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

Прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)
Радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр
(назва освітнього ступеня)

у: Індикатор вимірювання інтенсивності іонізуючого випромінювання

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи РАс-41
спеціальності
172 телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Чубара Р.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник (підпис) Химич Г.П.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль (підпис) Мормилова
(прізвище та ініціали)

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

Рецензент (підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль 2021

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

Факультет Прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Дунець В.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » червень 2021 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавра
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Чубарі Роману Олеговичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Індикатор вимірювання інтенсивності іонізуючого випромінювання

Керівник роботи ст. викл. Химич Григорій Петрович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «31» 05 2021 року 4/7-435
2. Термін подання студентом завершеної роботи 15 червня 2021р.
3. Вихідні дані до роботи Поріг сигналу тривоги - 75 мкР/год, реєстрація даних при перевищені порогу 50 мкР/год, лічильник Гейгера напруга 3,7В, струм споживання - 100 мА
4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Аналіз технічного завдання, аналіз структурної та принципової схеми, вибір та обґрунтування компонентної бази, підсилювач вимірювання інтенсивності іонізуючого випромінювання" опис технічних характеристик компонентуючих, висвітлення питань безпеки життєдіяльності.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
структурна схема мікроконтролер пам'яті EEPROM
схема електрична принципова,
креслення друкованої плати
креслення друкованого вузла

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдія-льності, основи охорони праці	Бурик О.Я. доцент	05.03.21	24.06.21

7. Дата видачі завдання 05.03.2021р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розробка та затвердження технічного завдання	06.03.21	
2	Аналіз технічного завдання	08.03.21	
3	Підбір бібліографічних матеріалів, аналіз	09.03.21	
4	Аналіз структурної та функціональної схеми.	16.03.21	
5	Розробка схеми електричної принципової індикатора вимірювання іонізуючого випромінювання	15.04.21	
6	Вибір компонентної бази	17.04.21	
7	Розробка друкованої плати	24.04.21	
8	Розробка друкованого вузла	26.04.21	
9	Спеціальна частина	27.04.21	
10	Розділ охорона праці та безпеки життєдіяльності	09.05.21	
11	Нормоконтроль	27.05.21	
12	Попередній захист КР	25.06.21	
13	Захист КР	25.06.21	

Студент _____ Чубара Р.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

АНОТАЦІЯ

Чубара Р.О. Розробка конструкції індикатора вимірювання інтенсивності іонізуючого випромінювання -Рукопис. Кваліфікаційна робота бакалавра, Тернопільський національний технічний університет університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАс-41,Тернопіль, 2021.

Ключові слова: ІНДИКАТОР, ВУЗОЛ ДРУКОВАНИЙ, СХЕМА, ПРИСТРІЙ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ, ТЕХНІЧНІ ПАРАМЕТРИ.

Темою кваліфікаційної роботи бакалавра є розробка конструкції індикатора вимірювання інтенсивності іонізуючого випромінювання. Розглянуто опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз, проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою, розрахунок електричних параметрів окремих каскадів, розрахунок параметрів друкованого монтажу, вибір і обґрунтування компонентної бази, компоновка друкованого вузла пристрою, собівартість розробленого пристрою.

SUMMARY

Chubara RO Development of the design of the indicator of measurement of intensity of ionizing radiation - Manuscript. Bachelor's thesis, Ternopil National Technical University, Ivan Pulyuy University, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, RA-41 group, Ternopil, 2021.

Key words: INDICATOR, PRINTED UNIT, SCHEME, DEVICE, OPERATION, TECHNICAL PARAMETERS.

The topic of the bachelor's qualification work is the development of the design of the indicator for measuring the intensity of ionizing radiation. The description of the principle of operation of the electrical schematic and its analysis, design and calculation of electrical schematics of the device, calculation of electrical parameters of individual stages, calculation of parameters of printed circuit board, selection and justification of component base, layout of printed unit, cost of the developed device.

ЗМІСТ

ВСТУП……

РОЗДІЛ 1 ОСНОВНА ЧАСТИНА ……..….....

1.1 Аналіз технічного завдання ……..…….....

1.2 Аналіз структурної схеми виробу …….....

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз……

1.4 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою……..

1.4.1 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів……...

1.4.2 Розрахунок параметрів друкованого монтажу……..

1.5 Вибір і обґрунтування компонентної бази……

1.6 Компоновка друкованого вузла пристрою…….....

1.7 Собівартість розробленого пристрою…….....

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА……

2.1 Обгрунтування використання та вибору САПР для проектування ……...

2.2 Опис створення конструктивну друкованої плати в САПР автоматизованого проектування …….

РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ …….…....

3.1 Шляхи збереження працездатності та підвищення продуктивності праці на виробництві……..

3.2 Правила техніки безпеки при експлуатації обладнання……..

3.3 Показники пожежо-вибухонебезпечності речовин та матеріалів..……

ВИСНОВКИ.....

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....

ДОДАТКИ……..

ВСТУП

Актуальність роботи. Технічний прогрес у всіх сферах передбачає якнайширше використання електронних пристроїв, які, перш за все, повинні надійно виконувати свої функції. Тому завдання підвищення надійності електронних пристроїв на сьогодні є однією з головних проблем сучасної електроніки. Ненадійність не тільки різко знижує ефективність використання електронних пристроїв, але і призводить до величезних економічних втрат, невиправданого збільшення експлуатаційних витрат і заважає подальшому використанню радіоелектроніки.

Ступінь наукової розробки. Пропонований пристрій має наступні характеристики:

- світлодіод (кількість спалахів), який показує рівень радіоактивного випромінювання безпосередньо в мкР / год;

- примусова сигналізація звуком і світлом (спалахи) записаних імпульсів джерела випромінювання (у звичайному режимі він відключається для економії заряду батареї та усунення подразнюючого психологічного впливу);

- автоматичне включення звукової та світлової сигналізації зареєстрованих імпульсів джерела випромінювання при перевищенні порогу 50 мкм / год;

- автоматична активація сигналу тривоги вище другого порогу 75 мкР / год;

- Значення першого та другого порогу, а також параметри, необхідні для роботи акумулятора, та конкретний тип лічильника Гейгера зберігаються в незалежній пам'яті мікроконтролера (EEPROM) і можуть бути легко змінені відповідно до індивідуальних вимог.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка індикатору вимірювання інтенсивності іонізуючого випромінювання на основі контролера пам'яті EEPROM, лічильника Гейгера, що включає в себе:

- розробку схемотехнічного рішення для даного пристрою;

- вибір компонентної бази індикатору вимірювання інтенсивності іонізуючого випромінювання;

- розрахунок, вибір компонентів для надійного оптимального функціонування приладу.

Об'єкт: розробка схеми електричної принципової та розводки плати пристрою.

Предмет: схема електрична принципова пристрою.

Практичне значення одержаних результатів. Запропонований пристрій має тривалий робочий час (більше місяця) без зарядки акумулятора, видає сигнал тривоги при перевищенні певного рівня радіоактивного випромінювання і відображає інтенсивність випромінювання безпосередньо в рентгенівському мікровипромінюванні на годину.

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз технічного завдання

Основні параметри.

- Світлодіодна (числом спалахів) індикація рівня радіоактивного випромінювання безпосередньо в мкР / год;

- Примусова звукова і світлова (спалахами) індикація реєстрованих імпульсів джерела випромінювання;

- Автоматичне включення звукової і світлової індикації реєстрованих імпульсів джерела випромінювання при перевищенні порога 50 мкР / год;

- Автоматичне включення сигналу тривоги при перевищенні другого

- Значення першого і другого порогів, параметри акумулятора і конкретного типу лічильника Гейгера зберігаються в незалежній пам'яті мікроконтролера (EEPROM).

- Напруга живлення - 3,7 В ;

- Показання індикатора - мкР / год;

- Час роботи з використовуваним літій-іонних акумуляторів ємністю 750 мА-ч більше 35 діб;

- Споживаний струм - 100 мА;

- Час накопичення імпульсів - 40 с;

- Споживаний струм при роботі в умовах природного радіоактивного фону - менш 1 мА (фактично виміряний - 0,86 мА), час роботи з використовуваним літій-іонних акумулятором ємністю 750 мА-ч - більше 35 діб;

Технічні вимоги.

- Пристрій повинен бути захищений від перепадів напруги, короткого замикання, імпульсних викидів.

- Пристрій повинен відповідати з точки зору використання у різних кліматичних зонах та приміщеннях згідно міждержавного стандарту ГОСТ

15150-69 (використання в нормальних кліматичних умовах в приміщенні).

- Допустима вологість, % - 90;

- Діапазон робочих температур - -20 до +50^{0}C;

- Контроль стану напруги акумулятору.

- Індикація днів, що залишилися роботи акумулятора.

- Пристрій повинен зберігати свої технічні характеристики після транспортування всіма видами транспорту: автомобільним, залізничним, водним, повітряним.

- Пристрій не призначений для роботи при мобільній експлуатації.

- Габаритні розміри пристрою - 120x128x58мм

- Вага - *300г*.

1.2 Аналіз структурної схеми виробу

Структурна схема складається з таких блоків як: живлення +3,7В, лінійного регулятора напруги, вузла управління, мікроконтроллера, світлової індикації та лічильника гейгера.

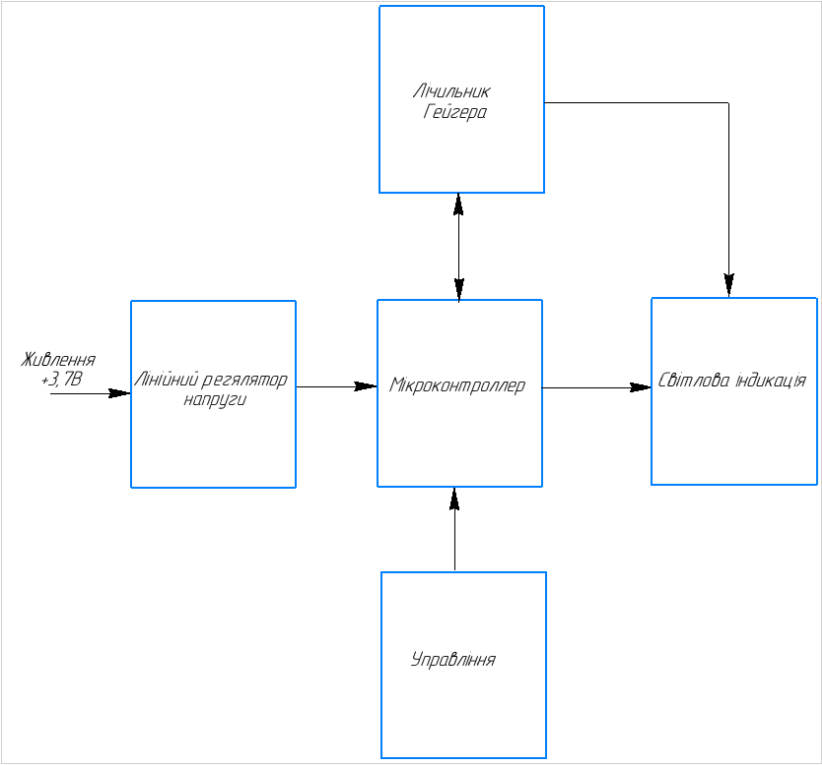

Рисунок 1.1-Схема електрична структурна

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

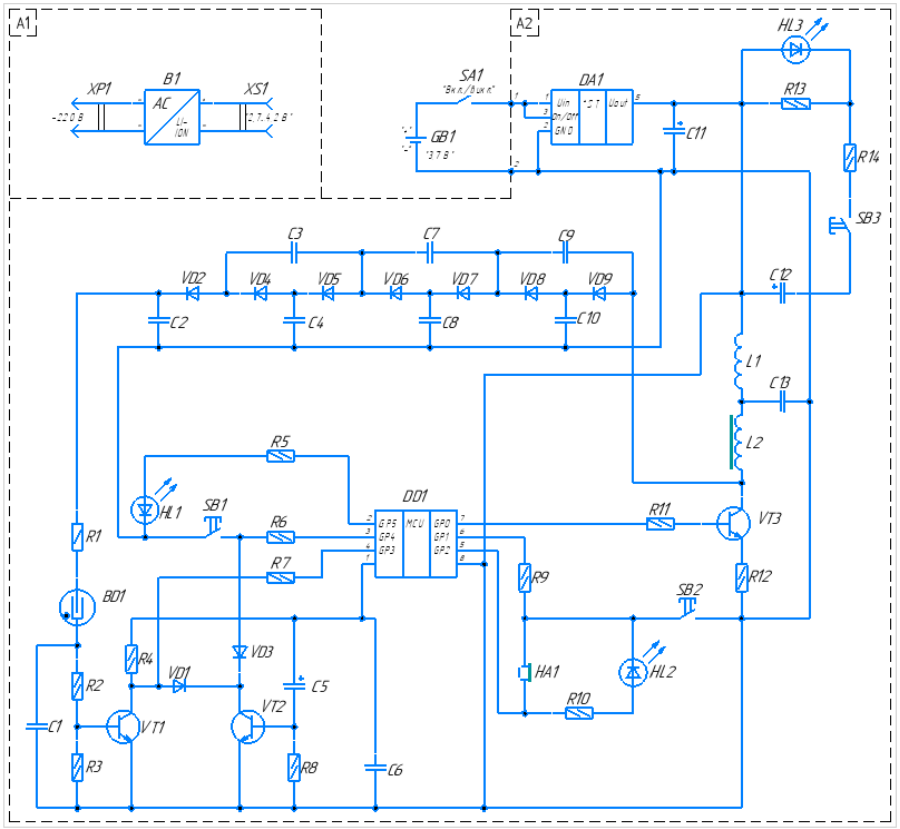

Рисунок 1.2-Схема електрична принципова

Живлення приладу здійснюється від літійіонного акумулятора +3,7В.

Пристрій працює від літій-іонної батареї + 3,7 В.

Вузол для прийому напруги живлення лічильника Гейгера повністю відповідає схемі подібного пристрою. Короткий імпульс генерується на виводі 7 мікроконтролера (GP0), тривалість якого визначається вмістом четвертої комірки EEPROM. Настає пауза в 250 мкс, і виконання програми повертається до формування імпульсу.

Відлік імпульсів від лічильника Гейгера (контакт 4) та реакція на вимірювальну кнопку SB1 (контакт 3) реалізуються шляхом випуску відповідних програмних перебоїв у мікроконтролері. Також допускаються проміжки з таймером 1, який забезпечує формування інтервалу вимірювання.

Світлова та звукова сигналізація записаних імпульсів лічильника Гейгера відбувається наступним чином. Якщо жодні вхідні імпульси не повинні відображатися, виходи GP1, GP2 (висновки 6, 5) відображають імпульси з частотою приблизно 4 кГц у фазі, так що ні червоний світлодіод

HL2, ні п'єзоелектричний випромінювач HA1 не реагують на них. Після натискання кнопки примусового відображення SB2 один із терміналів світлодіодів та п'єзоемітера буде підключений до загального проводу, а дисплей буде примусово.

Важливо пам’ятати, що в цьому випадку резистор R9 запобігає виходу з ладу мікроконтролера GP1, тому його вимкнення (наприклад, для збільшення гучності) неможливе.

Коли перше порогове значення радіоактивного випромінювання перевищено, імпульси дисплея на виходах GP1, GP2 фазово зсуваються, і дисплей включається автоматично. Індикація залишається включеною у наступному циклі вимірювання і так далі, поки виміряний рівень не опуститься нижче першого порогового значення.

Якщо другий поріг перевищений, відображається сигнал тривоги, а потім три спалахи діода HL2 протягом 0,25 с, що супроводжується двочастотним (приблизно 4 кГц) акустичним сигналом. Потім відновлення вимірювання рівня радіації.

На короткий час (натискання кнопки SB1 протягом не більше 0,25 с) запускається режим відображення виміряного рівня: радіоактивного випромінювання в мікропроменях на годину, прошиваючи діод HL1. Спочатку надсилаються десятки других імпульсів світла; наступні чверть секунди імпульси - отримані одиниці виміру. Щоб уникнути плутанини з нульовими одиницями (наприклад, 10 або 20 мкР / год), нульові одиниці ініціалізуються одним коротким імпульсом.

Після натискання кнопки SB1 протягом більше п’ятнадцяти хвилин пристрій переходить у режим відображення і залишається до кінця очікуваного часу автономної роботи. Спочатку HL2-світлодіод (червоний) ненадовго з'являється перед очима і сигналізує про перехід у режим сигналізації управління батареєю після паузи, той же світлодіод відображає стан батареї.

Коли передбачуваний час автономної роботи закінчився, у цьому режимі відображається кількість днів "переробки", а коротке блимання синього світлодіода HL1 вказує на переробку.

Десятки і одиниці відображаються подібно до попереднього режиму відображення.

За допомогою кнопки SB3 можна відстежувати поточний стан акумулятора. Для цього резистори R13, R14 вибираються таким чином, що зелений діод HL3 загоряється при номінальній робочій напрузі (3,3 В), а не при напрузі приблизно 3 В (рівень розрядженого акумулятора).

Транзистор VT1 доводить амплітуди імпульсів лічильника Гейгера до рівня, необхідного для роботи мікроконтролера. Транзистор VT3, індуктивність L2 і діодний множник на діодах VD2, VD4, VD5-VD9 та конденсаторах C2-C4, C6, C7, C8, C1 - забезпечують необхідну напругу живлення для лічильника Гейгера.

Використання транзистора VT2 зумовлене необхідністю ініціалізації мікроконтролера. Мікроконтролер PIC12F683 має шість варіантів початкової конфігурації.

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.

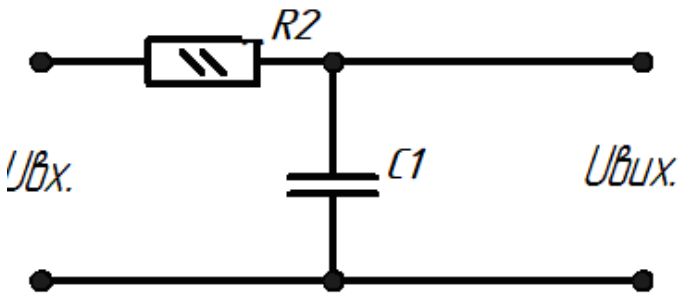

Рисунок 1.3- Схема електрична принципова RC-фільтра

1. Вихідні дані для проведення розрахунку:

C = 220пФ

F_c = 10кГц

2. Розрахунок частоти зрізу проводиться за формулою:

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

де C – ємність конденсатора;

R – опір резистора;

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

3. Розрахунок опору резистора:

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

де f_c – частота зрізу, становить 10кГц.

$$R = \frac{1}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 10000 \cdot 10} = 10кОм$$

Вибираємо резистор з опором 620Ом та потужністю розсіювання 0,125Вт, MFP-0,125-10кОм ±10% "Yageo".

R2 = 10кОм

Схема електрична принципова транзисторного каскаду зображена на рисунку 1.4

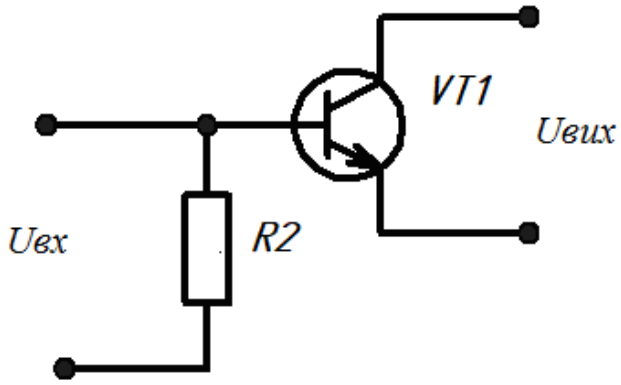

Рисунок 1.4 - Схема електрична принципова транзисторного ключа

Розрахуємо параметри транзисторного ключа при наступних умовах:

$U_ж$=20В;

$R_н$=430 Ом;

$U_у$=±12В;

Транзистор 2SA1320 виробник фірми "DC Components" .

h21e=50;

$U_{бо}$=0,6В;

$R_{нас}$=0,1Ом;

$r_б$=1,5кОм;

$I_{ко}$=1А;

$I_{козв}$=25мА;

$R_{бе}$=10 Ом.

1. Знайдемо параметри вхідного кола транзистора, яке забезпечує ввімкнений стан транзистора:

$$I_{к.нас.} = \frac{U_{ж}}{R_н}, \qquad (1.3)$$

де: $R_н$ – опір навантаження;

$U_п$ – напруга живлення;

$$I_{к.нас.} = \frac{20В}{430Ом} = 0{,}04(А)$$

Опір управляючого резистора, який забезпечує включення транзистора:

$$R_y = \frac{U_y - (U_{б0} + 0{,}2 \cdot r_б)}{I_{к.нас.}} \qquad (1.4)$$

де: $U_у$ – напруга управління транзистором;

$I_{к.нас}$ – струм, який споживає транзистор;

$$R_y = \frac{12 - (0{,}6 + 0{,}2 \cdot 1{,}5)}{0{,}04А} = 278(Ом)$$

2. Знайдемо параметри вхідного кола, яке забезпечує режим закривання:

$$R_y = \frac{U_y}{I_{ко}} \qquad (1.5)$$

$$R_y = \frac{12}{0{,}1 \cdot 10^{-3}} = 10к(Ом)$$

Вибираємо за стандартизованим рядом Е24 резистор виробник фірми MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"з опором 10 кОм.

1.4.2 Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Розрахунок друкованої плати складається з трьох етапів:

Розрахунок змінного та постійного струму, а також конструкційно-технологічний.

Розрахунок проводиться в такій послідовності:

Завдяки технологічним можливостям виробництва я обрав комбінований спосіб виробництва, клас точності 4 ОСТ 4.010.022-85.

Визначається мінімальну ширину провідникової доріжки, мм., за допомогою постійного струму для ланцюгів живлення та заземлення:

$$b_{min1} = \frac{I_{max}}{i_{доп} * t} = \frac{0{,}1A}{48\frac{A}{мм^2} * 0{,}035м} = 0{,}1мм \quad (1.6)$$

де Imax- допустима густина струму, який протікає в провідниках.

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{max} = 0{,}1A$;

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

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

$$b_{min2} = \frac{\rho * I_{max} * l}{U_д * t} = \frac{0{,}0175\frac{Ом.мм^2}{м} * 0{,}1A * 0{,}5м}{0{,}9B * 0{,}035м} = 0{,}1мм \quad (1.7)$$

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

$L = 0{,}5м$ – довжина провідника,

$U_{доп} = 0{,}9B$ – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d:

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r \qquad (1.8)$$

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

$\Delta d_{Н.В.}$ – 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 резисторів, конденсаторів електролітичних і керамічних, діодів, та транзистора,зумера, кнопки, світло діода, для підпаювання провідників;

d_{E3} =1,1- для лічильника.

$$d = d_{E1} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,7 + |\pm 0,1| + 0,4 = 1,1 \text{ мм}$$

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

$$d = d_{E3} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,9 + |\pm 0,1| + 0,4 = 1,5 \text{ мм}$$

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{min} = D_{1min} + 1,5h\text{ф} \qquad (1.9)$$

де hф – товщина фольги;

D_{1min} – мінімальний ефективний діаметр площадки.

$$D_{1\min} = 2\left(b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta d + \delta p\right) \qquad (1.10)$$

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

$b_м$ = 0,06 мм.

де δ_d і δ_p - допуски на розташування отворів і контактних площадок;

δ_d =0,25мм, δ_p = 0,4мм;

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

$$d_{max}=d+\Delta d+(0,1\ldots0,15)$$

де Δd - допуск на отвір.

$$d_{max1}=1,1+0,1+0,1=1,3\ мм$$

$$d_{max2}=1,3+0,1+0,1=1,5\ мм$$

$$d_{max3}=1,3+0,1+0,1=1,7\ мм$$

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

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

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

$$D_{min1}=2,92+1,5\cdot0,035+0,03=2,8\ мм$$

$$D_{min2}=2,92+1,5\cdot0,035+0,03=3\ мм$$

$$D_{min3}=3,12+1,5\cdot0,035+0,03=3,2\ мм$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{max}=D_{min}+(0,02\ldots0,06)$$

$$D_{max1}=2,82+0,02=2,82мм$$

$$D_{max2}=3+0,02=3,02мм$$

$$D_{max3}=3,2+0,02=3,22мм$$

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

$$b\min=b1\min+1.5h\phi+0,03 \qquad (1.11)$$

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

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

$$b\min=0,15+1.5*0,035+0,03=0,23мм$$

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1\min}=L_0-\left[\left(\frac{D_{\max}}{2}+\delta p\right)+\left(\frac{d_{\max}}{2}+\delta 1\right)\right] \qquad (1.12)$$

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

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

$$S_{1\min 3} = 2{,}5 - \left[\left(\frac{3{,}22}{2} + 0{,}4\right) + \left(\frac{1{,}7}{2} + 0{,}05\right)\right] = -0{,}41мм$$

де L_o – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta_p) \quad (1.13)$$

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

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta_1) \quad (1.14)$$

$$S_{3min1} = 2{,}5-(2{,}82+2\cdot 0{,}05) = -0{,}42мм$$

$$S_{3min2} = 2{,}5-(3{,}02+2\cdot 0{,}05) = -0{,}62мм$$

$$S_{3min3} = 2{,}5-(3{,}22+2\cdot 0{,}05) = -0{,}82мм$$

У зв’язку із тим, що в розрахунку виходять від’ємні значення, то необхідно контактні площадки робити овальними для резисторів, конденсаторів електролітичних і керамічних, мікросхем, діодів, транзисторів.

1.5 Вибір і обґрунтування компонентної бази

При виборі елементів враховувались залежність між ціною елемента та його технічними властивостями, а також необхідними електричними параметрами та надійністю щодо температури, вологості та механічних впливів.

Виходячи з цих умов, ми обираємо такі електричні радіодеталі:

В якості електролітичного конденсатора ми використовуємо конденсатор типу b41828-5 B 47 мкФ 10% "Epcos" – C5, C11, C12

електролітичний оксид алюмінію, вони мають досить велике відхилення ємності, але цього достатньо для забезпечення хороших параметрів для нашого продукту.

Використання цього типу конденсаторів дозволяє автоматизувати процес виготовлення виробу, вони використовуються як фільтруючі елементи.

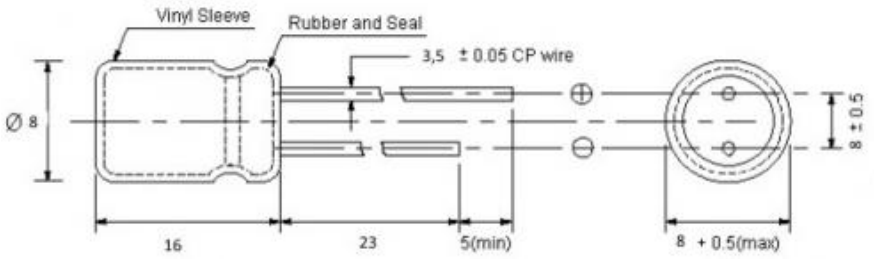

Рисунок 1.5- Габаритнірозміри конденсатора b41828

Основні параметри конденсаторів:

-Номінальна напруга ……..……...5 В;

-Номінальна ємність ……..…4,7….2200 мкФ;

-Допуск ємності…….…… ± 20%

-Термін служби ……2000 г;

-Робоча температура ……-55 ... 105 ° С;

- Тангенс кута втрат,% ……..……0,14.

Найкращим варіантом для вибору нерухомих резисторів є багатофункціональний тип Yageo, який показаний на малюнку 1.6 (R1-R14). Вони характеризуються високою стабільністю параметрів, низькою залежністю опору від температури, частоти, напруги, малими розмірами та високою надійністю. Призначений для роботи в ланцюгах з постійним, змінним та пульсуючим струмами (див. рис. 1.6.)

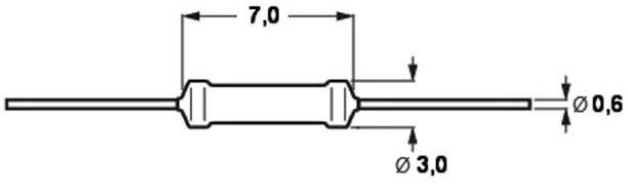

Рисунок 1.6- Габаритні розміри резисторів MFP Yageo

Технічні характеристики:

- номінальна потужність, Вт..... 0,125;
- діапазон номінальних опорів, Ом.....1...$10 \cdot 10^6$;
- допустиме відхилення опору, %.....±10;
- максимальна робоча напруга, В.....200;
- діапазон робочих температур, °С..... -60.....+70.

b37979 "Epcos"-C1, C6,C13 - керамічний конденсатор постійної ємності. Призначений для роботи в колах постійного і змінного струмів і в імпульсних режимах. В даному приладі вони виконують такі функції як є задаючими, тобто формують тривалість імпульсів скидання і запуску контуру, являються розділяючими конденсаторами, є елементами коливального контуру. Вони мають малі габарити, являються дуже дешевими
та доступними. І мають добрі електричні параметри. Дані конденсатори легко дістати на відміну від інших з такими ж самими або схожими параметрами та характеристиками.

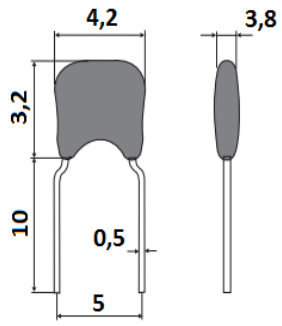

Рисунок 1.7- Габаритні розміри конденсатора b37979

Основні параметри:

- робоча напруга……..…….50В;

- відхилення ємності від номінального значення……..……±10%;
- інтервал робочих температур……..….-40ºС…+100ºС;
- температурний коефіцієнт ємності……..……+3,3%;
- відносна вологість ……до 98%;

- діапазон тиску.…….6,6-2942гПа;

- діапазони ємностей……..…….……5нФ – 0,1мкФ;

- група ТКЄ:……..……..…....Н20.

В приладі використовується світлодіод типу L-1503GT "Kingbright" -HL 1-HL3 для світлодіодної індикації (рисунок 1.8).

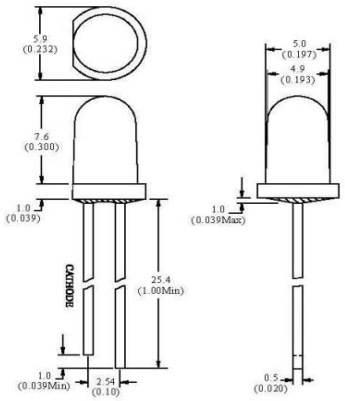

Рисунок 1.8 – Габаритні розміри світлодіода L-1503GT

Технічні характеристики світлодіода:

– пряма напруга…….1,9В;

– прямий струм……30мА;

– кут випромінювання…….…….180°;

– колір свічення…….……червоний;

– довжина хвилі…….660нм.

Перемикач SA1- KBB70-2P2W "Jietong Switch" (червоний), Перемикач ON-ON 12В / 20А.

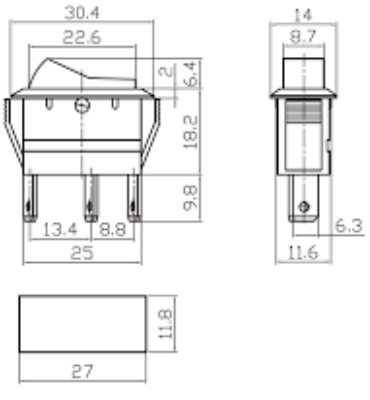

Рисунок 1.9- Габаритні розміри перемикача KBB70-2P2W

Технічні характеристики:

Робоча напруга постійне, В ……..……..12;

Функціональне призначення …….перемикач клавішний;

Колір …….червоний;

підсвічування …….немає;

Кількість контактів в контактній групі ……..3;

Кількість контактних груп ……..1;

Алгоритм роботи ……on-on;

Робоча напруга, В ……12;

Робочий струм, А ……20;

Максимальне напруження, В 1500 в перем.тока протягом ……1 хв;

Вага, г ……..10.

Ця схема використовує діоди VD1-VD9 -1N4148 - для захисту світлодіодного дисплея (рис. 1.10). Його дешевизна та порівняно невеликий корпус роблять DO-35 одним із найбільш часто використовуваних світлодіодів. Через катод наноситься чорна кільцева мітка. Діод виробляють десятки, якщо не сотні виробників.

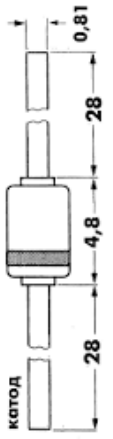

Рисунок 1.10 – Габаритні розміри діода 1N4148

Технічні характеристики діода 1N4148:

– матеріал……кремній;
– корпус…… DO-35;
– максимальна постійна зворотна напруга……75В;
– максимальна імпульсна зворотна напруга……120В;
– максимальний прямий (випрямлений за півперіод) струм….0,2А;
– максимально допустимий прямий імпульсний струм…….0,45А;
– максимальний зворотній струм……..5 мкА;
– максимальна пряма напруга……1В;
– максимальний час зворотного відновлення…….0,004мкс;
– діапазон робочих температур……-65…+150°С.

B32529C1102J000-C2-C4, C7-C10- Металізовані плівкові конденсатори мають майже необмеженою можливістю самовідновлення. Таким чином, можливість короткого замикання практично виключається. Конденсатори стійкі до великих імпульсним струмів, високому рівню пульсацій і мають великий термін служби. Конденсатори загального застосування B32520 ... B32529. Номінальна постійна напруга 63 ... 630В.

Рисунок 1.11 – Зовнішній вигляд конденсатора B32529C1102J000

Технічні характеристики:

Тип ……b32529;

Робоча напруга змінна, В ……63;

Робоча напруга постійне, В ……..……100;

Номінальна ємністю ……1000;

Допуск номінальної ємності,% ……5;

Робоча температура, С ……-55 ... 100;

Відстань між висновками F, мм…… 5;

Висота корпусу H, мм …….6.5;

Товщина корпусу T, мм …….2.5;

Довжина корпусу L, мм ……..……7.2;

Вага, г ……..0.25.

BD1-СБМ 20-1 найпопулярніший лічильник серед побутових дозиметрів. Це модернізована версія лічильника Гейгера-Мюллера. СБМ20 1 сприйнятливий до Гамма-випромінювання і рентгенівського випромінювання.

Рисунок 1.12 – Зовнішній вигляд лічильника СБМ 20-1

Технічні характеристики лічильника СБМ 20-1:

Робоча напруга ……400 В;

Діапазон робочих напруг …….……..350-475 В;

Діапазон потужностей експозиційних доз гамма-випромінювання 0,004-40 мкр / с, 0,014-144 мр / год;

Чутливість до гамма випромінювання ……Ra226 29 імп.с / мр / год;

Чутливість до гамма випромінювання ……Co60 22 імп.с / мр / год;

Максимальний допустимий струм ……..20 мкА;

Ємність трубки ……..4,2 пФ;

Ресурс роботи ……..2x1010імп.;

Рекомендований резистор анода …….5,1 МОм;

Діапазон робочих температур…… -50 ... 70 ° С;

Габаритні розміри ……108 мм x d10 мм.

DA1-ADP667ANZ, Лінійний регулятор з малим падінням напруги, що фіксується 5В, з регулюванням виходу 3.5: 16В -DIP-8.

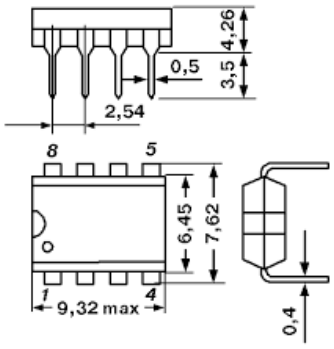

Рисунок 1.13 – Габаритні розміри мікросхеми LM358AN

Технічні характеристики:

полярність ……..……позитивна;

Тип виходу ……регульований;

Кількість виходів ……..1;

Вихідна напруга, В ……..1.3 ... 16;

Максимальний струм навантаження, А …….……..0.3;

Падіння напруги при Івих, В (А) ……0.5 (0.3);

Максимальна вхідна напруга, В ……16.5;

Робоча температура, ° С ……..-40 ... + 85;

Корпус ……..dip-8;

Вага, г ……1.

Мікроконтролер DD1-PIC12F683-I / P є унікальною мікросхемою, яка здатна програмно керувати електронними схемами. Він виконується на одному кристалі. Пам'ять програм, ОЗП, процесор - все це вже є в мікроконтролері.

Але іноді, він використовуються в парі з зовнішніми периферійними пристроями. Відноситься до сімейства PIC - одному з найпопулярніших сімейств контролерів на ринку. Даний контролер має 128 В пам'яті ОЗП.

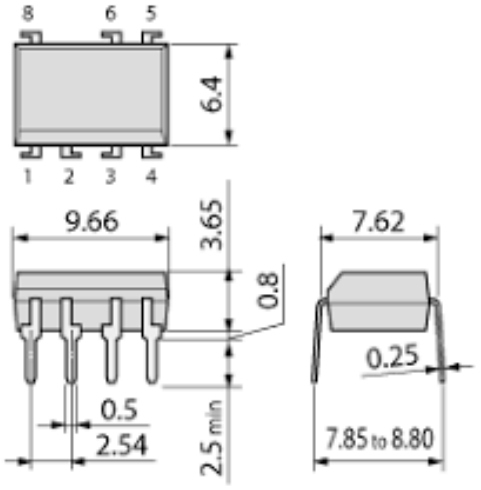

Рисунок 1.14 – Габаритні розміри мікросхеми DD1-PIC12F683-I / P

Технічні характеристики мікроконтролера PIC12F683-I / P:

Ядро: ……..PIC;

Розмір програмної пам'яті: …….3.5 kB;

Ширина шини даних:……. 8 bit;

Дозвіл АЦП: ……..10 bit;

Максимальна тактова частота: ……20 MHz;

Кількість входів / виходів: ……...6 I / O;

Розмір ОЗП даних: ……128 B;

Робоча напруга живлення: …….2 V to 5.5 V;

Мінімальна робоча температура: ……- 40 C;

Максимальна робоча температура:…….+85 C;

Висота: ……3.3 mm;

Довжина: ……..9.27 mm;

Тип пам'яті програм:…….. Flash;

Ширина:……. 6.35 mm;

Тип ОЗП даних: …….RAM;

Розмір ПЗУ даних: ……256 B;

Тип ПЗУ даних: ……..EEPROM;

Тип інтерфейсу: …….RS-232, USB;

Кількість каналів АЦП: …….4 Channel;

Кількість таймерів / лічильників: …….8 Timer;

Напруга живлення - макс .: …….5.5 V;

Напруга живлення - хв .: …….4.5 V.

В даному приладі використовується звуковий сигналізатор Випромінювач звуку HCM1606X "JL World"-HA1.

Рисунок 1.15 - Зовнішній вигляд зумера HCM1606X "JL World"

Технічні параметри:

Номінальна напруга, ……VDC 12 ;

Робоча напруга, VDC ……..….1.5-16 ;

Максимальний струм, мА ……..……..8 ;

Мінімальний рівень звукового тиску ……...…85дБ/10см;

Резонансна частота, кГц…… 4.0 ± 0.5 ;

Тип сигналу ……..…...безперервний ;

Робоча температура, ° С ……..……-20 ... +70 ;

Вага, г ……...…….2.

SB1-SB3-Кнопка FSM8JH "Tyco" комутує ланцюга сигналізації, живлення та управління з номінальною напругою змінного струму 12В, силою струму до 50мА і комутованої потужністю до 0,5 Вт. Кнопки виконують функцію замикання одного напрямку ланцюга, без фіксації положення комутації. Відповідно контактна група складається з замикаючого контакту. Кнопки тактові мають кольору клавіш чорний, білий, червоний, жовтий. Кріпляться кнопки шляхом фіксації в отворах на платах за допомогою пайки(рисунок 1.16).

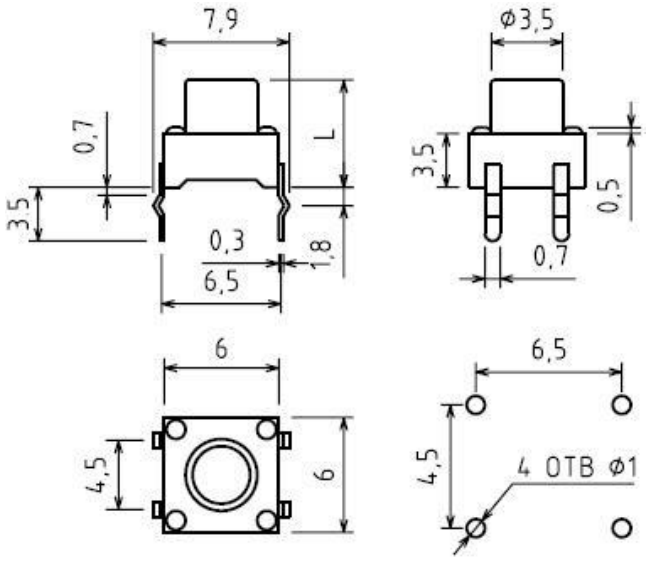

Рисунок 1.16- Габаритні розміри кнопки FSM8JH

Технічні характеристики:

Тип: ……Кнопки тактові;

Вивідна: ……THT;

Розмір, mm: ……12x12 mm;

Висота кнопки, mm: ……12 mm;

Опис: Кнопка тактова, робочий діапазон: 12В 50мА;

Контакти: ……SPST-NO;

Алгоритм роботи: ……OFF- (ON).

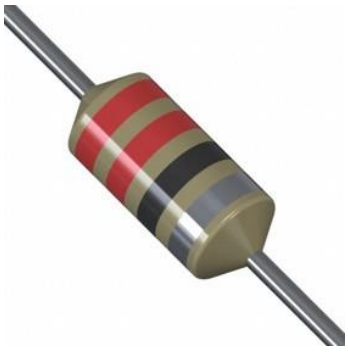

Рисунок 1.17 –Зовнішній вигляд дроселей B82141A1102K000-100 мкгН "EPCOS"

Технічні характеристики:

Робоча температура, С …….-55 ... 125;

Спосіб монтажу ……..в отвір;

Номінальна індуктивність, мкГн……. 1;

Допуск номінальної індуктивності,% ……..……10;

Діаметр (ширина) корпусу, мм ……..3;

серія …….b82141a;

Довжина корпусу, мм ……..6.8;

Максимальний постійний струм, мА ……..725;

Активний опір, Ом …….0.19;

Добротність, ……..Q 40.

VT1-VT2-(2SA1320) (2SA821), Транзистор P-N-P 250В 0.03А 0.2Вт 60Мгц TO92 (КТ-26).

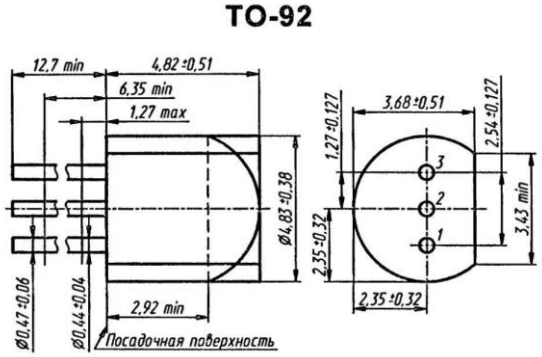

Рисунок 1.18 – Габаритні розміри транзистора 2SA2785

Опис:

структура ……..…….PNP;

Макс. напр. к-е при заданому струмі до і заданому опору. в ланцюзі б-е. (Uкеr макс), В…….. 250;

Максимально допустимий струм до (Ік макс, А) ……0.03;

Статичний коефіцієнт передачі струму h21e хв ……..50;

Гранична частота коефіцієнта передачі струму fгр, МГц ……..60.00;

Максимальна потужність, що розсіюється до (Рк, Вт) ……0.2;

Корпус ……КТ-26.

VT3-BC557BTA, Транзистор PNP 45В 0.1А 0.5Вт, [TO-92].

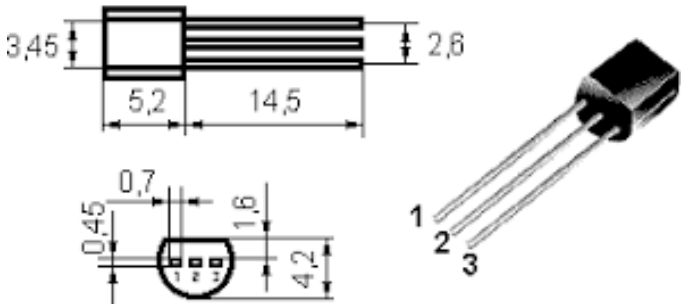

Рисунок 1.19 – Габаритні розміри та зовнішній вигляд транзистора BC557BTA

Технічні характеристики:

структура ……..……pnp;

Макс. напр. к-б при заданому зворотному струмі до і розімкнутої ланцюга е. (Uкбо макс), В ……..…….50;

Макс. напр. к-е при заданому струмі до і розімкнутої ланцюга б. (Uкео макс), В ……..45;

Максимально допустимий струм до (Ік макс.) ……..0.1;

Статичний коефіцієнт передачі струму h21e хв ……200 ... 450;

Гранична частота коефіцієнта передачі струму fгр.МГц ……..150;

Максимальна потужність, що розсіюється, Вт…….. 0.5;

Корпус ……..……..to-92;

Вага, г …….……..0.3.

Вибираючи основу елементів для розробки цього пристрою, я керувався відповідністю елементів параметрам схеми, їх наявністю в торгових точках, хорошою якістю та низькою ціною, а також їх відповідністю пристрою та продукт відповідає проекту. У розробленому продукті була використана сучасна елементна база. При виборі елементів враховувались залежність між ціною шипучого елемента та його технічними властивостями, а також необхідними електричними параметрами та надійністю щодо температури, вологості та механічних впливів.

1.6 Компоновка друкованого вузла пристрою

Друкована плата являється двосторонньою, але при цьому має досить велику кількість електричних з’єднань і при цьому потрібно забезпечити компактність пристрою, тому було використано металізацію отворів та більш компактне встановлення ЕРЕ, за допомогою таких методів було спрощено розробку конструктиву плати друкованої.

Виготовлятися плата буде з фольгованого склотекстоліту СФ2–35–1,5ІКП ГОСТ 10316-78. Плата виготовляється комбінованим позитивним методом, який є найбільш поширеним і доцільним для двосторонніх друкованих плат, також даний метод вимагає значно дорожчого технологічного процесу виготовлення друкованої, оскільки потрібно проводити металізацію отворів, що підвищує вартість розробки, та ускладнює сам технологічний процес, але при цьому можна виготовити складні друковані плати і зробити їх більш компактними.

Друковану плату виготовляємо комбінованим методом. Цей метод включає в себе слідуючі операції:

1. Різання заготовок .
2. Пробивання базових отворів.
3. Підготовка поверхні заготовок.
4. Нанесення сухого плівкового фоторезисту.
5. Нанесення захисного лаку.
6. Свердління отворів.
7. Хімічне міднення.
8. Зняття захисного лаку.
9. Гальванічне напилення .
10. Електролітичне міднення та нанесення захисного покриття.
11. Зняття фоторезисту.
12. Травлення друкованої плати.

13. Промивання друкованої плати.

14. Механічна обробка.

1. Заготівельні роботи — це підготовка всіх необхідних радіоелектронних компонентів для подальшого використання. Здійснюється працівниками, які роблять комплектацію.

2. Установка та кріплення деталей здійснюється вручну. Але при даному типі виробництва можуть використовуватися напівавтоматизовані машини.

3. Вкладання та механічне кріплення монтажних проводів (гнучких перемичок), які згодом будуть під'єднуватися до РЕК, котрі не знаходяться на друкованому вузлі.

4. Пайка монтажних з'єднань. Здійснюється автоматизовано - пайка хвилею, а гнучких перемичок вручну за допомогою електропаяльника. Пайка здійснюється такими матеріалами : припоєм ПОС - 61 і флюсом АТІ - 120.

5. Контроль механічної міцності паяних з'єднань, здійснюється на спеціальних стендах. Створюється штучна вібрація, тиск і інші фактори, які відповідають експлуатаційним умовам використовуваного пристрою. Виконують працівники, які можуть керувати обладнанням спеціального типу.

6. Контроль правильності монтажних з"єднань, здійснюється візуально. Виконують ці операції працівники середньої кваліфікації.

7. Контроль електричної міцності з'єднань. Здійснюється на спеціальних пультах. Виконують працівники середньої кваліфікації.

Після виконання таких двох техпроцесів ми отримуємо друкований вузол проектованого пристрою.

Процес складання друкованого вузла поділяється на такі основні операції:

- Комплектування, маркування.
- Захист контактних площадок, які не підлягають автоматизованій пайці латексом, при цьому використовується дозатор латексу
- Сушка плати в сушильних шафах.
-
- Формування виводів електрорадіоелементів здійснюється

автоматизовано за допомогою установок для формуванн

- Лудження радіоелементів. Здійснюється автоматизованим методом припоєм ПОС – 61
- Установка ЕРЕ, що будуть запаюватись автоматизовано.

Встановлення ЕРЕ проводиться вручну оскільки є велика кількість типів елементів і використовувати автоматизований метод установки для серійного виробництва не доцільно.

- Автоматизована пайка ЕРЕ. Здійснюється методом пайки хвилею (припой ПОС-61), що значно зменшує трудомісткість виготовлення друкованого вузла.
- Рихтування пайки – це виправлення пайок, здійснюється вручну.
- Регулювання і технічний контроль. Здійснюється на пульті згідно інструкції.

Для друкованого вузла виконуємо наступні вимоги компонування: забезпечимо оптимальну щільність розміщення компонентів, виключимо помітні паразитні електричні взаємозв'язки, що погано впливають на технічні характеристики виробу.

Електрорадіоелементи мають штиреві виводи, отже, їх встановлюємо в отвори друкованої плати, загинаємо виводи під кутом 30°±2°, обрізаємо в межах контактних площадок і запаюємо методом пайки «хвилею припою».

ІМС з виводами розташовуємо з одного боку друкованого вузла, тому що монтаж штирковими виводами проводиться в наскрізні отвори, причому кінці виводів виступають на зворотну сторону плати. Корпус ІМС міцно утримується на платі запаяними виводами і витримує практично будь-які механічні дії. При розміщенні електрорадіоелементів на друкованій платі необхідно враховувати наступне:

1) Добитися мінімальної довжини доріжок (друкованих провідників).

2) Розміщувати елементи так, щоб максимально зменшити негативний вплив елементів один на другий: не розміщувати елементи, які виділяють

велику кількість тепла поряд з ІМС або напівпровідниковими елементами; джерела електромагнітного випромінювання не розміщувати поряд з ІМС.

3) Розміщуючи елементи на платі повинна бути передбачена нормальна конвекція повітря, особливо в зоні розміщення елементів, які нагріваються.

4) Повинен бути забезпечений легкий доступ до елементів, які регулюються.

5) Не розміщувати елементи з великою масою по центру плати.

6) Передбачити додаткове механічне кріплення для крупно-габаритних елементів (приклеювання, припаювання, механічно (за допомогою скоби, різьбовим з'єднанням).

7) Мікросхеми на друкованій платі розміщувати довшою стороною вздовж повітряних потоків.

8) Забезпечити вільний доступ для кріплення друкованого вузла.

Складання виробу в цілому не потребує спеціального обладнання, використовується пневмоверт і електропаяльник .

1.7 Собівартість розробленого пристрою.

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

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

$$В_м = \sum_{i=1}^{m}(Н_{мі} \times Ц_{мі}) \times К_{тр} \quad (1.15)$$

$$В_м = 624{,}5 \times 1{,}04 = 649{,}5 \text{ (грн.)}$$

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

$Н_{мі}$ — норма витрат і-го виду матеріалу (покупних виробів) на виробництво одиниці продукції, натур. од.;

$Ц_{мі}$ — ціна придбання і-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.1.1

Таблиця 1.1

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	25	25
2	Кришка нижня	1	30	30
3	Кришка верхня	1	30	30
4	Мікросхеми	16	20	320
5	Датчик температур	1	15	15
6	Конденсатори електролітичні	4	5	20
7	Конденсатори керамічні	6	0,5	3
8	Резистори постійні	12	0,5	6
9	Лічильник Гейгера	1	50	50
10	Трансформатор	1	25	25
11	Індикатор	1	30	30
12	Транзистор	2	5	10
13	Діоди	5	0,5	0,5
14	Батарея	1	30	30
15	Трансформатор	1	25	25
16	Кнопка	1	5	5
				624,5

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 ($В_{о.з.пл.}$): для розрахунку заробітної плати працівників визначають відрядну розцінку за кожну операцію (одиницю роботи чи продукції), виконану працівником, за формулою:

$$P_{від} = \frac{\sum_{i=1}^{m} Тшш_i}{60} \times C_г, \qquad (1.16)$$

$$P_{від} = \frac{41}{60} \times 96,4 = 65,9(грн)$$

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

$С_г$ – годинна тарифна ставка відповідно до розряду виконуваних робіт (див. додаток А)

Розрахунок витрат на основну заробітну плату основних робітників слід звести в табл.1.2

Таблиця 1.2

Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{шт}$, хв.	Розряд	Годинна тарифна ставка, (Сг),грн/год
1	Пайка	20	V	96,4
2	Регулювання	10	V	96,4
3	Складання	11	V	96,4
	Всього	41		

4) Витрати на додаткову заробітну плату працівників ($В_{дод.з.пл.}$): приймаються в розмірі 11% від основної заробітної плати виробничих працівників і розраховують за формулою:

$$В_{дод.з.пл.} = Р_{від} \times 0.11 \quad (1.17)$$

$$В_{дод.з.пл.} = 65,9 \times 0,11 = 7,2\ (грн)$$

5) Сума відрахувань на соціальні заходи ($С_{в.с.з.}$) визначається за встановленими законодавством нормами у відсотках від витрат на основну й додаткову заробітну плату:

$$С_{в.с.з.} = \frac{\alpha}{100} \times (Р_{від} + В_{дод.з.пл.}) \quad (1.18)$$

$$С_{в.с.з.} = \frac{22}{100} \times (65,9 + 7,2) = 16,1(грн)$$

де α відсоток відрахувань на соціальні заходи (приймають 22%);

6) Витрати на утримання та експлуатацію машин і механізмів є комплексними, оскільки охоплюють витрати, що безпосередньо необхідні для експлуатації обладнання; амортизаційні відрахування на відтворення машин і механізмів, тощо. Оскільки такі витрати неможливо обчислити безпосередньо на одиницю продукції, їх розподіляють за вибраною базою розподілу. Найчастіше за таку базу беруть заробітну плату виробничих працівників.

Витрати на утримання та експлуатацію машин і механізмів розраховуються за формулою:

$$В_{уео} = \frac{\alpha_{уео}}{100} \times (Р_{від} + В_{дод.з.пл.}) \quad (1.19)$$

$$В_{уео} = \frac{50}{100} \times (65,9 + 7,2) = 36,6\ (грн.)$$

де $\alpha_{уео}$- відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 50%);

7) Витрати за статтею "Загальновиробничі витрати" також комплексні. Загальновиробничі витрати охоплюють витрати на управління, виробниче та господарське обслуговування в межах виробництва, а також витрати на заробітну плату з відрахуванням на соціальні заходи управлінських працівників, спеціалістів, обслуговуючого персоналу, охорону праці, тощо. Вказані витрати розраховують за формулою:

$$В_{зв} = \frac{\alpha_{зв}}{100} \times (Р_{від} + В_{дод.з.пл.}) \qquad (1.20)$$

$$В_{зв} = \frac{60}{100} \times (65,9 + 7,2) = 43,9\ (грн.)$$

де $\alpha_{зв}$- відсоток загальновиробничих витрат (приймаю 60%).

7. Разом виробнича собівартість ($S_{вир}$)визначається як сума витрат за пунктами 1-6.

$$S_{вир} = В_{м} + (Р_{від} + В_{дод.з.пл.} + С_{в.с.з.}) + В_{уео} + В_{зв} \qquad (1.21)$$

$$S_{вир} = 649,5 + (65,9 + 7,2 + 16,1) + 36,6 + 43,9 = 819,2(грн.)$$

На підставі розрахованих вище даних складають калькуляцію собівартості одиниці продукції (однієї деталі) та запланованого випуску. Калькуляція собівартості представлена в табл. 1.3

Таблиця 1.3

Калькуляція собівартості

№ з/п	Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.
1	2	3
1	Витрати матеріалів	649,5
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	65,9
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	7,2

4	Відрахування на соціальні заходи	16,1
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	36,6
6	Загальновиробничі витрати	43,9
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		819,2
7	*-змінні (сума 1-4)* $B_{зм.од}$	738,7
8	*-умовно-постійні (сума 5-6)* $B_{уп.од}$	80,5

8. Ціна одиниці продукції(одного виробу) розраховується за формулою:

$$Цод_{пр}=S_{пов}\times\frac{100+\alpha_{пр}}{100} \quad (1.22)$$

$$Цод_{пр}=819,2\times\frac{100+42}{100}=1163,3\ (грн.)$$

де $\alpha_{пр}$–відсоток запланованого прибутку (приймається 42%);

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$П_р = (Цод_{пр.}-S_{пов.})\times N_р, \quad (1.23)$$

$$П_р = (1163,3-819,2)\times 7000 = 2408449\ (грн),$$

де *Пр* - річний прибуток від реалізації проекту, грн.;

$Цод_{пр}$- ціна одиниці продукції, грн.;

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$ЧП = П_р - П_р \times \frac{П_п}{100}, \quad (1.24)$$

$$ЧП = 2408449 - 2408449 \times \frac{18}{100} = 1974928,4\ (грн.)$$

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

$П_п$- ставка податку на прибуток, % (приймається відповідно до чинного законодавства – 18%).

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

$$S_{повq}=S_{пов}\times N_p \quad (1.25)$$

$$S_{повq}=819,2\times 7000 = 5734400 \text{ (грн..)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

$$P_п = \frac{ЧП}{S_{повq}} \times 100\% \quad (1.26)$$

$$P_п = \frac{1974928,4}{5734400} \times 100\% = 34,4\ \%$$

де *Рп*- рентабельність продукції, %;

$S_{повq}$ - 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:

$$ГП = ЧП_t + A_t, \quad (1.27)$$

$$ГП = 1974928,4 + 1031,3 = 1975959,7(\text{грн.}),$$

де $ГП_t$ - сума чистих грошових надходжень у t-му році, грн.;

A_t- величина амортизаційних відрахувань у t-му році, грн.

6) Загальний абсолютний ефект від реалізації інвестицій характеризує чиста теперішня (дисконтована) вартість проекту, яка розраховується за формулою:

$$ЧТВ = ТВ - ПІ \quad (1.28)$$

$$ЧТВ = 1646633,1 – 209125 = 1437508,1 \text{ (грн.)}$$

де ЧТВ - чиста теперішня вартість проекту, грн.;

ТВ - теперішня вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту, грн.

Теперішню вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту обчислюють за формулою:

$$ТВ = \sum_{i=1}^{n} \frac{ГП_t}{(1+r)^t} \quad (1.29)$$

$$ТВ = \sum_{i=1}^{n} \frac{1975959,7}{(1+0,2)^1} = 1646633,1 \text{ (грн.)}$$

де $ГП_t$- грошовий потік, який очікується у t-му році від реалізації проекту,грн.;

$\frac{1}{(1+r)^t}$- коефіцієнт коригування майбутніх сум грошових потоків (дисконтний множник);

r - норматив приведення різночасових витрат (ставка дисконту) у вигляді десяткового дробу (r = 0,1-0,2);

n - кількість років інвестування, t = 1,2, ... ,n (приймається з розрахунку виконання умови ТВ>ПІ).

Іншою характеристикою інвестиційного проекту є індекс прибутковості інвестицій, який порівнює теперішню вартість майбутніх грошових потоків з початковими інвестиціями:

$$ІП = \frac{ТВ}{ПІ} \quad (1.30)$$

$$ІП = \frac{1646633,1}{209125} = 7,9$$

де *ІП*- індекс прибутковості інвестицій.

Дисконтований термін окупності інвестицій*($Ток_{диск}$)* характеризує кількість років, за які будуть відшкодовані початкові інвестиції та розраховується за формулою:

$$Ток_{диск} = \frac{ПІ}{ГП_{диск}} \quad (1.31)$$

$$Ток_{диск.} = \frac{209125}{1646633,1} = 0,1 \text{ р}$$

де $ГП_{диск}$ - середньорічна величина дисконтованих грошових потоків:

$$ГП_{дк} = \frac{ТВ}{t}, \quad (1.32)$$

$$ГП_{диск} = \frac{1646633,1}{1} = 1646633,1 \text{ (грн.)}$$

де *t*- кількість років інвестування.

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Обгрунтування використання та вибору САПР для проектування

У цьому проекті головним завданням є розробка пакету документації для дизайну виробу. Одним із кроків є створення конструкції друкованої плати, яка може бути реалізована в сучасних умовах за допомогою САПР для розробки REA. На даний момент Altium Designer є однією з найпотужніших систем автоматизованого проектування CEA.

CAD Altium Designer - найпопулярніша у світі система відстеження друкованих плат. Починаючи зі створення принципових схем до будівельної та технологічної документації в цій програмі.

За допомогою Altium Designer було виконано наступні завдання:

- Автоматизація проектування друкованих плат;

- автоматизувати створення графічної частини.

Створення будівельної документації в системах САПР, подібних до Altium Designer, є досить проблематичним і використовується для попереднього зображення спроектованих конструкцій. Через те, що розміри елементів не відповідають стандартам ESKD. У таких випадках використовуйте механічні САПР, такі як AutoCAD, COMPASS та інші.

KOMPAS-3D - це популярний інструмент, який використовують сотні тисяч інженерів - дизайнерів в Україні та багатьох інших країнах. Національне визнання наділило його потужними функціями, простотою розробки та експлуатації. За допомогою KOMPAS-3D ми можемо розробити 3D-модель проектуваного виробу та отримати робочі креслення.

Проект, створений в КОМПАС-3D, оскільки скорочує час графічної роботи, підвищує якість завдяки багатофункціональним можливостям програми. А саме:

- використання бібліотек;

- Використання прив'язок (глобальних, локальних);

- Використання панелей інструментів (геометрія, розміри, обробка).

2.2 Опис створення конструктивну друкованої плати в САПР автоматизованого проектування

Створення документації за допомогою систем автоматизованого проектування можна розділити на окремі частини за алгоритмом, наведеним на рисунку 2.1, де показано основні етапи створення необхідної документації.

Рисунок 2.1 – Алгоритм створення документації

Створення конструкції друкованої плати можна розбити на кілька етапів відповідно до алгоритму, показаного на малюнку 2.2. Ми починаємо працювати в Altium Designer зі створення робочого простору, в якому ми створюємо дизайни продуктів. Коли Altium Designer відкривається, створюється (відкривається) порожня (остаточна) робоча область. Ви також можете створити порожню робочу область, вибравши Файл → Створити → Робоча область

проекту. У робочій зоні створіть проект проекту друкованої плати - проект дошки, натиснувши клавішу LMB (ліва кнопка миші) на кнопці проекту та вибравши команду Додати новий проект → проект друкованої плати.

Рисунок 2.2 – Алгоритм створення малюнку друкованої плати

Спочатку ми створюємо бібліотеку символів. Для нової бібліотеки виконайте команду: Файл> Створити> Бібліотека> Бібліотека схем. Нова бібліотека зберігається за допомогою команди Файл> Зберегти. Відкрийте панель (викликається за допомогою кнопки SCH> SCH Library у нижній правій частині вікна), щоб працювати з бібліотекою символів та розмістіть її ліворуч у робочій області.

Пізніше ми створимо всіх використовуваних радіоелементів. На наступному кроці створюється бібліотека топологічних місць. Місця групують набір контактних шайб на пластині та контурі елемента. Щоб створити нову станцію, створіть нову бібліотеку, запустивши Файл> Новий> Ліберія>

Бібліотека друкованих плат. На рисунку 3.3 показано правильний порядок створення бібліотеки розташування.

У нас є дві бібліотеки, перша зберігає символи, а друга - місця. Завершальним етапом створення повністю функціонального компонента по всьому периметру та панелі є встановлення з'єднання компонента з моделлю сидіння. Цей метод може бути реалізований різними способами, і існує кілька способів використання бібліотек. У цьому курсі ми будемо використовувати підхід, який зазвичай використовують розробники, а саме зберігати всі компоненти та моделі як вбудовані бібліотеки.

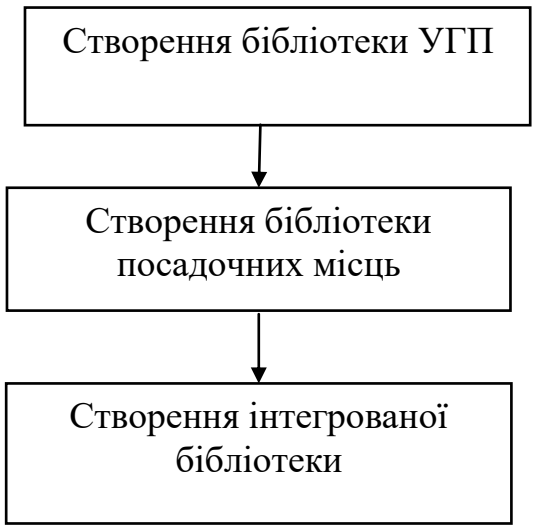

Рисунок 2.3 – Алгоритм створення бібліотеки елементів в Altium Designer

Після створення двох бібліотек необхідно створити інтегровану бібліотеку виконавши команду Files→New→Project→Integrated Library→. Далі необхідно на панелі Projects перетягнути бібліотеки умовних графічних зображень і посадочних місць в папку інтегрованої бібліотеки. Відкриваєм бібліотеку умовних графічних зображень і на панелі SCH Library вибираємо
УГП для якого необхідно додати посадочне місце. В вікні Model нажимаєм кнопку ADD і вибираємо тип Footprint і натискаєм кнопку ОК. Відкриється вікно PCB Model в якому натискаєм кнопку Browse для вибору бібліотеки. В вікні Browse Libraries вибираєм необхідне посадочне місце для даного УГП і натискаєм ОК.

Дану процедуру необхідно повторити для всіх УГП. Після цих операцій необхідно здійснити компіляцію бібліотеки командою Project→Compile Integrated Library після якої буде створена інтегрована бібліотека.

Після створення інтегрованої бібліотеки створюємо електричну принципову схему, на основі якої будем створювати малюнок друкованої плати. Командою File→New→Shematic→ створюємо документ електричної плати. Далі необхідно здійснити початкове налаштування документа командою Design→Document Options. При цьому відкриється вікно Document Options в якому на вкладці Units необхідно вибрати Use Metric Unit System – використання метричної системи координат і Metric unit used – Millimeters. На вкладці Sheet Options в полях Grids Snap і Visual необхідно ввести крок 2.5 мм, а в полі Grid Range 1 мм. На цьому початкове налаштування завершене і можна приступати до побудови електричної принципової схеми.

Створення електричної принципової схеми в Altium Designer будем здійснювати згідно алгоритму на рисунку 2.4. Початок побудови електричної схеми починається з початкового розміщення УГП на листку. Для цього відкриваєм вкладку Libraries і в випадаючому вікні вибираєм необхідну інтегровану бібліотеку. В вікні Libraries буде зображено перелік всіх УГП які є в цій бібліотеці і для розміщення їх на листку достатньо перетягнути їхню назву на листок. Після розміщення УГП на листку треба їх з’єднати лініями електричного зв’язку. Для цього існує спеціальна команда Place→Wire. Нажавши кнопку Tab можна змінити колір і товщину лінії. Для проведення електричного курсор до виводу УГП доки на кінці виводу не появиться червоний хрестик.

Рисунок 2.4 – Створення електричної принципової схеми в Altium Designer

Після цього підвести курсор до виводу з яким має відбутися електричне з'єднання і коли появиться червоний хрестик на виводі нажати ЛКМ і з'єднання побудується. Для розміщення значку корпус необхідно виконати команду Place→Power Pot. Появиться знак корпусу але біля нього буде напис VCC що означає під'єднання до шини живлення для зміни на шину корпусу необхідно нажати клавішу Tab і в полі Net ввести GND. Для зменшення кількості проведених ліній, особливо, якщо вона перетинає весь листок для з'єднання всього двох елементів між собою можна використовувати присвоєння лініям імен. При цьому треба провести короткий відрізок від

кожного виводу елементів, яких ми маєм з'єднати і виконати команду Place→Net Label. Потрібно задати назву шини для цього нажимаєм кнопку Tab і в полі Net

вводимо назву шини і натискаєм ОК. Далі підводим до лінії яку маєм об’єднати з іншими і коли на лінії з’явитеся червоний хрестик нажимаєм ЛКМ і так для кожної лінії. Після проведення всіх зв’язків можна провести остаточне розміщення УГП для кращого читання схеми і рівномірного заповнення простору листка. Для цього затиснувши Ctrl ЛКМ перетягуємо елемент на необхідне місце при цьому електричний зв'язок буде зберігатись і змінювати своє положення прямопропорційно до зміни положення УГП.

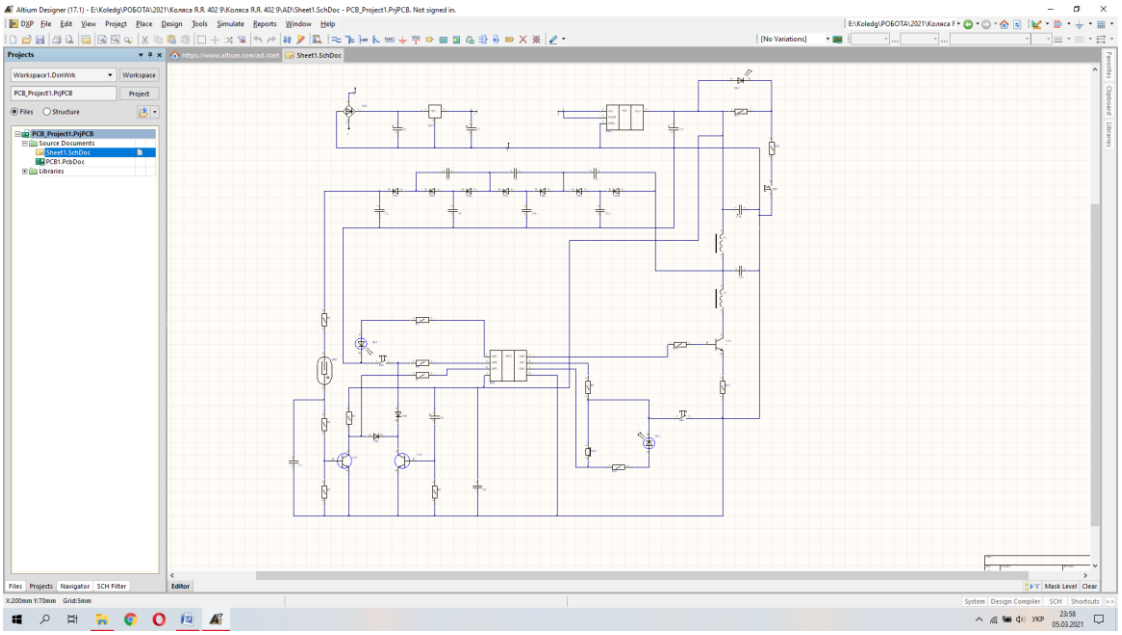

Рисунок 2.5 –Електрична принципова схема в Altium Designer

Після побудови електричної схеми необхідно здійснити автоматичну нумерацію елементів, для того, щоб система могла створити назви кожного електричного зв’язку. Для цього виконаємо команду Tools→Annotate Shematics при цьому відкриється вікно Annotate, в якому необхідно задати параметр автоматичної нумерації Down Then Across в полі Order of Processing, що означає – нумерація буде йти зверху вниз і зліва направо. Далі натискаємо кнопку Update Changes List і в вікні Proposed Change List буде показана нова нумерація УГП. Для її збереження необхідно натиснути кнопку Accept Changes і відкриється вікно Engineering Change Order необхідно послідовно нажати кнопки Validate Changes, Execute Changes і Close після чого в всій схемі буде встановлена автоматична нумерація УГП.

Виконуємо компіляцію проекта. В межах компіляції проводиться перевірка заданих правил і створюється звіт про коректність розробки проекта. Усі знайдені в ході перевірки помилки позначаються на схемі і супроводжуються коментарями про них. Результатом компіляції являється відлагоджений файл проекта, готовий до формування плати.

Починаємо компіляцію командою Project>Compile PCB Project. По закінченню операції вікно Messages не містить помилок, це означає, що схема правильна. Проект готовий для передачі інформації на друковану плату.

Щоб створити образ друкованої плати, потрібно створити файл друкованої плати за допомогою Файл → Новий → Друкована плата →. Потім виконайте початкову конфігурацію документа за допомогою команди Проект → Параметри дошки. Вам потрібно вибрати Метрика в полі Одиниця та натиснути OK. Потім утримуйте клавішу G в контекстному меню та виберіть бажаний крок сітки для нашого зображення. Для того, щоб взяти інформацію про плату зі схеми, виконайте команду Дизайн → Оновити друковану плату, після чого відкриється вікно Інженерного зміни порядку, в якому потрібно натиснути Перевірити зміни, Виконати зміни та Закрити. Після цього процесу в управлінському документі буде показано розташування всіх елементів та лінії зв'язку між ними. Потім потрібно розставити дошку, розставивши всі шматки в необхідних місцях на дошці. Далі потрібно встановити параметри проводів, відстані між ними і контактними площадками. Для цього скористайтеся командою Дизайн → Правила, щоб відкрити вікно Редактора правил та обмежень друкованої плати. У розділі Трасування → Ширина потрібно ввести бажану товщину для напрямного шляху. У розділі Топологія маршрутизації потрібно вибрати план автоматичного відстеження. У розділі Електричне → Відстань введіть необхідну мінімальну відстань між монтажною накладкою та проводом. Тоді конфігурація правил відстеження завершена. Щоб виконати автоматичну маршрутизацію, запустіть команду Auto Route → All, виберіть потрібний тип картки серед стандартних типів і натисніть кнопку Routing All. В кінці маршруту перевірте креслення друкованої плати на неефективні шляхи дроту та вручну оптимізуйте. Для того,

щоб імпортувати зображення друкованої плати в Compass, потрібно зберегти друковану плату у форматі PDF.

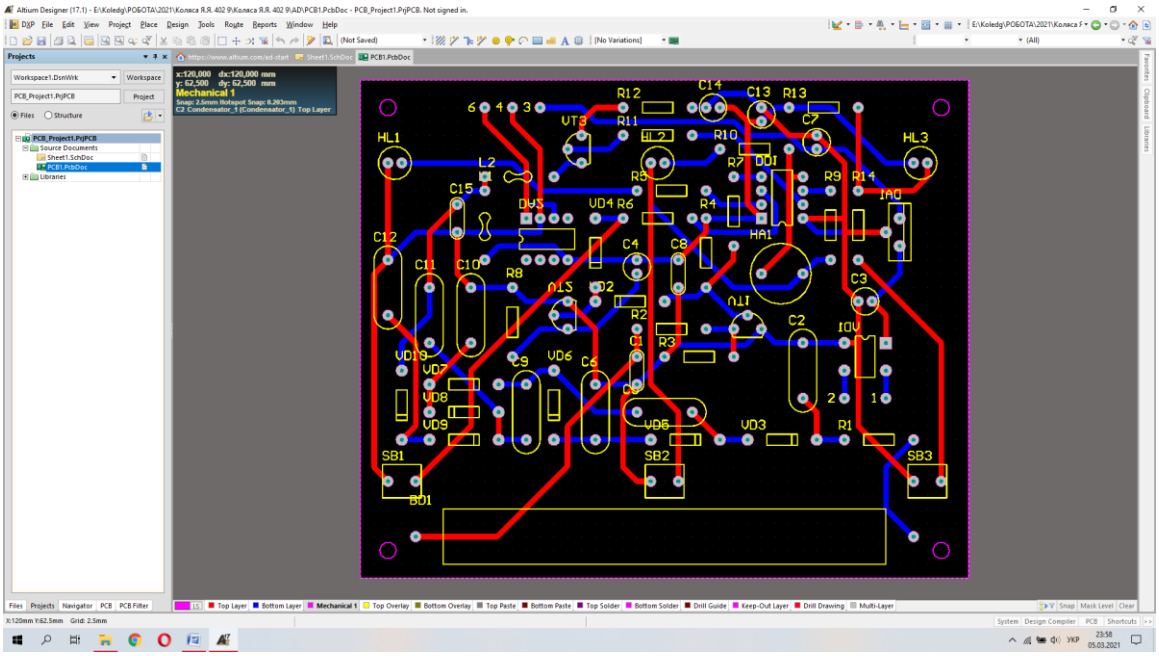

Рисунок 2.6 – Плата друкована в Altium Designer

Створення необхідного пакету конструкторської документації в САПР Компас починаєм зі створення електричної принципової схеми і переліку елементів. Для пришвидшення створення схеми необхідно використати бібліотеку ESK яку можна завантажити з офіційного сайту компанії АСКОН. Для під'єднання бібліотеки необхідно командою Сервис→Менеджер библиотек викликати вікно менеджера бібліотек і на вільному полі цього вікно нажати ПКМ і вибрати з контексного меню Добавить описание→прикладной библиотеки і вказати шлях до папки зі скачаною бібліотекою і відкрити файл eskw. Спочатку необхідно створити файл креслення командою Файл→Создать і в діалоговому вікні вибрати Чертеж. Для зміни формату листка, орієнтації і оформлення необхідно викликати менеджер документа командою Сервис→Менеджер документа. Для зручнішого створення схеми необхідно вибрати режим ортогонального креслення клацнувши на відповідному значку на панелі Глобальные привязки. Створення схеми починається з діставання з бібліотеки необхідних УГП і попереднього розміщення їх на креслення. В бібліотеці ESK є майстер побудови УГП мікросхем. Для його виклику потрібно в

розділі Микросхемы вибрати Отрисовка микросхем і в вікні Микросхема можна побудувати УГП мікросхеми зверху вниз, вказуючи на кожному етапі тип виводу і його позначення. Після розміщення всіх УГП на креслення їх треба з'єднати лінією електричного зв'язку для цього використовуємо примітив Отрезок з панелі Геометрия. Для нумерації УГП використовуємо операцію Ввод текста з панелі Обозначения. Для створення переліку елементів виконаємо команду Файл→Создать→Спецификация. В менеджері документів необхідно вибрати оформлення Перечень елементов ГОСТ 2.701-84(номер 1) з бібліотеки ESKW_VC.LYT. Для добавлення нового запису в перелік елементів необхідно виконати команду Вставка→Базовий Обьєкт і в строці ввести необхідні данні.

Для створення креслення друкованої плати необхідно імпортувати малюнок друкованої плати з Altium в Компас. Далі імпортований малюнок треба перетворити в дзеркальне відображення командою Симметрия з панелі Редактирования. Оскільки креслення друкованої плати виконується в масштабі то необхідно створити новий вигляд з необхідним масштабом командою Вставка→Вид. На панелі налаштувань треба вибрати необхідний масштаб і розмістити його в нижньому лівому куті плати. Далі розмістити назви елементів на вільному полі плати щоб було зрозуміло до яких монтажних площадок відносяться. Командою Авторазмер з панелі Размеры необхідно проставити розміри плати вказавши точки між якими повинен бути створений розмір. Для створення розміру діаметру виводу необхідно використати команду Диаметральный размер з панелі Размеры. На панелі Параметры цієї команди необхідно вказати розміщення виносного розміру На полке, вправо. Під час розміщення фантому розміру треба нажати ПКМ і в контекстному меню вибрати пункт Текст надписи. В полі текст под треба нажати ЛКМ і вибрати із стандартний шаблонів 2. отв, змінити на 4 і нажати ОК. Для заштриховування монтажних площадок необхідно виконати команду Штриховка з панелі Геометрия. Вибрати стиль Металл і необхідний крок штриховки. Нажимаючи ЛКМ всередині монтажної площадки ми будем її заштриховувати. Для цього креслення також необхідно ввести Технічні вимоги командою

Вставка→Технические требования→Ввод. При цьому відкриється новий документ, в якому необхідно ввести вручну технічні вимоги або скористатися шаблонами, які можна викликати командою Вставка→Текстовый шаблон і вибрати необхідний шаблон з розділу Технические требования. Після введеня всіх вимог просто закриваєм вкладку цього документу і підтверджуємо збереження змін. Далі необхідно розмістити технічні вимоги на кресленні командою Вставка→Технические требования→Размещения і розмістити їх над децимальним номером.

При побудові креслення друкованого вузла необхідно імпортувати друковану плату з попереднього креслення. Ввернути її оригінальне відображення командою Симметрия і зруйнувати всі друковані провідники. Далі необхідно побудувати умовні зображення елементів які розміщенні на платі. Елементи, які мають формовані виводи, мають бути зображені також на вільному полі креслення в вигляді збоку з зображеним в перерізі монтажних отворів і розставленими установочними розмірами. При побудові таких елементів якщо вони симетричні досить побудувати одну половину і командою Симметрия дзеркально відобразити побудовану частину. Для розміщення позицій на кресленні необхідно використати команду Обозначение позиций з панелі Обозначение. Для зміни номеру позиції необхідно нажати ПКМ і в контексному меню вибрати Текст надписи і в діалоговому вікні ввести необхідний номер. Далі нажати ЛКМ на поверхні деталі до якої треба проставити позицію і перемістити курсор на місце де має розміщуватись надпис і нажати ЛКМ. Після розміщення всіх позицій необхідно їх вирівняти в одну лінію командами Выровнять позиции по вертикали і Выровнять позиции по горизонтали з панелі Обозначения.

Складальне креслення має супроводжуватись специфікацією, яку ми створюємо так само як і перелік елементів але не змінюємо стандартного оформлення файлу специфікації.

Креслення корпусу є найскладнішим по виконанню серед всіх з цього пакету конструкторської документації. При його створенні необхідно

використовувати команди допоміжних ліній, створення фасок, позначення перерізів, створення фасок, вставлення стандартних виробів, а саме болтів і гайок.

Під час проектування було отримано пакет графічної і текстової конструкторської документації на виріб з дотриманням всіх вимог ЄСКД.

Завдяки системі Altium Designer отримано конструктив друкованої плати. Плата має розміри – 65×65 мм, вона являється двосторонньою, елементи на ній розташовані компактно, з дотриманням всіх вимог проектування. Якість та надійність підвищує те, що на платі немає перемичок.

У процесі розробки конструкції проектованого виробу було використано програму КОМПАС для розробки пакету конструкторської документації на виріб згідно з всіма вимогами ЄСКД. Є розробленні графічні частини які включають в себе схему електричну принципову, друковану плату, друкований вузол, та схему ремонтних робіт.

РОЗДІЛ 3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Шляхи збереження працездатності та підвищення продуктивності праці на виробництві.

Практичне значення заходів щодо підвищення працездатності випливає із закономірностей її динаміки і зводиться до:

- збільшення фази стійкого стану в фонді робочого часу;
- прискорення процесу впрацювання;
- віддалення фази розвитку втоми;
- забезпечення високої продуктивності праці за нормальних фізіологічних затрат.

Комплекс заходів щодо підвищення і збереження працездатності працівників на оптимальному рівні реалізується на техніко-організаційному, соціально-економічному, санітарно-гігієнічному, медико-біологічному, психологічному напрямках.

Могутнім фактором високої працездатності і продуктивності праці є оптимізація трудових навантажень на основі механізації і автоматизації виробничих процесів, удосконалення технології, скорочення і ліквідації важкої ручної праці. Доведено, що при правильній організації праці на легких роботах спостерігається найбільша тривалість фази стійкого стану, а на важких роботах вона нетривала.

Високий рівень працездатності безпосередньо залежить від умов праці, оскільки поліпшення їх супроводжується зменшенням енергетичних затрат організму на подолання несприятливого впливу факторів виробничого середовища.

Важливим напрямком підвищення працездатності працюючих є ритмізація трудових процесів, оптимізація темпу роботи, а також раціоналізація трудових рухів на фізіологічній основі, що сприяє формуванню і закріпленню робочих динамічних стереотипів, а отже зменшенню м’язових і вольових

зусиль. Ритмічна робота підвищує функціональні можливості організму, сприяє його тренованості і забезпечує економізацію енергетичних затрат.

Економізація функціональних затрат досягається завдяки стійкій домінанті і автоматизму дій, що виключає зайві рухи, розсіювання уваги тощо.

Особливе значення для підтримання працездатності працівників на високому рівні має раціональний режим праці і відпочинку.

Дослідження показують, що впровадження раціонального режиму праці і відпочинку на підприємствах забезпечує підвищення продуктивності праці на 8—10%, сприяє поліпшенню фізіологічного стану працівників (зменшується частота пульсу в процесі роботи, підвищується м’язова витривалість в кінці зміни, покращується координація рухів).

Високій працездатності працівників сприяє і раціоналізація робочих місць на основі врахування антропометричних, біомеханічних і психофізіологічних вимог, що обумовлює раціональну робочу позу, зменшення статичних навантажень, оптимізацію робочої зони та інформаційних потоків.

Висока працездатність забезпечується за рахунок використання факторів естетичного впливу на працюючих. Такими факторами є колір, світло, музика. Особливо слід підкреслити значення функціональної музики, яка впливає на емоційну сферу людини, підвищує збудливість і лабільність центральної нервової системи. На початку роботи вона прискорює процес впрацювання, а в кінці робочого дня зменшує суб’єктивне відчуття стомленості.

Вплив функціональної музики посилюється, якщо вона поєднується з фізичними вправами. Останні підвищують лабільність органів, які безпосередньо беруть участь у виконанні роботи, активізують роботу органів дихання і кровообігу.

Особливе значення в підвищенні працездатності працівників має створення сприятливого соціально-психологічного клімату в організації, високий рівень мотивації праці, ефективна система стимулювання результатів діяльності, рівень життя в цілому і охорона здоров’я населення.

3.2 Правила техніки безпеки при експлуатації обладнання

До експлуатації радіоелектронних пристроїв та їх налагоджування допускаються робітники і фахівці не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, навчені безпечним методам роботи, які склали іспити відповідно до чинного Положення про порядок навчання працівників зв'язку безпечним методам праці.

Працівники повинні бути навчені основам виконання робіт за даною професією.

Роботи з монтажу передавального радіообладнання виконуються бригадою у складі не менше 2-х осіб.

Керівник бригади повинен мати V, а члени бригади – не менше III групи з електробезпеки.

Кожен працівник повинен пройти інструктаж з безпечних методів і правил праці на робочому місці.

Прізвища працівників, дата проведення інструктажу заносяться в спеціальний журнал. Працівник, який пройшов інструктаж, повинен розписатися в журналі.

Приступати до роботи без проведення інструктажу на робочому місці не дозволяється.

На кожному робочому місці повинна бути інструкція з охорони праці при виконанні робіт з монтажу радіообладнання.

Кожен працівник повинен бути попереджений про необхідність дотримання правил внутрішнього трудового розпорядку.

При монтажі обладнання можуть виникнути небезпечні для життя та шкідливі для здоров'я фактори:

– напруга небезпечна для життя при дотику до відкритих струмоведучих частин;

– підвищений рівень високочастотних випромінювань.

Кожен працівник повинен бути забезпечений спецодягом та засобами індивідуального захисту відповідно до Типових галузевих норм безкоштовної видачі спецодягу, спецвзуття та засобів індивідуального захисту.

Кожен працівник має вивчити вимоги пожежо і вибухобезпеки і дотримуватися їх.

За невиконання цієї інструкції винні несуть відповідальність згідно з Правилами внутрішнього трудового розпорядку.

Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед початком роботи необхідно:

Одягти спецодяг, заправивши його так, щоб не було звисаючих кінців. Прибрати волосся під головний убір.

Перевірити справність засобів індивідуального захисту (відсутність зовнішніх пошкоджень і термін придатності згідно штампу випробувань), обтерши їх від пилу.

Підготувати справний інструмент, електропаяльник і переносну електролампу на 42 В, вимірювальну апаратуру.

Підготувати в спеціальній тарі припій, флюс, знежирюючі речовини. Легкозаймисті рідини в непроливній тарі з чітким написом про вміст і щільно закриті кришкою у кількості, що не перевищує змінної потреби.

Вивчити монтажні схеми, інструкції та рекомендації заводу-виготовлювача з проведення монтажу.

Перевірити заземлення металевих частин обладнання, які можуть опинитися під напругою внаслідок порушення ізоляції (каркаси, шафи, корпуси рубильники і т. п.) і заземлення металевих корпусів вимірювальних приладів.

Вимоги безпеки під час роботи:

Не допускається залишати одного працівника для виконання робіт за відсутності в приміщенні осіб, атестованих з електробезпеки.

Щоб уникнути ураження електричним струмом при виконанні робіт з монтажу радіоелектронних пристроїв забороняється в обладнанні, що знаходиться під напругою, виконувати:

– будь-які виправлення монтажу;

– відключення і підключення кабелів;

– паяння та встановлення деталей;

– перевіряти на дотик нагрів струмоведучих частин схеми;

– підключати блоки і прилади;

– замінювати запобіжники.

Не допускається перевіряти ступінь нагрівання паяльника на дотик, брати багато припою на паяльник, робити різкі рухи з паяльником в руці.

При виконанні робіт, пов'язаних з можливістю загоряння або опіку очей припоєм, роботу необхідно виконувати в захисних окулярах.

При монтажі деталей на металевих поверхнях в положенні "лежачи", "з коліна", "сидячи" роботи повинні проводитися з використанням матів і підколінника.

Підключення вимірювальних приладів проводити при відключеному устаткуванні і знятому заряді на ємностях схеми.

При ліквідації виниклої пожежі користуватися вуглекислотними вогнегасниками.

Виконувати тільки ту роботу, яка доручена, не відволікатися і не відволікати товаришів по роботі.

Підтримувати порядок на робочому місці.

Вимоги безпеки після закінчення роботи

Вимкнути всі пристрої електроживлення та вимірювальну апаратуру.

Пам'ятати, що дроти захисного заземлення відключаються в останню чергу.

Відключити електропаяльник і переносну електролампу.

Прилади, інструмент, захисні пристосування прибрати в місця, відведені для їх зберігання.

Невитрачені легкозаймисті рідини закрити в металеву шафу.

Прибрати робоче місце.

Зробити необхідні записи в оперативній та технічної документації.

Повідомити керівництву про всі недоліки, виявлені під час роботи.

Зняти і прибрати у відведене місце для зберігання спецодяг та засоби індивідуального захисту.

Значною мірою безпека обслуговування електрообладнання залежить від умов середовища приміщення, в якому воно встановлене, бо ці умови впливають на стан ізоляції і опір шкіри людини. Волога, їдкі пари або гази, струмопровідний пил і висока температура знижують опір ізоляції і руйнують її. Крім того, шкіра людини під впливом вологи і високої температури стає провідною, що зменшує опір тіла людини і підвищує небезпеку ураження електричним струмом. Струмопровідна підлога (металева, цегляна, бетонна), на якій стоїть людина, різко зменшує опір його кола і підвищує небезпеку дотику до струмопровідних частин, що знаходяться під напругою. Провідний пил осідає на проводах і утворює провідне коло, внаслідок чого можливі замикання на землю і між фазами. Їдкі пари або гази (хімічно активне середовище) руйнують ізоляцію і зменшують її опір.

Таким чином, ознаками підвищеної небезпеки є:

1) волога (відносна вологість повітря вище 75%) або наявність струмопровідного пилу;

2) струмопровідні підлоги;

3) підвищена температура повітря (більше +35ºС);

4) можливість одночасного дотику людини до заземлених корпусів обладнання і до частин електрообладнання, що перебуває під напругою.

Ознакою особливої небезпеки являється наявність особливої вологості (відносна вологість повітря близька до 100 %) і хімічно активне середовище. За ступенем небезпеки і ураження людей електричним струмом приміщення підрозділяють на такі класи: без підвищеної небезпеки (відсутні ознаки як підвищеної, так і особливої небезпеки), з підвищеною небезпекою (присутня лише одна ознака підвищеної небезпеки) і особливо небезпечні приміщення

(наявність хоча б однієї ознаки особливої небезпеки або одночасно двох чи більше ознак підвищеної небезпеки). До приміщень без підвищеної небезпеки відносяться сухі, з нормальною температурою, ізольованими підлогами, без пилу, що не мають або мають малу кількість заземлених предметів. Такими приміщеннями є контори, лабораторії, житлові, а також виробничі приміщення, що не мають ознак підвищеної або особливої небезпеки. Більша частина виробничих приміщень відноситься до особливо небезпечних як такі, що мають ознаку особливої небезпеки або дві чи більше ознак підвищеної небезпеки. Роботи на відкритому повітрі прирівнюються до робіт в особливо небезпечних приміщеннях. У жаркому приміщенні температура постійно або періодично перевищує 35 ºС в запиленому приміщенні присутній технологічний пил у таких кількостях, що може осідати на проводах, проникати всередину машин, апаратів тощо.

3.3 Показники пожежо-вибухонебезпечності речовин та матеріалів.

З метою одержання початкових даних для розробки заходів щодо забезпечення пожежної та вибухової безпеки, при визначенні категорії та класу приміщень і будівель відповідно до вимог норм технологічного проектування, стандартів ССБП, будівельних норм і правил, правил будови електроустановок встановлена номенклатура показників пожежо-вибухонебезпечності речовин і матеріалів.

Горючість є кваліфікаційною характеристикою здатності речовин і матеріалів до горіння і застосовується для таких потреб: кваліфікації речовин і матеріалів за горючістю; визначення категорії і класу приміщень за вибухо-пожежною та пожежною небезпечністю; при розробці заходів щодо забезпечення пожежної безпеки.

За горючістю речовини і матеріали поділяють на негорючі, важкогорючі та горючі.

Негорючі - це речовини і матеріали, які не здатні горіти у повітрі. Проте серед них можуть бути пожежонебезпечні, наприклад, окислювачі і речовини,

що виділяють горючі продукти при взаємодії з водою, киснем або з іншими речовинами. До негорючих речовин належать усі мінеральні та більшість штучних неорганічних матеріалів.

Важкогорючі - речовини і матеріали, що здатні горіти в повітрі при дії джерела запалювання, але не здатні самостійно горіти після його вилучення. Це можуть бути композиції, що складаються з органічного матеріалу і мінерального наповнювача.

Горючі - речовини і матеріали, що здатні займатися при дії джерела запалювання і самостійно горіти після його вилучення.

Температура спалаху - це найменша температура конденсованої речовини, при якій в умовах спеціальних випробувань над її поверхнею утворюються пари, що здатні спалахувати від джерела запалювання, але швидкість їх утворення при цьому недостатня для стійкого горіння.

Температура спалаху характеризує умови, за яких речовина стає пожежонебезпечною. Цей показник застосовується при класифікації рідин за ступенем пожежної небезпечності, при визначенні категорії та класифікації приміщень і зон за пожежовибуховою небезпечністю, а також при розробці заходів пожежо-вибухобезпеки.

Температура спалахування - це найменша температура речовини, при якій в умовах спеціальних випробувань речовина виділяє горючі пари і гази з такою швидкістю, що при дії на них джерела запалювання спостерігається займання (тобто виникає стійке полум'яне горіння).

Температура спалахування характеризує здатність речовин до самостійного горіння і завжди буває вищою за температуру спалаху. Чим меншою є різниця між температурами спалаху і спалахування речовини, тим більше пожежонебезпечною є ця речовина.

Температура спалахування застосовується при встановленні групи горючості речовин, при оцінці пожежної небезпечності обладнання і технологічних процесів, при розробці заходів щодо забезпечення пожежо-вибухобезпеки.

Температура самоспалахування — це найменша температура навколишнього середовища, при якій в умовах спеціальних випробувань спостерігається самозаймання речовини. Температура самоспалахування використовується для оцінки пожежо-вибухонебезпечності речовин; визначення групи вибухонебезпечної суміші для вибору типу вибухобезпечного обладнання; при розробці заходів щодо забезпечення пожежо-вибухобезпеки технологічних процесів.

Концентраційні межі поширення полум'я. Нижня (верхня) концентраційна межа поширення полум'я - це мінімальний (максимальний) вміст горючої речовини в однорідній суміші в окислювальному середовищі, при якому можливе поширення полум'я по суміші на будь-яку відстань від джерела запалювання.

Концентраційні межі поширення полум'я застосовують при визначенні категорії та класу приміщень за пожежо-вибухонебезпечністю; при розрахунках вибухобезпечних концентрацій газів, парів і пилу всередині технологічного обладнання, а також у повітрі робочої зони з потенційними джерелами запалювання; при проектуванні вентиляційних систем; при розробці заходів з забезпечення пожежної безпеки.

Температурні межі поширення полум'я. Відомо, що концентрація насичених парів рідини перебуває у певному взаємозв'язку з її температурою. Використовуючи цю властивість, можна концентраційні межі насичених парів виражати через температуру рідини, при якій утворюються ці пари. Такі температури мають назву температурних меж поширення полум'я.

Температурні межі поширення полум'я - це такі температури речовини, при яких її насичена пара утворює в окислювальному середовищі концентрації, що дорівнюють, відповідно, нижній (нижня температурна межа) і верхній (верхня температурна межа) концентраційним межам поширення полум'я.

Температурні межі спалахування застосовуються при розрахунку пожежо-вибухонебезпечних температурних режимів роботи технологічного

обладнання; оцінці аварійних ситуацій, пов'язаних з розливтям горючих рідин; розрахунку концентраційних меж спалахування; а також для характеристики пожежної небезпечності рідин.

Температурні умови теплового самозаймання це залежність між температурою навколишнього середовища, кількістю речовини (матеріалу) і часом до її самозаймання.

Мінімальну температуру середовища, при якій можливе самозаймання матеріалу, враховують при виборі безпечних умов зберігання та переробки самозаймистих речовин.

Вдатність вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря та іншими речовинами (тобто при взаємному контакті речовин) - якісний показник, що характеризує особливу пожежну небезпечність речовин.

ДОДАТКИ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедрою РТ
_____ к.т.н. Дунець В.Л.
«31» 05 2021р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «Індикатор вимірювання інтенсивності іонізуючого випромінювання»

Узгоджено
Керівник дипломного проекту
Химич Г.П._____
«_____»_____2021р.

«ВИКОНАВЕЦЬ»
Студент групи РАс-41
Чубара Р.О._____
«_____»_____2021р.

Тернопіль, 2021

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1. Назва: «Індикатор вимірювання інтенсивності іонізуючого випромінювання».

1.2. Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи №4/7-435 від «31» 05.2021р.

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Чубара Роман Олегович групи Рас-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка індикатору вимірювання інтенсивності іонізуючого випромінювання на основі контролера пам'яті EEPROM, лічильника Гейгера, що включає в себе:

- розробку схемотехнічного рішення для даного пристрою;
- вибір компонентної бази індикатору вимірювання інтенсивності іонізуючого випромінювання;
- розрахунок, вибір компонентів для надійного оптимального функціонування приладу.

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри.

4.1.1. Світлодіодна (числом спалахів) індикація рівня радіоактивного випромінювання безпосередньо в мкР / год;

4.1.2. Примусова звукова і світлова (спалахами) індикація реєстрованих імпульсів джерела випромінювання;

4.1.3. Автоматичне включення звукової і світлової індикації реєстрованих імпульсів джерела випромінювання при перевищенні порога 50 мкР / год;

4.1.4. Автоматичне включення сигналу тривоги при перевищенні другого порога 75 мкР / год;

4.1.5. Значення першого і другого порогів, параметри акумулятора і конкретного типу лічильника Гейгера зберігаються в незалежній пам'яті мікроконтролера (EEPROM).

4.1.6. Напруга живлення - 3,7 В ;

4.1.7. Показання індикатора - мкР / год;

4.1.8. Час роботи з використовуваним літій-іонних акумуляторів ємністю 750 мА-ч більше 35 діб;

4.1.9. Споживаний струм - 100 мА;

4.1.10. Час накопичення імпульсів - 40 с;

4.1.11. Споживаний струм при роботі в умовах природного радіоактивного фону - менш 1 мА (фактично виміряний - 0,86 мА), час роботи з

використовуваним літій-іонних акумулятором ємністю 750 мА-ч - більше 35 діб;

4.2. Технічні вимоги.

4.2.1. Пристрій повинен бути захищений від перепадів напруги, короткого замикання, імпульсних викидів.

4.2.2. Пристрій повинен відповідати з точки зору використання у різних кліматичних зонах та приміщеннях згідно міждержавного стандарту ГОСТ 15150-69 (використання в нормальних кліматичних умовах в приміщенні).

4.2.3. Допустима вологість, % - 90;

4.2.4. Діапазон робочих температур - -20 до $+50^0$C;

4.2.5. Контроль стану напруги акумулятору.

4.2.6. Індикація днів, що залишилися роботи акумулятора.

4.2.7. Пристрій повинен зберігати свої технічні характеристики після транспортування всіма видами транспорту: автомобільним, залізничним, водним, повітряним.

4.2.8. Пристрій не призначений для роботи при мобільній експлуатації.

4.2.9. Габаритні розміри пристрою - 120x128x58мм

4.2.10. Вага - 300г

5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1. Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ, а сааме:

ДСТУ 3321:2003 (Система конструкторської документації),

ДСТУ ГОСТ 2.601:2006 Єдина система конструкторської документації. Експлуатаційні документи (ГОСТ 2.601-2006, IDT).

ДСТУ ГОСТ 2.052:2006 Єдина система конструкторської документації. Електронна модель виробу. Загальні положення (ГОСТ 2.052-2006, IDT)

ДСТУ 3008-95 Документація Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення,

ДСТУ 3321-96 Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять

ГОСТ 2.102-68 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов

ГОСТ 2.103-68 Единая система конструкторской документации. Стадии разработки

ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам

ГОСТ 2.106-96 Единая система конструкторской документации. Текстовые документы

ДСТУ-Н 7915:2015 Система технологічної документації. Настанови щодо оформлення карти реєстрування результатів випробування

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1.	Розробка та затвердження технічного завдання	
2.	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи	
3.	Аналіз структурної та функціональної схеми	
4.	Прозрахунок основних вузлів	
5.	Вибір компонентної бази	
6.	Компоновка друкованого вузла	
7.	Розробка друкованої плати	
8.	Створення допоміжної документації	
9.	Спеціальна частина	
10.	Розділ охорони праці та безпеки життєдіяльності	
11.	Нормоконтроль	
12.	Попередній захист КР	
13.	Захист КР	

Термін виконання кваліфікаційної роботи узгоджується з керівником і з графіком виконання

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

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

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Зарядний пристрій LI-ION батерей		
B1	Модуль зарядки YCD-1688 "GoPower"	1	
	Роз'єми		
XP1	21.ДП.172.402.009.001.001	1	
XS1	21.ДП.172.402.009.001.002	1	
A2	Схема вимірювача		
BD1	Лічильник Гейгера СБМ-20 "МЕГА-К"	1	
	Конденсатори		
C1	b37979-220 пФ ±5% "Epcos"	1	
C2	B32529C1102J000-1 кВ-2,2 нФ ±10% "Epcos"	1	
C3, C4	B32529C1102J000-1 кВ-2,2 нФ ±10% "Epcos"	2	
C5	b41828-5 B-47 мкФ ±10% "Epcos"	1	
C6	b37979-0,1 мкФ ±5% "Epcos"	1	
C7...C10	B32529C1102J000-1 кВ-2,2 нФ ±10% "Epcos"	4	
C11	b41828-5 B-47 мкФ ±10% "Epcos"	1	
C12	b41828-5 B-10 мкФ ±10% "Epcos"	1	
C13	b37979-1 мкФ ±5% "Epcos"	1	
	Мікросхеми		
DA1	ADP667ANZ "Analog Devices"	1	
DD1	PIC12F683 "Atmel"	1	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Чубара		
Пров.		Химич		
Н.контр.				
Утв.				

ФПТ2.182.019.000 ПЕ3

Вимірювач-індикатор рівня радіації

Перелік елементів

Лит.	Лист	Листов
н	1	3

ТНТУ, ФПТ, каф. РТ гр.РАс-41

м. Тернопіль

Копировал

Формат А4

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
GB1	Батерея літієва LS17500 (A)–3,7 В "Saft"	1	
HA1	Випромінювач звуку HCM1606X "JL World"	1	
HL1..HL3	Світлодіод L–1503GT "Kingbright"	3	
	Дросель		
L1	B82141A1102K000–100 мкгН "EPCOS"	1	
L2	B82141A1102K000–4,7 мгН "EPCOS"	1	
	Резистори		
R1	MFP–0,25–4,7 мОм ±10% "Yageo"	1	
R2	MFP–0,125–10 кОм ±10% "Yageo"	1	
R3	MFP–0,125–470 кОм ±10% "Yageo"	1	
R4	MFP–0,125–47 кОм ±10% "Yageo"	1	
R5	MFP–0,125–10 кОм ±10% "Yageo"	1	
R6	MFP–0,125–1 кОм ±10% "Yageo"	1	
R7	MFP–0,125–10 кОм ±10% "Yageo"	1	
R8, R9	MFP–0,125–1 кОм ±10% "Yageo"	2	
R10	MFP–0,125–4,7 кОм ±10% "Yageo"	1	
R11	MFP–0,125–1 кОм ±10% "Yageo"	1	
R12	MFP–0,125–100 Ом ±10% "Yageo"	1	
R13	MFP–0,125–43 кОм ±10% "Yageo"	1	
R14	MFP–0,125–22 кОм ±10% "Yageo"	1	
SA1	Перемикач KBB70–2P2W "Jietong Switch"	1	
SB1..SB3	Кнопка тактова FSM8JH "Tyco"	3	

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ФПТ2.182.019.000 ПЕЗ	Лист 2

Копировал Формат А4

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
VD1..VD9	Диод 1N4148 "Diotec"	9	
	Транзистори		
VT1, VT2	2SA1320 "DC Components"	2	
VT3	BC557BTA "ON Semiconductor"	1	
XP1	Вилка LT-322 H05VV-F 3*0.75 "Lian Dung"	1	

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ФПТ2.182.019.000 ПЕЗ	Лист 3

Копировал Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А4			ФПТ2.182.019.000 ПЕ3	Перелік елементів		
А2			ФПТ2.182.019.000Е3	Схема електрична принципова		
А1			ФПТ6.182.019.000 СК	Вузол друкований		
				Деталі		
А1		1	ФПТ7.182.019.000	Плата друкована	1	
БК		2	ФПТ7.182.019.000.001	Перемичка	5	
				Інші вироби		
		3		Лічильник Гейгера СБМ-20 "МЕГА-К"	1	BD1
				Конденсатори		
		5		b37979-220 пФ ±5% "Epcos"	1	C1
		6		B32529C1102J000-1 кВ-2,2 нФ ±10% "Epcos"	7	C2,C3,C4,C7..C10
		7		b37979-0,1 мкФ ±5% "Epcos"	1	C6
		8		b37979-1 мкФ ±5% "Epcos"	1	C13
		9		b41828-5 В-10 мкФ ±10% "Epcos"	1	C12
		10		b41828-5 В-4,7 мкФ ±10% "Epcos"	2	C5, C11
				Мікросхеми		
		12		ADP667ANZ "Analog Devices"	1	DA1
		13		PIC12F683 "Atmel"	1	DD1

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ФПТ6.182.019.000

Разраб.	Чубара		
Пров.	Химич		
Н.контр.			
Утв.			

Вузол друкований

Лит.	Лист	Листов
н	1	2

ТНТУ, ФПТ, каф. РТ гр.РАс-41

м. Тернопіль

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
		15		Випромінювач звуку HCM1606X "JL World"	1	HA1
		17		Світлодіод L-1503GT "Kingbright"	3	HL1...HL3
				Дроселі		
		19		B82141A1102K000-4,7 мкгн "EPCOS"	1	L2
		20		B82141A1102K000-100 мкгн "EPCOS"	1	L1
				Резистори		
		22		MFP-0,125-100 Ом ±10% "Yageo"	1	R12
		23		MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"	4	R6,R8,R9,R11
		24		MFP-0,125-4,7 кОм ±10% "Yageo"	1	R10
		25		MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"	3	R2,R5,R7
		26		MFP-0,125-22 кОм ±10% "Yageo"	1	R14
		27		MFP-0,125-43 кОм ±10% "Yageo"	1	R13
		28		MFP-0,125-47 кОм ±10% "Yageo"	1	R4
		29		MFP-0,125-470 кОм ±10% "Yageo"	1	R3
		30		MFP-0,25-4,7 мОм ±10% "Yageo"	1	R1
		32		Кнопка тактова FSM8JH "Tyco"	3	SB1...SB3
				Діоди		
		34		1N4148 "Diotec"	9	VD1...VD9
				Транзистори		
		36		2SA1320 "DC Components"	2	VT1, VT2
		37		BC557BTA "ON Semiconductor"	1	VT3

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ФПТ6.182.019.000	Лист 2

Копировал Формат А4