

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

прикладних інформаційних технологій та електроніки  
(повна назва факультету)  
радіотехнічних систем  
(повна назва кафедри)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

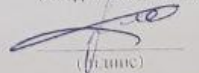
(назва освітнього ступеня)

на тему:

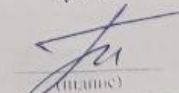
Універсальний частотомір  
з економним індикатором

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

«Телекомунікації та радіотехніка»  
(шифр і назва спеціальності)

 Сеєцький В. Б.  
(підпис) (прізвище та ініціал)

Керівник

 Хилнз Т. П.  
(підпис) (прізвище та ініціал)

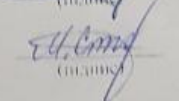
Нормоконтроль

 Маршук А. С.  
(підпис) (прізвище та ініціал)

Завідувач кафедри

 Думець В. Л.  
(підпис) (прізвище та ініціал)

Рецензент

 Стрелівський М. О.  
(підпис) (прізвище та ініціал)

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

факультет прикладних інформаційних технологій та електроніки  
(повна назва факультету)  
кафедра радіотехнічних систем  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Димчук В.Л.  
(прізвище та ініціали)

« »

2022 р.

ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр  
(назва освітнього ступеня)  
за спеціальністю 172 „Телекомунікації“ та радіотехніка  
(номер і назва спеціальності)  
студенту Семенюк Володиславу Богдановичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Універсальний частотомір з економічним індикатором

Керівник роботи Хемич Григорій Петрович, ст. викл  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, місце роботи)

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

2. Термін подання студентом завершеної роботи 15 червня 2022 р

3. Вихідні дані до роботи напрямок живлення - 5 В  
двополюсний лінійований частоти - 10...32\*10<sup>6</sup> Гц  
потужність - 250 мВ

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


Аналіз та розробка технічного завдання  
Аналіз та розробка структурної схеми  
Проектування схеми електричної принципової  
Підбір елементної бази  
Компонування згуртованого вузла  
Розробка графічних матеріалів

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

Схема електрична структурна - 1 лист, А2  
Вузол згуртований - 1 лист, А1  
Плати згуртована - 1 лист, А1  
Схеми електричні принципова - 1 лист, А1  
Презентація - 10 слайдів



6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності людини охорони праці	Горновий В.М., члор.	5.07.22	

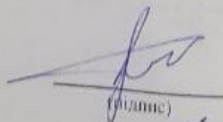
7. Дата видачі завдання

22 березня 2022

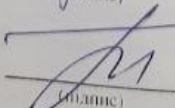
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1	Розробка технічного завдання	22.03.22р	Виконано
2	Затвердження технічного завдання	30.03.22р	Виконано
3	Збір інформації, відеозаписи матеріалів, аналіз технічного завдання, вибір техніко-економічне обґрунтування	15.04.22р	Виконано
4	Розробка структурної схеми	22.04.22р	Виконано
5	Розробка функційної схеми	28.04.22р	Виконано
6	Розробка схеми електричної принципової	18.05.22р	Виконано
7	Розрахунок окремих елементів та вузлів	20.05.22р	Виконано
8	Вибір компонентної бази	24.05.22р	Виконано
9	Компонування з'єднань вузла	1.06.22р	Виконано
10	Створення довідкової документації	2.06.22р	Виконано
11	Розробка електричної частини	5.06.22р	Виконано
12	Розробка розряду охорони праці та безпеки життя людини	8.06.22р	Виконано
13	Проходження нормоконтролю	10.06.22р	Виконано
14	Проходження авторизації	14.06.22р	Виконано
15	Попередній захист кваліфікаційної роботи	15.06.22р	Виконано
16	Захист кваліфікаційної роботи	22.06.22р	Виконано

Студент

  
(підпис)

Керівник роботи

  
(підпис)

Сенечук О.Б.  
(прізвище та ініціали)

Хилинг Т.П.

АНОТА

Сендеш

індикатором

національний

прикладних

41, Тернопіль

Ключо

ІНДИКАТОР.

В зага

описано стр

описано пр

виробу, опи

вибору кон

складання т

Також є оп

допоміжні

У ро

вплив діял

підприємст

Пояс

Л4.

Граф

Л2.

## АНОТАЦІЯ

Сендецький В.Б. Розробка універсального частотоміра з економним індикатором - Рукопис. Кваліфікаційна робота бакалавра, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАС-41, Тернопіль, 2022.

Ключові слова: ЧАСТОТА, ВИМІРЮВАННЯ, СЕМИСЕГМЕНТНИЙ ІНДИКАТОР, ЧАСТОТОМІР, ЕЛЕМЕНТНА БАЗА.

В загальній частині подано технічні характеристики виробу, також описано структурну схему і принцип роботи електричної принципової схеми описано призначення, область застосування та вимоги до проєктованого виробу, опис принципової схеми, огляд структурної схеми, обґрунтування вибору конструкції приладу та її опис, вибір елементної бази пристрою про складання та монтаж проєктованого виробу і вибір технології для складання. Також є опис технології виготовлення друкованої плати, вибір основних та допоміжних матеріалів.

У розділі безпека життєдіяльності, основи охорона праці розкрито вплив діяльності людини на довкілля, Особливості заходів електробезпеки на підприємствах.

Пояснювальна записка даного проєкту становить 55 листів формату А4.

Графічна частина становить три листи формату А1 та один формату А2.

## SUMMARY

Sendetsky VB Development of a universal frequency meter with an economical indicator - Manuscript. Qualification work of a bachelor, Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyuy, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, RA-41 group, Ternopil, 2022.

Key words: FREQUENCY, MEASUREMENT, SEVEN-SEGMENT INDICATOR, FREQUENCY METER, ELEMENT BASE.

The general part presents the technical characteristics of the product, also describes the block diagram and the principle of operation of the electrical schematic, describes the purpose, scope and requirements for the designed product, description of the schematic, overview of the structural diagram, justification assembly and installation of the designed product and the choice of technology for assembly. There is also a description of the technology of production of printed circuit boards, the choice of basic and auxiliary materials.

In the section of life safety, basics of labor protection the impact of human activities on the environment, Features of electrical safety measures at enterprises are revealed.

The explanatory note of this project is 55 A4 sheets.

The graphic part consists of three sheets of A1 format and one of A2 format.

ЗМІСТ	
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ОСНОВНА ЧАСТИНА .....	8
1.1 Аналіз технічного завдання .....	8
1.2 Аналіз структурної схеми виробу .....	8
1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз.....	9
1.4 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою.....	11
1.4.1 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.....	11
1.4.2 Розрахунок параметрів друкованого монтажу.....	12
1.5 Вибір і обґрунтування компонентної бази.....	16
1.6 Компоновка друкованого вузла пристрою.....	24
1.7 Собівартість розробленого пристрою.....	25
1.8 Висновок до розділу 1.....	33
РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	34
2.1 Обґрунтування використання та вибору САПР для проектування .....	34
2.2 Опис створення посадочного місця компонента .....	42
2.3 Висновок до розділу 2.....	44
РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ .....	45
3.1 Вплив діяльності людини на довкілля.....	45
3.2 Особливості заходів електробезпеки на підприємствах.....	48
Висновок до розділу 3.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51
ДОДАТКИ.....	55

					СВБ 2.010.001 ПЗ			
Змін	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Універсальний частотомір з економічним індикатором Пояснювальна записка	Літ	Арк.	Аркушів
Розроб.		Сендєцький		26.06				
Перевір.		Химич		26.06			5	
Рецензент		Стрендіцький		21.06				
Н. Контр.		Нарценько		21.06				
Затверд.		Вунеч		22.06				
						ТНТУ, ФПТ, каф. РІ гр.РАС-41 м. Тернопіль		





роботи на вході лічильника повинен бути встановлений формувач, що перетворює вихідний сигнал будь-якої форми і амплітуди в послідовність нормованих по амплітуді імпульсів з крутими перепадами. Практично всі інші вузли, необхідні для вимірювання частоти і виведення результату на індикатор, маються на мікроконтролері, що робить цей прилад досить зручним для реалізації на ньому частотоміра.

Складність полягає лише в порівняльній низькочастотній лічильника, вбудованого в мікроконтролер. Це змушує додавати між виходом формувача і входом мікроконтролера попередній дільник частоти імпульсів, що знижує її до прийнятної значення. Потрібно сказати, що в мікроконтролерах сімейства PIC є вбудований досить високочастотний попередній дільник частоти, який з успіхом використовують в частотомерах. Мікроконтролер ATmega8515 сімейства AVR, на якому побудований пропонований частотомір, при багатьох інших перевагах не має такого дільника.

					<i>СВБ 2.010.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

### 1.1 Аналіз технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

Напруга живлення .....+5 В ;  
Діапазон вимірюваної частоти, Гц 10 ..... 32-106;  
Форма вхідного сигналу..... довільна;  
Чутливість, мВ .....250;  
Максимальна амплітуда вхідного сигналу, В .....20;  
Дискретність частоти, Гц .....10;  
Час вимірювання.мс .....100;  
Період повторення вимірювань, мс .....200;  
Допустима вологість,.....90%;  
Діапазон робочих температур.....-20 до +50<sup>0</sup>С.

### 1.2 Аналіз структурної схеми виробу

Схема складається з таких блоків, як вхід до якого підключається вимірювальна частина, живлення +5В, вхідного формувача імпульсів, логічного інвертора, дешифратора, двійкового лічильника. Основою приладу є мікроконтролер, вузол індикації та блок управління.

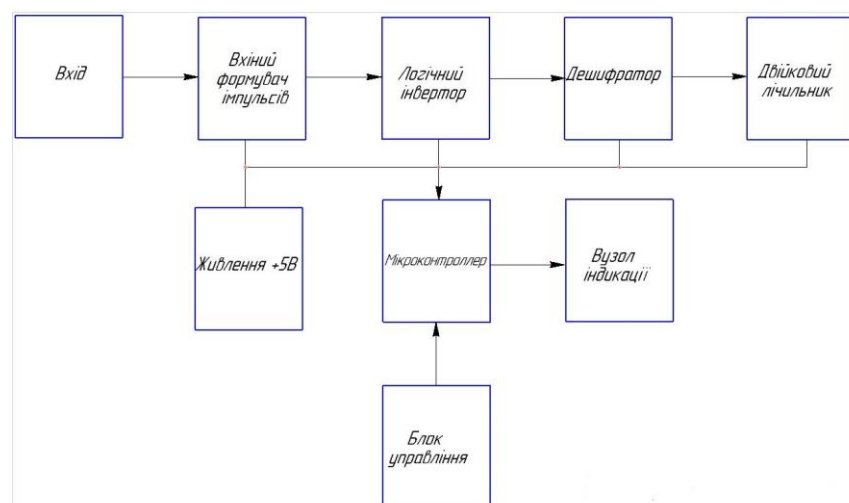


Рисунок 1.1-Схема електрична структурна

									Арк.	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СВБ 2.010.001 ПЗ					





## 1.4 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою

### 1.4.1 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.

Схема електрична принципова RC-фільтра зображена на рисунку 1.3.

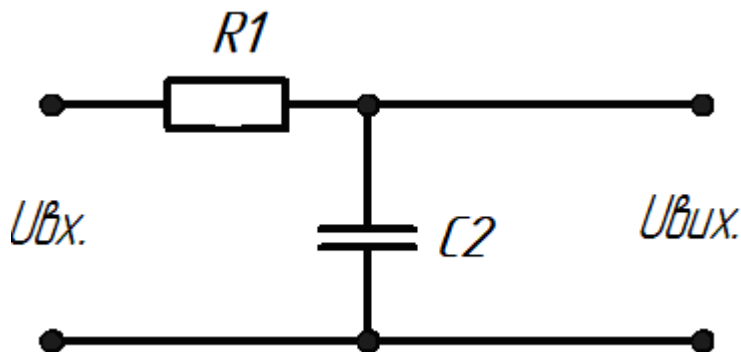


Рисунок 1.3- Схема електрична принципова RC-фільтра

Вихідні дані для проведення розрахунку:

$$C = 150 \text{ пФ}$$

$$f_c = 10 \text{ кГц}$$

Розрахунок частоти зрізу проводиться за формулою:

$$f_c = \frac{1}{2\pi CR}, \quad (1.1)$$

де  $C$  – ємність конденсатора;

$R$  – опір резистора;

Оскільки частота зрізу нам відомо, вона становить 10кГц, то розрахуємо тільки опір резистора.

Розрахунок опору резистора:

$$R = \frac{1}{2\pi C f_c}, \quad (1.2)$$

де  $f_c$  – частота зрізу, становить 10кГц.

$$R = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 150 \cdot 10} = 20 \text{ кОм}$$

Вибираємо резистор з опором 20кОм та потужністю розсіювання 0,25Вт.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

СВБ 2.010.001 ПЗ



$$R1 = 100\text{k}\Omega$$

Світлодіод повинен мати резистор послідовно з'єднаний в його ланцюзі, для обмеження струму, що проходить через світлодіод, інакше він згорить практично миттєво. Резистор R визначається за формулою.

$$R = (V_S - V_L) / I$$

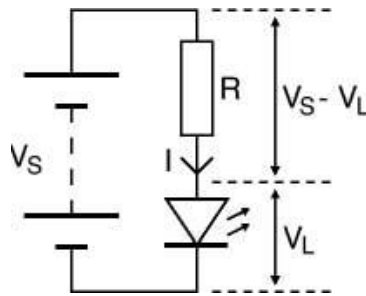


Рисунок 1.4 Розрахунок резистора для світло діода

$V_S$  = напруга живлення

$V_L$  = пряме напруга, розрахункове для кожного типу діодів (як правило від 2 до 4вольт)

$I$  = струм світлодіода (наприклад 20мА), це повинно бути менше максимально допустимого для Вашого діода

Якщо розмір опору не виходить підібрати точно, тоді візьміть резистор більшого номіналу. Насправді ви навряд чи помітите різницю... зовсім яскравість світіння зменшиться зовсім незначно.

Обчислення світлодіодного резистора з використанням Закону Ома

Закон Ома свідчить, що опір резистора  $R = V / I$ , де.

$V$  = напруга через резистор ( $V = S - V_L$  в даному випадку)

$I$  = струм через резистор

Отже  $R = (V_S - V_L) / I$

#### 1.4.2 Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Виходячи з технологічних можливостей виробництва обираємо комбінований метод виготовлення, 3 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

СВБ 2.010.001 ПЗ

Визначаємо мінімальну ширину друкованого провідника, мм., по постійному струму для кіл живлення і заземлення:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} * t} = \frac{1A}{48 \frac{A}{\text{мм}^2} * 0,035\text{м}} = 0,6\text{мм} \quad (1.3)$$

де  $I_{\max}$ - допустима густина струму, який протікає в провідниках.

Визначається із аналізу принципової схеми,  $I_{\max} = 1A$ ;

Ідоп – допустима густина струму, вибирається в залежності від методу виготовлення плати  $j_{\text{доп}} = 48A/\text{мм}^2$ ,  $t$  – товщина провідника,  $35\text{мкм} = 0,035\text{м}$

Визначаємо мінімальну ширину провідника, мм., виходячи з допустимого падіння напруги на ньому:

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом.мм}^2}{\text{м}} * 1A * 0,4\text{м}}{0,5V * 0,035\text{м}} = 0,6\text{мм} \quad (1.4)$$

де  $\rho = 0,0175 \text{ Ом} * \text{мм}^2 / \text{м}$  – питомий об'ємний опір,

$L = 0,4\text{м}$  – довжина провідника,

$U_{\text{доп}} = 0,5V$  – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів  $d$ :

$$d = d_E + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r \quad (1.5)$$

де  $d_E$  – максимальний діаметр виводу встановленого ЕРЕ (діаметр вивода ЕРЕ.)

$\Delta d_{\text{н.в.}}$  – нижнє граничне відхилення від номінального діаметру монтажного отвору (0,1 для всіх)

$r$  – різниця між мінімальним діаметром отвору і максимальним діаметром вивода ЕРЕ, її вибирають в межах 0,1...0,4мм. Розрахункові значення  $d$  зводяться до нормалізованого ряду отворів: 1,1; 1,3; 1,5 мм.

$d_{E1} = 0,7$ -для мікросхем;

$d_{E2} = 0,9$ - для конденсаторів, резисторів, діодів, транзисторів.

$d_{E3} = 1,1$  -для підпаювання провідників та підстроювальних резисторів.

$$d = d_{E2} + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r = 0,7 + |\pm 0,1| + 0,4 = 1,1 \text{ мм}$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

СВБ 2.010.001 ПЗ

$$d = d_{E2} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,9 + /_{\pm 0,1} + 0,4 = 1,3 \text{ мм}$$

$$d = d_{E3} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 1,1 + /_{\pm 0,1} + 0,4 = 1,5 \text{ мм}$$

Приймаємо такі стандартні діаметри отворів; 1,1; 1,3; 1,5.

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (1.6)$$

де  $h\phi$  – товщина фольги;

$D_{1\min}$  – мінімальний ефективний діаметр площадки.

$$D_{1\min} = 2 \left( b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (1.7)$$

де  $b_m$  – відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площадки.

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

де  $\delta_d$  і  $\delta_p$  - допуски на розташування отворів і контактних площадок;

$$\delta_d = 0,25 \text{ мм, } \delta_p = 0,4 \text{ мм;}$$

$d_{\max}$  - максимальний діаметр просвердленого отвору, мм.

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

де  $\Delta d$  - допуск на отвір.

$$d_{\max 1} = 1,1 + 0,1 + 0,1 = 1,3 \text{ мм}$$

$$d_{\max 2} = 1,3 + 0,1 + 0,1 = 1,5 \text{ мм}$$

$$d_{\max 3} = 1,5 + 0,1 + 0,1 = 1,7 \text{ мм}$$

$$D_{1\min 1} = 2 \left( 0,06 + \frac{1,3}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 2,72 \text{ мм}$$

$$D_{1\min 2} = 2 \left( 0,06 + \frac{1,5}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 2,92 \text{ мм}$$

$$D_{1\min 3} = 2 \left( 0,06 + \frac{1,7}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 3,12 \text{ мм}$$

$$D_{\min 1} = 2,92 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 2,8 \text{ мм}$$

$$D_{\min 2} = 2,92 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 3 \text{ мм}$$

$$D_{\min 3} = 3,12 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 3,2 \text{ мм}$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СВБ 2.010.001 ПЗ					

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{max} = D_{min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (1.8)$$

$$D_{max1} = 2,82 + 0,02 = 2,82 \text{ мм}$$

$$D_{max2} = 3 + 0,02 = 3,02 \text{ мм}$$

$$D_{max3} = 3,2 + 0,02 = 3,22 \text{ мм}$$

Визначаємо ширину провідників. Мінімальна ширина провідників для ДДП і зовнішніх шарів БДП, які виготовлені комбінованим методом:

$$b_{min} = b_{1min} + 1.5h\phi + 0,03 \quad (1.9)$$

де  $b_{1min}$  - мінімальна ефективна ширина провідника, мм.

$b_{1min} = 0,15$  мм для плат 4- го класу точності.

$$b_{min} = 0,15 + 1.5 * 0,035 + 0,03 = 0,23 \text{ мм}$$

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

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

$$S_{1min1} = 2,5 - \left[ \left( \frac{2,82}{2} + 0,4 \right) + \left( \frac{1,3}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,01 \text{ мм}$$

$$S_{1min2} = 2,5 - \left[ \left( \frac{3,02}{2} + 0,4 \right) + \left( \frac{1,5}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,21 \text{ мм}$$

$$S_{1min3} = 2,5 - \left[ \left( \frac{3,22}{2} + 0,4 \right) + \left( \frac{1,7}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,5 \text{ мм}$$

де  $L_0$  – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

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

$$S_{2min1} = 2,5 - (2,82 + 2 \cdot 0,4) = -1,12 \text{ мм}$$

$$S_{2min2} = 2,5 - (3,02 + 2 \cdot 0,4) = -1,32 \text{ мм}$$

$$S_{2min3} = 2,5 - (3,22 + 2 \cdot 0,4) = -1,52 \text{ мм}$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta 1) \quad (1.12)$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

СВБ 2.010.001 ПЗ





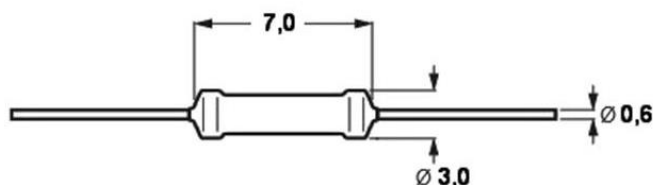


Рисунок 1.6- Габаритні розміри резисторів MFP-"Yageo"

Таблиця 1.3- Резистори 3329Н [4]

Позиційне позначення	R13, R23
Назва компонента	Резистори 3329Н
Виробник	Yageo
Критерії вибору	використовуються для регулювання напруги.
Параметри конструкції	див. рисунок 1.7
Параметри та характеристики	
номінальний опір	5,7кОм, 100Ом, 1мОм
відхилення опору від номінального значення	±20%
тип потенціометра	однооборотний
максимальна робоча напруга	150В
кут повороту	300±5°

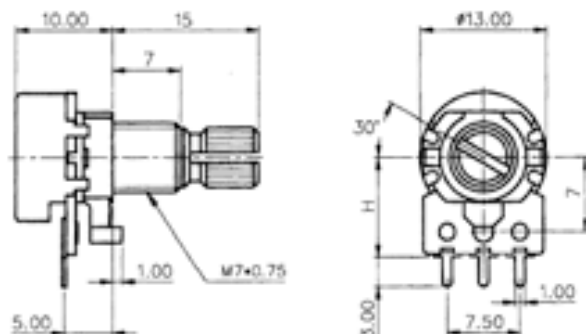


Рисунок 1.7 – Габаритні розміри змінного резистора 3329Н

Таблиця 1.4- Світлодіод L-1503GT [5]

Позиційне позначення	HL1-HL4
Назва компонента	Світлодіод L-1503GT
Виробник	Yageo
Критерії вибору	для сигналізування про розрядку/зарядку батарей
Параметри конструкції	див. рисунок 1.8
Параметри та характеристики	
пряма напруга	1,9В
прямий струм	30мА
кут випромінювання	180°
колір свічення	червоний
довжина хвилі	660нм

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СВБ 2.010.001 ПЗ

Арк.



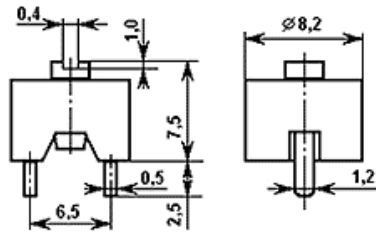


Рисунок 1.10 – Габаритні розміри конденсатора Z03Z100F169

Таблиця 1.7- Кварцевий резонатор КХ-ЗНТ [7]

Позиційне позначення	C18
Назва компонента	Конденсатор TZ03Z100F16
Виробник	Ерсос
Критерії вибору	для стабілізації і виділення електричних коливань певної частоти або смуги частот.
Параметри конструкції	див. рисунок 1.11
Параметри та характеристики	
Резонансна частота	8.00 МГц
Точність настройки dF/Fx	10-6 30
Нагрузочная ємність	32пФ
Робоча температура	20 ... +70С
Корпус	НС-49U

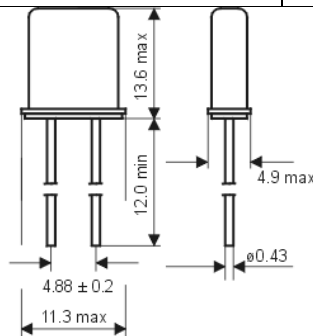


Рисунок 1.11 –Габаритні розміри кварцового резонатора КХ-ЗНТ-8 МГц

Таблиця 1.8- Діод 1N4148 [8]

Позиційне позначення	VD1-VD6
Назва компонента	Діод 1N4148
Виробник	NXP
Критерії вибору	Використовується як шунтуючий діод
Параметри конструкції	див. рисунок 1.12
Параметри та характеристики	
Напруга стабілізації	3.3В
Макс. відхилення напруги	5%
Номінальний струм стабілізації	76 мА
потужність, що розсіюється	1 Вт
Корпус	DO-41

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СВБ 2.010.001 ПЗ					





40-pin plastic DIP  
(DIP-40P-M02)

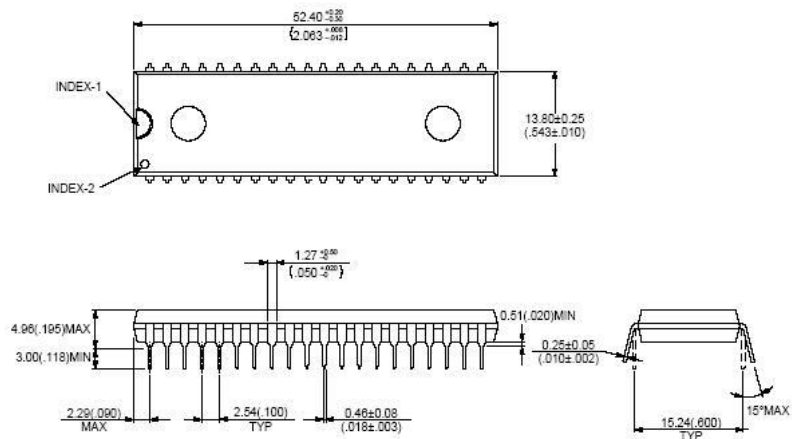


Рисунок 1.14-Габаритні розміри мікросхеми АТmega8515-16PU

Таблиця 1.11- Мікросхема SN74HC14N [11]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхема SN74HC14N
Виробник	Texas Instruments
Вибір	шість незалежних інвертуючих тригерів Шмітта
Параметри конструкції	див. рисунок 1.15
Параметри та характеристики	
Тип логических елемента	ні
Напруга живлення	2 ... 6В
Максимальний вихідний струм	5.2мА
Максимальний час затримки при Max V і CL	21нс
Робоча температура	-45 ... + 85° C
Корпус	dip-14 (7.62мм)

14-pin plastic DIP  
(DIP-14P-M02)

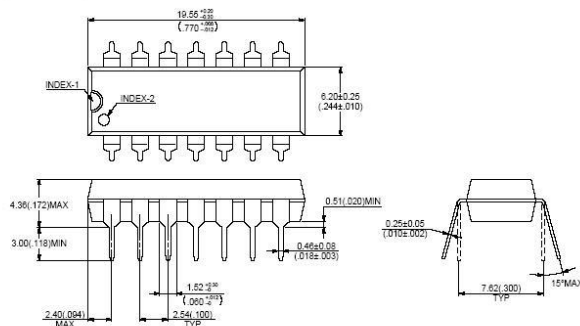


Рисунок 1.15-Габаритні розміри мікросхеми SN74HC14N

Таблиця 1.12- Мікросхема SN74LS93N [12]

Позиційне позначення	DD4
Назва компонента	Мікросхема SN74LS93N
Виробник	Texas Instruments
Вибір	Двійковий лічильник
Параметри конструкції	див. рисунок 1.16
Параметри та характеристики	
Час затримки	10 нс
потужність споживання	2 мВт
4-розрядний	двійковий лічильник;
Корпус	DIP14

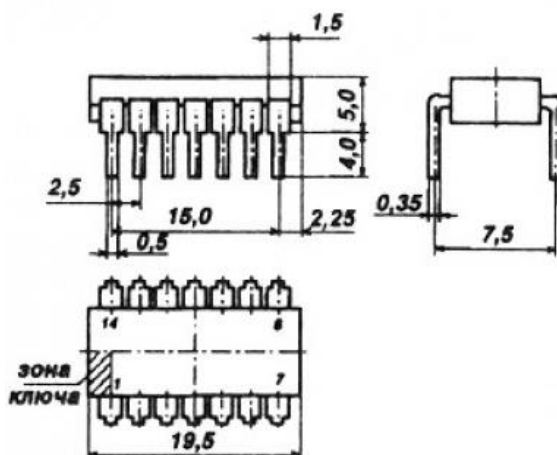


Рисунок 1.16-Габаритні розміри мікросхеми SN74LS93N

Таблиця 1.13- Транзистор 2SC39023N [12]

Позиційне позначення	VT2,VT3
Назва компонента	Транзистор 2SC39023N
Виробник	INCHANGE
Параметри конструкції	див. рисунок 1.17
Параметри та характеристики	
Полярність	NPN
Максимальна потужність, що розсіюється	10 W
Максимально допустима напруга колектор-база	180 V
Максимально допустима напруга емітер-база	6 V
Максимально постійний струм колектора	1.5 A
Гранична температура PN-переходу	125 ° C
Гранична частота коефіцієнта передачі струму	120 MHz
Статичний коефіцієнт передачі струму	140
Корпус транзистора	TO12

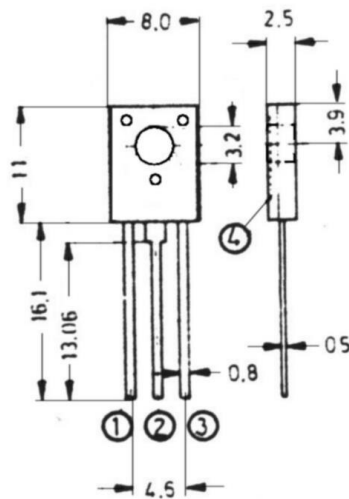


Рисунок 1.17-Габаритні розміри транзистора 2SC3902

Таблиця 1.15- Транзистор ZVN2120 [12]

Позиційне позначення	VT4
Назва компонента	Транзистор ZVN2120
Виробник	Infineon
Вибір	кремнієві епітаксійних-планарні польові з ізольованим затвором, збагаченням n-каналу
Параметри конструкції	див. рисунок 1.18
Параметри та характеристики	
Полярність:	NPN
Максимальна потужність, що розсіюється	0.7 W
Гранично допустима напруга стік-витік	200 V
Гранично допустима напруга затвор-витік	20 V
Максимально допустимий постійний струм стоку	0.18 A
Максимальна температура каналу	150 °
Вихідна ємність	85 pf
Опір стік-витік відкритого транзистора	10 Ohm
Тип корпусу	ELine

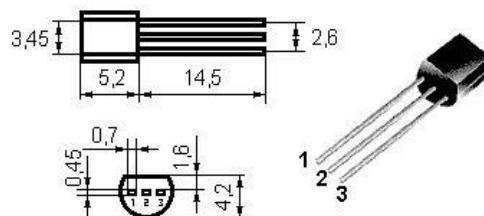


Рисунок 1.18-Габаритні розміри транзистора ZVN2120



При проектуванні пристрою RT слід вживати всіх можливих заходів, щоб полегшити виготовлення та обслуговування пристрою. Ці вимоги враховуються насамперед тим, що вибір конструкції вузла чи агрегату забезпечує високий рівень обслуговування та взаємозамінність у конструкції.

Велике значення через високу функціональну складність обладнання має вимога до зменшення маси та габаритів сучасних ЕА, особливо спеціальних. Однак можливість зменшення розмірів конструкції тісно пов'язана з розглянутими вимогами до планування.

### 1.7 Собівартість розробленого пристрою

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

1 ) Витрати матеріалів (покупних виробів) на одиницю продукції визначають за формулою:

$$V_m = \sum_{i=1}^m (H_{mi} \times C_{mi}) \times K_{тр} \quad (1.13)$$

$$V_m = 416,8 \times 1,04 = 433,5 \text{ (грн.)}$$

де  $t$  — кількість видів матеріалів, які використовують для виробництва одиниці продукції;

$H_{mi}$  — норма витрат  $i$ -го виду матеріалу (покупних виробів) на виробництво одиниці продукції, натур. од.;

$C_{mi}$  — ціна придбання  $i$ -го виду матеріалу (покупних виробів), грн. од.;

$K_{тр}$  - коефіцієнт, що враховує транспортні витрати на доставку матеріалів до підприємства (для розрахунку приймається в розмірі 4 % від вартості матеріалів:  $K_{тр}=1.04$ ).

Розрахунки слід звести в табл.3.2

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

СВБ 2.010.001 ПЗ

Таблиця 1.15- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	2	20	40
2	Кришка нижня	1	30	30
3	Кришка верхня	1	30	30
4	Мікросхеми	4	30	120
5	Діоди	6	0,5	3
6	Конденсатори електролітичні	2	3	6
7	Конденсатори керамічні	19	0,5	9,5
8	Резистори постійні	21	0,3	6,3
9	Резистори підстроювальні	2	5	10
10	Світлодіоди	4	5	20
11	Щупи	2	10	20
12	Гніздо	1	5	5
13	Резонатор кварцовий	1	5	5
14	Трнзистори	4	3	12
15	Індикатор	1	75	75
16	Кнопки	5	5	25
				416,8

2) Вартість технологічної енергії враховується при розрахунку витрат на утримання та експлуатацію машин і механізмів згідно статистичних даних базового підприємства (див. п.6).

3) Витрати на основну заробітну плату виробничих працівників ( $V_{o.z.pll.}$ ): для розрахунку заробітної плати працівників визначають відрядну розцінку за кожну операцію (одиницю роботи чи продукції), виконану працівником, за формулою:

$$P_{vid} = \frac{\sum_{i=1}^m T_{шт.i}}{60} \times C_2, \quad (1.14)$$

$$P_{vid} = \frac{39}{60} \times 115 = 74,8(грн)$$

де  $t_{шт.i}$  – час виконання однієї операції (одиниці роботи чи продукції);

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СВБ 2.010.001 ПЗ				









1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$\Pi_p = (\text{Цод}_{\text{пр.}} - S_{\text{пов.}}) \times N_p, \quad (1.21)$$

$$\Pi_p = (770,1 - 626,1) \times 7500 = 1080023 \text{ (грн.)}$$

де  $\Pi_p$  - річний прибуток від реалізації проекту, грн.;

$\text{Цод}_{\text{пр.}}$  - ціна одиниці продукції, грн.;

$S_{\text{пов.}}$  - собівартість одиниці продукції, грн.;

$N_p$  - річна виробнича програма (план виробництва), од.

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$\text{ЧП} = \Pi_p - \Pi_p \times \frac{\Pi_{\text{п}}}{100}, \quad (1.22)$$

$$\text{ЧП} = 1080023 - 1080023 \times \frac{18}{100} = 885619 \text{ (грн.)}$$

де ЧП - чистий прибуток від реалізації проекту, грн.;

$\Pi_{\text{п}}$  - ставка податку на прибуток, % (приймається відповідно до чинного законодавства – 18%).

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

$$S_{\text{повв}} = S_{\text{пов}} \times N_p \quad (1.23)$$

$$S_{\text{повв}} = 626,1 \times 7500 = 4695750 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

$$R_{\text{п}} = \frac{\text{ЧП}}{S_{\text{повв}}} \times 100\% \quad (1.24)$$

$$R_{\text{п}} = \frac{885619}{4695750} \times 100\% = 18,9 \%$$

де  $R_{\text{п}}$  - рентабельність продукції, %;

$S_{\text{повв}}$  - собівартість всього виробництва, грн.

Повернення інвестованого капіталу оцінюється на основі показника грошового потоку від інвестицій.

5) Сума чистих грошових надходжень від інвестицій розраховується за формулою:

$$\text{ГП} = \text{ЧП}_t + A_t, \quad (1.25)$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

СВБ 2.010.001 ПЗ









## РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 2.1 Обґрунтування використання та вибору САПР для проектування

Згідно завдання необхідно описати послідовність створення створення друкованої плати в програмі Altium Designer.

Таблиця 2.1 – Послідовність створення друкованої плати

Дія	Опис
1. Створення файлу друкованої плати	<p>Створити новий документ друкованої плати. Для цього у вікні панелі Projects виділити правою кнопкою миші ярлик з назвою проекту і вибрати у контекстному меню Add New to Project → PCB (Рисунок 2.1).</p> <p>Після цього в дереві проекту повинен з'явитись ярлик документу друкованої плати із розширенням *.PcbDoc (Рисунок 2.2).</p>
2. Налаштування параметрів друкованої плати	<p>Відкрити вікно властивостей плати, для чого натиснути праву кнопку миші на вільному полі документу і в контекстному меню вибрати Options→Board Options (Рисунок 2.3).</p> <p>Встановити в полі Unit метричні одиниці вимірювання (Metric) (Рисунок 2.4).</p> <p>Клавішею G викликати меню вибору кроку координатної сітки і встановити значення 2,5 мм (Рисунок 2.5).</p> <p>Після цього на робочому екрані має з'явитись координатна сітка з кроком 2,5 мм (Рисунок 2.6).</p>
3. Перенесення інформації про елементи та електричні зв'язки між ними з файлу електричної схеми до файлу друкованої плати	<p>Перейти до вікна електричної принципової схеми, щоб вибрати потрібну вкладку серед відкритих документів у верхній частині вікна. Перенести дані з електричної принципової схеми до друкованої плати, виконавши команду Design→Update PCB Document (Рисунок 2.7). У вікні Engineering Change Order, що з'явиться, послідовно натиснути кнопки Validate Changes (перевірити зміни) та Execute Changes (виконати зміни) (Рисунок 2.8). Після чого закрити вікно кнопкою Close.</p> <p>Після імпорту даних на вільному місці у вікні документу друкованої плати повинні з'явитись посадочні місця компонентів та лінії електричних зв'язків між ними (Рисунок 2.9).</p>















Class	Document	Source	Message	Time	Date	N.
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Completed Fan out to Plane in 0 Seconds	18:48:38	09.02.20...	4
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Starting Memory	18:48:38	09.02.20...	5
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Completed Memory in 0 Seconds	18:48:38	09.02.20...	6
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Starting Layer Patterns	18:48:38	09.02.20...	7
Ro...	PCB1.PcbD...	Situs	100 of 164 connections routed (60.98%) in 1 S...	18:48:39	09.02.20...	8
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Completed Layer Patterns in 1 Second	18:48:39	09.02.20...	9
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Starting Main	18:48:39	09.02.20...	10
Ro...	PCB1.PcbD...	Situs	163 of 164 connections routed (99.39%) in 8 S...	18:48:45	09.02.20...	11
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Completed Main in 6 Seconds	18:48:46	09.02.20...	12
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Starting Completion	18:48:46	09.02.20...	13
Ro...	PCB1.PcbD...	Situs	163 of 164 connections routed (99.39%) in 11 ...	18:48:48	09.02.20...	14
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Completed Completion in 3 Seconds	18:48:49	09.02.20...	15
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Starting Straighten	18:48:49	09.02.20...	16
Ro...	PCB1.PcbD...	Situs	164 of 164 connections routed (100.00%) in 1 ...	18:48:50	09.02.20...	17
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Completed Straighten in 1 Second	18:48:51	09.02.20...	18
Ro...	PCB1.PcbD...	Situs	164 of 164 connections routed (100.00%) in 1 ...	18:48:51	09.02.20...	19
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Routing finished with 0 contentions(s). Failed t...	18:48:51	09.02.20...	20

Рисунок 2.13 – Вікно проведення трасування

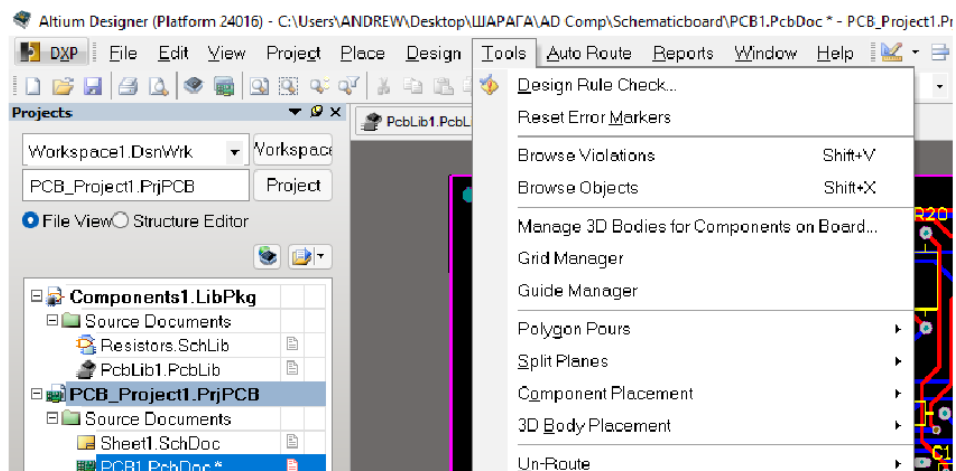


Рисунок 2.14 – Меню Tools команда для перевірки правил проектування Design Rule Check

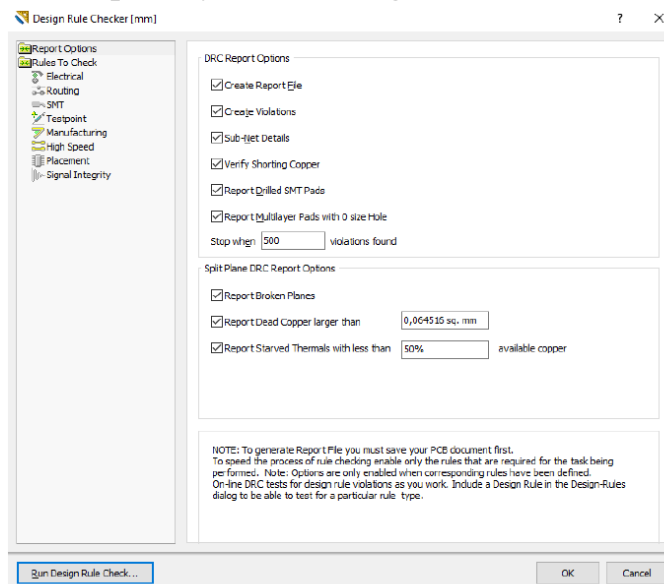


Рисунок 2.15 – Вікно перевірки правил проектування









За природно-економічною класифікацією ресурси поділяються на ті, які використовуються в матеріальному виробництві, і ті, що використовуються в невиробничій сфері.

За іншою класифікацією природні ресурси поділяються на невичерпні і вичерпні, а останні на відновлювальні, важковідновлювальні та невідновлювальні.

Відновлюваними вважають біологічні ресурси, атмосферне повітря, поверхневі води. До важковідновлюваних можна віднести ґрунти, підземні води, деякі гірські породи, природні ландшафти. Практично невідновлювальними є переважна більшість корисних копалин та види організмів, що вже зникли на Землі.

Загальна характеристика впливу людини на природні ресурси: а) наслідки впливу на атмосферу шляхом забруднення:

- парниковий ефект – глобальне потепління клімату за рахунок збільшення вмісту вуглекислого газу в повітрі;
- утворення озонових дір;
- зменшення прозорості атмосфери та збільшення хмарності;
- смог тобто димні тумани, які виникають внаслідок хімічних реакцій в повітрі при його забрудненні великою кількістю пилу та газів;
- кислотні дощі, які утворюються при викиданні в повітря сірчистих сполук і оксидів азоту;
- корозія металевих конструкцій;
- порушення фотозахисту рослин.

б) наслідки впливу на водні ресурси шляхом їх забруднення:

- зменшення кількості якісної, чистої прісної води;
- порушення життєдіяльності живих організмів водою;
- вимирання окремих видів організмів (жаб, комах, риб);
- порушення ланцюгів живлення у біоценозах (історично складена сукупність тварин і рослин, що населяють територію з більш-менш однаковими умовами існування).

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

СВБ 2.010.001 ПЗ

в) наслідки впливу на ґрунтшляхом його забруднення:

- зменшення території, що вкрита рослинністю;
- зменшення площі лісів;
- зниження родючості ґрунтів та опустелювання, пилові бурі, селі;
- погіршення умов росту та розвитку рослинного світу;
- міграція небезпечних речовин в гідросферу;
- накопичення небезпечних речовин в біологічних ланцюгах

живлення.

г) вплив діяльності людини на корисні копалини.

Корисні копалини– це мінеральні ресурси, які залягають у літосфері.

Корисні копалини поділяються на такі групи:

1. Енергоносії – вугілля, нафта, природний газ, горючі сланці, уран, торій. 2. Рудні – руди чорних, кольорових та благородних металів. 3. Гірничо-хімічні – апатити, харчова сіль, карбонати, сульфати кальцію. 4. Механічні неметалорудні – алмаз, корунд та інші. 5. Будівельні – гіпс, пісчаники, будівельний камінь. 6. Гідромінеральні – підземні води.

Ситуація з деякими видами корисних копалин близька до критичної. За прогнозами, алюмінію вистачить на 570 років, заліза на 250 років, цинку на 19 років, олова на 35 років. При теперішніх темпах споживання вугілля, нафти, газу людству може вистачити на 150 років.

Результатом споживання значної кількості природних ресурсів є збільшення забрудненості всіх складових біосфери.

### 3.2 Особливості заходів електробезпеки на підприємствах

Виділяють три системи засобів і заходів забезпечення електробезпеки:

- система технічних засобів і заходів;
- система електрозахисних засобів;
- система організаційно-технічних заходів і засобів.

Система технічних засобів і заходів електробезпеки

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

СВБ 2.010.001 ПЗ

Технічні засоби і заходи з електробезпеки реалізуються в конструкції електроустановок при їх розробці, виготовленні і монтажі відповідно до чинних нормативів. За своїми функціями технічні засоби і заходи забезпечення електробезпеки поділяються на дві групи:

- технічні заходи і засоби забезпечення електробезпеки при нормальному режимі роботи електроустановок;
- технічні заходи і засоби забезпечення електробезпеки при аварійних режимах роботи електроустановок.

Основні технічні засоби і заходи забезпечення електробезпеки при нормальному режимі роботи електроустановок включають:

- ізоляцію струмовідних частин;
- недоступність струмовідних частин;
- блоківки безпеки;
- засоби орієнтації в електроустановках;
- виконання електроустановок, ізольованих від землі;
- захисне розділення електричних мереж;
- компенсацію ємнісних струмів замикання на землю;
- вирівнювання потенціалів.

Із метою підвищення рівня безпеки, залежно від призначення, умов експлуатації і конструкції, в електроустановках застосовується одночасно більшість з перерахованих технічних засобів і заходів.

Ізоляція струмовідних частин. Забезпечує технічну працездатність електроустановок, зменшує вірогідність потраплянь людини під напругу, замикань на землю і на корпус електроустановок, зменшує струм через людину при доторканні до неізольованих струмовідних частин в електроустановках, що живляться від ізольованої від землі мережі за умови відсутності фаз із пошкодженою ізоляцією. ГОСТ 12.1.009-76 розрізняє ізоляцію:

					<i>СВБ 2.010.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- робочу — забезпечує нормальну роботу електроустановок і захист від ураження електричним струмом;
- додаткову — забезпечує захист від ураження електричним струмом на випадок пошкодження робочої ізоляції;
- подвійну — складається з робочої і додаткової;
- підсилену — поліпшена робоча ізоляція, яка забезпечує такий рівень захисту як і подвійна.

### Висновок до розділу 3

В розділі описано про вплив діяльності людини на довкілля, а також питання особливості заходів електробезпеки на підприємствах.

					<i>СВБ 2.010.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



10. Транзистор BF256B [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.chipdip.ru/product/irl640>(дата звернення 15.02.2022).

11. Транзистор IRL640PBF [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.radiolibrary.ru/reference/transistor-imp/2sc2001.html>(дата звернення 15.02.2022).

12. Транзистор 2SC2001 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://eandc.ru/catalog/detail.php?ID=3928>(дата звернення 15.02.2022).

13. Мікросхема PIC16F628A-I/P [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://blackchip.com.ua/mikroskhemi/mikroskhema-sn74hc138n/>(дата звернення 15.02.2022).

14. Програма для розробки схем “Altium Designer” [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>

15. Програма для розробки корпусу “Компас 3D” [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>

16. Програма для розробки схем “Altium Designer” [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>


17. Режим доступу: <http://www.makeshema.ru/85-shema-kodovogo-zamka.html> (дата звернення 15.02.2022).

					<i>СВБ 2.010.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

***ДОДАТКИ***

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри РТ  
 к.т.н. Дунець В.Л.  
\_\_\_\_\_ 2022 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ  
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «Електронний годинник з додатковими опціями»

Узгоджено:

Керівник дипломного проекту

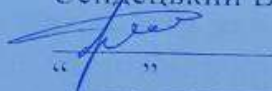
Химич Г.П.

“ ” \_\_\_\_\_ 2022р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”

Студент групи РАс-41

Сендецький В. Б.

  
“ ” \_\_\_\_\_ 2022р.

Тернопіль, 2022



# 1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: "Універсальний частотомір з економним індикатором"

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи № 4/7-445 від "27" травня 2022р.

## 2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Сендецький Владислав Богданович

Метою кваліфікаційної роботи є розробка універсального частотоміра з економним індикатором, що включає в себе:

- розробку схемотехнічного рішення для даного частотоміра;
- вибір компонентної бази розроблювального універсального частотоміра;
- розрахунок і вибір компонентів для універсального частотоміра;

## 4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1. Універсальний частотомір повинен бути розрахований на живлення від джерела живлення постійної напруги +5В.

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

4.1.3. Похибка вихідної індикації не повинна бути більше  $\pm 0,01\%$ .

4.2. Технічні вимоги

4.2.1. Універсальний частотомір повинен відповідати вимогам стандарту, а також технічній документації на універсальний частотомір конкретного типу, затвердженій в установленому порядку.

4.2.2. Універсальний частотомір повинен забезпечувати задану точність показів індикатору та стабільність при зміні температури середовища.

4.2.3. Універсальний частотомір повинен забезпечувати безперервну роботу протягом 8 годин при номінальному струмі навантаження і номінальній нарузі джерела живлення, при нормальних кліматичних умовах.

4.2.4. Всі елементи електронного годинника повинні бути захищені від струмів короткого замикання.

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

4.2.6. За механічними і кліматичними умовами експлуатаційні універсальний частотомір повинен відповідати ГОСТ 22261 (група 4).

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

4.2.7. У комплект терморегулятора повинно входити: вимірювальна



частина, живлення +5В, вхідний формувач імпульсів, логічний інвертор, дешифратор, двійковий лічильник. До комплекту докладають паспорт.

4.2.8. Напрацювання на відмову повинне бути не менше 32800 год.

4.2.9. Час відновлення після ремонту повинен бути не більше 3 год.

4.2.10. Середній термін служби повинен бути не менше 5 років.

Випробування на термін служби не проводять.

4.3. Правила приймання.

4.3.1. Універсальний частотомір повинен піддаватися приймально-здавальним та періодичним випробуванням.

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

4.3.3. Періодичним випробуванням піддають не менше п'ятьох універсальних частотомірів, 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 універсальних частотомірів. Якщо при повторних періодичних випробуваннях виявлено невідповідність хоча б одного виробу вимогам цього стандарту, приймання і відвантаження універсальних частотомірів припиняють. Рішення про подальше виготовлення виробів та їх приймання беруть замовник та підприємство-виробник.

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

- приймальний рівень  $R\alpha = 0.90$ ;
- бракувальний рівень  $R\mu = 0.72$ ;
- ризик виробника  $\alpha = 0.15$ ;
- ризик споживача  $\beta = 0.22$ .

## 5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ССКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації повинен складатися з:

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

## 6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи, техніко-економічний аналіз	
3	Розробка структурної та функціональної схеми	
4	Розрахунок основних вузлів живлення +5В, вимірювальної частини, вхідного формувача імпульсів, логічного інвертора, дешифратора, двійкового лічильника.	
5	Вибір компонентної бази для розроблюваного універсального частотоміра;	
6	Компоновка друкованого вузла	
7	Створення допоміжної документації	
8	Спеціальна частина	
9	Розділ охорони праці та безпеки життєдіяльності	
10	Нормоконтроль	
11	Попередній захист кваліфікаційної роботи (КР)	07.06.22
12	Захист КР	22.06.22

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

## 7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

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



Перв. примен.	Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание					
	Справ. №	Конденсатори							
C1		b37979-0,1 мкФ ±5% "Epcos"	1						
C2		b37979-150 пФ ±5% "Epcos"	1						
C3, C4		b37979-0,1 мкФ ±5% "Epcos"	2						
C5		b37979-100 пФ ±5% "Epcos"	1						
C6, C8		b37979-0,1 мкФ ±5% "Epcos"	2						
C9..C12		b37979-0,068 мкФ ±5% "Epcos"	4						
C13		b41828-16 В-10 мкФ ±10% "Epcos"	1						
C14		b41828-16 В-47 мкФ ±10% "Epcos"	1						
C15, C16		b37979-4,7 мкФ ±5% "Epcos"	2						
C17		b37979-100 пФ ±5% "Epcos"	1						
C18		TZ03Z100F169-5-10 пФ ±10% "Epcos"	1						
C19		b37979-10 пФ ±5% "Epcos"	1						
C20		b37979-150 пФ ±5% "Epcos"	1						
C21		b37979-15 пФ ±5% "Epcos"	1						
Подп. и дата		Мікросхеми							
		Инв. № дубл.	DD1	ATmega8515-16PU "Atmel"	1				
			DD2	SN74HC14N "Texas Instruments"	1				
			DD3	SN74ALS08N "Texas Instruments"	1				
			DD4	SN74LS93N "Texas Instruments"	1				
Взам. инв. №		HG1	Індикатор AC162AYLY-75H "Ampire"	1					
	Подп. и дата	HL1..HL4	Світлодіод L-1503GT "Kingbright"	4					
<b>СВБ 2.010.001 ПЕЗ</b>									
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Частотомір з рідкокристалічним індикатором Перелік елементів	Лит.	Лист	Листов
	Разраб.	Сендецький					н	1	3
	Проб.	Химич					ТНТУ, ФПТ, каф. РТ		
	Н.контр.						гр.РАС-41		
Утв.						Формат А4			

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Резисторы</i>			
R1	MFP-0,25-20 кОм ±10% "Yageo"	1	
R2..R5	MFP-0,25-4,7 кОм ±10% "Yageo"	4	
R6	MFP-0,25-1,3 МОм ±10% "Yageo"	1	
R7	MFP-0,25-820 кОм ±10% "Yageo"	1	
R8	MFP-0,25-220 Ом ±10% "Yageo"	1	
R9	MFP-0,25-10 кОм ±10% "Yageo"	1	
R10	MFP-0,25-1 кОм ±10% "Yageo"	1	
R11	MFP-0,25-150 Ом ±10% "Yageo"	1	
R12	MFP-0,25-100 Ом ±10% "Yageo"	1	
R13	3329H-1-47 кОм "Bourns"	1	
R14	MFP-0,25-56 кОм ±10% "Yageo"	1	
R15	MFP-0,25-360 Ом ±10% "Yageo"	1	
R16	MFP-0,25-33 Ом ±10% "Yageo"	1	
R17	MFP-0,25-10 кОм ±10% "Yageo"	1	
R18..R21	MFP-0,25-2,2 кОм ±10% "Yageo"	4	
R22	MFP-0,5-33 Ом ±10% "Yageo"	1	
R23	3329H-1-10 кОм "Bourns"	1	
<i>Транзисторы</i>			
SB1..SB4	Кнопка KLS7-TS6601-13.0-180 "KLS"	4	
VD1..VD6	Діод 1N4148 "NXP"	6	
VT1	BSS129 "Infineon"	1	
VT2, VT3	2SC3902 "INCHANGE "	2	
VT4	ZVN2120 "Infineon"	1	
XS1	Разем 150-010 "Multicomp"	1	
XS2	Гніздо живлення DS-207 "Dragon City Industries"	1	

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**СВБ 2.010.001 ПЕЗ**

Лист

2





Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A4			СВБ 2.010.001 ПЕЗ	Перелік елементів		
A1			СВБ 2.010.001 ЕЗ	Схема електрична принципова		
A1			СВБ 2.010.001 СК	Вузол друкований		
<u>Деталі</u>						
A1	1		СВБ 2.010.001	Плата друкована	1	
БК	2		СВБ 2.010.001.001	Перемичка	4	
<u>Інші вироби</u>						
<u>Конденсатори</u>						
	5			b37979-10 нФ ±5% "Epcos"	1	С19
	6			b37979-15 нФ ±5% "Epcos"	1	С21
	7			b37979-100 нФ ±5% "Epcos"	2	С5, С17
	8			b37979-150 нФ ±5% "Epcos"	2	С2, С20
	9			b37979-0,068 мкФ ±5% "Epcos"	4	С9..С12
	10			b37979-0,1 мкФ ±5% "Epcos"	5	С13, С4, С6, С8
	11			b37979-4,7 мкФ ±5% "Epcos"	2	С15, С16
	12			b41828-16 В-10 мкФ ±10% "Epcos"	1	С13
	13			b41828-16 В-47 мкФ ±10% "Epcos"	1	С14
	14			TZ03Z100F169-5-10 нФ ±10% "Epcos"	1	С18
<u>Мікросхеми</u>						
<b>СВБ 2.010.001 СК</b>						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Сендецький			Лит.	Лист
Проб.		Химич			Н	1
Н.контр.						2
Утв.					ТНТУ, ФПТ, каф. РТ гр.РАС-41	

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		16		ATmega8515-16PU "Atmel"	1	DD1
		17		SN74ALS08N "Texas Instruments"	1	DD3
		18		SN74HC14N "Texas Instruments"	1	DD2
		19		SN74LS93N "Texas Instruments"	1	DD4
		21		Індикатор АС162AYLY-75H "Ampire"	1	HG1
		23		Світлодіод L-1503GT "Kingbright"	4	HL1..HL4
			<i>Резистори</i>			
		25		MFP-0,25-33 Ом ±10% "Yageo"	2	R16, R22
		26		MFP-0,25-100 Ом ±10% "Yageo"	1	R12
		27		MFP-0,25-150 Ом ±10% "Yageo"	1	R11
		28		MFP-0,25-220 Ом ±10% "Yageo"	1	R8
		29		MFP-0,25-360 Ом ±10% "Yageo"	1	R15
		30		MFP-0,25-1 кОм ±10% "Yageo"	1	R10
		31		MFP-0,25-2,2 кОм ±10% "Yageo"	4	R18..R21
		32		MFP-0,25-4,7 кОм ±10% "Yageo"	4	R2..R5
		33		MFP-0,25-10 кОм ±10% "Yageo"	2	R9, R17
		34		3329H-1-10 кОм "Bourns"	1	R23
		35		MFP-0,25-20 кОм ±10% "Yageo"	1	R1
		36		3329H-1-4,7 кОм "Bourns"	1	R13
		37		MFP-0,25-56 кОм ±10% "Yageo"	1	R14
		38		MFP-0,25-820 кОм ±10% "Yageo"	1	R7
		39		MFP-0,25-1,3 МОм ±10% "Yageo"	1	R6
		41		Кнопка KLS7-TS6601-130-180 "KLS"	4	SB1..SB4
		43		Діод 1N4148 "NXP"	6	VD1..VD6
			<i>Транзистори</i>			
		45		BSS129 "Infineon"	1	VT1

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

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

**СВБ 2.010.001 СК**

Лист  
2

