

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавра

(назва освітнього ступеня)

на тему:

Багатофункціональний частотомір

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

спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Олійник М. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Дедів І. Ю.

(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)

АНОТАЦІЯ

Багатофункціональний частотомір на мікроконтролері PIC18F252-I/SP // ТНТУ, факультет ФПТ, група РАС-41. // Тернопіль, 2023 р. //с.-57, рис.-34, табл.-25.

Ключові слова: частота, SMD, багатофункціональний.

У кваліфікаційній роботі було розроблено багатофункціональний частотомір на мікроконтролері PIC18F252-I/SP. Було підготовлено структурну схему і вибрано відповідну елементну базу для створення схеми ЕЗ разом з переліком елементів. Розроблена друкована плата та вузол зі специфікацією. Були виконані розрахунки окремих каскадів, включаючи розрахунок стабілізатора. В окремому розділі описано використовувані програми для САПР, включаючи створення креслень, зокрема друкованої плати і вузла. Розділ про охорону праці містить опис питань, пов'язаних з безпекою життєдіяльності та охороною праці.

ABSTRACT

Multifunctional frequency meter on the microcontroller PIG18F252-I/SP // TNTU, FPT faculty, RAs-41 group. // Ternopil, 2023 // p.-57, fig.-34, table-25.

Keywords: frequency, SMD, multifunctional.

In the qualifying work, a multifunctional frequency meter on the microcontroller PIG18F252-I/SP was developed. A structural diagram was prepared and an appropriate element base was selected to create an E3 diagram along with a list of elements. Designed printed circuit board and assembly with specification. Calculations of individual cascades were performed, including the calculation of the stabilizer. A separate section describes the CAD programs used, including the creation of drawings, including the printed circuit board and assembly. The section on labor protection contains a description of issues related to life safety and labor protection.

ЗМІСТ

Вступ	5
1 Основна частина	6
1.1 Аналіз технічного завдання	6
1.2 Розробка структурної схеми багатофункціонального частотоміра	7
1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою	8
1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази	13
1.5 Компоновка друкованого вузла пристрою	36
1.6 Висновки до розділу 1	38
2 Спеціальна частина (САПР)	39
2.1 Опис створення друкованої плати	39
2.2. Проектування друкованої плати в Altium Designer	39
2.3 Висновок до розділу 2	41
3 Охорона праці та безпека життєдіяльності	42
3.1 Стихійні лиха та їх класифікація	42
3.2 Заходи щодо захисту установки від короткого замикання	46
Висновки	49
Список використаних джерел	50
ДОДАТКИ	57

					<i>OMB 2.899.001 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Олійник М. В.</i>			<i>Багатофункціональний частотомір Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркцифр</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Дедів І. Ю.</i>					4	57
<i>Реценз.</i>						<i>ТНТУ, ФПТ каф. РТ гр. РАС-41</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Паляниця Ю. Б.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Дценець В. Л.</i>						

Вступ

Багатофункціональний частотомір - це прилад, який вимірює частоту сигналу.

Цей пристрій використовується в різних сферах, таких як дослідження електронних схем, відлагодження електронних пристроїв, вимірювання швидкості обертання двигуна і т.д.

Крім вимірювання частоти, частотомір має інші функції, такі як відношення частот сигналів поданих на 2 входи, резонансну частоту LC контура, відхилення частоти сигналу від вимірюваного початкового значення за певний проміжок часу.

У цьому пристрої є різні режими вимірювання, такі як одиночне вимірювання, автоматичне вимірювання та вимірювання в режимі реального часу.

Однією з головних переваг багатофункціональних частотомірів є їх універсальність. Вони використовуються для вимірювання різних параметрів, що дозволяє зменшити кількість необхідних приладів та спрощує роботу з електронними схемами та пристроями.

Важливим параметром є точність вимірювання. Вона впливає на результати вимірювання та їхню достовірність. Зазвичай точність вимірювання вказується в відсотках від повної шкали.

Даний частотомір є унікальним за рахунок додаткових функцій, при своїй відносній дешевизні. Цього було досягнуто за рахунок підбору додаткових режимів та функцій таким чином щоб реалізувати їх без ускладнення елементної бази. Також елементна база реалізована на компонентах для поверхневого монтажу, що підвищує технологічність та надійність приладу.

					<i>OMB 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

1 Основна частина

1.1 Аналіз технічного завдання

Необхідно розробити багатофункціональний частотомір який має виконувати такі функції: обслуговування, діагностики, регулювання різних радіоелектронних пристроїв і обладнання та має дозволяти контролювати роботу радіосистеми, технологічні процеси.

Технічне завдання багатофункціонального частотоміра включає наступні вимоги та характеристики:

- діапазон частот вимірювання: від 1 Гц до 50 ГГц;
- швидкість вимірювання: не менше 1 вимірювання за секунду;
- можливість вимірювання частоти резонансних контурів;
- здатність співвідносити сигнали, подані на 2 входи між собою;
- кількість вхідних каналів: не менше 2;
- інформація про стан роботи приладу повинна відображатись на рідкокристалічному дисплеї;
- живлення: від мережі 220 В;

Технічні характеристики приладу:

- напруга живлення:12В.
- Струм споживання:0,15А.
- Габаритні розміри:90х60х25 мм.
- По дискретному входу TTL:
 - 1)логічні рівні вхідного сигналу:
 - низький:.....0...0,6В.
 - Високий:.....3,5...5В.
 - 2)Межі вимірювання частоти:.....1...5000000 Гц.
 - 3)Похибка вимірювання:.....0,01%.
- По аналоговому входу UHF:

					<i>OMB 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

- 1)вхідний опір:.....50 Ом.
- 2)Напруга сигналу:.....0,1...1В.
- 3)Межі виміру частоти:.....50...1000МГц.

- По аналоговому входу VHF:

- 1) Вхідний опір:.....10 кОм.
- 2)Напруга сигналу:.....0,1...10В.
- 3) Межі виміру частоти:.....1...50000000 Гц.

1.2 Розробка структурної схеми багатофункціонального частотоміра

Структурна схема - це графічне зображення системи або процесу, яке показує його складові елементи та зв'язки між ними. Ця схема може бути використана для опису функцій, що виконуються системою, та для аналізу його поведінки.

Структурна схема багатофункціонального частотоміра містить наступні блоки:

Блок обробки сигналу - проводить обробку сигналу від вхідного підсилювача та сигналу від генератора відліку часу, зокрема, виконує фільтрацію, аналіз спектра та інші операції.

Блок індикації - відповідає за відображення результатів вимірювань та обробки сигналу на екрані частотоміра. Реалізований як LCD дисплей.

Блок живлення - забезпечує електроживлення всіх блоків багатофункціонального частотоміра.

Джерело живлення - подає 220 В на блок живлення.

Мікроконтролер - керує всіма процесами пристрою, такими як керування блоком відображення інформації, блоком обробки сигналів.

Блок елементів керування - відповідає за зовнішнє керування/налаштування пристрою оператором.

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

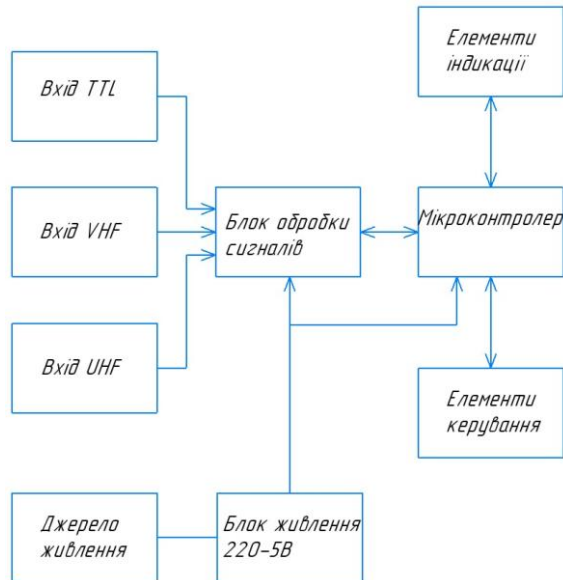


Рисунок 1.1 – Структурна схема багатофункціонального частотоміра

На один з входів подається вимірюваний сигнал.

У блоці обробки сигналів він переробляється в форму необхідну для зчитування мікроконтролером.

Мікроконтролер здійснює усі необхідні логічні та арифметичні операції, відповідає за загальне керування приладом, керування відображенням інформації на дисплеї, реагує на зміну режиму роботи приладу елементами керування.

Елементами керування здійснюється зовнішнє керування приладом. Даний блок відповідає за зміну режимів роботи частотоміра.

Напруга живлення 5 В формується в блоці живлення 220-5В.

1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою

Мікроконтролер DD4 PIC18F252-1/SP працює на тактовій частоті 10МГц, стабілізований кварцовим резонатором ZQ1. Точне значення встановлюється підстроєним конденсатором C18. Вимикач SA1 вмикає і вимикає живлення схеми. Для стабілізації напруги живлення +5 В

використаний інтегральний стабілізатор L7805 (DA3). Для виводу інформації використаний рідкокристалічний індикатор HG1. Підстроювальним резистором R32 регулюється яскравість індикатора, а підстроювальний резистор R29 регулює контрастність зображення. Кнопки підключені до входів мікроконтролера і призначені для керування частотоміром. На операційному підсилювачі AD8611ARZ (DA1) зібраний компаратор. VD1 і VD2 захищають від перенапруги. На мультиплексорі 74HC151D (DD1) зібраний комутатор входів. Мікросхема LMX2316TM (DD2) виконує роль подільника частоти. На мікросхемі TXC101 (DA1) зібраний примножувач частот. Всіма функціями пристрою керує мікроконтролер PIC18F2520-I/SO (DD4). При зміні частоти мікроконтролер рахує імпульси які поступають на його вхід за певний проміжок часу і виводить результати на рідкокристалічний індикатор HG1. Роз'єм XS1 відповідає за живлення. XW1-XW3 роз'єми для коаксіального кабелю з опором 50 Ом. XS2 призначений для підключення частотоміра до датчика температури.

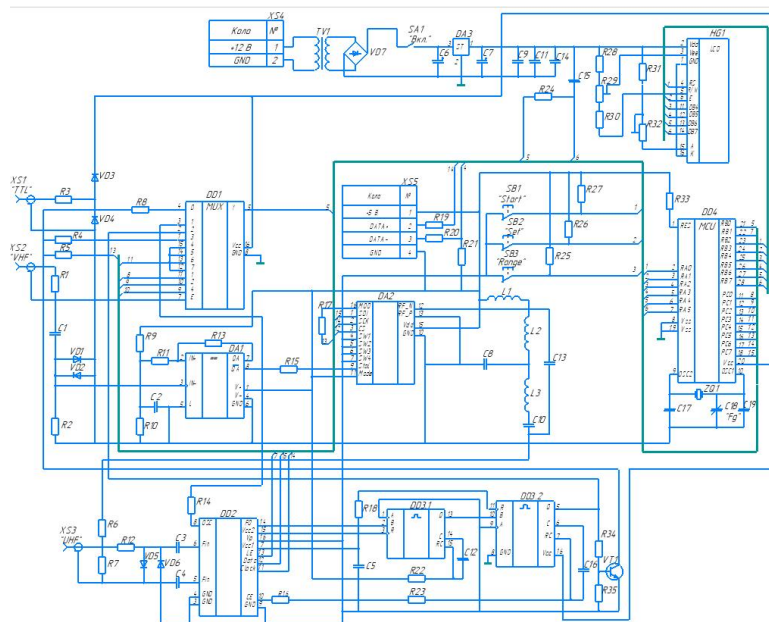


Рисунок 1.2 – Схема електрична принципова багатofункціонального частотоміра

Розрахунок стабілізатора

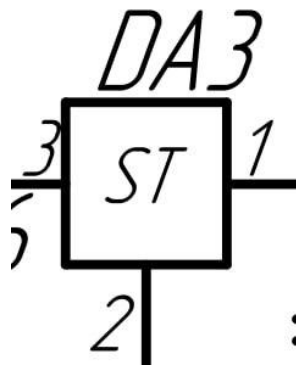


Рисунок 1.3 – Стабілізатор із схеми ЕЗ

При проектуванні стабілізатора напруги, який використовує інтегральні мікросхеми (ІМС) з фіксованим значенням вихідної напруги, необхідно вибрати відповідну ІМС, яка відповідає параметрам, а також перевірити її можливість застосування відносно напруги та обмеження розсіюваної потужності в заданих умовах.

Щодо напруги, необхідно забезпечити виконання таких умов:

$$U_{\text{вх max}} < U_{\text{вх max доп}} \quad (1.1)$$

де $U_{\text{вх max доп}}$ - гранично допустиме максимальне значення вхідної напруги для інтегральної мікросхеми (ІМС);

$$U_{\text{вх min}} - U_{\text{вих}} > U_{\text{ІМС min}} \quad (1.2)$$

Оскільки:

$$U_{\text{вх max}} = 12 \text{ В} < 35 \text{ В} = U_{\text{вх max доп}} , \quad (1.3)$$

$$11 - 5 = 6 \text{ В} > 2,5 \text{ В} = U_{\text{ІМС min}}$$

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

за напругою ця ІМС відповідає вимогам поставленого завдання.
Перевірка можливості застосування ІМС L7805 за потужністю, при умові,
що її навантажувальний струм становить:

$$I_H = P_H / U_{\text{вих}} = 0,5 / 5 = 0,1 \text{ А} \quad (1.4)$$

а максимальне падіння напруги на ній становить:

$$\Delta U = U_{\text{вх max}} - U_{\text{вих}} = 12 - 5 = 6\text{В}$$

Потужність розсіювання ІМС:

$$P_{\text{ІМС}} = \Delta U * I_H = 6 * 0,1 = 0,6 \text{ Вт} \quad (1.5)$$

Оскільки: $P_{\text{ІМС}} = 0,6 \text{ Вт} < 1 \text{ Вт}$

В такому випадку, ІМС можна використовувати без потреби у
додатковому тепловідводі.

В результаті проведених розрахунків було обрано стабілізатор L7805.

Розрахунок трансформатора

Трансформатор із схеми електричної принципової показаний на
рисунок 2.15.

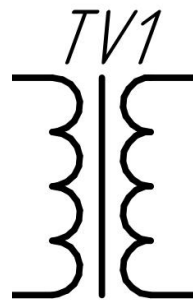


Рисунок 2.15 – Трансформатор із схеми електричної принципової

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

Для розрахунку необхідні наступні початкові: $U = 220 \text{ В}$, $P_{\text{мах.}} = 2 \text{ Вт}$,
 $U_{\text{мах.}} = 12 \text{ В}$, $\cos\varphi = 1$.

$$P_2 = P_{\text{н}} = 2 \text{ Вт} \quad I_1 = 2 \text{ Вт} \quad (P_2 = S_2 \cos\varphi, \text{ де } S_2 = I_2 U_2) \quad (1.6)$$

$$S_2 = P_2 / \cos\varphi = 2 \text{ Вт} / 1 = 2 \text{ Вт} \quad (\text{з } P_2 = S_2 \cos\varphi, \text{ де } S_2 = I_2 U_2) \quad (1.7)$$

Номинальна напруга первинної ланки відповідає напрузі мережі, тому
 $U_{1\text{ном.}} = U = 220 \text{ В}$.

Номинальна вторинна напруга відповідає напрузі живлення пристрою,
тому $U_{2\text{ном.}} = U_{\text{ж}} = 12 \text{ В}$

$$K = U_{1\text{ном.}} / U_{2\text{ном.}} = 220 \text{ В} / 12 \text{ В} = 18,33 \quad (1.8)$$

Номинальний струм в первинній обмотці трансформатора

$$I_{1\text{ном.}} = S_{\text{ном.}} / U_{1\text{ном.}} = 2 \text{ ВА} / 220 \text{ В} = 0,009 \text{ А} \quad (1.9)$$

Номинальний струм у вторинній обмотці трансформатора

$$I_{2\text{ном.}} = S_{\text{ном.}} / U_{2\text{ном.}} = 2 \text{ ВА} / 12 \text{ В} = 0,17 \text{ А}, \text{ або так: } I_{2\text{ном.}} = I_{1\text{ном.}} K \quad (1.10)$$

Коефіцієнт навантаження $K_{\text{нв}} = 0,75$

Робочі струми в обмотках трансформатора:

$$I_1 = K_{\text{нв}} I_{1\text{ном.}} = 0,75 \times 0,009 \text{ А} = 0,007 \text{ А} \quad (1.11)$$

у вторинній обмотці:

					<i>OMB 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

$$I_2 = K_{нв} I_{2ном} = 0,75 \times 0,17 \text{ А} = 0,13 \text{ А.} \quad (1.12)$$

Струм холостого ходу трансформатора становить 20% від номінального струму первинної обмотки, тому:

$$I_0 = 0,2 I_{1ном} = 0,2 \times 0,009 \text{ А} = 0,002 \text{ А}$$

Напруга короткого замикання становить:

$$U_K = 0,045 U_{1ном} = 0,045 \times 220 \text{ В} = 9,9 \text{ В}$$

1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази

Вибір бази елементів для багатофункціонального частотометра був здійснений з урахуванням різноманітних факторів, таких як:

- Діапазон частот, точність вимірювання, швидкість вимірювання, енергоспоживання.
- Відповідність електричним параметрам.

Стабілізатор призначений для забезпечення напруги 5В для живлення всіх елементів багатофункціонального частотоміра. Параметри стабілізатора наведені в таблиці. 1.1.

Таблиця 1.1 – Стабілізатор L7805 [3]

Вигляд на схемі	DA3
Опис елементу	Стабілізатор L7805
Представник	ST MICROELECTRONICS
По чому був зроблений вибір	Стабільна напруга, потовий струм

Тип корпусу	SOT223, показано на малюнку 1.4
Параметри та характеристики	
Стабільна напруга	5В
Потоковий струм	1А
Зниження напруги	2В
Варіація характеристик	±2%
Пікова напруга	35В

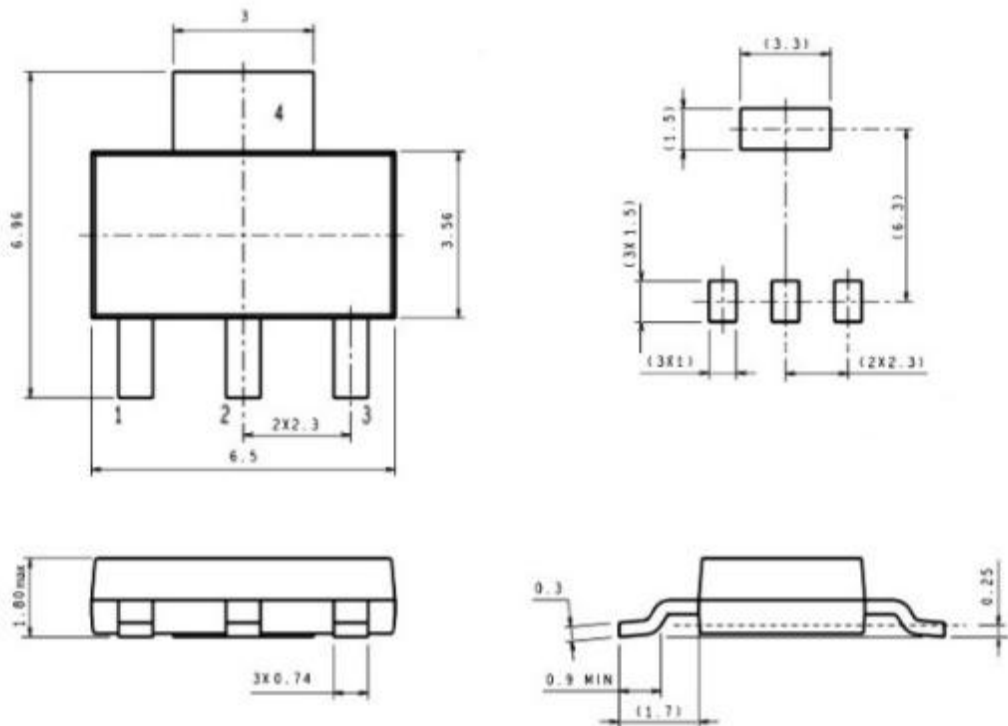


Рисунок 1.4 – Габаритні розміри стабілізатора L7805

Мікроконтролер призначений для управління загальними функціями пристрою, виконання потрібних логічних та арифметичних операцій. У таблиці 1.2 наведені критерії вибору та параметри, що варто враховувати при виборі цього мікроконтролера.

					<i>OMB 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Таблиця 1.2 – ІМС PIC18F2520-I/SO [4]

Вигляд на схемі	DD4
Опис елементу	ІМС PIC18F2520-I/SO
Представник	MICROCHIP TECHNOLOGY
По чому був зроблений вибір	Через енергозабезпечення і широкі кліматичні умови
Тип корпусу	SO28-300, див габаритні розміри 1.5
Параметри та характеристики	
Енергозабезпечення	2 ... 5,5В
Розрядність	8-Bit
Частота	40МГц
Кліматичні умови	-40 ... + 85 ° С
Кількість контактів	23

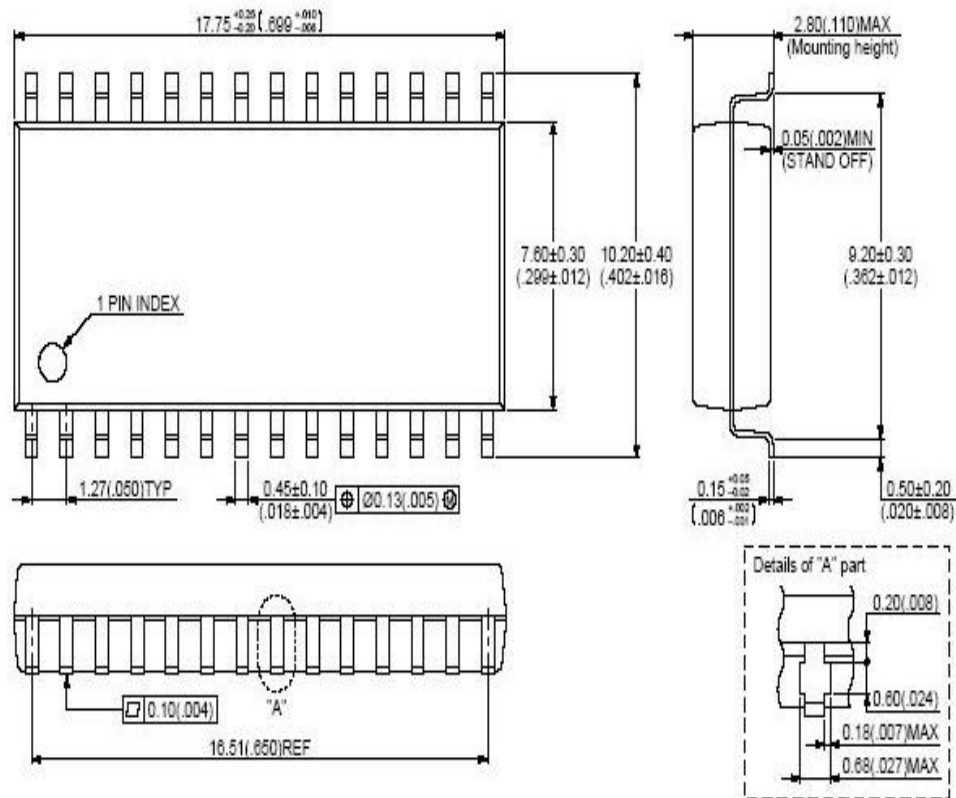


Рисунок 1.5 – Габаритні розміри PIC18F2520-I / SO

Мікросхема 74HC123D використовується як багатоканальний моностабільний мултивібратор. Критерії вибору та параметри наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Мікросхема 74HC123D [5]

Вигляд на схемі	DD3
Опис елементу	Мікросхема 74HC123D
Представник	NEXPERIA
По чому був зроблений вибір	Діапазон енергозабезпечення, кліматичні умови, запізнення
Тип корпусу	SO16, показано габаритні розміри на рис. 1.6
Параметри та характеристики	
Діапазон енергозабезпечення	2...6 В
Кліматичні умови	-40°C + 125°C
Струм максимуму	-5.2 / 5.2 мА
Запізнення	65нс

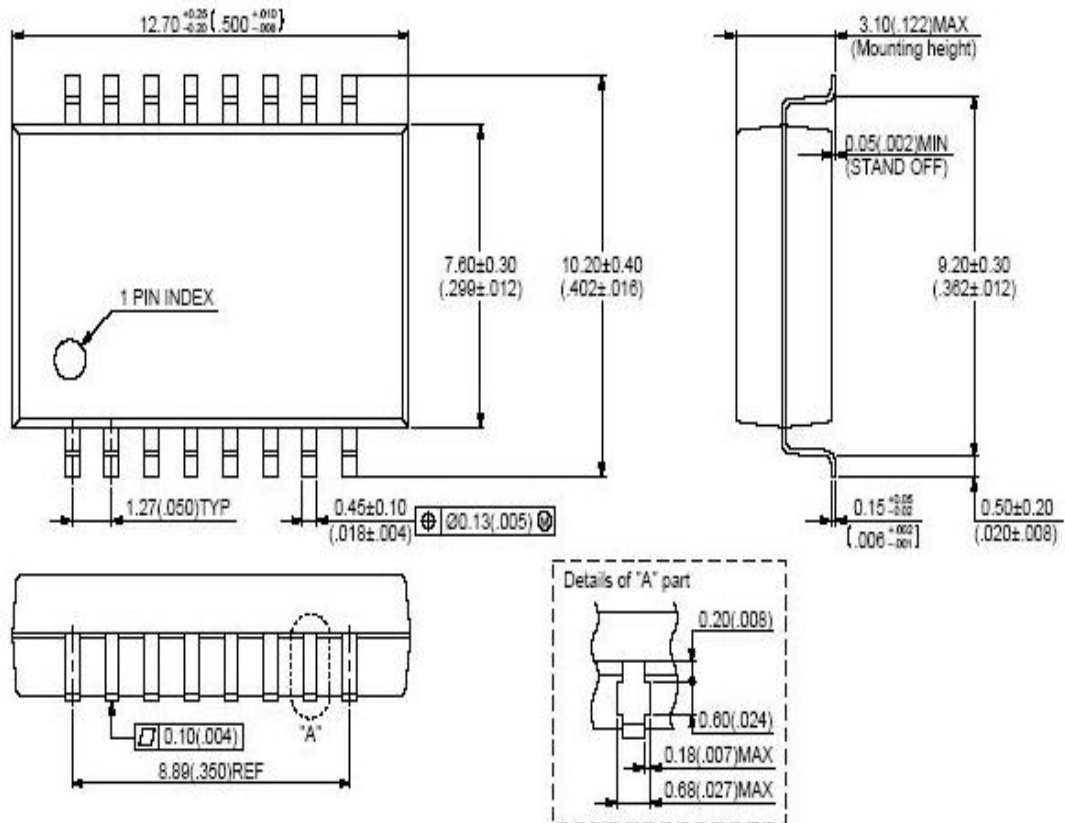


Рисунок 1.6 – Габаритні розміри мікросхеми 74HC123D

Синтезатор частоти LMX2316TM є високопродуктивним інтегральним схемою, яка забезпечує генерацію точних і стабільних радіочастотних сигналів. Всі його параметри показані в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Синтезатор частоти LMX2316TM [6]

Вигляд на схемі	DD2
Опис елементу	Синтезатор частоти LMX2316TM
Представник	Texas Instruments
По чому був зроблений вибір	Частота максимуму, напруга електроживлення
Тип корпусу	16-TSSOP , показано на рисунку 1.7
Параметри та характеристики	
Частота максимуму	1,2 ГГц
Напруга електроживлення	2,3 В ~ 5,5 В
Кліматичні умови	-40 °С ~ 85 °С

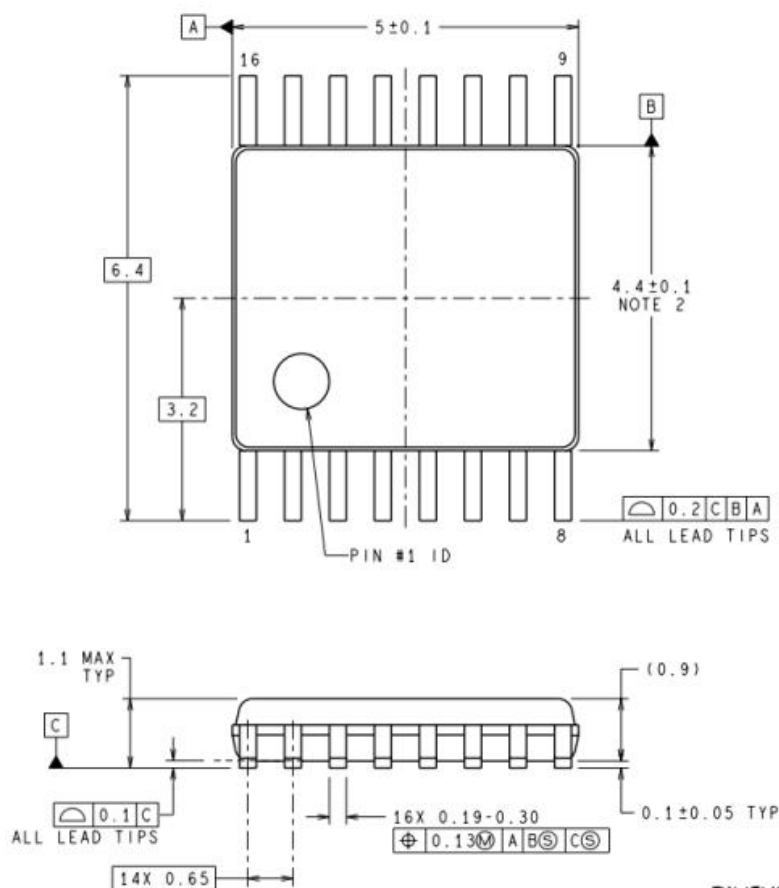


Рисунок 1.7 – Габаритні розміри синтезатора LMX2316TM

Мультиплексор 74НС151D використовується для вибору одного сигналу з декількох вхідних сигналів та передачі його на вихід. Всі його характеристики описані нижче в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Мультиплексор 74НС151D [7]

Вигляд на схемі	DD1
Опис елементу	Мультиплексор 74НС151D
Представник	NEXPERIA
По чому був зроблений вибір	Енергоживлення, струм максимуму
Тип корпусу	SO16, див. рисунок 1.8
Параметри та характеристики	
Енергоживлення	2...6 В
Кліматичні умови	-40°C + 125°C
Струм максимуму	-5.2 / 5.2 мА

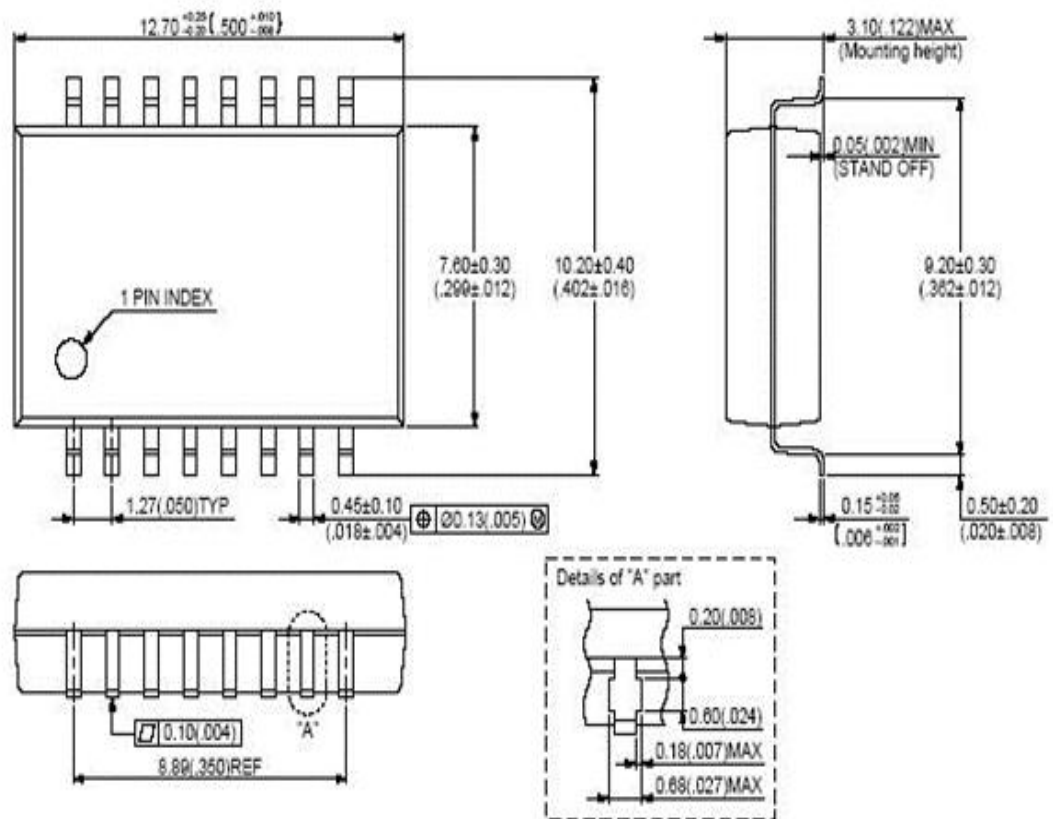


Рисунок 1.8 – Габаритні розміри мультиплексора 74НС151D

Передатчик радіочастоти ТХС101 використовується для передачі радіосигналів на певній частоті. Його параметри описані в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Передатчик радіочастоти TXC101 [8]

Вигляд на схемі	DA2
Опис елементу	Передатчик радіочастоти TXC101
Представник	Murata Electronics
По чому був зроблений вибір	Енергозабезпечення, частота максимуму
Тип корпусу	16-TSSOP , показано на малюнку 1.9
Параметри та характеристики	
Енергозабезпечення	2,5...5 В
Частота максимуму	1000 МГц
Коливання частоти	Від 300 МГц до 1000 МГц
Кліматичні умови	-40 ° C ~ 85 ° C

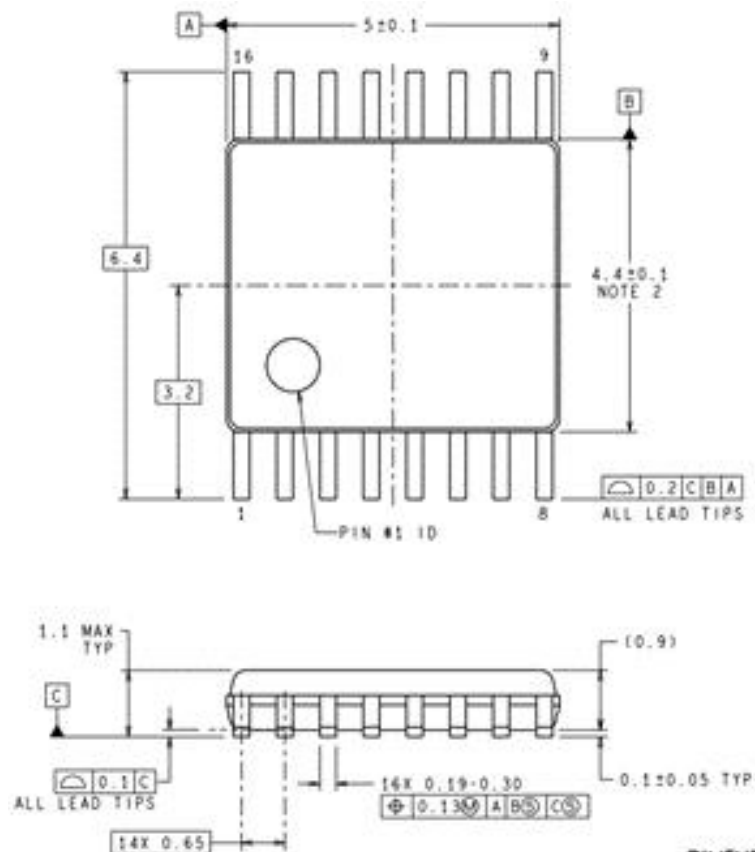


Рисунок 1.9 – Габаритні розміри передатчика радіочастоти TXC101

Компаратор AD8611ARZ - це пристрій, який використовується для порівняння двох сигналів і видає вихідний сигнал залежно від результату порівняння. Технічні характеристики його поданні в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Компаратор AD8611ARZ [9]

Вигляд на схемі	DA1
Опис елементу	Компаратор AD8611ARZ
Представник	ANALOG DEVICES
По чому був зроблений вибір	Енергозабезпечення, кліматичні умови
Тип корпусу	SO8, див. габаритні розміри рисунок 1.10
Параметри та характеристики	
Енергозабезпечення	3...5 В
Кліматичні умови	-40°C + 85°C
Запізнення	5,5 нс
Струм спокою	10 мА

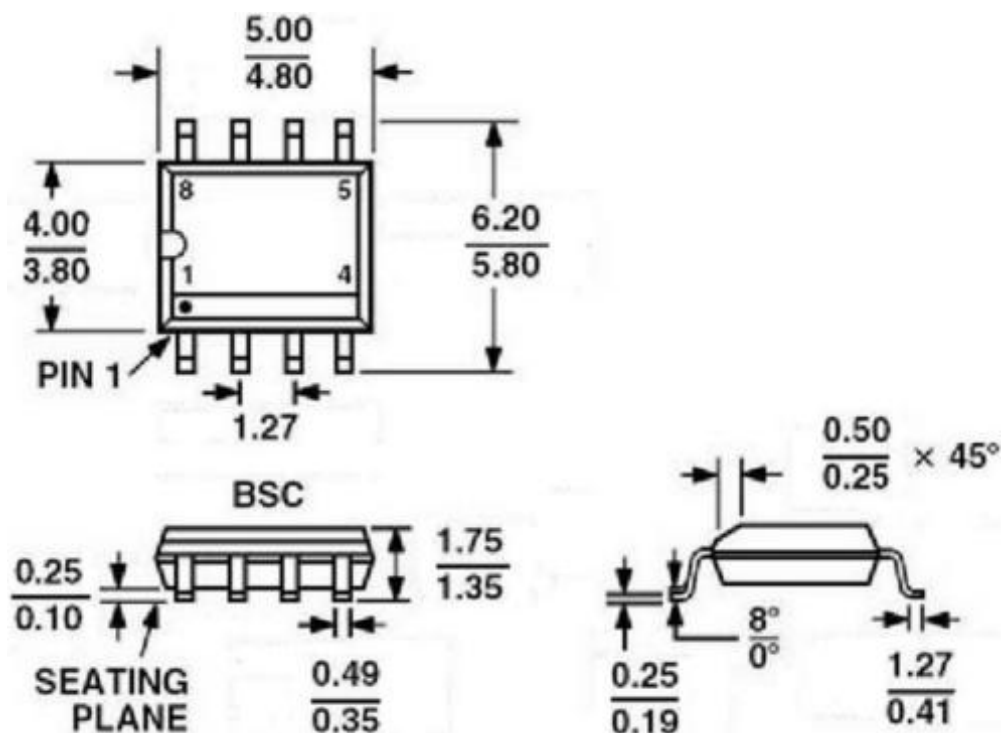


Рисунок 1.10 – Габаритні розміри компаратора AD8611ARZ

Фіксуюча кнопка 9533NCD використовується для фіксації стану контакту у включеному або виключеному положенні. Її технічні данні наведенні в таблиці 1.8

Таблиця 1.8 – Фіксуюча кнопка 9533NCD [10]

Вигляд на схемі	SA1
Опис елементу	Фіксуюча кнопка 9533NCD
Представник	APEM Inc.
По чому був зроблений вибір	Висока надійність, простота кріплення в корпусі
Тип корпусу	див. рисунок 1.11
Параметри та характеристики	
Тип включення	SPST-NO
Середній струм	100 мА
Номінальна напруга	30 В
Кліматичні умови	-30°C ~ 65°C
Довжина штока	10,4

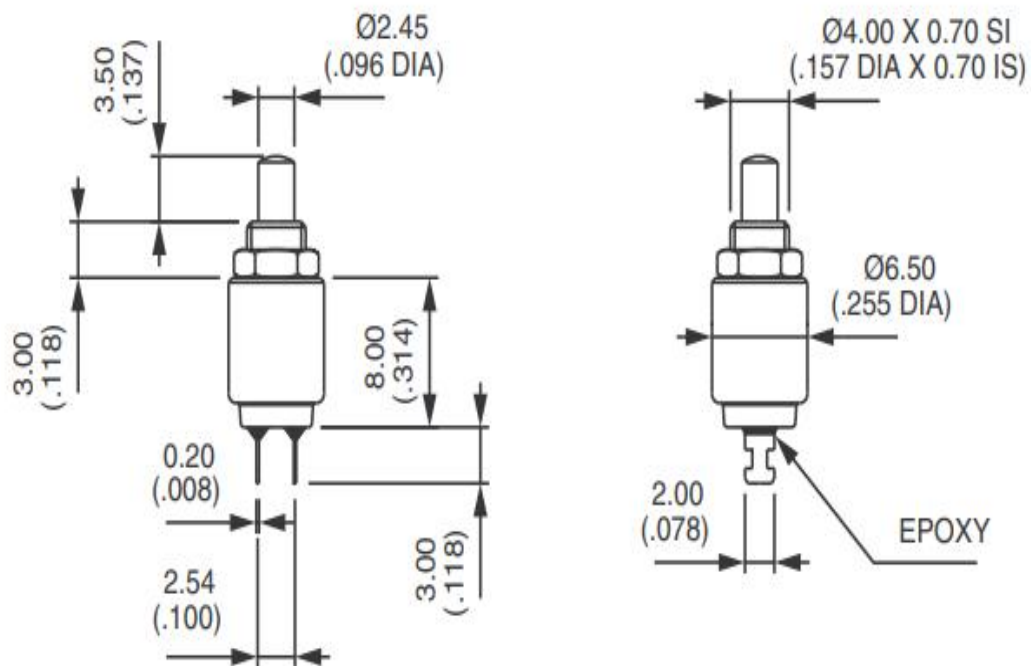


Рисунок 1.11 – Габаритні розміри фіксуючої кнопки 9533NCD

Керамічні конденсатори CL21 - це тип конденсаторів, які використовують керамічний діелектрик для зберігання та випуску електричної енергії. Характеристики даних конденсаторів наведені в таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 – Керамічні конденсатори CL21 [11]

Вигляд на схемі	C1-C5, C8-C17, C19	
Опис елементу	Керамічні конденсатори CL21	
Представник	SAMSUNG	
По чому був зроблений вибір	Відхилення, стабільна напруга, кліматичні умови	
Тип корпусу	0805, глянь на рисунок 1.12	
Параметри та характеристики		
Відхилення		10 %
Стабільна напруга		100 В
Тип підкладки		X7R
Кліматичні умови		-55..+125°C

Резистори CR - використовуються для внесення необхідного для функціонування каскадів опору. Параметри наведені в таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 – Резистори CR [12]

Вигляд на схемі	R1-R28, R30-R31, R33-R35	
Опис елементу	Резистори CR	
Представник	«BOURNS»	
По чому був зроблений вибір	Відхилення, потужність максимуму	
Тип корпусу	0805, див. рисунок 1.12	
Параметри та характеристики		
Відхилення		1 %
Потужність максимуму		0,125 Вт
Напруга максимуму		150В
Кліматичні умови		-55..+155°C

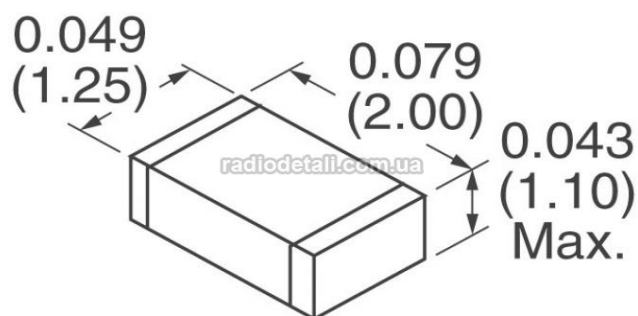


Рисунок 1.12 – Габаритні розміри типорозміру 0805

Електролітичні конденсатори СА0 - призначені для внесення необхідної ємності, для блокування статичних складових сигналів або для функціонування вузлів приладу. Їхні параметри наведенні у таблиці 1.11.

Таблиця 1.11 – Електролітичні конденсатори СА0 [13]

Вигляд на схемі	С6-С7	
Опис елементу	Електролітичні конденсатори СА0	
Представник	YAGEO	
По чому був зроблений вибір	Напруга максимуму, відхилення,	
Тип корпусу	Типорозмір D , див. рисунок 1.13	
Параметри та характеристики		
Напруга максимуму	50 В	
Відхилення	±20%	
Тип прокладки	X7R	
Кліматичні умови	-55+85 °С	
Діаметр конструкції	6,3мм	

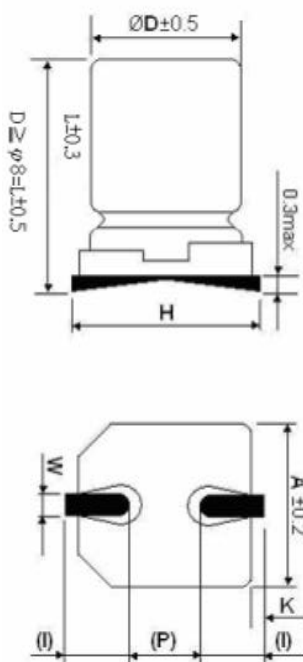


Рисунок 1.13 – Габаритні розміри електролітичних конденсаторів типорозміру D

Підстроювальний резистор 3314 - це тип резистора, який можна налаштувати для досягнення потрібного опору. Він має поворотний механізм, який дозволяє змінювати значення опору за допомогою обертання. Параметри та характеристики показані в таблиці 1.12.

Таблиця 1.12 – Підстроювальний резистор 3314 [14]

Вигляд на схемі	R29, R32
Опис елементу	Підстроювальний резистор 3314
Представник	BOURNS
По чому був зроблений вибір	Потужність максимуму, відхилення, резистивний матеріал
Тип корпусу	див. рисунок 1.14
Параметри та характеристики	
Потужність максимуму	0,25 Вт
Відхилення	±20%
Резистивний матеріал	металокерамік а
Кліматичні умови	-55+125 °С
Напруга максимуму	500В

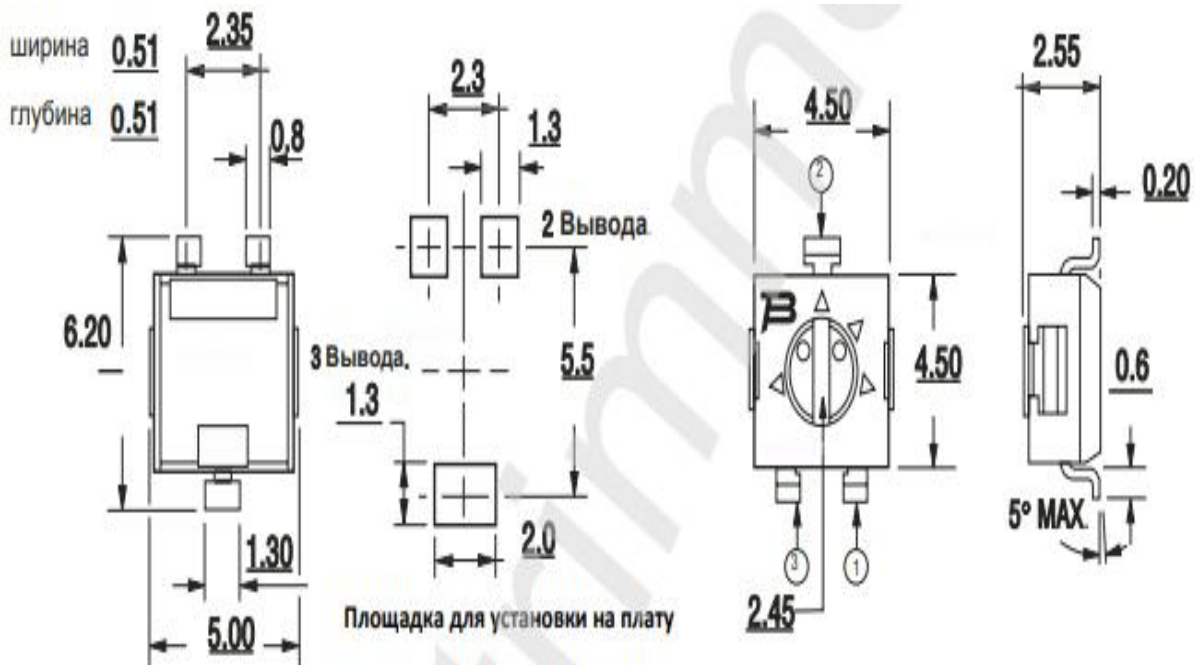


Рисунок 1.14 – Габаритні розміри підстроювального резистора серії 3314

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

OMB 2.899.001 ПЗ

Арк.

24

Підстроювальний конденсатор TZC3 - це тип конденсатора, який можна налаштовувати для зміни його ємності. Він має механізм, який дозволяє змінювати ємність конденсатора шляхом обертання. Технічні характеристики показані в таблиці 1.13.

Таблиця 1.13 – Підстроювальний конденсатор TZC3 [15]

Вигляд на схемі	C18
Опис елементу	Підстроювальний конденсатор TZC3
Представник	MURATA
По чому був зроблений вибір	Стабільна напруга, кліматичні умови
Тип корпусу	див. рисунок 1.15
Параметри та характеристики	
Ємність	6,5...30 pF
Стабільна напруга	100В
Добротність	300
Кліматичні умови	-25+85 °С

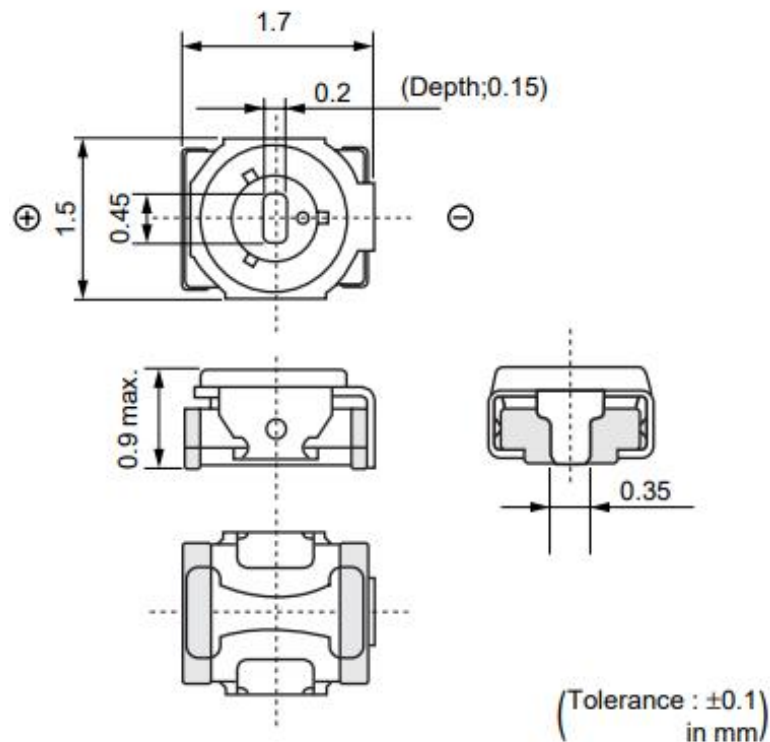


Рисунок 1.15 – Габаритні розміри підстроювального конденсатора серії TZC3

LCD дисплей WH1602B-YGH-CTK - це тип дисплея з рідкокристалічною технологією, який має 16 символних рядків і 2 стовпці. Він використовується для відображення стану роботи частотоміра. Характеристики дисплею описані в таблиці 1.14.

Таблиця 1.14 – LCD дисплей WH1602B-YGH-CTK [16]

Вигляд на схемі	HG1	
Опис елементу	LCD дисплей WH1602B-YGH-CTK	
Представник	WINSTAR	
По чому був зроблений вибір	Колір, стабільна напруга, кількість символів	
Тип корпусу	див. рисунок 1.16	
Параметри та характеристики		
Колір	жовто-зелений	
Стабільна напруга	4,5...5,5 В	
Кліматичні умови	-20..+70°C	
Кількість символів	16x2 символів	

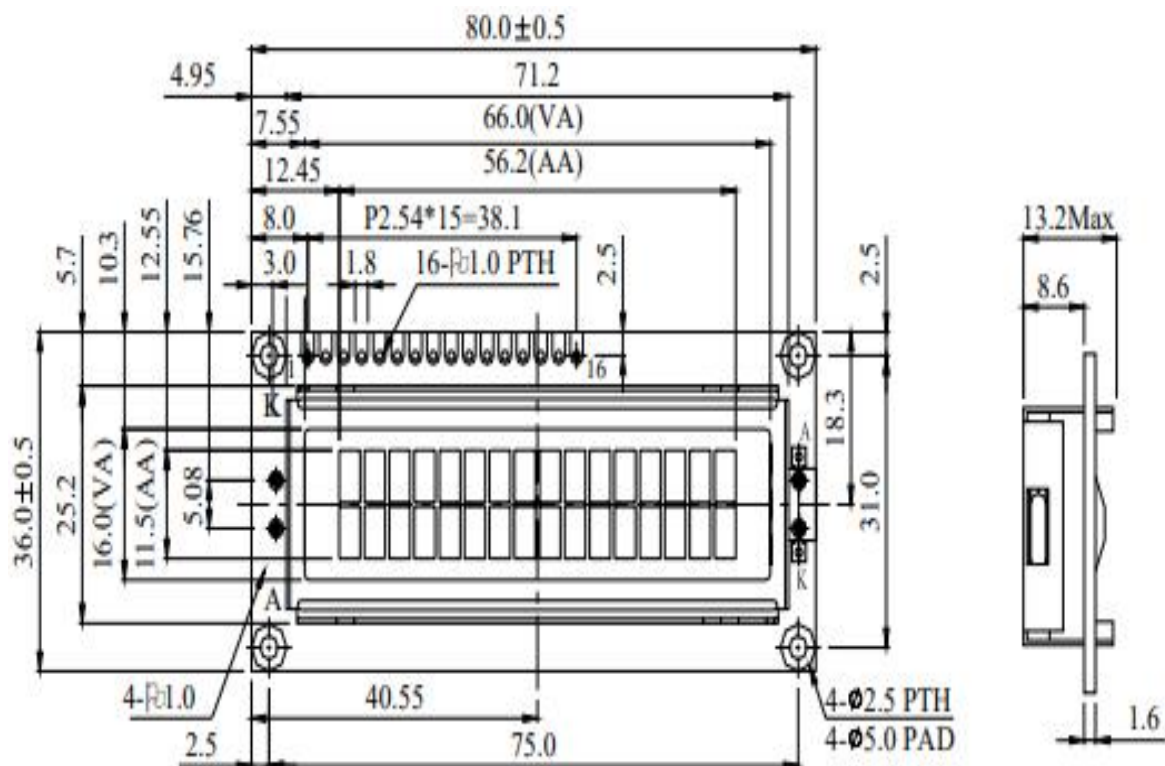


Рисунок 1.16 – Габаритні розміри LCD дисплею WH1602B-YGH-CTK

Кварцовий резонатор 10M-49SMD-SR - це компонент електронної схеми, який використовується для стабілізації частоти в електронних пристроях.

Таблиця 1.15 – Кварцовий резонатор 10M-49SMD-SR [17]

Вигляд на схемі	ZQ1
Опис елементу	Кварцовий резонатор 10M-49SMD-SR
Представник	SR PASSIVES
По чому був зроблений вибір	Частота резонансу, змінна частоти, навантажувальна ємність
Тип корпусу	див. рисунок 1.17
Параметри та характеристики	
Тип	HC-49S-SR
Частота резонансу	10 МГц
Змінна частоти	30ppm
Навантажувальна ємність	20пФ
Кліматичні умови	-20..+70°C

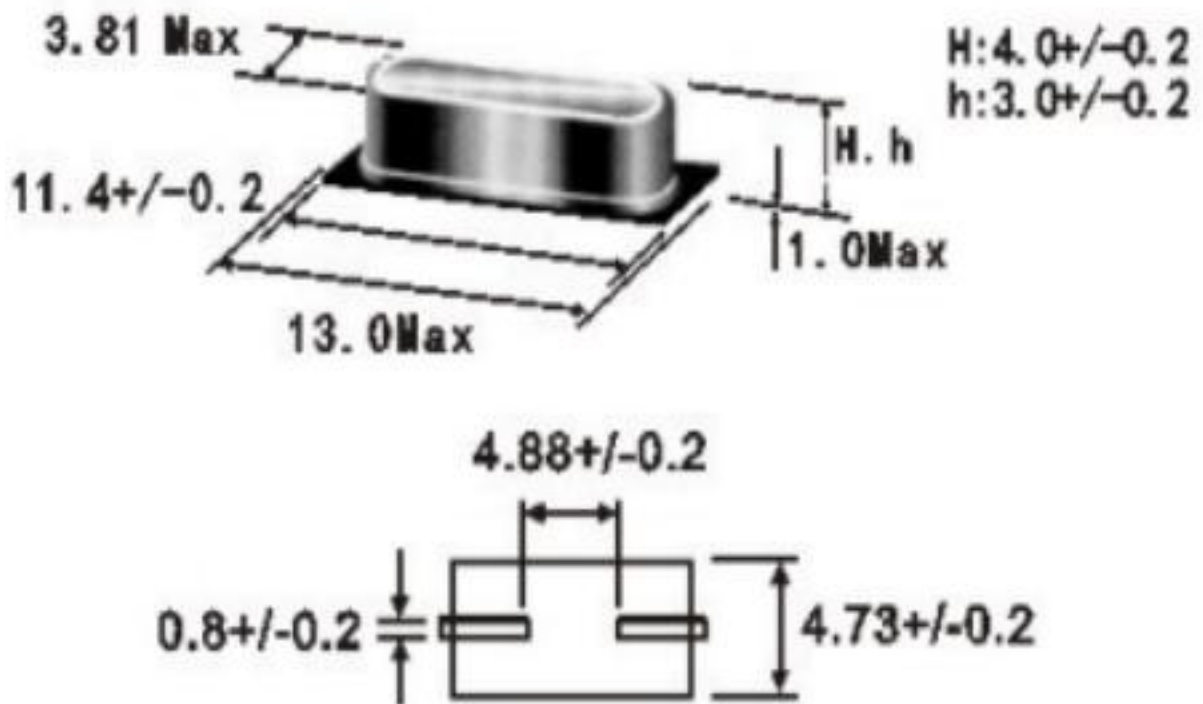


Рисунок 1.17 – Габаритні розміри 10M-49SMD-SR

Транзистор BC847 - це низьковольтний NPN біполярний транзистор, який широко використовується в електронних схемах для підсилення сигналів або комутації. Його параметри описані в таблиці 1.16.

Таблиця 1.16 – Транзистор BC847 [18]

Вигляд на схемі	VT1
Опис елементу	Транзистор BC847
Представник	NEXPERIA
По чому був зроблений вибір	Напруга к-б, напруга к-е, коефіцієнт передачі
Тип корпусу	SOT23, див. рисунок 1.18
Параметри та характеристики	
Тип	n-p-n
Напруга к-б	50 В
Напруга к-е	45 В
Струм максимуму	0,1 А
Коефіцієнт передачі	110 ... 800
Частота максимуму	100 МГц
Потужність максимуму	0,25 Вт

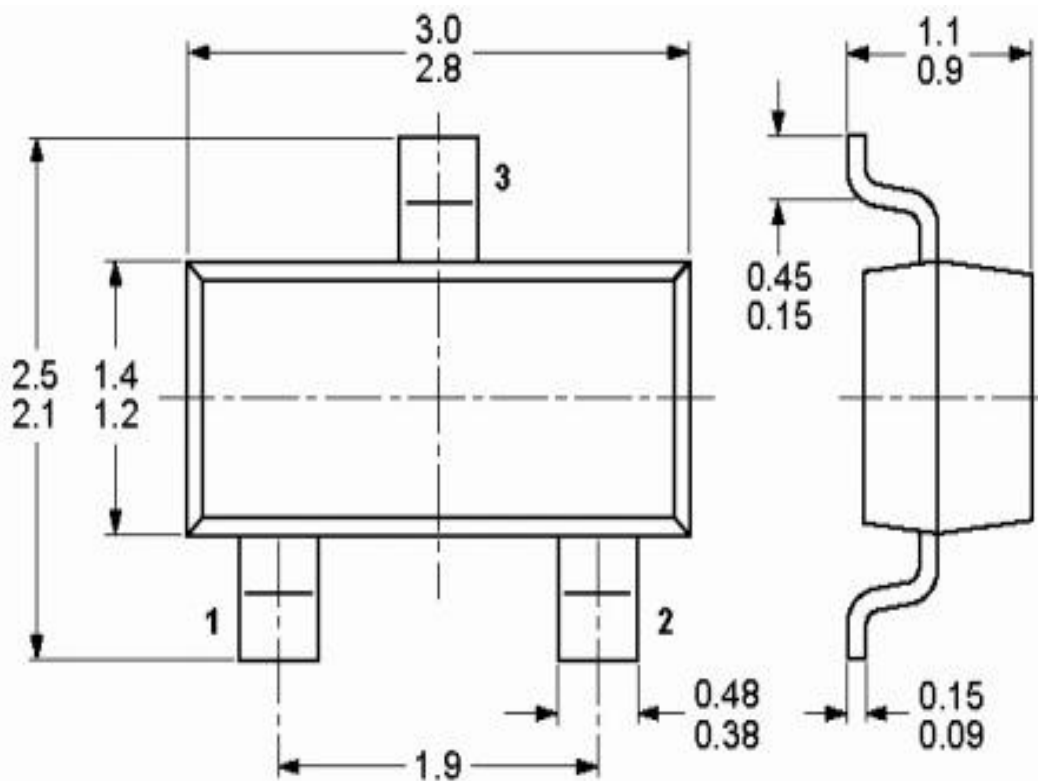


Рисунок 1.18 – Габаритні розміри транзистора BC847

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ОМВ 2.899.001 ПЗ

Арк.

28

Роз'єм живлення DCJ200-05-A-K1-A - це типовий роз'єм для з'єднання живлення з електронним пристроєм. Технічні характеристики роз'єму описані в таблиці 1.17.

Таблиця 1.17 – Роз'єм живлення DCJ200-05-A-K1-A [19]

Вигляд на схемі	XS1
Опис елементу	Роз'єм живлення DCJ200-05-A-K1-A
Представник	GCT
По чому був зроблений вибір	Тип живлення, струм спрацьовування
Тип корпусу	див. рисунок 1.19
Параметри та характеристики	
Тип живлення	гніздо
Струм спрацьовування	5А
Робоча напруга	20В
Кліматичні умови	-20 °С ~ 70 °С

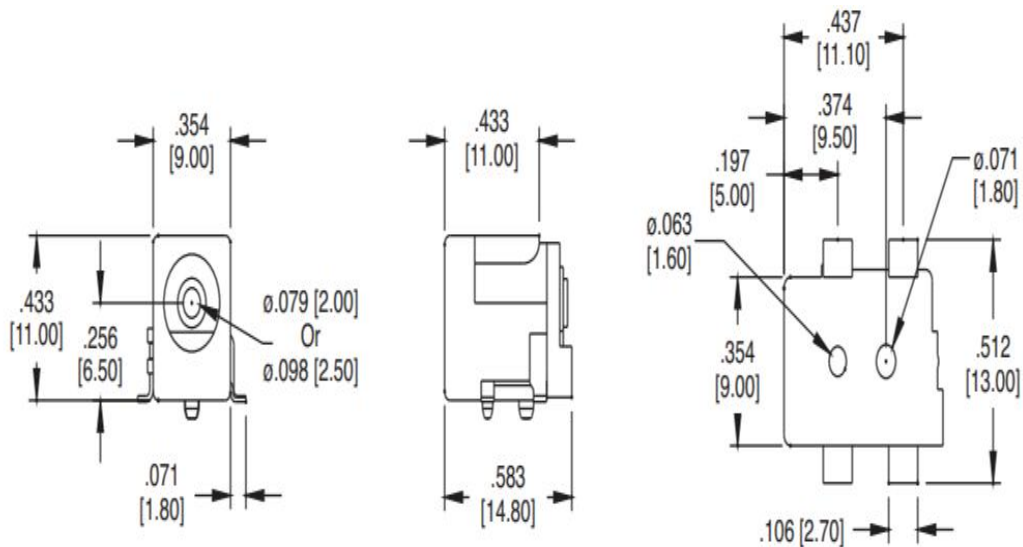


Рисунок 1.19 – Габаритні розміри роз'єму живлення DCJ200-05-A-K1-A

Тактова кнопка KFC-A06-20 - це малий електронний компонент, який використовується для виконання миттєвого електричного замикання чи розмикання контактів при натисканні. Параметри даної кнопки описані в таблиці 1.18.

Таблиця 1.18 – Тактова кнопка KFC-A06-20 [20]

Вигляд на схемі	SB1-SB3
Опис елемента	Тактова кнопка KFC-A06-20
Представник	Daier
По чому був зроблений вибір	
Тип корпусу	див. рисунок 1.20
Параметри та характеристики	
Тип включення	OFF-(ON)
Максимальна непереривна робоча напруга	30В
Максимальний струм	50мА
Тип монтування	ТНТ
Зусилля натискання	1,8 N

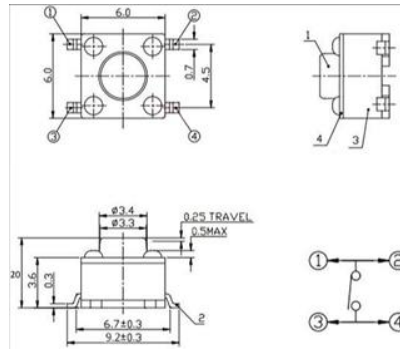


Рисунок 1.20 – Габаритні розміри перемикача KFC-A06-20

Коаксіальний роз'єм ACX1407-ND - це тип роз'єму, який використовується для з'єднання коаксіальних кабелів. Він має спеціальну конструкцію, яка дозволяє передавати сигнал високої частоти без спотворень. Критерії і технічні характеристики по яких вибирався цей роз'єм описано нижче в таблиці 1.19.

Таблиця 1.19 – Коаксіальні роз'єм ACX1407-ND [21]

Вигляд на схемі	XW1-XW3
Опис елемента	Роз'єм ACX1407-ND
Представник	Amphenol RF
По чому був зроблений вибір	Опір, Тип кріплення, максимальна частота, робоча частота
Тип корпусу	див. рисунок 1.21

Параметри та характеристики	
Імпеданс	50 Ом
Функція кріплення	Перегородка - гайка ззаду
Максимальна частота	4 ГГц
Номінальна напруга	500 В
Контактний матеріал	латунь
Контактне покриття	золото

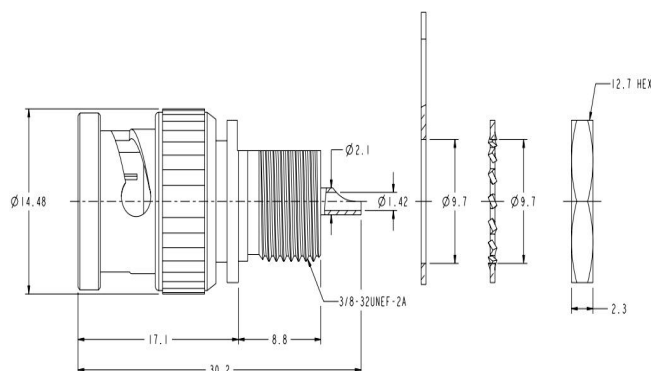


Рисунок 1.21 – Габаритні розміри коаксiального роз'єму ACX1407-ND

Котушки індуктивності 0805CS - використовуються для створення індуктивностей в електричних схемах. Параметри по яких вибиралися котушки описані в таблиці 1.20.

Таблиця 1.20 – Котушки індуктивності 0805CS [22]

Вигляд на схемі	L1-L3
Опис елементу	Котушки індуктивності 0805CS
Представник	Delta
По чому був зроблений вибір	Добротність, мінімальна резонансна частота, максимальний реактивний опір
Тип корпусу	див. рисунок 1.22
Параметри та характеристики (39/43/82нГн)	
Добротність	60/60/65
Мінімальна резонансна частота	2000/1650/1300 МГц
Максимальний реактивний опір	0,29/0,34/0,42 Ом
Робоча температуру	-55+85 °C
Максимальний струм	500/500/400мА

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

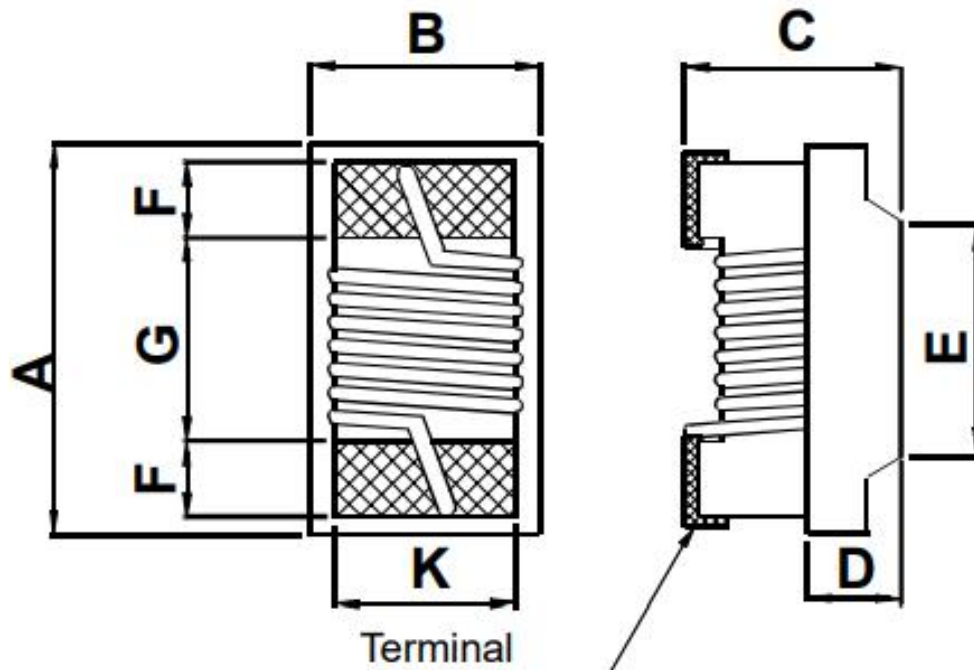


Рисунок 1.22 – Габаритні розміри котушок індуктивності

Діоди BAS316 - це низькосигнальні діоди, які широко використовуються в електронних схемах для вирівнювання сигналів, вимірювання температури, регулювання освітлення та інших додаткових додатках. Вони характеризуються швидким часом відгуку і низьким рівнем витрати енергії. Технічні характеристики діодів написані в таблиці 1.21.

Таблиця 1.21 – Діоди BAS316 [23]

Вигляд на схемі	VD1-VD6		
Опис елементу	Діоди BAS316		
Представник	NEXPERIA		
По чому був зроблений вибір	Максимальний	середній	струм діода,
Тип корпусу	SOD-323, див. рисунок 1.23		
Параметри та характеристики			
Періодична імпульсна зворотня напруга	100В		
Максимальний середній струм діода	0,25А		
Час відновлення	4нс		
Пряме падіння напруги	1В		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

OMB 2.899.001 ПЗ

Арк.

32

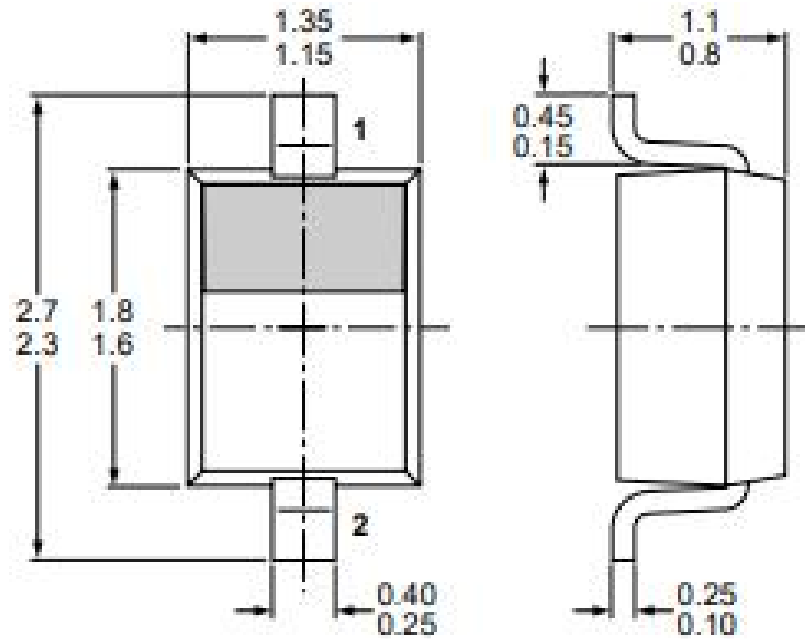


Рисунок 1.23 – Габаритні розміри діода BAS316

Роз'єм KLS1-RCA-411 є типовим RCA роз'ємом, який використовується для передачі аналогових аудіо- та відеосигналів. Він має один центральний контакт (вихід сигналу) та зовнішній оболонковий контакт (заземлення). Роз'єм KLS1-RCA-411 забезпечує надійне з'єднання та передачу сигналу з мінімальною втратою якості. Критерії вибору і технічні характеристики роз'єму описані в таблиці 1.22.

Таблиця 1.22 – Роз'єм KLS1-RCA-411 [24]

Вигляд на схемі	XS2
Опис елемента	Роз'єм KLS1-RCA-411
Представник	KLS
По чому був зроблений вибір	Хороші електричні властивості, SMD виконання, опір контакту, номінальний струм
Тип корпусу	див. рисунок 1.24
Параметри та характеристики	
Тип RCA	RCAx4
Опір контакту	30 MOM
Номінальна напруга	50В
Номінальний струм	0,5А
Робоча температура	-25°C ~ 70°C

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ОМВ 2.899.001 ПЗ

Арк.

33

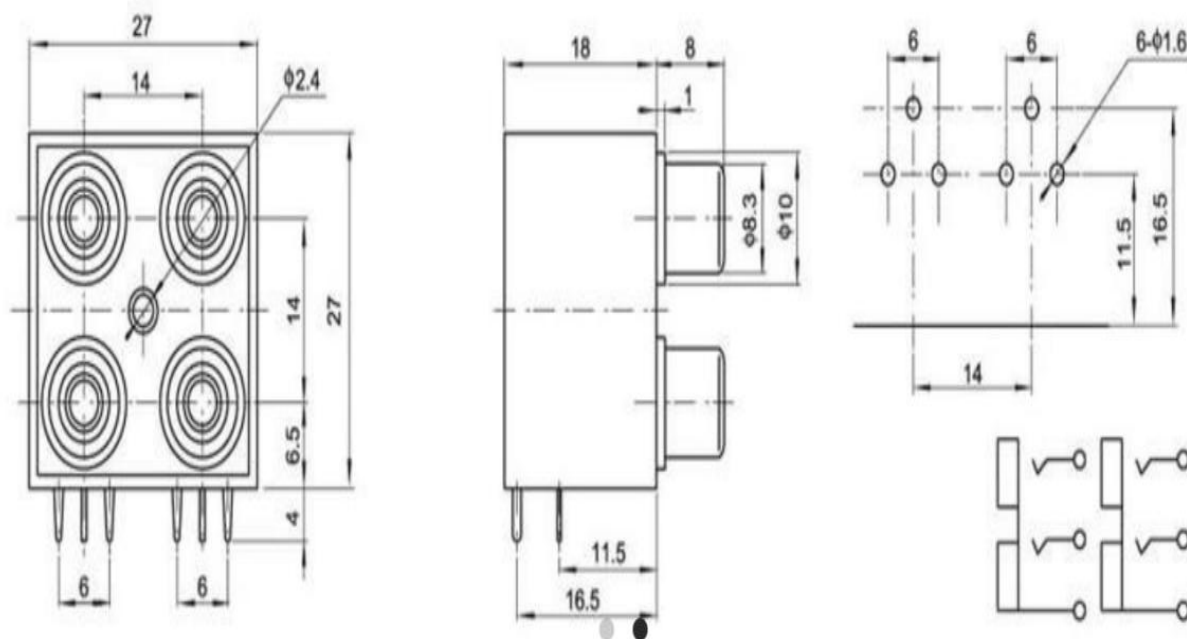


Рисунок 1.24 – Габаритні розміри роз'єму KLS1-RCA-411

Трансформатор BV302S06020-ZU є компактним та ефективним трансформатором, який використовується для перетворення електричної енергії. Він має високу надійність та стійкість до перевантажень. Технічні характеристики трансформатора описані в таблиці 1.23.

Таблиця 1.23 – Трансформатор BV302S06020-ZU [25]

Вигляд на схемі	TV1	
Опис елементу	Трансформатор BV302S06020-ZU	
Представник	Zettler Magnetics	
По чому був зроблений вибір	Напруга - первинна, напруга - вторинна, струм – вихід, потужність - макс	
Тип корпусу	див. рисунок 1.25	
Параметри та характеристики		
Напруга - первинна		220 В
Напруга - вторинна		12 В
Струм – вихід		333 мА
Потужність - Макс		2 Вт

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

OMB 2.899.001 ПЗ

Арк.

34

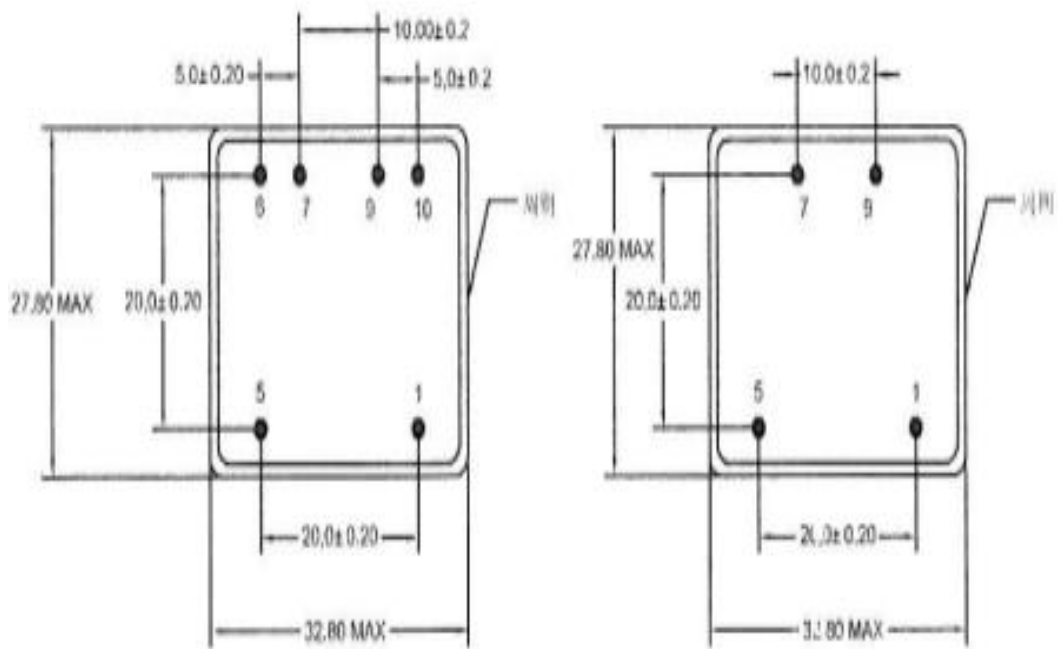


Рисунок 1.25 – Габаритні розміри трансформатора BV302S12020-ZU

Діодний міст DB101S - це компактний та надійний діодний міст, який використовується для випрямлення змінного струму в постійний. Він має чотири діода, які дозволяють ефективно перетворювати змінний струм на стабільний постійний струм. Технічні параметри описані в таблиці 1.24.

Таблиця 1.24 – Діодний міст DB101S [26]

Вигляд на схемі	VD7	
Опис елементу	Діодний міст DB101S	
Представник	DC COMPONENTS	
По чому був зроблений вибір	Тип виводів, максимальний середній випрямлений струм, пікова зворотня напруга	
Тип корпусу	див. рисунок 1.26	
Параметри та характеристики		
Тип виводів	SMD	
Максимальний середній випрямлений струм	1 А	
Пікова зворотня напруга	50 мВ	
Габаритні розміри	8.5x6.5x2.6мм	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

OMB 2.899.001 ПЗ

Арк.

35

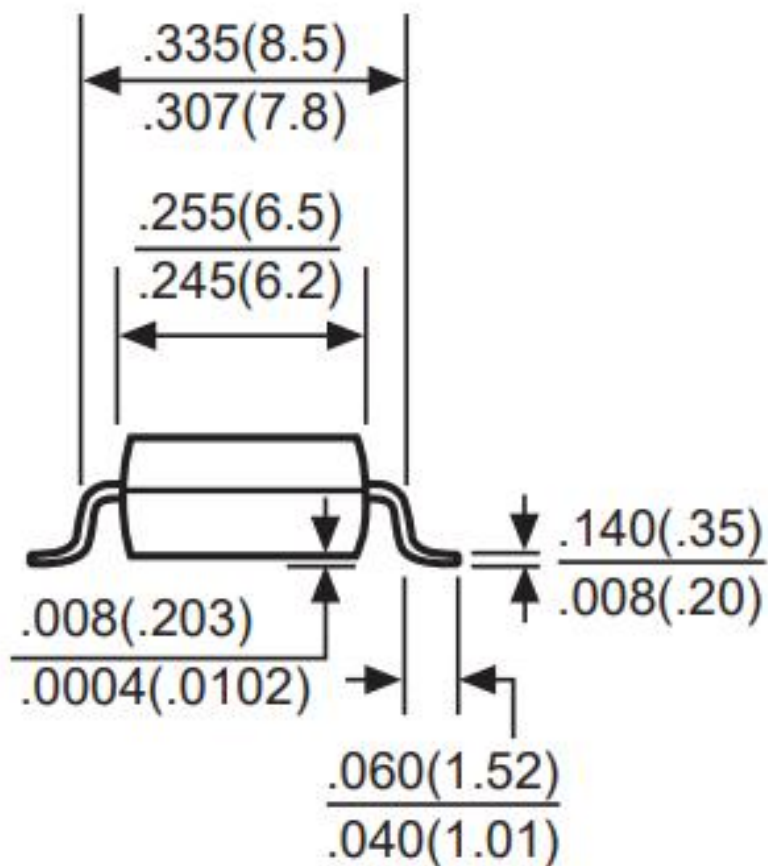


Рисунок 1.26 – Габаритні розміри діодного моста DB101S

1.5 Компоновка друкованого вузла пристрою

Компоновка друкованого вузла пристрою - це процес розташування та з'єднання радіоелементів на друкованій платі (PCB), що дозволяє створити функціональний пристрій.

Під час компоновки розробляється оптимальне розташування радіоелементів на платі з урахуванням їх функціонального призначення, ергономіки, монтажу та електричної сумісності.

Компоновка друкованого вузла має вирішувати такі завдання:

- 1) забезпечення мінімальних розмірів пристрою;
- 2) зменшення електромагнітної інтерференції між елементами;
- 3) забезпечення відповідності електричних параметрів пристрою вимогам специфікації;

- 4) забезпечення надійного з'єднання між радіoeлементами;
- 5) забезпечення зручності монтажу та обслуговування пристрою;
- 6) забезпечення електричної безпеки відповідно до стандартів.

Компоновку друкованого вузла зазвичай виконують за допомогою спеціального програмного забезпечення, що дозволяє проводити візуалізацію та аналіз розміщення радіoeлементів на платі, а також оцінювати електричні параметри пристрою.

Проектований частотомір включає один друкований вузол, який складається з плати багатофункціонального частотоміра та елементів налаштування, розташованих з одного боку вузла, та мікроконтролера, який керує роботою пристрою, розташованого з іншого боку. Роз'єми для зовнішніх підключень розміщені по боках вузла, що полегшує компонування виробу.

Друкований вузол має компактну конструкцію з високою густиною монтажу та короткими друкованими провідниками. Для виготовлення друкованих плат було використано двосторонній склотекстоліт СФ2-35І-1.5 та комбінований позитивний метод створення друкованих провідників, який є ефективним та малозатратним. Використання склотекстоліту як матеріалу для плат дозволяє отримати хороші механічні параметри, стійкість до термо- та хімічного впливу, стійкість до вологості та хороші діелектричні параметри. Технології та обладнання для механічної обробки склотекстоліту є широко поширеними та нескладними.

Використовується електрохімічний метод для створення друкованих провідників на друкованих платах, що дозволяє отримати високу роздільну здатність та металізацію отворів, що зменшує вартість виготовлення та підвищує технологічність завдяки високій продуктивності та простоті методу.

Шовкографічний метод використовується для нанесення фарби на плату, що забезпечує хорошу роздільну здатність та простоту нанесення. Виготовлення плати здійснюється комбінованим позитивним методом, де

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

друковані провідники створюються хімічним методом, а з металізацією отворів використовується гальванічне осадження міді.

Завдяки розміщенню усіх радіоелементів на одній платі, виготовлення виробу стає технологічнішим, зменшується кількість етапів та автоматизована пайка майже усіх елементів. Для вибору елементної бази враховувалися такі критерії як дешевизна, надійність, легкодоступність та стабільність параметрів.

Висококваліфікованих працівників потрібно тільки на етапі контролю якості та параметрів виробу, а всі інші етапи виконуються автоматизовано або без залучення висококваліфікованого персоналу.

Проектований виріб є легко складним завдяки збігу кріпильних отворів друкованої плати та рідкокристалічного дисплею. Це дозволяє використовувати стійки як кріпильні елементи. Крім того, виготовлення виробу є простим і економічним завдяки використанню односторонньої плати для комбінованого монтажу, на якій розміщені як елементи налаштування, так і внутрішня частина частотоміра.

Виходячи з технологічних параметрів приладу вибирається електрохімічний метод виготовлення друкованої плати та 4 клас точності (ДСТУ 4.010.022-95).

1.6 Висновки до розділу 1

В розділі було описано багато функціональний частотомір, його принципи роботи, структурну схему, параметри, елементну базу, і проведенні розрахунок окремого каскаду по даному приладу. Також описана його технологічність, методи виготовлення плати і принцип виготовлення друкованого вузла.

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

2 Спеціальна частина (САПР)

2.1 Вибір САПР

При виконанні кваліфікаційної роботи бакалавра використовувалась САПР Altium Designer.

Застосування даної САПР для проектування схем електричної принципової та плат друкованих має значну актуальність і низку переваг:

Середовище розробки є унікальним, оскільки воно надає повноцінне та комплексне середовище для всіх етапів розробки електронних пристроїв. Воно охоплює весь процес, починаючи від створення схеми електричної принципової до розміщення компонентів на платі та генерації виробничих файлів. Це спрощує робочий процес та забезпечує зручність управління проектом.

Продуктивність та ефективність: середовище Altium надає широкий функціонал. Автоматизоване трасування маршрутів на платі економить час та забезпечує оптимальну маршрутизацію сигналів. Крім того, наявність бібліотек компонентів та можливість їх повторного використання спрощує проектування та прискорює розробку нових пристроїв.

2.2. Проектування друкованої плати в Altium Designer

Проектування друкованої плати частотоміра включає кілька кроків.

1. Імпорт зв'язків між елементами зі схеми принципової. При імпорті з схеми в РСВ документі створюється робоча зона з всіма елементами (та прив'язаними лініями зв'язку).

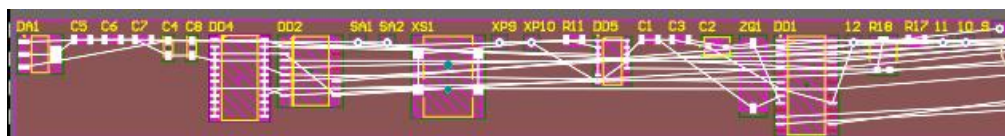


Рисунок 2.1 — Вигляд елементів перед розстановкою

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

2. Розміщення елементів. Після імпорту елементи встановлюються відповідно вимог компоновки.

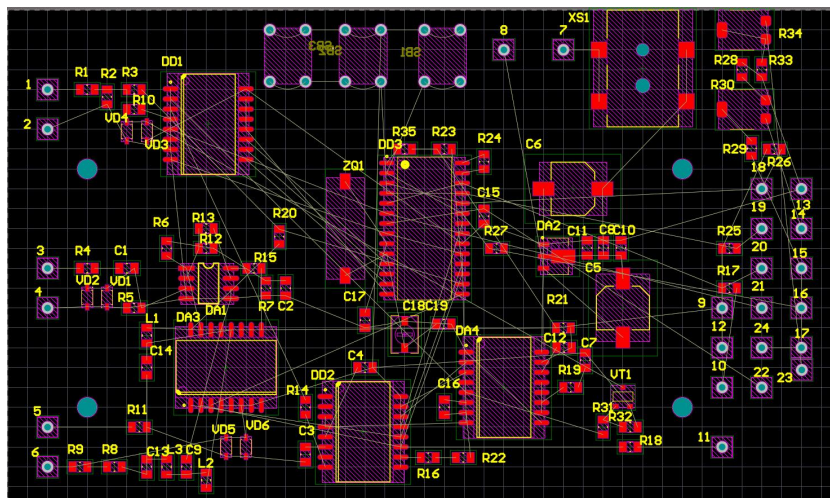


Рисунок 2.2 — Підготовка плати до трасування

3. Для трасування друкованих провідників існують різні типи: ручне, інтерактивне та автоматичне з використанням програми-автотрасувальника. Вибір конкретного типу трасування залежить від складності проекту, обсягу роботи та особистих вподобань користувача. У даному випадку застосовується змішане трасування, що означає використання автотрасування для прокладання друкованих провідників, а потім ручне виправлення різних проблемних місць.

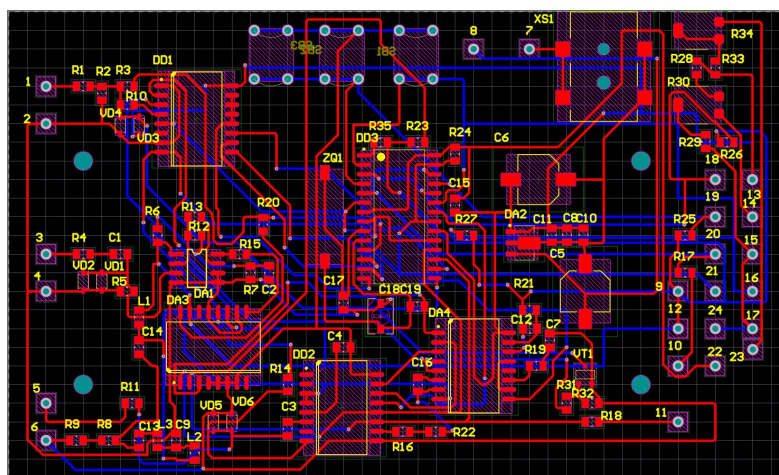


Рисунок. 2.3 — Друкована плата, в Altium Designer

4. Після трасування необхідно виконати перевірку друкованої плати на помилки (DRC), перевірити, що всі правила трасування, мінімальні відстані, вимоги до ширини провідників та інші параметри виконуються.

Summary	
Warnings	Count
	Total 0

Рисунок. 2.4 — Результати DRC перевірки

2.3 Висновок до розділу 2

У другому розділі було описано послідовність створення друкованої плати, показані готові варіанти плати, і програма в якій відбувалось розробка плати.

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

3 Охорона праці та безпека життєдіяльності

3.1 Стихійні лиха та їх класифікація

Стихійні дії сил природи, поки що не повною мірою підвладні людині та щорічно завдають державі і населенню величезних збитків, [27].

Стихійне лихо - це надзвичайне природне явище, що діє з великою руйнівною силою, завдає значної шкоди району, в якому відбувається, порушує нормальну життєдіяльність населення, знищує матеріальні цінності, викликають екстремальні ситуації, порушують нормальну життєдіяльність населення, роботу безлічі об'єктів.

До стихійних лих відносяться землетруси, повені, оповзні, зсуви(селі), снігові замети, виверження вулканів, обвали, посухи, урагани, бурі, пожежі, особливо масові, лісові і торф'яні.

Серед стихійних явищ природного походження в Україні найчастіше трапляються: геологічні небезпечні явища (зсуви, обвали та осипи, просадки земної поверхні); метеорологічні небезпечні явища (зливи, урагани, сильні снігопади, сильний град, ожеледь); гідрологічні небезпечні явища (повені, паводки, підвищення рівня ґрунтових вод та ін.); природні пожежі лісових масивів. Стихійні лиха виникають раптово й носять надзвичайний характер. Вони можуть руйнувати будівлі і споруди, знищувати цінності, порушувати процеси виробництва, спричиняти загибель людей, безліч тварин.

Стихійні лиха є трагедією для будь-якої держави. Через стихійні лиха страждає економіка країни, бо при цьому руйнуються виробничі підприємства, знищуються матеріальні цінності, гинуть люди.

Стихійні лиха - небезпечні природні явища, як правило раптового походження, хоча іноді і прогнозовані за допомогою метеорології, але на інтенсивність яких люди впливати не можуть. Їх можна класифікувати: за

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

швидкістю переміщення - землетруси, зсуви, цунамі, снігопади, ожеледі - швидкі; підвищення рівня води в ріках через інтенсивні опади або танення снігу, льоду (повіні), звільнення внутрішньої енергії Землі, виверження вулканів - повільні. Часто виникають потужні, високошвидкісні потоки повітря через швидкий перепад значень атмосферного тиску (урагани, смерчі, циклони). Стихійні лиха речовинного характеру можуть ініціювати виникнення різноманітних полів, які негативно впливають на здоров'я, самопочуття людини.

Стихійні явища часто виникають в комплексі, що значно посилює їх негативний вплив. Небезпечні природні явища визначаються трьома основними групами процесів - ендогенні, екзогенні та гідрометеорологічні.

Стихійні лиха, які характерні для України, за структурою можна поділити на прості, що включають один елемент - наприклад, сильний вітер, зсув або землетрус та складні. Вони складаються з декількох процесів однієї групи або кількох груп. Найбільші збитки спричиняють повені - 40%, на другому місці - циклони (20%), на третьому - посухи та землетруси (15%).

Причинами стихійних лих можуть бути швидке переміщення речовини (землетрусу, зсуви); вивільнення внутріземної енергії (вулканічна діяльність, землетруси); підвищення рівня вод річок, ставків і морів (повені, цунамі); вплив надзвичайно сильного вітру (урагани, торнадо, циклони);

Важливо своєчасно провести роботи, спрямовані на локалізацію природного лиха, щоб зменшити зони руйнувань, звести до мінімуму кількість загиблих та постраждалих.

В Україні найчастіше спостерігаються такі надзвичайні ситуації природного характеру:

Небезпечні геологічні явища (зсуви, обвали, осипки, просадки земної поверхні);

Небезпечні метеорологічні явища (зливи, урагани, сильні снігопади, сильний град, ожеледь);

Небезпечні гідрологічні явища (повені, паводки);

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

Природні пожежі лісових та торф'яних масивів;

Масові інфекції та хвороби людей, тварин, рослин.

Землетрус – це природне явище, що супроводжується підземними поштовхами і коливаннями земної поверхні, появою тріщин, зсувів у ґрунті, грязьових потоків, сніжних лавин, цунамі тощо. Землетруси зазвичай охоплюють великі території. При сильних землетрусах порушується цілісність ґрунту, руйнуються будівлі і споруди, виводяться з експлуатації комунально-енергетичні мережі, можливі великі людські жертви. Осередки землетрусів знаходяться на глибині 30-60 км, а інколи на глибині до 700 км.

Інтенсивність землетрусів вимірюють в балах. У нашій країні прийнята міжнародна шкала Ріхтера, відповідно до якої землетрусу поділяються за силою поштовхів лежить на поверхні землі на 12 балів. Умовно їх можна розділити на слабкі (1-4 бала), сильні (5-8 балів) і традиційно сильні, чи руйнівні (8 балів і від).

При 3-бальному землетрусі коливання невеликі і лише у приміщенні; при 5-бальному – гойдаються висячі предмети і всі в приміщенні відчують поштовхи; при 6-бальному – з'являються ушкодження в будинках, при 8-бальному з'являються тріщини у будівлях. 10-бальний землетрус супроводжується загальною руйнацією будинків та порушенням землі, 12-бальний призводить до зміни ландшафту.

Залежно від причини виникнення, землетрусу бувають:

– тектонічні – створюються у результаті переміщення мас земної кори під впливом внутрішніх напруг;

– вулканічні – виникають при виверженні вулканів. Зазвичай охоплюють невеликі райони і супроводжуються потоками лави, викидами попелу і газів. При виверженні підводних вулканів можуть утворюватися величезні волни-цунамі і утворюються нові острови;

– обвальні – спостерігаються при обрушенні склепін підземних карстових порожнин. Зазвичай мають локальний характер і здебільшого суттєвих руйнацій не приносять;

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

– моретрясіння – різке коливанням води в морях і океанах під час землетрусів, осередок яких міститься під дном моря (океану) чи прибережних районах.

Сейсмоактивні зони оточують Україну на південному заході і півдні: Закарпатська, Вранча, Кримсько-чорноморська та Південно-Азовська. В сейсмічному відношенні найбільш небезпечними областями в Україні є Закарпатська, Івано-Франківська, Чернівецька, Одеська та Автономна Республіка Крим.

Основним способом зниження втрат і шкоди при землетрусах є будівництво сейсмостойких будинків та споруд.

Найкраща міра захисту – це швидко (протягом 15-20 секунд після першого поштовху) залишити приміщення, від нього з боку відкрите місце. Якщо це зробити неможливо – сховатися в задалегідь обраному місці: дверному отворі, в прорізах внутрішніх вертикальних стін, кутках, освічених капітальними стінами, місцях у колон й під балками каркаса.

Повінь – це значне затоплення місцевості внаслідок підйому рівня води у річці, озері, водосховищі, викликане припливом води під час сніготанення чи злив, вітрових нагонів води, при заторах льоду на річках, прориві гребель і огорожуючих дамб, завалах річок при землетрусах, гірських обвалах чи селевих потоках.

Повені можна прогнозувати: встановити час, характер, очікувані його розміри і організувати застережні заходи, які значно знижуватимуть збитки, створити сприятливі умови для рятувальних і невідкладних аварійно-відбудовних робіт. При прогнозованому затопленні населення оповіщається задалегідь. У повідомленні про загрозу повені даються гідрометеодані, вказується порядок дій населення і порядок евакуації.

Річки Карпат і Криму в середньому дають 6—7 повеней на рік у будь-який сезон року, що часто спричиняє катастрофічні наслідки із загибеллю людей і масовими руйнуваннями. Небезпечним є й те, що повені на гірських річках формуються дуже швидко, від кількох годин до 2—3 діб. У таких

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

ситуаціях ставляться високі вимоги до оперативності прогнозування та оповіщення.

Повені Дніпра, Дністра, Дунаю та Сіверського Донця супроводжуються затопленням значних територій, у тому числі сільськогосподарських угідь, де гинуть посіви культур. Це вимагає проведення евакуації населення, сільськогосподарських тварин і машин, посівного матеріалу і кормів. При таких затопленнях небезпечною є загроза затоплення хімічно небезпечних об'єктів.

Головна причина підтоплення — це незадовільний стан дренажних систем водовідведення.

Перед евакуацією необхідно відключити газ, воду, електрику, загасити палаючі печі, перенести на верхні поверхи будинків (горища) цінні речі й предмети, закрити вікна і двері перших поверхів, і оббити їх дошками. З отриманням попередження про евакуацію необхідно зібрати необхідні документи, гроші й цінності, медичну аптечку, комплект одягу по сезону, запас продуктів кілька днів і прибути на збірний пункт відправлення безпечний район.

Основний напрям боротьби з повенями полягає у зменшенні максимального рівня витрати води у річках, шляхом перерозподілу стоку води за допомогою водоймищ, будівництва дамб і відводу води в русла інших рік і водосховища.

3.2 Заходи щодо захисту установки від короткого замикання

Захист установки від короткого замикання є важливою складовою електричної безпеки і може включати різні заходи для запобігання небезпечним ситуаціям та збереження цілісності системи. Ось деякі детальні заходи, які можуть бути вжиті, [28]:

Використання захисних пристроїв: Одним з найпоширеніших заходів є встановлення автоматичних вимикачів або пробок з автоматичним

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

відключенням (RCD). Ці пристрої реагують на перевантаження або нелінійний струм і автоматично відключають електроустановку, щоб запобігти пошкодженню або пожежі.

Глушення короткого замикання: Встановлення вимикачів короткого замикання може допомогти швидко виявити і гасити короткі замикання. Ці пристрої розривають електричне з'єднання у разі виникнення короткого замикання, знижуючи ризик пошкодження системи.

Захисні оболонки та ізоляція: Електричні проводи повинні бути захищені від фізичного пошкодження та короткого замикання шляхом використання захисних оболонок, наприклад, гофрованих труб або каналів. Крім того, електричні проводи повинні бути належним чином ізольовані для запобігання замиканню струму з нейтральними або заземлюючими проводами.

Розумне розподілення навантаження: Оптимальне розподілення навантаження у системі може зменшити ризик перевантаження та короткого замикання. Це може бути досягнуто шляхом розподілу навантаження між різними лініями або групами, використанням додаткових розподільних панелей або встановленням автоматичних пристроїв контролю навантаження.

Регулярне обслуговування та перевірки: Регулярне технічне обслуговування та перевірки електричної установки можуть виявити потенційні проблеми та забезпечити їх своєчасне вирішення. Це включає перевірку інтегритету ізоляції, стану захисних пристроїв, правильності заземлення та інших аспектів, які можуть впливати на безпеку системи, [29].

Навчання та свідомість персоналу: Важливо надавати навчання та підвищувати свідомість персоналу щодо електричної безпеки, включаючи правила використання електричного обладнання, процедури в разі виникнення короткого замикання та усвідомлення ризиків, пов'язаних з електрикою.

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

Використання захисних пристроїв в схемі: Для кожного елемента електричної схеми, такого як магнітний пускач або контактор, слід враховувати використання захисних пристроїв, таких як плавкі або автоматичні побутові пристрої. Ці пристрої допомагають уникнути пошкодження елементів при короткому замиканні.

Використання заземлення: Заземлення є важливою складовою системи безпеки і може запобігти ураженню електричним струмом під час короткого замикання. Ефективне заземлення установки та елементів допомагає відведенню струму до землі і зменшує ризик ураження, [30].

Віддалення потенційних джерел короткого замикання: Важливо уникати розташування провідників з різними потенціалами поряд, оскільки це може спричинити коротке замикання. Збереження відстані між провідниками з різними потенціалами та використання ізоляторів та розподільних коробок допомагає запобігти короткому замиканню.

Використання кабельних каналів та гофрованих труб: Встановлення електричних проводів у кабельних каналах або гофрованих трубах допомагає забезпечити фізичний захист проводів від зовнішніх пошкоджень та зменшує ризик короткого замикання.

Технічне наглядове обладнання: Використання спеціального технічного наглядового обладнання, такого як термографічні камери або мультиметри, може допомогти виявити потенційні проблеми, що можуть призвести до короткого замикання. Регулярна перевірка обладнання та виявлення будь-яких аномалій дозволяють проводити своєчасні ремонтні роботи та запобігати аварійним ситуаціям.

					<i>OMB 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		48

Висновки

В процесі розробки було створено багатофункціональний частотомір та пакет конструкторських документів, що включає креслення друкованої плати, складальне креслення друкованого вузла та технологічний процес для виготовлення плати. Перший розділ пояснювальної записки містить технічне завдання та опис принципу роботи пристрою на рівні структурної і електричної принципової схеми.

У другому розділі пояснювальної записки детально обгрунтовано вибір конструкції, матеріалів та покриття. При проектуванні друкованої плати були використані доступні матеріали, які характеризуються невеликою вартістю та компактними розмірами, при цьому не втрачаючи експлуатаційні характеристики пристрою. В технічних умовах наведені основні експлуатаційні показники виробу та засоби контролю якості.

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

Список використаних джерел

1. Методичні рекомендації з оформлення кваліфікаційних робіт бакалавра за спеціальністю “172 Телекомунікації та радіотехніка” [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://dl.tntu.edu.ua/mods/_standard/file_storage/index.php Дата доступу 10.03.2022.
2. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>
3. L7805 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/viVO7Tnu_L7800CV_ST.pdf (дата звернення 08.11.2022).
4. PIC18F2520-I/SO [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/4Fy0Vgjq_PIC18F2520.pdf (дата звернення 08.11.2022).
5. 74HC123D [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/Mz7hjO4s_74HC123_nxp.pdf (дата звернення 08.11.2022).
6. LMX2316TM [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/9186/NSC/LMX2316TM.html> (дата звернення 08.11.2022).
7. 74HC151D [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/kzKxEJNv_74HC151_nxp.pdf (дата звернення 08.11.2022).
8. TXC101 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/137106/RFM/TXC101.html> (дата звернення 08.11.2022).
9. AD8611ARZ [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/AFF52rBj_AD8611_8612.pdf (дата звернення 08.11.2022).

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

10. 9533NCD [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/APEM%20Components%20PDFs/9000_Series_.pdf (дата звернення 08.11.2022).
11. Керамічні конденсатори CL21 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/ia3y4KXG_S_CL21B102KCANNNC.pdf (дата звернення 08.11.2022).
12. Резистори CR [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/EQiT9xOS_CR_bourns.pdf (дата звернення 08.11.2022).
13. Електролітичні конденсатори CA0 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/DqNnyaow_CA_ya_g.pdf (дата звернення 08.11.2022).
14. Підстроювальний резистор 3314G [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://eu.mouser.com/datasheet/2/54/3314-776736.pdf> (дата звернення 08.11.2022).
15. Підстроювальний конденсатор TZC3 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/FOGJo3JE_TZ_murata.pdf (дата звернення 08.11.2022).
16. WH1602B-YGH-CTK [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/twRaFcWL_WH1602B-YGH-CTK.pdf (дата звернення 08.11.2022).
17. 10M-49SMD-SR [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/7Qja4QMI_HC-49.pdf (дата звернення 08.11.2022).
18. BC847 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/j3Oppnki_BC846_nxp.pdf (дата звернення 08.11.2022).

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

19. DCJ200-05-A-K1-A [Електронний ресурс] –Режим доступу: https://eu.mouser.com/datasheet/2/837/DCJ200_05-2887828.pdf (дата звернення 08.11.2022).

20. KFC-A06-20 [Електронний ресурс] –Режим доступу: <https://www.quick-teck.co.uk/Management/EEUploadFile/1406308210.pdf> (дата звернення 08.11.2022).

21. ACX1407-ND [Електронний ресурс] –Режим доступу: <https://s3-us-west-2.amazonaws.com/catsy.582/C112420.pdf> (дата звернення 08.11.2022).

22. 0805CS [Електронний ресурс] –Режим доступу: <https://www.alldatasheetru.com/datasheet-pdf/pdf/326602/COILCRAFT/0805CS.html> (дата звернення 08.11.2022).

23. BAS316 [Електронний ресурс] –Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/FReOokKE_BAS316_nxp.pdf (дата звернення 08.11.2022).

24. KLS1-RCA-411 [Електронний ресурс] –Режим доступу: <https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/cls1-rca401-n-re-re-wh-wh.pdf> (дата звернення 08.11.2022).

25. SEALED POWER TRANSFORMERS BV SERIES EI30 2VA [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.digikey.com/en/products/detail/zettler-magnetics/BV302S06020-ZU/12093248> (дата звернення 08.05.2022).

26. DB101S THRU DB107S RECTIFIER SPECIALISTS [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/db101s-8> (дата звернення 08.05.2022).

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

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

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

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

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

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

Додатки

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: «Багатофункціональний частотомір на мікроконтролері PIC18F252-
I/SP»

Узгоджено:
Керівник дипломного проекту
Дедів І. Ю. _____
“ ____ ” _____ 20 __ р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РAc-41
Олійник М. В. _____
“ ____ ” _____ 20 __ р.

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “ Багатофункціональний частотомір на мікроконтролері PIC18F252-I/SP ”

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

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Олійник Максим Вікторович групи РАС-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка багатофункціонального частотоміра на мікроконтролері PIC18F252-I/SP, що включає в себе:

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

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1. Частотомір повинен бути розрахований на живлення від джерела живлення яке видає 12 В.

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

4.2. Технічні вимоги

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

4.2.2. Частотомір повинен забезпечувати задану потужність з моменту включення.

4.2.3. Частотомір повинен забезпечувати безперервну роботу протягом 24 годин при номінальному струмі навантаження і номінальній напрузі джерела живлення при нормальних кліматичних умовах.

4.2.4. Всі елементи частотоміра повинні бути захищені від струмів короткого замикання.

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

4.2.6. За механічними і кліматичними умовами експлуатаційні

Граничні умови транспортування та зберігання - 5 по ДСТУ 15150. Час витримки в нормальних умовах - 24 год.

4.2.7. У комплект частотоміра повинно входити: частотомір, комплект запасних частин. До комплекту докладають паспорт.

4.2.8. Напрацювання на відмову повинне бути не менше 32446 год.

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

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

Випробування на термін служби не проводять.

4.3. Правила приймання.

4.3.1. Частотомір повинен піддаватися періодичним випробуванням.

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

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

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

- Приймальний рівень $P\alpha = 0.95$;
- Бракувальний рівень $P\mu = 0.8$;
- Ризик виробника $\alpha = 0.1$;
- Ризик споживача $\beta = 0.2$.

5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації повинен складатися з:

- пояснювальна записка;
- структурна схема частотоміра;
- електрична принципова схема частотоміра;
- друкована плата частотоміра;
- друкований вузол.

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи, техніко-економічний аналіз	
3	Розробка структурної схеми	
4	Розрахунок основних вузлів багатofункціонального частотоміра	
5	Вибір компонентної бази для розроблюваного частотоміра;	
6	Компоновка друкованого вузла	
7	Створення допоміжної документації	
8	Спеціальна частина	
9	Розділ охорони праці та безпеки життєдіяльності	
10	Нормоконтроль	
11	Попередній захист КР	
12	Захист КР	

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

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

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

Поз. позн.	Назва	Кіл.	Примітка
	<u>Багатофункціональний частотомір</u>		
	<u>Конденсатори</u>		
C1	CL21B102KCANNNC «SAMSUNG»	1	
C2	CL21B104JBCNNNC «SAMSUNG»	1	
C3-C4	CL21C101JCANNNC «SAMSUNG»	2	
C5	CL21B104JBCNNNC «SAMSUNG»	1	
C6	CA050M0010RED-0605 «YAGEO»	1	
C7	CA025M0100REH-0607 «YAGEO»	1	
C8	CL21C270JBANNNC «SAMSUNG»	1	
C9-C11	CL21B104JBCNNNC «SAMSUNG»	3	
C12	CL21B474KBFNNNG «SAMSUNG»	1	
C13	CL21B152KBANNNC «SAMSUNG»	1	
C14	CL21B104JBCNNNC «SAMSUNG»	1	
C15	CL21B474KBFNNNE «SAMSUNG»	1	
C16	CL21C471JBANNNC «SAMSUNG»	1	
C17	CL21C330JBANNNC «SAMSUNG»	1	
C18	TZC3P300A110R00 «MURATA»	1	
C19	CL21C100CBANNNC «SAMSUNG»	1	
	<u>Мікросхеми</u>		
DA1	AD8611ARZ «ANALOG DEVICES»	1	
DA2	TXC101 «Murata Electronics»	1	
DA3	L7805 «ST MICROELECTRONICS»	1	
DD1	74HC151D «NEXPERIA»	1	
DD2	LMX2316TM «Texas Instruments»	1	
DD3	74HC123D «NEXPERIA»	1	
DD4	PIC18F2520-I/SO «MICROCHIP TECHNOLOGY»	1	

ОМВ 2.899.000 ПЕ

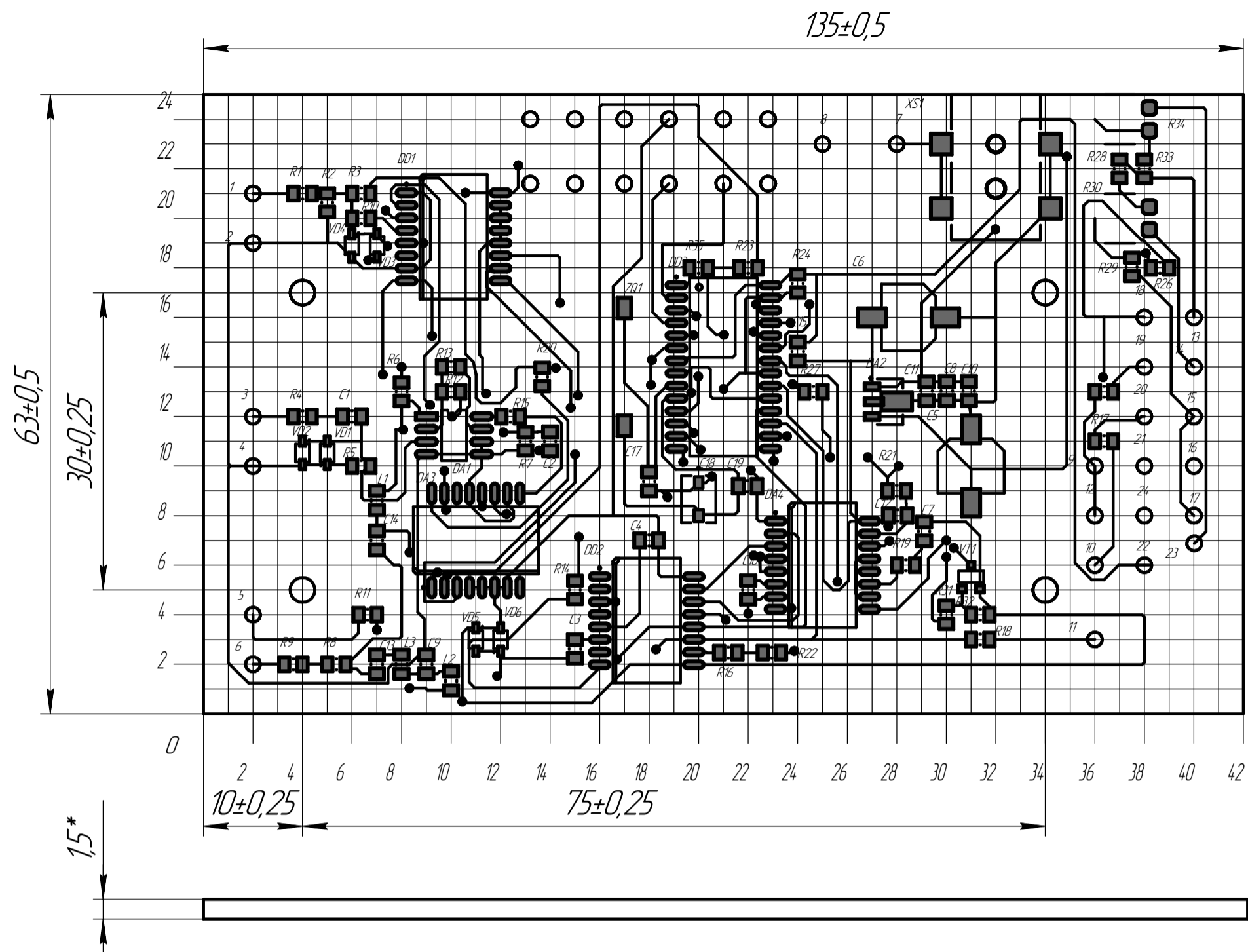
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Олійник М. В.			Багатофункціональний частотомір	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Дедів І. Ю.				н	1	3
Рецензор						ТНТУ, ФПТ каф. РТ		
Н. Контр.		Паляниця Ю. Б.				зр. РАС-41		
Затвер.		Дзинець В. Л.				Перелік елементів		

<i>Поз. позн.</i>	<i>Назва</i>	<i>Кіл.</i>	<i>Примітка</i>
HG1	WH1602B-YGH-CTK «WINSTAR»	1	
	<u>Котушки індуктивності</u>		
L1	0805CS-391E_TS «Delta»	1	
L2	0805CS-430E_TS «Delta»	1	
L3	0805CS-820E_TS «Delta»	1	
	<u>Резистори</u>		
	«BOURNS»		
R1	CR0805 - 510 Ом ±1 %	1	
R2	CR0805 -10 кОм ±1 %	1	
R3	CR0805 -100 Ом ±1 %	1	
R4	CR0805 -10 кОм ±1 %	1	
R5	CR0805 -470 Ом ±1 %	1	
R6	CR0805 -100 Ом ±1 %	1	
R7	CR0805 -51 Ом ±1 %	1	
R8	CR0805 -100 Ом ±1 %	1	
R9	CR0805 -5,1 кОм ±1 %	1	
R10	CR0805 -100 Ом ±1 %	1	
R11	CR0805 - 510 Ом ±1 %	1	
R12	CR0805 -100 Ом ±1 %	1	
R13	CR0805 -47 кОм ±1 %	1	
R14-R15	CR0805 -100 Ом ±1 %	2	
R16-R17	CR0805 -4,7 кОм ±1 %	2	
R18-R20	CR0805 -100 Ом ±1 %	3	
R21	CR0805 -100 кОм ±1 %	1	
R22	CR0805 -3 кОм ±1 %	1	
R23	CR0805 -1,5 кОм ±1 %	1	
R24	CR0805 -1 кОм ±1 %	1	
ОМВ 2.899.000 ПЕ			Арк
			2
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>
			<i>Дата</i>

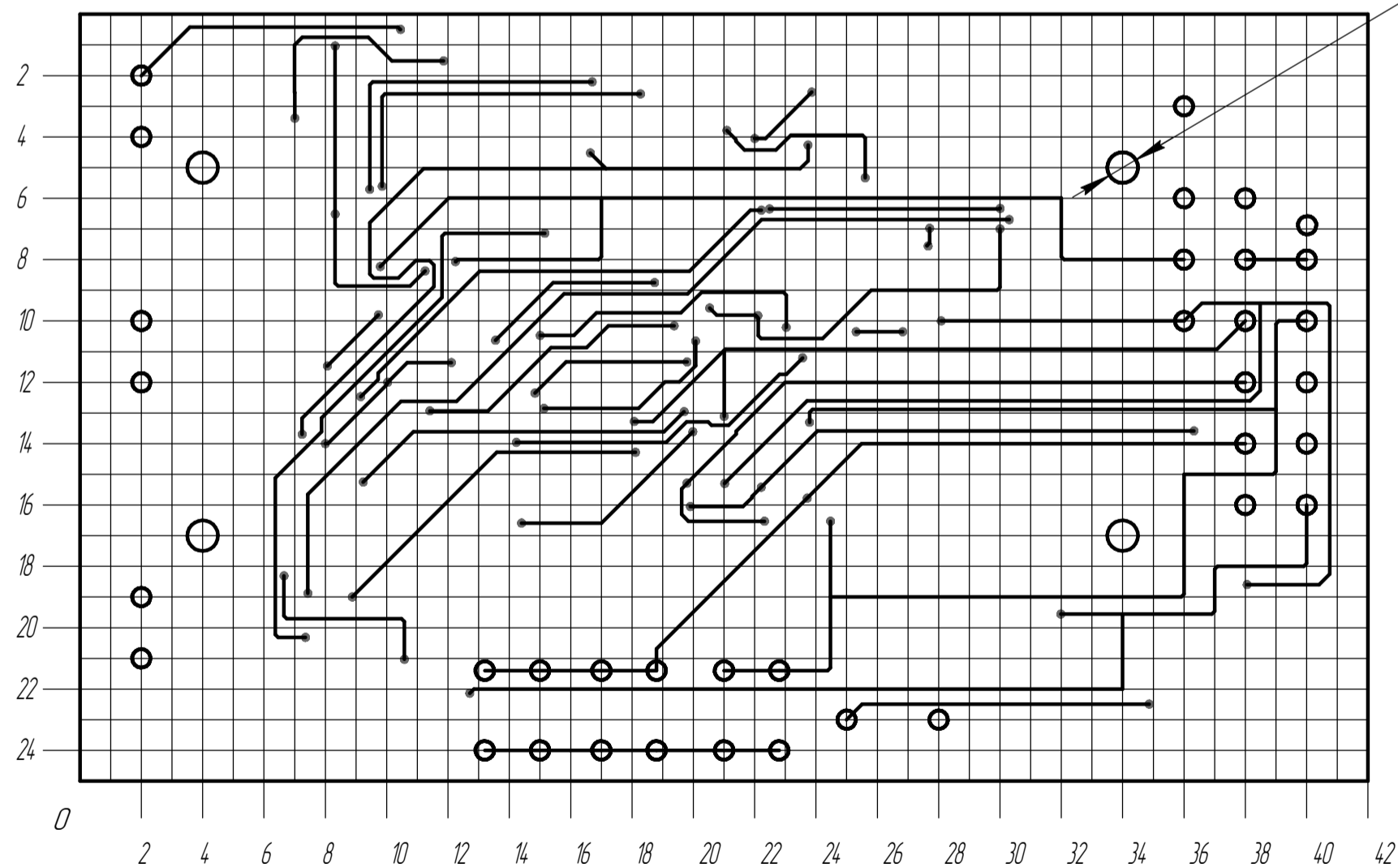
Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A3			OMB 2.899.001 E3	Схема електрична принципова		
A4			OMB 2.899.001 PE	Перелік елементів		
A2			OMB 2.899.001 SK	Вузол друкований		
				<u>Деталі</u>		
A2	1		OMB 7.161.001	Плата друкована	1	
				<u>Інші вироби</u>		
				<u>Конденсатори</u>		
		2		CL21C100CBANNNC «SAMSUNG»	1	C19
		3		CL21C270JBANNNC «SAMSUNG»	1	C8
		4		CL21C330JBANNNC «SAMSUNG»	1	C17
		5		CL21C101JCANNNC «SAMSUNG»	2	C3-C4
		6		CL21C471JBANNNC «SAMSUNG»	1	C16
		7		CL21B102KCANNNC «SAMSUNG»	1	C1
		8		CL21B152KBANNNC «SAMSUNG»	1	C13
		9		CL21B104JBCNNNC «SAMSUNG»	6	C2,C5,C9-C11,C14
		10		CL21B474KBFNNNG «SAMSUNG»	2	C12, C15
		11		CA050M0010RED-0605 «YAGEO»	1	C6
		12		CA025M0100REH-0607 «YAGEO»	1	C7
		13		TZC3P300A110R00 «MURATA»	1	C18

OMB 2.899.001				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Разроб.		Олійник М. В.		
Перевір.		Дедів І. Ю.		
Н Контр.		Паляниця Ю. Б.		
Затверд.		Дунець В. Л.		
Друкований вузол			Літ.	Аркцш
			н	3
			ВСП ТФК ТНТУ м. Тернопіль	

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<u>Мікросхеми</u>		
		14		AD8611ARZ «ANALOG DEVICES»	1	DA1
		15		TXC101 «Murata Electronics»	1	DA2
		16		L7805 «ST MICROELECTRONICS»	1	DA3
		17		74HC151D «NEXPERIA»	1	DD1
		18		LMX2316TM «Texas Instruments»	1	DD2
		19		74HC123D «NEXPERIA»	1	DD3
		20		PIC18F2520-I/SO «MICROCHIP TECHNOLOGY»	1	DD4
				<u>Котушки індуктивності</u>		
		21		0805CS-430E_TS «Delta»	1	L2
		22		0805CS-820E_TS «Delta»	1	L3
		23		0805CS-391E_TS «Delta»	1	L1
				<u>Резистори</u>		
				<u>«BOURNS»</u>		
		24		CR0805 -20 Ом ±1 %	1	R31
		25		CR0805 -51 Ом ±1 %	1	R7
		26		CR0805 -100 Ом ±1 %	10	R3,R6,R8,R10,R12 R14,R15,R18-R20
		27		CR0805 -200 Ом ±1 %	1	R35
		28		CR0805 -470 Ом ±1 %	1	R5
		29		CR0805 - 510 Ом ±1 %	2	R1, R11
		30		CR0805 -1 кОм ±1 %	3	R24,R30,R34
		31		CR0805 -1,5 кОм ±1 %	1	R23
		32		CR0805 -3 кОм ±1 %	1	R22
		33		CR0805 -4,7 кОм ±1 %	2	R16-R17
		34		CR0805 -5,1 кОм ±1 %	1	R9
OMB 2.899.001					Арк. 2	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Ø2,5±0,1
4 отв.

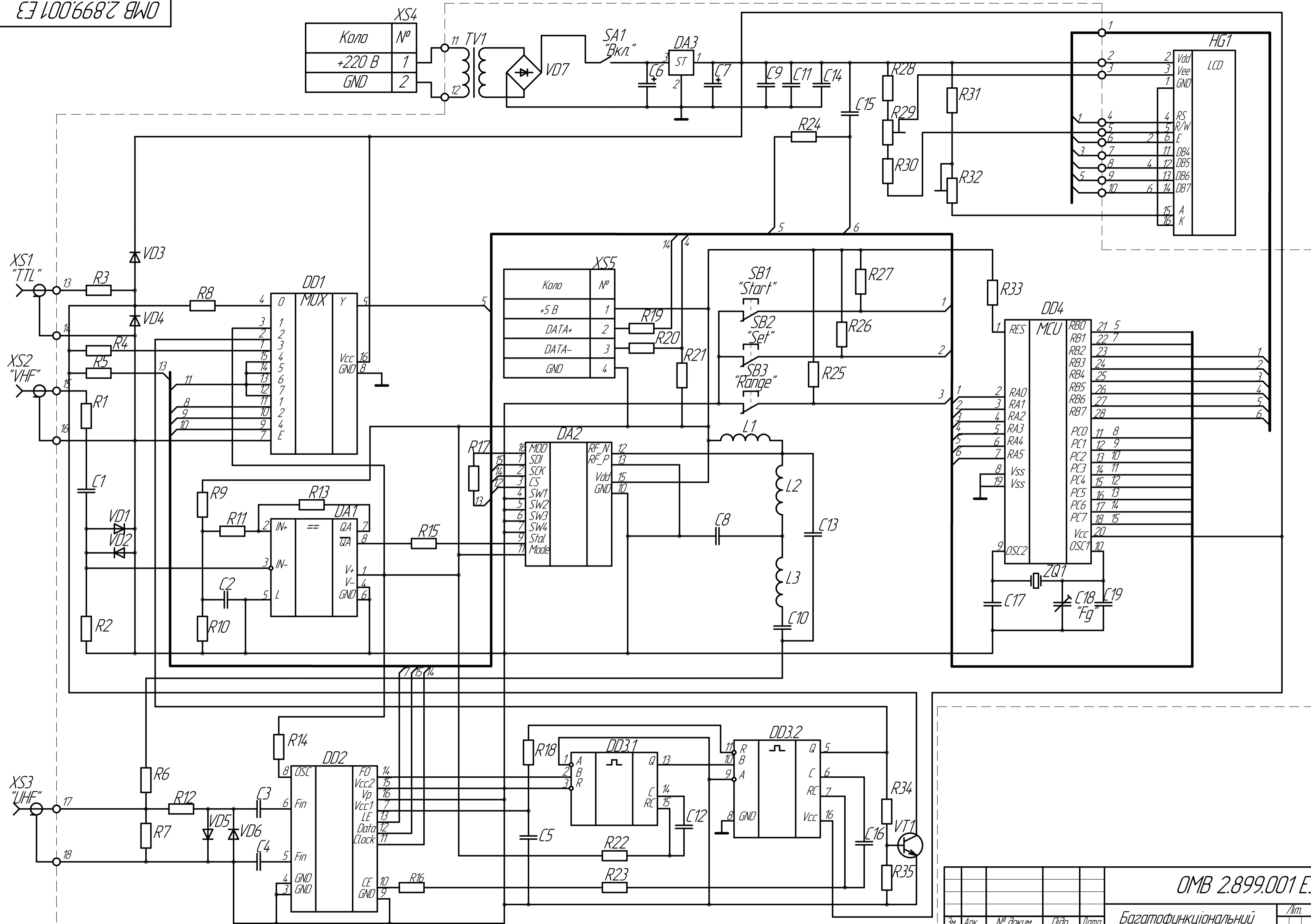


Таблиця отворів

Позначення отвору	Діаметр отвору	Діаметр конт. площадки	Наявність металізації	К-ть отворів
●	0,5	0,3	металіз.	75
○	0,7	0,9	металіз.	38
■	-	16x2	-	152
▬	-	1x2	-	84

- 1.*Розміри для довідок;
- 2.Клас точності 3
- 3.Крок координатної сітки 1,25 мм.
- 4.Плату виготовляти електрохімічним методом.
- 5.Параметри отворів-див.Таблицю отворів.
- 6.Мінімальна ширина друкованих провідників 0,5 мм
- 7.Мінімальна відстань між друкованими провідниками 0,3 мм.
- 8.Плату маркувати фарбою ТН ПФ-01 біла шрифтом 2,5 ПР. 41
- 9.Контактні площадки покрити припоєм ПОС-40

OMB7.103.001					Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Плата друкована	0,1	2:1
Розроб.	Опшук МВ.					Лист	Листов
Перев.	Дедів І.Ю.				ТНТУ, ФПТ каф. РТ		
І.контр.					зр. РАС-41		
ІІ.контр.	Полянська Ю.Б.				Формат А2		
Затв.	Диченць В.Л.				СФ-2-15-35Г		

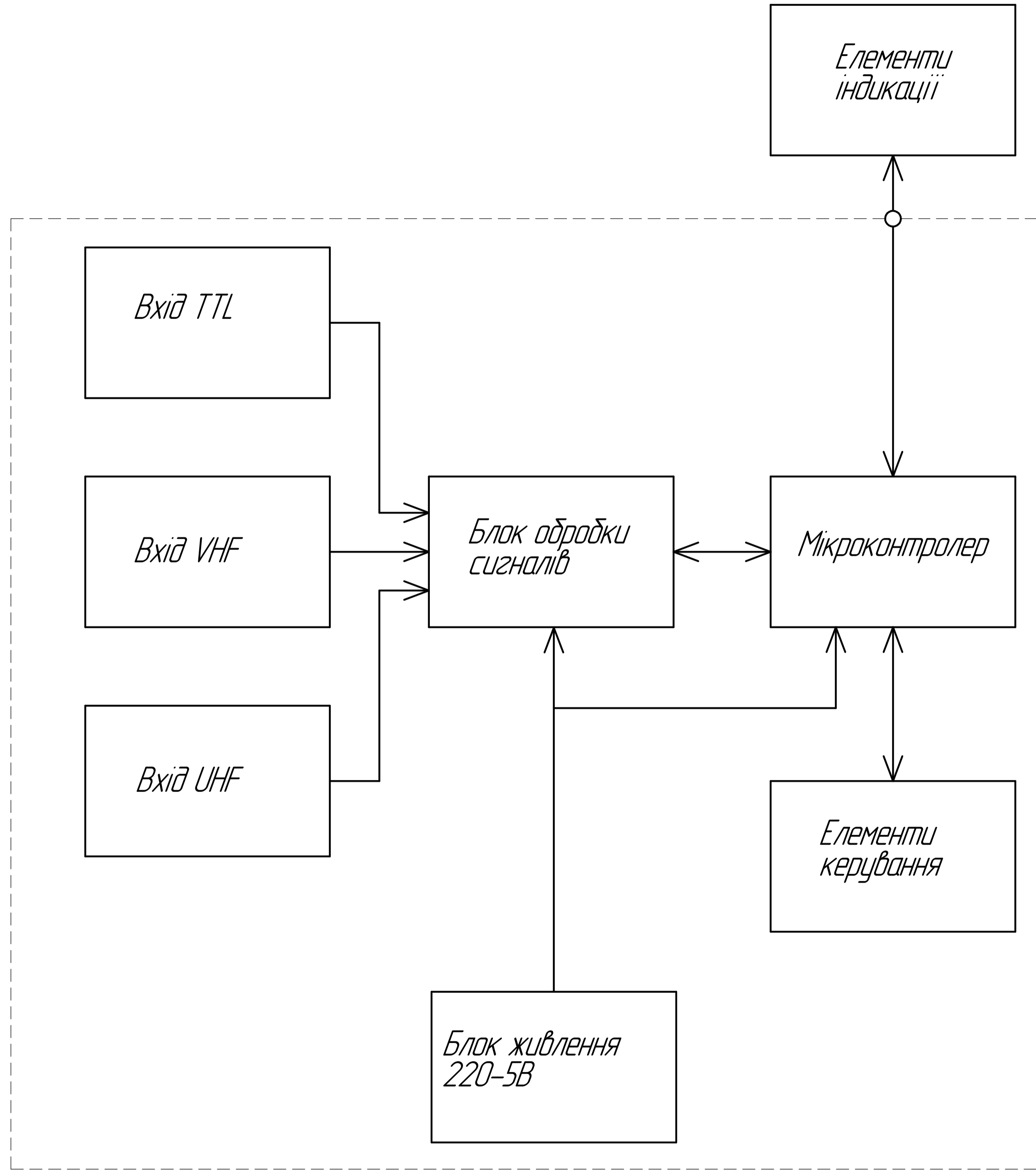


OMB 2.899.001 E3					Багатофункціональний частотомір		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб
Разроб.		Олійник М.В.				-	
Перев.		Дедів І.Ю.			Арк.	Аркциб	1
Т.контр.					ТНТУ, ФПТ каф. РТ		
Н.контр.		Паляниця Ю.Б.			зр. РАС-41		
Затв.		Дінець В.Л.			Формат А2		

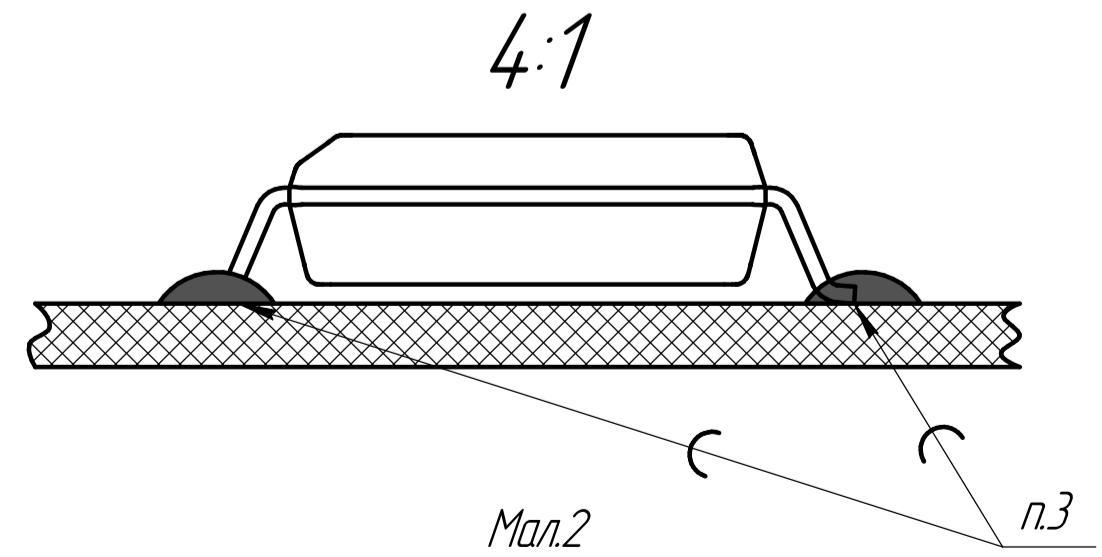
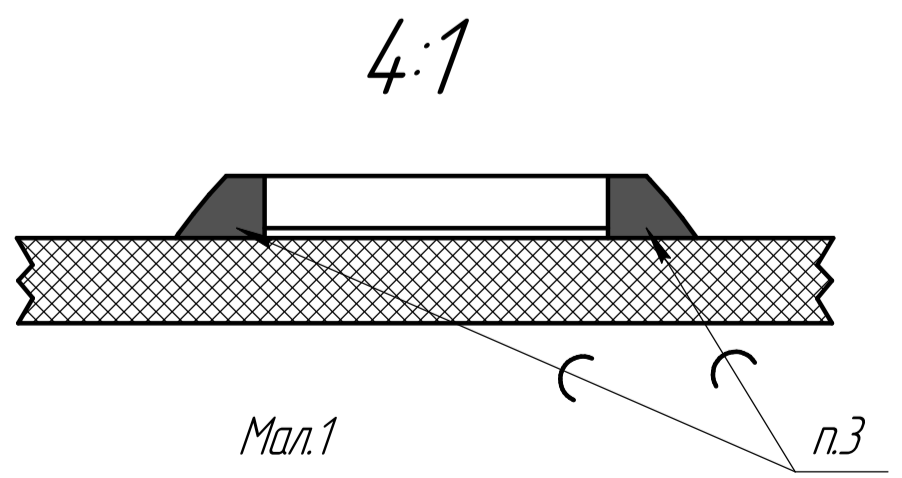
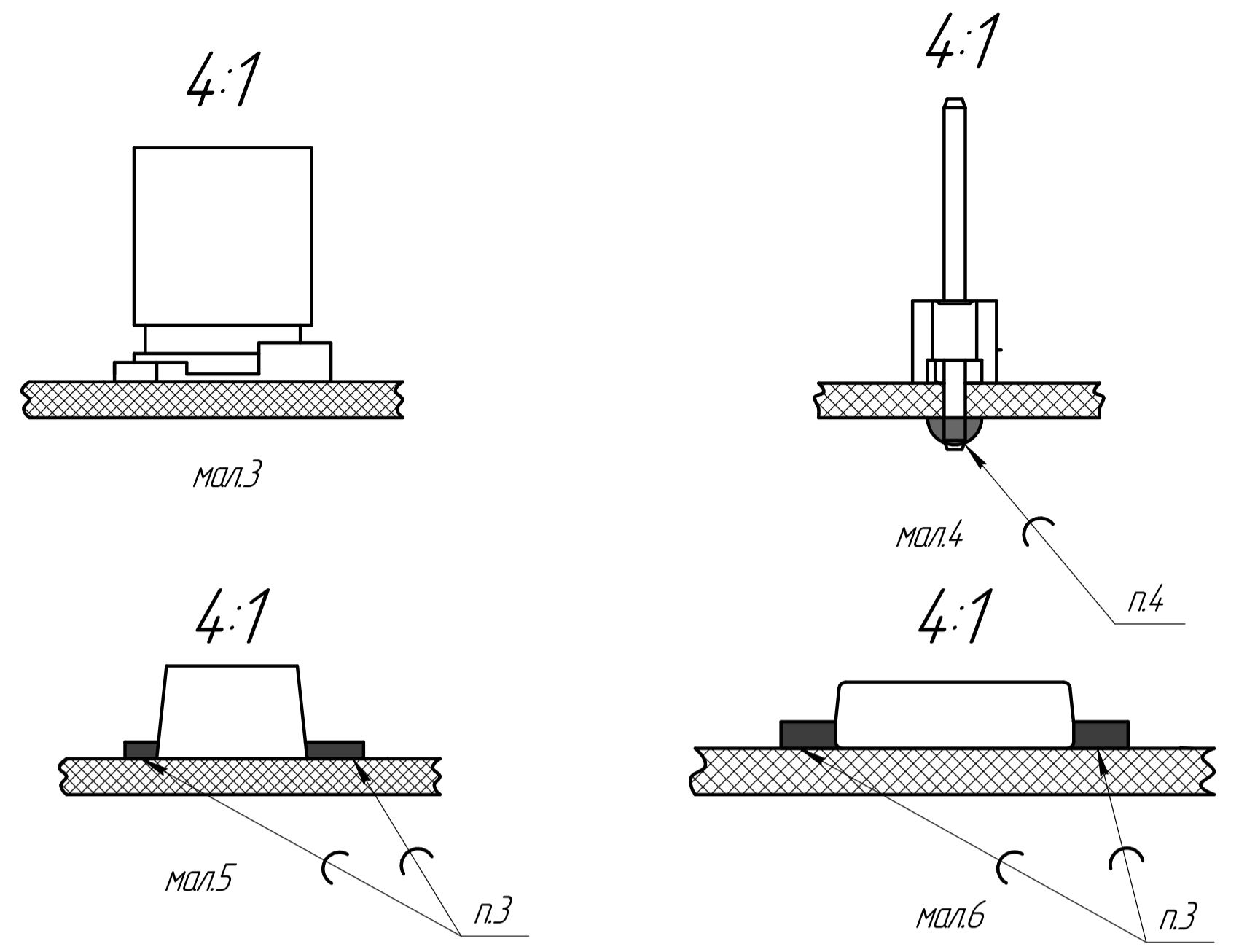
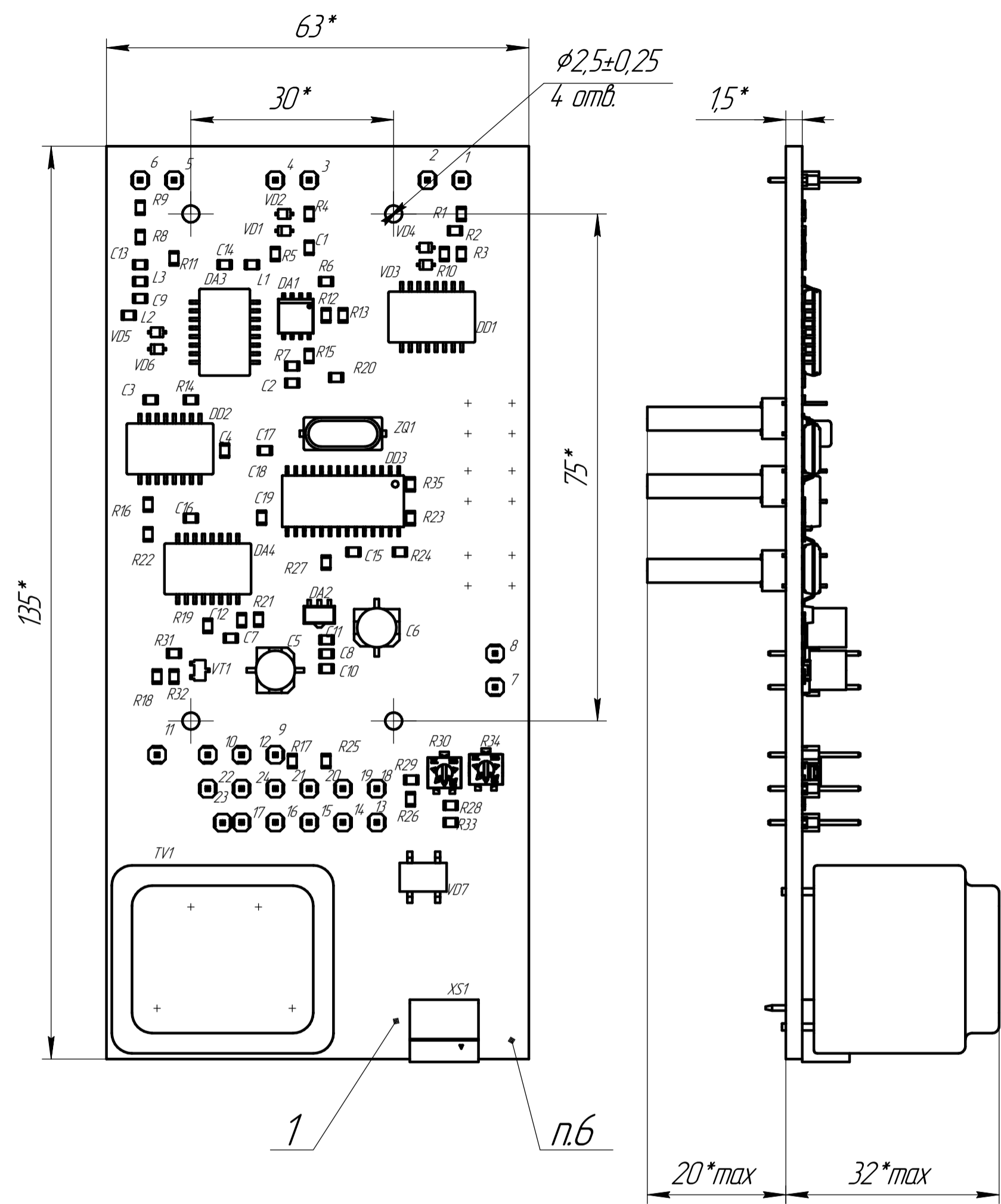
OMB 2.899.001 E3

Багатофункціональний частотомір
Схема електрична принципова

Лит. Маса Масштаб
Арк. Аркциб 1
ТНТУ, ФПТ каф. РТ
зр. РАС-41
Формат А2



					<i>OMB 2.899.001 E1</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Лист</i>	<i>Дата</i>	<i>Багатофункціональний частотомір</i>	<i>Лист</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Разроб.</i>	<i>Перев.</i>	<i>Т.контр.</i>					-	-
					<i>Схема електрична структурна</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркцифр</i>	1
<i>Н.контр.</i>	<i>Затв.</i>	<i>Паляниця Ю.Б.</i>	<i>Дичець В.Л.</i>			<i>ТНТУ, ФПТ каф. РТ</i>		
						<i>зр. РАС-41</i>		
						<i>Формат А2</i>		



1. * Розміри для довідок
2. Крок координатної сітки 1,25мм, елементи встановити: резистори R1-R28, R30, R31, R33-R35 згідно мал.1; конденсатори C1-C6, C8-C17, C19 згідно мал.1; мікросхему DA2, DD1-DD4 згідно мал.2; конденсатори C6, C7 згідно мал.3; мікросхему DA2 згідно мал.4; роз'єми 1-24 згідно мал.5; діоди VD1-VD6 згідно мал.6
3. Паяти паяльною пастою SAC305 "Mechanic"
4. Паяти ПОС-61 ДСТУ (ГОСТ21931-76)
5. Виводи згинати під кутом 30 та обрізати в межах контактних площадок
6. Покрити лаком АК-133
7. Позначення елементів показано умовно

					OMB 2.899.001 СК			
Эм.	Арк.	№ докум.	Лістк.	Дата	Друкований вузол	Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.	Олинник М.В.						0,45	1:1
Перев.	Дедів І.Ю.				Складальне креслення	Аркцш	Аркцш	1
Т.контр.								
Н.контр.	Полянська Ю.Б.				ТНТУ, ФПТ каф. РТ			
Затв.	Диченць В.Л.				гр. РАС-41			
						Формат А2		