

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)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Інтелектуальний зарядний пристрій для акумуляторів

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

(шифр і назва спеціальності)

Храпко Д.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

Нормоконтроль Паляниця Ю.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль 2023

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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

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

« 24 » 05 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Храпку Дмитру Олеговичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Інтелектуальний зарядний пристрій для акумуляторів

Керівник роботи Дунець Василь Любомирович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

та вихід на міську телефонну лінію.

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

1. Основна частина

2. Охорона праці та безпека життєдіяльності

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

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

1. Структурна схема

2. Схема електрична принципова

3. Плата друкована

4. Друкований вузол.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Охорона праці та безпека життєдіяльності</i>			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Технічне завдання</i>	01.03.2023	
2.	<i>Основна частина (проектно-конструкторський розділ)</i>	10.04.2023	
3.	<i>Охорона праці та безпека життєдіяльності</i>	02.06.2023	
4.	<i>Нормоконтроль</i>	05.06.2023	
5.	<i>Попередній захист дипломного проекту</i>	07.06.2023	
6.	<i>Захист дипломного проекту</i>	23.06.2023	

Студент

(підпис)*Храпко Д.О.*_____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)*Дунець В.Л.*_____
(прізвище та ініціали)

Анотація

Тема кваліфікаційної роботи: «Інтелектуальний зарядний пристрій для акумуляторів». Кваліфікаційна робота бакалавра // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАС-41. // Тернопіль, 2023р. //с.-84, рис.-33, табл.-2, бібліог.–12, додат.-3.

Ключові слова: зарядний пристрій, схема структурна, схема функціональна, схема електрична принципова, друкований вузол.

В кваліфікаційній роботі розроблено пристрій зарядний із контролем температури акумуляторів. Проведено схемотехнічне та конструкторське проектування приладу.

Основні технічні характеристики зарядного пристрою:

- напруга живлення 220 В;
- потужність споживання не більше 0,5 Вт;
- час встановлення робочого режиму не перевищує 2 с.

При виконанні кваліфікаційної роботи розглянуто основні етапи проектування та застосування радіотехнічної апаратури.

Annotation

Theme of qualification work: «Intelligent charger for batteries».
Qualification work bachelor's // TNTU, FPT, PAc-41 group. // Ternopil, 2023 //
Pages.-84, fig.-33, tables -2, bibliog. – 12, appendix-3.

Key words: charger, structural diagram, functional diagram, electrical principle diagram, printed unit.

In the qualifying work, a charging device with battery temperature control was developed. Schematic and structural design of the device was carried out.

The main technical characteristics of the charger:

- supply voltage 220 V;
- power consumption no more than 0.5 W;
- the time to establish the working mode does not exceed 2 seconds.

When performing the qualification work, the main stages of designing and using radio equipment were considered.

Зміст

Перелік умовних позначень.....	8
Вступ.....	9
1 Основна частина.....	10
1.1 Аналіз завдання.....	10
1.1.1 Обґрунтування актуальності теми дипломного проекту.....	10
1.1.2 Аналіз інформації.....	16
1.2 Проектування схемотехнічне.....	18
1.2.1 Розробка і розрахунок структурної схеми виробу.....	18
1.2.2 Проектування і розрахунок електричної принципової схеми.....	19
1.2.2 Вибір і обґрунтування елементної бази.....	36
1.3 Проектування конструкторське.....	40
1.3.1 Розробка компоновки і конструкції друкованого вузла.....	40
1.3.2 Оптимізація компоновки, друкованого вузла.....	49
1.3.3 Розрахунок і забезпечення вимог по надійності.....	56
1.4 Висновок до розділу 1.....	61
2 Охорона праці та безпеки життєдіяльності.....	62
2.1 Проведення інструктажів з охорони праці.....	62
2.2 Психологічні причини нещасних випадків і травматизму.....	66
2.3 Висновок до розділу 2.....	69
Висновки.....	70
Список використаних джерел.....	71
Додатки.....	72

					<i>ХДО.2.000.001.ПЗ</i>					
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>						
<i>Розроб.</i>		<i>Храпко Д.О.</i>			<i>Інтелектуальний зарядний пристрій для акумуляторів Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Дунець В.Л.</i>					6			
<i>Консультант</i>						<i>ТНТУ, ФПТ, РАс-41</i>				
<i>Н. Контр.</i>		<i>Марценюк А.С.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Дунець В.Л.</i>								

Додаток А. Технічне завдання

Додаток Б. Схема електрична принципова. Перелік елементів

Додаток В. Друкований вузол. Специфікація

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів

АТС – автоматична телефона станція;

ЕМП – електромагнітне поле;

МК – мікроконтролер;

НВН – надвисока напруга;

НЧ – низькочастотний;

ІМС – інтегральна мікросхема;

ПЕОМ – персональна електронна обчислювальна машина;

ПВЕ – правила влаштування електроустановок;

ПК – персональний комп'ютер;

РЕА – радіоелектронна апаратура.

					<i>ХДО.2.000.001.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Вступ

Стрімкий розвиток сучасних технологій створив широкий спектр портативних радіоелектронних пристроїв, починаючи від побутових приладів і закінчуючи різноманітними приладами для вимірювання радіопередач або автоматичного керування автомобілями, які вимагають запиту на потреби живлення, що зазвичай вирішуються за допомогою батарей та акумуляторів.

З розвитком нових елементів накопичення енергії (таких як іоністори), лужні батареї, нікель-кадмієві, нікель-метал-гідридні та літієві батареї зараз є найпоширенішими та популярними.

На ринку є багато пристроїв для підзарядки цих акумуляторів, але вони часто не відповідають вимогам, необхідним для промислового використання акумуляторів, а саме: виконувати цикли наванчання, розрядки акумулятора, швидкої зарядки. Тому необхідно створити зарядний пристрій, який забезпечує можливість швидкого заряджання різних типів акумуляторів, їх розряджання, виконання тренувальних циклів, здійснення температурного контролю зарядки акумулятора та виконувати незалежну зарядку або розрядку для кількох батарей одночасно.

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1. Основна частина

1.1 Аналіз завдання

1.1.1 Обґрунтування актуальності теми дипломного проекту.

Три важливі характеристики акумуляторів: напруга, ємність і кількість циклів заряду-розряду підтримують його на правильному робочому рівні. Напруга визначається електрохімічним ланцюгом джерела, на нього впливає концентрація електроліту, ступінь розрядженості і зовнішня температура. Схема всіх акумуляторів однакова і складається з двох електродів, між якими знаходиться електроліт, але матеріали електродів і природа електроліту різні. Акумулятори бувають лужні (нікель-кадмієві, нікель-метал-гідридні) і кислотні (свинцево-кислотні, для автомобільної, медичної техніки). В окрему групу входять літієві акумулятори, поширені в мобільних телефонах. Першою була нікель-кадмієва батарея, пізніше з'явилась нікель-метал-гідридна батарея, в якій один електрод нікелевий, інший легований рідкоземельними металами. Сьогодні вони є найпопулярнішими серед "пальчикових" батарейок, оскільки відрізняються від кадмієвих тим, що вони мають більш екологічні умови виготовлення та мають більшу ємність, тобто здатність накопичувати заряд, який потім можна вивільнити. Потужність виражається в ампер-годинах (Ah) і має бути чітко вказана на корпусі джерела живлення. Основним недоліком нікель-метал-гідридних акумуляторів є вузький робочий температурний діапазон (-10°C; +40°C). Цього цілком достатньо для роботи пристрою в приміщенні, але взимку на вулиці може виникнути конфуз. Кількість циклів заряду/розряду може витримувати 1000 разів з нікель-метал-гідридними батареями АА. Вважається, що використання сплавів на основі ванадію, титану, цирконію та нікелю збільшує термін служби батареї до 1400 циклів. Кількість циклів заряд-розряд не може бути необмеженою, оскільки цикли заряд-

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

розряд викликають незворотні зміни як в електродах, так і в електроліті, так звані процеси деградації.

Сучасна людина не може жити без джерела енергії. Хімічні джерела популярні переважно завдяки тому, що їх можна використовувати в портативних пристроях. Їх різновиди розподіляються на первинні та вторинні. Батареї класифікуються як первинні, акумулятори – вторинні. Основна відмінність між ними базується на тому, що акумулятор стає непридатним, коли закінчується його ресурс. Просте заряджання акумулятора за допомогою спеціального зарядного пристрою багаторазово відновлює тривалість роботи акумулятора. Звичайно, такі варіанти сильно впливають на ціну. Якби нинішні та оригінальні автомобілі працювали і працювали від акумуляторів, різні пристрої надавали б «пріоритет» акумулятору. Однак зараз відбувається глобальний перехід від первинних хімічних джерел енергії до перезаряджуваних джерел енергії. Результатом є легші батареї, довший термін служби та швидший час перенавчання. У той же час зарядний пристрій (ЗП) також було вдосконалено.

Наявні різноманітні методи зарядки NiCd або NiMH акумуляторів. Але ці методи можна узагальнити і поділити на три основні групи:

- Стандартна зарядка – зарядка за допомогою постійного струму, що становить 1/10 номінальної місткості акумулятора (для прикладу, 15 годин);
- Швидка зарядка – це процес зарядки стабільним струмом, що становить 1/3 номінальної місткості батареї, наприклад, впродовж 5 годин.
- Заряд Delta V (прискорений заряд) – це процес зарядки, при якому спочатку використовується початковий струм зарядки, рівний номінальному значенню ємності акумулятора. Під час цього процесу неперервно вимірюється напруга на акумуляторі, і заряджання припиняється, коли акумулятор досягає повної зарядки. Час зарядки в цьому режимі становить приблизно 1 годину.

					<i>ХДО.2.000.001.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Декілька пояснень термінів. Ємність акумулятора в основному відображається літерою “С”, і часто зустрічаються такі позначення, як 1/20 С і С/20; Розряд 1/10 С представляє собою розряд струмом, який становить 1/10 від номінальної місткості акумулятора. Для ілюстрації, якщо акумулятор має ємність 600 мА*год, то він буде розряджатися струмом 60 мА ($600 / 10 = 60$ мА). В теоретичному розумінні, акумулятор місткістю 600 мА*год здатний постачати електричний струм 600 мА упродовж 1 години, 60 мА – упродовж 10 годин, 6 мА – впродовж 100 годин. На практиці, при високих розрядних навантаженнях, номінальна місткість рідко досяжна, а при малих – перевищується.

Так само, під час процесу заряджання акумуляторів значення 1 / 10 С показує, що зарядка відбувається струмом, еквівалентним 1/10 від зазначеної ємності акумулятора. Струминева зарядка при 1/10 С загалом безпечна для всіх типів акумуляторів.

1.1.1.1 Стандартний (або тонкоструйний) метод заряду.

Даний спосіб передбачає зарядку струмом близько 50 мА (для батарейок АА) впродовж 15 годин. При цьому струмі після досягнення максимального заряду дифузії кисню більш ніж достатньо, щоб вжити заходів для зменшення струму. У цьому випадку, звичайно, є ризик падіння напруги у процесі підзарядки.

На графіку (рис. 1.1) зарядний струм зберігається постійним при 0.1 °С впродовж 16 год. У процесі зарядки напруга елемента акумулятора зростає. Після завершення процесу зарядки та протягом процесу заряджання відбувається зниження напруги.

Варто зауважити, що зарядка NiCd та NiMH акумуляторів завжди відбувається за допомогою постійного струму, у протиположності свинцево-кислотним акумуляторам, які піддаються зарядці за постійною напругою.

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

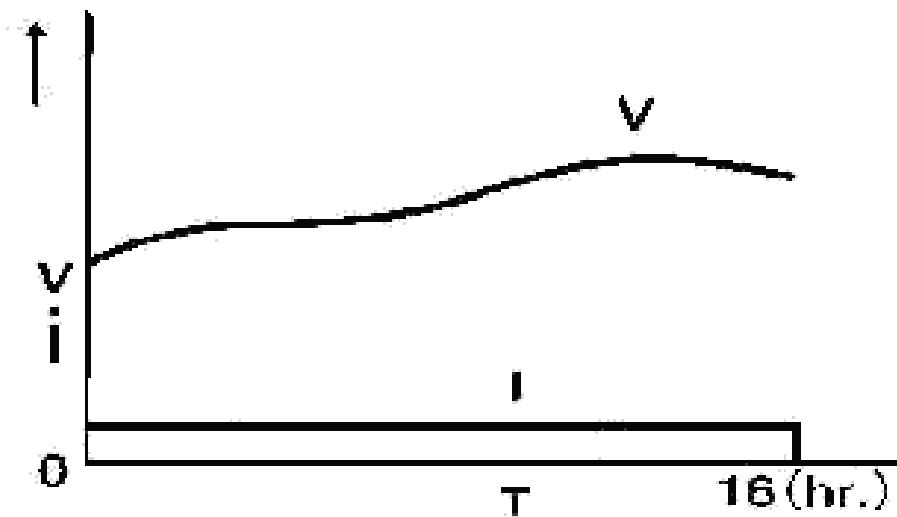


Рисунок 1.1 – Динаміка струму заряду від часу

1.1.1.2 Метод швидкого заряду

Одним із типів тонкопроменевої зарядки є прийом швидкої зарядки, що використовує зарядні струми від 0,3 С до 1.0 С. В цій ситуації важливо повністю розрядити акумулятор перед зарядкою. Тому такі зарядні пристрої зазвичай починають процес зарядки після одного циклу розряду, щоб зарядити батарею до максимальної ємності.

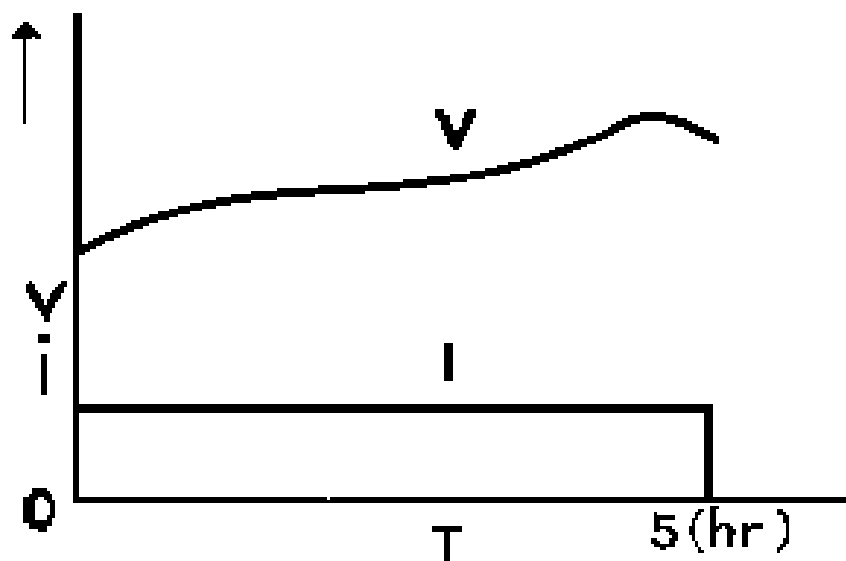


Рисунок 1.2 – Динаміка струму заряду від часу

На рисунку 1.2, при заряджанні струмом $1/3 C$ заряд зберігається впродовж 4-5 годин. Цей спосіб заряджання має тенденцію, що може спричинити перегрів акумулятора, зокрема під час зарядки струмом, що наближається до 1.

1.1.1.3 Метод $D V$ заряду

Найоптимальнішим підходом до зарядки акумуляторів нікель-кадмієвих (NiCd) та нікель-гідридних (NiMH) є використання методу ΔV , що ґрунтується на вимірюванні зміни напруги. Вимірювання вихідної напруги елемента під час заряджання струмом з постійною силою струму показує, що напруга під час процесу заряджання збільшується у повільному темпі. В результаті повної зарядки електрична напруга на короткий проміжок часу впаде. Значення спаду було незначним, приблизно на рівні 10 мілівольт для NiCd і ще менше для NiMH, але все ж помітним. Спосіб зарядки ΔV у більшості випадків включає вимірювання температури, що додає додатковий критерій для оцінки стану заряду акумулятора. Це особливо важливо для точності в зарядних пристроях, призначених для великих акумуляторів з великою місткістю, які часто мають додатковий безпечний таймер.

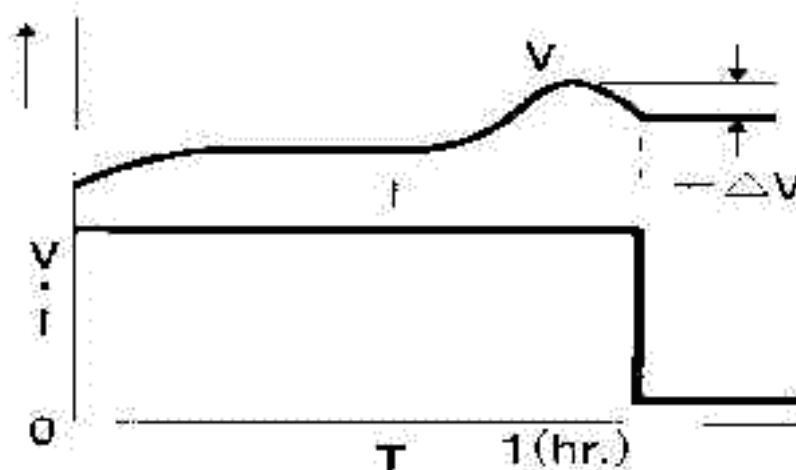


Рисунок 1.3 – Залежність струму (напруги) заряду від часу

У представленому графіку, що зображений на рисунку 1.3 було використано зарядний струм на рівні 1 С, а після досягнення повного заряду цей струм був знижений до значень в діапазоні від 1/30 С до 1/50 С з метою компенсації явища саморозряду батареї.

Зауважимо, що якщо батарея має принаймні один дефектний елемент у послідовному ланцюзі, метод заряджання ΔV не працюватиме, а решта елементів може бути знищено. Тому треба бути обережним.

Ще один спосіб визначити, коли акумулятор на максимальному рівні заряду – виміряти температуру елемента. В результаті повної зарядки температура елемента швидко зростає. Крім того, якщо температура підвищується на 10 °С або перевищує температуру оточуючого середовища, припиніть заряджання або перейдіть у режим швидкої зарядки.

Незалежно від способу заряджання, якщо використовується великий зарядний струм, потрібен захисний таймер. Як запобіжний захід, зарядний струм не повинен перевищувати подвійну ємність елемента (тобто не заряджайте понад 1600 мА*год для елемента 800 мА*год).

Акумулятори NiMH проявляють особливі труднощі із заряджанням. Значення ΔV дуже низьке (близько 2 мВ на комірку), що робить їх виявлення складнішим, ніж у випадку з нікель-кадмієвими акумуляторами. Тому батареї мобільних телефонів NiMH містять давач температури у якості альтернативи для визначення ΔV .

Особливою проблемою із заряджанням за допомогою цього методу є те, що під час використання в автомобілях електричний шум і перешкоди можуть заважати виявленню дельта-V, що робить телефон чутливим до керування заряджанням з обмеженням температури. Це може пошкодити акумулятор в автомобілях, де мобільний телефон постійно підключений (наприклад, у автомобільних комплектах), а двигун запускається та зупиняється кілька разів. Щоразу, коли запалювання вимикається на кілька хвилин, а потім знову включається, починається новий цикл заряджання.

У разі використання нерегульованого зарядного пристрою, який не використовує відомий метод для виявлення, коли батарея повністю заряджена, зарядний струм слід обмежити. Практично всі нікель-кадмієві батареї можна заряджати необмежений час струмом $C/10$ (приблизно 50 мА для батарей АА) без охолодження. При цьому падіння напруги після повної зарядки неминуче, але акумулятор не постраждає. Усі зарядні пристрої, вбудовані безпосередньо в телефон, мають електронну схему для визначення повного заряду.

Хороша схема контролю заряду дозволяє заряджати струмом понад 1С. Проблема в цьому випадку полягає в зниженій ефективності зарядки та внутрішньому нагріванні через втрати внутрішнього опору.

1.1.2 Аналіз інформації

Аналізуючи тему кваліфікаційної роботи, слід зазначити, що зарядні пристрої відносяться до класу комерційного наземного обладнання.

При аналізі теми кваліфікаційної роботи можна зазначити, що зарядний пристрій відноситься до категорії професійної стаціонарної апаратури, яка призначена для використання на землі.

Вимоги до стійкості радіоелектронної апаратури (РЕА) до механічних і кліматичних впливів можуть бути сформульовані таким чином:

Для вдосконалення стаціонарних зарядних пристроїв, зарядні пристрої можуть бути віднесені до 1-ї групи використання (РЕА – стаціонарні, що працюють в підземних і надземних приміщеннях) за умовами експлуатації та категоріями розташування.

Відповідно до ГОСТ 15150–69 варіант «У» обраний тому, що він призначений для експлуатації в районах з помірним кліматом з температурою 40–45 °С.

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Впровадження таких модифікацій дозволило визначити вплив нормального, кліматичного та механічного клімату на проєктований зарядний пристрій в залежності від умов експлуатації та розміщення в об'єкті. Крім того, необхідно розуміти норми та визначати вплив на основі аналізу умов експлуатації. РЕА – представлено конструктору на основі цього. Кліматичні та механічні критерії впливу для встановлених зарядних пристроїв згідно з ГОСТ 15150-69.

Також за тематикою роботи прилад відноситься до виконання категорії «У» 4.2 за ГОСТ 15150-82, що обумовлює ряд кліматичних умов експлуатації:

- Зарядний пристрій зберігає свою продуктивність і зовнішній вигляд навіть при температурах від -40°C до $+55^{\circ}\text{C}$.
- Зміна вологості обмежена максимум $85 \pm 3\%$ при температурі $+20^{\circ}\text{C}$.
- Межа зміни барометричного тиску становить від 80 кПа до 100 кПа.
- Незначне механічне навантаження і відповідність ГОСТ 20790-82.

При проведенні аналізу теми роботи варто відзначити, що зарядний пристрій використовується всередині приміщень.

Аналізуючи тему дипломної роботи з дизайнерської точки зору, слід зазначити, що конструкція повинна бути прямокутною, всі видимі елементи, а також елементи управління повинні бути розміщені на передній панелі і відображатися на екрані, знімаючи той чи інший режим.

Що стосується умов зберігання, то зберігання здійснюється згідно з ГОСТ 15150-82 за групою умов зберігання “Л” в сухому, регулярно провітрюваному приміщенні з відносною вологістю повітря не більше 80% і температурою від $+1^{\circ}\text{C}$ до $+40^{\circ}\text{C}$, за умови, якщо в повітрі немає пилу, парів кислот, лугів і газів, що викликають корозію металів.

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

1.2 Проектування схемотехнічне

1.2.1 Розробка і розрахунок структурної схеми виробу

Одним із перших кроків у створенні електричної схеми є побудова структурної схеми [4]. Побудова структурної схеми – важливий етап. Після проведення аналізу структури ми будемо здійснювати побудову вузлів пристрою і забезпечувати їх взаємозв'язки. Визначатимемо обсяги та вигляд проблем, а також шляхи їх реалізації, особливості постановки завдань, питання генерації, передачі та вимірювання імпульсних сигналів між блоками. Також будемо вирішувати питання злагодженої роботи блоків, використання засобів та методів для досягнення необхідної швидкодії та точності.

На цьому етапі створюється остаточна структурна схема зарядного пристрою. На рисунку 1.4 детально зображено структурну схему зарядного пристрою.

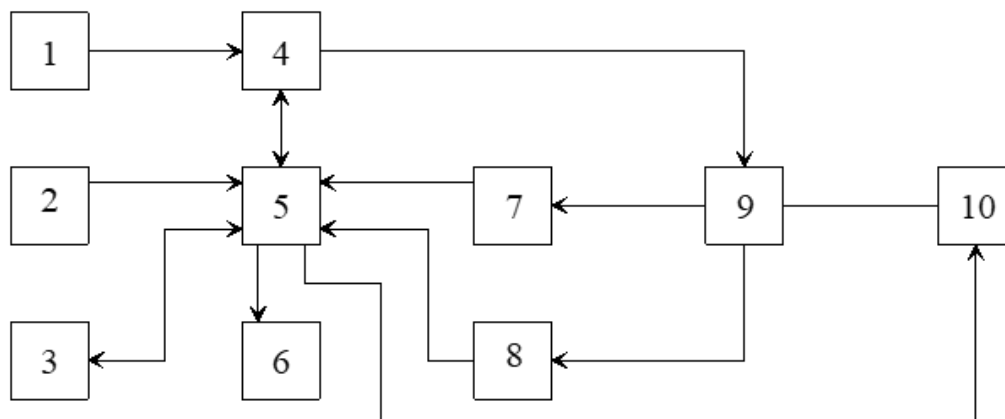


Рисунок 1.4 – Структурна схема зарядного пристрою

Тут визначено такі елементи пристрою:

1. Блок живлення.
2. Клавіатура.
3. Інтерфейс RS-232C.

4. Джерело струму.
5. Мікроконтролер.
6. Рідкокристалічний індикатор (РК-дисплей).
7. Блок вимірювання напруги і струму.
8. Блок вимірювання температури.
9. Акумуляторні батареї.
10. Блок розряду.

Блок живлення (1) подає на пристрій постійну напругу. Джерело струму (4) регулює зарядний струм акумуляторної батареї (9). Блок вимірювання напруги і струму (7) використовується для вимірювання напруги акумулятора (9) і струму зарядки. Блок вимірювання температури (8) призначений для поточного вимірювання температури акумулятора (9). Мікроконтролер (5) бере на себе функції контролю заряду акумуляторної батареї (9) і моніторингу її стану.

Режим зарядки та тип батареї (9) встановлюється за допомогою клавіатури (2). Актуальна інформація про режим роботи та процес зарядки виводиться на РК-дисплей (6).

Процесом зарядки та розрядки можна керувати через послідовний порт RS-232C (3), а також отримати діаграми процесу зарядки та розрядки акумуляторної батареї (9).

Блок розряду (10) призначений для розряду акумуляторної батареї (9), за допомогою якої забезпечуються цикли розряду і тренування.

1.2.2 Проектування і розрахунок електричної принципової схеми

Блок живлення (рис. 1.5) подає на пристрій постійну напругу.

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

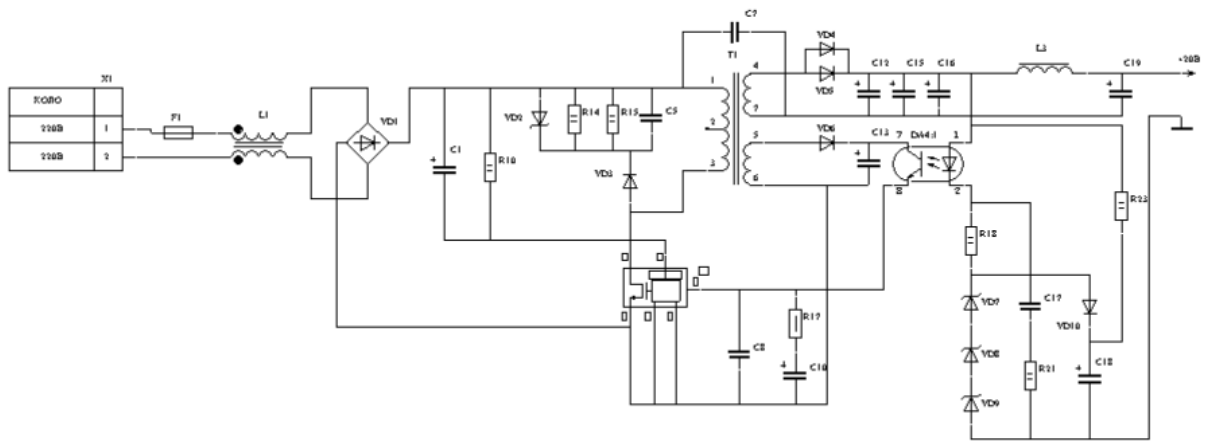


Рисунок 1.5 – Блок живлення

Джерело струму з чотирма однаковими вузлами в пристрої для зарядки чотирьох акумуляторів (рис. 1.6 – 1.9) регулює зарядний струм (рис. 1.10 – 1.13) акумуляторів, підключених до роз’ємів.

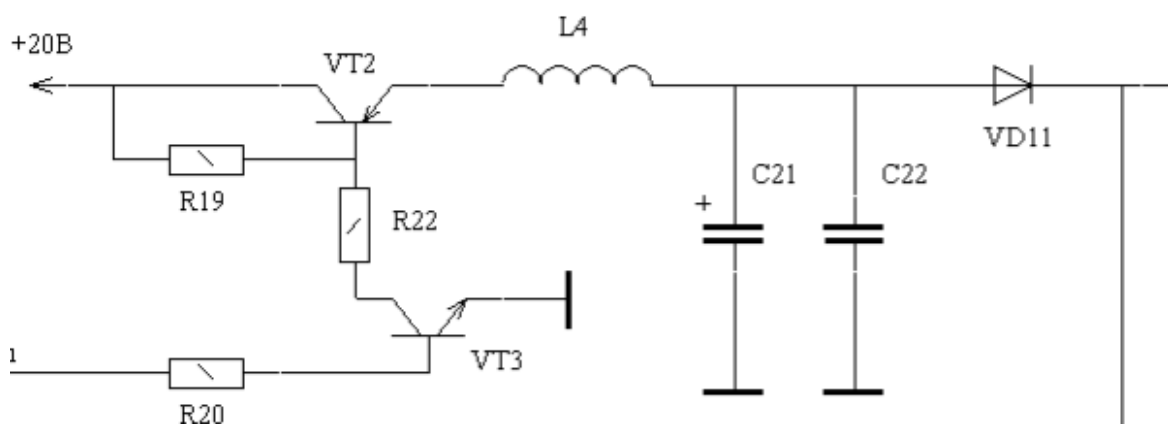


Рисунок 1.6 – Джерело струму 1-го акумулятора

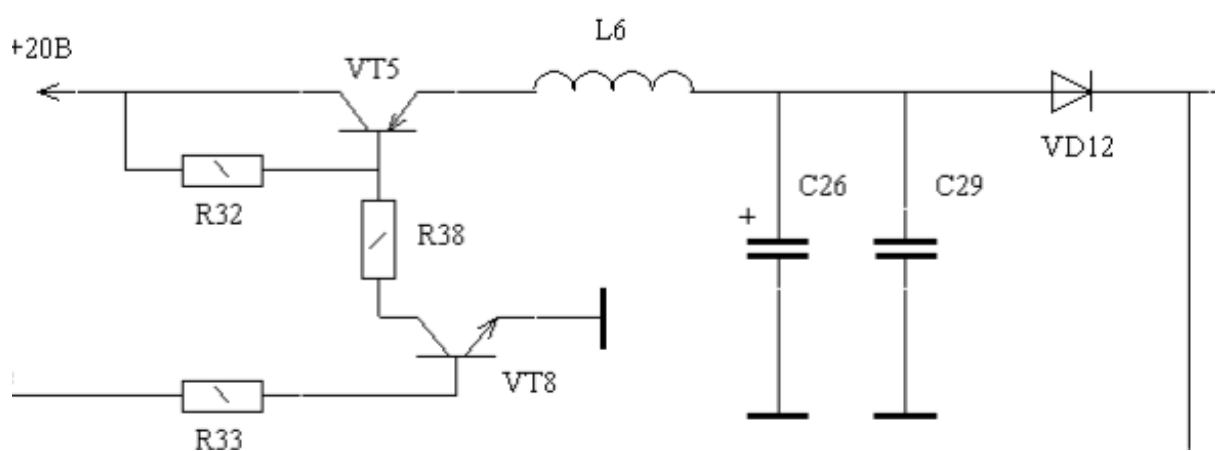


Рисунок 1.7 – Джерело струму 2-го акумулятора

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

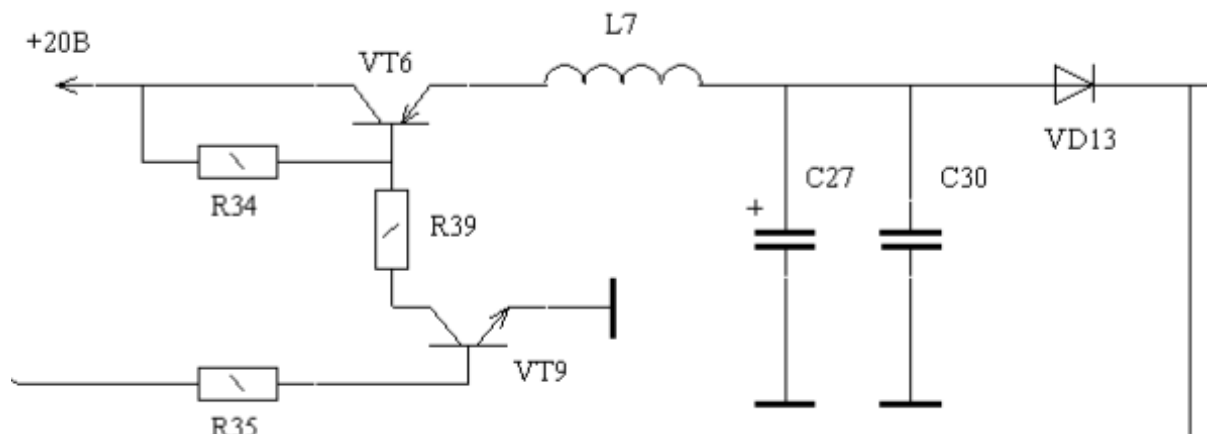


Рисунок 1.8 – Джерело струму 3-го акумулятора

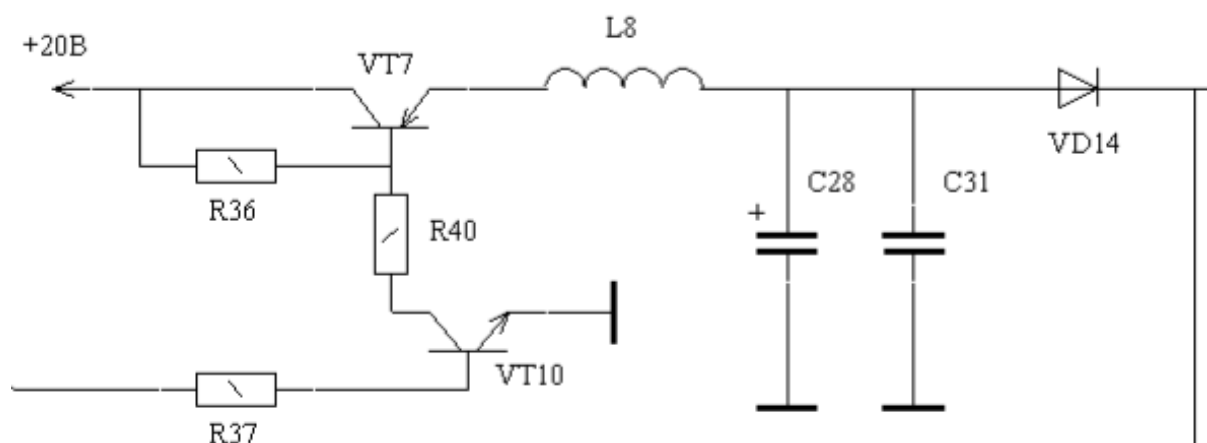


Рисунок 1.9 – Джерело струму 4-го акумулятора



Рисунок 1.10 – Підключення 1-ої акумуляторної батареї

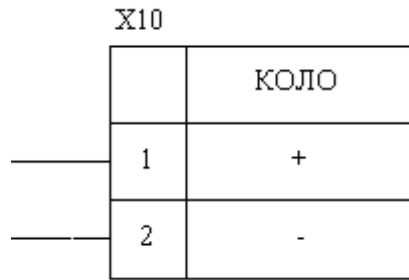


Рисунок 1.11 – Підключення 2-ої акумуляторної батареї



Рисунок 1.12 – Підключення 3-ої акумуляторної батареї

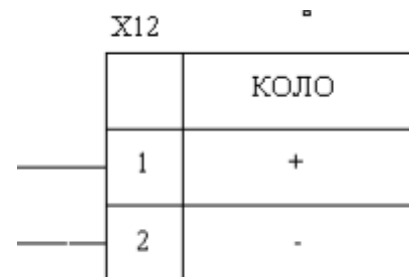


Рисунок 1.13 – Підключення 4-ої акумуляторної батареї

Для вимірювання напруги акумулятора та зарядного струму використовується блок вимірювання струму акумулятора (рис. 1.14 – 1.15).

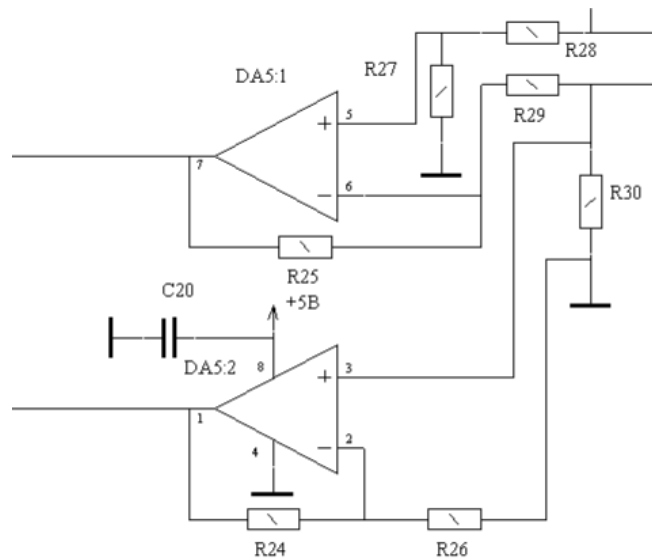


Рисунок 1.14 – Блок вимірювання струму першого акумулятора

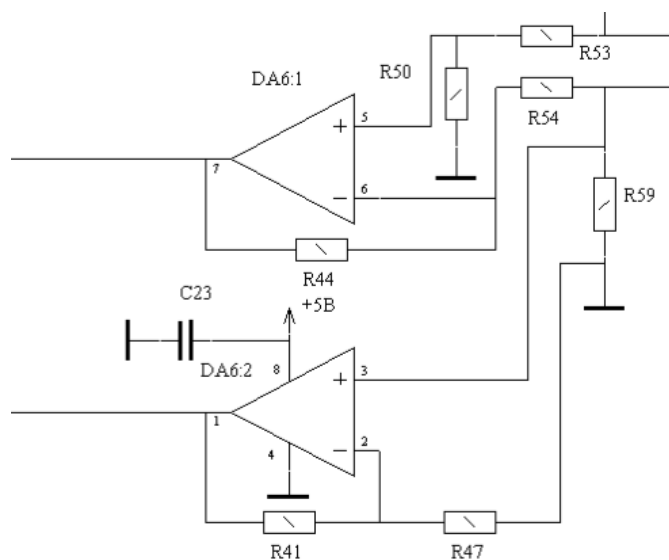


Рисунок 1.15 – Блок вимірювання струму другого акумулятора

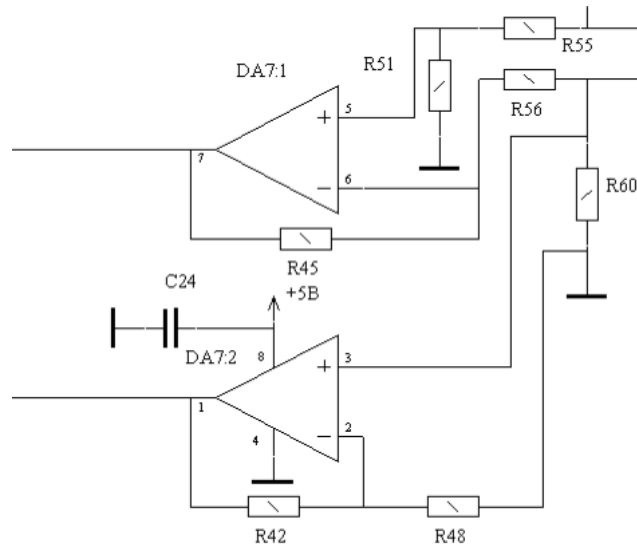


Рисунок 1.16 – Блок вимірювання струму третього акумулятора

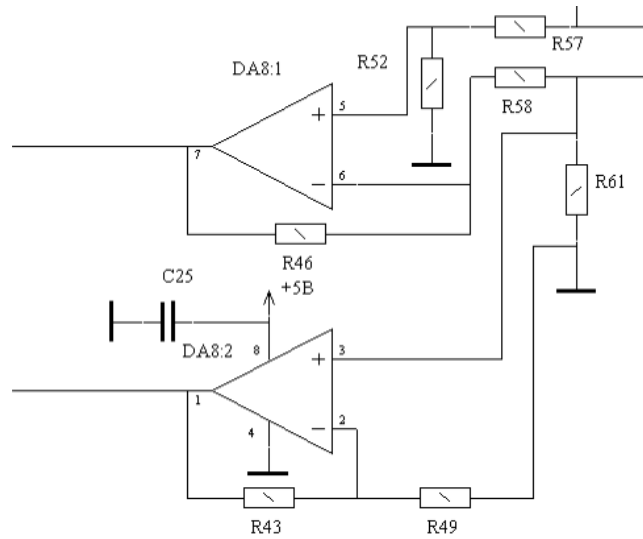


Рисунок 1.17 – Блок вимірювання струму четвертого акумулятора

Для вимірювання температури акумуляторів використовуються блоки вимірювання температури (рис. 1.18-1.22).

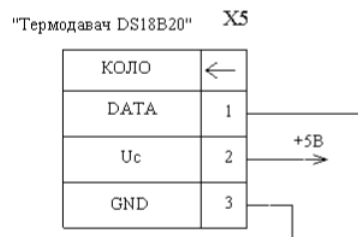


Рисунок 1.18 – Блок вимірювання температури першого акумулятора

"Термодавач DS18B20" X6

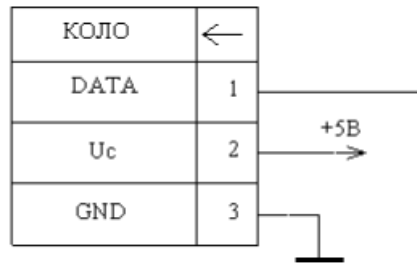


Рисунок 1.19 – Блок вимірювання температури другого акумулятора

"Термодавач DS18B20" X7

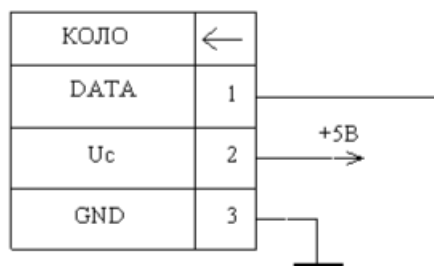


Рисунок 1.20 – Блок вимірювання температури третього акумулятора

"Термодавач DS18B20" X8

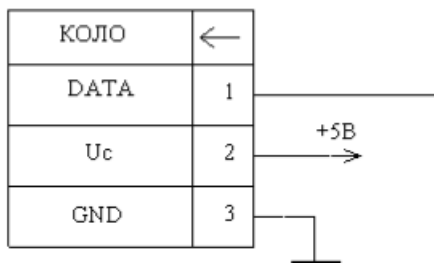


Рисунок 1.21 – Блок вимірювання температури четвертого акумулятора

Мікроконтролер (рис. 1.22) бере на себе функції керування зарядкою акумулятора та моніторингу його справності.

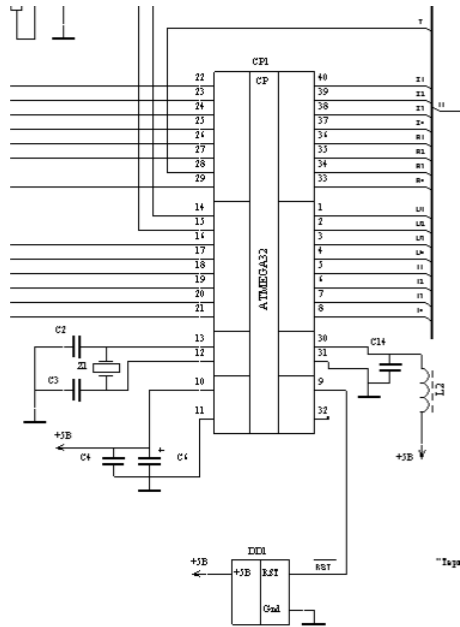


Рисунок 1.22 – Мікроконтролер

Режим зарядки та тип батареї встановлюється за допомогою цифрової клавіатури (рис. 1.23).

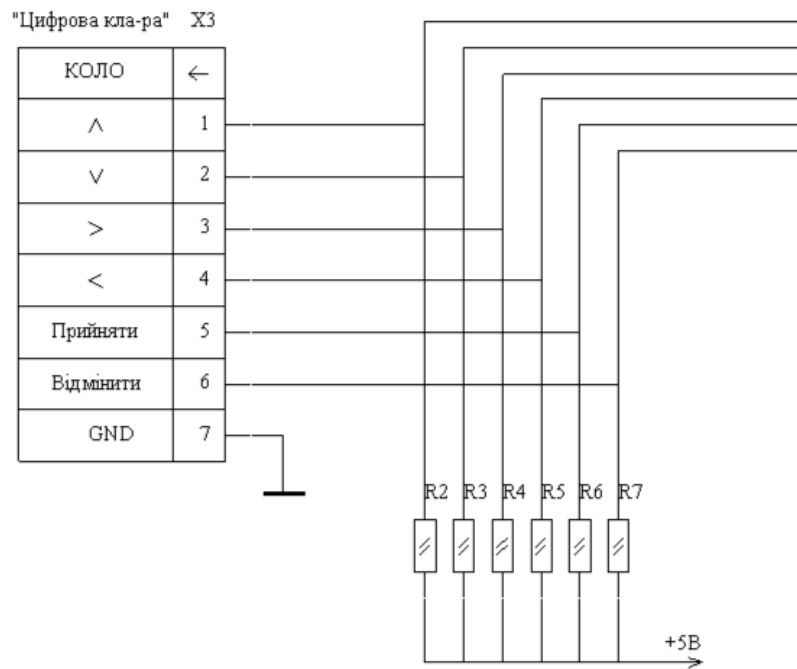


Рисунок 1.23 – Цифрова клавіатура

На РК-дисплеї (рис. 1.24) відображається поточний режим роботи та інформація про процес зарядки.

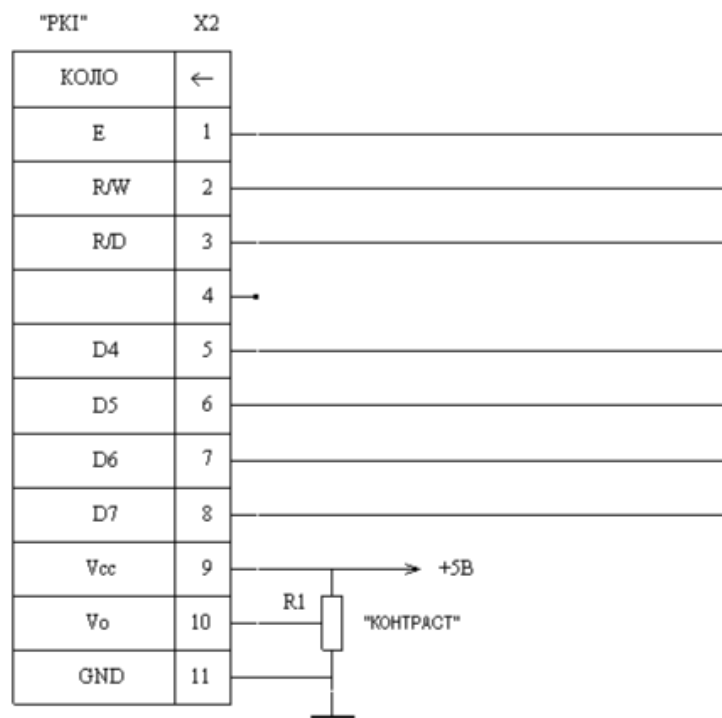


Рисунок 1.24 – РК-дисплей

Процесом зарядки/розрядки можна керувати через послідовний інтерфейс RS-232C (рис. 1.25), а також можна отримати графік зарядки/розрядки акумулятора.

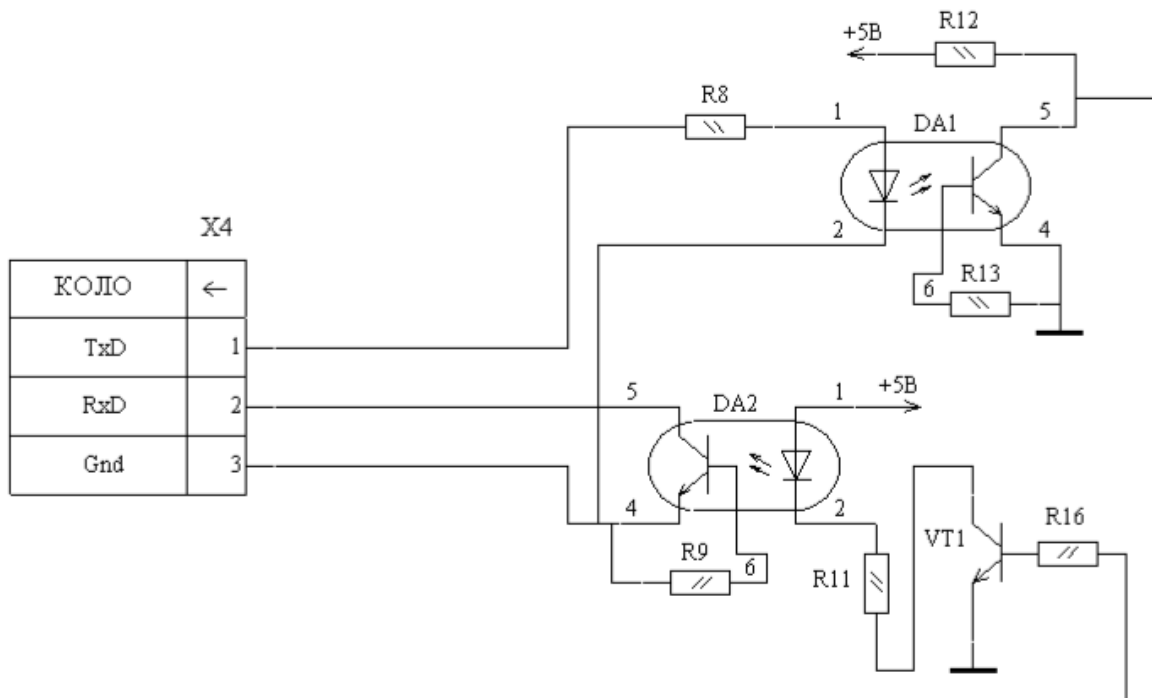


Рисунок 1.25 – Послідовний інтерфейс RS-232C

Розрядний блок (рисунки 1.26-1.29) призначений для розрядки батареї акумулятора, з їх допомогою гарантується розрядка та проходження тренувального циклу.

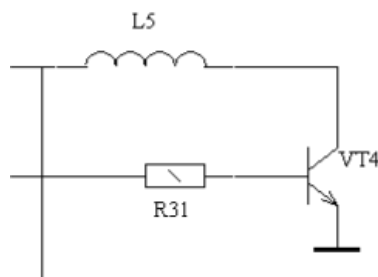


Рисунок 1.26 – Розрядний блок першої батареї акумулятора

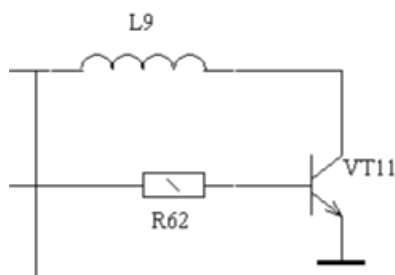


Рисунок 1.27 – Розрядний блок другої батареї акумулятора

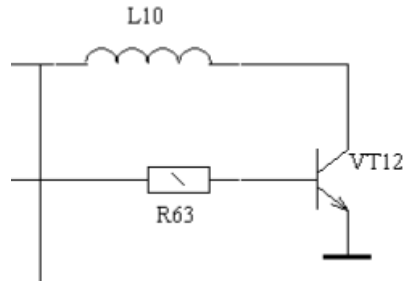


Рисунок 1.28 – Розрядний блок третьої батареї акумулятора

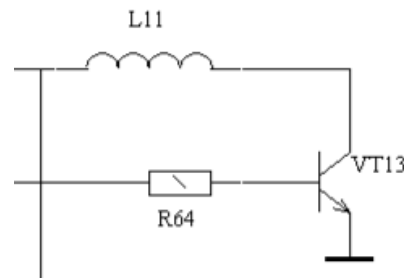


Рисунок 1.29 – Розрядний блок четвертої батареї акумулятора

Всі вузли живляться від джерела живлення, як показано на рисунку 1.30.

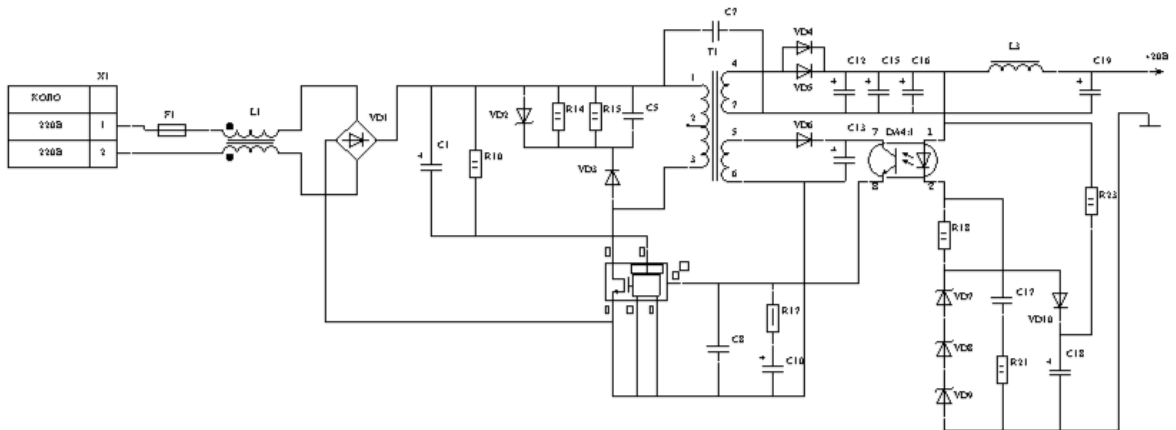


Рисунок 1.30 – Джерело живлення

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1.2.2.1 Розрахунок інтерфейсу RS-232C

У даному інтерфейсі присутні два формувача рівня сигналу, які мають різну структуру. Формувач рівня сигналу ґрунтується на використанні оптопари [16].

Розрахуємо формувач першого типу, що складається з наступних елементів: резисторів R16, R11 і R9, транзистора VT1 та оптопари DA2.

Схема зазначено на рисунку 1.31.

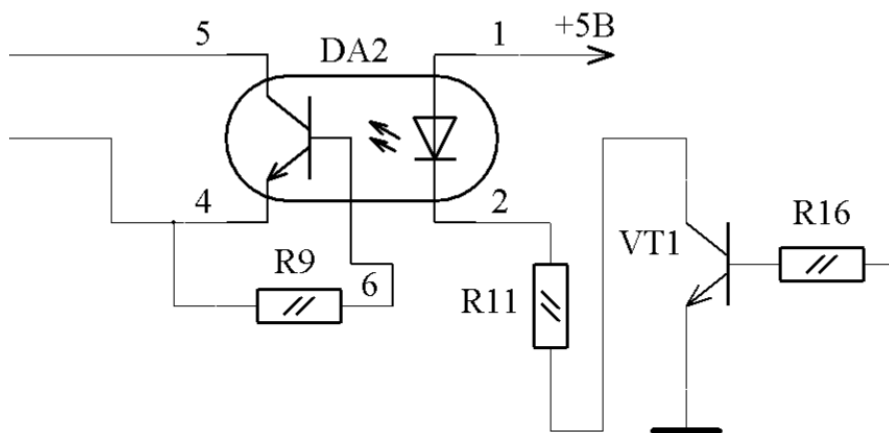


Рисунок 1.31 – Формувач рівня сигналу

Дані:

- Вхідний струм 33,2, на основі специфікацій MCU (Micro Controller Unit).
- Вхідна напруга 3В.

Для забезпечення коректної роботи ключа оптрону (оптопари) АОТ128V, яка обрана згідно паспортних даних, струм світлодіода оптрону має бути приблизно 10мА. При живленні напругою 5В, з урахуванням спаду напруги на ключі (VT1) 0,4В та спаду напруги на світлодіоді 2В, згідно формули, опір резистора R11 повинен мати таке значення, що дорівнює:

$$R_{11} = \frac{U_{ж} - U_{світлодіода} - U_{VT1}}{I_{світлодіода}} \quad (1.1)$$

									ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
										30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

де:

$U_{ж}$ – напруга живлення;

$I_{світлодіода}$ – необхідний струм світлодіода;

$U_{світлодіода}$ – спад напруги на світлодіоді;

$$R_{11} = \frac{5B - 2B - 0,4B}{0,010A} = 260 \text{ Ом} ;$$

Візьмемо $R_{11} = 270$ Ом з деяких стандартних значень.

Для розрахунку резистора R16 потрібно виконати обчислення струму бази транзистора VT1 за допомогою формули [8]:

$$I_{\delta VT1} = \frac{I_{KVT1}}{\beta_{VT1}} ; \quad (1.2)$$

де I_{KVT1} – струм в колі колектора транзистора VT1 $I_{KVT1} = I_{світлод} = 10$ мА;
 β_{VT1} – коефіцієнт підсилення транзистора по струму, $\beta_{VT1} = 600$.

$$I_{\delta VT1} = \frac{0,010A}{600} = 16,6 \text{ мкА};$$

Оскільки в ключовому режимі рекомендується вибрати струм бази транзистора вдвічі більший за розрахунковий для забезпечення надійної роботи, приймемо значення струму бази на рівні $I_{\delta VT1} = 33,2$ мкА. Застосуємо формулу для розрахунку номіналу резистора R59.

$$R_{16} = \frac{U_{ВИХ.МК}}{I_{\delta VT1}} \quad (1.3)$$

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Відповідно до технічної документації, вихідна напруга порта мікроконтролера $U_{ВИХ.МК}$ при струмі 33,2 мкА становить приблизно 3 В.

$$R_{16} = \frac{3}{33,2 \cdot 10^{-6}} = 90,4 \text{ кОм};$$

Візьмемо значення резистора R_{16} рівним 91 кОм з доступних стандартних значень.

Резистор R_9 обирається з номінальним значенням 100 кОм, відповідно до паспортних даних для оптопари АОТ128В.

За результатами попередніх обчислень, використовуємо наступні номінали:

1. Типом транзистора VT1 буде КТ3102Е.
2. Резистор R16 має номінальне значення 91 кОм, R11 – 270 Ом, а R9 – 100 кОм.
3. Тип оптопари – АОТ128В.

Виконаємо розрахунок для другого типу (рисунок 2.32), який включає такі елементи: резистори R72, R61 і R60, транзистор VT2 і оптопару DA15.

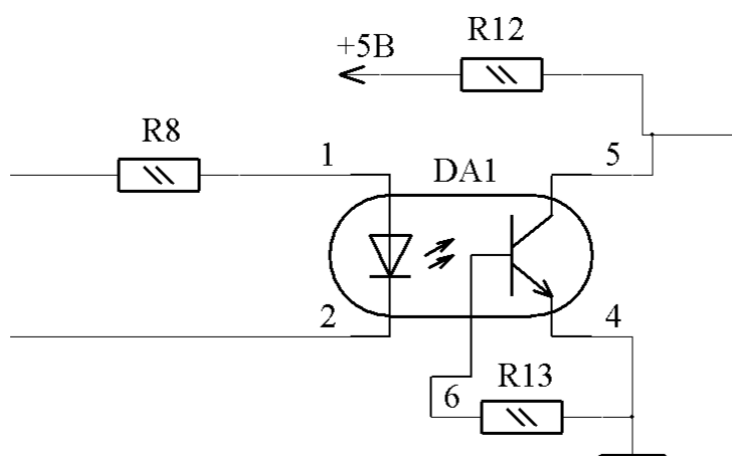


Рисунок 2.32 – Формувач рівня

Наведені дані:

- Вхідний струм: 10 мА.
- Вихідний струм: 1 мА.
- Вхідна напруга для логічного "0": від +5В до 12В.
- Вхідна напруга для логічної "1": від +5В до -12В.
- Вихідний струм: 33,2 мкА.

Для забезпечення нормальної роботи ключа оптопари, струм світлодіода повинен бути приблизно 10 мА. У даному випадку, для оптопари DA1 АОТ128В, де спад напруги на світлодіоді дорівнює 2В, згідно формули, опір резистора R8 повинен мати таке значення:

$$R_8 = \frac{12В - 2В}{0,010А} = 1 \text{ кОм};$$

Резистор R_{13} вибирається номіналом 100 кОм згідно паспортних даних для оптопари АОТ128В.

Проведемо розрахунок для резистора R_{12} :

$$R_{12} = \frac{U_{ж}}{I_{ВИХ}}; \quad (1.4)$$

$$R_{12} = \frac{5}{1 \cdot 10^{-3}} = 5 \text{ кОм};$$

Візьмемо значення резистора R_{12} рівним 5,1 кОм з доступних стандартних значень.

Враховуючи розрахунки, вище проведені, приймемо наступні номінали:

- Використовується оптопара типу АОТ128В.
- Резистор R8 має номінал 1 кОм.

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

- Резистор R12 має номінал 5,1 кОм.

1.2.2.2 Розрахунок похибки цифрової частини схеми

При виконанні різних операцій (додавання, віднімання і т.д.) мікропроцесор використовує представлення чисел з фіксованою точкою, де довжина бітів є фіксованою. Це означає, що значення чисел з довгими дробовими частинами можуть бути обрізані через обмежену кількість бітів, що може призводити до появи похибок в обробці даних. Представлення даних за допомогою фіксованої точки можна побачити на рисунку 1.33 [3].

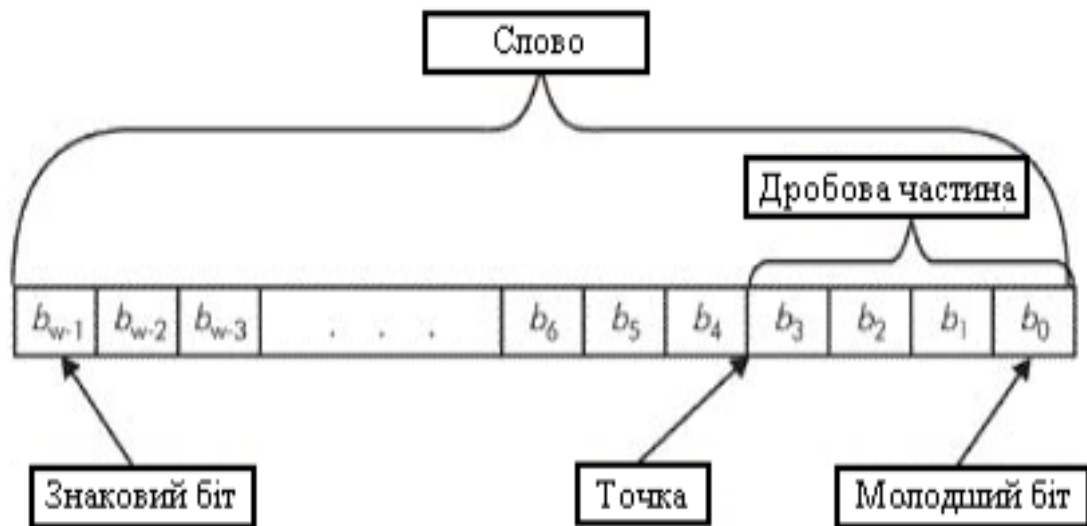


Рисунок 1.33 – Представлення числа бітами з використанням фіксованої точки.

Мікроконтролер АТМЕГА32 використовує 8-бітне слово для представлення чисел. На рисунку 1.30 показано умовну схему з використанням фіксованої точки з 8 бітами і відповідними значеннями для різних точностей чисел.

З рисунку 1.30 видно, що точність значень визначається довжиною мантиси (дробової частини).

$$q = 2^{-n} \tag{1.5}$$

Де n представляє довжину мантиси.

Максимально можливе значення, яке можна отримати використовуючи цей метод, дорівнює:

$$\max = 2^m - 1 + \sum_{i=1}^q 2^{-q} \quad (1.6)$$

де m представляє довжину цілої частини.

Внаслідок кодування даних з фіксованою точкою і виконання операцій (додавання, віднімання), виникає певна похибка, яка обчислюється як різниця між дійсним числом і його квантованим значенням:

$$\delta = U - U_{\text{КВАНТОВАНЕ}} \quad (1.7)$$

де U представляє дійсне число, а $U_{\text{КВАНТОВАНЕ}}$ – його квантоване значення.

Враховуючи те, що найбільше число, яке може бути на вході або виході мікроконтролера, складає 5 В, а найменше -5 В, для представлення цілої частини достатньо 3 бітів для цілої частини і 1 біта для знаку числа. Залишається 4 біти для мантиси згідно з вибраними даними. Таким чином, точність даних відповідно до формули (1.5) складає $q = 2^{-4} = 0.0625 \text{ В}$.

Оскільки точність обмежена, похибка, згідно з формулою (1.6), буде різною і залежатиме від типу округлення (до більшого або меншого числа). Наприклад, при квантуванні числа 1.34 округлення до більшого значення даватиме 1.375, а округлення до меншого значення – 1.3125. В результаті похибка при округленні до більшого становитиме 0.035, а при округленні до меншого – 0.02745. Ця похибка впливатиме на роботу мікроконтролера, оскільки діапазон для кодування логічних "1" і "0" має встановлені межі, і похибка не виходить за ці межі.

Таким чином, у даному розділі було виконано наступні завдання: аналіз технічного завдання для розробки зарядного пристрою, наведення аналогів, створення структурної схеми та принципової електричної схеми. Крім того, був проведений розрахунок інтерфейсу RS-232C та визначена похибка цифрової частини схеми.

1.2.2 Вибір і обґрунтування елементної бази

В процесі вибору елементної бази часом можуть виникати дві помилки, які були відзначені в джерелах [3, 9]:

- Грубі помилки, які можуть призвести до виходу з ладу апаратури при першому включенні.
- Помилки, які зменшують термін працездатності апаратури.

Грубі помилки, хоча можуть призвести до збитків і затримок в процесі наладки апаратури, виявляються відразу і не є надто небезпечними [3].

Завод встановлює граничні значення (струму, напруги, частоти, часу) для більшості електричних компонентів електричних пристроїв, причому ці значення встановлюються взаємозалежно. Вміння вибирати електричні компоненти з урахуванням всіх наявних параметрів є важливою професійною вимогою до розробників апаратури. Деякі з найпростіших схем, які можна зустріти, включають такі компоненти [3, 9]:

- Діод.
- Резистор.
- Конденсатор.

При розгляді цих пасивних елементів варто враховувати, що їх струм протікання залежить від напруги, яка до них прикладена. Для даного пристрою вибрано резистори типу С2-23 як перші компоненти.

При виборі конкретних резисторів була приділена особлива увага до їх допустимої потужності залежно від умов роботи.

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Для забезпечення правильного вибору резисторів були враховані наступні значення, які подаються до пристрою, шляхом аналізу режиму роботи резисторів всередині блоку та визначення таких параметрів:

1. Експлуатаційні параметри.
2. Параметри режиму.
3. Показник довговічності.
4. Показник безвідмовності.
5. Режими робочих електричних навантажень.
6. Допустимі розміри.
7. Маса резисторів.
8. Конфігурація резисторів.
9. Спосіб монтажу.
10. Вартість резисторів.

Для інтелектуального зарядного пристрою для акумуляторів було використано 63 постійних резистори та 1 змінний резистор.

Після вибору резисторів, наступним кроком було вибрано конденсатори для даного пристрою. Перш за все, вибір типу конденсаторів здійснювався враховуючи їх призначення в пристрої. Потім проводився вибір конкретного екземпляра на основі електричних параметрів та подальший підбір по іншим характеристикам. Для даного пристрою були підібрані конденсатори типу К10-17 (17 керамічних) і електролітичні К50-35 (14 електролітичних).

Після цього були підібрані 9 діодів, 4 варикапи та 1 діодний міст. Усі ці елементи відносяться до пасивних компонентів. Активні компоненти мають здатність регулювати струм, який протікає через них, не лише за допомогою прикладеної напруги, але й за дії керуючого сигналу, який характеризується (I, U, світловим потоком). До активних компонентів належать транзистори, оптопари та інші. Для даного пристрою було підібрано 1 кремнієвий транзистор марки КТ3102Б, 4 транзистори марки КТ816А та 8 транзисторів марки КТ817А.

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Останнім етапом був вибір інтегральних мікросхем.

Більшість інтегральних мікросхем (ІМС) мають специфічне призначення, таке як функція підсилювача або стабілізатора, модуляції або демодуляції, а також можуть керувати вхідними та вихідними сигналами шляхом використання внутрішньої пам'яті, в яку можна записати алгоритм роботи цих ІМС за допомогою програмного забезпечення (ПЗ).

У даній схемі велику роль відіграє мікроконтролер СР1. Для вибору відповідного мікроконтролера будемо користуватися таблицею 1.1 [11].

Таблиця 1.1 – Мікроконтролери

Тип процесора	Flash пам'ять, Кбіт	Оперативна пам'ять, Кбіт	Кількість контактів	Тактова частота, МГц	Напруга живлення, В	Кількість часових таймерів
1	2	3	4	5	6	7
АТmega128	128	4	53	16	2.7-5.5	2
АТmega16	16	0.5	32	16	2.7-5.5	1
АТmega162	16	0.5	35	16	1.8-5.5	2
АТmega165	16	0.5	54	16	1.8-5.5	1
АТmega168	16	0.5	23	20	1.8-5.5	1
АТmega169	16	0.5	53	16	1.8-5.5	1
АТmega32	32	1	32	16	2.7-5.5	1
АТmega325	32	1	53	16	1.8-5.5	1
АТmega3250	32	1	68	16	1.8-5.5	1
АТmega329	32	1	53	16	1.8-5.5	1
АТmega3290	32	1	68	16	1.8-5.5	1
АТmega406	40	512	18	1	1.8-5.5	1
АТmega48	4	0.256	23	20	1.8-5.5	1
АТmega64	64	2	53	16	2.7-5.5	2
АТmega645	64	2	53	16	1.8-5.5	1
АТmega6450	64	2	68	16	1.8-5.5	1
АТmega649	64	2	53	16	1.8-5.5	1
АТmega6490	64	2	68	16	1.8-5.5	1

Продовження таблиці 1.1

ATmega8	8	0.5	23	16	2.7-5.5	1
ATmega8515	8	0.5	35	16	2.7-5.5	1
ATmega8535	8	0.5	32	16	2.7-5.5	1
ATmega88	8	0.5	23	20	1.8-5.5	1

Завдяки широкому спектру доступних процесорів різних виробників, рекомендується обрати процесор з серії ATmega64 від фірми Atmel з програмним ядром AVR. Цей вибір виправданий тим, що дана серія широко застосовується в сучасній апаратурі, і немає необхідності використовувати більш потужні процесори, оскільки масиви оброблюваної інформації є невеликими, а також через наявність багатьох виводів для підключення різноманітних пристроїв.

ATmega32 – це високошвидкісний 8-розрядний AVR мікроконтролер. Він має прогресивну RISC-архітектуру з 130 високошвидкісними командами, більшість з яких виконуються за один тактовий цикл [11].

У контролера є 32 робочих регістра загального призначення, які мають формат 8 розрядів, і також він має регістри для керування периферійними пристроями. Цей контролер є повністю статичним і може досягати швидкості до 16 MIPS при тактовій частоті 16 МГц.

Крім того, цей контролер має вбудований 2-цикловий помножувач і енергонезалежну пам'ять програм та даних, зокрема 64 Кбайт внутрішньої програмованої Flash-пам'яті.

Контролер має можливість виконати до 100000 циклів стирання та запису.

Додаткові сектори для коду завантаження мають незалежні біти блокування для забезпечення захисту. Мікроконтролер має вбудований завантажувач для внутрішнього програмування системи. Контролер підтримує режим

Read-While-Write, що означає можливість одночасного читання та запису, що забезпечує ефективну роботу.

Мікроконтролер має 4 Кбайт вбудованої SRAM і можливість розширення зовнішньої пам'яті до 64 Кбайт. Існують також програмовані блокування для захисту програмного забезпечення (ПЗ) користувача. Цей мікроконтролер має інтерфейс SPI для програмування внутрішньої системи. Підтримує стандартний інтерфейс JTAG згідно з IEEE 1149.1, що дозволяє сканувати периферійні пристрої з використанням JTAG.

Внесені розширення у підтримку налагодження на мікроконтролерах дозволяють також програмувати їх через інтерфейс JTAG. Можна запрограмувати пам'ять EEPROM, флеш-пам'ять, перемички та біти блокування.

У даному мікроконтролері є два таймери/лічильники з розширеними можливостями, кожен з яких має ширину слова 16 біт. Вони оснащені окремим попереднім дільником і підтримують режими захоплення та порівняння. Також присутній лічильник реального часу з власним генератором і шість програмованих PWM-каналів, які можуть мати розрядність від 1 до 16 біт. Існують також 8-канальні 10-розрядні аналого-цифрові перетворювачі (АЦП) з різними типами каналів (диференціальний та несиметричний) і програмованими виходами від 1 до 200.

У мікроконтролері доступні різні послідовні інтерфейси: байт-орієнтований 2-провідний послідовний інтерфейс, подвійний програмований послідовний USART і послідовний інтерфейс SPI з підтримкою режимів ведучого і веденого пристрою. У складі мікроконтролера присутній програмований таймер з внутрішнім генератором і вбудований аналоговий компаратор.

На додаток до цього, мікроконтролер має спеціальні функції [11]:

– Мікроконтролер володіє можливістю автоматичного скидання при початковому живленні і програмованим детектором непродовжуваного падіння напруги живлення.

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- У мікроконтролері є внутрішній RC-генератор, який пройшов калібрування.
- Мікроконтролер підтримує як внутрішні, так і зовнішні джерела переривань.
- Мікроконтролер має 6 режимів енергозбереження, що дозволяють знизити споживання енергії.
- Мікроконтролер підтримує програмовану налаштування тактової частоти.
- У мікроконтролері наявні 53 програмовані лінії введення/виведення.
- Мікроконтролер має корпус TQFP з 64 виводами.
- Робочий діапазон напруги для ATmega32 становить від 4,5 до 5,5В, а робоча частота може коливатися від 0 до 16 МГц.

Крім мікроконтролера, у проекті використовуються такі мікросхеми:

1. U1 – TOP249Y.
2. DA1, DA2 – AOT128B.
3. DA3 – KP142EH5.
4. DA4 – MCT6.
5. DA5–DA8 – LM358.

Також було підібрано 12 роз'ємів і кварц Z1 типу РК-02МД-Г.

Вибір активних і пасивних елементів є ітераційним процесом, але завжди починається з вибору пасивних елементів. Для підбору компонентів для інтелектуального зарядного пристрою для акумуляторів використовувалися довідники, що надають повне уявлення про всі доступні компоненти, а також було використано описи серійних виробів і рекламні матеріали.

Вище вибрані елементи обрані з урахуванням їх вигідних характеристик, таких як низька вартість, висока надійність, мала маса і компактні розміри. Крім того, вони стандартизовані і уніфіковані, що спрощує процес ремонту і заміни.

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Проектування конструкторське

1.3.1 Розробка компоновки і конструкції друкованого вузла

Для реалізації пристрою буде використана одностороння друкована плата (ОДП). Відповідно до стандарту ГОСТ 23751-86, конструювання ОДП повинно враховувати такі методи виготовлення: комбінований, позитивний і електрохімічний (напівааддитивний).

Електрохімічний підхід дозволяє досягти високої точності та щільності струмопровідного малюнка. Однак, основним вимогам при розробці пристрою відповідає комбінований позитивний метод, оскільки він забезпечує високу надійність через ефективне зчеплення провідників з друкованою платою (ДП) при використанні цього методу. Додатково, цей метод є найбільш поширеним на підприємстві замовника.

Для виготовлення друкованих плат використовується комбінований позитивний метод, який включає в себе ряд технологічних кроків.

При проведенні вхідного контролю фольгованого діелектрика (СФ-1-35Г) здійснюється перевірка розмірів листа, стану поверхні, а також міцності зчеплення фольги як у початковому стані, так і при експозиції різноманітним факторам, включаючи розплавлений припій, гальванічні розчини та інші. Всі ці перевірки виконуються згідно з вимогами, встановленими у ГОСТ 10316-78, з метою забезпечення найвищої якості та надійності матеріалу. Під час візуального огляду листів проводиться детальна перевірка наявності проколів, міхурів та інших пошкоджень. Додатково, для перевірки викривлення та вигину діелектрика, матеріал занурюється у розплавлений припій. Цей метод дозволяє об'єктивно оцінити стан діелектричного матеріалу та виявити будь-які відхилення в його формі та структурі. Такий підхід забезпечує надійність та якість фольгованого діелектрика (СФ-1-35Г) згідно з встановленими стандартами.

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Характеристика міцності зчеплення фольги з діелектриком виражається через необхідне зусилля, що вимагається для розділення площини фольги від основи. Ця міра надійності об'єктивно відображає стійкість і стабільність зчеплення між фольгою і діелектриком, враховуючи вплив різних зовнішніх факторів. Цей параметр є ключовим в оцінці ефективності і тривалості функціонування фольгованих діелектричних структур, і він відображає високу технічну складність і інженерну проникність, що допомагають забезпечити надійну працездатність таких конструкцій у різних умовах експлуатації.

Спроможність матеріалу піддаватися штампуванню визначається його здатністю пройти обробку без утворення відсічок на гранях отворів та появи тріщин в перемичках між ними. Цей показник надає об'єктивну оцінку можливості матеріалу пройти складний процес штампування, забезпечуючи високу якість та точність виготовлених виробів. Враховуючи вплив різних факторів і умов, штампувальність є важливим критерієм, що визначає технологічну складність та досконалість процесу, сприяючи успішному виготовленню високоякісних виробів з заданими характеристиками.

Ефективність свердління матеріалу визначається шляхом пробної обробки, в ході якої створюються шліфи просвердлених отворів. Цей процес дозволяє оцінити наявність пошкоджень, таких як пропалювання або оплавлення поверхні отворів, а також виявити присутність нерівностей на поверхні виступаючими волокнами, які можуть ускладнити процес металізації отворів. Зовнішній вигляд діелектрика має відповідати вимогам, визначеним у ГОСТ 23752-83, забезпечуючи високу якість та естетичний вигляд виробу. Здатність матеріалу до свердління є важливим фактором при виготовленні, оскільки впливає на якість та функціональність виробу.

Отримання заготовок для виготовлення друкованих плат включає процес відрізання заготівлі з припуском по контуру. Ширина технологічного поля, яке необхідно залишити недоторканим, становить 10 мм. Для розрізання листа з фольгованого діелектрика можуть застосовуватись різні методи, такі

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

як дискова фреза з охолодженням стисненим повітрям, або використання роликів або гільйотинних ножиць. Використання останніх методів різання є раціональним підходом, оскільки воно сприяє підвищенню ефективності виготовлення, запобігає забрудненню робочих приміщень пилом і знижує втрати матеріалу. Вибір оптимального методу залежить від конкретних умов та вимог виробництва.

Розділення базових отворів. З метою розташування заготовки під час виконання певних технологічних операцій ТП використовуються фіксуючі та технічні отвори. Ці отвори створюються шляхом використання спеціальних пристроїв для пробивання або свердління.

Металізацію отворів виконують шляхом свердління кондукторів за допомогою спірального свердла з твердосплавним зубцем, яке має кут при вершині свердла 130 градусів. Охолоджуюча рідина не застосовується під час процесу. Монтажні отвори свердляться на верстатах з ЧПК (числово-програмованого керування) типу SHMOP та ALPHA-Z. Ці верстати мають масивну гранітну підставу, яка допомагає зменшити промислові вібрації. При обробці, верстати мають забезпечувати шпindelну частоту обертання не менше 1000 обертів на хвилину, точність біття свердла не більше 0,02 мм, можливість безступінчастого регулювання швидкості та точну дискретність координатних переміщень. Внутрішні стінки отворів мають бути гладкими, без будь-яких пошкоджень, таких як задирки, розшаровування, опіки або вм'ятини діелектрика. Внутрішні стінки отворів повинні знаходитися під прямим кутом до зовнішньої поверхні плати і не містити слідів інструменту, мастильних речовин або стружки.

Хімічне покриття та передгальванічна металізація друкованих плат (ДП).

Хімічне покриття та передгальванічна металізація ДП реалізується на спеціалізованій лінії хімічної металізації, яка включає послідовність кроків, описаних нижче, щоб забезпечити якісне виконання процесу металізації.

Процес підготовки поверхні отворів для монтажу на ДП включає такі етапи:

- Знежирювання поверхні.
- Видалення слідів попередніх обробок з поверхні.
- Промивання у проточній воді.
- Підтравлювання діелектрика в отворах за допомогою сірчаної кислоти та фтористого водню.
- Сенсibilізація шляхом занурення у розчин двоохлористого олова на 5-7 хвилин, за якою слідує очищення за допомогою води, яка пройшла дистиляцію. В результаті процесу сенсibilізації, який впливає на внутрішню поверхню отворів утворюється шар іонів двоохлористого олова, який виступає як редуктор для паладію.
- Активація шляхом занурення у водний розчин двоохлористого паладію і аміаку на 4-8 хвилин. Активація сприяє формуванню тонкого покриття металевого паладію на підкладці, яке виступає як активатор для наступного осадження міді.

Хімічне міднення включає процес відновлення мідних покриттів на підготовлених поверхнях шляхом застосування спеціального розчину, що містить різні компоненти, такі як солі міді, формалін, нікель, сода та інші хімічні речовини. Під впливом цього процесу на поверхні друкованої плати, а також у внутрішніх отворах, формується тонке шарове покриття міді (товщиною 0.25-0.5 мікрметра), яке має властивості електропровідності. Отримане покриття становить основу для наступного етапу – гальванічного міднення, яке забезпечує надійне мідне покриття на поверхні монтажної плати, включаючи внутрішні отвори.

Гальванічне міднення використовується для збільшення товщини тонкого мідного шару, який був отриманий в результаті хімічної металізації, до значень від 5 до 8 мікрметрів, а також для нанесення мідних покриттів товщиною 25 мікрметрів на області з малюнками схеми. Процес гальванічного осадження міді відбувається в спеціальних ваннах з використанням розчинів,

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

які містять сірчану кислоту, борфтористо-водневу кислоту та інші електроліти.

Перед проведенням гальванічного міднення, поверхню металізованих заготовок піддають підготовці на лінії підготовки поверхні, яка включає такі етапи:

– Знежирення. Поверхню піддають процедурі знежирення, що дозволяє видалити забруднення і жир, що можуть перешкоджати якійсь адгезії мідного покриття.

– Підтравлення: Проводиться підтравлення поверхні, що дозволяє забезпечити відкриття металевої основи та створити оптимальні умови для мідного осадження.

– Промивання: Після підтравлення поверхню деталей ретельно промивають, щоб видалити залишки хімічних розчинів та інших забруднень.

– Сушка: Завершальним етапом є сушка, де поверхню деталей ретельно висушують, щоб усунути вологу та підготувати їх для наступного етапу гальванічного міднення.

Ці етапи на лінії підготовки поверхні дозволяють забезпечити оптимальні умови для якісного нанесення гальванічного мідного покриття на металізовані заготовки.

Оцінка якості підготовки поверхні та отримання візуального відображення здійснюється шляхом виконання наступних етапів:

1. Використання плівкового фоторезисту СПФ-2-40 в сухій формі: На початковому етапі зображення формується шляхом використання установки для нанесення плівкового фоторезисту в сухій формі. Даний фоторезист є витонченою плівкою, яка, піддавшись впливу ультрафіолетового випромінювання, полімеризується і перетворюється у нерозчинний стан. Експонування фотошаблону на установці призводить до утворення зон світлого відображення на поверхні плати.

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

2. Проявлення зображення: Зображення, сформоване на платі, проявляється на струминних установках, де неекспоновані ділянки видаляються, залишаючи лише бажані зображення.

3. Електролітичне міднення: На автоматизованих лініях Blazer здійснюється електролітичне осадження мідного покриття та нанесення захисного шару зі сплаву олова і свинцю. Цей процес включає наступні етапи:

– Знежирювання: Поверхню плати піддають знежирюванню для видалення забруднень та жиру.

– Підтравлення: Здійснюється підтравлення поверхні для підготовки до міднення.

– Міднення: На зовнішні поверхні без резистивної маски осаджується електролітичне осадження шару міді товщиною, що не менше 25 мкм.

– Активування: Проводиться активування поверхні, створюючи оптимальні умови для подальшого електролітичного осадження.

– Осадження сплаву "олово-свинець" методом електролізу: Здійснюється осадження сплаву олова і свинцю, що доповнює процес міднення.

Ці етапи виконуються на автоматизованих лініях Blazer для досягнення високої якості рисунка та нанесення електропровідних шарів міді та сплаву олова і свинцю на поверхню плати.

На металізовані поверхні наноситься захисний шар сплаву олова і свинцю товщиною 15 мкм з метою уникнення втрати зображення під час подальшої обробки травлення, збереження цілісності плати та забезпечення надійного з'єднання компонентів під час паяння. Цей шар має на меті захистити металеву поверхню від впливу травильних розчинів, що забезпечує збереження якості графічних зображень на платі та забезпечує ефективну процедуру паяння.

Фоторезист видаляється з поверхні на спеціальній установці, яка призначена для зняття сухого плівкового фоторезисту. Після цього плати підда-

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

ються процедурі промивання у воді, яка пройшла дистиляцію, що дозволяє забезпечити чистоту поверхні та видалити залишки фоторезисту.

Травлення міді – це хімічний процес, під час виконання даного процесу відбувається видалення незахищених ділянок міді з поверхні ізоляційного матеріалу. Травильний процес включає передочищення та основну стадію травлення, яка відбувається на лінії струминного типу. Використовується лінія травлення струменевого типу, оскільки застосування цього методу забезпечує ефективність та високу продуктивність. Струменеве травлення гарантує високу точність відокремлення деталей завдяки безперервному контакту зі свіжим розчином, що виходить з сопла.

Розтоплення сплаву свинцю і олова. Після завершення процесу травлення, спостерігається явище накладання шару на відкриті області мідного покриття. Щоб усунути ці небажані властивості, проводиться оплавлення сплаву олова і свинцю на установці УІКО-92. Під впливом інфрачервоного опромінення УІКО-92, температура сплаву свинцю і олова короткочасно підвищується до значення, яке перевищує його точку плавлення. Це призводить до зміни кристалічної структури сплаву, а внаслідок дії сил поверхневого натягу він збирається в межах провідника.

Після того, як надруковані провідники виготовлені, плату обрізають відповідно до контурів. Така структура ТП обґрунтовується тим, що травильний розчин, який використовується під час виробництва друкованих плат, здатний проникати глибоко в структуру діелектричного матеріалу, що може спричинити коротке замикання та зниження опору ізоляції. Межа зовнішнього контуру плати формується за допомогою фрезерування.

Маркування друкованих плат (ДП) є важливим елементом для забезпечення зручності при їх збиранні. З метою ідентифікації елементів на поверхні плати використовуються спеціальні символи або маркування, які наносять на неї. З метою ідентифікації вузла або системи, до якої належить ДП, на неї наносять ідентифікаційний код плати. Крім того, на поверхні плати зазнача-

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

ється серійний номер виробу та його дата виготовлення. Це дозволяє зберігати відомості про плату та встановлювати її походження.

Для здійснення консервації використовується флюс ФКСП. Цей флюс розпилюється на поверхні ДП та відверстях за допомогою спеціальних камер для розпилення.

1.3.2 Оптимізація компоновки, друкованого вузла

Реалізація розробленого пристрою передбачає проведення ТП, який включає послідовність дій та операцій з метою перетворення комплектуючих елементів та вихідних матеріалів на фінальний продукт. Під час розробки ТП, головною метою є встановлення оптимального варіанту, який ефективно вирішить поставлену проблему без зайвих витрат. Згідно зі стандартами Європейського Союзу (ЄС), слід надавати перевагу використанню типових технологічних маршрутів, процесів та операцій. За винятком випадків, коли це технічно та економічно доцільно, обробка на спеціалізованих і дорогих верстатах, як правило, не рекомендується. У процесі виготовлення розробленого пристрою рекомендується застосовувати загальноприйняті засоби різання та вимірювання. Це дозволяє забезпечити надійність і точність виконання операцій з різання та вимірювання, спрощує планування та координацію виробничих процесів. Використання стандартного інструменту також забезпечує легкість обслуговування та заміни, а також підвищує ефективність та економічність виробничого процесу. Рекомендується використовувати передові методи організації виробництва, такі як безперервні та групові потокові лінії, групові технологічні процеси та групові наладки. При розробці робочого технологічного процесу рекомендується використовувати типовий ТП як основу.

Типовий технологічний процес (ТП) збірки ТЕЗ складається з таких етапів:

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

1. Приготування прикріплювальних компонентів.
2. Розміщення компонентів на друкованій платі.
3. Формування з'єднань контактів.
4. Перевірка монтажу та функціональних характеристик ТЕЗ.
5. Зберігання/консервація.

Детальніше розглянемо технологічний процес (ТП).

Операції комплектування.

Згідно з комплектувальною карткою, необхідно здійснити комплектацію, що включає отримання всіх необхідних компонентів зі складу, таких як друковані плати (ДП), інтегральні мікросхеми (ІМС), роз'єми та інші. Дата видачі комплектуючих зі складу вноситься в технологічну карту. Компоненти розташовуються відповідно до свого призначення у відповідну тару.

Контроль якості вхідних ІМС і ДП.

Перевірка вхідних ІМС і ДП включає у себе ретельний аналіз елементів, таких як ІМС, транзистори і ДП. Під час контролю необхідно виявити будь-які пошкодження, такі як тріщини, вм'ятини, відколи та інші дефекти, на поверхні цих елементів. Також важливо перевірити наявність товарного знаку, знаку заводу-виробника та ключа для визначення першого висновку ІМС. Проводиться обов'язкова функціональна перевірка ІМС та резисторів на спеціальному контрольно-перевірочному стенді, оскільки відмова будь-якої ІМС може призвести до непрацездатності всієї системи. Наявність дефектів у окремих деталях не може бути виключеною, оскільки це важливо враховувати з точки зору якості і надійності системи, керуючись наступними міркуваннями:

1. На вході існує недостатній рівень контролю.
2. Довготривале зберігання готової продукції на складі.
3. Ризик пошкодження під час перевезення та доставки.

Відновлювальні процедури для друкованих плат після консервації:

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Здійснюється промивка друкованих плат у ванні з використанням спиртобензинової суміші, що дозволяє видалити консервуюче мастило з їх поверхні.
- Для ефективного видалення забруднень з металізованих отворів застосовується спеціальний стержень, що має діаметр 0,6 мм і виготовлений з органічного скла.
- Здійснюється детальний огляд зовнішнього вигляду друкованих плат за допомогою лупи.
- Діелектрична підстава ДП повинна мати однорідну, монолітну структуру без будь-яких ознак здуття або розшарування.
- Діелектрик повинен мати однорідний колір без різких переходів або областей, що відзначаються на поверхні плати.
- Металевий шар повинен бути рівномірним, щільним і не мати протрави, тріщин або нерівностей на краях, які можуть зменшувати їх мінімально допустиму ширину.
- Наскрізні металізовані отвори мають бути повністю чистими й вільними від будь-яких домішок чи забруднень.

Етап підготовки перед лудінням.

Якість паяного з'єднання в значній мірі залежить від ретельності підготовки поверхонь, які будуть з'єднуватися. Для досягнення надійного з'єднання необхідно забезпечити ефективну взаємодію між поверхнями за допомогою флюсів і припоїв. Цей процес залежить від характеристик матеріалів, стану поверхонь, а також від наявності органічних забруднень, ржавчини, оксидних плівок та жирових решток на поверхнях, які потребують з'єднання. Для підготовки поверхонь буде використовуватися хімічний метод. Цей метод включає обробку паяних поверхонь за допомогою спиртобензинових або спиртофреонових сумішей шляхом занурення їх у ванну з відповідною сумішшю. Після даного етапу здійснюється промивання висновків у потоці теплої проточної води.

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Лудіння – це процес, в якому деталі, що з'єднуються, покриваються тонкою плівкою припою. Плівка має бути вільною від тріщин, пор та непотрібних домішок. Лудіння виконується шляхом погруження всіх виводів ЕРЕ у рідкий флюс ФКС, після чого вона занурюється у ванну з розплавленим припоєм ПОС-61.

Тривалість лудіння становить 1 секунду ($t = 1 \text{ c}$).

Процес монтажу елементів радіоелектронних (ЕРЕ) на друковану плату.

Монтаж навісних елементів на друковану плату передбачає кілька етапів. Спочатку елементи подаються в зону монтажу, після чого їх орієнтувати відносно монтажних висновків або контактних площадок. Наступним кроком є фіксація елементів у відповідному положенні на ДП. Цей процес дозволяє забезпечити правильне з'єднання між елементами і ДП, гарантуючи надійну роботу пристрою.

Враховуючи характер виробництва та конструктивні особливості плат, процес установки може бути виконаний вручну, механізованим чи автоматизованим методом. Автоматизований метод використовується для збирання у великосерійному виробництві. Механізований метод застосовується для розміщення елементів на платах з високою щільністю компонування. Тому в цьому випадку найбільш вигідним є використання ручного методу складання. При ручній збірці також проводиться огляд візуального характеру

Встановлення елементів на плату здійснюється відповідно до креслення у наступній послідовності: спочатку резистори, потім конденсатори, інтегральні мікросхеми (ІМС), та нарешті провідники та трансформатори. Для ІМС проводиться підгинання лише двох виводів, які розташовані по діагоналі. При монтажі ІМС необхідно використовувати заземлений браслет, щоб уникнути статичного електричного розряду від монтажного обладнання. Після цього проводиться установка транзисторів на радіаторах шляхом запаювання їх на платі відповідно до складального креслення. Трансформатори

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

кріпляться за допомогою шайб, гаїв та гвинтів, щоб забезпечити надійне закріплення.

Операція перед початком роботи.

На цьому етапі здійснюється обрізання виводів ЕРЕ та роз'ємів використовуючи бокорізи, а також нанесення флюсу на виводи елементів. Флюс діє за механізмом розчинення і розпушення оксидних плівок металу і припою, що в результаті спливають на поверхню флюсу. Флюси використовуються для зниження поверхневої тензії розплавленого припою на границях між металом, припоєм та флюсом.

Флюси з низьким вмістом кислот, зокрема каніфоль та флюси, приготовані з використанням неактивних добавок, широко застосовуються при монтажній пайці. Залишок каніфолі є негігроскопічним і виступає в ролі доброго діелектрика. Ці безкислотні флюси, відмінно від кислотних, не спричиняють корозійного впливу.

Отже, плануємо використовувати флюс марки ФСК, який складається з розчину соснової каніфолі (10-40%) у етиловому спирті.

Формування з'єднання шляхом пайки.

Процес формування контактних з'єднань включає в себе:

- Фіксацію кріплення до попередньо підготовленої поверхні пайки.
- Термічне нагрівання поверхонь пайки до певної температури протягом визначеного періоду часу.
- Додавання необхідних і відповідних доз флюсу і припою в область пайки.
- Ефективне плавлення припою з винятковою адгезією його до поверхні пайки.
- Закріплення паяних деталей без будь-якого руху під час остигання припою.

Вибір припою має значний вплив на якість пайки. Припій повинен відповідати певним електричним характеристикам, легко взаємодіяти з флюсом,

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

утворюючи міцні з'єднання з основним металом, а також мати відповідну щільність, тепловий коефіцієнт розширення і антикорозійні властивості. Евтектичні припої забезпечують найвищу якість пайки. Одна з важливих властивостей евтектичних припоїв – це їх вузький діапазон температур кристалізації. Припій ПОС61 має властивості, близькі до евтектичного припою, зокрема, вузький діапазон температур кристалізації. Додатково, варто зазначити, що припій ПОС61 характеризується низькою температурою плавлення, що сприяє зменшенню впливу належних компонентів при монтажі. Також він володіє високою стійкістю до корозії, що забезпечує довговічність з'єднань.

У процесі пайки при температурі $T = 240\text{ }^{\circ}\text{C}$ рекомендований час витримки займає 2-5 секунд. Важливо забезпечувати сталу консистенцію припою в паяльній ванні і забезпечувати чистоту поверхні припою, регулярно видаляючи оксидні плівки.

Очищення флюсу.

Після пайки слід провести ґрунтовне очищення та промивку вузлів і паяних з'єднань від забруднень, які можуть спричинити корозію та знизити опір діелектричних матеріалів. Для ефективного видалення залишків флюсу рекомендується використовувати послідовну процедуру, яка включає занурення компонентів в спеціальну ванну з спирто-бензіновою сумішшю, а після цього – у ванну з гарячою і холодною водою. Кожен етап ваннування передбачає недовгу тривалість витримки, приблизно 1 хв, що забезпечує ефективне видалення флюсу та очищення поверхонь.

Якість пайки перевіряється шляхом візуального контролю. Припоєна поверхня має відповідати таким критеріям як блискучість, рівність, відсутність здуття, раковин та гострих виступів припою. Для усунення дефектів застосовується метод з використанням паяльника та флюсу ФКС. При цьому невелика кількість флюсу наноситься на місце дефекту, а надлишок припою видаляється за допомогою паяльника. Для огляду використовується збіль-

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шувальне скло, що дозволяє детально розглянути паяну поверхню та виявити навіть найдрібніші дефекти.

Маркування здійснюється з метою збільшення рівня відповідальності виробника пристрою і забезпечення ідентифікації його походження. На поверхню пристрою наноситься номер, дата виготовлення і код цеху або заводу-виробника за допомогою чорного чорнила. У технічному паспорті на блок надається оцінка.

Перевірку функціональності виконують на спеціально розроблених стендах. Якщо виникає несправність в пристрої, для пошуку дефекту використовується осцилограф. Цей прилад дозволяє порівнювати тимчасові діаграми роботи схеми в конкретній точці з еталонними, що дозволяє виявити відхилення та встановити причину несправності. У разі виникнення несправності, в картці відмови робиться запис про виявлені причини після першого аналізу. Крім того, вказується, як саме встановлені причини несправності мають вплив на функціонування інших елементів схеми. Такий підхід дозволяє відстежувати залежності між різними компонентами та оцінювати вплив виявлених причин на загальну працездатність пристрою. У технічному паспорті фіксується інформація щодо дати виявлення несправності, причини її виникнення та конкретних елементів схеми, які потребують заміни. Після усунення виявленого дефекту можна здійснювати повторне включення.

Під час вторинного монтажу проводиться демонтаж елементів, які вийшли з ладу, а також тих, які були виявлені під час процесу перевірки. Повна кількість цих елементів не має перевищувати 5,5% від загальної кількості, в іншому випадку плата вважається непридатною і підлягає відхиленню. Замінені елементи піддаються повторній пайці вручну. Час контакту паяльника з виводами елементів не перевищує 3 секунди. Повторний контакт з виводами елементів проводиться не раніше, ніж через 15 секунд.

Місця повторної пайки очищуються за допомогою щетинної кисті і спирто-бензинової суміші.

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Вихідний контроль пристрою здійснюється з метою перевірки, чи відповідають фізичні та електричні параметри виробу встановленим стандартам та вимогам. Всі елементи роз'ємно-контактної електроніки (ЕРЕ) повинні бути правильно припаяні без викривлення або перекосів. Зовнішня поверхня друкованої плати (ДП) повинна бути без вм'ятин, подряпин та інших дефектів, які можуть вплинути на якість.

Покриття плат лаком і процес їх сушіння виконуються з метою захисту від впливу агресивних кліматичних факторів і підвищення корозійної стійкості. У ролі захисного покриття та підвищення стійкості до негативних зовнішніх факторів часто застосовується спеціальний лак під назвою УР231. Для процесу сушіння використовується тепле повітря з температурою від 40 до 60 °С. Після цього плата поміщається в спеціальну тару і проходить процес упаковки.

На ДП з односторонньо фольгованим склотекстолітом виконується монтаж всіх елементів. Виводи мікросхеми вставляються у відповідні отвори та згинаються, щоб їх можна було припаяти з боку друкованих провідників плати. Додатково, до транзисторів VT2 прикріплюється ребристий радіатор, а до транзистора VT4 кріпиться окремий радіатор.

1.3.3 Розрахунок і забезпечення вимог по надійності

1.3.3.1 Електромагнітна сумісність

Під електромагнітною сумісністю розуміють вплив, як зовнішніх так і внутрішніх електромагнітних шумів на роботу електричної схеми пристрою, а також його вплив на роботу інших пристроїв.

Даний прилад призначений для використання в лабораторних умовах, але він мусить працювати з ПЕОМ, що може бути неможливим, адже прилад містить аналоговий сигнал. Для цього нам необхідно використовувати екранований кабель, щоб передавати сигнал з приладу на обробку в ПЕОМ.

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

В даному випадку використовується електромагнітний вид екранування.

Для визначення глибини проникнення вихрового струму використовують вираз:

$$\delta = \sqrt{\left(\frac{2}{\omega \cdot \mu \cdot \sigma}\right)} \quad (1.7)$$

де $\omega = 2\pi f$, $\mu = \mu_0\mu_1$ – магнітна проникність екрану; σ – питома провідність матеріалу екрану.

Магнітна обмотка заземляється на корпус, і являє собою захисний екран. По екрану струм наводки протікає в напрямку зворотному напрямку основного струму і знімає електричне і магнітне поле, створене основним струмом. Використовуємо кабель марок: МКШ, РПКЭ та інші.

1.3.3.2 Розрахунок надійності пристрою.

Надійність компонентів є однією з ключових факторів, що впливають на частоту виникнення несправностей у всій апаратурі. Частота виникнення несправностей залежить від дизайну, якості виготовлення, умов експлуатації і навантаження, які виникають у схемі. Оцінку впливу зовнішніх факторів на надійність елементів можна здійснити за допомогою коефіцієнтів навантаження. Коефіцієнт навантаження використовується для визначення співвідношення між фактичним значенням і номінальним значенням.

У даній схемі для резисторів номінальна потужність P_H становить **0.125 А** а фактично на резисторі розсіюється потужність P_Φ в розмірі **0.05А**. Таким чином, коефіцієнт навантаження K_P по потужності в даному випадку розраховується як відношення фактичної потужності до номінальної потужності: $K_P = \frac{P_\Phi}{P_H} = \frac{0.05}{0.125} = 0.4$. Якщо номінальне значення робочої напруги

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

конденсаторів U_H становить 20В, а фактично до обкладок конденсатора в схемі прикладена напруга U_Φ дорівнює 5В, то коефіцієнт навантаження K_P по напрузі розраховується як відношення фактичної напруги до номінальної напруги: $K_P = \frac{U_\Phi}{U_H} = \frac{5}{20} = 0.25$. Збільшення коефіцієнта навантаження призводить до збільшення інтенсивності відмов елемента. В таблиці 1.2 представлено кількість елементів разом з їх характеристиками.

Таблиця 1.2 – Елементи і їх характеристики

Назва	Кількість		
1	2	3	4
Конденсатори кер.	17	$0.7 \cdot 10^{-6}$	$9.8 \cdot 10^{-6}$
Конденсатори ел. електролітичні	14	$0.9 \cdot 10^{-6}$	$12.6 \cdot 10^{-6}$
Резистори пос.	63	$1.2 \cdot 10^{-6}$	$75.6 \cdot 10^{-6}$
Резистори зм.	1	$1.2 \cdot 10^{-6}$	$1.2 \cdot 10^{-6}$
Транзистори	13	$2 \cdot 10^{-6}$	$26 \cdot 10^{-6}$
Діод	9	$0.7 \cdot 10^{-6}$	$6.3 \cdot 10^{-6}$
Варикапи	4	$0.7 \cdot 10^{-6}$	$2.8 \cdot 10^{-6}$
Діодний міст	1	$0.8 \cdot 10^{-6}$	$0.8 \cdot 10^{-6}$
ІМС	10	$2.5 \cdot 10^{-6}$	$25 \cdot 10^{-6}$
Кварц	1	$1.5 \cdot 10^{-6}$	$1.5 \cdot 10^{-6}$
Роз'єми	12	$0.05 \cdot 10^{-6}$	$0.6 \cdot 10^{-6}$
Запобіжник	1	$1.2 \cdot 10^{-6}$	$1.2 \cdot 10^{-6}$
Пайки	105	$0.01 \cdot 10^{-6}$	$1.05 \cdot 10^{-6}$
Котушка	11	$0.5 \cdot 10^{-6}$	$5.5 \cdot 10^{-6}$
Трансформатор	1	$3 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-6}$
Друкована плата	1	$0.1 \cdot 10^{-6}$	$0.1 \cdot 10^{-6}$
Всього			$173.05 \cdot 10^{-6}$

Інтенсивність відмов елементів схеми становить:

$$\lambda = \sum \lambda_0 = 173.05 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{год}} \quad (1.8)$$

Середнє напрацювання на відмову:

$$T_{\text{СЕР}} = \frac{1}{\lambda} = 5778 \text{ год}$$

Ймовірність безвідмовної роботи крім, фізичних властивостей. Залежить від часу t_p на протязі якого виріб повинен працювати безвідмовно:

$$P(t) = e^{-\lambda t_p} = e^{-173.05 \cdot 10^{-6}} = 0.356 \quad (1.9)$$

Ймовірність безвідмовної роботи показує, яка частина виробу буде працювати виправлено на протязі заданого часу t_p .

Надійність апарату визначається надійністю і кількістю використаних і ній елементів. Так як надійність являється одним із основних параметрів виробу, то проектуючи апаратуру, її необхідно оцінювати поряд із іншими параметрами і на основі цих розрахунків робити висновки про правильність вибраної схеми і конструкції виробу. На етапі проектування, коли ще точно не визначені режими роботи схеми, виробляють орієнтований розрахунок, задаючись орієнтованими даними, які визначають умови роботи. Розглянемо питання про те, в яких випадках резервування дозволяє ефективно підвищити надійність апаратури. В залежності із завданням ймовірність $P(t)$ безвідмовної роботи виробу за $t_p = 6000$ год. повинна бути не менша 0,356. На основі даних про кількість і надійність елементів по формулі одержано:

$$\lambda = 173.05 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{год}}; T_{\text{СЕР}} = 5778 \text{ год.}$$

Цьому значенню $T_{\text{СЕР}}$ при $t_p = 6000$ год по формулі $P(t) = e^{-\lambda t_p} = 0.356$.

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розглянемо як зміниться надійність виробу, якщо застосувати заміщення навантажувальним або не навантажувальним резервом із кратністю $m = 1$.

При кратності

$$m = 1 \rightarrow P(t)_{\text{НАВАН.}} = 1 - (1 - P(t))^2 = 1 - (1 - 0.356)^2 = 0.585.$$

При кратності

$$m = 1 \rightarrow P(t)_{\text{НЕНАВАН.}} = P(t) \cdot \left(1 + \frac{t_p}{T_{\text{СЕР}}}\right) = 0.356 \cdot \left(1 + \frac{6000}{5778}\right) = 0.726.$$

По формулах визначимо, які значення $T_{\text{СР}}$ і λ повинен мати виріб, щоб одержати ті ж значення P при відсутності резервування: для $P(t) = 0.726$.

$$\lambda = -\frac{\ln P(t)_{\text{НЕНАВАН.}}}{t_p} = \frac{\ln 0.726}{6000} = 5.34 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{год}} \quad (1.10)$$

$$T_{\text{СР}} = \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{5.34 \cdot 10^{-5}} = 18726.6 \text{ год.} \quad (1.11)$$

Для $P(t) = 0.585$:

$$\lambda = -\frac{\ln P(t)_{\text{НАВАН.}}}{t_p} = -\frac{\ln 0.585}{6000} = 8.94 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{год}} \quad (1.12)$$

$$T_{\text{СР}} = \frac{1}{\lambda_2} = \frac{1}{8.94 \cdot 10^{-5}} = 11185.7 \text{ год.} \quad (1.13)$$

Навантажувальні і не навантажувальні резерви, дали деяке підвищення надійності. Але такого ефекту можна досягнути без двохкратного збільшення маси і габаритів апарату за рахунок зниження інтенсивності відмов виробу приблизно в 3 рази, для чого необхідно полегшити режим і замінити менш надійні елементи. Надійність апаратури є результатом точного спостереження та дотримання встановлених умов експлуатації, а також своєчасного та

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

якісного проведення профілактичних оглядів і ремонтів. Апаратура, виготовлена з використанням автоматизації і механізації виробничих процесів, має потенціал для досягнення високої надійності. В зв'язку з цим найбільшу надійність має РЕА, в якій застосовуються мікросхеми і мікрозборки.

1.4 Висновки до розділу 1

У даному розділі розкрито етапи проектування зарядного пристрою зі збільшеною інтелектуальністю для акумуляторів. Починаючи зі структурної схеми, було розроблено електричну принципову схему. Крім того, проведено розрахунки вузлів принципової схеми для вибору необхідної елементної бази.

В конструкторському розділі описано методику реалізації друкованого вузла, а також наведено розрахунки надійності. Детально описано процес створення фізичної реалізації інтелектуального зарядного пристрою для акумуляторів на печатній платі, а також проведено розрахунки для оцінки його надійності.

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

2 Охорона праці та безпеки життєдіяльності

2.1 Проведення інструктажів з охорони праці.

Відомо, що відповідальність за безпеку праці несе роботодавець. Одним з обов'язків роботодавця є організація і проведення інструктажів з охорони праці. Які види інструктажів з охорони праці існують і як повинні проводитися з'ясував Prostopravo.com.ua

Порядок проведення

Навчання та інструктаж з питань охорони праці повинен проводитися з усіма працівниками в процесі їх трудової діяльності незалежно від форми власності та видів діяльності підприємства. Крім того, наказом Держнаглядохоронпраці від 23.12 1993р. № 196 затверджено Перелік робіт з підвищеною небезпекою, які передбачають спеціальне навчання і перевірку знань з питань охорони праці не рідше одного разу на рік. На підприємствах на основі Типового положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці (Наказ Держнаглядохоронпраці від 04.04.1994р. №30) з урахуванням специфіки виробництва опрацьовуються та затверджуються їх керівниками відповідні Положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці, формуються плани-графіки проведення цієї роботи, з якими повинні бути ознайомлені всі працівники.

Перед перевіркою знань з охорони праці на підприємстві організуються заняття, лекції, семінари та консультації. Перелік питань для перевірки знань з охорони праці з урахуванням специфіки виробництва складають члени комісії з перевірки знань з питань охорони праці, узгоджує служба охорони праці і затверджує керівник підприємства. У складі комісії по перевірці знань з питань охорони праці повинно бути не менше трьох осіб, які в установленому порядку пройшли навчання та перевірку знань з питань охорони

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

праці. Результати перевірки знань працівників з питань охорони праці оформляються протоколом.

Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання і перевірки знань з питань охорони праці, забороняється.

Відповідальність за організацію навчання і перевірку знань з охорони праці на підприємстві покладається на його керівника, а в структурних підрозділах (цеху, дільниці, лабораторії, майстерні і т.д.) - на керівників цих підрозділів.

Контроль за навчанням і періодичністю перевірки знань питань охорони праці здійснює служба охорони праці або працівники, на яких покладено ці обов'язки керівником (правлінням) підприємства.

Види інструктажів

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на: вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж з охорони праці проводиться з:

- усіма працівниками, що тільки поступили на роботу (постійну або тимчасову) незалежно від їх освіти, стажу роботи за цією професією або посади;
- працівниками, які знаходяться у відрядженні на підприємстві і беруть безпосередню участь у виробничому процесі;
- з водіями транспортних засобів, які вперше в'їжджають на територію підприємства;
- учнями, вихованцями та студентами, які прибули на підприємство для проходження виробничої практики;
- учнями, вихованцями та студентами в навчально-виховних закладах перед початком трудового і професійного навчання в лабораторіях, майстернях, на полігонах і т.п.

Вступний інструктаж проводить спеціаліст з охорони праці або особа, на яку наказом по підприємству (рішенням правління) покладено ці обов'язки

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

за програмою, розробленою службою охорони праці з урахуванням особливостей виробництва.

Первинний інструктаж проводиться на робочому місці до початку роботи з:

- працівником, новоприбулим (постійно або тимчасово) на підприємство;
- працівником, який переводиться з одного цеху виробництва до іншого;
- працівником, який буде виконувати нову для нього роботу;
- відрядженим працівником, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві;
- студентом, учнем і вихованцем, який прибув на виробничу практику, перед виконанням ним нових видів робіт, перед вивченням кожної нової теми під час проведення трудового і професійного навчання в навчальних лабораторіях, класах, майстернях, на ділянках;
- під час проведення позашкільного навчання в гуртках та секціях.

Первинний інструктаж проводиться індивідуально або з групою осіб загальної спеціальності за програмою, складеною з урахуванням вимог відповідних інструкцій з охорони праці для працівників, інших нормативних актів про охорону праці, технічної документації.

Програма первинного інструктажу розробляється керівником цеху, ділянки, узгоджується зі службою охорони праці затверджується керівником підприємства, навчального закладу або їх відповідного структурного підрозділу.

Повторний інструктаж проводиться на робочому місці з усіма працівниками: на роботах з підвищеною небезпекою - I раз в квартал, на інших роботах - I раз на півріччя. Повторний інструктаж проводиться індивідуально або з групою працівників, які виконують однотипні роботи, за програмою первинного інструктажу в повному обсязі.

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці:

- при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці, а також при внесенні змін та доповнень до них;
- при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації устаткування, приладів та інструменту, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на охорону праці;
- при порушенні працівником, студентом, учнем або вихованцем нормативних актів про охорону праці, що можуть призвести або призвели до травми, аварії чи отруєння;
- на вимогу працівників органу державного нагляду за охороною праці, вищої господарської організації або державної виконавчої влади в разі, якщо виявлено незнання працівником, студентом або учнем безпечних методів, прийомів роботи або нормативних актів про охорону праці;
- при перерві в роботі виконавця робіт більш ніж на 30 календарних днів - для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт - понад 60 днів.
- Позаплановий інструктаж проводиться індивідуально або з групою працівників загальної спеціальності. Обсяг і зміст інструктажу визначаються в кожному окремому випадку в залежності від причин і обставин, що призвели до необхідності його проведення.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками при:

- виконанні разових робіт, не пов'язаних з безпосередніми обов'язками за фахом (навантаження, розвантаження, разові роботи за межами підприємства, цеху і т.п.);
- ліквідації аварії, стихійного лиха;
- проведенні робіт, на які оформляється наряд-допуск, дозвіл та інші документи;
- екскурсіях на підприємства.

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Цільовий інструктаж фіксується нарядам-допуском або іншою документацією, що дозволяє проведення робіт.

Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі проводить безпосередньо керівник робіт (начальник виробництва, цеху, дільниці, майстер, інструктор виробничого навчання, викладач тощо). Після проведення інструктажу повинно бути проведене усне опитування, а також перевірка придбаних практичних навичок безпечних методів праці. Знання перевіряє той, хто проводив інструктаж. Про проведення первинного, повторного, позапланового інструктажів, стажування та допуск до роботи особа, яка провела інструктаж, робить запис в журнал. При цьому обов'язкові підписи як того, кого інструктували, так і того, хто інструктував. Журнали інструктажів повинні бути пронумеровані, прошнуровані та скріплені печаткою.

Керівник підприємства зобов'язаний видати працівнику примірник інструкції з охорони праці за його професією або вивісити її на його робочому місці.

2.2 Психологічні причини нещасних випадків і травматизму

Аналіз фактів травматизму вказує на вирішальну роль людини в створенні передумов формування травмонебезпечних ситуацій: значна їх кількість виникає із суб'єктивних причин, які пов'язані з особистістю та поведінкою працівника.

Практика показує, що момент виникнення нещасного випадку спрогнозувати неможливо. Однак аналіз причин травматизму в системі “людина – машина – середовище” свідчить, що навіть найпростіший нещасний випадок залежить від комплексу факторів, у яких визначальну роль відіграє людина.

Існуюча система заходів, що дозволяють знизити ймовірність нещасних випадків, зазвичай містить вдосконалення техніки і технології, створення й встановлення колективних та індивідуальних засобів захисту, оптимізацію

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

санітарно-гігієнічних умов праці, розроблення спеціальних правил та інструкцій, навчання прийомам і способам безпечного виконання робіт та ін. Проте всіх цих заходів замало. На думку спеціалістів, низька ефективність заходів, які направлені на попередження травматизму, є наслідком недооцінення, а часом і незнання чисельної групи травмонебезпечних дій, що обумовлені суб'єктивними причинами: психофізіологічними та особистими особливостями працюючих.

Урахування індивідуальних характеристик має велике значення у створенні безпечних умов праці. Звичайно, людина, яка прийшла на роботу в хворобливому стані, наражається на небезпеку в суттєво більшому ступені, ніж здорова. Із працівниками, які регулярно вживають алкогольні напої, нещасні випадки трапляються на 35% частіше, а пошкодження внаслідок травмування у них важчі, ніж в осіб, які не вживають алкоголь. Встановлено, що однією з причин настання нещасного випадку є відсутність інтересу до професійної діяльності. Необхідно враховувати також деякі індивідуальні відмінності працівників.

Психофізіологічні проблеми безпеки можна умовно поділити на дві групи:

- такі, що пов'язані з особистістю працівника безпосередньо на робочому місці, тобто належать до небезпек, які, з одного боку, провокуються його діями, а з іншого – формуються незалежними від нього об'єктивними умовами;

- проблеми психології інженерно-технічних працівників, які є організаторами й виконавцями робіт, внаслідок неправильних дій або бездіяльності яких створюються передумови для виникнення нещасних випадків та аварій.

Можна нарахувати більш ніж десять психологічних причин свідомого порушення правил безпеки праці. До числа найрозповсюджених слід віднести:

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- гонитву за швидким результатом, для чого вибираються легші, але не безпечніші дії;
- звичку працювати з порушеннями (коли до певного часу все сходить з рук), упевненість, що формує у свідомості людини спокій, викликає адаптацію до небезпеки, що в результаті призводить до нещасного випадку;
- самоствердження в очах колег, прагнення виділитися шляхом демонстрації рішучості, сміливості в умовах підвищеної небезпеки тощо.

Установлено, що порушники правил охорони праці – люди хвацькі або користолобці, алкоголіки, ледарі, егоїсти. Такі працівники більше за інших схильні до травматизму та формування небезпечних ситуацій для інших.

Нерідко під час розслідувань нещасних випадків події, які сталися, класифікуються, як такі, що пов'язані з особистими якостями потерпілого ("необережність"). Між тим, помилки, що пов'язані з неправильними (небезпечними) діями працівника, мають різне походження. У структуру психофізіологічних і особистих якостей, які складають категорію травмонебезпечних елементів діяльності людини, входять: необережність, недисциплінованість, недостатня координація рухів, неузгодженість дій, нестійкість або недостатнє перемикання уваги, погана реакція, помилки мислення, безграмотність, неуважність та ін.

Здатністю передбачати несприятливі наслідки своєї поведінки володіють близько 15% працюючих. Як правило, це люди урівноважені, виховані, відповідальні. Цей комплекс позитивних якостей сприяє правильному оцінюванню працівниками небезпечних ситуацій і дозволяє уникнути травм.

Кожен працівник повинен усвідомлювати потребу в самоконтролі своїх дій і в самопрофілактиці травматизму на основі критичного аналізу власних особистих якостей, переоцінювання свого мислення й можливостей. Завдання організатора і виробника робіт полягає у формуванні в працюючих стереотипу охоронного мислення й обережності, взаємопрофілактики травматизму. Більше 70% травм настає через незадовільну організацію робіт та тех-

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

нічні проблеми, недостатнє опрацювання технологічних процесів, відсутність контролю за дотриманням правил безпеки виконавцями в процесі трудової діяльності, через інші інженерні прорахунки. Нерідко ситуація з виробничим травматизмом погіршується через те, що в діях інженерно-технічного персоналу бракує культури управлінської праці.

Практичне значення в профілактиці травматизму, встановленні причин нещасних випадків і професійних захворювань має знання персоналом (адміністрацією, організаторами і виконавцями робіт) чинників або складових, з яких формується система безпечного виробництва. Отже, необхідно навчатись охороні праці всім разом!

2.3 Висновок до розділу 2

При написанні розділу з охорони праці кваліфікаційної роботи бакалавра були розглянуті питання: проведення інструктажів з охорони праці та психологічні причини нещасних випадків і травматизму з охорони праці, зокрема для джерела безперебійного живлення для телекомунікаційних систем.

					<i>ХДО.2.000.001.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		69

Висновки

В ході виконання кваліфікаційної роботи було проведено розробку інтелектуального зарядного пристрою для акумуляторів. Робота включає опис різних етапів розробки пристрою, зокрема розробку структурних схем. На основі цих структурних схем була розроблена основна електрична схема, а також проведений розрахунок вузлів електричної схеми для вибору основи пристрою.

Конструктивна частина роботи зосереджена на виборі конструкції інтелектуального зарядного пристрою та розрахунку механічної міцності, вібростійкості та надійності обладнання. Також була проведена оцінка електромагнітної сумісності пристрою.

Всі ці етапи розробки інтелектуального зарядного пристрою для акумуляторів детально описані у кваліфікаційній роботі з метою розробки функціонального та надійного пристрою для зарядки акумуляторів.

У спеціальному розділі роботи наведено стислий опис ПЗ, використаного з метою проектування інтелектуального зарядного пристрою для акумуляторів, особливо програми Altium для моделювання схемних рішень.

Крім того, в кваліфікаційній роботі були розглянуті аспекти охорони праці та забезпечення безпеки життєдіяльності, що стосуються розробки і експлуатації інтелектуального зарядного пристрою для акумуляторів.

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1. Дунець В.Л., Дедів І.Ю., Хвостівський М.О. Методичні рекомендації з оформлення кваліфікаційних робіт бакалавра за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021, 72 с.
2. Устинов Г.Н. Основы информационной безопасности систем и сетей передачи. – М.: Синтег, 2000
3. Терещук Р.М. Полупроводниковые приемно-усилительные устройства: Справочник радиолюбителя. К.: Наук. думка, 1989
4. 8-bit Microcontroller with 8k Bytes FLASH ATMEGA. – ATMEL, 1998.
5. <http://www.radiotel.info> - Цифрові та аналогові АТС
6. www.connect.ru/newsdetail.asp?id=5593
7. <http://cyberinfo.ru>
8. Бердій Я.І., Джигерей В.С., Кидисюк А.І. та ін. Основи екології та охорона навколишнього середовища. Навчальний посібник для вузів. – Львів, 1999.
9. Губський А.І. Цивільна оборона, К: Міністерство освіти, 1996, 216с.
10. Кочан В.В. Коснспект лекцій з дисципліни “Аналогова та цифрова схемотехніка”
11. Симметрон-Промсервис: все электронные компоненты. Каталог 9-98.
12. Фрумкин Г.Д. Расчёт и конструирование радиоаппаратуры. М.: Высшая школа, 1989.

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					ХДО.2.000.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Додаток А

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедру РТ
_____ к.т.н. Дунець В.Л.
“_____” _____ 2023 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему:

«Інтелектуальний зарядний пристрій для акумуляторів»

Узгоджено:
Керівник роботи
Дунець В.Л. _____
“_____” _____ 2023р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАС-41
Храпко Д.О. _____
“_____” _____ 2023р.

Тернопіль, 2023

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “Інтелектуальний зарядний пристрій для акумуляторів”.

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи № 4/7-575 від “24” травня 2023р.

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Храпко Дмитро Олегович, студент групи РАС-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є проектування приладу, що включає в себе:

- розробка схемотехнічного рішення розроблювального приладу;
- вибір компонентної бази розроблювального приладу;
- розрахунок і вибір компонентів для оптимальної роботи приладу;
- проектування друкованого вузла та друкованої плати приладу.

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

- | | |
|--|----------------|
| 4.1.1 Напруга живлення | 220 В; |
| 4.1.2 Потужність споживання не більше | 0,5 Вт; |
| 4.1.3 Час встановлення робочого режиму | не перевищує 2 |

с;

4.1.4 Вимоги до умов експлуатації повинні бути:

- Кліматичні умови за ГОСТ 15150-69, УХЛ 4,1;
- Температура навколишнього середовища від +10°C до + 35°C
- Відносна вологість повітря 80 % при $t=25^{\circ}\text{C}$

Примітка: габаритні розміри приладу уточнюються в процесі розробки конструкції.

5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації повинен складатися з:

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

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	01.03.2023
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи	14.03.2023
3	Розробка структурної схеми приладу	25.03.2023
4	Розробка схеми електричної принципової	10.04.2023
5	Розрахунок основних вузлів у схемі приладу	21.04.2023
6	Вибір компонентної бази приладу	01.05.2023
7	Компоновка друкованого вузла	15.05.2023
8	Створення допоміжної документації	27.05.2023
9	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони	02.06.2023
10	Нормоконтроль	05.06.2023
11	Перевірка на антиплагіат	06.06.2023
12	Попередній захист роботи	07.06.2023
13	Захист роботи	23.06.2023

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

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

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

Додаток Б
Перелік елементів.

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
	<i>Конденсатори</i>		
C1	<i>K10-17-3Г-0,1мкФ</i>	1	
C2	<i>K50-35-5В-0,1мкФ±5%</i>	1	
C3	<i>K10-17-3Г—0,1мкФ</i>	1	
C4, C5	<i>K10-17-3Г—27нФ</i>	2	
C6	<i>K10-17-3Г—27нФ</i>	1	
C7, C8	<i>K50-35-25В-100мкФ±5%</i>	2	
C9	<i>K50-35-60В-100мкФ±5%</i>	1	
	<i>Резистори</i>		
R1-R3	<i>C2-23-0.25-10 кОм±5%</i>	3	
R4-R6	<i>C2-23-0.25-20 кОм±5%</i>	3	
R7-R12	<i>C2-23-0.125-100 кОм±5%</i>	6	
R13-R15	<i>C2-23-0.125-10 кОм±5%</i>	3	
R16-R18	<i>C2-23-0.125-10 кОм±5%</i>	3	
R19-R21	<i>C2-23-0.125-10 кОм±5%</i>	3	
R22, R23	<i>C2-23-0.25-10 кОм±5%</i>	2	
R24-R26	<i>C2-23-0.25-20 кОм±5%</i>	3	
R27	<i>C2-23-0.25-10 кОм±5%</i>	1	
R28-R32	<i>C2-23-0.25-100 кОм±5%</i>	5	
R33	<i>C2-23-0.125-270 Ом±5%</i>	1	
R34, R35	<i>C2-23-0.125-10 кОм±5%</i>	2	
R36, R37	<i>C2-23-0.125-270 Ом±5%</i>	2	
R38	<i>C2-23-0.25-100 кОм±5%</i>	1	

ХДО.2.000.001.ПЕЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Аркциві
						76	6
Розроб.		Храпко Д.О.			Інтелектуальний зарядний пристрій для акумуляторів Перелік елементів ТНТУ, ФПТ, РАс-41		
Перевір.		Дунець В.Л.					
Реценз.							
Н. Контр.		Паляниця Ю.Б.					
Затверд.		Дунець В.Л.					

Поз. познач.	Найменування R73-R77	Кіл.	Примітка
R39-R41	C2-23-0.125-10кОм±5%	3	
R42	C2-23-0.125-5,1кОм±5%	1	
R43-R58	C2-23-0.125-10кОм±5%	16	
R59	C2-23-0.125-91кОм±5%	1	
R60	C2-23-0.5-100кОм±5%	1	
R61	C2-23-0.5-5,1кОм±5%	1	
R62-R66	C2-23-0.125-91кОм±5%	5	
R67	C2-23-0.125-270кОм±5%	1	
R68	C2-23-0.125-100кОм±5%	1	
R69-R71	C2-23-0.125-270Ом±5%	3	
R72	C2-23-0.125-1кОм±5%	1	
R73-R77	C2-23-0.125-10кОм±5%	5	
R78-R79	C2-23-0.125-270Ом±5%	2	
	<i>Мікросхеми</i>		
DA1- DA9	AOT128Б бк0.410.100 ТУ	9	
DA10	AOT128Б бк0.410.100 ТУ	1	
DA11	AOT128Б бк0.410.100 ТУ	1	
DA12	AOT128Б бк0.410.100 ТУ	1	
DA13	KP142EH5 бк0.348.290 ТУ	1	
DA14	AOT128Б бк0.410.100 ТУ	1	
DA15	AOT128Б бк0.410.100 ТУ	1	
DD1,DD2	ЭА1533ИР33	2	
DD3	АТМЕГА32 (АТМЕЛ)	1	
	<i>Трансформатори</i>		
T1	TOT-2	1	
ХДО.2.000.001.ПЕЗ			
			Арк. 77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис
			Дата

<i>Поз. познач.</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кіл.</i>	<i>Примітка</i>
	<i>Діодний міст</i>		
<i>VD7</i>	<i>КЦ405</i>	<i>1</i>	
<i>VD31</i>	<i>КЦ405</i>	<i>1</i>	
<i>VD32</i>	<i>КЦ405</i>	<i>1</i>	
	<i>Транзистори</i>		
<i>VT1- VT3</i>	<i>КТ809А</i>	<i>3</i>	
<i>VT4- VT6</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>3</i>	
<i>VT7</i>	<i>КТ809А</i>	<i>1</i>	
<i>VT8</i>	<i>КТ809А</i>	<i>1</i>	
<i>VT9</i>	<i>КТ809А</i>	<i>1</i>	
<i>VT10</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>1</i>	
<i>VT11</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>1</i>	
<i>VT12</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>1</i>	
<i>VT13</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>1</i>	
<i>VT14</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>1</i>	
<i>VT15</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>1</i>	
<i>VT16</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>1</i>	
<i>VT17</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>1</i>	
<i>VT18</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>1</i>	
<i>VT19</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>1</i>	
<i>VT20</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>1</i>	
<i>VT21</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>1</i>	
<i>VT22</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>1</i>	
<i>VT23</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>1</i>	
<i>VT24</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>1</i>	
<i>VT25</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>1</i>	
<i>VT26</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>1</i>	
			<i>ХДО.2.000.001.ПЕЗ</i>
			<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>
			<i>Дата</i>
			<i>79</i>

<i>Поз. познач.</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кіл.</i>	<i>Примітка</i>
<i>VT27</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>1</i>	
<i>VT28</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>1</i>	
<i>VT29</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>1</i>	
<i>VT30</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>1</i>	
<i>VT31</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>1</i>	
<i>VT32</i>	<i>КТ3102Б</i>	<i>1</i>	
	<i>Перемикач</i>		
<i>S1-S5</i>	<i>КМ-150</i>	<i>5</i>	
	<i>Реле</i>		
<i>КА1-КА16</i>	<i>RES49</i>	<i>16</i>	
	<i>Котушки</i>		
<i>L1</i>		<i>1</i>	
	<i>Світлодіод</i>		
<i>H1-H5</i>	<i>АЛ307Б</i>	<i>5</i>	
	<i>Перемикач</i>		
<i>S1-S5</i>	<i>КМ150</i>	<i>5</i>	
	<i>Кварц</i>		
<i>Z1</i>	<i>РК-02МД-ВЕР-4.3кГц</i>	<i>1</i>	
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>
			<i>Дата</i>
<i>ХДО.2.000.001.ПЕЗ</i>			<i>Арк.</i>
			<i>80</i>

			Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A			ХДО 2.000.001 СК	Складальне креслення	1	
A			ХДО 2.000.001 ЕЗ	Схема електрична	1	
A			ХДО 2.000.001 ПЕЗ	Перелік елементів	1	
				<u>Деталі</u>		
A	1		ХДО 7.103.001	Плата друкована	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
				<u>Інші вироби</u>		
				<u>Конденсатори</u>		
		2		К10-17-3Г-0,1мкФ	5	С1, С3-С6
				ОЖО.464.137 ТУ		
		3		К50-35-5В-0,1мкФ±5%	4	С2, С7-С9
				ОЖО.464.138 ТУ		
				<u>Мікросхеми</u>		
		4		АОТ128Б бк0.410.100 ТУ	12	DA1-DA12
				бк0.348.627.01 ТУ		
		5		КР142ЕН5 бк0.348.290 ТУ	1	DA13
				бк0.348.627.01 ТУ		
		6		АОТ128Б бк0.410.100 ТУ	2	DA14, DA15
				бк0.348.627.01 ТУ		
		7		ЭА1533ИР33	2	DD1, DD2

					ХДО.2.000.001			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Храпко Д.О.			Інтелектуальний зарядний пристрій для акумуляторів Специфікація	Лім.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Дунець В.Л.					82	3
Консулат.						ТНТУ, ФПТ, РАС-41		
Н. Контр.		Паляниця Ю.Б.						
Затверд.		Дунець В.Л.						

			<i>Позначення</i>	<i>Назва</i>	<i>Кіл.</i>	<i>Примітка</i>
				<i>бк0.348.627.01 ТУ</i>		
		8		<i>ATMEGA32 (ATMEL)</i>	1	<i>DD3</i>
				<i>бк0.348.627.01 ТУ</i>		
				<i>Резистори</i>		
		9		<i>C2-23-0.25-10 кОм±5%</i>	18	<i>R1-R3</i>
				<i>ОЖО.467.104 ТУ</i>		
		10		<i>C2-23-0.125-100 кОм±5%</i>	59	<i>R7-R12</i>
				<i>ОЖО.467.104 ТУ</i>		
		11		<i>C2-23-0.5-5,1кОм±5%</i>	2	<i>R60, R61</i>
				<i>ОЖО.467.104 ТУ</i>		
				<i>Діоди</i>		
		12		<i>КД212А</i>	14	<i>VD1- VD14</i>
				<i>ТТ3.336.104 ТУ</i>		
		13		<i>КД522Б</i>	16	<i>VD15- VD30</i>
				<i>ТТ3.336.102 ТУ</i>		
				<i>Діодний міст</i>		
		4		<i>КЦ405</i>	3	<i>VD31- VD32</i>
				<i>Стаділітрон</i>		
		15		<i>КС515А</i>	1	<i>VD13</i>
				<i>Транзистори</i>		
		16		<i>КТ809А</i>	6	<i>VT1- VT6</i>
				<i>ТТ3.336.104 ТУ</i>		
		7		<i>КТ3102Б</i>	28	<i>VT7- VT22</i>
				<i>оАО.337.203 ТУ</i>		
				<i>ХДО.2.000.001</i>		<i>Арк.</i>
						83
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

