

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Пристрій для безконтактного пошуку металевих об'єктів

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи РАс-41  
спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Живчак М.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Яськів В.І.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Паляниця Ю.Б.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Дунець В.Л.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Дедів Л.Є.

(прізвище та ініціали)

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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Дунець В.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«24» травня 2023 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Живчаку Миколі Михайловичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Пристрій для безконтактного пошуку металевих об'єктів

Керівник роботи Яворський Богдан Іванович, д.т.н., професор  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » 05 2023 року № 4/7-575

2. Термін подання студентом завершеної роботи 13.06.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи Напруга живлення – 9 В; Струм споживання – до 6 мА;  
Чутливість пошуку з катушкою 280 мм монети до 30см, а великий метал до 1,5 метра

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)  
аналіз технічного завдання; аналіз схемних рішень виконання виробу;  
розроблення схеми структурної виробу, схеми електричної принципової,  
розрахунок номіналів елементів схеми електричної принципової; конструювання виробу,  
а саме: обґрунтування вибору елементної бази, трасування друкованої плати,  
розробка компоновки друкованого вузла.

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

1. Структурна схема;

2. Схема електрична принципова;

3. Друкована плата;

4. Друкований вузол;

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Гурик О.Я., доц. каф.МТ		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розробка та затвердження технічного завдання	22.02. 2023	Виконано
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи	1.03. 2023	Виконано
3	Вибір власних схемо-технічних рішень	16.03.2023	Виконано
4	Вибір елементної бази для розроблюваного пристрою;	29.03.2023	Виконано
5	Розрахунок основних вузлів у схемі пристрою.	12.04.2023	Виконано
6	Створення допоміжної документації	26.04.2023	Виконано
7	Розроблення креслень	26.04.2023	Виконано
8	Розділ охорони праці та безпеки життєдіяльності	10.05.2023	Виконано
9	Нормоконтроль	16.05.2023	Виконано
10	Попередній захист	07.06.2023	Виконано
11	Захист	21.06.2023	

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Живчак М.М.

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Яворський Б.І.

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## Анотація

Тема кваліфікаційної роботи: «Пристрій для безконтактного пошуку металевих об'єктів». Кваліфікаційна робота бакалавра // ТНТУ імені Івана Пулюя, ФПТ, група РАзс-41. // Тернопіль, 2023р. //с.- 46, рис.- 31, бібліог.- 14, додат.- 2.

Ключові слова: МЕТАЛОШУКАЧ, ДЕТЕКТОР, КОНТУР НАЛАШТУВАННЯ.

В роботі проведено розробку конструкції металошукача на шістьох мікросхемах. Живлення даного пристрою буде відбуватися від крони 9 В.

Проведено розрахунково конструкторські розрахунки, розглянуто інформацію про призначення, область застосування та технічні вимоги до проєктованого радіопристрою, описання принципової схеми пристрою, здійснений аналіз структурної схеми, обґрунтований вибір компонентів, опис конструкції, розраховану надійність пристрою, опис і необхідної елементної бази, яка видає потрібні параметри приладу.

## Summary

Theme of qualification work: "Device for non-contact search of metal objects". // Ternopil, 2023. // p.- 46 , fig.- 31, bibliog.- 14 , appendix- 3.

**Keywords:** METAL DETECTOR, ADJUSTMENT CIRCUIT.

In the work, the design of the metal detector on six microcircuits was developed. This device will be powered by a 9 V crown.

Estimated design calculations were carried out, information on the purpose, scope of application and technical requirements for the designed radio device, description of the schematic diagram of the device, analysis of the structural diagram, justified selection of components, description of the design, calculated reliability of the device, description and the necessary element base that gives the required parameters were considered device.

## Зміст

Вступ.....	7
1 Основна частина.....	8
1.1 Аналіз завдання.....	8
1.2 Огляд аналогів.....	8
1.3 Розробка структурної схеми виробу.....	17
1.4 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою.....	18
1.5 Вибір компонентів схеми.....	20
1.6 Компоновка друкованого вузла пристрою.....	31
1.7 Висновки до розділу 1.....	36
2 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.....	38
2.1 Планування заходів з охорони праці. Види планування та контролю стану охорони праці. Виявлення, оцінка та зменшення ризиків небезпечних подій.....	38
2.2 Здійснення заходів щодо зниження дії радіоактивних випромінювань.....	40
2.3 Висновки до розділу.....	43
Висновки.....	44
Список використаних джерел.....	45
Додатки	

					ЖММ 2.899.001 ПЗ			
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Пристрій для безконтактного пошуку металевих об'єктів	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		Живчак М.М.				у	6	45
<i>Перевір.</i>		Яворський Б.І.				ТНТУ, РАс-41		
<i>Н. контр.</i>		Паляниця Ю.Б.						
<i>Зат. каф.</i>		Дунець В.Л.						
<i>Рецензент</i>		Дедів Л.С.						

## Вступ

Проектований пристрій призначений для пошуку металів. Пристрій є невеликих розмірів, що дозволяє з легкістю переміщати його і експлуатувати його в різних умовах середовища.

Проектований пристрій відноситься до галузі пошукової апаратури.

Він буде використовуватися при різних температурних і погодних умовах.

Пристрій живиться від крони 9В.

Середній струм 2мА.

Пристрій виконаний у вигляді закритого блоку з прорізами під роземи, регулятори керування та кнопку вмикання та вимиканняметалошукача. Котушка виноситься за межі пристрою.

*Практичне значення.* Проектований засіб для пошуку металевих предметів є значно меншим в порівнянні із аналогами, які мають ту ж саму чутливість та характеристики, а результати можуть бути застосовані для серійного виробництва подібних пристроїв.

					ЖММ 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		7

## 1. Основна частина

### 1.1 Аналіз завдання

Даний пристрій використовуватиметься при таких умовах експлуатації:

- Допустима вологість навколишнього середовища \_\_\_\_\_ 100% ;
- $t_{роб}$  \_\_\_\_\_ -20 – 50 C ;

Технічні параметри проектного пристрою:

- $U_{ж}$  \_\_\_\_\_ 9 В ;
- $I_{ж}$  \_\_\_\_\_ до 6 мА ;
- $M$  \_\_\_\_\_ 700 г ;

Чутливість пошуку з котушкою 280 мм монети до 30см, а великий метал до 1,5 метра.

### 1.2 Огляд аналогів

Проведемо аналіз схемних варіантів та можливостей аналогів пристрою. Так, на рис. 1.1 наведено просту схему металодетектора.

Пристрій живиться від двох послідовно з'єднаних батарей 9В. Детектор споживає струм приблизно 9 мА при 18 В постійного струму.

Конструкція складається з чотирьох частин. Транзистор Q1 утворює осцилятор, частота якого визначається L1. Транзистор Q2 є опорним генератором, частота якого встановлюється С6. Транзистор Q3 - це змішувач, який множить виходи Q1 і Q2. Транзистор Q4 — простий однотранзисторний підсилювач.

						ЖММ 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат			8



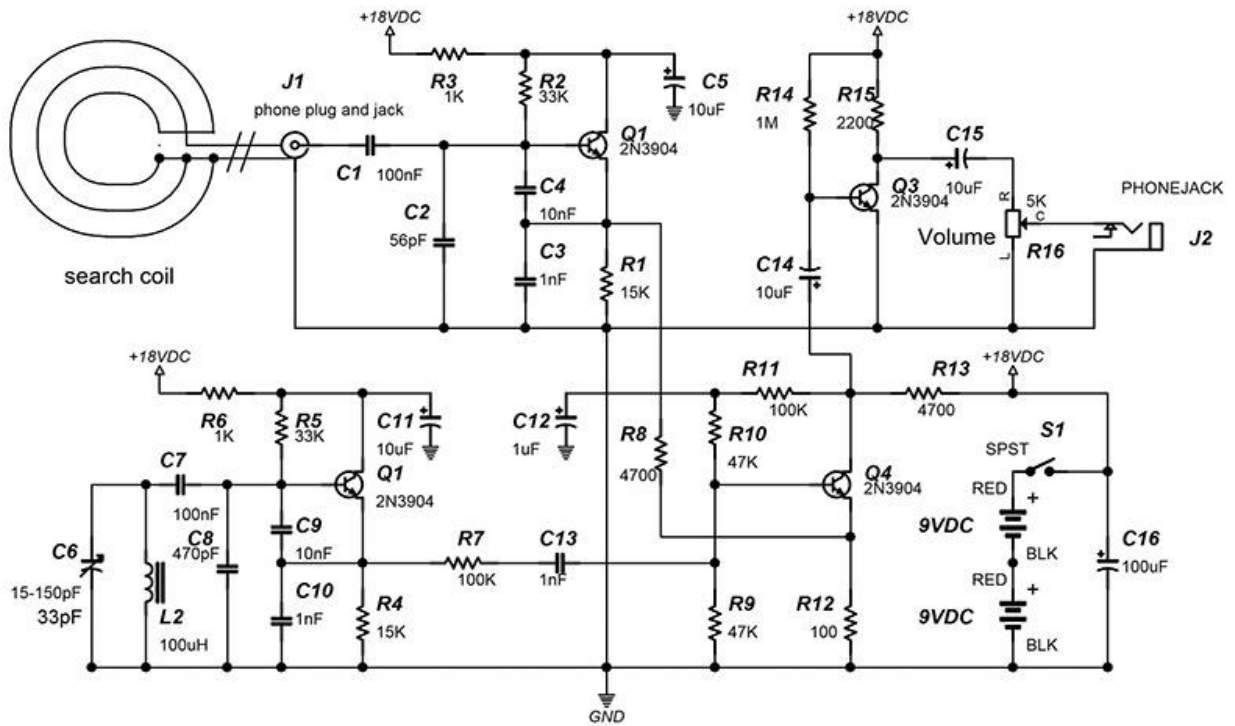


Рис. 1.1. Схема чотиритранзисторного металошукача

L1 має бути 100 мкГн. Цей індуктор створено з 22 витків магнітного дроту на котушці діаметром чотири дюйми. Котушка містить 21 виток, в результаті чого індуктивність склала 88 мГн. Індуктивність, виміряна в фонокабелі з підключеною пошуковою котушкою, становить 126 мкГн. Для належної роботи необхідно використовувати аудіокабель. Резонансна частота  $F = 1 / (2\pi * SQR(L1 * C))$ . C= 1 нФ послідовно з 10 нФ + 56 пФ. Розрахунок для F дає 456 кГц. Тому частота коливань Q1 становить 456 кГц, коли біля котушки L1 немає жодного металевго предмета.

Осцилятор, утворений Q2, є опорним. Цю частоту можна змінити, регулюючи C6. Вихід має бути встановлено в межах 2 кГц вихідної частоти Q1. Частота коливань Q1 дуже чутлива до паразитної ємності.

Вихід Q1 змінюватиметься приблизно на 70 Гц на кожну пікофарадну зміну паразитної ємності. Транзистор Q4 утворює змішувач. Q1 і Q2 подають сигнали в цю схему. Коли металевий предмет наближається до пошукової котушки, індуктивність L1 зменшується. Це призводить до збільшення

частоти коливань Q1. Вихід змішувача є сумою та величиною різниці двох сигналів:  $F_{osc} + F_{ref}$  та  $|F_{osc} - F_{ref}|$  (де «|x|» означає «абсолютне значення x»).

Припустимо,  $F_{ref} = 500$  кГц і  $F_{osc} = 501$  кГц. Вихід мікшера становитиме  $1$  кГц і  $1001$  кГц. Якщо  $F_{ref} = 500$  кГц і  $F_{osc} = 499$  кГц, вихід Q4 становить  $1$  кГц і  $999$  кГц. Вихідні частоти змішувача живлять ВЛТ-підсилювач з високим входним опором, утворений Q3. Вихід Q3 ємнісний зв'язок з регулятором гучності R16.

Навушники, які використовуються в цьому пристрої, повинні мати високий опір.

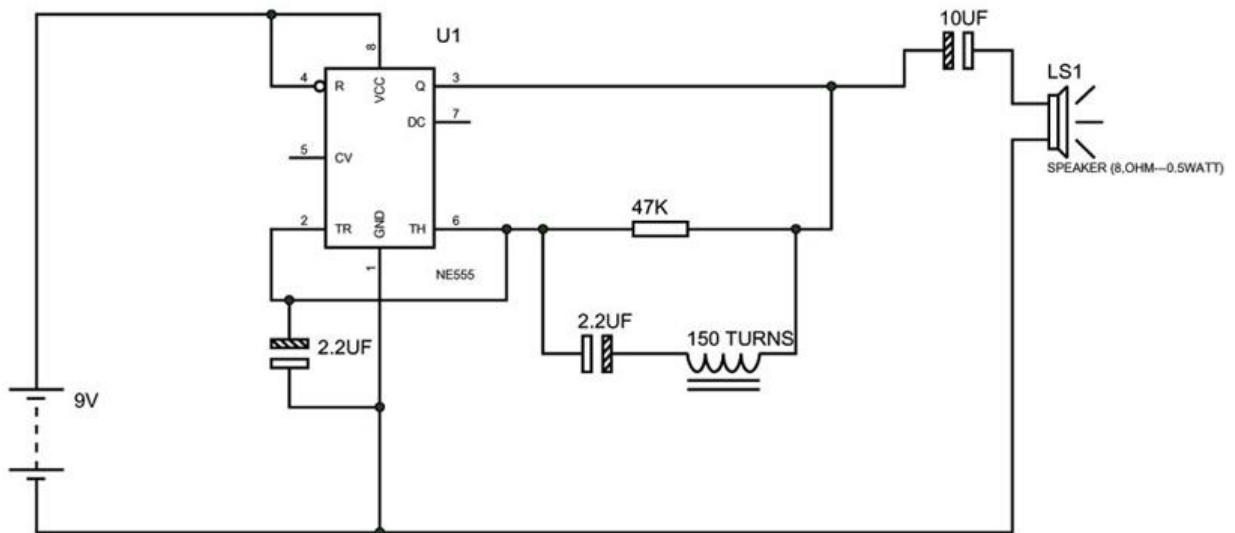


Рис. 1.2. Проста схема металошукача

Таймер 555 ІС служить генератором прямокутних імпульсів та формує імпульси в діапазоні частот, які чує людина. Конденсатор не слід міняти з контакту 2 на контакт 1, оскільки повинні виникати звукові частоти.

Іншим прототипом може слугувати схема, подана на рис. 1.3.

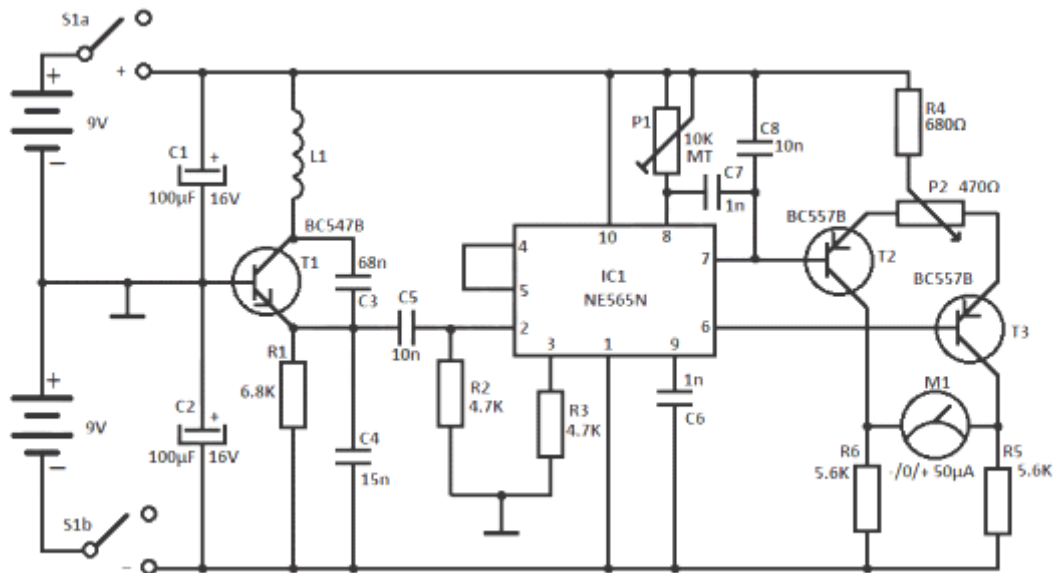


Рис. 1.3. Схема металошукача

Металошукач живиться від 2 батарейок 9В, кожна з яких заряджається струмом 15 мА. Котушка детектора L1 є частиною синусоїдального генератора, побудованого на транзисторі T1. Зазвичай центральна частота генератора, керованого напругою (VCO) з циклу ФАПЧ, який міститься в IC1, дорівнює частоті коливань T1. Вона змінюється, коли металевий об'єкт потрапляє в поле, викликане L1. S1 — мініатюрний 2-полюсний вимикач.

Відхилення стрілки вимірювача є мірою зміни частоти, оскільки напрямок відхилення залежить від типу матеріалу, який виявляє котушка.

Котушка L1 складається з 40 витків емальованого мідного дроту, намотаного на пластиковий шаблон діаметром близько 10 см. Отримана таким чином індуктивність забезпечує роботу генератора на частоті, приблизно рівній ГКН, включеному в контур ФАПЧ.

Спочатку потрібно з допомогою осцилографа встановити, що контакт 2 IC1 формує синусоїдальний сигнал із частотою близько 75 кГц. Далі потрібно відрегулювати P1 так, щоб передній прямокутний сигнал від контакту 4 збігався з піками синусоїдального сигналу від контакту 2. Потім треба відрегулювати P2, щоб отримати 0 на лічильнику. Оскільки нейтральне

нульове налаштування «працює» при зниженні напруги батареї, необхідно час від часу відновлювати його (балансування нуля) під час використання металошукача.

Інша схема наведена на рис. 1.4. Принцип роботи цієї схеми металодетектора полягає в змішуванні двох рівних частот, що викликає низькочастотні перешкоди. Коли один із осциляторів стане нестабільним, частота перешкод буде змінена. Схема металошукача побудована на CD4011. Генератор побудований з NAND N1 і керамічного фільтра проміжної частоти (470 кГц). Другий генератор з N3 і комбінацією LC, частота цього генератора регулюється таким чином, щоб генерувати чутне на слух коливання обох частот.

Через N4 сигнал від змінної частоти посилюється. Якщо котушка датчика L1 розташована ближче до металевого об'єкта, це змінить автоматично індукцію котушки і звук зміниться.

Котушка металодетектора складається з 70 витків емальованого мідного проводу з діаметром 0,3-0,6 мм намотана на основу діаметром 5 см.

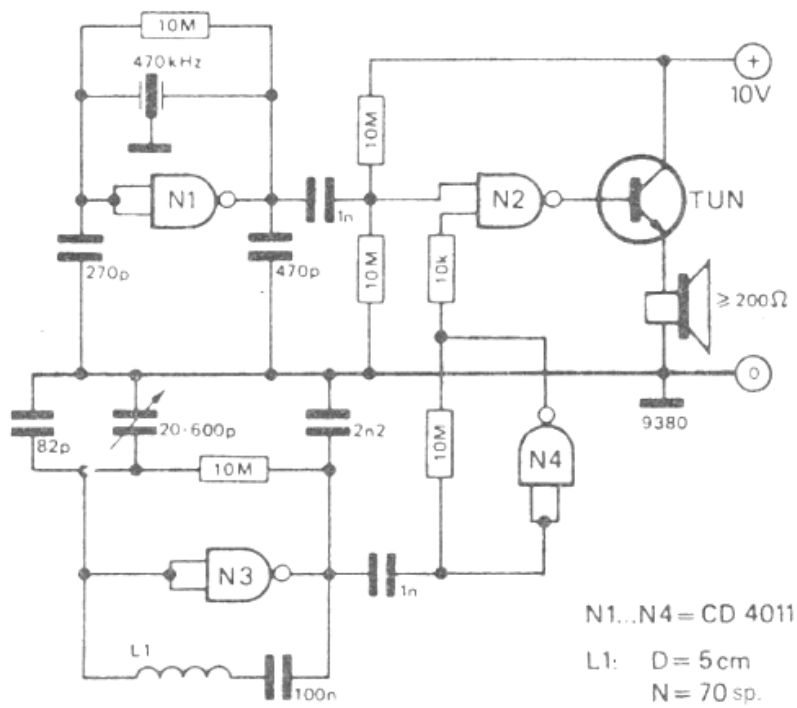


Рис. 1.4. Схема металошукача

Інша схема наведена на рис. 1.5. Серцем цієї схеми є мікросхема CS209A. Металошукач складається з однієї котушки 100 мкГн діаметром 40 мм, виготовленої з 50 витків дроту 0,4 мм. CS209A має один генератор, який утворює LC-ланцюг, індуктивність котушки змінюється, коли вона знаходиться поблизу металевих предметів.

Світлодіод 1 засвітиться, а звуковий сигнал увімкнеться, коли котушка змінює індуктивність. Налаштування просте, VR1 налаштовується (подалі від будь-яких металевих предметів) так, що світлодіодний індикатор 1 світився і звучав звуковий сигнал.

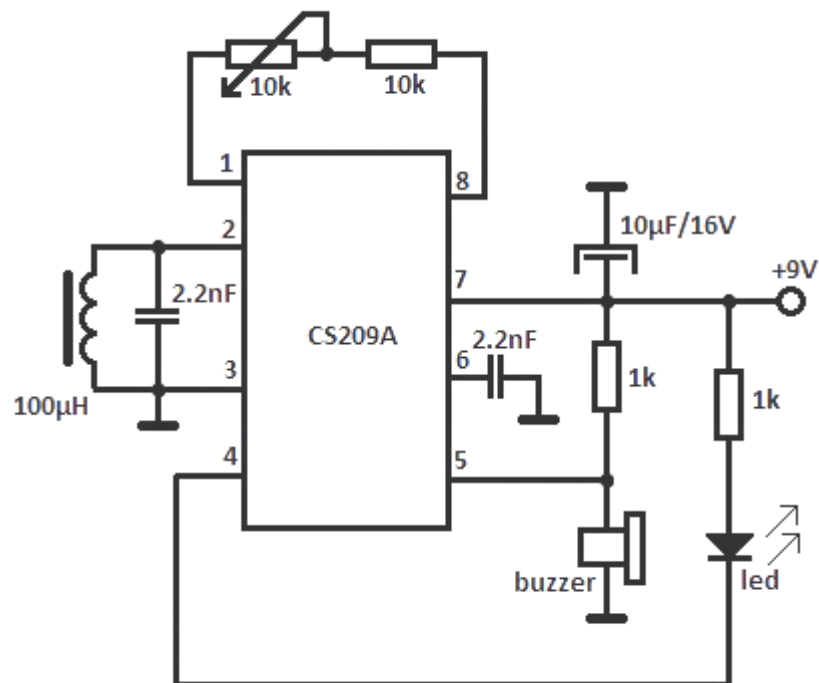


Рис. 1.5. Схема металошукача

Розглянуті схеми є простими з мінімальною кількістю елементів. Однак вони не є стабільними та надійними і чутливими як до параметрів живлення так і зовнішніх умов роботи.

Проаналізуємо більш складні схеми. Одна із них наведена на рис. 1.6.

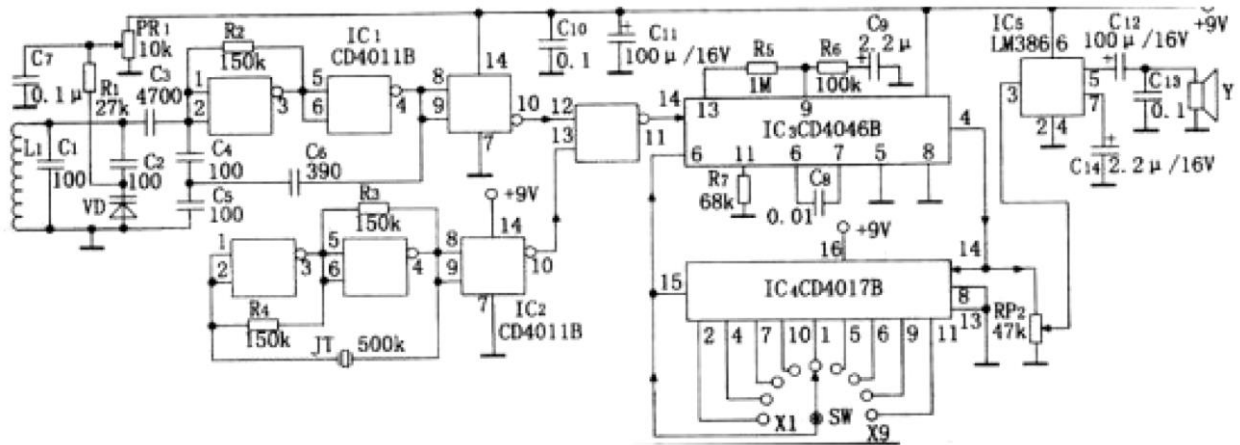


Рис. 1.6. Схема високочутливого металошукача

Цей металошукач завдяки використанню кварцового кристалічного генератора та помножувача сигналу різницевої частоти робить схему стабільною та надзвичайно чутливою. Хоча схема використовує п'ять мікросхем, вартість дуже низька. Ця схема може бути широко використана для виявлення деяких невеликих металевих об'єктів або металевих об'єктів на великій відстані та великій глибині

Відповідно до схеми, IC1, CD4011B і L1 та пов'язані компоненти складають індукційний генератор, RP1 є потенціометром підстроювання частоти. Три вентилі NAND IC1 утворюють схему індуктивного генератора, а три вентилі NAND IC2 і кристал утворюють гетеродин. Сигнал гетеродина та індуктивний сигнал мають різницю частот у затворі NAND IC1 від IC1. Вивід 8 видає сигнал різниці частот. Через низьку частоту биття, особливо через невеликі зміни частоти, спричинені крихітними металевими предметами важко відтворити на слух. Тому сигнал різниці частот можна помножити, щоб задовольнити вимоги слуху. Оскільки схема фазового автопідстроювання частоти IC3 CD4046B і схема десяткового розподілу IC4 CD4017B утворюють багатоступінчасту регульовану схему множення частоти, діапазон регулювання становить 1-9 разів і загалом 9 передач, які можна вибрати відповідно до фактичної ситуації. Сигнал різницевої частоти надходить з виводу 14 CD4046, а сигнал помножувача частоти виводиться з контакту 4, а

потім надсилається на IC5 (LM386) через потенціометр гучності RP2, який посилюється та виводиться на динамік або навушники для випромінювання звуку.

Інша складніша схема наведена на рис. 1.7.

Одним із типів металодетекторів є тип генератора частоти биття (BFO). Методи, які використовуються в металодетекторах, загалом змінюють характеристики генератора, коли вони знаходяться поблизу датчика металу. Детектор працює на основі резонансної частоти, яка змінюється, коли метал знаходиться досить близько до датчиків пошукової котушки.

Контур налаштування (налаштований контур) повинен бути частиною контуру генератора, щоб, якщо до нього наблизитися специфічний датчик металевої котушки, вихідна частота контуру коливань змінилася. Варіація зміни вихідної частоти залежить від обраної частоти. Вибір вищої частоти призведе до підвищення чутливості схеми, оскільки буде більша зміна частоти.

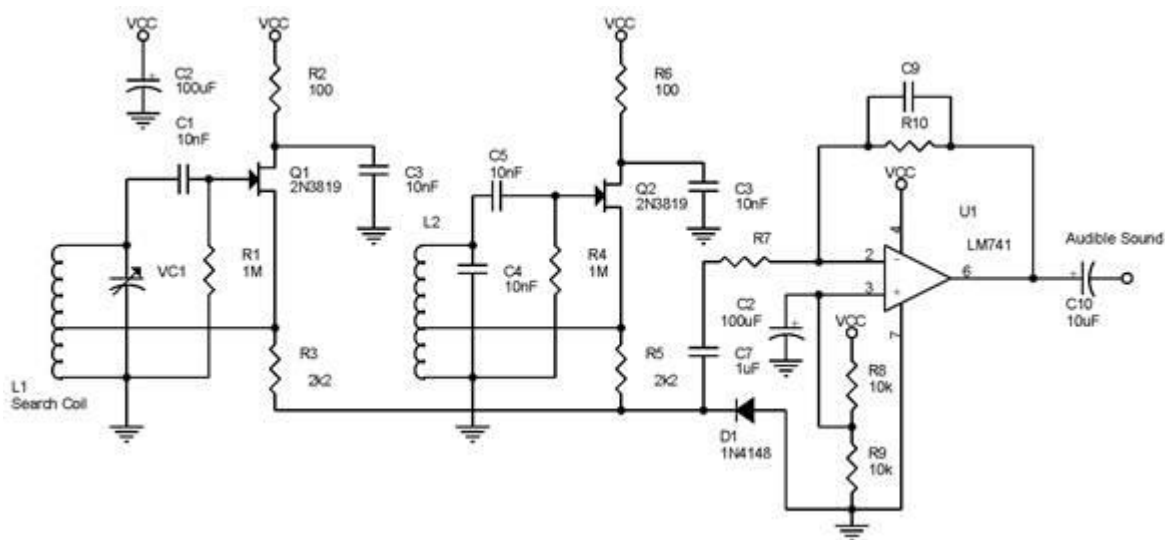


Рис. 1.7. Схема металошукача

Використовувана частота ( $f_1$ , створена колом з L1) зазвичай вище порога людського слуху. Через те, що його не чує людина, зміни частоти, які

відбуваються, також не будуть чутні. Щоб подолати це, слід створити окремий тон (чутна частота- $f_2$ ), який показуватиме зміну частоти.

Змішуючи два сигнали ( $f_1$  і  $f_2$ ), можна отримати сигнали  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $(f_1 + f_2)$  і  $(f_1-f_2)$ . Сигнал, який чує людина на слух, - це сигнал  $(f_1-f_2)$ . Таким чином, коли є зміни частоти, спричинені змінами характеристик пошукової котушки, люди можуть почути їх як зміну ритму.

Таким чином, коли є зміни в характеристиках пошукової котушки, вона вироблятиме звук, частота якого також залежить від різних частот, що генеруються котушками  $L_1$  і  $L_2$ .

Недоліком є те, що зміна його вихідної частоти все ще надто мала, щоб змінити його частоту. Крім того, за певних умов схема виробляє частоту, нижчу за чутний звук. Для цього нам потрібна реконфігурація розділових конденсаторів і частоти використання.

Індуктор  $L_1$  формується з котушки, яка служить пошуковою котушкою. Цей індуктор буде резонувати разом з  $VC_1$  для створення контуру з високою добротністю  $Q$ . Другий генератор формується з  $L_2$ ,  $C_4$ ,  $C_5$ ,  $R_4$  і  $Q_2$ , і схема генератора вироблятиме сигнал із фіксованою частотою.  $D_1$  служить для простого змішування між  $f_1$  і  $f_2$  і генерує сигнал із частотою  $(f_1-f_2)$  і великою кількістю гармонічних сигналів. Сигнал з частотою  $(f_1-f_2)$  зроблений так, щоб він міг бути в зонах, які чутні людським слухом.

Припустимо, що  $f_1$  і  $f_2$  на 100 кГц 101 кГц, тоді після змішування сигнал  $(f_1-f_2)$  вироблятиме сигнал із частотою 1 кГц. Цей диференціальний сигнал необхідно посилити заздалегідь за допомогою операційного підсилювача, який зможе керувати лише навушниками з високим імпедансом. Якщо сигнал використовувати для звичайних навушників, то мікросхему підсилювача Dара LM741 замінюють на тип підсилювача звуку, оскільки аудіовихід підсилювача має низький імпеданс. Налаштування підсилення підсилювача визначається параметрами  $R_7$  і  $R_{10}$ , і, якщо

						ЖММ 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат			16



необхідно, вихідний сигнал LM741 можна включити в схему підсилювача потужності для керування спайкером.

Схема на рис. 1.7 дуже проста, щоб спричинити виникнення дрейфу частоти - зсуву частоти. Зазвичай це викликано температурним фактором. Однак ця проблема не є серйозною проблемою. Перевірити можна, шукаючи компоненти, які мають досить великий температурний допуск. Крім того, компоновання друкованої плати також має величезний вплив на цю проблему.

Розмір пошукової котушки залежить від чутливості охолоджуваних металодетекторів і форми самого датчика. Наприклад, велика пошукова котушка, яка, звісно, може легко знайти метал на великій площі, а не металодетектор із маленькою пошуковою котушкою. Натомість металодетектори не можуть визначити розташування кабелів в стіні саме через великі розміри датчика.

Отже, чим більша пошукова котушка, точність його менша, але більша чутливість, але натомість мала пошукова котушка, яка зазвичай використовується для компактного металодетектора, має високу точність, але меншу чутливість. Форма пошукової котушки зазвичай має коло або квадрат. Крім того, потрібен екрануючий шар, який слугує для зменшення електростатичних ефектів і ефектів, спричинених ємнісними об'єктами.

### 1.3 Розробка структурної схеми виробу

Основним вузлом пристрою є блок керування та живлення, який побудований на шістьох мікросхемах, який отримує дані від блоку пошуку, живлення складається з крони на 9 В та T-подібного роз'єма XS1 для її підключення до вузла.

					ЖММ 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		17

Блок пошуку складається з котушки, яка шукає в онлайн режимі метали 280 мм монети до 30см, а великий метал до 1,5 метра. Зображено на рисунку 1.8.

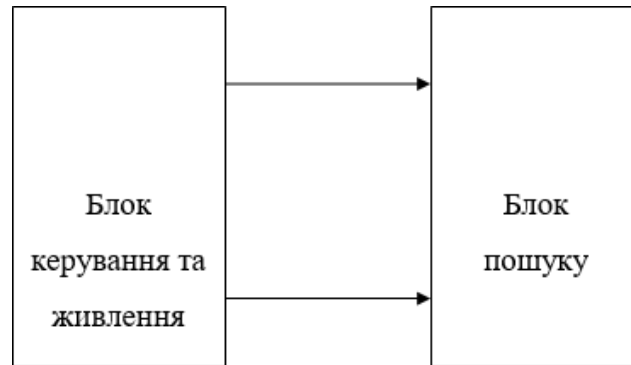


Рис. 1.8. Структурна схема термометра на мікроконтролері PIC16F628A

1.4 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою

Схема пристрою наведена на рис. 1.9.

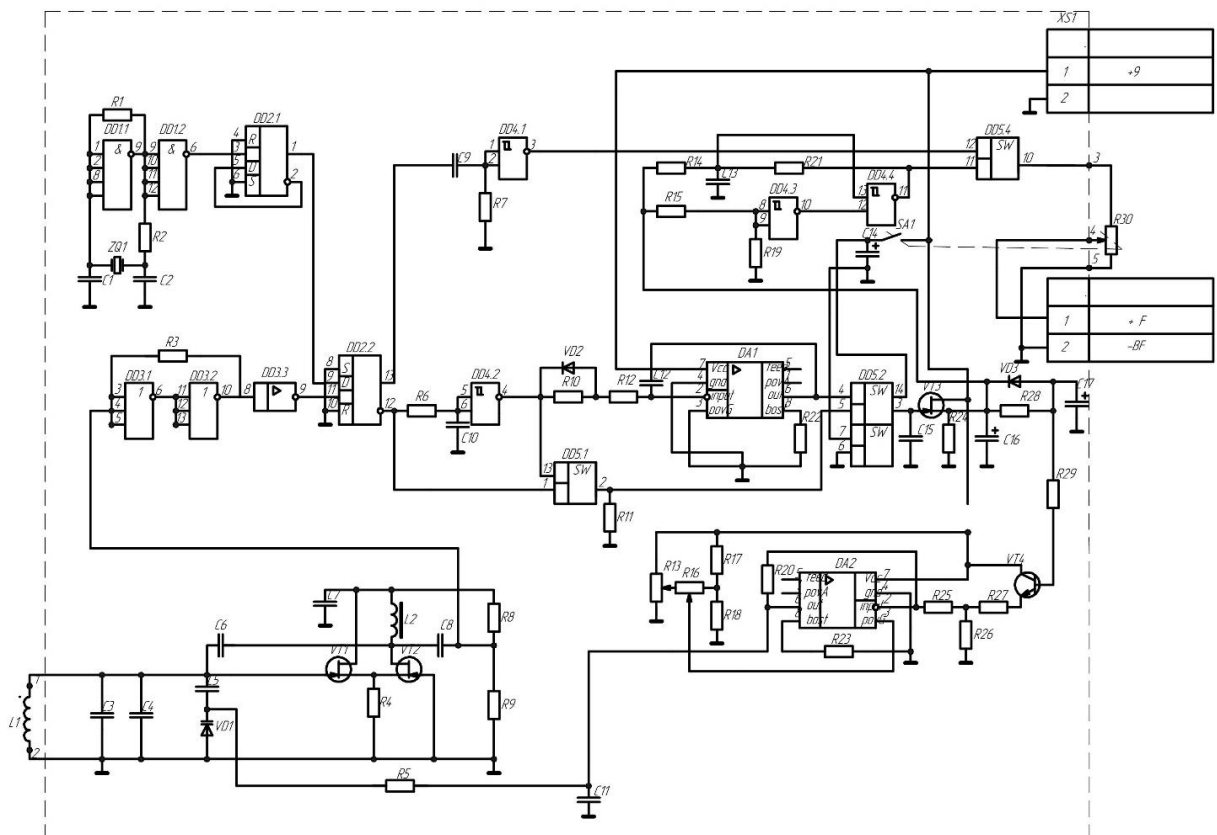


Рис. 1.9. Пропонована схема пристрою

На елементі 4І-НЕ DD1.1 виконано задаючий генератор прямокутних імпульсів з частотою, що визначається кварцовим резонатором ZQ1, Завдяки резистору R1 генерація починається одразу ж після увімкнення живлення. Також другий елемент 4І-НЕ DD1.2 призначений для отримання необхідних цифрових рівнів сигналу. На RS тригері DD2.1 виконано дільник частоти та формувач меандра.

На транзисторах VT1 і VT2 виконано несиметричний мультівібратор, який працює як генератор вимірювання. Завдяки конденсатору C7 виконується авто збудження генератора.

Елементи C3-C5, VD1, L1 працюють разом як елементи, які визначають частоту. При цьому індуктивність L1 є відповідним чутливим елементом для роботи пристрою. Ці елементи визначають частоту генерації в межах 550-750 кГц.

Вихідний гармонічний сигнал подається через розподільчий конденсатор C9 на елементи ЗАБО-НЕ DD3.1, DD3.2. При цьому амплітуда такого сигналу становить не більше 1,3 В. На останніх логічних елементах утворюються прямокутні імпульси типу меандра.

Для стабільної роботи схеми в коло введено дільник напруги на елементах R5 та R6. Також останній елемент мікросхеми DD3 є буферним елементом.

Обидва сигнали – останній та сигнал з попереднього генератора поступають на другий елемент мікросхеми DD2.

На першому логічному елементі мікросхеми DD5 виконується сумування сигналів, а вихідний сигнал подається на запам'ятовуючий елемент виконаний на другому логічному елементі DD5 та елементах C13, VT3).

Елементи VD2, R10-R11, DA1, C12 виконують інтегрування сигналу з виходу другого логічного елемента DD4.

На елементах R21 та R22 виконано подільник напруги.

					ЖММ 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		19

Дальше відбувається порівняння цієї напруги з напругою після подільника R26R29 з допомогою елемента DA2 та генерується напруга керування елементом VD1.

Елементами R26 та R27 виконується грубе та точне налаштування кола авто налаштування частоти.

Генератор, що керується напругою, виконано на компонентах DD4.4, R18, C15. На цих елементах виконується зміна напруги, яка міняється з частотою биття, до частоти, яка попадає в слуховий діапазон людини.

Елементом R30 виконується регулювання звуку. Він також включає в себе перемикач SA1 для комутації електроживлення.

### 1.5 Вибір компонентів схеми

Оскільки даний пристрій повинен мати мінімальні габарити та повинен володіти високою вібростійкістю для складання друкованого вузла максимально використані елементи для поверхневого монтажу, ці елементи володіють вищою вібростійкістю ніж елементи із штиревыми виводами та меншими габаритами.

Мікросхема використано типу CD4012A компанії "Texas Instruments".

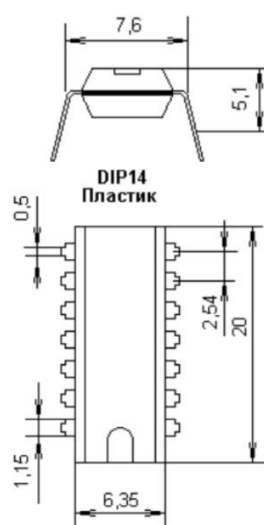


Рис. 1.10. Зовнішній вигляд мікросхеми CD4012A

					ЖММ 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		20

Основні параметри мікросхеми CD4012A:

-  $t_{затр}$  \_\_\_\_\_ 45 нс

-  $P_{спож}$  \_\_\_\_\_ 0,4 мкВт

-  $U_{жс}$  \_\_\_\_\_ 3–15 В

-  $I_{спож}$  \_\_\_\_\_ 0,3 мА

Мікросхема типу CD4013A компанії "Texas Instruments".

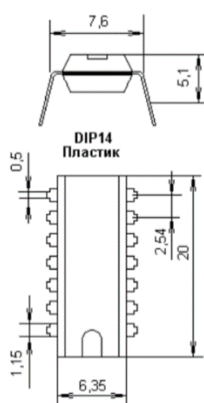


Рис. 1.11. Зовнішній вигляд мікросхеми CD4013A

Основні параметри мікросхеми CD4013A:

-  $t_{затр}$  \_\_\_\_\_ 150 нс ,

-  $P_{спож}$  \_\_\_\_\_ 0,4 мкВт ,

-  $U_{жс}$  \_\_\_\_\_ 3–15 В

-  $I_{спож}$  \_\_\_\_\_ 0,05 мА

Мікросхема типу К176ЛП4.

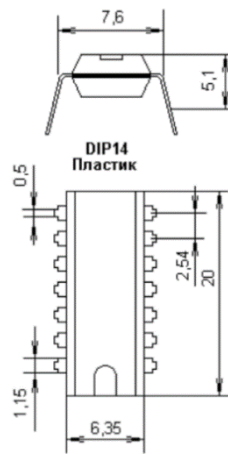


Рис. 1.12. Зовнішній вигляд мікросхеми К176ЛП4

Основні параметри мікросхеми К176ЛП4:

- $t_{затр}$  \_\_\_\_\_ 200 нс ,
- $P_{спож}$  \_\_\_\_\_ 0,4 мкВт ,
- $U_{жс}$  \_\_\_\_\_ 9 В
- $I_{спож}$  \_\_\_\_\_ 0,03 мА

Мікросхема типу CD4066A.

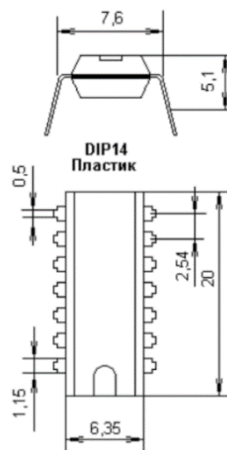


Рис. 1.13. Вигляд мікросхеми CD4066A

Основні параметри мікросхеми CD4066A:

- $t_{затр}$  \_\_\_\_\_ 50 нс ,
- $P_{спож}$  \_\_\_\_\_ 0,4 мкВт ,
- $U_{жс}$  \_\_\_\_\_ 3–15 В
- $I_{спож}$  \_\_\_\_\_ 0,03 мА

Мікросхема типу CD4093A.

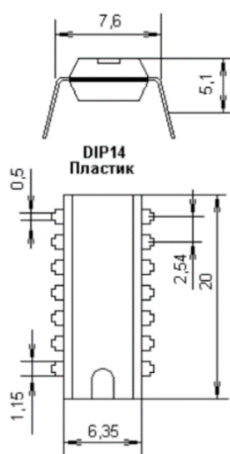


Рис. 1.14. Вигляд мікросхеми CD4093A

Основні параметри мікросхеми CD4093A:

- $t_{затр}$  \_\_\_\_\_ 600 нс ,
- $P_{спож}$  \_\_\_\_\_ 0,4 мкВт ,
- $U_{жс}$  \_\_\_\_\_ 3–15 В
- $I_{спож}$  \_\_\_\_\_ 0,03 мА

Мікросхема типу КР140УД120В.

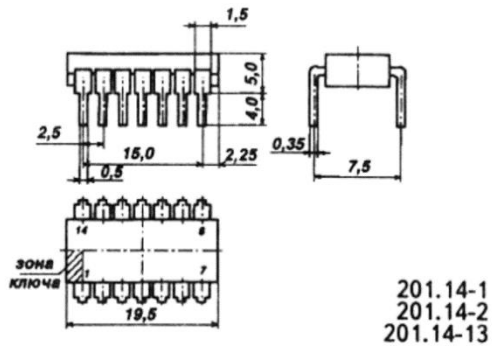


Рис. 1.15. Вигляд мікросхеми КР140УД120В

Основні параметри мікросхеми КР140УД120В:

- $t_{затр}$  \_\_\_\_\_ 500 нс ,
- $P_{спож}$  \_\_\_\_\_ 7 мВт ,
- $U_{жс}$  \_\_\_\_\_ 6,3 В
- $I_{спож}$  \_\_\_\_\_ 0,1 мА

Транзистор використано типу КП303А.

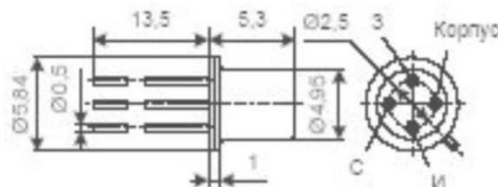


Рис. 1.16. Вигляд транзистора типу КП303А

Основні параметри транзистора типу КП303А:

- $U_{\max c-е}$  , В \_\_\_\_\_ 25
- $I_{\max e-е}$  , А \_\_\_\_\_ 0.02
- $U_{\max з-е}$  , В \_\_\_\_\_ 30
- $P_{роз\max}$  ?Вт \_\_\_\_\_ 0.2



Використано діод типу 1N4148 виготовлення компанії NXP Semiconductor.

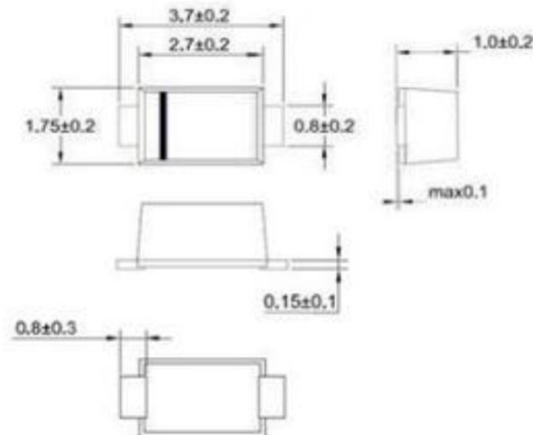


Рис. 1.17. Діод типу 1N4148

Основні характеристики діоду типу 1N4148:

- $U_{зв\ max\ прям}$ , В \_\_\_\_\_ 75;
- $U_{зв\ max\ імн}$ , В \_\_\_\_\_ 120;
- $I_{\max\ прямий}$ , А \_\_\_\_\_ 0,2;
- $I_{імн\ max\ прям}$ , А \_\_\_\_\_ 0,45;
- $I_{зв\ max}$ , мкА \_\_\_\_\_ 5;
- $U_{\max\ прям}$ , В \_\_\_\_\_ 0,01;
- $T_{\max\ відн}$ , мкс \_\_\_\_\_ 4;
- $t_{роб}$ , С \_\_\_\_\_ -65 ... 150.

В якості варікапа використано варікап типу US60A компанії NXP Semiconductor.

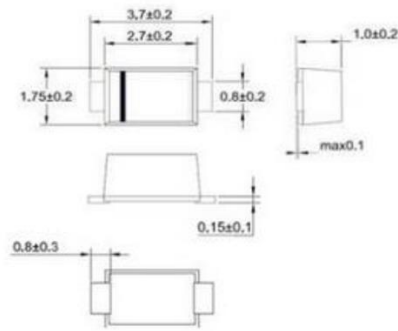


Рис. 1.18. Варикап типу Д902

Основні характеристики діоду типу Д902:

- $C_{заг}$  \_\_\_\_\_ 6–12нФ;
- $K_{перекр}$  \_\_\_\_\_ 2,5;
- $I_{звор.пост}$  \_\_\_\_\_ 10мкА.

Звуковий випромінювач – п'єзо випромінювач ЗП-18.

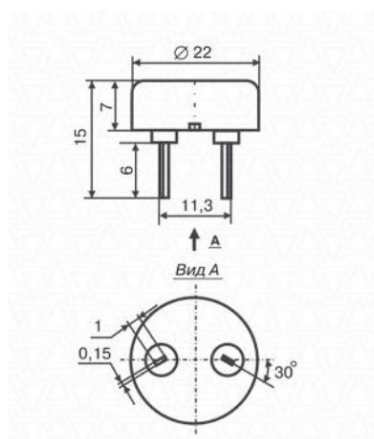


Рис. 1.19. Габаритні розміри ЗП-18

Технічні параметри:

- $U_{роб}$  \_\_\_\_\_ 3В;
- $f_{резон}$  \_\_\_\_\_  $4,1 \pm 0,05$ кГц;

Даний п'єзо випромінювач відповідає всім вимогам, які до нього висуваються.

Роз'єм PBS-1x40, виробництва компанії NXU.

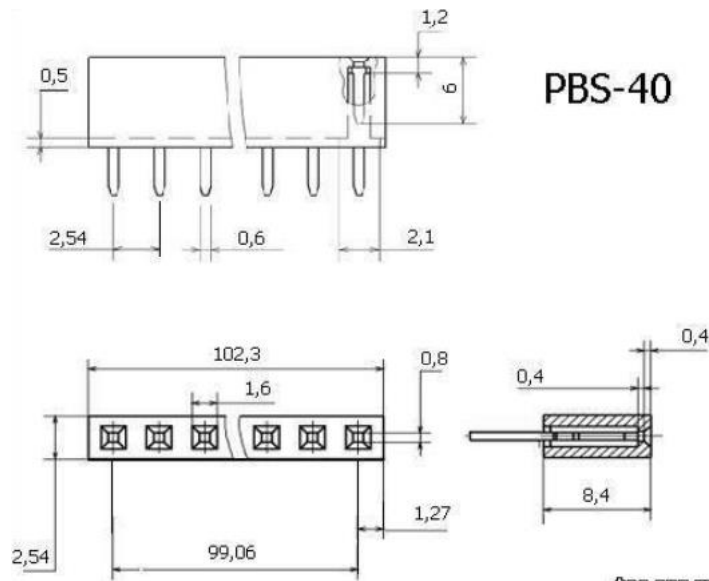


Рис. 1.20. Габаритні розміри PBS-1x40

Технічні параметри:

- $N_{\text{контактів}}$  \_\_\_\_\_ 40;
- $h_{\text{корпуса}}$  \_\_\_\_\_ 8мм;
- $U_{\text{max}}$  \_\_\_\_\_ 220В;
- $I_{\text{max}}$  \_\_\_\_\_ 10А.

Резистор регульований одно-оборотний з круговим переміщенням рухомої системи СПЗ-4АМ. В схемі використовується для регулювання зміни зарядного струму.

Вибраний у зв'язку з хорошими параметрами, дешевизною, якістю і легкістю покупки. Повністю задовільняє всі вимоги, які до нього було поставлено. Зображений на рисунку 1.14.

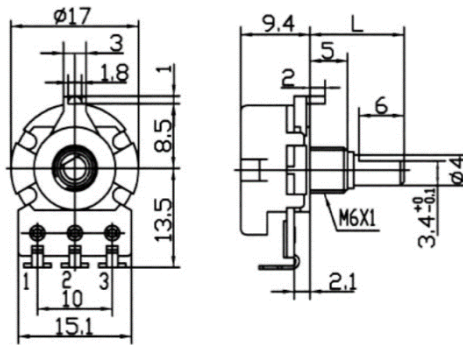


Рисунок 1.21. Змінний резистор СПЗ-4АМ

Технічні параметри змінного резистора СПЗ-4АМ:

- $R$  \_\_\_\_\_ 100 КОм ;
- Точність \_\_\_\_\_ 20% ;
- $P$  \_\_\_\_\_ 0.25 Вт ;
- $U_{роб\ max}$  \_\_\_\_\_ 150 В ;
- $T_{роб}$  \_\_\_\_\_ -45 ... 65 С ;
- $N_{оберт}$  \_\_\_\_\_ 1 ;

Транзистор типу ВС856В в корпусі SOT23 виробництва компанії Philips.

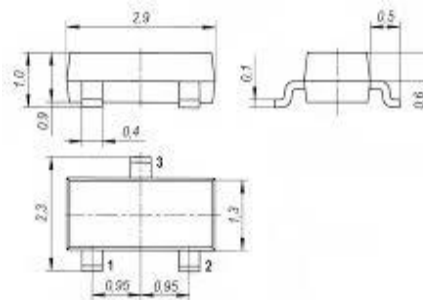


Рис. 1.22. Транзистор ВС856В.

Основні параметри транзистора ВС856В:

- $U_{мак\ к-б}$ , В \_\_\_\_\_ 50 ;
- $I_{мак}$ , А \_\_\_\_\_ 0,1 ;
- $K_{стат}$  \_\_\_\_\_ 100 ;

- $f_{\text{гран}}$ , МГц \_\_\_\_\_ 150;
- $P_{\text{max}}$ , Вт \_\_\_\_\_ 0,25.

Постійнийх резистор типу RC0075 фірми – це товстоплівкові резистори в SMD корпусі 0805. Вони використовуються в схемі через низьку вартість, широкий діапазон опорів і хорошу надійність.

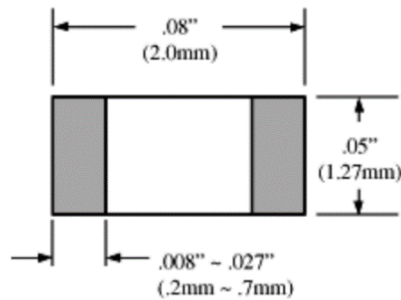


Рис. 1.23. Зовнішній вигляд резисторів 1210

Основні електричні параметри:

- $U_{\text{проб max}}$  \_\_\_\_\_ 200В;
- $P_{\text{розс}}$  \_\_\_\_\_ 0,125Вт;
- $t_{\text{роб}}$  \_\_\_\_\_ 200...+ 600С .

Керамічні конденсатори 1210С фірми Hitano які являють собою керамічні конденсатори в SMD компоновці в корпусі 0805. Основні переваги даних конденсаторів є дешевизна, малі розміри. Зовнішній вигляд конденсаторів показаний на рисунку 1.24.

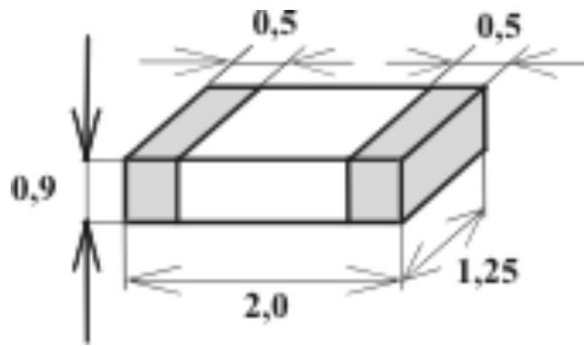


Рис. 1.25. Зовнішній вигляд конденсаторів типу 1210С.

Основні параметри конденсаторів типу 1210С:

- $U_{\text{проб max}}$  \_\_\_\_\_  $25B$ ;
- $\Delta$  \_\_\_\_\_  $5\%$ ;
- $t_{\text{роб}}$  \_\_\_\_\_  $-60...+150 C$ .

Електролітичні конденсатори типу В41858 виробництва компанії Epcos.

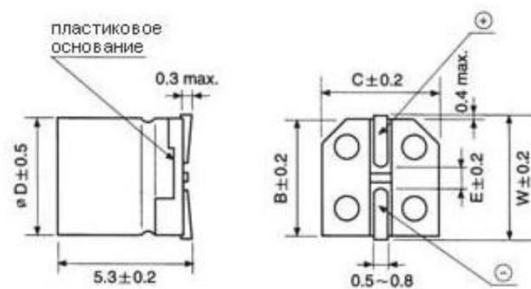


Рис. 1.26. Конденсаторів типу В41858.

Основні електричні параметри конденсаторів типу В41858:

- $U_{\text{ном}}$  \_\_\_\_\_  $6,3 - 400B$ ;
- $C_{\text{ном}}$  \_\_\_\_\_  $1 - 15000 \text{ мкФ}$ ;
- $\Delta_C$  \_\_\_\_\_  $\pm 20\%$ ;
- $I_{\text{роб}}$  \_\_\_\_\_  $0,3 \text{ мкА}$ ;

## 1.6 Компоновка друкованого вузла пристрою

Компоновка друкованого вузла пристрою (PCB layout) означає розташування компонентів електронної схеми на печатній платі (PCB) з метою забезпечення їх взаємодії та оптимальної роботи пристрою.

Під час проектування PCB layout необхідно враховувати розміри, форму та взаємне розташування компонентів, щоб забезпечити оптимальні характеристики пристрою, мінімізувати шуми та перешкоди, запобігти перенесенню сигналів між різними частинами схеми та забезпечити стійкість до зовнішніх впливів.

Крім того, враховуються технологічні особливості виготовлення печатних плат та вимоги до електромагнітної сумісності. Для досягнення цих цілей використовуються спеціальні програмні засоби, які дозволяють візуалізувати та аналізувати компоновку PCB з урахуванням вимог до технології виготовлення та електромагнітної сумісності.

САПР - це програмне забезпечення, що дозволяє автоматизувати процеси проектування, і використовується у різних галузях, таких як електронне, електричне, інженерне та інші види проектування.

САПР складається з набору модулів, які забезпечують реалізацію різних етапів проектування, починаючи від створення концепції до підготовки виробничої документації. Вони включають редактори креслень, системи моделювання, програми для аналізу стійкості та надійності систем, інструменти для планування виробництва та інші.

Використання САПР має декілька переваг, зокрема підвищення продуктивності, скорочення часу, необхідного для розробки проекту, зменшення кількості помилок та підвищення точності розрахунків.

У даній кваліфікаційній роботі були використані дві системи автоматизованого проектування: Altium Designer та КОМПАС 3D.

					ЖММ 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		31

Altium Designer є програмною системою, призначеною для автоматизації процесу розробки електронних пристроїв. Вона містить різноманітні інструменти, які дозволяють розробляти електричні схеми, проектувати плати, створювати бібліотеки елементів, готувати плати до виготовлення, візуалізувати трасування сигналів та багато іншого. Ця система є потужним засобом для проектування електронних пристроїв будь-якої складності і використовується в електронній промисловості та науково-дослідних центрах.

Щоб створити друковану плату у середовищі Altium Designer, необхідно створити файл інтегрованої бібліотеки елементів, що дозволяє зручніше виконувати розробку плати.

Таблиця 1.2 – Послідовність створення бібліотеки Altium Designer

Дія	Опис
Створення файлу інтегрованої бібліотеки	Для створення нового проекту інтегрованої бібліотеки виконайте наступні кроки: перейдіть у меню "File", оберіть "New", потім "Library" і виберіть "Integrated library". Після цього збережіть проект у створеній для нього теки.
Додавання файлу бібліотеки посадочних місць	У панелі проектів вікна Projects виберіть опцію "Add" і введіть "PCB Library" у діалоговому вікні, яке з'явиться, а потім натисніть "ОК".
Заповнення створених файлів бібліотек	Обравши потрібні елементи з панелі інструментів, створіть схематичні позначення та розмістіть їх у відповідності до даташитів.
Компіляція бібліотеки	Користуючись правою кнопкою миші, у вікні Projects на іконці інтегрованої бібліотеки оберіть опцію Compile integrated library. Якщо у вікні Messages з'явилися помилки, виправте їх і повторіть процес компіляції.



Для розрахунків друкованої плати використано міжнародний стандарт IPC-2221, який містить різні вимоги та специфікації для виробництва та проектування друкованих плат. Сьогодні існують різні веб-калькулятори, які відповідають цьому стандарту. Обидва стандарти, IPC-2152 і IPC-2221, містять вказівки щодо проектування друкованої плати для терmostійкості. Обидва стандарти мають чітко детальну дискусію щодо застосовності та використання обох стандартів. Таким чином застосовано стандартний калькулятор.

Ширина траси друкованої плати IPC 2221.

Калькулятор IPC-2221 використовує графік і рівняння для розрахунку струму доріжки друкованої плати. Формула наступна  $I=k\Delta T b A c$ .

У цій формулі видимі є  $K$ , яке має значення 0,0048, а внутрішні доріжки також  $K$ , яке має значення 0,024.  $\Delta T$  представляє зміну температури в градусах Цельсія. Значення  $b$  дорівнює 0,44, а значення  $c$  дорівнює 0,725. Тоді як  $A$  являє собою площу поперечного перерізу.

Калькулятор IPC-2221 використовує лише певний діапазон усіх значень для розрахунку ширини траси друкованої плати. Діапазон струму коливається від 35 до 0 ампер, ширина доріжки — від 10,16 до 0 мм, ширина міді — від 3 до 0,5 унції, а підвищення температури — від 100 до 10 °C. Це не дає точних результатів, якщо значення змінюється в цих конкретних діапазонах.

Ширина траси.

Калькулятор IPC-2152 використовує для розрахунку розширених і останній тип стандарту. Це дає точніший розрахунок максимальної потужності трасового струму. Він використовує передові технічні методи. Параметри включають товщину доріжки для проходження, відстань між доріжками і мідними площинами, а також теплопровідність друкованої плати.

Дальше, в результаті застосування системи автоматизованого проектування (САПР), було отримано друковану плату пристрою для

										ЖММ 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докum	Підпис	Дат							33

безконтактного пошуку металевих об'єктів, її зовнішній вигляд показаний на рисунку 1.27.

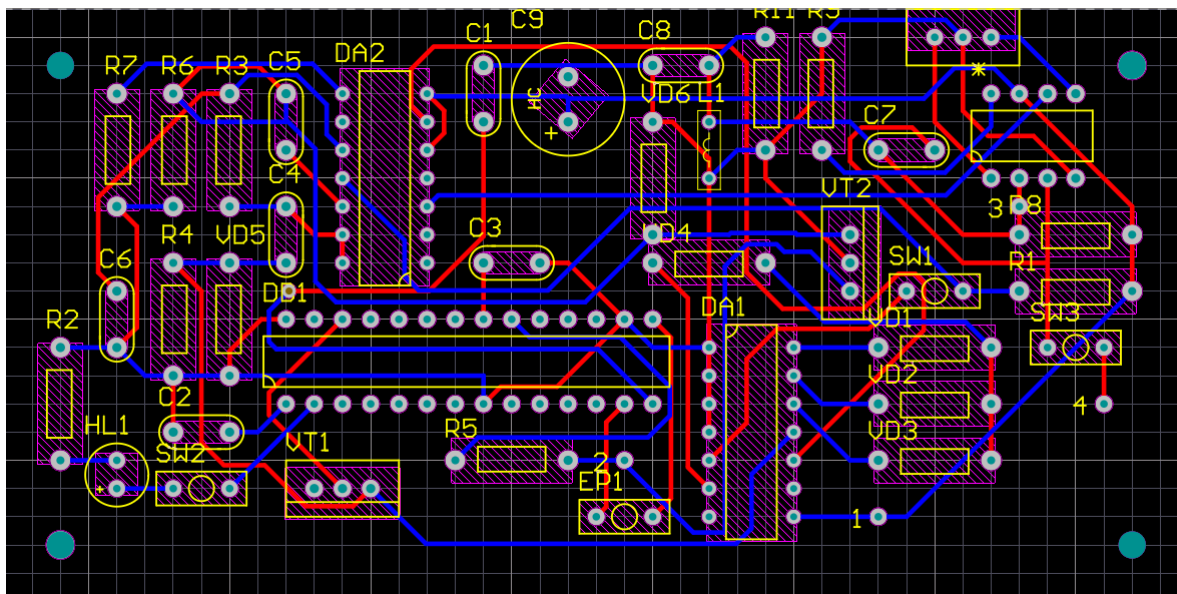


Рис. 1.27. Друкована плата, розроблена в середовищі Altium Designer

Також було виконано креслення друкованої плати, яке наведене на рис. 1.28.

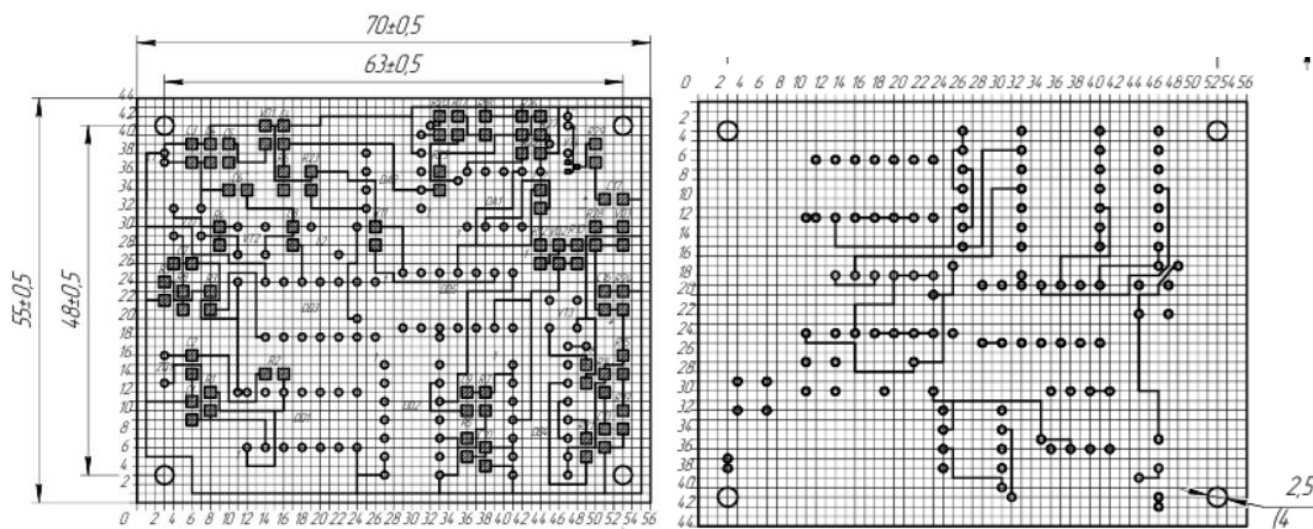


Рис. 1.28. Плата друкована

Також на кресленні було вказано параметри отворів та контактних площадок (рис. 1.29).

<i>Позначення отвору</i>	<i>Діаметр отвору</i>	<i>Діаметр контактної площадки</i>	<i>Наявність металізації</i>
	0,7	0,9	металізовано
	0,9	1,1	металізовано
	1,1	1,3	металізовано

Рис. 1.29. Параметри отворів та контактних площадок

Також було розроблено креслення друкованого вузла, що наведено на рис. 1.30.

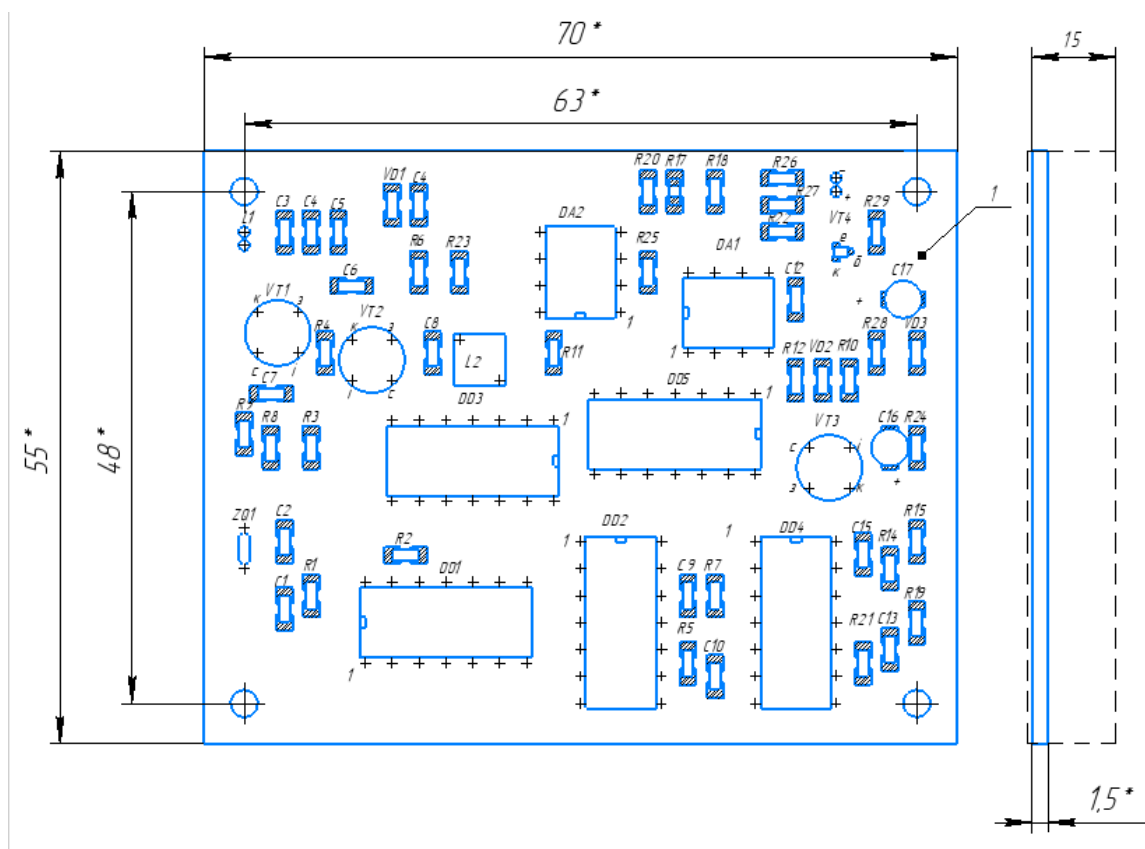


Рис. 1.30. Друкований вузол

На рис. 1.31 наведено габаритні та установочні розміри вузла.

Також вказано варіанти встановлення окремих елементів.

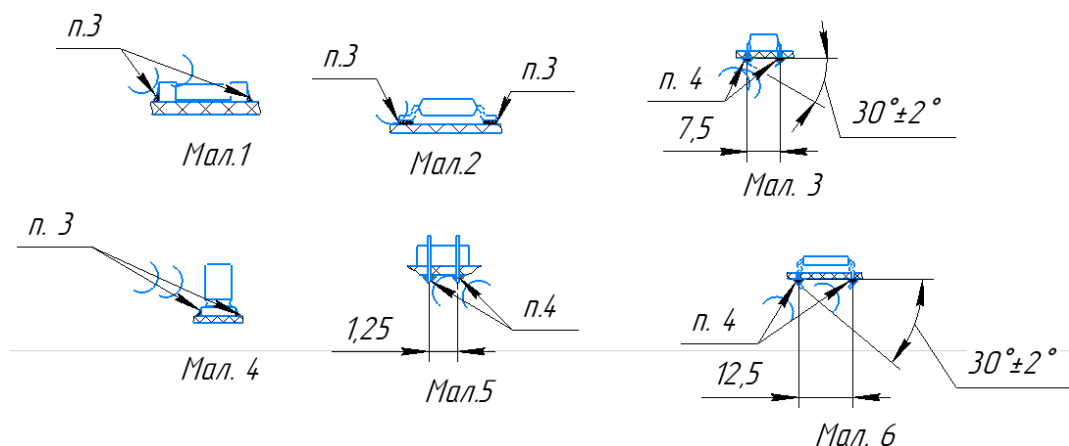


Рис. 1.31. Варіанти встановлення окремих елементів

Отримані креслення наведені в додатках.

### 1.7 Висновок до розділу 1

Проектований пристрій призначений для пошуку металевих предметів і може бути використаний в умовах, де допустима вологість навколишнього середовища до 100% і діапазон робочих температур від  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $50^{\circ}\text{C}$ . Технічні параметри пристрою включають напругу живлення 9 В, струм споживання до 6 мА та масу 700 г.

Структурна схема пристрою містить блок керування та живлення, що складається з шести мікросхем, а також блок пошуку з котушкою. Котушка здатна виявляти метали, такі як монети, на відстані до 30 см, а великі металеві предмети - до 1,5 метра.

У проектуванні електричної схеми пристрою були використані генератор, буферні елементи, вимірювальний генератор, операційні підсилювачі та інші компоненти. Ці елементи забезпечують стабільну роботу пристрою і генерацію необхідних сигналів для пошуку металів.

Загальна працездатність пристрою залежить від правильного підбору компонентів, налаштування вузлів автоматичного налаштування частоти і врахування особливостей роботи котушки-датчика.

У цілому, проєктований пристрій є потенційно ефективним для виявлення металевих предметів в заданих умовах експлуатації. Однак, для досягнення оптимальної працездатності, необхідно дотримуватися встановлених параметрів та виконувати правильне підключення та налаштування пристрою.

					ЖММ 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		37



Можливість виконання заходів перспективного плану повинна бути підтверджена обґрунтованим розрахунком необхідного матеріально-технічного забезпечення і фінансових витрат з зазначенням джерел фінансування.

До перспективних планів належить комплексний план покращення умов праці і санітарно-оздоровчих заходів, що передбачає створення, відповідно до нормативних актів з охорони праці, умов праці, пов'язаних з перспективними змінами підприємства. Таке планування, як правило, розраховане на термін від 2 до 5 років. Реалізація цих планів забезпечується через річні плани номенклатурних заходів з охорони праці, які вносяться до угоди, що є невід'ємною частиною колективного договору.

Поточне планування здійснюється у межах календарного року через розроблення відповідних заходів у розділі «Охорона праці» колективного договору.

Поточні плани передбачають реалізацію заходів із покращення умов праці, створення кращих побутових і соціальних умов на виробництві. Ці плани обов'язково забезпечуються фінансуванням згідно з розробленими кошторисами.

Питання охорони праці можуть віддзеркалюватися в інших поточних планах, які підприємства та організації можуть складати на вимогу трудових колективів:

- план соціального розвитку колективу;
- наукової організації праці;
- механізації важких і ручних робіт;
- охорони праці жінок;
- підготовки підприємства до робіт в осінньо-зимовий період;
- підвищення культури виробництва та ін.

Оперативне планування роботи з охорони праці здійснюється за підсумками контролю стану охорони праці в структурних підрозділах і на підприємстві в цілому.

Оперативні плани складаються для швидкого виправлення виявлених в процесі державного, відомчого і громадського контролю недоліків в стані охорони праці, а також для ліквідації наслідків аварій або стихійного лиха.

Оперативні заходи щодо усунення виявлених недоліків зазначаються безпосередньо у наказі власника підприємства, який видається за підсумками контролю, або у плані заходів, як додатку до наказу.

Організаційно-методичну роботу щодо складання перспективних, поточних та оперативних планів здійснює служба (спеціаліст) охорони праці.

## 2.2 Здійснення заходів щодо зниження дії радіоактивних випромінювань

Оцінка уразливості лабораторного блока живлення від радіоактивного забруднення і проникаючої радіації починається з визначення максимальних очікуваних значень рівня радіації і дози проникаючої радіації. За показник стійкості об'єкта приймається допустима доза радіації, яку можуть одержати люди за час робочої зміни.

Для характеристики радіоактивного забруднення застосовують ступінь (щільність) забруднення, який характеризується поверхневою щільністю забруднення радіонуклідами і вимірюється активністю радіонукліда на одиницю площі (об'єму). Основною дозиметричною величиною, за допомогою якої оцінюється дія радіації, є доза випромінювання - кількість енергії, яка поглинута одиницею маси опроміненого середовища. Експозиційна доза визначається тільки для повітря при гама і рентгенівському випромінюванні. Поглинута доза визначається для речовин. Місцевість, що забруднюється внаслідок радіаційної аварії, за щільністю забруднення радіонуклідами умовно поділяють на зони: зону відчуження, зону

					ЖММ 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		40



безумовного (обов'язкового) відселення, зону гарантованого (добровільного) відселення і зону підвищеного радіоекологічного контролю.

За дозами опромінення зону забруднення поділяють на наступні зони: надзвичайно-небезпечного забруднення, небезпечного забруднення, сильного забруднення, помірному забруднення, і зону радіаційної небезпеки.

Також радіоактивне забруднення буде безпосередньо впливати лабораторного блока живлення, але і на його конструкцію, оскільки, до його складу входять метічні провідники з ізоляційним покриттям, металічний корпус, пластмасові роз'єми і самі радіоелементи (резистори, транзистори, мікросхема, конденсатори, діод).

Органічні речовини вельми чутливі до радіації. Вплив радіації призводить до перетворення молекул, що супроводжується хімічними реакціями, що викликають незворотні зміни природи речовини і її механічних властивостей.

Перетворення супроводжується виділенням газів, які в поєднанні з вологою утворюють кислоти, які здійснюють шкідливий вплив на ізоляційні матеріали. Більшість пластмас отримує механічне пошкодження навіть при малих дозах радіації.

Фенолформальдегід і метилметакрилат стають крихкими і деформуються. Поліетилен і полістирол - спочатку збільшується опір розриву і твердість, а потім вони стають крихкими. Більшість пластмас темніє і знебарвлюється. Просочення і ізоляційні масла псуються, як і оргматеріали. Синтетичний каучук і кремнійорганічна гума твердіють

Зміна електричних властивостей органічних речовин (провідність, діелектрична проникність, кут втрат) має оборотний характер. Час відновлення залежить від природи матеріалу та умов опромінення.

На неорганічні речовини (матеріали) радіація впливає менше, ніж на органічні. При опроміненні нейтронами можливо об'ємне розширення. Кварц і скло втрачають прозорість при великих дозах.

					ЖММ 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докum	Підпис	Дат		41

Вплив радіації на напівпровідниковий діод залежить від того, який ефект використаний в основі його роботи, виду матеріалу, питомого опору його, а також конструктивних особливостей діода. Оскільки в підсилювачі використані лише кремнієві діоди то розглянемо лише їхню реакцію.

Під впливом нейтронної радіації провідність точково-контактних діодів зменшується в прямому і зворотному напрямках; у площинних діодів провідність у прямому напрямку також зменшується. Пошкодження діодів обумовлюється зміною характеристик провідності в прямому напрямку. Вплив  $\gamma$ -опромінення викликає оборотні зміни зворотного струму.

Характеристика впливу радіоактивного забруднення на транзистор. Вплив опромінення викликає порушення кристалічної решітки матеріалу (основний ефект) і іонізацію (вторинний ефект). Внаслідок цього змінюються параметри напівпровідникових матеріалів – час життя основних носіїв, питома провідність, швидкість поверхневої рекомбінації дірок з електронами. Внаслідок зміни вищевказаних параметрів зменшується коефіцієнт підсилення по струму, збільшується зворотний струм колектора, зростають шуми транзистора.

Іонізація, створювана радіацією, інжектується надлишок носіїв у транзистор, внаслідок чого виникають значні шуми. Зміна коефіцієнта посилення є незворотнім, а зміни зворотного струму можуть бути оборотними і необоротними. Як бачимо змінюється основний із електричних параметрів підсилювача – коефіцієнт підсилення, а отже вихідна потужність.

Потрібно зазначити, що більшу радіаційну стійкість мають германієві транзистори в порівнянні з кремнієвими.

До основних методів захисту радіоелектронної апаратури відносять такі конструктивні рішення:

- правильно підбирати і розташовувати елементи;
- ширше використовувати керамічні ізолятори в частинах перемикачів, роз'ємах, гніздах і т.д.;

						ЖММ 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докum	Підпис	Дат			42

- застосовувати склотканина та інші неорганічні матеріали для манжет, кабельної ізоляції тощо;
- застосування елементів з неорганічних матеріалів, слюдяних і керамічних конденсаторів;
- застосовувати плівкові і металлопленочні опору;
- ретельно продумувати схему розташування, для зменшення струмів витоку і пробую;
- екранувати найбільш чутливі елементи;
- правильно вибирати матеріали деталей конструкції;
- правильно вибирати напівпровідникові прилади (надавати перевагу германієвим).
- Для захисту від  $\gamma$  - променів добре екранують, захищають - свинець, вісмут, вольфрам, золото, платина, ртуть і деякі інші важкі матеріали.

### 2.3 Висновки до розділу

В розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто планування заходів з охорони праці. Види планування та контролю стану охорони праці. Виявлення, оцінка та зменшення ризиків небезпечних подій. Також описано заходи щодо зниження дії радіоактивних випромінювань

## Висновки

В кваліфікаційній роботі було розроблено пристрій для пошуку металевих предметів, аналогом якого є металошукачі. Проведено аналіз аналогів пристрою зокрема в плані простоти конструкції, чутливості та ефективності. На основі аналізу розроблено структурну схему та схему електричну.

Відповідно розроблена схема відрізняється підвищеною чутливістю та стабільністю роботи.

Також проведено вибір елементної бази та розроблено друковану плату та друкований вузол.

					ЖММ 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		44

## Список використаних джерел

1. GitHub [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
<https://github.com> – Посадочні місця для компонентів.
2. Alldatasheet [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
<https://www.alldatasheet.com/>– Даташити елементів.
3. AltiumDesigner [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
<https://www.altium.com/> –Altium Designer
4. Wikipedia [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
<https://uk.wikipedia.org/wiki/> –Система автоматизованого проєктування і розрахунку.
5. E-Guru [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
<http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=123> – Методичні вказівки до проєктування комплексного курсового проєкту.
6. Wikipedia [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
<https://uk.wikipedia.org/wiki/Металошукач> –Металошукач.
7. ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 «Єдина система конструкторської документації. Правила виконання електричних схем (ГОСТ 2.702-2011, IDT)
8. ДСТУ 2646-94. Плати друковані. Терміни та визначення.
9. ДСТУ 3334-96. Плати друковані. Загальні вимоги до технологічних процесів регенерації, знешкодження та утилізації розчинів.
10. Елементна база радіоелектронної апаратури: Пасивні радіокомпоненти В 4 ч. Ч.1. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В.О.Піддубний, І.О.Товкач. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,05 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 98 с
11. Конструювання радіоелектронних засобів телекомунікаційних систем: Навч. посіб. для студ. приладобудів. профілю / С. Т. Барась, Р. Ф.

					ЖММ 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		45

Лободзінська, О. О. Лазарев; Вінниц. нац. техн. ун-т. - Вінниця : ВНТУ, 2004.  
- 82 с.

12. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни  
“Системи автоматизованого проєктування радіоелектронних засобів” для  
студентів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка / Уклад.:  
Л.В.Хвостівська. Тернопіль: ТНТУ, 2022. 63 с.

13. Тимченко А.А. Основи системного проєктування та системного  
аналізу складних об’єктів: Основи САПР та системного проєктування  
складних об’єктів: Підручник / За ред.В.І. Бикова.- К.: Либідь, 2003.- 272с.

					ЖММ 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		46

# ДОДАТКИ

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедру РТ  
\_\_\_\_\_ к.т.н. Дунець В.Л.  
“24” травня 2023 р.

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

на кваліфікаційну роботу бакалавра

На тему: «Пристрій для безконтактного пошуку металевих об'єктів»

Узгоджено:

Керівник кваліфікаційної роботи

Яворський Б.І. \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”

Студент групи РАС-41

Живчак М.М. \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

Тернопіль 2023



# 1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “Пристрій для безконтактного пошуку металевих об’єктів ”

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ по університету на затвердження дипломного проекту № 4/7-575 від 24.05.2023 р.).

## 2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Живчак М.М. групи РАс-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

## 3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою роботи є розробка пристрою для безконтактного пошуку металевих об’єктів.

## 4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

Технічні параметри проєктованого пристрою:

- $U_{жс}$  \_\_\_\_\_ 9 В;
- $I_{жс}$  \_\_\_\_\_ до 6 мА;
- $M$  \_\_\_\_\_ 700 г;

Чутливість пошуку з катушкою 280 мм монети до 30см, а великий метал до 1,5 метра.

## 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 пристрою;
- Функціональна схема пристрою;
- Принципова схема пристрою;

- Друкована плата;
- Друкований вузол.

## 6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 - Стадії та етапи виконання кваліфікаційної роботи

№ етапу	Назва етапу виконання	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	22.02. 2023
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи	1.03. 2023
3	Вибір власних схемо-технічних рішень	16.03.2023
4	Вибір елементної бази для розроблюваного пристрою;	29.03.2023
5	Розрахунок основних вузлів у схемі пристрою.	12.04.2023
6	Створення допоміжної документації	26.04.2023
7	Розроблення креслень	26.04.2023
8	Розділ охорони праці та безпеки життєдіяльності	10.05.2023
9	Нормоконтроль	16.05.2023
10	Попередній захист	09.06.2023
11	Захист	23.06.2023

## 7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

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

Поз.	Найменування	Кіл.
BF1	ЗП-18 ЗП-1812М0.081.105 ТУ	1
	<u>Конденсатори</u>	
	В4 1858 "Ерсоs"	
	1210-NPO "Hitano"	
С1	1210-NPO-10нф±10%	1
С2	1210-NPO-27нф±10%	1
С3	1210-NPO-100нф±10%	1
С4	1210-NPO-30нф±10%	1
С5	1210-NPO-51нф±10%	1
С6	1210-NPO-100нф±10%	1
С7	1210-NPO-0,1мкф±10%	1
С8	1210-NPO-27нф±10%	1
С9	1210-NPO-2200нф±10%	1
С10	1210-NPO-10нф±10%	1
С11	1210-NPO-0,1мкф±10%	1
С12	1210-NPO-0,015мкф±10%	1
С13	1210-NPO-1000нф±10%	1
С14	В4 1858 10В-100мкФ±20%	1
С15	1210-NPO-1000нф±10%	1
С16	В4 1858 10В-22мкФ±20%	1
С17	В4 1858 10В-68мкФ±20%	1

<b>ЖММ 2.899.001 ПЕЗ</b>				
	Лист	№ докцм.	Підп.	Дата
Розроб.	Живчак			
Перев.	Яворський			
Н.контр.				
Затв.				
Пристрій для виявлення металевих предметів				Лист
Перелік елементів				Листів
				1
				3
ФПТ, гр. РАС-41				



Поз.	Найменування		
R14	RC0075-0.125-620кОм±10%	1	
R15	RC0075-0.125-68кОм±10%	1	
R16	СПЗ-4АМ-0.125-10кОм±20%	1	
R17,R18	RC0075-0.125-56кОм±10%	2	
R19	RC0075-0.125-270кОм±10%	1	
R20	RC0075-0.125-6,8кОм±10%	1	
R21	RC0075-0.125-510кОм±10%	1	
R22	RC0075-0.125-2,4МОм±10%	1	
R23	RC0075-0.125-1МОм±10%	1	
R24	RC0075-0.125-20кОм±10%	1	
R25	RC0075-0.125-270кОм±10%	1	
R26	RC0075-0.125-12кОм±10%	1	
R27	RC0075-0.125-4,7кОм±10%	1	
R28	RC0075-0.125-180кОм±10%	1	
R29	RC0075-0.125-110кОм±10%	1	
R30	СПЗ-4АМ-0.125-22кОм±20%	1	
<u>Діоди</u>			
VD1	US60A "NXP Semiconductor"	1	
VD2,VD3	1N4148 "NXP Semiconductor"	2	
<u>Транзистори</u>			
VT1,VT2,VT3	Транзистор КП303А Ц20.336.601 ТУ	3	
VT4	Транзистор BC856В "Philips"	1	
<u>Роз'єми</u>			
XP1	PBS-1x40 "NXU"	1	
XS1	PBS-1x1 "NXU"	1	
<u>Кварцові резонатори</u>			
ZQ1	Кварц 1,223МГц	1	
<b>ЖММ 2.899.001 ПЕЗ</b>			Лист 3
Лист	№ докум.	Дата	

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A2			ЖММ 2.899.001ЕЗ	Схема електрична принципова		
A4			ЖММ 2.899.001ПЕ	Перелік елементів		
A2			ЖММ 2.899.001СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
A1	1		ЖММ 7.101.001	Плата друкована	1	
				<u>Інші вироби</u>		
				<u>Конденсатори</u> В4 1858 "Epcos" RPE "MURATA"		
		2		1210-NPO-10пф±10%	2	С1,С10
		3		1210-NPO-27пф±10%	2	С2,С8
		4		1210-NPO-30пф±10%	1	С4
		5		1210-NPO-51пф±10%	1	С5
		6		1210-NPO-100пф±10%	2	С3,С6
		7		1210-NPO-1000пф±10%	2	С13,С15
		8		1210-NPO-2200пф±10%	1	С9
		9		1210-NPO-0,015мкф±10%	1	С12
		10		1210-NPO-0,1мкф±10%	2	С7,С11
			<b>ЖММ 2.899.001</b>			
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підп.	Дата		
Розробив	Живчак				Літ.	Аркцш
Перевір.	Яворський					Аркцшів
						1
						3
Н.контр.					ТНТУ, ФПТ, каф. РТ	
Затв.					гр. РАС-41	
			Формат А4			

Вузол  
Друкований

Літ. Аркцш Аркцшів  
ТНТУ, ФПТ, каф. РТ  
гр. РАС-41

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
		11		B4 1858 10B-22мкФ±20%	1	C16
		12		B4 1858 10B-68мкФ±20%	1	C17
				<u>Мікросхеми</u>		
		13		CD4012A "Texas Instruments"	1	DD1
		14		CD4013A "Texas Instruments"	1	DD2
		15		K176/ЛП4 ОАО "Енергомашспецсталь"	1	DD3
		16		CD4066A "Texas Instruments"	1	DD4
		17		CD4093A "Texas Instruments"	1	DD5
		18		KP1404Д1208 БКО.348.095-03 ТУ	2	DA1,DA2
				<u>Котушки індуктивності</u>		
		19		2017.ДП.0509.402.008.00.002 СК	1	L2
				<u>Резистори</u>		
				CF100 "ARCD Components"		
		20		RC0075-0.125-470 Ом±10%	1	R4
		21		RC0075-0.125-4,7кОм±10%	1	R27
		22		RC0075-0.125-6,8кОм±10%	1	R20
		23		RC0075-0.125-12кОм±10%	1	R26
		24		RC0075-0.125-15кОм±10%	1	R2
		25		RC0075-0.125-16кОм±10%	1	R11
		26		RC0075-0.125-20кОм±10%	2	R6,R24
		27		RC0075-0.125-30кОм±10%	1	R5
		28		RC0075-0.125-56кОм±10%	3	R12,R17,R18
		29		RC0075-0.125-68кОм±10%	1	R15
		30		RC0075-0.125-100кОм±10%	1	R8
		31		RC0075-0.125-110кОм±10%	1	R29
		32		RC0075-0.125-150кОм±10%	1	R9
		33		RC0075-0.125-180кОм±10%	1	R28

<b>ЖММ 2.899.001</b>					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підп.	Дата	2

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
		34		RC0075-0.125-270кОм±10%	2	R19,R25
		35		RC0075-0.125-470кОм±10%	1	R7
		36		RC0075-0.125-510кОм±10%	1	R21
		37		RC0075-0.125-560кОм±10%	1	R3
		38		RC0075-0.125-620кОм±10%	1	R14
		39		RC0075-0.125-1МОм±10%	1	R23
		40		RC0075-0.125-1,6МОм±10%	1	R10
		41		RC0075-0.125-2,2МОм±10%	1	R1
		42		RC0075-0.125-2,4МОм±10%	1	R22
				<u>Діоди</u>		
		43		US60A "NXP Semiconductor"	1	VD1
		44		1N4148 "NXP Semiconductor"	2	VD2,VD3
				<u>Транзистори</u>		
		45		Транзистор КП303А Ц20.336.601 ТУ	3	VT1,VT2,VT3
		46		Транзистор BC856B "Philips"	1	VT4
				<u>Роз'єми</u>		
		47		PBS-1x40 "NXU"	1	XP1
		48		PBS-1x1 "NXU"	1	XS1
				<u>Кварцовий резонатор</u>		
		49		Кварц 1,223МГц	1	ZQ1

<b>ЖММ 2.899.001</b>					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підп.	Дата	3