

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавра

(назва освітнього ступеня)

на тему: Вимірювач ємності і еквівалентного послідовного опору конденсаторів

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

(шифр і назва спеціальності)

Маняк А.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Дунець В. Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

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

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис) _____
(прізвище та ініціали)
« » 20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

6. Консультанти розділів роботи
на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю

172 Телекомунікація та радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

студенту

Маняку Андрію Іполитовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи

Вимірювач ємності і еквівалентного послідовного опору конденсаторів

Керівник роботи

Дунець Василь Любомирович

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

Затверджені наказом ректора від «__» _____ 20__ року № _____.

2. Термін подання студентом завершеної роботи

3. Вихідні дані до роботи Напруга живлення 9В; 6.5-15 В, межі вимірювання 0.1-330000мкф, тип живлення – батарея і мережа, тип управління мікроконтролер, вага -110 гр.

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

Вступ, основна частина, аналіз технічного завдання, розробка структурної та функціональної схеми пристрою (вузла), проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою, вибір і обґрунтування компонентної бази, компоновка друкованого вузла пристрою, розрахунок надійності, кількісна оцінка технологічності друкованого вузла, висновки до розділу 1, працездатність людини — оператора, психофізіологічне розвантаження для працівників, висновки до розділу 2, висновки, список використаних джерел.

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

Схема структурна, функціональна схема, схема електрична принципова, перелік елементів, креслення друкованої плати, креслення друкованого вузла, специфікація друкованого вузла.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>Барановський В.М д.т.н. професор, кафедра МТ</i>		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Розробка та затвердження технічного завдання</i>		
2	<i>Аналіз технічного завдання, аналіз існуючих рішень на ринку</i>		
3	<i>Створення структурної схеми</i>		
4	<i>Створення та розрахунок схеми електричної принципової</i>		
5	<i>Вибір елементної бази</i>		
6	<i>Компонування вузла</i>		
7	<i>Автоматичне трасування за допомогою Altium Designer</i>		
8	<i>Створення друкованого вузла</i>		
9	<i>Опис спеціальної частини пояснювальної записки</i>		
10	<i>Написання розділу безпеки життєдіяльності та основи охорони праці</i>		
11	<i>Огляд рецензента</i>		
12	<i>Попередній захист роботи</i>		
13	<i>Захист КР</i>		

Студент

_____ (підпис)

Маняк А.І.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Дунець В.Л.

_____ (прізвище та ініціали)

Анотація

Тема кваліфікаційної роботи: «Розробка вимірювача ємності і еквівалентного послідовного опору конденсаторів». Кваліфікаційна робота бакалавра// Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАС-41. // Тернопіль, 2022р. //с.-59, рис.-24, табл.-8, бібліог. – 0, додат.-9.

Ключові слова: Еквівалентний опір, мікроконтролер, рідкокристалічний дисплей.

Дана робота заключається в розробці вимірювача ємності і еквівалентного послідовного опору конденсаторів який полегшить знаходження неполадок в пристроях. В процесі кваліфікаційної роботи було розроблено структурну схему, функціональну схему, електричну принципову і розводку з друкованим вузлом до неї, та наведено розрахунки окремих каскадів.

В додатках подано специфікацію на складальне креслення друкованого вузла пристрою і перелік елементів до схеми електричної принципової.

Annotation

Theme of qualification work: " Development of capacitance meter and equivalent series resistance of capacitors ". Qualifying work of the bachelor // Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyuy, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, group RAc-41. // Ternopil, 2022 //s.- 59, fig.- 24, tab.- 9, bibliog. -0, Dodat.- 9.

Keywords: Equivalent resistance, microcontroller, liquid crystal display.

This work is to develop a capacitance meter and equivalent series resistance of capacitors that will facilitate the detection of problems in the devices. In the course of qualification work the structural scheme, functional scheme, electrical principle and wiring with the printed unit to it were developed, and calculations of separate cascades are given.

The appendices provide a specification for the assembly drawing of the printed unit of the device and a list of elements to the electrical circuit diagram.

Зміст

Вступ.....	7
1.Основна частина.....	9
1.1 Аналіз технічного завдання	9
1.2 Розробка структурної та функціональної схеми пристрою (вузла).....	10
1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою	12
1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази	17
1.5 Компоновка друкованого вузла пристрою	33
1.6 Розрахунок надійності	35
1.7 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла	37
1.8 Висновки до розділу 1	41
2. Безпека життєдіяльності і охорона праці	42
2.1 Працездатність людини — оператора.....	42
2.2.Психофізіологічне розвантаження для працівників.....	44
2.3 Висновки до розділу 2	46
Висновки	47
Список використаних джерел	48
Додатки.....	49

					<i>МАІ.2.089.001 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Виконав</i>	<i>Маняк А.І.</i>				<i>Розробка вимірювача ємності і еквівалентного послідовного опору конденсаторів Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Провір.</i>	<i>Дунець В.Л.</i>					6	59	
<i>Н. Контр.</i>	<i>Марценюк А.С.</i>				<i>ТНТУ, гр.РАс-41</i>			
<i>Затвердив</i>	<i>Дунець В.Л.</i>				<i>м.Тернопіль</i>			

Вступ

Вимірювач ємності - це прилад для вимірювання електричної ємності конденсаторів, електронних і напівпровідникових приладів, кабелів, дротів і т. д., в основному застосовується для вимірювання ємності дискретних конденсаторів. Залежно від складності вимірювального приладу він може вимірювати тільки ємність, або ж вимірювати ряд інших параметрів, таких як витоки, еквівалентний послідовний опір (ЕПО) і індуктивність. При вимірюванні, у більшості випадків конденсатор має бути відключений від кола живлення, ЕПО зазвичай вимірюється не відключаючи від кола живлення.

Деякі перевірки можуть бути зроблені без спеціального устаткування, наприклад, алюмінієвих конденсаторів, які мають велику ємність і низькі витоки. Мультиметр може виявити коротке замикання (дуже низький опір) або великі витоки (великий опір, але менший, ніж він має бути; ідеальний конденсатор має нескінченний опір постійному струму).

Грубою ідеєю вимірювання ємності може бути вимірювання її за допомогою аналогового мультиметра в діапазоні з високим опором. Коли перший контакт вже підключений, то при підключенні другого контакту буде "розряд" від великого до низького опору, це може тривати нескінченно. Амплітуда "розряду" є показником ємності. Інтерпретація результатів вимагає деякого досвіду, або порівняння з робочим конденсатором і залежить від конкретного вимірювального приладу і використовуваного діапазону.

Пристрій призначений для вимірювання ємності і еквівалентного опору конденсаторів. Вимірювач ємності виконує такі функції як:

- вимірювання ємності конденсаторів;
- вимірювання еквівалентного опору конденсаторів.

З додаткових функцій пристрій має:

					<i>МАІ.2.089.001 ПЗ</i>	Арк
						7
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- відображення вимірювальної ємності на моніторі комп'ютера;
- пристрій вимірює ємність від 0.1 до 330000 мкФ.

Можливе застосування цього пристрою в домашніх умовах і технічних сервісах для вимірювання послідовного опору конденсаторів.

					<i>МАІ.2.089.001 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
						8
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1.Основна частина

1.1 Аналіз технічного завдання

Поставлено завдання розробити прилад для вимірювання ємності і послідовного опору конденсаторів. Пристрій повинен працювати від двох джерел живлення – одне від акумуляторної батареї 9В, так як пристрій портативний і не завжди є вільний доступ до мережі 220В, а друге від мережі 220В, з діапазоном вимірювання ємності від 0,1 мкФ до 330000мкФ і виведенням виміряних значень на рідкокристалічний дисплей. Також встановити СОМ порт для зв'язку з комп'ютером, щоб відобразити вимірювання на моніторі комп'ютера. Прилад має бути забезпеченим зовнішніми гніздами або клемми для підключення вимірювальних конденсаторів.

Технічні характеристики виробу:

Напруга живлення 9В....6.5-15В;
Межі вимірювання 0.1-330000мкФ;
Тип джерела живлення батарея і мережа;
Тип батареї..... 200МН9-SR1 «крона»;
Точність вимірювання±3.5%;
Тип управління мікроконтролер;
Тип індикації..... рідкокристалічний дисплей;
Кількість кнопок управління..... 5шт;
Габаритні розміри:
Ширина..... 70мм;
Висота..... 50мм;
Довжина..... 90мм;
Вага 110г.

					<i>МАІ.2.089.001 ПЗ</i>	Арк
						9
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Розробка структурної та функціональної схеми пристрою (вузла)

Живлення пристрою подається з двох джерел живлення, з акумуляторної батареї яка видає 9В і з мережевого блока живлення 9В. Після чого напруга подається на блок автоматичного відключення живлення, в якому напруга стіблізується до 5В і подається на мікроконтролер. П'ятивольтовою напругою керуються всі блоки проектованого виробу.

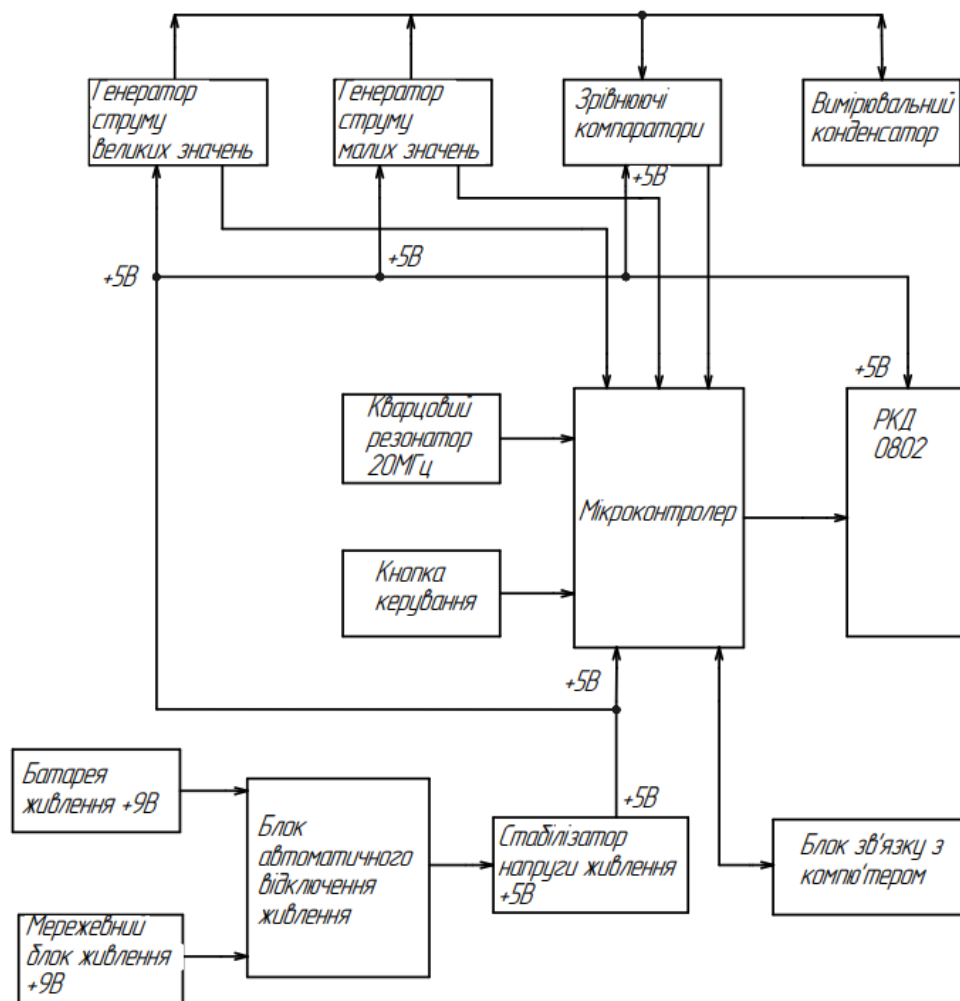


Рисунок 1.1 – Структурна схема вимірювача ємності і еквівалентного послідовного опору конденсаторів.

Для виміру різної. використовуються генератори малих і великих струмів, які між собою переключаються для виміру великої або малої ємності

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

MA1.2.089.001 ПЗ

Арк

10

конденсатора. Зрівнюючі компаратори в даній схемі зрівнюють напругу на вимірювальному конденсаторі, заданою дільникам.

В блоці зв'язку з комп'ютером виконується передання інформації про вимірювану ємність конденсатора на монітор комп'ютера, також з комп'ютера можна подати команду на проєктований виріб.

На рисунку 1.2 зображено функціональну схему вимірювача ємності і еквівалентного послідовного опору конденсаторів у порівнянні з структурною схемою (див. рис. 1.1), на якій розкритий зміст стабілізатора напруги, який зображений на принциповій схемі (див. рис. 1.3), інші елементи схеми зображені структурними блоками, аналогічно структурній схемі

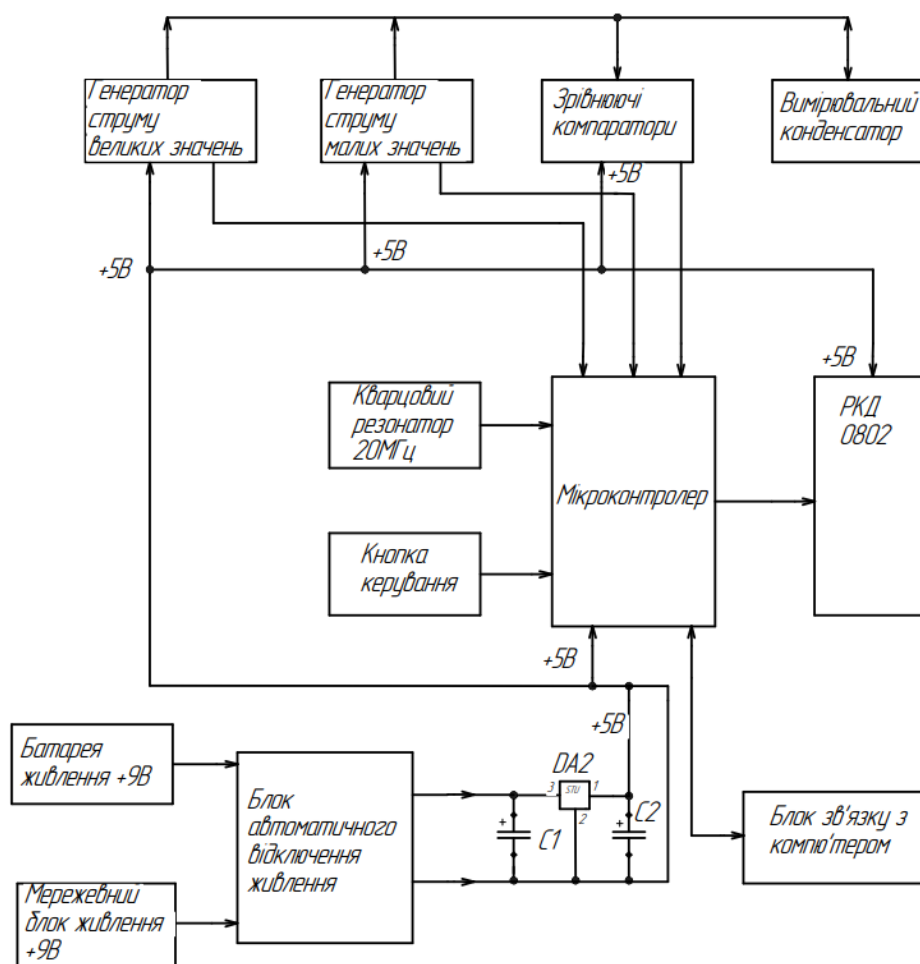


Рисунок 1.2 – Функціональна схема вимірювача ємності і еквівалентного послідовного опору конденсаторів.

1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою

Схема вимірювання ємності і еквівалентного опору конденсаторів зображена в графічній частині проекту. Його основа – мікроконтролер DD1 ATtiny 2313, працюючий по програмі. Тактовий генератор мікроконтролера працює з зовнішнім кварцовим резонатором ZQ1 частотою 20 МГц. Це забезпечує необхідну точність програмного вимірювання інтервалів часу.

Після подачі напруги живлення лінії портів вводу та виводу мікроконтролера конфігуруються наступним чином: PD0 і PD4 -виходи управління генератора відповідно великого і малого струму зарядки вимірювального конденсатора. PD1–вихід передавача (TXD) модуля USART, який забезпечує зв'язок з комп'ютером. PD2 і PD3–виходи запитів сигналу переривання. PD5–вихід управління транзистором VT4 , який розряджає вимірювальний конденсатор. PD6– вхід сигналу від кнопки SB3; PB0 – вихід сигналу управління напругою живлення; PB1 – інверсний вхід вмонтованого в мікроконтролер аналогового компаратора; PB2–PB7 – виходи сигналів управління РКІ HG1.

Не-інвертований вхід аналогового компаратора програмно підключений до вмонтованого в мікроконтролер джерела зразкової напруги 1.0...1.2В. Модуль USART програма налаштовує на роботу в асинхронному режимі з швидкістю 9600 біт/с інформаційні та стопові біти. Інформація подається тільки в напрямку від приладу до комп'ютера.

Блок живлення приладу складається із акумуляторної батареї GB1, гнізда XS1 для підключення зовнішнього джерела живлення ,транзисторів VT3 і VT5, інтегрального стабілізатора DA2, кнопок SB1 (включення приладу) і SB2(його виключення), а також зв'язаними з цими елементами резисторів і конденсаторів. Подана на вхід PB1 мікроконтролера напруга з

					<i>MAI.2.089.001 ПЗ</i>	Арк
						12
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

виходу дільника R15 R18 потрібна для програмного контролю напруги живлення.

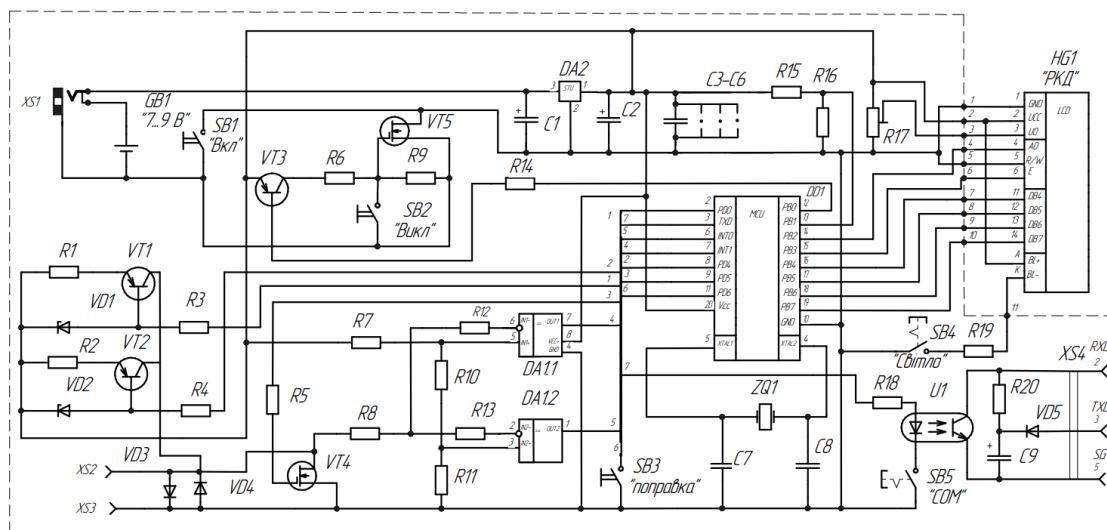


Рисунок 1.3 – Електрична принципова схема вимірювача ємності і еквівалентного послідовного опору конденсаторів

Діоди VD3-VD4 служать для захисту приладу від пошкоджень у випадку підключення до нього зарядженого конденсатора. Компаратори DA1.1 і DA1.2 зрівнюють напругу на вимірювальному конденсаторі з заданою дільниками з резисторів R7, R10, R11, пороговими значеннями U1 і U2. Підстроювальним резистор R17 регулюють контрастність зображення на РКІ, а резистор R19 обмежує струм в колі його підсвітки. Вимикачем SB4 підсвітку включають і виключають. Кнопка SB3-внесення поправки в результати вимірювання і її анулювання, перехід в режим налаштування.

Транзисторний оптрон U1 узгоджує рівні сигналів мікроконтролера і СОМ-порту комп'ютера, одночасно забезпечуючи їх гальванічну розв'язку. Для живлення цього вузла зі сторони комп'ютера використовується імпульсна напруга на лінії TXD СОМ- порту, що формується при роботі програми С ESR Master. Напруга ця випрямляється діодом VD5 і згладжується конденсатором С9. Резистор R20 - колекторне навантаження фото-транзистора оптрона. При розімкнутому вимикачі SB5 зв'язок з

комп'ютером відсутній. Для зниження похибки малі значення ємності (0.1...150 мкФ) вимірюють при малому струмі зарядки (I_M). Генератор цього струму зібраний на елементах VT2, VD2, R2, R4. Він вмикається при низькому логічному рівні напруги на виході PD0 мікроконтролера. Вимірювання ESR при такому струмі може бути недостатньо точним за рахунок впливу витoku струму через діод VD3 і вхідного кола компараторів DA1.1, DA1.2. З цієї причини ESR конденсаторів будь-якої ємності вимірюється при збільшеному струмі зарядки (I_B), генератор якого складається з елементів VT1, VD1, R1, R3 і вмикається низьким рівнем на виході PD4 мікроконтролера. Варто відзначити, що на результат вимірювання ємності цей витік впливає значно менше. Однак, щоб запобігти ранньому переповненню програмного лічильника часу, ємність більш 150 мкФ необхідно вимірювати при струмі зарядки I_B .

Включають прилад натисканням на кнопку SB1, при цьому з виходу стабілізатора DA2 напруга живлення подається на мікроконтролер DD1. Він починає працювати і після закінчення попередньої операції встановлює на виводі 12 низький логічний рівень. Транзистор VT3 відкривається, що призводить і до відкривання польового транзистора VT5. Шунтуючи кнопку SB1, він утримує прилад включеним і після її відпускання. Для виключення приладу натискають на кнопку SB2. Закритий транзистор VT3 розірве мінусове коло батареї GB1 або підключеного до гнізда XS1 зовнішнього джерела живлення.

Схема стабілізатора напруги живлення зображена на рисунку 1.4

					<i>MAI.2.089.001 ПЗ</i>	Арк
						14
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

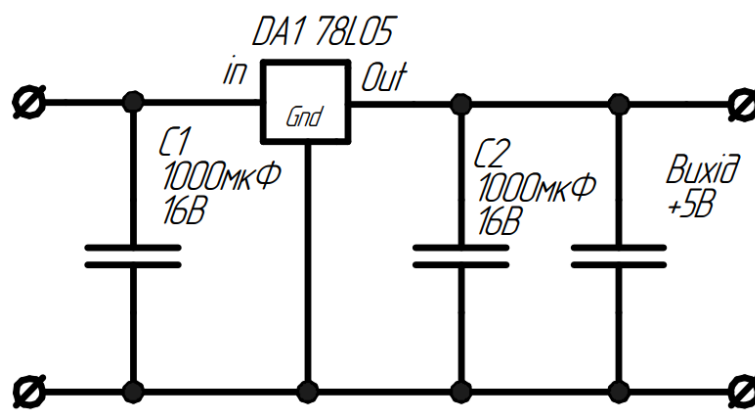


Рисунок 1.4 – Схема стабілізатора напруги живлення

Основні параметри:

Вихідна напруга +5В;
 Вихідний струм 0,1А;
 Вихідна напруга..... 7-9В;

Розраховуємо максимально можливий струм споживання елементами електричної схеми вимірювача.

Максимальний струм споживання основними елементами (каталожні дані)
 Компаратор LM393N 34mA;
 ATtiny2313 0,3mA;
 МТ-0882А..... 0,8mA;
 Підсвітка дисплея..... 15mA;
 Струм зарядки конденсаторів 8mA;
 Загальний максимально допустимий струм споживання складає ~58 mA.

Наприкінці завжди потрібно вибрати джерело живлення із запасом. Застосовуємо коефіцієнт 2. Таким чином потрібен стабілізатор на струм до 100mA. Для живлення застосовуємо мікросхему типу 78L05, параметри якої вказано вище.

Потужність розсіювання на мікросхемі розраховується за формулою:

$$P=U \times I \quad (1.1)$$

$$P=4В \times 0,058=0,232Вт$$

U–падіння на мікросхемі;

I– струм на виході;

Реально споживаний струм схемою вимірювача становить 39мА.

2) Для контролю і сигналізації заниженої напруги живлення використовуємо подільник з резисторів R15 і R18, напруга з якого подається на порт PB1. При заниженій напрузі менше 1 В контролер сигналізує про розрядження батареї.

Струм споживання контролером по лінії порту дуже маленький, так що при розрахунку його ми можемо ним нехтувати.

Щоб досягнути мінімального споживання подільником, задаємо струм 50мкА.

Визначаємо загальний опір подільника.

$$R = \frac{U}{I} \quad (1.2)$$

$$R = \frac{5}{0.00005 \text{ A}} = 100\,000 \text{ Ом}$$

R– загальний опір;

U– загальна напруга;

I– спільний струм;

Визначаємо опір нижнього плеча подільника для того, щоб на ньому впала напруга 1В:

$$\frac{100000}{5} = 20\,000 \text{ Ом}$$

Отже опір верхнього резистора буде дорівнювати:

$$100\,000 - 20\,000 = 80\,000 \text{ Ом}$$

Визначаємо потужність резисторів подільника :

$$P = U \times I \quad (1.3)$$

$$P_{\text{верх}} = 4\text{В} \times 0,00005 = 0,002\text{Вт}$$

$$P_{\text{ниж}} = 1\text{В} \times 0,00005 = 0,00005\text{Вт}$$

де P– потужність яка розсіюється на резисторі;

					<i>МАІ.2.089.001 ПЗ</i>	Арк
						16
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

U – падіння напруги на резисторі ;

I – струм через резистор;

Отже можемо застосовувати резистори потужністю 0,125 Вт номіналом 82кОм і 20 кОм.

1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази

Вибираючи елементу базу для проектованого виробу, основними критеріями слід враховувати наступні вимоги:

– Відповідність назвам елементів, зазначеним в електричній схемі принциповій;

– стабільність параметрів;

– наявність цих елементів у виробництві;

– економічні вигоди;

– універсальність радіоелементів;

– технічні вимоги до конструкції проекту;

– мінімальна кількість розмірів корпусів.

Виходячи з цих умов, ми вибираємо такі електричні компоненти:

Транзистори VT1, VT2, VT4 типу КТ3107Л – кремнієві ,біполярні транзистори, епітаксіально-планарні, має структуру р-п-р. Транзистори VT1, VT2 використовуються в генераторах а VT4 використовується для відкриття транзистора VT5.

Транзистори КТ3107 (див. Рисунок 1.5) виготовляються в пластмасовому корпусі і мають гнучкі виводи.

Маса транзистора менше 0,4 грама.

					<i>МАІ.2.089.001 ПЗ</i>	Арк
						17
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

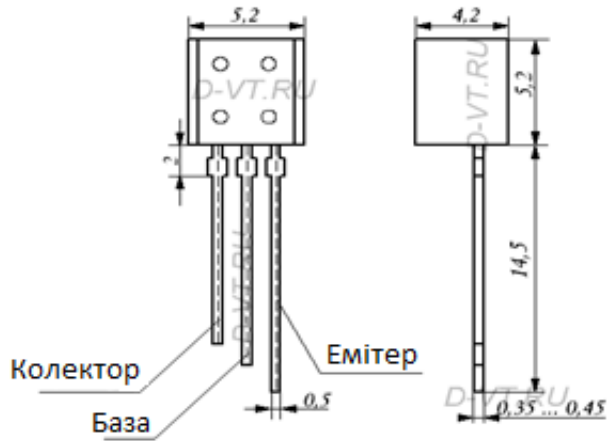


Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд та розміри транзистора КТ3107Л

Основні параметри транзистора КТ3107Л

Коефіцієнт передачі струму бази, H_{21E}	380...800;
Максимальна напруга колектор база, U_{KB}	5В;
Максимальний струм емітера, I_E	2 мА;
Максимальна напруга колектор емітер, U_{KE}	0,5В;
Зворотній струм колектора, I_{KBO}	0,1мкА;
Гранична частота, $f_{гр}$	200МГц;
Коефіцієнт шуму, $K_{ш}$	4дБ;

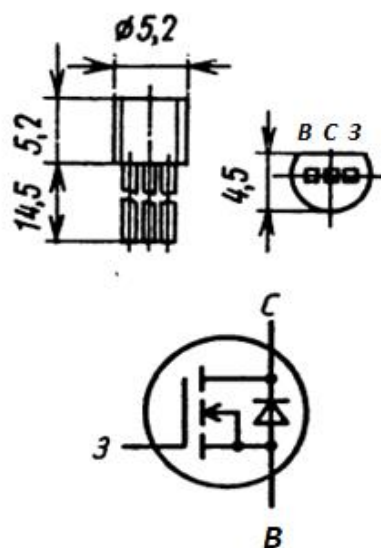


Рисунок 1.6 – Зовнішній вигляд та розміри транзистора КП505А

Транзистор VT5 типу КП505А (див. Рисунок 1.6) - Кремнієві епітаксимально-планарні польові транзистори з ізольованим затвором і n-каналом. Транзистор КП505А використовується для шунтування кнопки SB1, він утримує прилад включеним і після її відпускання.

Позначення технічних умов : АДБК.432140.691 ТУ.

Корпусне виконання: пластмасовий корпус КТ- 26 (ТО- 92).

Основні характеристики транзистора КП505А

Порогова напруга	2В;
Опір стік-витік в відкритому стані	0.3Ом;
Кінцевий струм стіку	1мкА;
Пряма напруга на діоді	1.5В;
Вхідна ємність	425 пФ;
Вихідна ємність	170 пФ;
Прохідна ємність	75 пФ;

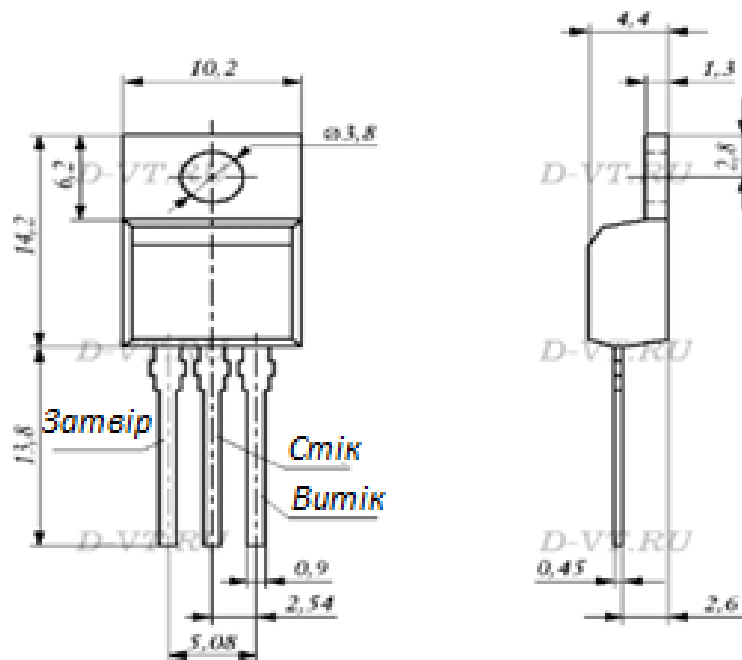


Рисунок 1.7 – Зовнішній вигляд та розміри транзистора IRF530

Транзистор VT3 типу IRF530 (див. Рисунок 1.7) n- каналний, МОН (MOSFET). Транзистор IRF530 використовується для розрядження вимірювального конденсатора.

Максимальна напруга витік - стік: 100 В.

Максимальний струм стоку : 14 А.

Статичні стік-витік-опір: 0,16 Ом.

Випускаються в пластмасовому корпусі з жорсткими выводами. Маркіровка вказується на корпусі транзистора.

Тип корпусу : ТО- 220ab.

Діапазон робочих температур : від - 55 до 175 °С.

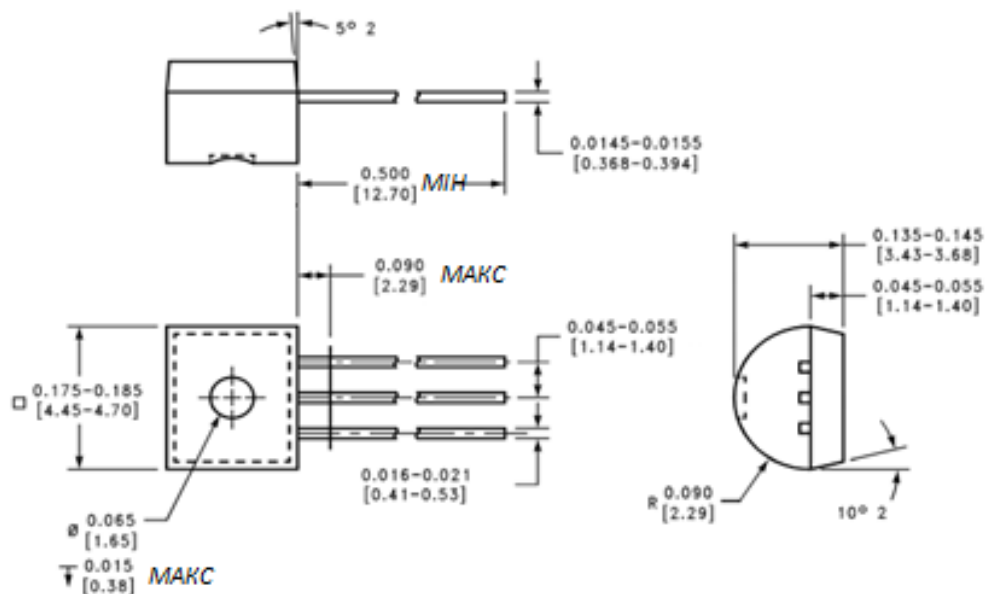


Рисунок 1.8 – Зовнішній вигляд та розміри стабілізатора LM78L05

Мікросхема DA2 типу LM78L05 (див. Рисунок 1.8) є послідовним компенсаційним стабілізатором напруги з фіксованою вихідною напругою 5 В і вихідними струмами 0,1 А. Використовується для стабілізації позитивної фіксованої напруги у вузлах. Має вбудований захист від короткого замикання.

Корпус: ТО - 92.

Маса: не більше 0,3 р.

Основні характеристики стабілізатора LM78L05

- Вихідна напруга5 В;
- Вихідний струм0,1 А;
- Рекомендована напруга на входівід 7 до 20 В;
- Рекомендований температурний діапазонвід 0 до 125°C;

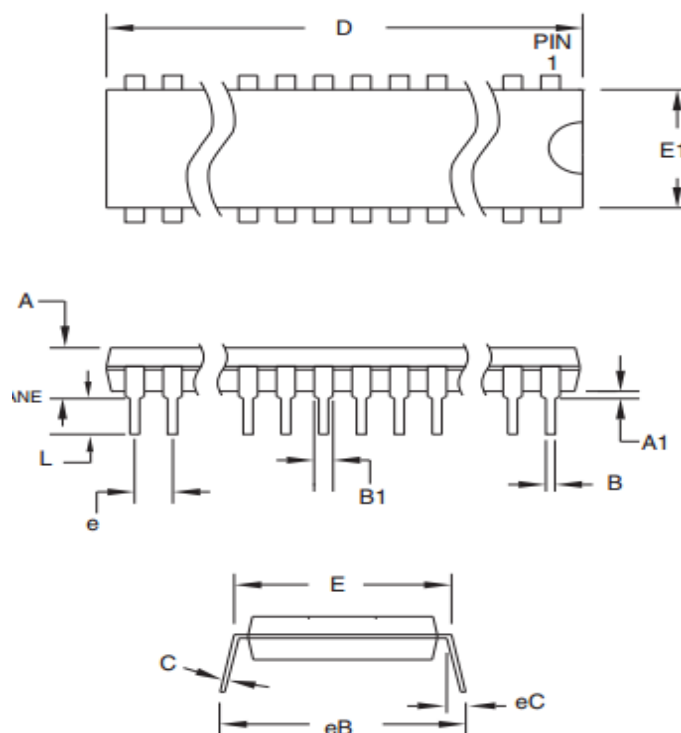


Рисунок 1.9 – Зовнішній вигляд та розміри мікросхеми типу

ATtiny2313

Мікроконтролер DD1 типу ATtiny2313 (див. Рисунок 1.9) забезпечений восьми розрядним таймер-лічильником з окремо встановлюваним розподільником з максимальним коефіцієнтом 256.

Також є шістнадцяти розрядний таймер-лічильник з роздільним діляником, схемою захоплення та порівняння. Тактувальний таймер – лічильник може як від зовнішнього джерела сигналу, і від внутрішнього.

					МАІ.2.089.001 ПЗ	Арк
						21
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- Два ШІМ канали. Існує режим роботи швидкий ШІМ-модуляції та ШІМ з фазовою корекцією.
- Внутрішній аналоговий компаратор
- Сторожовий таймер (програмований) із внутрішнім генератором.
- Послідовний універсальний інтерфейс (USI).

Таблиця 1.1 – Стандартні розміри ATtiny2313

Символ	Мін	Ном	Макс
A	-	-	5.334
A1	0.381	-	-
D	25.493	-	25.984
E	7.620	-	8.255
E1	6.096	-	7.112
B	0.356	-	0.559
B1	1.270	-	1.551
L	2.921	-	3.810
C	0.203	-	0.356
eB	-	-	10.922
eC	0.000	-	1.524
E	2.540 TYP		

Основні технічні показники ATtiny2313

- Внутрішньосистемне програмування з використанням порту SPI. SPI (Serial Peripheral Interface) – послідовний високошвидкісний канал обміну інформацією ATtiny2313 із периферійними пристроями.
- Поліпшений алгоритм організації скидання під час включення харчування.
- Програмована модель виявлення нетривалих провалів у живленні.
- Вбудований генератор з калібруванням частоти.
- Вбудований відладчик debugWIRE. Вбудований комплекс системи налагодження debugWIRE застосовує однопровідний інтерфейс подвійного напрямку для контролю за процесом виконання програми, виконання певних команд процесора, а також для здійснення

програмування всіх типів енергонезалежної пам'яті мікроконтролера Attiny2313.

- Джерела переривання: внутрішні та зовнішні. Причини, що викликають переривання виконання основного коду програми з відходом у підпрограму переривання.

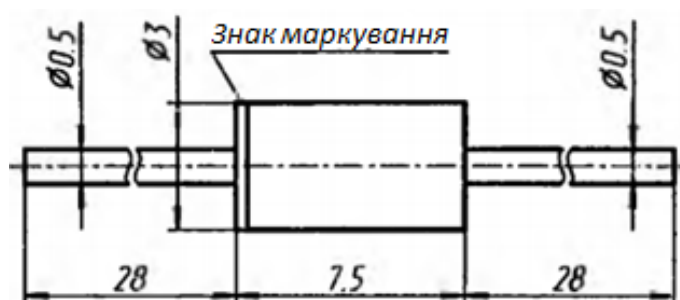


Рисунок 1.10 – Зовнішній вигляд та розміри стабілітрона КС133Г

Стабілітрони ВД1-ВД2 типу КС133Г (див. рисунок 1.10) кремній, дифузійний сплав, малої потужності.

Для регульованої напруги 3,3 В в діапазоні регульованого струму 1 ... 37,5 мА. Вся справа в тому, щоб робити гнучкі висновки в скляній коробці. Тип стабілітрона і схема підключення електродів до виходу наведені на корпусі.

Дозволяє умовне маркування стабілітронів кольоровим кодуванням.

Стабілітрони важать не більше 0,5 грама.

Тип корпусу: CD-4-1 Технічний стан: аА0.336.162 ТУ.

Основні характеристики стабілітрона КС133Г

- Номінальна регульована напруга: 3,3 В при 5 мА на схід;
- Розподіл напруги стабілізації: 2,95 ... 3,65 В;
- Диференціальний опір стабілітрона: 150 Ом при 5 мА на схід;
- Мінімально допустимий стабільний струм: 1 мА;
- Діапазон робочої температури навколишнього середовища: -60...125°C.

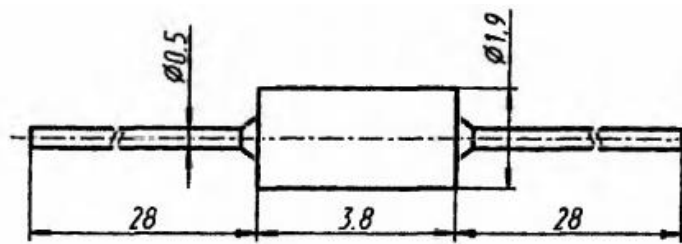


Рисунок 1.11 – Зовнішній вигляд та розміри діода 1N4148

Діод VD5 типу 1N4148 (див. рисунок 1.11). Діоди кремнієві, епітаксимально-планарні імпульсні. Діод 1N4148 випрямляє напругу на СОМ-порті. Випускаються в скляному корпусі з гнучкими виводами. Щоб позначити тип і полярність діода, використовуйте умовний маркер з чорною круглою смугою на корпусі від позитивного (анодного) виходу:

КД522А - одна широка і одна вузька смуга;

Маса діода не більше 0,15,

Тип корпусу: CD-2.

Технічний стан: DR3 362 029 ТУ.

Основні характеристики діода КД522А

- $U_{обр\ max}$ - максимальна зворотна напруга постійного струму:30 В;
- $I_{пр\ max}$ - максимальний постійний струм: 100 мА;
- $U_{пр}$ - постійна пряма напруга:не більше 1,1 В при $I_{пр}$ 100 мА;
- $I_{обп}$ - постійний зворотний струм:..... не більше 2 мкА при $U_{обп}$ 30 В;
- $t_{восarr}$ - час зворотного відновлення: 0,004 мкс;
- SD - Загальна ємність:..... 4 пФ.

Компаратори DA1.1 і DA1.2 зрівнюють напругу на вимірювальному конденсаторі.

Тип корпусу : DIP - 8.

Діапазон робочих температур : від 0°C до 70°C.

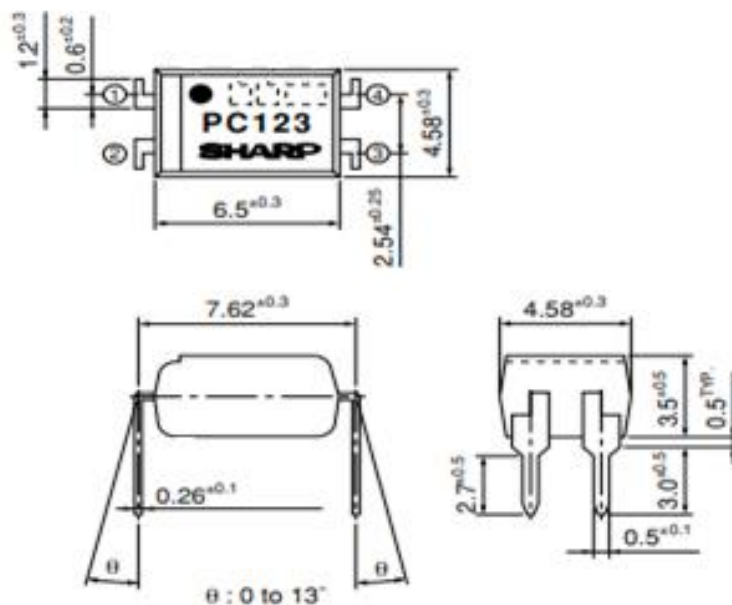


Рисунок 1.13 – Зовнішній вигляд та розміри оптопары PC123

Оптопара транзисторна U1 типу PC123 (див. Рисунок 1.13), яка складається з кремнієвого фото транзистора і випромінюючого діода.

Використовується для комутації кола постійного струму з гальванічною розв'язкою між входом і виходом.

Тип корпусу : DIP - 4.

Діапазон робочих температур : від - 40 до 100 °

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

МАІ.2.089.001 ПЗ

Арк

26

Кварцевий резонатор ZQ1 (див. Рисунок 1.15) забезпечує необхідну точність програмного вимірювання інтервалів часу.

Основні характеристики кварцового резонатору

Резонансна частота:..... 20МГц;
 Точність налаштування ($dF/F \times 10^{-6}$):..... 50;
 Температурний коефіцієнт ($K_{T \times 10^{-6}}$): 50;
 Місткість навантаження : 32 пФ;
 Робоча температура:20..... 70 °С;

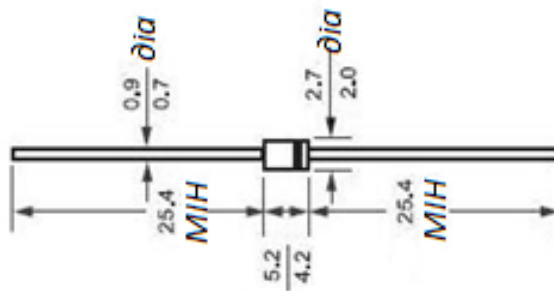


Рисунок 1.16 – Зовнішній вигляд та розміри діодів 1N4007

Діоди VD3-VD4 типу 1n4007 (див. Рисунок 1.16) кремнієвий випрямний загального призначення. Використовується для перетворення змінної напруги частотою до 70 кГц. Кольоровою смугою позначено виведення катода.

Тип корпусу : DO - 41 (DO - 204a1).

Маса діода : не більше 0,5 р.

Основні характеристики діода 1N4007

- Максимальна постійна зворотня напруга.....1000 В;
- Максимальна імпульсна зворотна напруга..... 1 А;
- Максимально допустимий прямий імпульсний струм..... 5 А;
- Постійна пряма напруга, не більше.....1,1 В;
- Постійний зворотний струм, не більше 5 мкА;
- Робоча температура..... 60... 175°С.

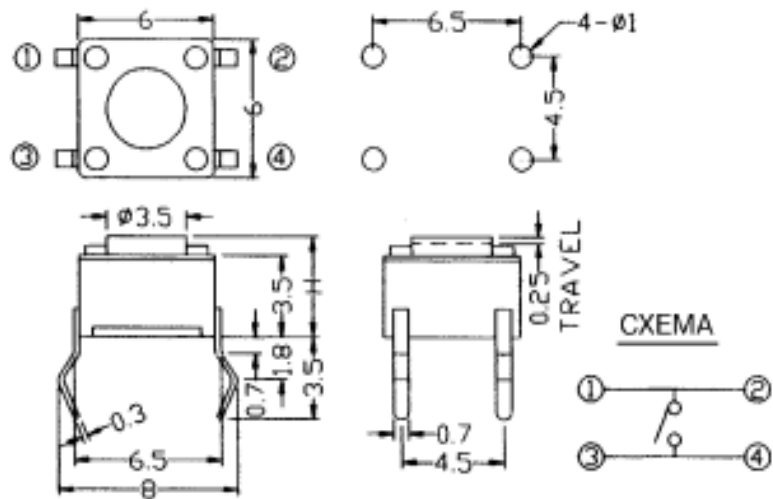


Рисунок 1.17 – Зовнішній вигляд та розміри кнопок

Робоча напруга12 В;
 Межа.Напр250В протягом 1хв;
 Робочий струм 0,05 А;
 Опір ізолятора 100 МОм;
 Опір контактів 0,1 Ом;
 Робоча температура..... <25°С. 70°С.

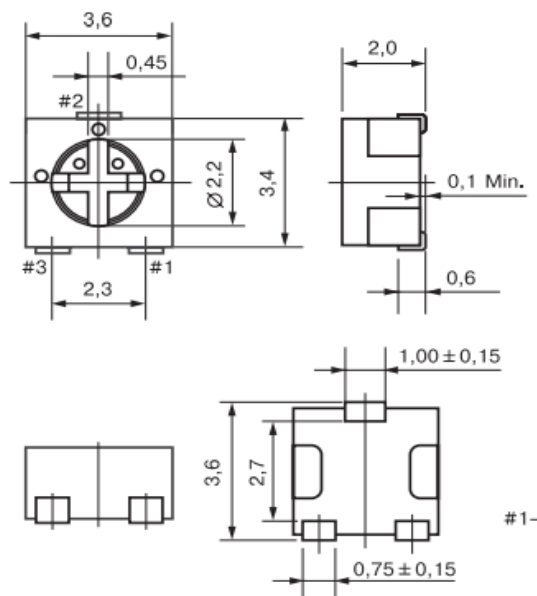


Рисунок 1.18 – Зовнішній вигляд та розміри підстроювального резистора
 PVG3A

Функціональна характеристика лінійна.

Діапазон номіналів 100 Ом - 2 МОм.

Розсіювана потужність 0,25 Вт (при 70 °С).

Максимальна робоча напруга 200 В.

Температурна нестабільність ±100 ppm/°С (200 Ом < R < 100 кОм)
 ± 150 ppm/°С (100 Ом, R > 100 кОм).

Діапазон робочих температур -55 - 125 °С.

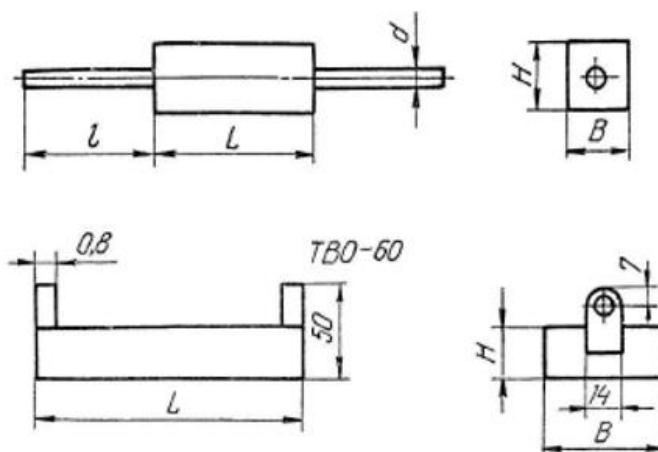


Рисунок 1.19 – Зовнішній вигляд та розміри резистора

Таблиця 1.3–Стандартні розміри резисторів

Номінальна Потужність, Вт	Діапазон Номінального опору, Ом	Розмір, мм					Маса, г, не більше
		L	B	H	d	I	
0.125	$1...100 \times 10^3$	2.5	1.5	8.0	0.5	25	0.2
0.25	$1...500 \times 10^3$	3.7	2.2	13.5	0.6		0.6
0.5	$1...1 \times 10^6$	3.7	2.2	19.0	0.6		0.7
1		5.0	4.0	29.5	0.8		2.6
2		6.0	5.0	36.5	1.0		4.1
5	$27...1 \times 10^6$	11.5	9.5	77.0	1.0	20	30
10		15	10.5	112.0	1.0		60
20	$24...100 \times 10^3$	25.5	19.5	112.0	1.5		155
60	$24...100 \times 10^3$	28	47	160	-	-	790

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-----	----------	--------	------

МАІ.2.089.001 ПЗ

Таблиця 1.5 – Стандартні розміри керамічного конденсатора

Розм ір	Тип вивод ів	Діапазон ємності				Розміри,мм					
		NP0	X7R	Z5U	Y5V	H _n	W _{max}	T _{ma}	d±0. 05	F±0. 08	P
R20	Y	25В: 0.12- 0.47мк Ф	25В: 1- 2.2мк Ф	50В 0.22н Ф- 1мкФ	16В: 10- 22 мкФ	5	6	3	0.5	2.54	2
		50В:2.2- 10нФ	50В: 0.1нФ - 1мкФ		25В: 2.2- 4.7 мкФ						
	H	100В:2. 7-6.8нФ	100В: 0.100. 15мк Ф	50В: 0.22- 1мк Ф	5	6	3	0.5	5.08	2	

Керамічні конденсатори С3-С7 (див Рисунок 1.21) — це конденсатори в яких в якості діелектрика використовується керамічна пластина. В даного конденсатора не має полярності, також він має хорошу частотну характеристику, малі струми на виток, малу втрату, малі габарити.

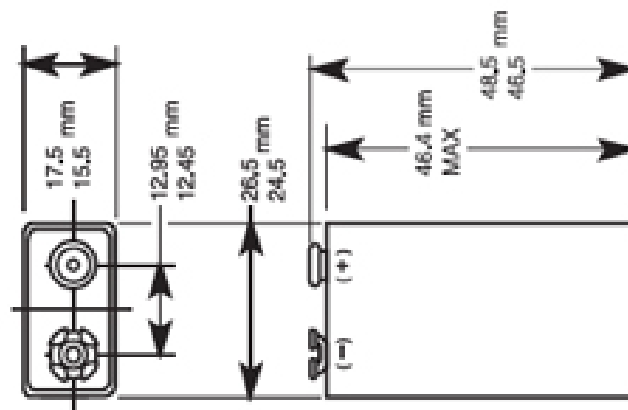


Рисунок 1.22 Зовнішній вигляд та розміри батареї живлення 200MН9-SR1

Виробник..... Robiton;
 Тип батареї..... марганцево-цинковий;
 Напруга.....9В;

Габаритні розміри 48,5 x 26 x 17 мм;

Вага36г.

1.5 Компонівка друкованого вузла пристрою

Для друкованого вузла компонування було застосоване наступним чином: елементи які містять більшу кількість виводів, було розташовано посередині плати, для того щоб була маленька відстань друкованих провідників, також в платі між кожним елементом використовується потрібна щільність, для того щоби елементи мали мінімальні паразитні властивості.

Так як в проектуваному пристрої є підстроювальний резистор то потрібно передбачити доступ для регулювання його.

Автоматичне компонування виконується за допомогою програми Altium Designer, а оформлення креслень виробу проводиться з допомогою редактора графічного КОМПАС-3D. Товщина плати становить 1.5мм. Розміри плати повинні відповідати ГОСТ 10317-72, де рекомендовано типи плат із співвідношенням сторін від 1 до 1 до 2 до 1. Максимальна ширина плати не перевищує 100мм.

Під час розробки компонування потрібно добитися:

- мінімального взаємовпливу між блоками таких факторів як електромагнітних полів, теплових і механічних впливів;
- зменшення габаритів приладу.
- компонування та розробка апаратури забезпечує технологічність та ремонтно-здатність виробу;
- вимог технічної естетики;

Велика кількість електрорадіо елементів в вимірювачі ємності встановлюються автоматизовано окрім, роз'єма джерела живлення і панельок під мікросхеми, весь технологічний процес установки і запаювання елементів

					<i>МАІ.2.089.001 ПЗ</i>	Арк
						33
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

виконується у автоматизованому режимі, що призводить до швидкого виготовлення вимірювача ємності. Елементи які автоматизованим паянням не встановлюються, запаюються вручну паяльником такі як гніздо живлення і панельки під мікросхеми.

Для забезпечення мінімальних розмірів дипломного макету, було прийняте рішення, виготовити двохсторонню друковану плату. Це зменшило кількість перемичок, загальні розміри плати, покращило компактність монтажу. Для раціонального використання місця на платі, був зроблений виріз під акумуляторну батарею. На невикористаній частині були змонтовані гнізда підключення щупів для вимірювання параметрів конденсаторів. Виводи підключення рідкокристалічного дисплея винесено на верхню частину плати, що забезпечує зручність і компактність монтажу в корпусі. Кнопки керування були розміщено в один ряд, для зручності користування. Підстроювальний резистор розміщено так, щоб був легкий доступ для регулювання.

Мікроконтролер DD1 розміщено в центральній частині друкованої плати для зменшення довжини і кількості друкованих провідників. Для зручності його програмування на друкованій платі передбачено монтажну панельку, що забезпечує його легке знімання і встановлення.

Всі елементи підібрані такої висоти, щоб не перевищувати висоти кнопок керування. Для виготовлення друкованого вузла, спершу потрібно виготовить друковану плату з висвердленими отворами і протравленими доріжками.

Рихтування пайок здійснюється вручну не більше 4% від усіх пайок. Електромонтаж – це встановлення елементів в ручну та запаювання їх за допомогою паяльника.

Після виконання даних операцій отримується готова двостороння друкована плата з монтажними та кріпильними отворами та з малюнком провідників.

					<i>МАІ.2.089.001 ПЗ</i>	Арк
						34
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Для складання друкованого вузла був вибраний такий маршрут складання:

- розконсервація ДП;
- маркування заводського номера за допомогою офсетних форм, сітчастих трафаретів або штемпеля;
- сушка плати в сушильних шафах;
- електромонтажний друк;
- встановлення ЕРЕ – встановлення ЕРЕ, які будуть запаюватися автоматизовано;
- автоматизована пайка в інфрачервоні печі, це значно зменшує трудомісткість виготовлення друкованого вузла;
- поступове охолодження плати;
- нанесення струмопровідного клею за допомогою трафарету на іншу сторону плати;
- встановлення ЕРЕ, які будуть запаюватися автоматизовано;
- ручна пайка елементів які паяються вручну;
- слюсарно-складальні операції, під час яких кріпиться рідкокристалічний дисплей і загвинчуються гвинти;
- лакування лаком АК-113 для захисту;
- технологічне тренування при необхідності;
- технічний контроль якості здійснюється на електричних пультах згідно інструкції.

1.6 Розрахунок надійності

Інтенсивність відмов це найголовніша характеристика надійності, середній час роботи, здатність працювати без проблем. Надійність це властивість виробу виконувати задані функції під час експлуатації, зберігаючи значення необхідних параметрів у зазначених областях.

					<i>МАІ.2.089.001 ПЗ</i>	Арк
						35
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999452$
 $t = 100$ год. $P(t) = 0.994532$
 $t = 1000$ год. $P(t) = 0.946642$
 $t = 10000$ год. $P(t) = 0.577908$
 $t = 100000$ год. $P(t) = 0.004155$

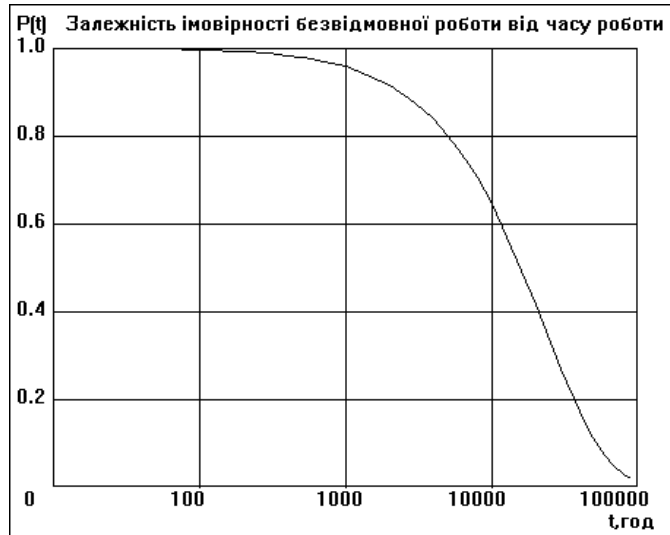


Рисунок 1.23 – Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи від часу.

Наробка на відмову становить 18236.9 год . Отже надійність виробу є високою (див. Рисунок 1.23).

1.7 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

Розрахунок з допомогою математичних формул для показників технологічності називається кількісною оцінкою технологічності.

Під час кількісної оцінки технологічності буде розраховуватися показник комплексної технологічності K , який враховує середні значення з урахування коефіцієнтів часткових показників.

Коефіцієнт застосування випромінювального елемента визначається за такою формулою:

$$K_{\text{ЗАСТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ОР.ЕРЕ}}}{H_{\text{Т.ЕРЕ}}}, \quad (1,4)$$

де: $H_{\text{Т.ОР.ЕРЕ}}$ – кількість розмірів вихідного радіоелементів у виробі, $H_{\text{Т.ОР.ЕРЕ}}=1$
 $H_{\text{Т.ЕРЕ}}$ – загальна кількість типорозмірів радіоелементів у виробі, $H_{\text{Т.ЕРЕ}}=14$

$$K_{\text{ЗАСТ.ЕРЕ}} = \frac{1}{14} = 0,071$$

Використання чіпів і мікрокомпонентів $K_{\text{ВИХ.ІМС}}$ визначається за такою формулою:

$$K_{\text{ВИХ.ІМС}} = \frac{H_{\text{ІМС}}}{H_{\text{ІМС}} - H_{\text{ЕРЕ}}}, \quad (1,5)$$

де $H_{\text{ЕРЕ}}$ – загальна кількість радіоелементів в продукті, $H_{\text{ЕРЕ}}=51$

$H_{\text{ІМС}}$ – Загальна кількість чіпів і мікрокомпонентів у виробі, $H_{\text{ІМС}}=3$

$$K_{\text{ВИХ.ІМС}} = \frac{3}{3+51} = 0,055$$

Коефіцієнт механізації приготування радіоактивних електронних компонентів $K_{\text{М.П.ЕРЕ}}$ визначається

$$K_{\text{М.П.ЕРЕ}} = \frac{H_{\text{М.П.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}}, \quad (1,6)$$

					<i>МАІ.2.089.001 ПЗ</i>	Арк
						38
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

де $H_{M.П.ЕРЕ}$ – підготовлені до монтажу електричні компоненти. Ці ОСВ включають ті, які не потрібно готувати до встановлення, $H_{M.П.ЕРЕ} = 2$.

$H_{ЕРЕ}$ – загальна кількість ЕРЕ у виробі, $H_{ЕРЕ} = 51$

$$K_{M.П.ЕРЕ} = \frac{2}{51} = 0,039$$

Коефіцієнт автоматизації та механізації установки $K_{а.м.}$ визначається за формулою:

$$K_{А.М.} = \frac{H_{А.М.}}{H_M}, \quad (1,7)$$

де $H_{А.М.}$ кількість монтажних з'єднань, які виконані або можуть бути виконані в автоматизований спосіб, тобто наявні механізми обладнання або пристосування (або технічні файли) для встановлення з'єднань, $H_{А.М} = 146$;

H_M – загальна кількість встановлених підключень, $H_M = 165$.

$$K_{А.М.} = \frac{119}{165} = 0,72 ;$$

Коефіцієнти автоматизації та механізації контролю та регулювання електричних параметрів $K_{М.К.Н.}$ визначається за формулою:

$$K_{М.К.Н.} = \frac{H_{М.Н.М}}{H_{К.Н}}, \quad (1,8)$$

					<i>МАІ.2.089.001 ПЗ</i>	Арк
						39
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

де $H_{M.H.M}$ – Кількість контрольно-налагоджувальних операцій, які можуть виконуватися механізованим або автоматизованим способом. Ці операції включають операції, які не потребують механізації, $H_{M.H.M}=2$

$H_{K.H}$ – загальна кількість контрольно-налагоджувальних операцій. $H_{K.H}=1$

$$K_{M.K.H.} = \frac{2}{1} = 2$$

Розраховані вище показники технологічності приведені в таблиці 1.8:

Таблиця 1.7 – Показники технологічності

№ п/п	Показник технологічності	Позначення	Величина	Фі
1.	Коефіцієнт застосовуваності ЕРЕ	$K_{ЗАСТ.ЕРЕ}$	0,928	0,187
2.	Коефіцієнт використання мікросхем і мікроборок в блоці	$K_{ВИХ.ИМС}$	0,055	1,000
3.	Коефіцієнт механізації підготовки ЕРЕ	$K_{М.П.ЕРЕ}$	0.039	0,750
4.	Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу	$K_{А.М}$	0.88	1,000
5.	Коефіцієнт механізації контролю і настройки	$K_{М.К.Н}$	2	0,500

Визначаємо комплексний показник технологічності за формулою:

$$K = \frac{\sum K_i \varphi_i}{\sum \varphi_i}, \quad (1,9)$$

$$K = \frac{0,928*0,110 + 0,055*1 + 0,039*0,75 + 2*0,5 + 0,72*1}{0,187 + 1 + 0,75 + 0,50 + 1} = \frac{2,477}{3,47} = 0,71$$

					<i>МАІ.2.089.001 ПЗ</i>	Арк
						40
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Дані до розрахунку взято з таблиці 1.8. Електронне масове виробництво 0,5-0,8 Вибираю 0,5.

Таблиця 1.8 Комплексні показники рівня технологічності виробу.

Найменування класу блоків	Стадії розробки робочої документації		
	Дослідний взірець	Установочна серія	Серійне виробництво
Електроні	0,40-0,70	0,45-0,75	0,50-0,80
Радіотехнічні	0,40-0,60	0,75-0,8	0,80-0,85
Електромеханічні	0,30-0,50	0,40-0,55	0,45-0,60

Виходячи з формули $\frac{K}{K_H} \geq 1$, $\frac{0,71}{0,5} = 1,42 \geq 1$ можна взнати що умова

виконується.

1.8 Висновки до розділу 1

В основній частині було описані було розроблену структурну схему і функціональну схему в яких було показана взаємодія між каскадами, також було розроблено і описано принцип роботи приладу по принциповій схемі, було представлено характеристики кожного елемента і проведений розрахунок надійності і кількісний розрахунок.

Фаза пристосування до праці (0 — 1,) — це час, протягом якого людина адаптується до майбутніх умов праці. Основний показник поступово досягає свого встановленого значення. Тривалість періоду пристосування організму до умов праці залежить від багатьох чинників, серед яких основними є інтенсивність роботи (чим інтенсивніша робота, тим цей період коротший) та рівень готовності людини до майбутньої роботи.

Значного скорочення фази пристосування до праці можна досягти за рахунок попередньої підготовки людини до роботи (виконання фізичних вправ, адаптації зору, слуху та ін.) та шляхом посиленого навчального навантаження. Суть останнього полягає в тому, що оператор перед початком роботи проводить короткочасне тренування щодо розв'язання однієї чи кількох задач підвищеної складності.

Фаза стійкої працездатності (t_1 — t_2) характеризується найвищою якістю праці при оптимальних рівнях функціонування фізіологічних систем організму. Тривалість цього періоду залежить від інтенсивності роботи. Чим інтенсивніша праця, тим коротший цей період. Найоптимальніша динамічна робота, коли цей період може бути в десятки разів довшим, ніж при статичній діяльності. На процес стійкої працездатності великий вплив справляють емоції. Негативні (страх, невпевненість, поганий настрій) знижують працездатність. Позитивні (впевненість, спокій, бадьорий настрій) значно продовжують період стійкої працездатності.

Продовження періоду стійкої працездатності можна забезпечити:

- оптимальним рівнем напруги психофізіологічних функцій;
- комфортними умовами праці;
- правильним поєднанням режимів праці та відпочинку;
- емоційним розвантаженням;
- використанням тонізуючих напоїв (кава, чай), фармакологічних засобів, зокрема препаратів рослинного походження (вітаміни, препарати, які впливають на енергетичні та метаболічні процеси);

					<i>МАІ.2.089.001 ПЗ</i>	Арк
						43
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

— інформуванням людини про наслідки її діяльності, наглядом та контролем її роботи.

Практичний досвід свідчить, що вживання легких стимуляторів допомагає знизити сонливість, сприяє підвищенню працездатності на короткий період. Однак активні стимулятори на відповідальних видах робіт здатні викликати негативний ефект — погіршується самопочуття, знижується рухливість та швидкість реакцій. Поширене серед населення вживання транквілізаторів, викликаючи заспокоєння та запобігаючи розвитку неврозів, може знизити психічну активність, сповільнити реакції, спричинити апатію та сонливість.

Фаза субкомпенсації (t_2 — t_3) розглядається як початок розвитку втоми. В цей період якість праці ще зберігається на високому рівні, але тільки за рахунок перенапруги і відповідних функцій організму.

Фаза втоми характеризується чітко вираженим зниженням якості роботи при подальшому погіршенні функціонального стану людини. Об'єктивними показниками втоми є зміна частоти пульсу, дихання, зорової та слухової чутливості.

Наступною фазою життєдіяльності людини повинна бути фаза відновлення працездатності (відпочинку), яка може тривати від 3 до 5 хвилин; 60 — 90 хв. і навіть декілька днів.

2.2. Психофізіологічне розвантаження для працівників.

При проведенні сеансів психофізіологічного розвантаження рекомендується використовувати деякі елементи методу аутогенного тренування, який ґрунтується на свідомому застосуванні комплексу взаємопов'язаних прийомів психічної саморегуляції й виконанні нескладних фізичних вправ із словесним самонавіюванням. Головна увага при цьому

					<i>МАІ.2.089.001 ПЗ</i>	Арк
						44
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

приділяється набуванню й закріпленню навичок м'язового розслаблення (релаксації).

У рекомендованому сеансі, який має проводитися в кімнаті психофізіологічного розвантаження з відповідним інтер'єром та кольоровим оформленням, виділяються три періоди, що відповідають фазам відновлювального процесу.

Перший період - абстрагування працівників від виробничої обстановки - відповідає фазі залишкового збудження. Лунають повільна мелодійна музика, пташиний спів. Обравши зручну позу, працівники адаптуються і психологічно готуються до наступних періодів.

Другий - заспокоєння - відповідає фазі відновлювального гальмування. Пропонується показ фотослайдів із зображеннями квітучого луку, березового гаю, гладенької поверхні ставка тощо. Через навушники транслюється спокійна музика, а на її фоні негучно, повільно висловлюються заспокійливі формули аутогенного тренування.

Як функціональне освітлення застосовують зелене світло. Яскравість світла має поступово знижуватись протягом періоду, а наприкінці його світло вимикається зовсім на 1-2 хвилини. Екран теж гасне.

Третій період - активізація - відповідає фазі підвищеної збудженості. На початку періоду світло вимкнене, через певний час на екрані з'являється червона пляма, розміри і яскравість якої поступово збільшуються. Наприкінці періоду лунає бадьора музика. Тричі вимовляються мобілізуючі формули аутогенного тренування, яким мають передувати глибоке вдихання та довге глибоке видихання

Сеанси психологічного розвантаження можуть проводитись за єдиною програмою через індивідуальні навушники і складатись із двох періодів по 5 хвилин кожний: 1) повне розслаблення; 2) активізація працездатності.

					<i>МАІ.2.089.001 ПЗ</i>	Арк
						45
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

У разі потреби, на фоні музичних програм можуть вимовлятися окремі фрази навіювання відпочинку, гарного самопочуття і, на заключному етапі, бадьорості.

Після сеансів психофізіологічного розвантаження у працівників зменшується відчуття втоми, з'являються бадьорість, гарний настрій. Загальний стан відчутно поліпшується.

2.3 Висновки до розділу 2

В другому розділі було описано зовнішні і внутрішні чинники працездатності людини, які виникають під час роботи, також було проаналізовано чотири фази працездатності, також було описано як потрібно розвантажуватися працівникам за допомогою психофізіологічних чинників.

					<i>МАІ.2.089.001 ПЗ</i>	Арк
						46
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

В процесі виконання даного дипломного проекту було розроблено конструкцію вимірювача ємності та еквівалентно послідовного опору конденсаторів, розробив основний набір проектних файлів (схеми, креслення друкованих плат, креслення збірки друкованих плат).

В основній частині описана і зображена структурна схема проектованого виробу, була розроблена функціональна схема приладу, також описаний принцип роботи проектованого вимірювача, обрана елементна база, а отже, і елементна база для установки поверхневим монтажем з выводами .

Також були обрані матеріали для виготовлення друкованої плати продукції та способи її виготовлення та монтажу. Найкращим способом виготовлення який підходить під конструкцію даного вимірювача, друкованої плати є комбінований спосіб. Всі елементи дуже компактно розміщені на друкованій платі, що надає пристрою малі габаритні розміри, і хороші електричні властивості в зв'язку з правильною компоновкою елементів на платі. Також були виконані розрахунки каскаду з стабілітроном напруги, був зроблений розрахунок який визначає ширину друкованих доріжок і діаметр отворів під встановлення елементів і діаметр кріпильних отворів, відстань між друкованими провідниками та відстань між провідниками.

					<i>МАІ.2.089.001 ПЗ</i>	Арк
						47
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					<i>МАІ.2.089.001 ПЗ</i>	Арк
						49
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри РТ
_____ к.т.н. Дунець В.Л.
“ _____ ” _____ 20__ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «Вимірювач ємності і еквівалентного послідовного опору
конденсаторів»

Узгоджено:
Керівник дипломного проекту
Дунець В.Л. _____
“ _____ ” _____ 20__ р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАС-41
Маняк А.І. _____
“ _____ ” _____ 20__ р.

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “ Вимірювач ємності і еквівалентного послідовного опору конденсаторів ”

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

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Маняк Андрій Іполитович групи РАС-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка вимірювач ємності і еквівалентного послідовного опору конденсаторів, що включає в себе:

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

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1. Вимірювач ємності повинен бути розрахований на живлення від джерела живлення 9В, 6-15В..

4.1.2. Вихідна напруга і максимальний струм навантаження джерела живлення повинні відповідати значенням, наведеним у додатку І.

4.1.3. Похибка установки вихідної напруги джерела не повинна бути більше $\pm 3\%$.

4.2. Технічні вимоги

4.2.1. Вимірювач повинен відповідати вимогам цього стандарту, а також технічній документації на джерело конкретного типу, затвердженій в установленому порядку.

4.2.2. Вимірювач повинен забезпечувати задану додатком 1 вихідну напругу з моменту включення.

4.2.3. Вимірювач повинен забезпечувати безперервну роботу протягом 24 годин при максимальному струмі навантаження і максимальній напрузі мережі живлення при нормальних кліматичних умовах.

Час попереднього прогріву джерела не повинний перевищувати 30 хв.

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

4.2.5. Електрична міцність і опір ізоляції між корпусом джерела і

мережевими контактами, а також між корпусом і контактами, на яких під час роботи є висока напруга повинні відповідати вимогам ГОСТ 22261.

4.2.6. За механічними і кліматичними умовами експлуатаційні вимірювач повинне відповідати ГОСТ 22261 (група 4), кліматичного виконання УХЛ, категорії 3.1 ГОСТ 15150.

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

4.2.7. У комплект вимірювач ємності повинні входити: вимірювач, комплект запасних частин. До комплекту докладають паспорт.

4.2.8. Напрацювання на відмову повинне бути не менше 12000 год.

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

4.2.10. Середній термін служби повинен бути не менше 8 років.

Випробування на термін служби не проводять.

4.3. Правила приймання.

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

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

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

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

- Приймальний рівень $P_{\alpha} = 0.95$;
- 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 ;
- функціональна схема ;
- електрична принципова схема ;
- друкована плата ;
- друкований вузол.

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

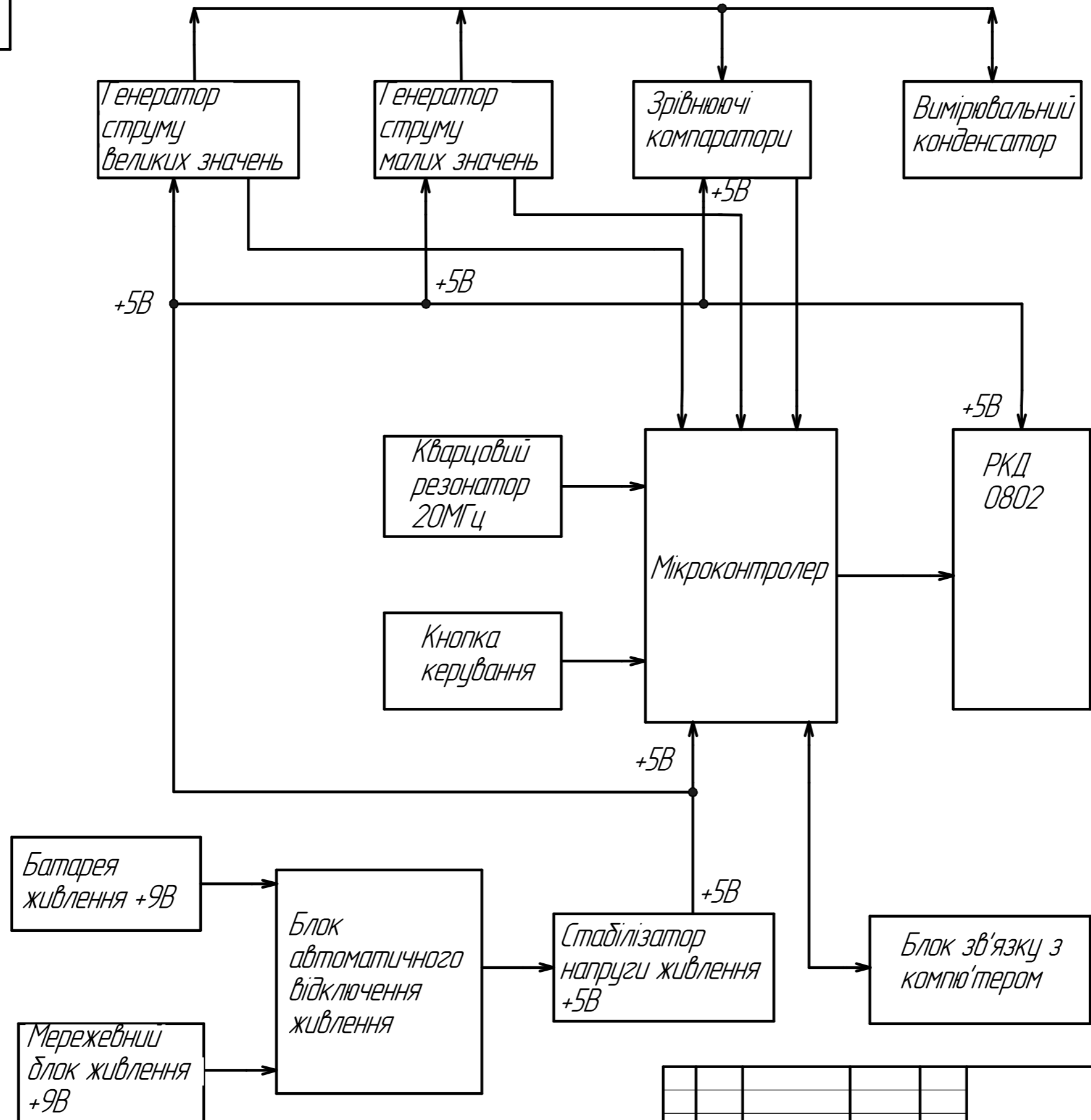
№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи, техніко-економічний аналіз	
3	Розробка структурної та функціональної схеми	
4	Розрахунок основних вузлів у схемі джерела живлення високовольтного.	
5	Вибір компонентної бази для розроблюваного вимірюва ємності;	
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.

MAI.2.089.001 E1



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Маняк А.І.		
Проб.		Дунець В.Л.		
Т.контр.				
Н.контр.		Марценюк А.С.		
Утв.		Дунець В.Л.		

MAI.2.089.001 E1

Вимірювач ємності і еквівалентного послідовного опору конденсаторів
Структурна схема

Лит.	Масса	Масштаб
H - -	-	-
Лист	Листов 1	
ТНТУ, ФПТ, каф.РТ, гр. РАС-41		

Копировал

Формат А3

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
 Инв. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата.

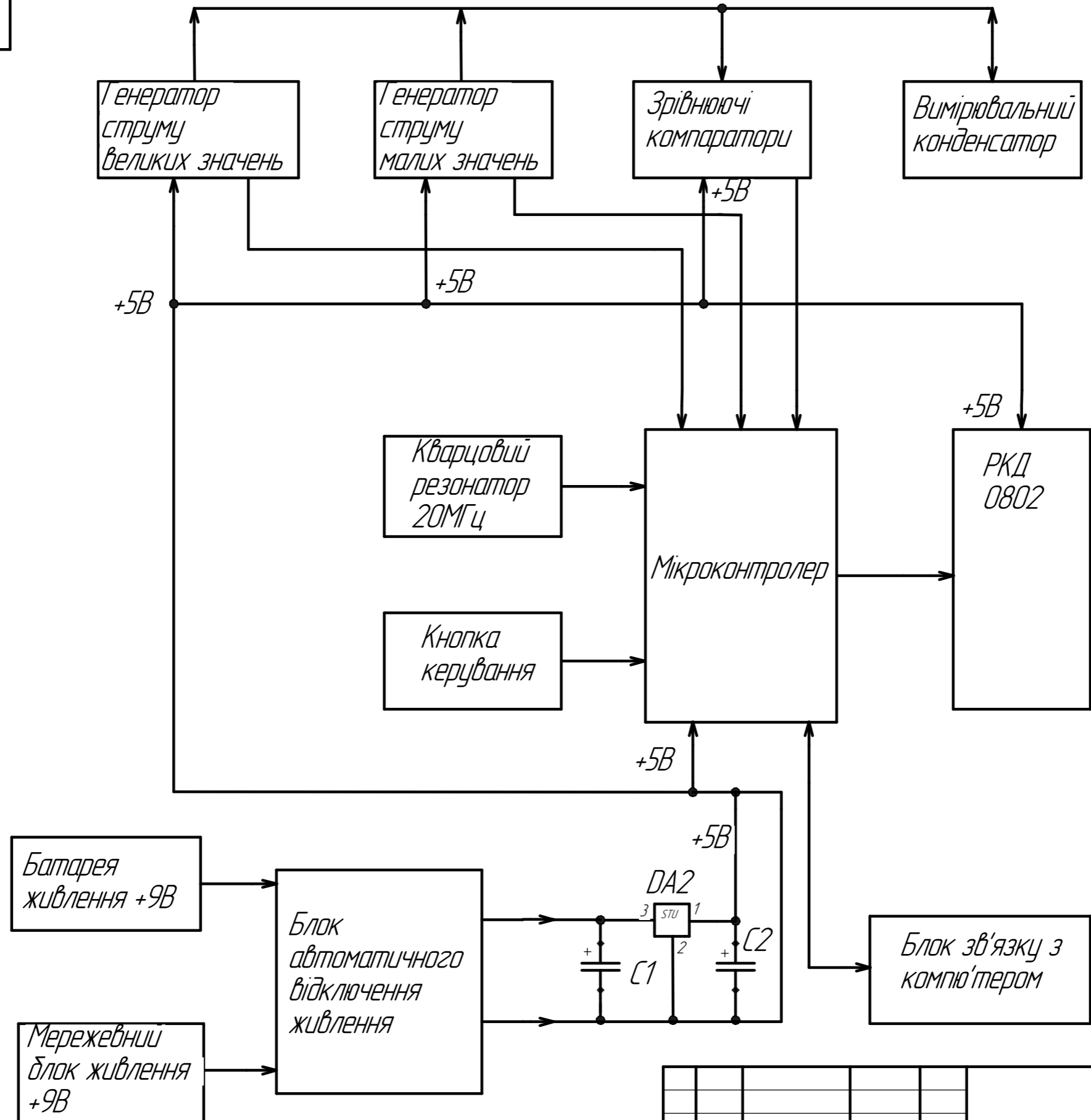
Перв. примен.

Справ. №

Инв. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата.

Не для коммерческого использования

MAI.2.089.001 E2



Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата
Разраб.	Маняк А.І.			
Проб.	Дунець В.Л.			
Т.контр.				
Н.контр.	Марценюк А.С.			
Утв.	Дунець В.Л.			

MAI.2.089.001 E2

Вимірювач ємності і еквівалентного послідовного опору конденсаторів
Функціональна схема

Лист	Масса	Масштаб
H - -	-	-
Лист	Листов 1	

ТНТУ, ФПТ, каф.РТ,
гр. РАС-41

Копировал

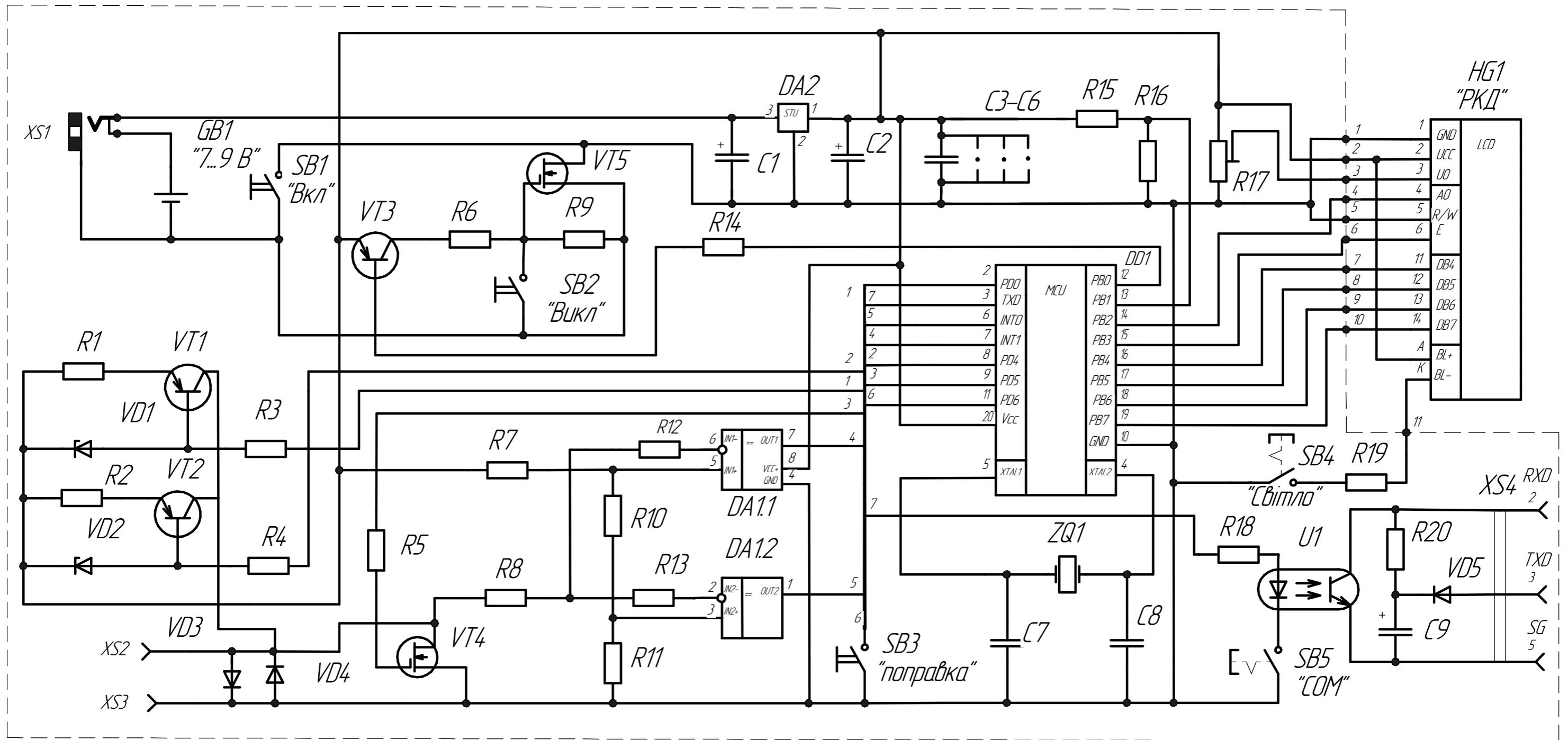
Формат А3

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
Инд. № подл. Подп. и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата
Справ. №

Не для коммерческого использования

МАІ.2.089.001 ЕЗ

Перш. застос.
Справ. №
Підп. і дата
Зам. №
Інв. №
Підп. і дата
Зам. №
Інв. №
Підп. і дата
Зам. №
Інв. №
Підп. і дата



КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
Ив. № ориг.
Підп. і дата
Зам. №
Інв. №
Підп. і дата
Зам. №
Інв. №
Підп. і дата

МАІ.2.089.001 ЕЗ

Зм.	Арк.	№ докum.	Підп.	Дата
Разроб.		Маняк А.І.		
Перев.		Дунець В.Л.		
Т.контр.				
Н.контр.		Марценюк А.С.		
Затв.		Дунець В.Л.		

Вимірювач ємності і еквівалентного послідовного опору конденсаторів
Схема електрична принципова

Літ.	Маса	Масштаб
Н - -	-	1:1
Аркциш	Аркцишів	1
ТНТУ, ФПТ, каф.РТ, гр. РАС-41		
Формат А3		

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
	<u>Конденсатори</u>		
	ЕСАР «Epcos»		
	ЕСАР «Ether Components»		
C1-C2	ЕСАР-16В-100мкФ± 20%	2	
C3-C8	ЕСАР-16В-0,1мкФ± 5%	6	
C9	ЕСАР-16В-10мкФ± 20%	1	
	<u>Мікросхеми</u>		
DA1	Компаратор LM393N «ONS-FAIR»	1	
DA2	Стабілізатор LM78L05 «STMicroelectronics»	1	
DD1	ATtiny2313-10PI «Atmel»	1	
	<u>Акумуляторна батарея</u>		
GB1	200MH9-SR1-9V-200mAh «ROBITON»	1	
	<u>Сегментний індикатор</u>		
HG1	MT-08S2A «АНГСТРЕМ»	1	
	<u>Резистори</u>		
	CF-25 «Тауван»		
R1	CF-25-0,125-3,3кОм ± 10%	1	
R2	CF-25-0,125-1000м ± 10%	1	
R3-R4	CF-25-0,125-2кОм ± 10%	2	
R5	CF-25-0,125-3кОм ± 10%	1	
R6	CF-25-0,125-1кОм ± 10%	1	
R7	CF-25-0,125-33кОм ± 10%	1	
R8	CF-25-0,125-3кОм ± 10%	1	
R9	CF-25-0,125-10кОм ± 10%	1	
R10	CF-25-0,125-1,1кОм ± 10%	1	

МАІ.2.089.001 ПЕ

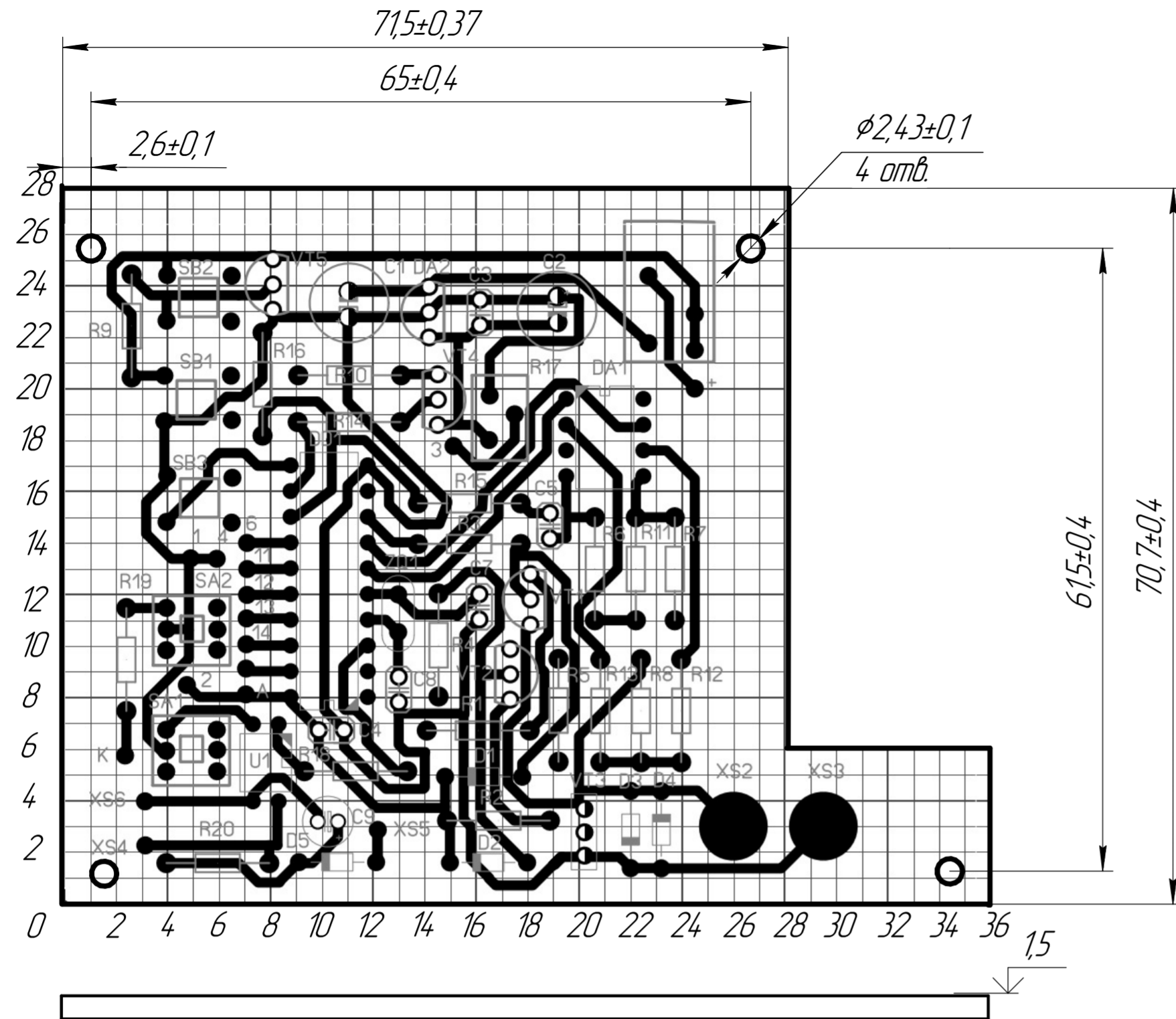
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Маняк А.І.		
Перевір.		Дунець В.Л.		
Реценз.				
Н. Контр.		Марценюк А.С.		
Затверд.		Дунець В.Л.		

Вимірювач ємності і еквівалентного опору конденсаторів

Перелік елементів

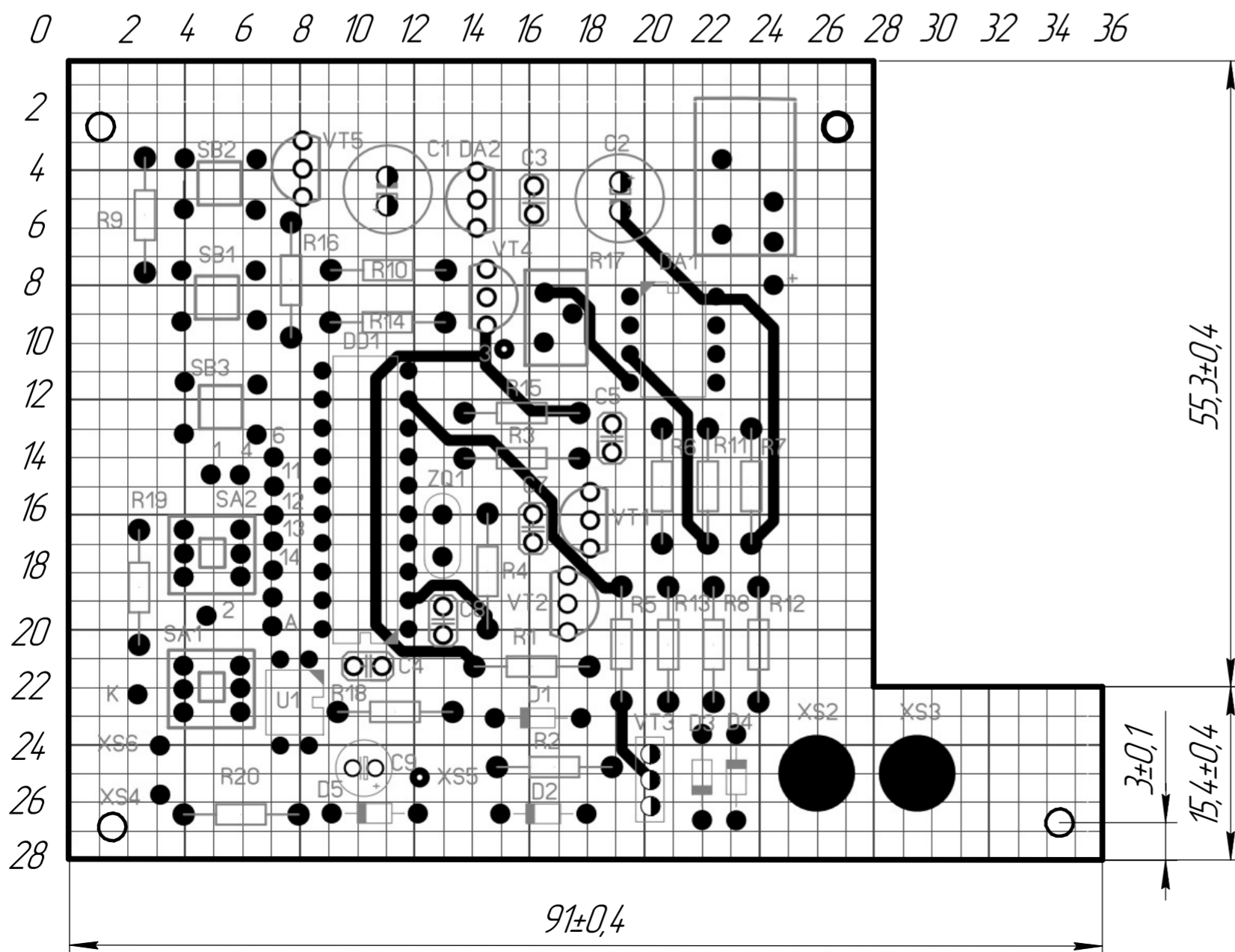
Літ.	Арк.	Аркуші
	1	2

ТНТУ, гр.РАС-41
м. Тернопіль



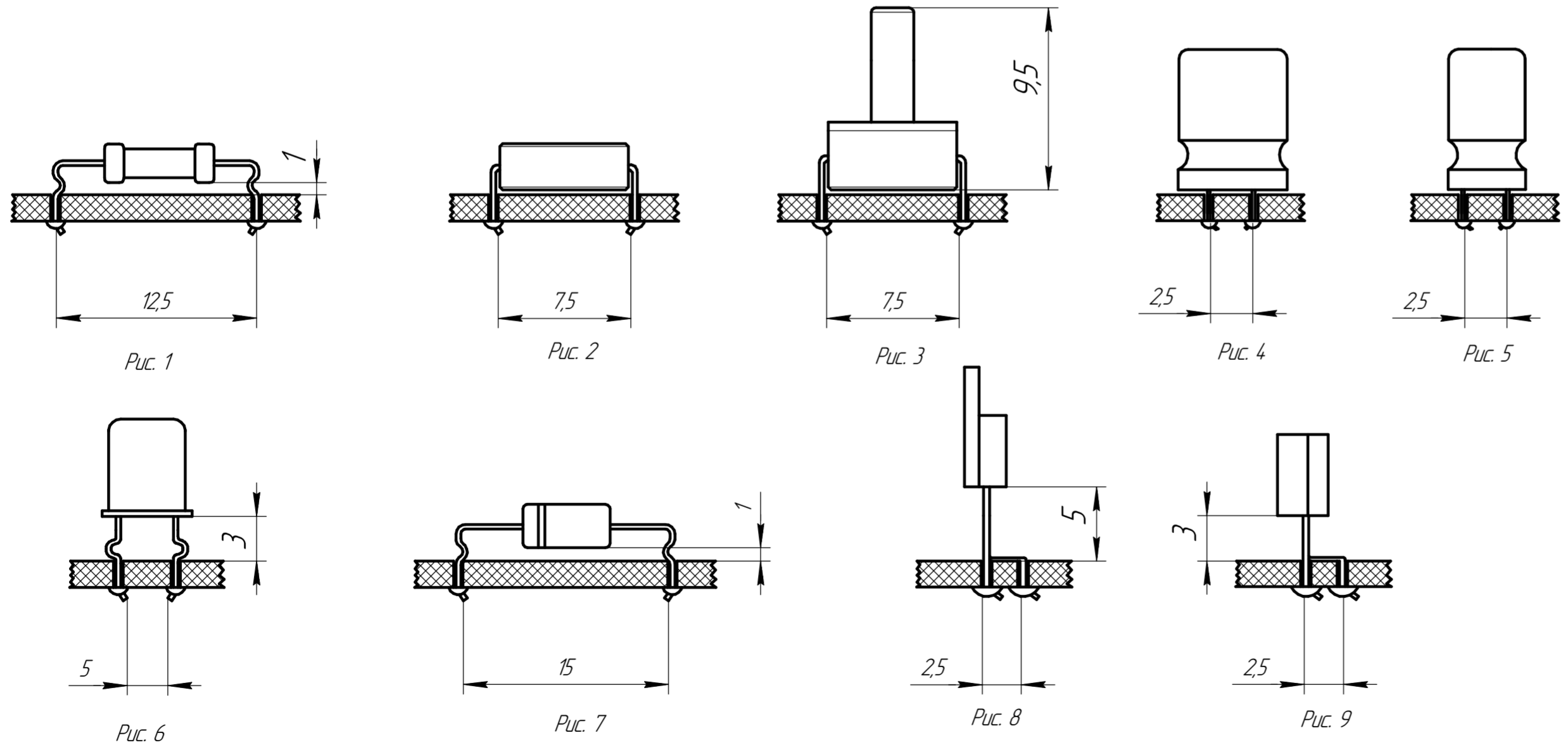
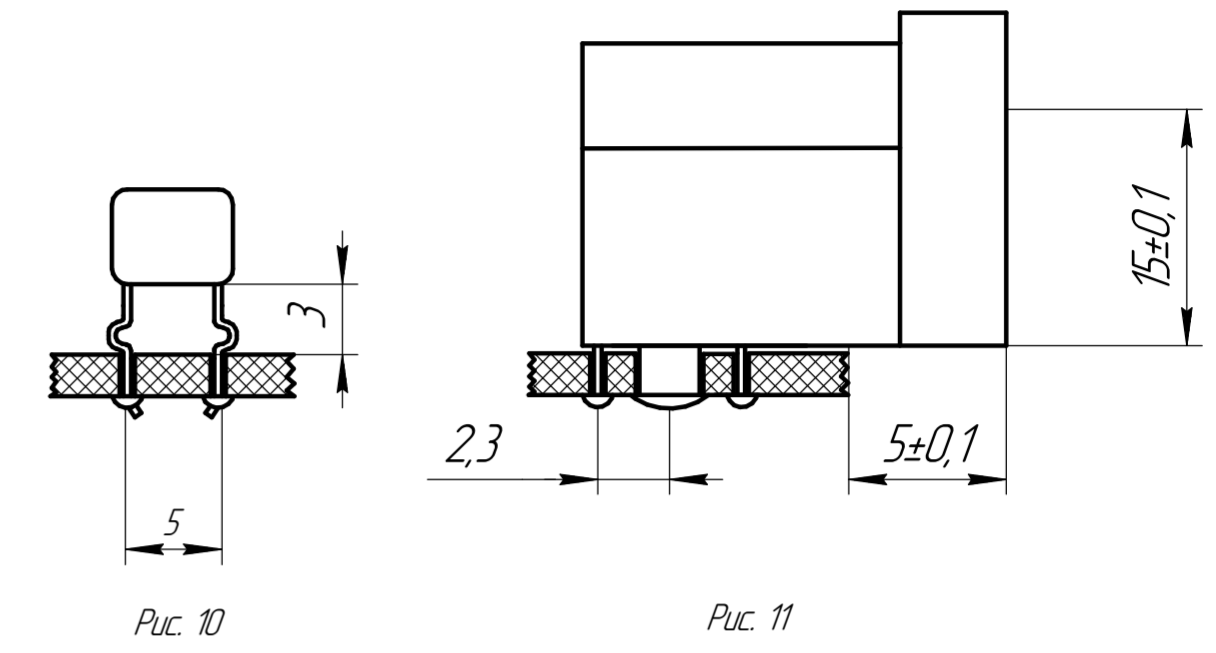
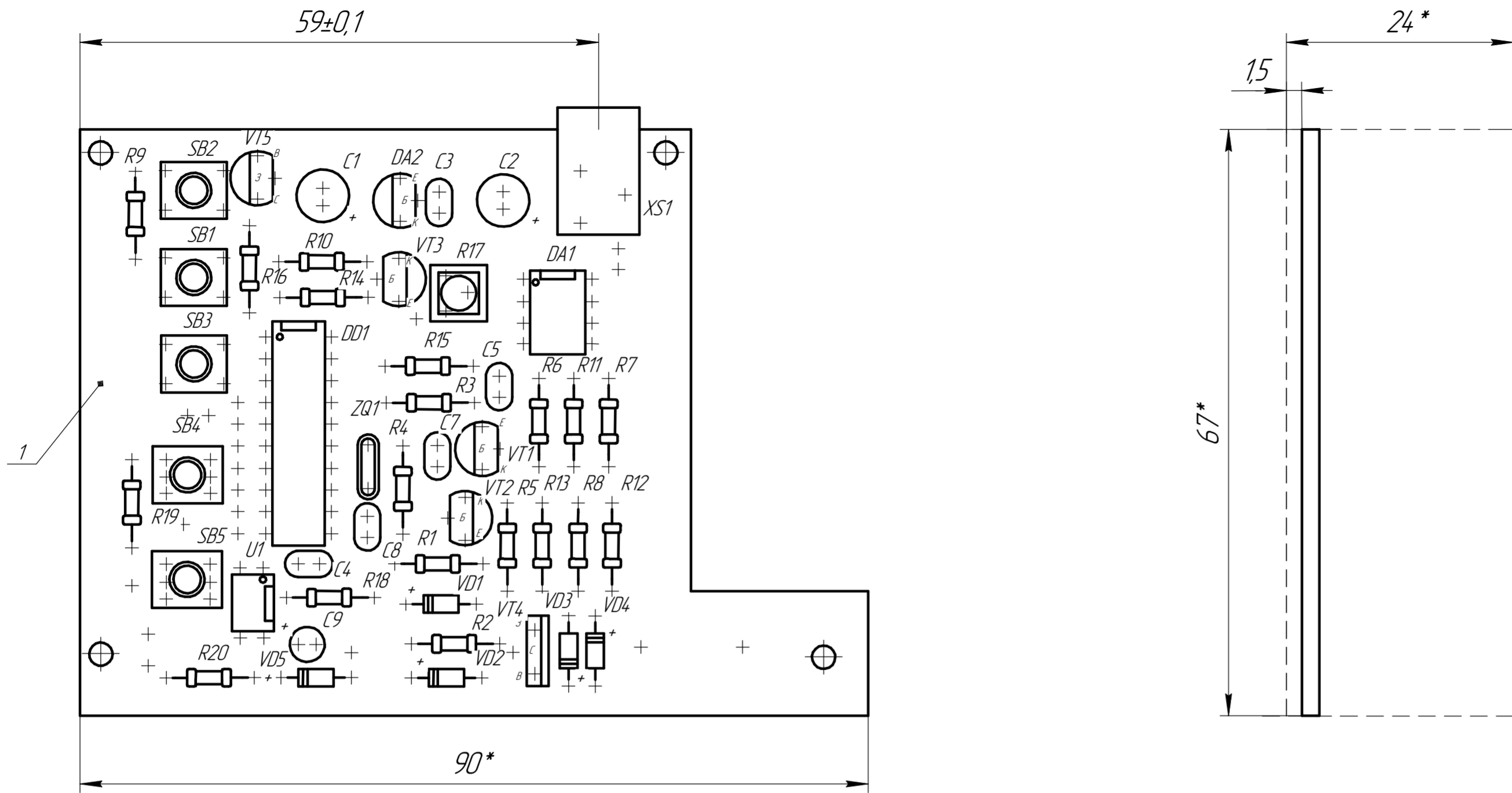
Таблиця отворів

Умовне позначення отворів	Діаметр отворів	Діаметр контактних майданчиків	Наявність металізації в отворах	Кількість отворів
●	1 мм	2 мм	НІМАЄ	132
◐	0,8 мм	1,80 мм	НІМАЄ	7
○	0,6 мм	1,60 мм	НІМАЄ	27



1. Плата повинна відповідати ДСТУ 2646-94
2. Клас точності 3 по ДСТУ 2646-94
3. Крок координатної сітки 2,5 мм
4. Плату виготовити комбінованим методом.
5. Розміри отворів дивитись в таблиці
6. Мінімальна відстань між друкованими майданчиками 0,3 мм
7. Мінімальна відстань між контактними майданчиків 0,5 мм
8. Покрытие контактних площадок Гор. ПОС-40
9. Плату маркувати фарбою ТНТФ-01 діла ТУ29-02-889-88 шрифтом 25 Пр41
10. Інші вимоги по ДСТУ 2646-94

				МАІ.7.161.001			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
					н	0.1	2:1
Разраб.		Маняк А.І.					
Проб.		Дінець В.Л.					
Т.контр.					Лист	Листов	1
Н.контр.		Морозенко А.С.					
Утв.		Дінець В.Л.					
					Плата друкована		
					СФ1-35-15 ІК1 ГОСТ 10316-78		
					ТНТФ, ФПТ, каф.РІ, гр. РАС-41		



1. Розміри для довідок.*
2. Установку ЕРЕ провести по ОСТ4.010.030-81 крок координатної сітки 2,5мм.
Елементи встановлювати:
R1-R20 - згідно рис.1; DD1, DA1, U1 - згідно рис.2;
SB1-SB3, SA1-SA2 - згідно рис.3; C1-C3 - згідно рис.4;
C9 - згідно рис.5; ZQ - згідно рис.6;
VD1-VD4 - згідно рис.7; VT3 - згідно рис.8;
VT1-VT2, VT4-VT5 - згідно рис.9; C2, C5-C7 - згідно рис.10;
XS1 - згідно рис.11.
3. Виводи загинати під кутом 30 і обрізати в межах контактних площадок
4. Паяти ПОС-61 ГОСТ21931-76
5. Покрыти лаком АК-113 ТУ29-02-1126-86
6. Позначення елементів показані умовно
7. Інші технічні вимоги по ОСТ4.ГО.070.015

				МАІ.2.089.001 СК			
				Вузол друкований			
				Складальне креслення			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
					н	0,13	2:1
Разраб.	Маняк А.І.				Лист	Листов	1
Проб.	Дінець В.Л.				ТНТУ, ФПТ, каф.РТ, гр. РАС-41		
Т.контр.					Формат А2		
Н.контр.	Марценюк А.С.				Копировал		
Утв.	Дінець В.Л.				Формат А2		

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АКООН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
 Имя № подл. Подп. и дата. Имя № подл. Подп. и дата. Имя № подл. Подп. и дата.

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A3			MAI.2.089.001 E1	Структурна схема		
A3			MAI.2.089.001 E2	Функціональна схема		
A3			MAI.2.089.001 E3	Схема електрична принципова		
A4			MAI.2.089.001 ПЕ	Перелік елементів		
A2			MAI.2.089.001 СК	Вузол друкований		
				<u>Деталі</u>		
A4		1	MAI.7.161.001	Плата друкована	1	
				<u>Інші вироби</u>		
				Конденсатори		
				ЕСАР «Ercos»		
		3		ЕСАР-16В-0,1мкФ± 5%	6	С3-С8
		4		ЕСАР-16В-10мкФ± 20%	1	С9
		5		ЕСАР-16В-100мкФ± 20%	2	С1-С2
				<u>Мікросхеми</u>		
		6		Компаратор LM393N «ONS-FAIR»	1	DA1
		7		Стабілізатор LM78L05 STMicroelectronics»	1	DA2
		8		ATtiny2313-10PI «Atmel»	1	DD1
				<u>Резистори</u>		
				CF-25 «Taoyuan»		
		9		CF-25-0,125-100 Ом ± 10%	2	R2,R19
		10		CF-25-0,125-1кОм ± 10%	1	R6
		11		CF-25-0,125-11кОм ± 10%	1	R10
				MAI.2.089.001		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
Разроб.	Маняк А.І.				Літ.	Аркуш
Перевір.	Дунець В.Л.				н	Аркушів
						1
						2
Н Контр.	Марценюк А.С.				ТНТУ, гр.РАС-41	
Затверд.	Дунець В.Л.				м. Тернопіль	

Вузол друкований

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.	
		12		CF-25-0,125-1,3кОм ± 10%	1	R11	
		13		CF-25-0,125-2кОм ± 10%	2	R3-R4	
		14		CF-25-0,125-3кОм ± 10%	5	R5,R8,R12-R14	
		15		CF-25-0,125-3,3кОм ± 10%	2	R1,R18	
		16		CF-25-0,125-10кОм ± 10%	2	R9,R20	
		17		3362P-0,5-10кОм ± 10%	1	R17	
		18		CF-25-0,125-22кОм ± 10%	1	R16	
		19		CF-25-0,125-33кОм ± 10%	1	R7	
		20		CF-25-0,125-82кОм ± 10%	1	R15	
				<i>Діод</i>			
		21		KC133Г «USSR»	2	VD1-VD2	
		22		1N4007 «Diatec Semiconductor»	2	VD3-VD4	
		23		1N4148 «ON Semiconductor»	1	VD5	
				<i>Транзистори</i>			
		24		КТ3107А «Мінск»	3	VT1-VT3	
		25		IRF530 «INFIN»	1	VT4	
		26		КП505А «Интеграл»	1	VT5	
				<i>Оптопара</i>			
		27		PC123 «SHARP»	1	U1	
				<i>Кварцовий резонатор</i>			
		28		HC-49U-20MHz «China»	1	ZQ1	
				<i>Кнопки</i>			
		29		KLS7-TS6601-11-180T «KLS»	5	SB1-SB5	
				<i>Гніздо живлення</i>			
		30		PC-010 «NINIGA»	1	XS1	
				МАІ.2.089.001			Арк.
							2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			