 0,8~1,1

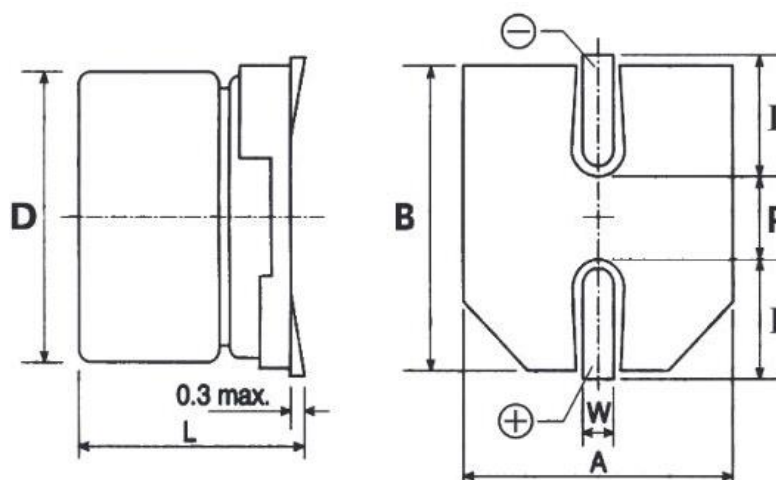


Рисунок 1.3 – Габаритні розміри електролітичних конденсаторів ЕСАР SMD

СТС038-10RSM – підстроювальний конденсатор в SMD виконанні (С4, С6). Ємність таких конденсаторів налаштовується при початковому чи

повторюваному регулюванні і не регулюється в процесі використання приладу користувачем. У схемі використовуються для точного налаштування ємності у коливальних контурах.

Технічні властивості конденсаторів CTC038-10RSM:

- робоча напруга, В ..... 50;
- допуск ємності, % ..... 10;
- мін. ємність, пФ ..... 1,8;
- макс. ємність, пФ ..... 10;
- ТКЄ ..... n750;
- робочі температури, °С ..... -30...85;
- маса, г ..... 1.

Габаритні розміри підстроювальних конденсаторів CTC038-10RSM вказані на рисунку 1.4.

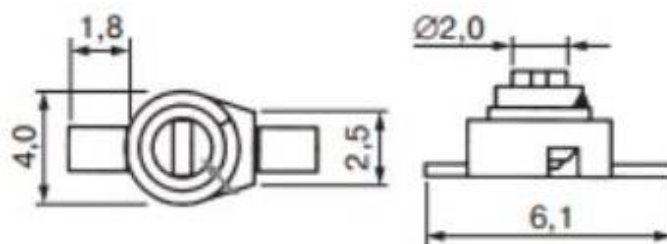


Рисунок 1.4 - Габаритні розміри підстроювальних конденсаторів CTC038-10RSM

TZB4Z250BV – підстроювальний конденсатор в SMD виконанні (С7).

Технічні параметри підстроювальних конденсаторів CTC038-10RSM:

- робоча напруга, В ..... 50;
- допуск ємності, % ..... 10;
- мін. ємність, пФ ..... 4;
- макс. ємність, пФ ..... 25;

- ТКЕ..... про;
- робочі температури, °С .....-30...85;
- маса, г ..... 0,15.

Розміри конденсатора TZB4Z250BB вказані на рисунку 1.5.

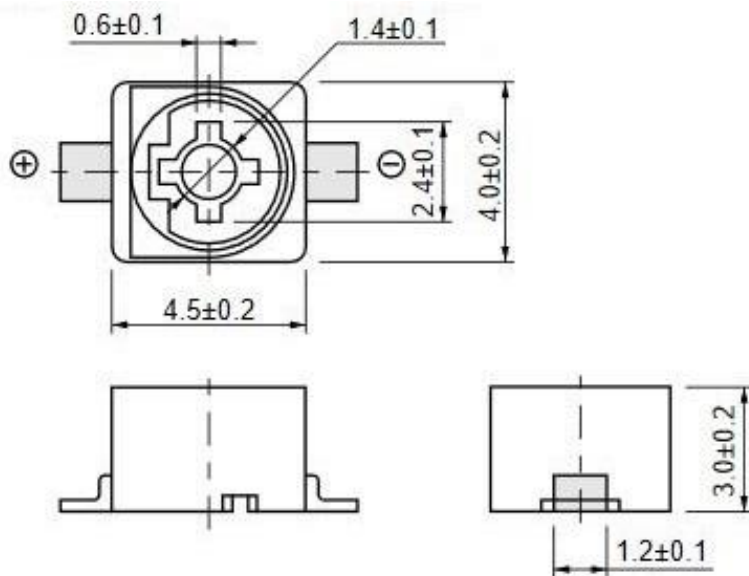


Рисунок 1.5 - Габаритні розміри підстроювальних конденсаторів TZB4Z250BB

RC1206 – тонкоплівкові резистори для поверхневого монтажу в стандартному корпусі 1206 (R2-R4, R6, R8-R13). Характеризуються великим діапазоном номіналів при використанні стандартних типорозмірів корпусів, мають дуже хороший температурний коефіцієнт опору, широкі значення розсіювальної потужності при малих габаритах завдяки хорошему тепловідводу.

Основні технічні параметри постійних резисторів RC1206:

- допуск номінального опору, %..... 5;
- потужність, Вт..... 0,25;
- макс. робоча напруга, В ..... 200;
- робочі температури, °С .....-55...125;
- маса, г ..... 0,01.

Габаритні розміри (див. рис. 1.6):

- L, мм..... 3,1;
- W, мм..... 1,6;
- H, мм..... 0,5;
- D, мм..... 0,5;
- T, мм..... 0,55.

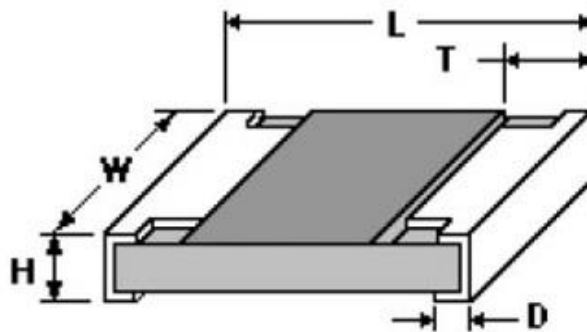


Рисунок 1.6 - Габаритні розміри постійних резисторів RC1206

3224X-1-104E – підстроювальний резистор у поверхнево монтваному виконанні (R1). Підстроювальні елементи мають обмежену кількість циклів налаштування, тому значення їх номіналу підбирається один раз при виготовленні пристрою.

Розміри підстроювальних резисторів 3224X-1-104E вказані на рисунку 1.7.

Основні технічні параметри підстроювальних резисторів 3224X-1-104E:

- розсіювальна потужність, Вт..... 0,25;
- допуск номінального опору, %..... 10;
- коефіцієнт температури, ppm/°C..... ± 100;
- кількість оборотів ..... 12;
- робочі температури, °C ..... -65...150;
- маса, г ..... 28.

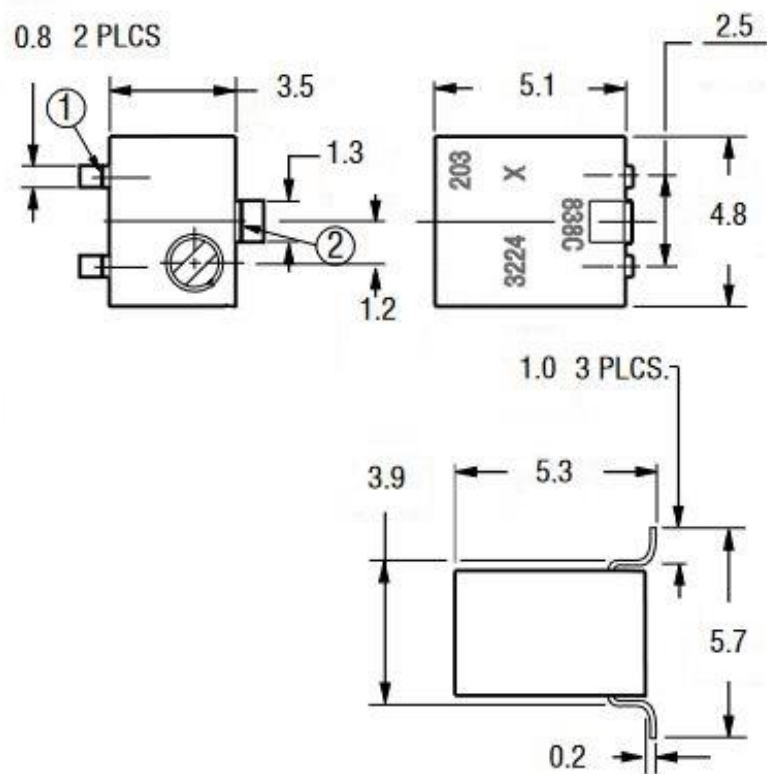


Рисунок 1.7 – Габаритні розміри підстроювального резистора  
3224X-1-104E

KLS-WH148-1A-4 – змінний однооборотний резистор для кріплення на панель (R5, R7). Призначені для функціонування в колах з постійним, змінним, імпульсним струмом.

Основні технічні параметри змінних резисторів KLS-WH148-1A-4:

- розсіювальна потужність, Вт..... 0,2;
- допуск номінального опору, %..... 10;
- максимальна робоча напруга, В ..... 150;
- робочі температури, °С .....-40...120;
- маса, г..... 7.

Розмір змінного резистора KLS-WH148-1A-4 вказаний на рисунку 1.8.

3SK182 – польовий транзистор у поверхнево монтованому виконанні та у стандартному корпусі SOT143 (VT1).

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ССІ 2.000.001 ПЗ

Арк.

32



Основні технічні параметри польових транзисторів 3SK182:

- тип структури .....МДН-транзистор;
- розсіювальна потужність, Вт ..... 0,15;
- полярність каналу ..... n;
- макс. напруга стік – витік, В ..... 20;
- макс. напруга витік – затвор, В ..... 7;
- макс. допустимий струм стоку, А ..... 0,05;
- ємність переходу витік – стік, пФ ..... 5;
- опір відкритого переходу стік – витік, Ом ..... 143;
- робочі температури, °С ..... -55...125.

Розміри польового транзистора 3SK182 вказані на рисунку 1.9.

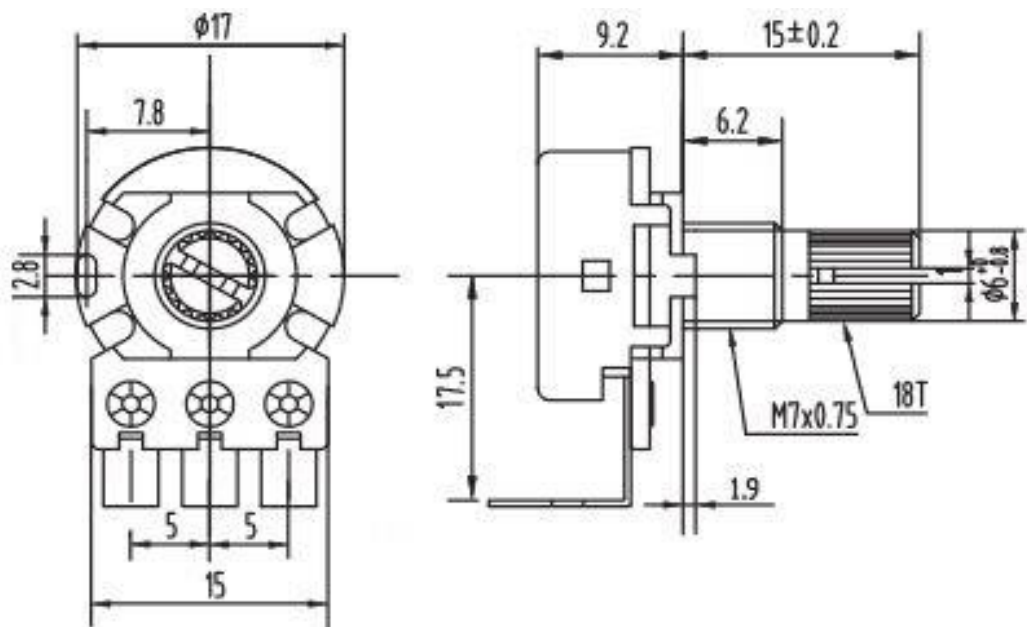


Рисунок 1.8 – Габаритні розміри змінного резистора  
KLS-WH148-1A-4

BZX84C5V6 – кремнієвий стабілітрон малої потужності, призначений для стабілізації напруги 5,6В (VD2). Виконаний у стандартному корпусі SOT23 в SMD виконанні.

Основні параметри стабілітронів VZX84C5V6:

- потужність, Вт..... 0,2;
- мін. стабілізаційна напруга, В ..... 5,1;
- номінальна стабілізаційна напруга, В ..... 5,6;
- макс. стабілізаційна напруга, В..... 6;
- статичний опір, Ом ..... 40;
- ТКН,  $\frac{\%}{^{\circ}\text{C}}$ ..... 6;
- робочі температури,  $^{\circ}\text{C}$  ..... -55...150;
- маса, г ..... 0,05.

Розміри корпусу SOT23 вказані на рисунку 1.10.

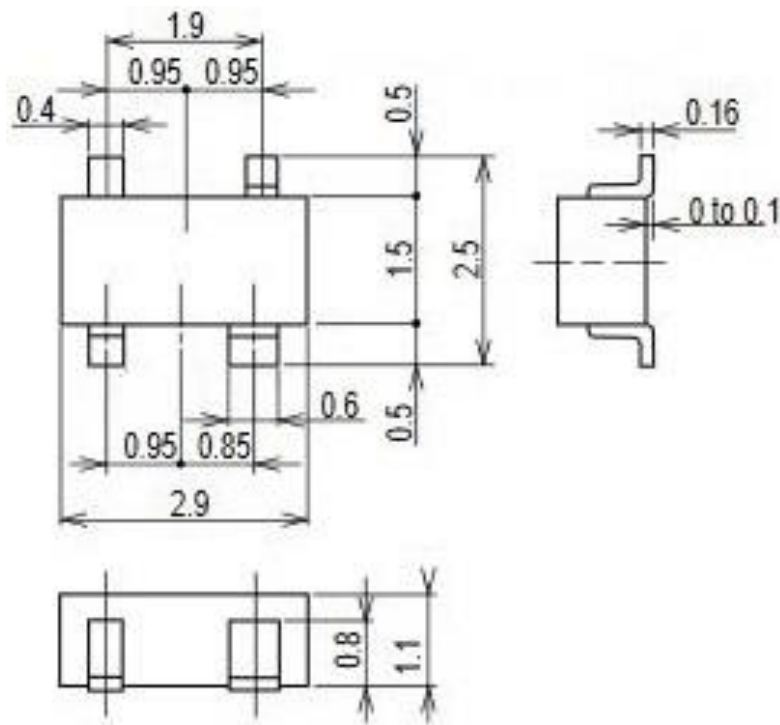


Рисунок 1.9 – Габаритні розміри польового транзистора 3SK182

ВВУ31 – варикап кремнієвий, призначений для використання в схемах підстроювання частоти резонансних підсилювачів (VD1). Виконаний у стандартному корпусі SOT23 для поверхневого монтажу.

Основні технічні параметри варикапів ВВУ31:

- максимальна зворотна напруга, В..... 30;
- мінімальна ємність, пФ ..... 2;
- максимальна ємність, пФ..... 16,5;
- робочі температури, °С .....-55...125;
- маса, г ..... 0,06.

Габаритні розміри стандартного корпусу SOT23 зображені на рисунку 1.10.

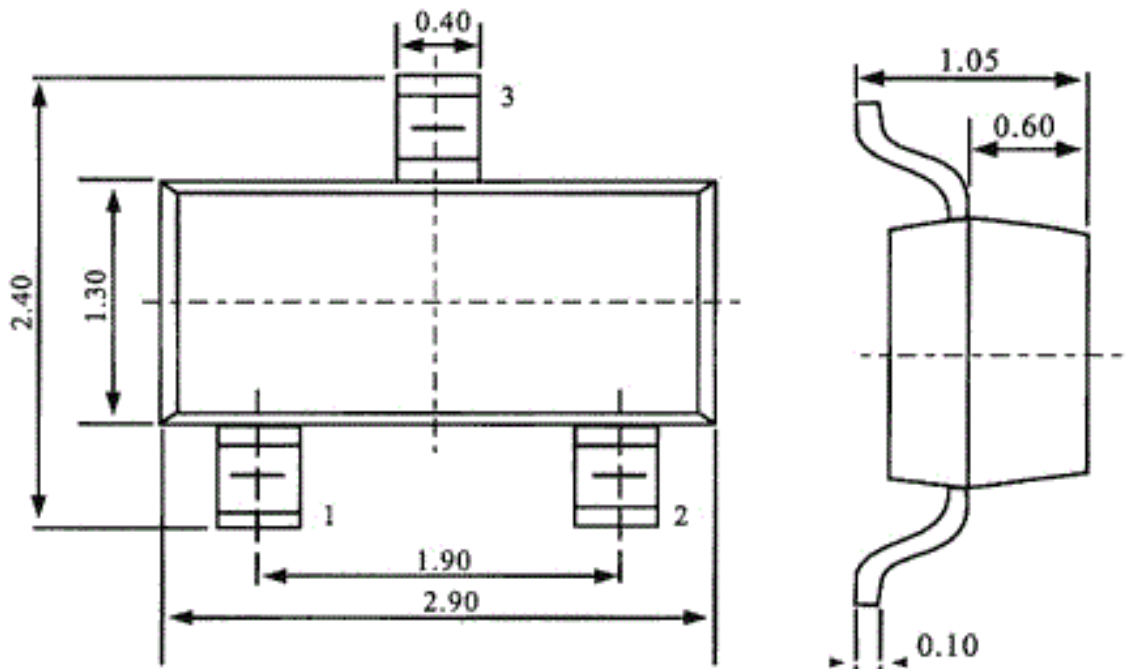


Рисунок 1.10 - Габаритні розміри стандартного корпусу SOT23

S042P– мікросхема перетворювача частоти (DA1). Виконана по схемі подвійного балансного змішувача і дозволяє отримати на виході напругу до 300 мВ та може працювати на частотах до 200 МГц. Виконана у стандартному корпусі DIP14.

Основні технічні параметри мікросхеми S042P:

- максимальна напруга живлення, В ..... 15;
- максимальний струм споживання, мА ..... 4,5;

- максимальна вхідна напруга, В ..... 1;
- максимальна опорна напруга, В ..... 1;
- робочі температури, °С ..... -20...55;
- маса, г ..... 0,07.

Габаритні розміри корпусу DIP-14 зображені на рисунку 1.11.

ТВА120U – мікросхема підсилювача з симетричним ЧМ-демодулятором (DA2). Підсилювач також може налаштовувати напругу на виході. Вхід і вихід мікросхеми ТВА120U спеціально розроблений для використання з LC-контурами, але вхід також може використовуватись з керамічним фільтром.

Технічні параметри ТВА120U:

- макс. напруга живлення, В ..... 18;
- макс. напруга налаштування, В ..... 6;
- номінальний струм споживання, мА ..... 13,5;
- мін. напруга сигналу, мкВ ..... 30;
- потужність, Вт ..... 0,4;
- частотний діапазон, МГц ..... 0...12;
- корпус ..... DIP-14;
- робочі температури, °С ..... -40...125;
- маса, г ..... 1,9.

Розміри стандартного корпусу DIP-14 вказані на рисунку 1.11.

ТВА810AS – підсилювач потужності звукової частоти класу В з максимальною потужністю на виході 7Вт (DA3). Мікросхема здатна видавати великий вихідний струм при високій ефективності та низьких гармонічних спотвореннях.

Технічні параметри ТВА810AS:

- макс. напруга живлення, В ..... 20;
- макс. струм на виході, А ..... 3;

- макс. потужність, Вт..... 7;
- вхідний опір, МОм..... 5;
- робочі температури, °С .....-40...150;

Габаритні розміри ТВА810AS зображені на рисунку 1.12.

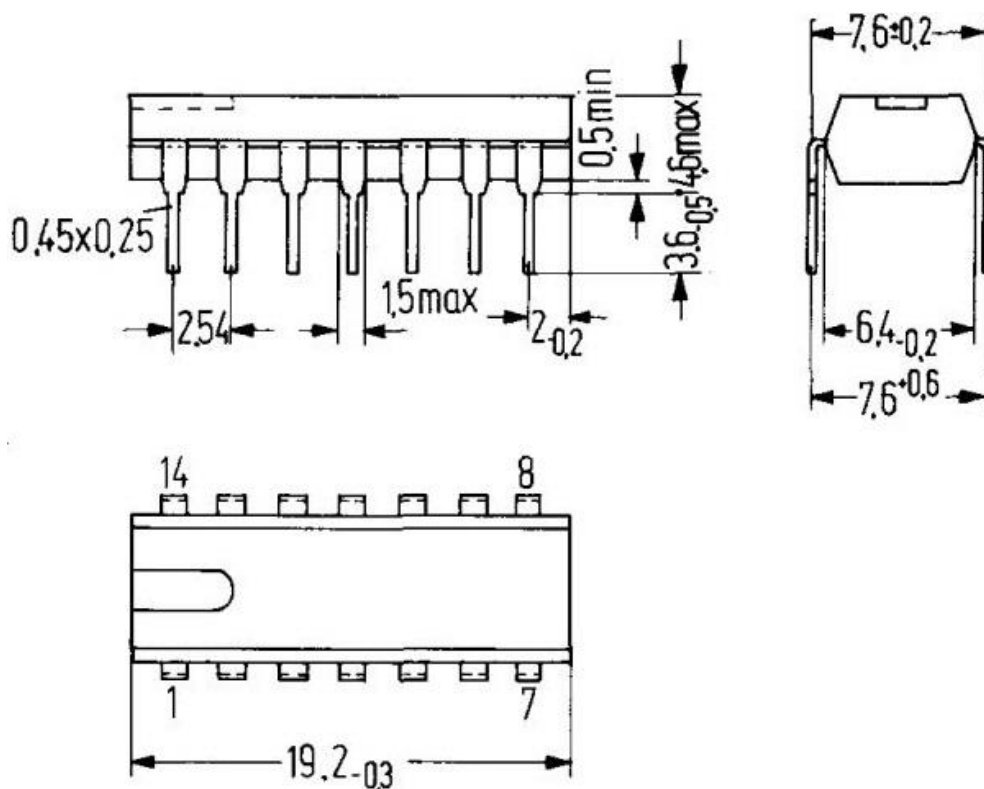


Рисунок 1.11 - Габаритні розміри стандартного корпусу DIP-14

DS-025A – роз’єм живлення DC (XS1). Роз’єм призначений для підключення постійної напруги до +12В.

Основні технічні характеристики роз’єму DS-025A:

- робочі температури, °С .....-20...+70;
- макс. робочий струм, А..... 1;
- макс. робоча напруга, В ..... 12;
- опір контакту, мΩ ..... 30;

Розміри роз’єму DS-025A вказані на рисунку 1.13.

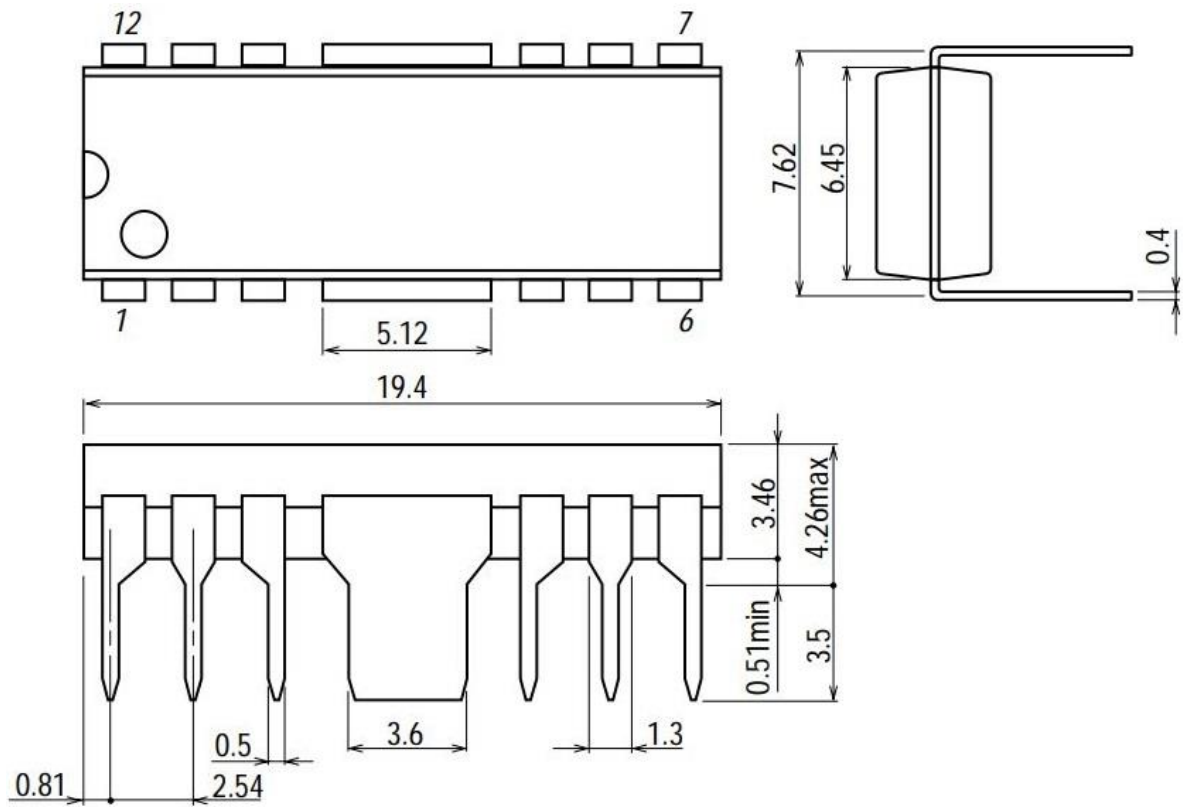


Рисунок 1.12 - Розміри мікросхеми TBA810AS

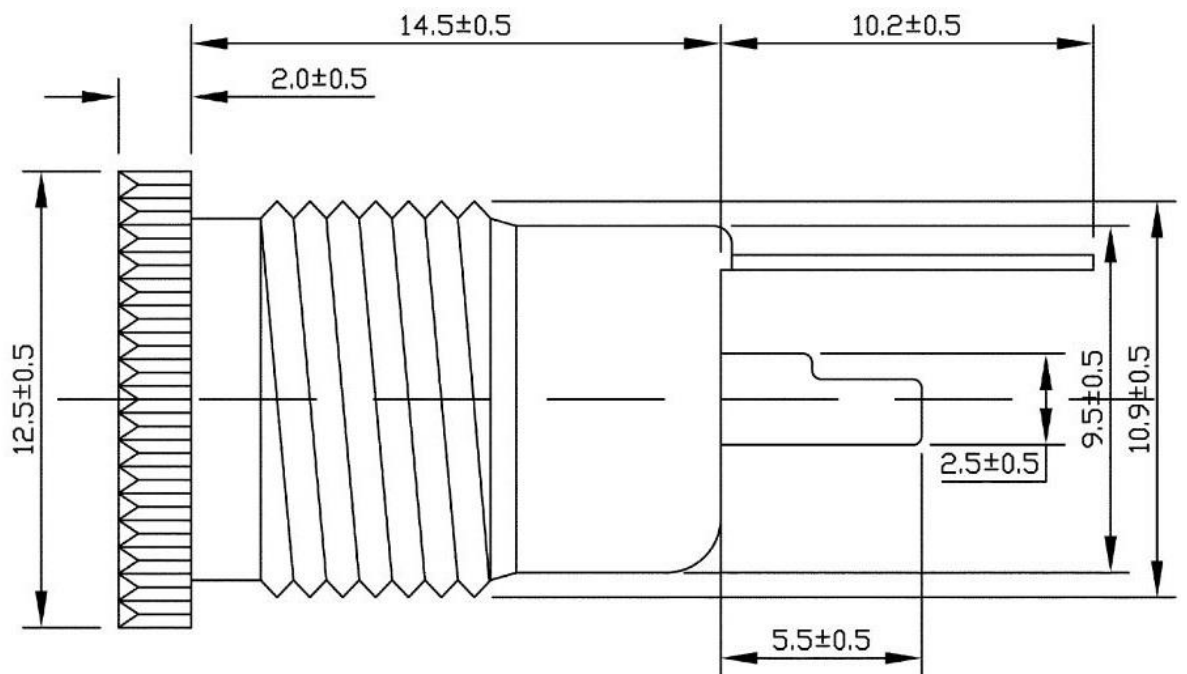


Рисунок 1.13 – Розміри роз'єму DS-025A

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ССІ 2.000.001 ПЗ

Арк.

38

KPSP66200MF-08-1,0G – динамічна головка з опором 8 Ом та з потужністю 1Вт (ВА1).

Основні технічні параметри динамічної головки KPSP66200MF-08-1,0G:

- потужність, Вт..... 1;
- номінальний електричний опір, Ом..... 8;
- діаметр, мм ..... 66.

Розміри гучномовця KPSP66200MF-08-1,0G зображені на рисунку 1.14.

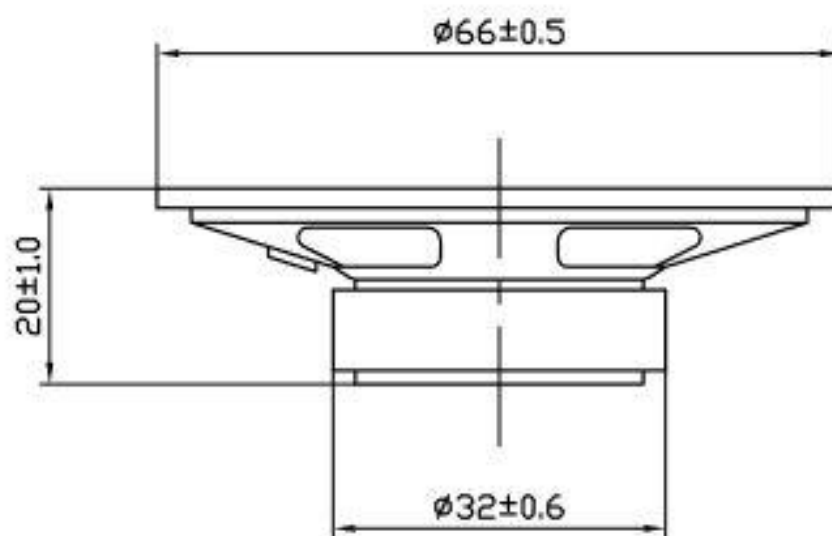


Рисунок 1.14 – Розміри гучномовця KPSP66200MF-08-1,0G

AST-18 – телескопічна антена з довжиною у розкладеному стані 365мм (WA1).

Основні технічні параметри телескопічної антени AST-18:

- мінімальна довжина, мм..... 120;
- максимальна довжина, мм ..... 365;
- діаметр, мм ..... 5;
- кількість колін ..... 5.

Розміри телескопічної антени AST-18 зображені на рисунку 1.15.

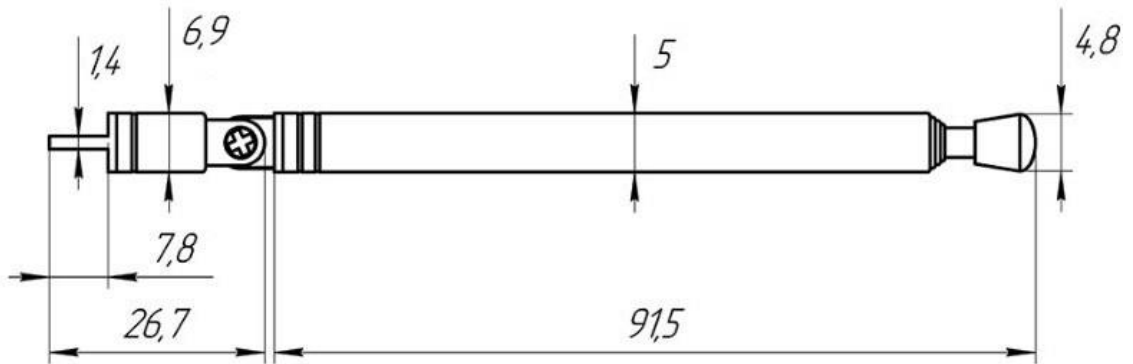


Рисунок 1.15 – Габаритні розміри телескопічної антени AST-18

Котушка L1 є безкаркасною з діаметром зовнішньої намотки 6 мм, намотується дротом зі срібним напиленням діаметром 0,7 мм, довжина намотки котушки – 9 мм, кількість витків 1+4. Котушка L2 також намотується без каркасу з зовнішнім діаметром 6 мм посрібленим дротом діаметру 0,7 мм, довжина намотки котушки – 7 мм, а кількість витків 1+1+2. Підрахунок витків в обох котушках L1 та L2 ведеться від виводу, з'єднаного з провідником живлення. Котушки L3 та L5 намотуються дротом діаметром 0,7 мм на керамічний каркас діаметром 5 мм з наступним просоченням клеєм БФ-2, приклеюються до ДП клеєм БФ - 4. Кількість витків котушок L3 та L5 – 4, довжина котушки 10 мм. Котушка L4 намотується дротом ПЭЛШО 0,15 в броньовому магнітопроводі СБ9а, приклеюється до друкованої плати клеєм БФ-4, кількість витків – 20, вивід зроблений від середини.

### 1.5 Компонування друкованого вузла та конструкції радіоприймача

Складальне креслення друкованого вузла та креслення друкованої плати зображені у додатках.

Основними вимогами при виборі комплектування та конструкції

										Арк.
										40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ССІ 2.000.001 ПЗ					



корпусу виробу є зручність в експлуатації пристрою, простота виготовлення та естетичний вигляд. Першим кроком у виборі конструкції виробу є визначення кількості кришок з яких буде складатись його корпус. Збільшення кількості кришок у корпусі буде ускладнювати процес виготовлення, але це дозволить більш гнучкіше розташовувати елементи, які знаходяться на корпусі приладу. Для виготовлення даного радіоприймача достатнім буде використання всього двох кришок, верхньої та нижньої, що зменшить кількість операції при виготовленні виробу, а також полегшить його складання.

Далі потрібно визначити розташування роз'ємів та елементів керування, які знаходяться на корпусі виробу. Оскільки радіоприймач виготовляється всього з двох кришок, розміщення елементів по боках корпусу буде ускладнювати процес виготовлення кришок, тому усі роз'єми і органи управління розміщуються на верхній кришці. Для зручності користування телескопічна антена кріпиться до задньої кришки.

Скріплювати дві кришки виробу можна як і за допомогою заціпок, так і самонарізними гвинтами. Обирається другий спосіб з'єднання, оскільки у порівнянні з першим методом він забезпечить більшу надійність кріплення.

Друкована плата трьома самонарізними гвинтами прикріплюється до нижньої кришки пристрою.

Вибір матеріалів є одним з основних завдань конструктора. Від правильності вибору матеріалів залежать конструктивно-технологічні, економічні та експлуатаційні показники приладу, що проектується.

Матеріалом для виготовлення друкованої плати був вибраний склотекстоліт, тому що він має високу механічну міцність, теплову і хімічну стійкість, вологостійкість та є хорошим ізолятором. Застосовується односторонній фольгований склотекстоліт марки СФ-1-35-15 товщиною 1,5 мм (ГОСТ 10316-78).

При виборі матеріалу корпусу слід враховувати ряд супутніх

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

факторів, таких як вологу, температуру, тиск, механічні фактори, а також електричні параметри виробу. Також при обиранні матеріалів прагнуть до створення конструкції, яка може бути виготовлена з найменшими затратами. Якщо у виробі без утрати експлуатаційних якостей можна дорогий матеріал замінити на дешевий, то це дозволяє знизити витрати на виготовлення.

Оскільки у конструкції виробу відсутні елементи, які могли б випромінювати велику кількість тепла чи важкі елементи, конструкційним матеріалом для виготовлення корпусу радіоприймача вибирається пластмаса. У порівнянні з металом вона має меншу вагу, не підлягає корозії, має меншу ціну, не потребує доробки. Однак недоліком корпусу виготовленого з пластмаси є невисока твердість, механічна жорсткість, низька теплостійкість та теплопровідність і старіння пластмаси.

Всі елементи пристрою, окрім роз'єму, органів керування, динамічної головки та антени, розміщені на одній односторонній друкованій платі. Використання у виробі односторонньої плати збільшує її габарити та паразитні параметри внаслідок збільшення довжини провідників, але також значно здешевлює виготовлення друкованого вузла. Складність схеми дозволяє застосовувати одну односторонню друковану плату. Використання однієї плати у конструкції пристрою також має свої недоліки, при цьому збільшується взаємний електромагнітний вплив між елементами та ускладнюється процес ремонту і регулювання, але перевагами є збільшення технологічності пристрою та зменшення ціни. Друкована плата прикріплюється до нижньої кришки пристрою за допомогою трьох самонарізних гвинтів.

У даного радіоприймача всі роз'єми та органи управління розміщені на лицевій панелі, тобто верхній кришці. Серед органів управління є два змінних резистори, один з яких відповідає за налаштування рівня гучності, а інший за налаштування частоти

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

приймання. Резистори кріпляться на лицеву панель за допомогою гайок. Також на верхню кришку за допомогою гайки кріпиться роз'єм для підключення напруги живлення +9В. Телескопічна антена кріпиться до задньої кришки корпусу за допомогою гвинта та гайки.

Електричне з'єднання між друкованим вузлом і елементами на корпусі виконується за допомогою перемичок. Отвори для підключення перемичок розташовані по периметру плати, що спрощує процес їх підпаювання.

При виготовленні корпусу з пластмаси немає необхідності у використанні захисних чи декоративних покриттів.

Формується пластмасовий корпус за допомогою методу лиття під тиском перевагами якого є непогана продуктивність процесу виготовлення та менші енергозатрати на підігрів форми у порівнянні з методом литтєвого пресування.

Використання односторонньої друкованої плати дозволяє використовувати метод хімічного травлення для її виготовлення, що зменшує вартість виробу та збільшує його технологічність завдяки високій продуктивності та простоті даного методу.

Оскільки застосовується одностороння плата, для виготовлення друкованих провідників був обраний метод хімічного травлення. Малюнок друкованих провідників наноситься на склотекстоліт фотолітографічним методом, що забезпечує хорошу точність малюнку і у порівнянні з шовкографічним методом не буде витрат на швидке зношування трафаретів, але також це ускладнить процес виготовлення плати.

На технологічність виробу також впливає коефіцієнт автоматизації та механізації підготовки електрорадіоелементів до монтажу, тобто наявність у конструкції виробу елементів підготовка яких до монтажу може здійснюватись автоматизовано або елементів які не потребують спеціальної підготовки. Оскільки більшість елементів на платі виконані за

технологією поверхневого монтажу, що не потребують попередньої підготовки до монтажу, покращується технологічність виробу. Також використання поверхнево монтованих елементів дозволяє автоматизувати операції встановлення та запаювання їх на плату і як наслідок збільшити продуктивність виготовлення, покращити надійність виробу, зменшити масу та габарити друкованого вузла.

## 1.6 Висновки до розділу 1

В першому розділі було описано принцип роботи схеми, було проведено аналіз ТЗ та відповідно обрано необхідну елементну базу. Був вибраний матеріал для виготовлення корпусу та друкованої плати виробу та методи їх виготовлення. Було розроблено структурну схему та розраховано вузли схеми електричної принципової.

У даному розділі були проведені такі розрахунки:

- попередній розрахунок надійності виробу;
- було розраховано параметри друкованого монтажу;
- було проведено розрахунок наскрізної смуги пропускання радіоприймача.

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		44

## Розділ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА (САПР)

### 2.1 Переваги використання САПР

Задане технічне завдання дозволяє використовувати системи автоматичного проектування для створення графічної документації: схеми електричної принципової, схеми структурної, креслення плати друкованої та складального креслення друкованого вузла.

Використання САПР у рамках життєвого циклу розробки промислових виробів вирішує задачі автоматизації роботи на стадії проектування і підготовки виготовлення та спрощує процес проектування і планування та збільшує якість і технічний та економічний рівні результатів проектування.

Використання САПР забезпечує:

- оптимізацію проектування і планування;
- зменшення часу проектування;
- зниження собівартості проектування і виготовлення, зниження витрат на експлуатацію;
- збільшення якості і технічного та економічного рівнів результатів проектування;
- зниження витрат на натуральне моделювання і випробовування пристроїв.

### 2.2 Застосування САПР у процесі проектування радіоприймача

Для створення пакету конструкторської документації на виріб у даній кваліфікаційній роботі використовується САПР Altium Designer, яка дозволяє перетворювати складні схеми в набір простих підсхем та використовувати готові напрацювання.

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Для оформлення графічної документації була використана програма графічного моделювання КОМПАС-3D V14.

Altium Designer – це комплексна САПР радіоелектронних пристроїв. Особливістю даної програми є її проєктна структура і наскрізна цілісність ведення розробки на різних рівнях проєктування. Тобто зміни, внесені на етапах розробки, можуть одразу ж бути передані на всі зв'язані стадії проєкту.

Серед основних можливостей програми Altium Designer є редактори друкованих плат, електричних схем та засоби для проєктування ПЛІС.

Редактор електричних схем дозволяє створювати схеми зі складною будовою та проводити як аналогове, так і цифрове моделювання. Він включає у себе:

- менеджер бібліотек за допомогою якого можна створювати власні бібліотеки елементів як для схеми електричної принципової, так і для друкованої плати;
- редагування схем з можливістю розміщення елементів, редагування електричних зв'язків між ними, а також декларацію правил для редактора друкованих плат;
- SPICE моделювання (симулювання аналогових та цифрових електричних схем).

Редактор друкованих плат містить засоби для автоматичного та ручного трасування провідників, розміщення елементів на друкованій платі та систему встановлення правил проєктування, яка значно спрощує процес розробки плати.

Окрім можливості створення власних бібліотек в Altium Designer міститься багато бібліотек із вже готовими компонентами (близько 90 тисяч). Також дана САПР підтримує практично всі стандартні формати вихідних файлів, а завдяки легкому імпорту та експорту проєктів можливо отримувати широкий пакет конструкторської документації та

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46



## ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

### 3.1 Долікарська допомога при ураженні електричним струмом

При ураженні електричним струмом необхідно якомога швидше звільнити потерпілого від струмопровідних частин обладнання. Дотик до струмопровідних частин (мережі під напругою) у більшості випадків призводить до судом м'язів, тобто людина самостійно не в змозі відірватися від провідника. Тому необхідно швидко відключити ту частину електрообладнання, до якої доторкається людина.

Будь-яке зволікання при наданні допомоги, а також невміння того, хто допомагає, надати кваліфіковану допомогу, призводить до загибелі людини, яка знаходиться під дією струму.

При звільненні потерпілих від струмопровідних частин або проводу в електроустановках напругою до 1000 В відключають струм, використовуючи сухий одяг, палицю, сухі рукавиці, діелектричні рукавиці. Провідники перерізають інструментом з ізольованими ручками, перерубують сокирою з дерев'яним сухим топорищем.

Потерпілого можна також відтягнути від струмопровідних частин за одяг, уникаючи дотику до навколишніх металевих предметів та до відкритих частин тіла потерпілого. Відтягуючи потерпілого за ноги, не можна торкатися його взуття, оскільки воно може бути сирим і стає провідником електричного струму.

Той, хто надає допомогу, повинен одягнути діелектричні рукавиці або обмотати їх шарфом, натягнути на них рукав піджака або пальта. Можна також ізолювати себе, ставши на гумовий килимок, суху дошку тощо.

Види ураження електричним струмом:

- електричний удар (шок) — вплив на весь організм, він не

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48



викликає опіків, а призводить до паралічу дихання і / або серця

– електрична травма — ураження зовнішніх частин тіла: електричні знаки, опіки, металізація шкіри.

Вплив електричного струму на організм:

– теплове — внаслідок опору тканин організму електрична енергія перетворюється на теплову, викликаючи електричні опіки в характерних місцях входу і виходу струму, які називають знаки струму.

При проходженні через тканини теплова енергія змінює і руйнує їх.

– електрохімічне — призводить до згущення і склеюванню клітин крові, переміщенню іонів і зміни заряду білкових молекул, утворенню пари і газів. Уражені тканини набувають ніздрюватий вигляд.

– біологічна — порушується робота скелетної мускулатури серця, нервової та інших систем.

Заходи першої допомоги залежать від стану потерпілого після визволення його від електричного струму. Для визначення стану необхідно вжити таких заходів:

- покласти потерпілого спиною на тверду поверхню;
- перевірити наявність у потерпілого дихання;
- перевірити наявність у потерпілого пульсу на сонній артерії;
- з'ясувати стан зіниці, широка зіниця вказує на погіршення кровопостачання.

У всіх випадках ураження електричним струмом виклик лікаря є обов'язковим незалежно від стану потерпілого.

Якщо потерпілий знаходиться при свідомості, його треба покласти у зручне положення і до прибуття лікаря забезпечити спокій, обов'язково спостерігаючи за диханням і пульсом. Не можна дозволяти потерпілому рухатись, продовжувати роботу. Якщо лікаря швидко викликати не можна, необхідно терміново доставити потерпілого у медичний пункт.

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Якщо потерпілий знаходиться у непритомному стані, його необхідно покласти, розстебнути одяг, забезпечити приплив свіжого повітря, дати понюхати нашатирний спирт, бризнути на нього водою і забезпечити спокій. У той же час потрібно викликати лікаря. Якщо потерпілий дихає погано, рідко і судомно, йому необхідно робити штучне дихання і непрямий масаж серця.

У разі відсутності в потерпілого ознак життя не можна вважати його померлим. Якщо в такому стані потерпілому не буде надано негайну першу допомогу у вигляді штучного дихання і зовнішнього масажу серця, то настане смерть. Оживлення організму, ураженого електричним струмом, може бути проведено кількома способами. Всі вони базуються на штучному диханні. Починати штучне дихання слід негайно після вивільнення потерпілого від електричного струму і проводити безперервно до досягнення позитивного результату. Штучне дихання необхідно робити безперервно, до прибуття лікаря.

Переносити потерпілого до іншого місця треба тільки в тих випадках, коли йому, чи особі, яка надає допомогу, продовжує загрожувати небезпека.

Ураженого електричним струмом можна визнати померлим тільки за наявності видимих тяжких зовнішніх ушкоджень: роздроблення черепа у разі падіння чи обпалення всього тіла. В інших випадках констатує смерть лише в лікарні.

### 3.2 Заходи щодо захисту від ураження електричним струмом в цеху, на дільниці

Для збереження життя та здоров'я працівників під час роботи з електрообладнанням, призначеним для загального користування, та електроустановками застосовують засоби індивідуального і колективного захисту від ураження електричним струмом.

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Електробезпека — це система організаційних та технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

Електроустановки мають бути влаштовані так, щоб їх небезпечні струмопровідні частини були недоступними для випадкового прямого дотику, а доступні для дотику відкриті провідні частини були безпечними як за нормальних умов, так і за одиничного пошкодження. Водночас працівники, які виконують роботи в електроустановках, мають забезпечуватися засобами індивідуального захисту від ураження електричним струмом.

Для захисту працівників від ураження електричним струмом використовуються окремо або у поєднанні один із одним колективні засоби захисту в електроустановках, а саме:

- захисне заземлення — навмисне електричне з'єднання із землею або з її еквівалентом металевих частин електроустановки, які нормально не перебувають під напругою, але можуть опинитись під нею в аварійних режимах роботи;
- захисне занулення — навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним проводом металевих частин електроустановки, які нормально не перебувають під напругою, але можуть опинитись під нею в аварійних режимах роботи;
- захисне вимикання — забезпечує автоматичне вимкнення електроустановки (в термін до 0,2 с) у разі виникнення в ній небезпеки ураження струмом;
- вирівнювання потенціалів — спосіб зниження напруг дотику та кроку між точками електричного кола, до яких можливе одночасне доторкання;

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

– захисне розділення електромережі — передбачає поділ електромережі на окремі електрично незв’язані між собою ділянки за допомогою роздільних трансформаторів;

– використання ізольованих (непровідних) приміщень, зон, площадок;

– використання систем наднизької напруги.

Залежно від призначення засоби індивідуального захисту від ураження електричним струмом поділяються на ізолювальні, огорожувальні та запобіжні. Своєю чергою, ізолювальні засоби захисту поділяються на основні й додаткові.

До основних ізолювальних електрозахисних засобів належать:

– при роботах у електроустановках з напругою до 1000 В — діелектричні рукавички, ізолювальні штанги, ізолювальні кліщі, показчики напруги, інструменти з ізолювальними рукоятками, електровимірювальні кліщі;

– при роботі в електроустановках напругою понад 1000 В — ізолювальні штанги, електровимірювальні та ізолювальні кліщі, показчики напруги, показчик напруги для фазування.

Додаткові захисні засоби самі по собі мають недостатні ізолювальні властивості й призначені для підсилення захисної дії основних засобів, а отже застосовуються лише одночасно з ними. До них, зокрема, належать:

– при роботах у електроустановках з напругою до 1000 В — діелектричні калоші, килимки, ізолювальні підставки, накладки, ковпаки, сигналізатори напруги, захисні огороження, переносні заземлення, плакати і знаки безпеки тощо;

– при роботах у електроустановках з напругою понад 1000 В — діелектричні рукавички, боти, килимки, ізолювальні підставки, штанги для перенесення і вирівнювання потенціалу, сигналізатори напруги та інші засоби захисту.

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

### 3.3 Висновки до розділу 3

У розділі охорони праці та безпеки життєдіяльності було дано відповідь на питання долікарської допомоги при ураженні електричним струмом, а також були описані заходи щодо захисту від ураження електричним струмом в цеху та на дільниці, були наведені приклади колективного та індивідуального захисту від ураження електричним струмом і перераховані основні ізолювальні електрозахисні засоби.

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		53

## ВИСНОВКИ

У результаті виконання даної кваліфікаційної роботи було здійснено розробку конструкції ультракороткохвильового радіоприймача та розроблено комплект графічної документації.

В основній частині було описано принцип роботи схеми, було проведено аналіз ТЗ та відповідно обрано необхідну елементну базу. Всі вибрані елементи є недорогими, не є великогабаритними та дефіцитними. Був вибраний матеріал для виготовлення корпусу та друкованої плати виробу та методи їх виготовлення. Для створення корпусу була вибрана пластмаса виготовлена методом лиття під тиском, як матеріал плати друкованої був вибраний односторонній склотекстоліт СФ-1-35-15. Друкована плата виготовлена методом хімічного травлення.

В основній частині були проведені такі розрахунки:

- попередній розрахунок надійності виробу. Було розраховано ймовірність роботи без відмов. Визначено середнє напрацювання виробу до відмови, це значення склало 11500,3 годин;
- було розраховано друкований монтаж, визначено мінімальну ширину друкованих провідників по змінному та постійному струмі і напрузі, мінімальний і максимальний діаметр контактних площадок та отворів, визначені мінімальні відстані між друкованими провідниками, контактними площадками та між провідником й контактною площадкою;
- було проведено розрахунок наскрізної смуги пропускання радіоприймача.

У спеціальній частині було обґрунтовано використання систем автоматичного проектування для розробки конструкції виробу.

Для оформлення графічної документації була використана програма КОМПАС-3D V14. Друкована плата та друкований вузол були розроблені за допомогою САПР Altium Designer.

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

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. УКХ ЧМ приймач на 145 МГц [Електронний ресурс]. – 2002. – Режим доступу до ресурсу: <https://cxem.net/tuner/tuner5.php>.
3. Гучномовець KPSP66200MF-08-1,0G [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.chipdip.ru/product0/8004147782>.
4. Підстроювальний конденсатор CTC038-10RSM [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.chipdip.ru/product/ctc-038-10rsm>.
5. Підстроювальний конденсатор TZB4Z250BB [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.chipdip.ru/product/tzb4z250bb>.
6. Конденсатор керамічний GRM31X7R [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.chipdip.ru/product/grm319r71h102k>.
7. Конденсатор керамічний GRM31C0G [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.chipdip.ru/product/grm31c5c1h104ja011>.
8. Електролітичний конденсатор ECAP SMD-16В [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.chipdip.ru/product0/33421>.
9. Електролітичний конденсатор ECAP SMD-6,3В [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.chipdip.ru/product0/9000565733>.
10. Мікросхема SO42P [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://datasheetspdf.com/datasheet/SO42P.html>.
11. Мікросхема TBA120U [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://datasheetspdf.com/pdf/1407171/Siemens/TBA120U/1>.
12. Мікросхема TBA810AS [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://datasheetspdf.com/pdf/533815/Hitachi/TBA810AS/1>.

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

13. Варикап ВВУ31 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://datasheetspdf.com/pdf-file/493628/Philipss/BBY31/1>.

14. Стабілітрон ВZX84C5V6 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://datasheetspdf.com/pdf/996326/WEITRON/BZX84C5V6/1>.

15. Транзистор 3SK182 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://alltransistors.com/ru/adv/pdfview.php?doc=3sk181.pdf&dire=1>.

16. Антена АСТ-18 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.chipdip.ru/product/ast-18>.

17. Роз'єм DS-025A [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.chipdip.ru/product/ds-025a>.

18. Підстроювальний резистор 3224X-1-104E [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ru.mouser.com/ProductDetail/Bourns/3224X-1-104E?qs=r%252B5EJQndA0p3HaN5T8XZpA%3D%3D>.

19. Змінний резистор KLS4-WH148 -1A-4-18T-B [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [http://www.cnkls.com/admin/product\\_upload/20170314150239KLS4-WH148.pdf](http://www.cnkls.com/admin/product_upload/20170314150239KLS4-WH148.pdf).

20. Резистори RC1206 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://datasheetspdf.com/pdf/1097884/Yageo/RC1206/1>.

21. Перелік стандартів ГОСТ 2.105-79 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам ГОСТ 2.702-75 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.

					<i>ССІ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56



ДОДАТКИ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри РТ  
\_\_\_\_\_ к.т.н. Дунець В.Л.  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ  
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «Радіоприймач ультракороткохвильовий 145,4...145,7 МГц»

Узгоджено:  
Керівник дипломного проекту  
Яськів В. І. \_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”  
Студент групи РАС-41  
Сторож С. І. \_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_р.

Тернопіль, 2022

## 1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “Радіоприймач ультракороткохвильовий 145,4...145,7 МГц”

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

## 2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Сторож С. І. групи РАс-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

## 3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка ультракороткохвильового радіоприймача 145,4...145,7 МГц, що включає в себе:

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

## 4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

### 4.1. Основні параметри

4.1.1. Радіоприймач повинен бути розрахований на роботу від джерела живлення +9В.

4.1.2. Радіоприймач повинен приймати радіосигнали частотної модуляції у діапазоні частот від 145,4 до 145,7 МГц.

4.1.3. Проміжна частота радіоприймача повинна становити 6,5 МГц.

4.1.4. Середній струм споживання не повинен перевищувати 50 мА, а вихідна потужність радіоприймача має становити 0,5 Вт.

### 4.2. Технічні вимоги

4.2.1. Радіоприймач повинен відповідати заявленим параметрам.

4.2.2. Радіоприймач повинен витримувати перепади температур від -20 до +45°C, працювати при відносній вологості повітря до 80%.

4.2.3. Радіоприймач не повинен бути призначений для використання під прямою дією атмосферних опадів і повинен експлуатуватися під навісом.

4.2.4. Радіоприймач повинен забезпечувати безперервну роботу протягом 24 годин при заданій напрузі джерела живлення та при нормальних кліматичних умовах.

4.2.5. Середнє напрацювання до відмови радіоприймача не повинно бути меншим 11000 год.

4.2.6. У комплект радіоприймача повинно входити: радіоприймач ультракороткохвильовий 145,4...145,7 МГц, блок живлення +9В. До комплекту докладають паспорт.

### 4.3. Правила приймання.

4.3.1. Радіоприймач повинен піддаватися приймально-здавальним та періодичним випробуванням.

4.3.2. При приймально-здавальних випробуваннях радіоприймач повинен піддаватися контролю, на відповідність заданим параметрам. При невідповідності вимогам його повертають для усунення дефектів. Після усунення дефектів радіоприймач висувають на повторні випробування. Результати повторних випробувань є остаточними.

4.3.3. Періодичним випробуванням піддають не менше трьох радіоприймачів, що пройшли приймально-здавальні 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 радіоприймачів. Якщо при повторних періодичних випробуваннях виявлено невідповідність хоча б одного виробу вимогам цього стандарту, приймання і відвантаження радіоприймачів припиняють. Рішення про подальше виготовленні виробів та їх приймання беруть замовник та підприємство-виробник.

4.3.4. Випробування на надійність проводять не рідше одного разу на три роки. Вихідні дані при проведенні випробувань:

- Приймальний рівень  $R_{\alpha} = 0.95$ ;
- Бракувальний рівень  $R_{\mu} = 0.8$ ;
- 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 радіоприймача;
- електрична принципова схема радіоприймача;
- креслення друкованої плати радіоприймача;
- складальне креслення друкованого вузла радіоприймача.

## 6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи	
3	Розробка структурної схеми радіоприймача	
4	Розрахунок основних вузлів радіоприймача	
5	Вибір компонентної бази радіоприймача та конструювання його друкованого вузла	
6	Створення допоміжної документації	
7	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони праці	
8	Нормоконтроль	
9	Попередній захист КР	
10	Захист КР	

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

## 7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

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

Поз. позн.	Назва	Кіл.	Примітка
BA1	Гучномовець KPSP66200MF-08-1,0G «Kero Electronics»	1	
	<u>Конденсатори</u>		
C1	GRM31X7R-50B-1000нФ+-10% «Murata Manufacturing»	1	
C2	GRM31X7R-50B-68нФ+-10% «Murata Manufacturing»	1	
C3	GRM31X7R-50B-10нФ+-10% «Murata Manufacturing»	1	
C4	CTC038-10RSM «Yuetone Industrial Co.»	1	Підстроювальний
C5	GRM31X7R-50B-10нФ+-10% «Murata Manufacturing»	1	
C6	CTC038-10RSM «Yuetone Industrial Co.»	1	Підстроювальний
C7	TZB4Z250BB «Murata Manufacturing»	1	Підстроювальний
C8	GRM31COG-50B-3,9нФ+-5% «Murata Manufacturing»	1	
C9	GRM31COG-50B-1,5нФ+-5% «Murata Manufacturing»	1	
C10	GRM31COG-50B-12нФ+-5% «Murata Manufacturing»	1	
C11	GRM31COG-50B-1,5нФ+-5% «Murata Manufacturing»	1	
C12	GRM31X7R-50B-1000нФ+-10% «Murata Manufacturing»	1	
C13,C14	GRM31X7R-50B-10нФ+-10% «Murata Manufacturing»	2	
C15	GRM31X7R-50B-5,1нФ+-10% «Murata Manufacturing»	1	
C16	GRM31X7R-50B-82нФ+-10% «Murata Manufacturing»	1	
C17	GRM31X7R-50B-10нФ+-10% «Murata Manufacturing»	1	
C18,C19	GRM31X7R-50B-22нФ+-10% «Murata Manufacturing»	2	
C20	GRM31X7R-50B-10нФ+-10% «Murata Manufacturing»	1	
C21	GRM31X7R-50B-220нФ+-10% «Murata Manufacturing»	1	
C22	GRM31X7R-50B-100нФ+-10% «Murata Manufacturing»	1	
C23	GRM31X7R-50B-1500нФ+-10% «Murata Manufacturing»	1	
C24	GRM31X7R-50B-100нФ+-10% «Murata Manufacturing»	1	
C25	ECAP SMD-16B-22мкФ+-20% «Jamicon Corporation»	1	
C26,C27	ECAP SMD-6,3B-47мкФ+-20% «Jamicon Corporation»	2	

ССІ 2.000.001 ПЕ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Старож С. І.			Радіоприймач ультракороткохвильовий 145,4...145,7 МГц Перелік елементів		
Перевірив		Яськів В. І.					
Рецензор							
Н. Кантр.							
Затвер.							
					Літ.	Аркуш	Аркушів
					н	1	3
					ТНТУ, ФПТ, каф. РТ гр. РАс-41		







Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A3			ССІ 2.000.001 ЕЗ	Схема електрична принципова		
A4			ССІ 2.000.001 ПЕ	Перелік елементів		
A2			ССІ 2.000.001 СК	Вузол друкований		
				<u>Деталі</u>		
A2	1		ССІ 7.161.001	Плата друкована	1	
				<u>Інші вироби</u>		
				<u>Конденсатори</u>		
				ЕСАР SMD "Jamicon Corporation"		
				GRM31COG "Murata Manufacturing"		
				GRM31X7R "Murata Manufacturing"		
		3		СТСО38-10RSM "Yuetone Industrial Co."	2	С4,С6
		4		ЕСАР SMD-6,3В-47мкФ±20%	2	С26,С27
		5		ЕСАР SMD-16В-22мкФ±20%	1	С25
		6		ЕСАР SMD-16В-470мкФ±20%	1	С31
		7		GRM31COG-50В-1,5пФ±5%	2	С9,С11
		8		GRM31COG-50В-3,9пФ±5%	1	С8
		9		GRM31COG-50В-12пФ±5%	1	С10
		10		GRM31X7R-50В-5,1пФ±10%	1	С15
		11		GRM31X7R-50В-82пФ±10%	1	С16
		12		GRM31X7R-50В-1000пФ±10%	3	С1,С12,28
		13		GRM31X7R-50В-1500пФ±10%	1	С23
				<b>ССІ 2.000.001</b>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
Розроб.		Сторож С. І.			Літ.    Аркцш    Аркцшів Н                    1                    3	
Перевір.		Яськів В. І.				
Н Контр.					ТНТУ, ФПТ, каф. РТ зр. РАС-41	
Затверд.						
Радіоприймач ультракороткохвильовий 145,4...145,7 МГц Специфікація						

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.	
		14		GRM31X7R-50B-4700нФ±10%	1	С29	
		15		GRM31X7R-50B-10нФ±10%	6	С3,С5,С13, С14,С17,С20	
		16		GRM31X7R-50B-22нФ±10%	3	С18,С19,С25	
		17		GRM31X7R-50B-68нФ±10%	1	С2	
		18		GRM31X7R-50B-100нФ±10%	3	С22,С24,С30	
		19		GRM31X7R-50B-220нФ±10%	1	С21	
		20		TZB4Z250BB "Murata Manufacturing"	1	С7	
				<u>Мікросхеми</u>			
		21		S042P "Siemens Semiconductor Group"	1	DA1	
		22		TBA120U "Philips Semiconductor"	1	DA2	
		23		TBA810AS "Hitachi Global"	1	DA3	
				<u>Котушки індуктивності</u>			
		25		CCI 4.750.001 СК	1	L1	
		26		CCI 4.750.002 СК	1	L2	
		27		CCI 4.750.003 СК	2	L3,L5	
		28		CCI 4.750.004 СК	1	L4	
				<u>Резистори</u>			
				RC1206 "Yageo Corp."			
				3224X-1-104E "Bourns Inc."			
		30		RC1206-0,25-10м-5%-А-В	1	R12	
		31		RC1206-0,25-510м-5%-А-В	5	R2,R4,R6 R8,R11	
		32		RC1206-0,25-6,8кОм-5%-А-В	1	R10	
				CCI 2.000.001			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			2

