

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: Джерело безперебійного живлення для телекомунікаційних систем

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

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Стацук Д.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Дунець В.Л.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Паляниця Ю.Б.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Дунець В.Л.

(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 Стацюку Дмитру Анатолійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Джерело безперебійного живлення для телекомунікаційних систем

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)*Стацюк Д.А.*_____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

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

Анотація

Тема кваліфікаційної роботи: «Джерело безперебійного живлення для телекомунікаційних систем». Кваліфікаційна робота бакалавра// ТНТУ, ФПТ, група РАС-41. // Тернопіль, 2023р. //с.—__, рис.—__, табл.—__, бібліог.—__, додат.—__.

Ключові слова: джерело живлення, схема структурна, схема функціональна, схема електрична принципова, друкований вузол.

В кваліфікаційній роботі розроблено джерело безперебійного живлення для телекомунікаційних систем. Проведено схемотехнічне та конструкторське проектування приладу.

Основні технічні характеристики зарядного пристрою:

- Вихідна потужність 600 Вт;
- Вхідна напруга 220 В \pm 10%;
- Вхідна частота 50 Гц \pm 5%;
- Діапазон змін вхідної напруги при роботі від електромережі +20/–30%;
- Діапазон стабілізації вихідної напруги при живленні від батареї \pm 1,5%;
- Час перемикання на батарею не меншим 1 мс;
- Час резервування (резервного живлення) від батарей при 100% навантаженні не меншим 25 хв;
- Час заряду батарей до рівня 90% від номінального не більшим 4 год;
- Час встановлення робочого режиму не перевищувати 2с;

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

Annotation

Theme of qualification work: «The uninterrupted power source for telecommunications systems // TNTU, FPT, PAc-41 group. // Ternopil, 2023 // Pages.—__, fig.—__, tables —__, bibliog. — __, appendix—__.

Key words: Power unit, structural scheme, functional scheme, electrical principle, printed knot.

In the qualifying work, a power source for telecommunication systems was developed. Schematic and structural design of the device was carried out.

The main technical characteristics of the charger:

- Output power 600 W;
- Input voltage 220 V \pm 10%;
- Input frequency 50 Hz \pm 5%;
- The range of input voltage changes during operation
from the power grid +20/–30%;
- Output voltage stabilization range
when powered by a battery \pm 1.5%;
- Battery switching time of at least 1 ms;
- Backup time (backup power)
from batteries at 100% load for at least 25 minutes;
- Battery charge time up to 90%
from nominal no more than 4 hours;
- The time to establish the working mode should not exceed 2 s;

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

Зміст

Вступ.....		8
1	Основна частина	10
1.1	Аналіз завдання на дипломний проект.....	10
1.1.1	Обґрунтування актуальності теми	10
1.1.2	Аналіз інформації	21
1.2	Проектування схемотехнічне	23
1.2.1	Розробка і розрахунок структурної схеми виробу.....	23
1.2.2	Проектування і розрахунок електричної принципової схеми.....	24
1.2.3	Вибір і обґрунтування елементної бази.....	40
1.3	Проектування конструкторське	46
1.3.1	Розробка компоновки і конструкції друкованого вузла.....	46
1.3.2	Оптимізація компоновки, друкованого вузла.....	54
1.3.3	Розрахунок і забезпечення вимог по надійності.....	62
1.4	Висновок до розділу 1.....	67
2	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	69
2.1	Вплив кольору на покращення умов праці та підвищення продуктивності виробництва.....	69
2.2	Надзвичайні ситуації: визначення причини, класифікація.....	71
2.3	Висновок до розділу 2.....	76
	Висновки.....	77
	Список використаних джерел.....	78
	Додатки.....	79

					<i>СДА.2.038.010.ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Стацук Д.А.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Дунець В.Л.			6		
Консультант					<i>ТНТУ, ФПТ, РАс-41</i>		
Н. Контр.		Паляниця Ю.Б.					
Затверд.		Дунець В.Л.					

Джерело безперебійного живлення для телекомунікаційних систем

Додаток А. Технічне завдання

Додаток Б. Схема електрична принципова. Перелік елементів

Додаток В. Друкований вузол. Специфікація

Додаток Г. Таблиці

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Використання радіотехнічної системи передбачає необхідність надійного та безперебійного постачання енергії. Дослідження компанії IBM свідчать про те, що навіть у Сполучених Штатах середня комп'ютерна радіотехнічна система зіштовхується з проблемами електроживлення приблизно 120 разів протягом місяця. Більшість цих проблем успішно вирішується за допомогою блоку живлення. Однак, на жаль, блок живлення не є універсальним, і деякі перешкоди можуть успішно подолати його та вплинути на такі вразливі компоненти комп'ютерних радіотехнічних систем, як жорсткий диск, пам'ять і процесор.

Перепади напруги можуть мати різноманітні наслідки, що охоплюють широкий спектр проявів. Ці наслідки варіюються від незначних відмов, таких як «зависання» блоків керування або незначні збої в роботі програм, до катастрофічних ситуацій, таких як повна втрата даних на жорсткому диску або непоправна відмова радіотехнічної системи.

Для забезпечення надійного живлення радіотехнічних систем широко застосовуються джерела безперебійного живлення. Ці джерела дозволяють забезпечити безперебійну роботу різноманітних пристроїв, включаючи комп'ютери та радіостанції, на належному рівні.

На сьогоднішній день існує широкий вибір фірм, що займаються виробництвом різних видів блоків безперебійного живлення (ББЖ) для радіотехнічних систем. Деякі з них, такі як APC, N-Power і інші, відомі на ринку. Проте, це обладнання часто має високу вартість або низьку споживчу якість. Наприклад, деякі пристрої можуть бути непридатними для підключення додаткової акумуляторної батареї, не здатні працювати при низькому напруговому рівні мережі, мати обмежену потужність тощо.

Отже, виникає необхідність у розробці блоку безперебійного та надійного енергопостачання для радіотехнічних систем, який би мав високі

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

техніко–економічні характеристики. Такий блок повинен мати можливість підключення додаткової батареї та запуску в разі відсутності електричної напруги у мережі.

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1. Основна частина

1.1 Аналіз завдання

1.1.1 Обґрунтування актуальності теми кваліфікаційної роботи

UPS (Uninterruptible Power Supply) – це пристрій, призначений для забезпечення безперебійного живлення комп'ютера та інших пристроїв, які використовують електроенергію. Він дозволяє подавати електропостачання в разі відключення основного джерела напруги, а також захищає пристрої від можливих пошкоджень або вигорання, що можуть виникнути при несправностях у системі електроживлення.

Існує кілька типів UPS:

1. Загальна топологія UPS (The generic UPS topology).

UPS, побудований за даною схемою, має два основних режими роботи – Standby (очікування) і On-line (онлайн). Залежно від поточних умов, UPS може перебувати в одному з цих режимів. У режимі Standby, коли напруга в електричній мережі знаходиться в припустимих межах, перемикач передає струм навантаження через коло 1-2. В цьому режимі UPS фактично працює як звичайний мережевий фільтр і не здійснює стабілізацію напруги.

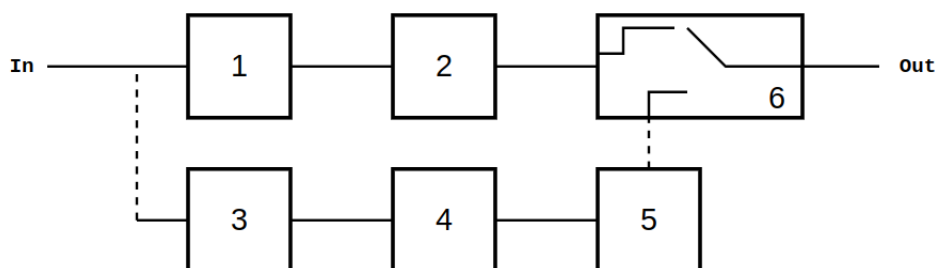


Рисунок 1.1 – Загальна топологія UPS: 1 – випрямляч; 2 – фільтр; 3 – зарядний пристрій; 4 – батарея; 5 – інвертор DC/AC; 6 – перемикач передачі

На рисунку 1.1 зображена загальна топологія UPS, де кожен компонент має своє призначення:

1. Випрямляч (surge suppressor). Цей компонент призначений для захисту від перенапруги, шуму та перешкод, які можуть бути присутні в електричній мережі.

2. Фільтр (filter). Функція фільтра полягає в очищенні електричного сигналу від небажаних шумів та перешкод, що можуть впливати на якість живлення.

3. Зарядний пристрій (battery charger). Цей компонент відповідає за зарядку акумуляторної батареї UPS, яка служить як джерело енергії під час відключення основного джерела живлення.

4. Батарея (battery). Батарея є основним джерелом живлення UPS під час відключення електричної мережі. Вона постачає електричну енергію, яка перетворюється на вхідний постійний струм.

5. Інвертор DC/AC (inverter DC/AC). Інвертор відповідає за перетворення постійного струму з батареї на змінний струм, який використовується для живлення підключених пристроїв.

6. Перемикач передачі (transfer switch). Цей компонент виконує функцію автоматичного перемикання між основним джерелом живлення і джерелом живлення UPS в разі виявлення перебоїв або проблем з електричною мережею.

В ситуації, коли напруга в електричній мережі виходить за межі допустимого діапазону, перемикач передачі переключається на живлення навантаження через коло 3-4-5 (режим On-line). Це означає, що енергія для живлення навантаження надходить від акумуляторної батареї, яка через інвертор перетворює постійний струм на змінний струм з напругою 220 В (AC 220V). Таким чином, UPS забезпечує безперебійне живлення пристроїв під час відключення або неполадок в основній електричній мережі.

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Система відрізняється тим, що перехід до режиму On-line при перевищенні напруги мережі не відбувається миттєво, а з певним затриманням, у той час як повернення до режиму Standby відбувається з необхідною затримкою тривалістю кілька секунд. Ця особливість характеризує дану систему.

Це зроблено із метою запобігання постійному перемиканню між режимами Standby і On-line під час частих перепадів напруги в електричній мережі. Якщо не було б затримки, система неперервно перемикалася б між режимами, що може призвести до спотворень струму навантаження та можливого пошкодження або несправності пристроїв. Затримка дозволяє стабілізувати роботу системи та забезпечити безперебійну роботу навантаження.

В даній схемі відсутня можливість стабілізації напруги в режимі Standby, тому система переходить в режим On-line при кожній зміні напруги в електричній мережі. Це призводить до швидкого розряду акумуляторної батареї, оскільки процес заряду відбувається повільніше, ніж розряд. Якщо використовується зарядний пристрій великої потужності, можна було б забезпечити живлення інвертора в режимі On-line повністю від струму, що постачається зарядним пристроєм (звичайно, за умови, що відсутній переривання електропостачання), але це призвело б до значного збільшення розмірів UPS.

З цієї причини потужність зарядного пристрою в даній схемі переважно обирається невеликою та енергозатрати при використанні батарей під час періодів низької напруги не компенсуються. Отже, в ситуації, коли стабільність електричної мережі порушується, дана конфігурація UPS виявляє обмежену ефективність з двох основних причин:

– При повторному перемиканні в режим On-line, акумулятор втрачає заряд і не встигає повністю зарядитися в режимі Standby, що

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

призводить до втрати здатності UPS забезпечувати навантаження аварійним живленням впродовж необхідного періоду.

– Повторне виконання неповних циклів розряду та заряду значно скорочує експлуатаційний термін акумуляторних батарей.

Значна кількість поширених моделей UPS, включаючи дублери виробництва Американської Енергетичної Конверсії, побудовані за даною схемою.

2. Онлайн UPS без обхідної лінії (The on-line without bypass topology).

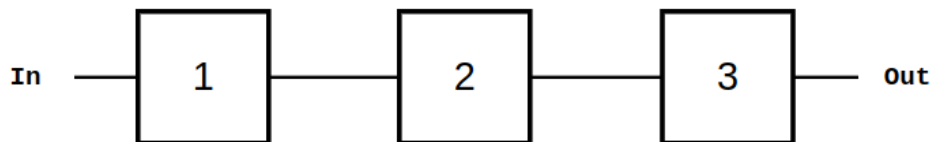


Рисунок 1.2 – Онлайн UPS без обхідної лінії: 1 – зарядний пристрій; 2 – батарея; 3 – інвертор DC/AC

Звичайна архітектура UPS в цій конфігурації забезпечує безперервну роботу в режимі On-line, уникнення аварійного перемикання при відмові електричного живлення. Якщо мережа постачання електроенергії працює, потужність, яку інвертор отримує від акумулятора, може бути частково або повністю компенсована потужним зарядним пристроєм для акумуляторів.

Зазначена схема використовується рідко і обмежується малими потужностями (до 1-1.5 кВА) UPS, через значні теплові втрати, пов'язані з подвійним перетворенням електричного струму.

3. Гібридна топологія резервної On-line системи (The standby on-line hybrid).

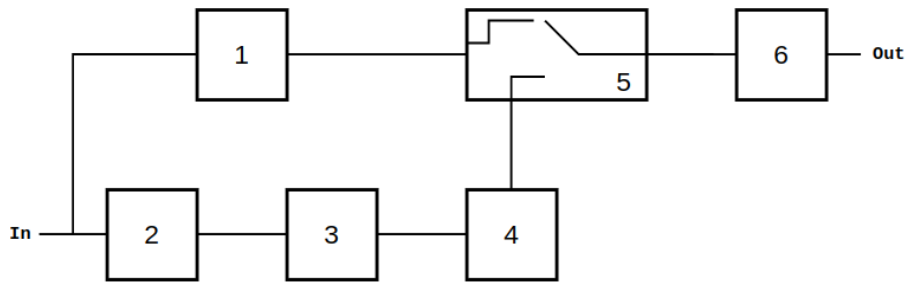


Рисунок 1.3 – Гібридна топологія резервної On-line системи: 1 – випрямляч; 2 – зарядний пристрій; 3 – акумулятор; 4 – резервний DC/DC перетворювач; 5 – суматор; 6 – інвертор DC/AC.

Резервний DC/DC перетворювач використовується в цій схемі тільки у випадку виявлення відмови в постачанні напруги з мережі. Можна зауважити, що зарядний пристрій має невелику потужність, подібну до загального UPS. В умовах нормальної мережевої напруги, вхідний струм проходить випрямлення та фільтрацію через випрямляч, після чого подається на інвертор, який здійснює зворотне перетворення на AC 220В.

Ця схема, так само як і попередня, має свої переваги, зокрема високу стабільність вихідної напруги і майже повне усунення перехідних процесів під час відмов напруги в живлячій мережі.

Ці схеми використовуються в UPS-системах, таких як Unison Unipower і Exide Personal Powerware.

4. Топологія standby-ferro (The standby-ferro topology).

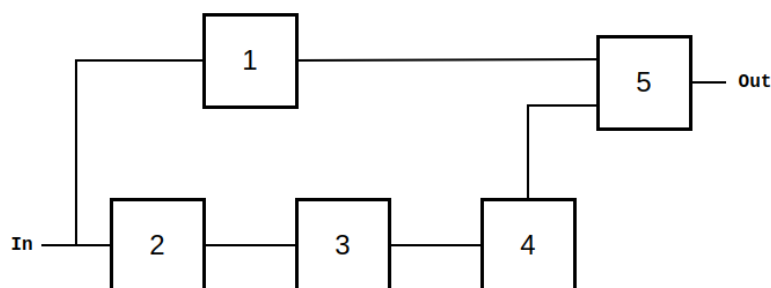


Рисунок 1.4 – Топологія standby-ferro: 1 – перемикач; 2 – зарядний пристрій для батареї; 3 – батарея; 4 – інвертор DC/AC; 5 – трансформатор

Ця конфігурація ґрунтується на особливому трьохобмотувальному трансформаторі. При нормальному стані мережі, електричний струм подається через перемикач та пройшовши через трансформатор, живить навантаження. В разі відмови живлення від мережі, навантаження автоматично перемикається на інвертор через іншу обмотку трансформатора, при цьому перемикач перебуває у розімкненому стані.

Інвертор активується лише у разі виявлення відмови мережі та відкриття перемикача. У даній схемі трансформатор виконує також функцію ферорезонансного стабілізатора напруги, що дозволяє обмежено стабілізувати мережеву напругу і згладити «сходінку», яка виникає при роботі інвертора.

Повна гальванічна ізоляція між навантаженням та живлячою електромережею є найефективнішим методом захисту, переважним перед використанням будь-яких фільтрів. Однак, важливо враховувати, що сам трансформатор може впливати на якість електропостачання, викликаючи спотворення та перехідні процеси, які в окремих випадках можуть бути небезпечнішими, ніж початкові збої у живій мережі. Крім того, трансформатори мають теплові втрати, що призводить до зниження загального ККД.

5. Лінійно-інтерактивна топологія (The line-interactive topology).

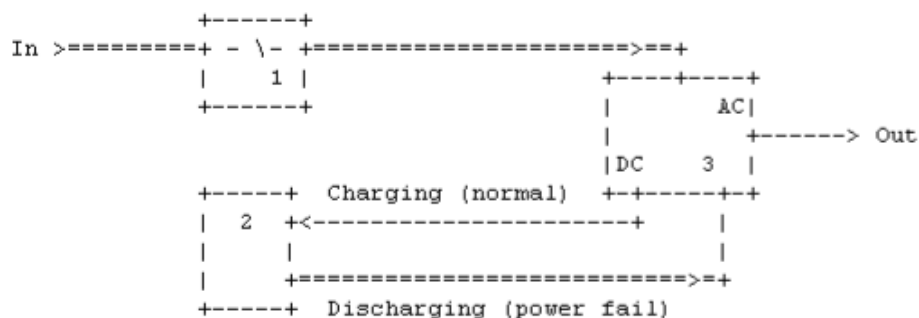


Рисунок 1.5 – Лінійно-інтерактивна топологія: 1 – перемикач; 2 – батарея; 3 – інвертор

Один з найвідоміших UPS, побудованих за такою схемою, це BEST Ferrups. Виробники часто рекламують UPS цієї системи як «On-line», хоча, природно, він не є справжнім On-line UPS.

У цій схемі інвертор завжди підключений до виходу ДБЖ і виконує складну функцію стабілізації та фільтрації напруги мережі. Він відстежує рівні напруги, контролює зарядку батареї при нормальній напрузі мережі та автоматично перемикається на живлення від батареї у разі аварійного рівня напруги в мережі. Завдяки широкому діапазону регулювання напруги схема може працювати в штатному режимі навіть при переведенні традиційного ДБЖ на живлення від акумулятора. Це робить схему особливо ефективною для роботи в мережах низької якості.

До типових представників цієї топології належать APC Smart-UPS, UPS BEST Fortress, APC Back-UPS Pro.

Багато відомих компаній, таких як APC, N-Power та інші, займаються виробництвом різних типів блоків безперебійного живлення. В першу чергу, давайте проаналізуємо основні принципи роботи таких блоків живлення та методи підвищення їх ККД.

Фірма APC пропонує свій власний варіант блоку безперебійного живлення, який можна побачити на рисунку 1.6.

Даний блок безперебійного живлення, розроблений компанією APC, спеціально призначений для особистих комп'ютерів та периферійного обладнання. Він ідеально підходить для використання в домашніх умовах або офісі.

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16



Рисунок 1.6 – BF350-GR

У додатку Г в таблиці Г.1 наведено ключові технічні характеристики BF350-GR.

Компанія N-Power спеціалізується на виробництві блоків безперебійного живлення, зображеного на рисунку 1.7.



Рисунок 1.7 – Smart-Vision P

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Кожна модель має різну потужність:

- Модель P400: 210 Вт;
- Модель P400USB: 210 Вт;
- Модель P600: 320 Вт;
- Модель P600USB: 320 Вт;
- Модель P800: 400 Вт;
- Модель P800USB: 400 Вт;
- Модель P1000: 500 Вт;
- Модель P1400: 700 Вт.

ДБЖ із лінійки Smart-Vision P використовують лінійну інтерактивну схему. Вони є економічним рішенням з мінімальним набором необхідних функцій для повсякденної роботи і доступною ціною. Моделі P400USB, P600USB і P800USB мають вбудований USB-порт для комунікації, тоді як всі інші моделі оснащені гальванічно ізольованим портом RS232. Всі ДБЖ з серії Smart-Vision P обладнані вбудованим мікропроцесорним пристроєм, який керує роботою блоку. Вони призначені для захисту персональних комп'ютерів, активного мережевого обладнання та іншої офісної техніки, яка не терпить перебоїв у постачанні електроенергії.

Характеристики:

- Компактний, ергономічний дизайн з високою надійністю за доступною ціною.
- Призначений для надійного захисту ПК та офісної техніки.
- Має вбудований мікропроцесорний пристрій для ефективного управління та контролю роботи.
- Доступні комунікаційні інтерфейси RS232 або USB (залежно від моделі).
- Постачається з програмним забезпеченням Safe-Net, яке забезпечує автоматичну згортку ОС та моніторинг стану електромережі. Сумісне з Windows 95/98/2000/ME/NT4.0/XP.

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

- Має вбудований фільтр для придушення високовольтних сплесків.
- Функція старту з холодного стану дозволяє запустити пристрій в батарейному режимі навіть без вхідної напруги.
- Функція Green-Power забезпечує економію електроенергії відсутністю навантаження.
- Інтелектуальний захист від перевантаження або короткого замикання на виході, супроводжується коротким звуковим сигналом або автоматичним відключенням.
- Вбудований компактний та ефективний тороїдальний трансформатор.
- Додатковий фільтр з роз'ємами RJ11 або RJ45 для захисту телефонної лінії або мережевої лінії 10Base-T (вита пара).
- Автоматичне тестування акумуляторних батарей з світлодіодною індикацією незадовільного стану.
- Простота заміни акумуляторних батарей користувачем.
- Дворівнева звукова сигналізація: перший рівень – робота в батарейному режимі, другий рівень – низький рівень заряду батарей (відключення електроживлення через 50-90 секунд).

Можливості цього ДБЖ дозволяють забезпечити надійний захист вашої техніки та забезпечити безперебійне електроживлення у випадку перебоїв у мережі.

Ціна цього блоку безперебійного живлення становить 200\$.

Компанія APC є виробником блоку безперебійного живлення, зображеного на рисунку 1.8.

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.8 – SC250RMI1U Rack Mount 1U

У додатку Г в таблиці Г.2 наведено технічні характеристики SC250RMI1U Rack Mount 1U.

Компанія APC спеціалізується на виробництві блоку безперебійного живлення (ББЖ), зображеного на рис. 1.9.

Ці ББЖ призначені для використання в корпоративних середовищах невеликих підприємств та в комп'ютерній медичній техніці. Вони забезпечують надійне батарейне електроживлення при мінімальних розмірах та ергономічному дизайні.



Рисунок 1.9 – BK350E1

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

У додатку А в таблиці А.3 наведено технічні характеристики моделі ВК350ЕІ.

Після проведення аналізу наявних ББЖ для радіотехнічних систем, можна стверджувати, що ця галузь є досить розвинутою. Наявні на ринку ББЖ забезпечують стабільну безперебійну роботу, навіть при виникненні перепадів напруги в мережі.

В даний час існує широкий спектр компаній, що займаються виробництвом різноманітних ББЖ. Серед них варто відзначити такі відомі бренди, як APC, N-Power та інші. Проте ці пристрої мають свої обмеження, наприклад високу вартість або недостатню споживчу якість, таку як відсутність можливості підключення додаткового акумулятора, неможливість працювати при низькому рівні напруги в електромережі, обмежена потужність пристроїв та інші недоліки.

Тому на сьогоднішній день є потреба у розробці ББЖ спеціально для радіотехнічних систем, який мав би високі техніко-економічні характеристики. Цей блок повинен мати можливість підключення додаткової батареї і запускатися навіть при відсутності живлення в електромережі.

1.1.2 Аналіз інформації

При дослідженні теми кваліфікаційної роботи варто зазначити, що розробка блоків безперебійного живлення для радіотехнічних систем відноситься до незалежного класу апаратури, зокрема до переносної підгрупи професійної апаратури відповідно до класифікації цього виду техніки.

ББЖ знаходять застосування як у приміщеннях з природною вентиляцією без використання кондиціонування, таких як неопалювані приміщення, так і в приміщеннях зі штучним кліматом, де працює система кондиціонування або опалення.

Згідно з темою кваліфікаційної роботи, прилад відноситься та відповідає вимогам “У” категорії 4.2 відповідно до стандарту ДСТУ ГОСТ

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

15150-82, це призводить до встановлення певних кліматичних умов експлуатації:

- Прилад повинен зберігати свою працездатність і зовнішній вигляд під час перебування в умовах температури від -40°C до $+55^{\circ}\text{C}$.
- Межі зміни вологості повинні бути в межах $85\pm 3\%$ при температурі $+20^{\circ}\text{C}$.
- Атмосферний тиск повинен знаходитись в межах від 80 кПа до 100 кПа.
- Механічне навантаження на прилад повинно бути незначним і відповідати ДСТУ ГОСТ 20790-82.

Також варто зазначити, що прилад призначений для використання в технічному приміщенні.

При аналізі теми кваліфікаційної роботи з погляду конструкції, варто зазначити, що конструкція має бути прямокутної форми. Всі елементи індикації та органи управління повинні бути розташовані на передній панелі і чітко відображати поточний режим роботи.

Щодо умов зберігання, важливо дотримуватися вимог ДСТУ ГОСТ 15150-82 для групи умов зберігання "Л". Прилад повинен зберігатися в сухих і періодично провітрюваних приміщеннях з відносною вологістю не вище 80% та температурою від $+1$ до $+40^{\circ}\text{C}$. Також важливо, щоб у повітрі відсутні були пари кислот, лугів, газів, які можуть сприяти корозії металевих деталей.

Аналізуючи тему кваліфікаційної роботи з електричних параметрів, важливо зазначити, що електрична схема повинна забезпечувати прийом та передавання даних зі швидкістю 56,2 кбіт/с. Для досягнення цієї мети необхідно розробити структурну схему, яка здатна ефективно виконувати ці операції.

При проектуванні ББЖ, враховуючи поставлені вимоги до характеристик, ми забезпечимо його повну відповідність необхідним вимогам та задоволення потреб користувачів.

										Арк.
										22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СДА.2.038.010.ПЗ					

1.2 Проектування схемотехнічне

1.2.1 Розробка і розрахунок структурної схеми виробу

Для розробки схеми електричної принципової, першим важливим кроком є побудова структурної схеми. Цей етап має велике значення, оскільки після аналізу структури будемо створювати вузли пристрою та забезпечувати їх взаємозв'язок. Визначимо обсяги проблем та шляхи їх реалізації, особливості завдання, генерування, передачі та вимірювання сигналу між блоками. Також звернемо увагу на узгоджену роботу блоків, засоби і методи для досягнення необхідної швидкодії та точності. Слід підкреслити, що на цьому етапі формується кінцева структурна блок-схема ББЖ для радіотехнічних систем, яка відображена на рисунку 1.10.

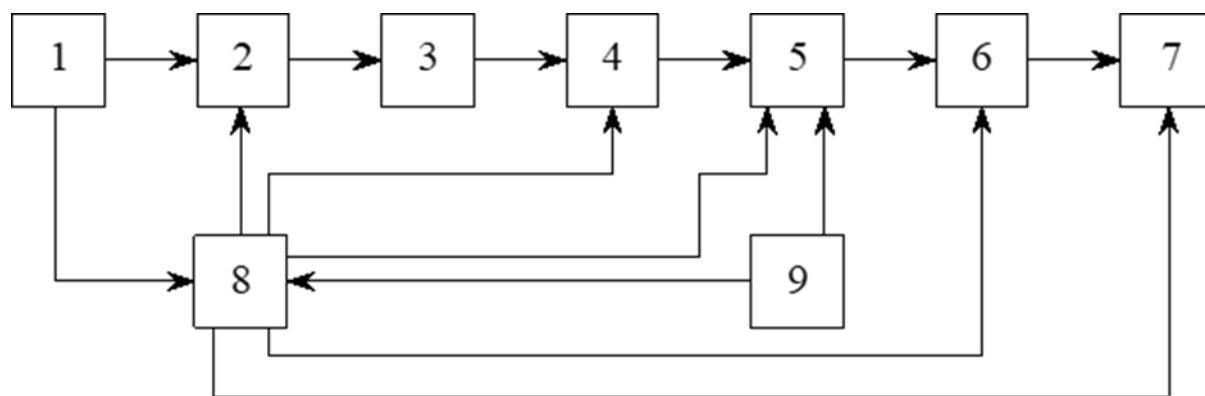


Рисунок 1.10 – Структурна схема ББЖ

У структурній схемі ББЖ для радіотехнічних систем виявляються наступні основні структурні елементи: фільтр (позначений як 1), реле (2 та 5), випрямляч (3), перетворювач напруги з високої в низьку (4), перетворювач напруги з низької в високу (6), інвертор (7), блок керування (8) та акумулятор (9).

Вхідна напруга проходить через фільтр 1 та поступає до випрямляча 3 і блоку керування 8. Блок керування 8 відповідає за відключення комп'ютера від електромережі за допомогою реле 2 у випадку, коли напруга перевищує

допустимі значення, а також за його підключення при нормальній напрузі. Постійна висока напруга з випрямляча подається на перетворювач 4, де вона знижується до нижчого рівня. Блок керування 8 за допомогою реле 5 перемикає живлення комп'ютера між електромережею та акумулятором 9. Перетворювач напруги 6 змінює вхідну низьку напругу на високу, яка потім, за допомогою інвертора 7, перетворюється у синусоїдальну змінну напругу. Ця змінна напруга подається на вихід ББЖ, забезпечуючи неперервне живлення комп'ютера та зв'язаних з ним пристроїв.

1.2.2 Проектування і розрахунок електричної принципової схеми

Напруга подається через фільтр (рисунок 1.11) на випрямляч (рисунок 1.12) і на блок керування (рисунок 1.13). Блок керування, заснований на мікроконтролері DD1, при виявленні недопустимої напруги, що виходить за межі параметрів перетворювача, відключає комп'ютер від електромережі за допомогою реле (рисунок 1.14) та вмикає його при наявності нормальної напруги.

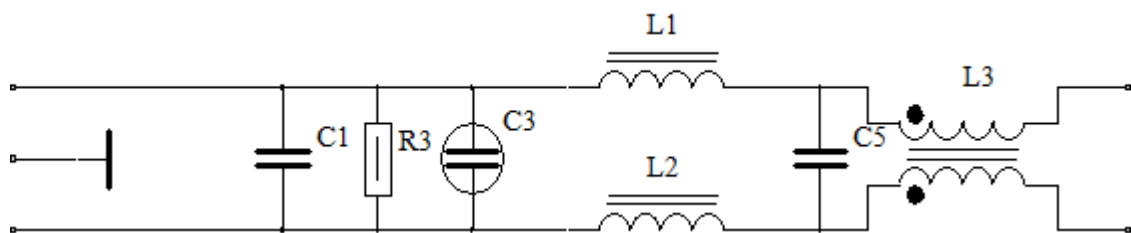


Рисунок 1.11 – Фільтр

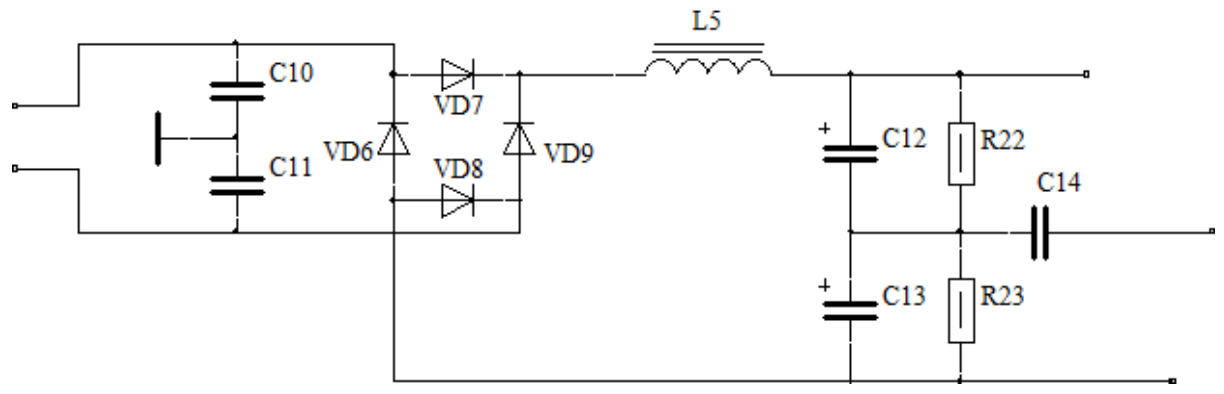


Рисунок 1.12 – Випрямляч

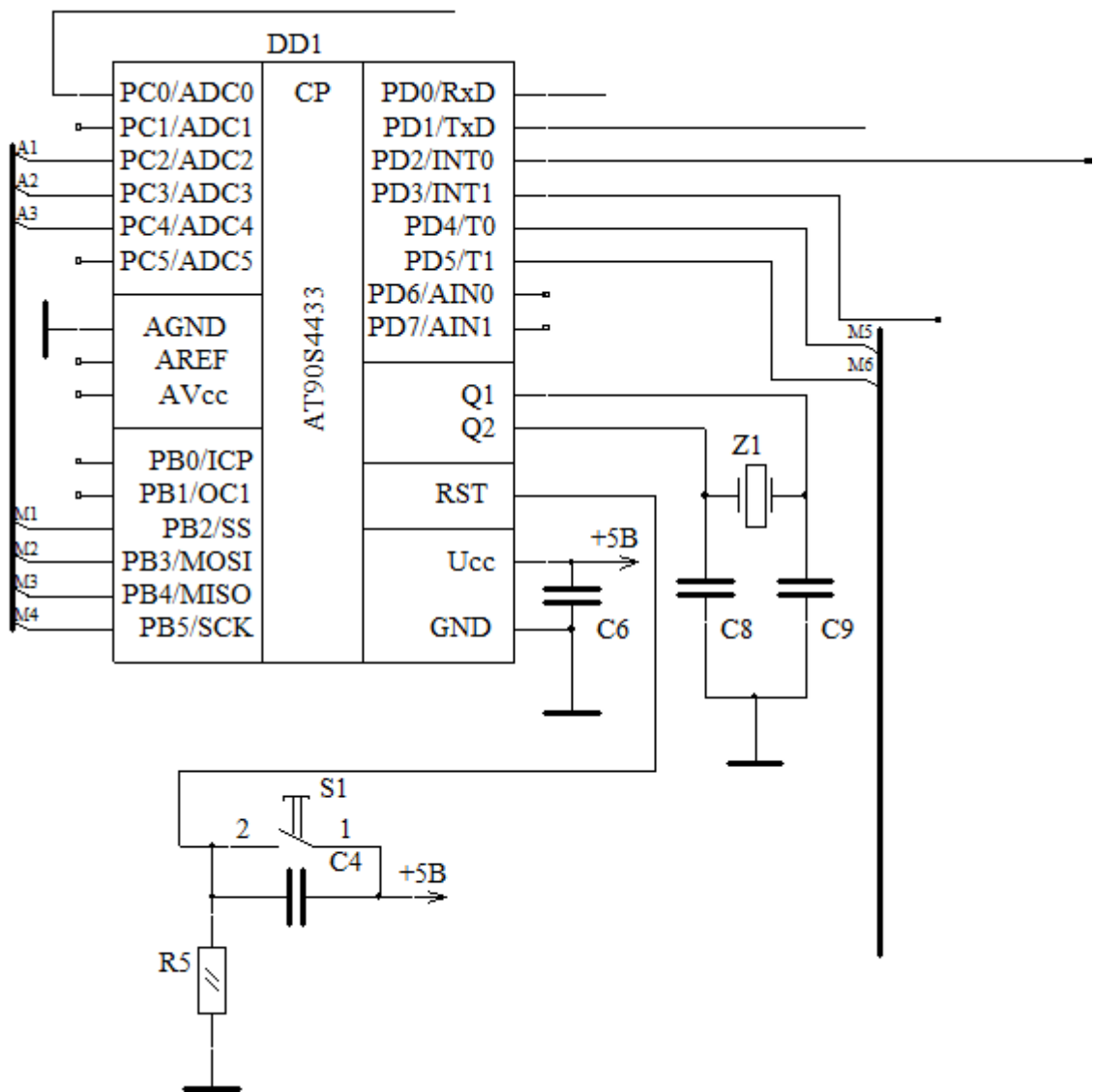


Рисунок 1.13 – Блок керування (мікроконтролер)

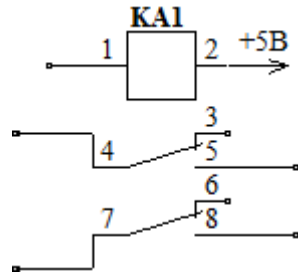


Рисунок 1.14 – Реле

Постійна висока напруга, що надходить з випрямляча на перетворювач (рисунок 1.15), піддається перетворенню на меншу напругу.

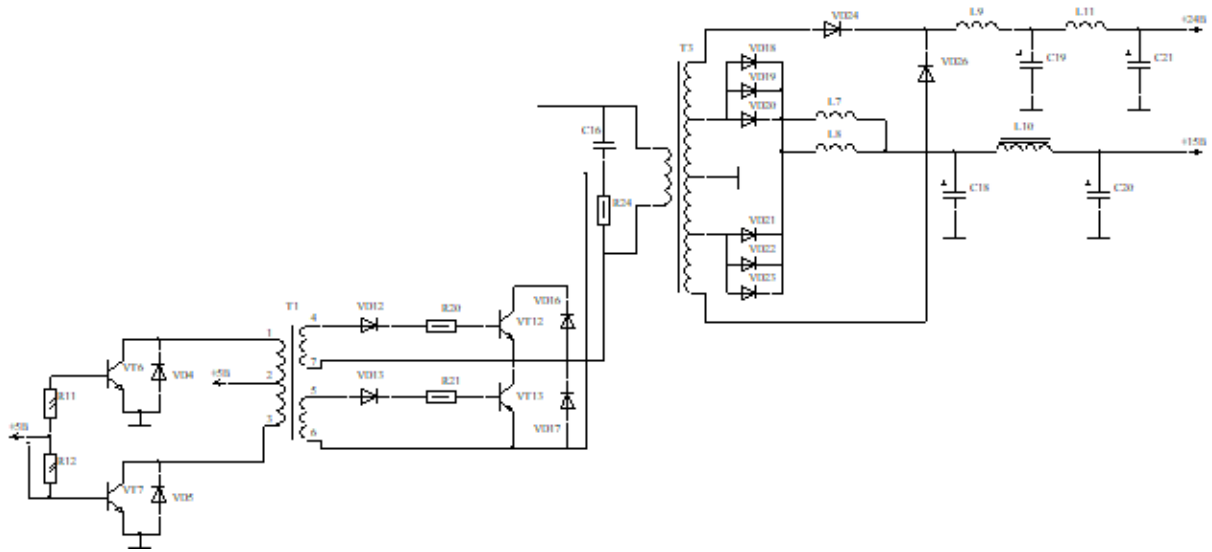


Рисунок 1.15 – Перетворювач

Блок керування (рис. 1.13) виконує перемикання живлення ПК з електромережі або акумуляторної батареї (рис. 1.17) за допомогою реле (рис. 1.16).

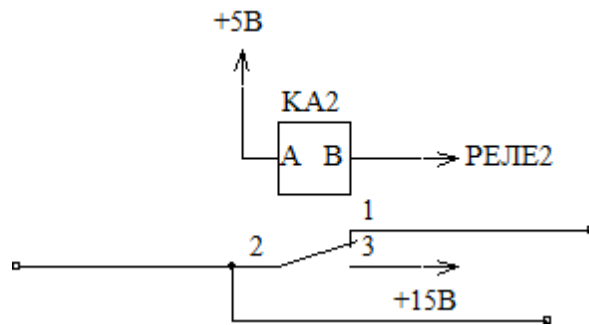


Рисунок 1.16 – Реле

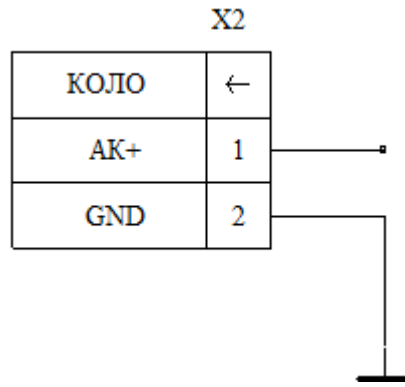


Рисунок 1.17 – Акумуляторна батарея

Перетворювач напруги (рис. 1.18) здійснює перетворення вхідної низької напруги на високу. Далі, за допомогою інвертора (рис. 1.19), ця напруга перетворюється в змінну синусоїдальну форму і надходить на вихід ПК.

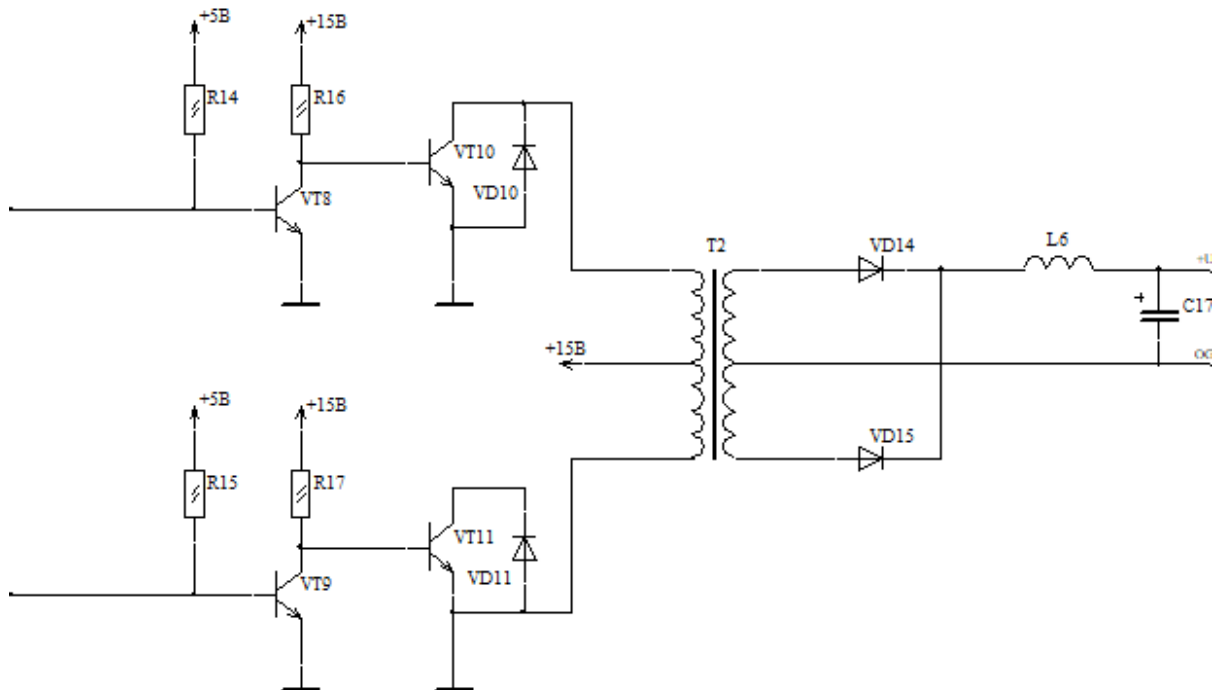


Рисунок 1.18 – Перетворювач напруги

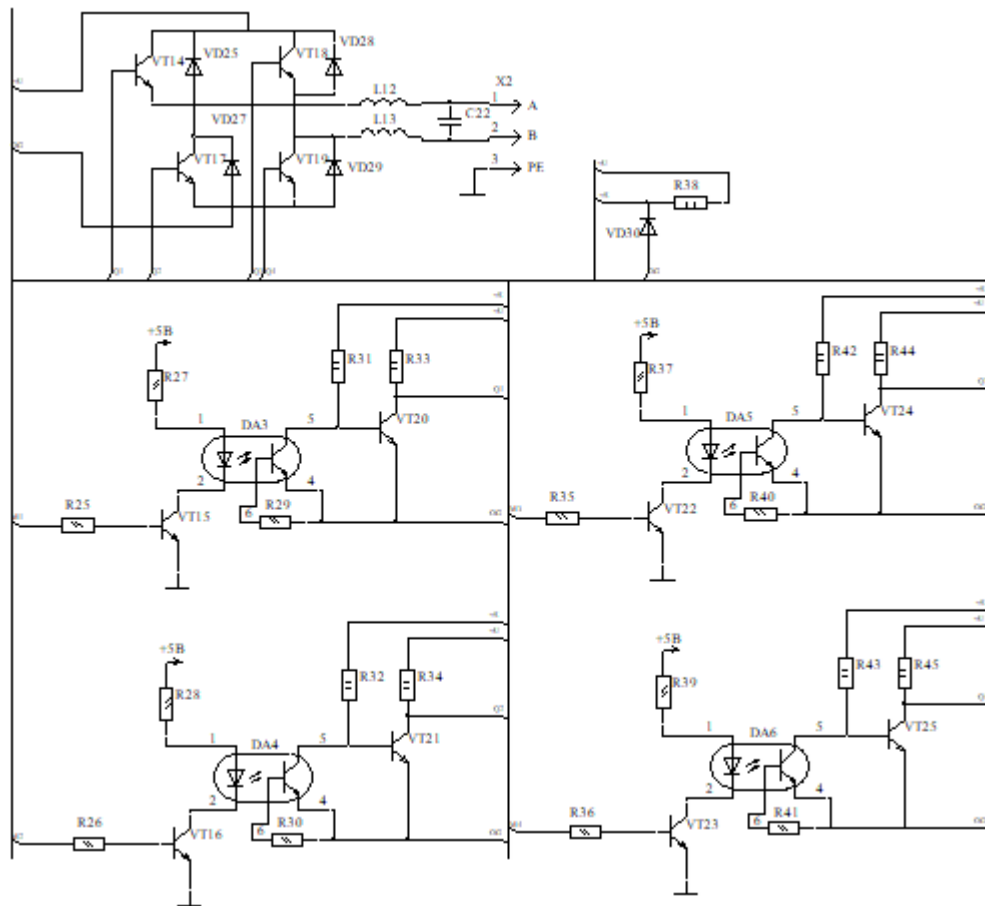


Рисунок 1.19 – Інвертор

Для визначення параметрів елементів, таких як резистори, конденсатори, діоди, мікросхеми і світлодіоди, необхідно провести їх розрахунок відповідно до функціональних вузлів. Тому перейдемо до розрахунку транзисторного ключа і трансформаторного перетворювача напруги.

Розрахунок транзисторного ключа.

В електричній схемі містяться чотири однакові вузли індикації, що контролюють перетворювач напруги в блоці інвертора. Вони працюють в ключовому режимі з використанням транзисторів VT15, VT2, VT3 і VT4, які підключені за схемою зі спільним емітером. У коло навантаження цих транзисторів включені світлодіоди, які входять у мікросхему перетворення напруги DA3-DA6. Оскільки всі чотири вузли ідентичні, проведемо розрахунок для одного вузла, що складається з резисторів R25 і R27,

транзистора VT15 і світлодіода Н1. Схема цього вузла представлена на рисунку 1.20.

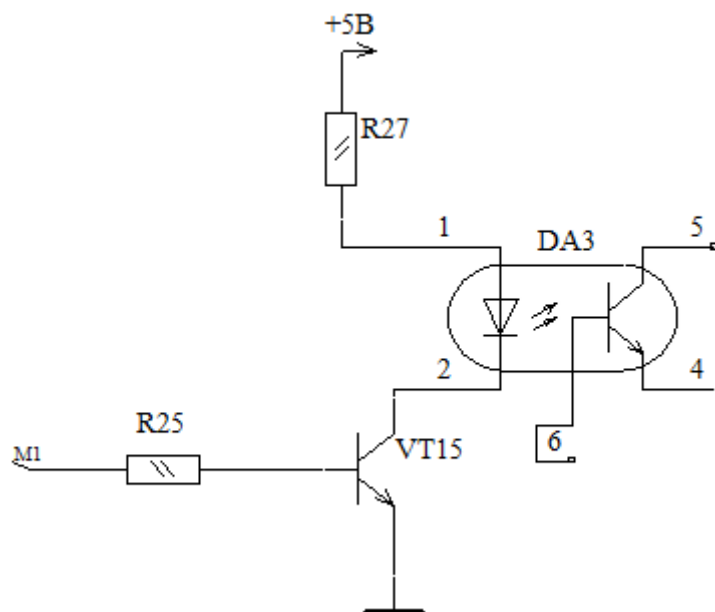


Рисунок 1.20 – Транзисторний ключ

За вказаними параметрами, для забезпечення струму світлодіода приблизно 10мА при живленні напругою 5В, спад напруги на ключі (VT15) рівний 0,4В, а спад напруги на світлодіоді становить 2В, можемо використовувати формулу для розрахунку опору резистора R_{27} :

$$R_{27} = \frac{U_{\text{ж}} - U_{\text{світлодіода}} - U_{\text{VT15}}}{I_{\text{світлодіода}}} \quad (1.1)$$

де $U_{\text{ж}}$ – напруга живлення (5 В), $I_{\text{світлодіода}}$ – струм світлодіода (5 мА), $U_{\text{світлодіода}}$ – спад напруги на світлодіоді (2 В), U_{VT15} – спад напруги на ключі (0.4 В).

Підставляючи значення, отримуємо:

$$R_{27} = \frac{5 \text{ В} - 2 \text{ В} - 0.4 \text{ В}}{0.010 \text{ А}} = 260 \text{ (Ом)}$$

						СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
							29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Отже, значення опору резистора R_{27} для заданих умов повинно бути приблизно 260 Ом. Зафіксуємо значення R_{27} як 270 Ом з наявних стандартних значень опорів.

Далі проведемо розрахунок опору R_{25} шляхом визначення струму бази транзистора VT15 за допомогою наступної формули:

$$I_{\delta VT15} = \frac{I_{K.VT15}}{\beta_{VT15}} \quad (1.2)$$

де $I_{K.VT15}$ – струм в колі колектора транзистора VT15. $I_{K.VT15} = I_{\text{світлодіода}} = 10$ (мА); β_{VT15} – коефіцієнт підсилення транзистора по струму, $\beta_{VT15} = 600$:

$$I_{\delta VT15} = \frac{0.010 \text{ A}}{600} = 16.6 \text{ (мкА)}$$

Оскільки для надійної роботи транзистора в ключовому режимі рекомендується обрати струм бази, що вдвічі більший, ніж розрахований, визначимо значення струму бази як $I_{\delta VT15} = 33.2$ (мкА). Застосуємо формулу для розрахунку номіналу резистора R_{25} :

$$R_{25} = \frac{U_{\text{вих.МК}}}{I_{\delta VT15}} \quad (1.3)$$

де $U_{\text{вих.МК}}$ – вихідна напруга порта мікроконтролера при струмі 33.2 мкА, відповідно до технічної документації, становить приблизно 3 В.

$$R_{25} = \frac{3}{33.2 \cdot 10^{-6}} = 90.4 \text{ (кОм)}$$

Зафіксуємо значення R_{25} як 91 кОм з наявних стандартних значень опорів.

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно з розрахунками, приймаємо такі номінали:

- Для транзисторів VT15, VT16, VT22 і VT23 використовуємо тип КТ3102Б.
- Резистори R25, R26, R35 і R36 мають номінал 91 кОм, а резистори R25, R28, R37 і R39 мають номінал 270 Ом.

Розрахунок трансформаторного перетворювача напруги.

Нижче наведений розрахунок трансформатора T2, який зображений на рисунку 1.21.

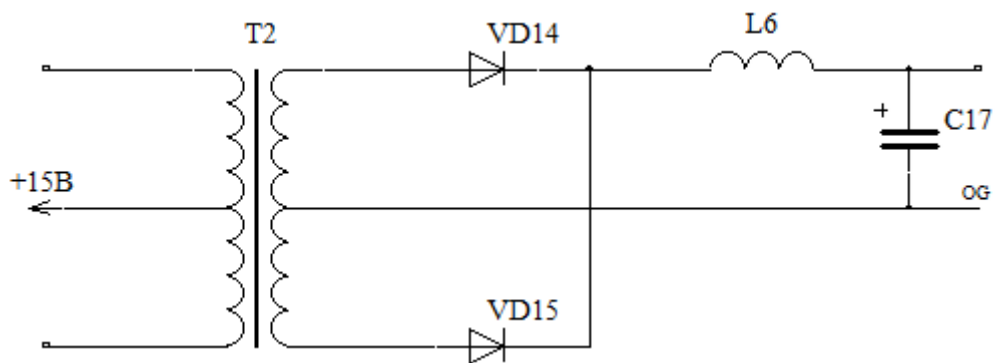


Рисунок 1.21 – Схема трансформаторного перетворювача напруги

Початкові вхідні параметри для проведення розрахунків такі:

- $U_1 = 220 \text{ В}$
- $U_2 = 15 \text{ В}$
- $I_2 = 0.1 \text{ А}$
- $f = 50 \text{ Гц}$

Враховуючи умови експлуатації та режим роботи, можна визначити, що трансформатор може мати тороїдальну конструкцію, яка забезпечує оптимальні характеристики при частоті $f_0 = 50 \text{ Гц}$. Важливою умовою є допустима температура підвищення обмоток, яка становить 50-55 °С при температурі навколишнього середовища 20 °С. Здійснимо розрахунок для тороїдальної конструкції магнітопроводу.

Габаритна потужність залежить від електричної схеми виконання

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

$$P_r = \frac{\sum P_2}{2 \times \psi} (\sqrt{2+1}) \quad (1.4)$$

де P_r – габаритна потужність (Вт);

$\sum P_2$ – сумарна потужність на виході (Вт);

ψ – коефіцієнт, що визначається за формулою:

$$\psi = \cos\varphi \times \eta \quad (1.5)$$

Для ТМП беруть $\psi = \eta$, де η – ККД (коефіцієнт корисної дії) ТМП, вибирається в залежності від $\sum P_2$.

Сумарну потужність на виході можна обчислити за допомогою наступної формули:

$$\sum P_2 = U_2 I_2 + U_3 I_3 \quad (1.6)$$

Підставивши вихідні значення U_2 та I_2 у вищезазначену формулу, отримуємо наступний результат:

$$\sum P_2 = 7 \cdot 0.1 = 0.7 \text{ (Вт)}$$

При виборі коефіцієнта корисної дії ТМП, припустимо, що магнітопровід виготовлений зі сталі Э360 (3423) з товщиною стрічки $\delta = 0.08$ мм. В результаті цього вибору, отримуємо значення $\eta \approx 0.9$.

Тоді габаритна потужність рівна

$$P_r = \frac{\sum P_2}{\eta} (\sqrt{2+1}) = \frac{0.7}{0.9} (\sqrt{2+1}) = 1.87 \text{ Вт} \quad (1.7)$$

Вибрано магнітопровід марки ОЛ32/50-25 з наступними характеристиками:

- $B_m = 0.35T$;
- $j = 3.2 (A/мм^2)$;
- $k_H = 1.1$;
- $k_c = 0.85$;
- $l_c = 12.9 (см^2)$;
- $S_c k_c = 0.575 (см^2)$;
- $S_o = 8.0 (см^2)$;
- $S_o S_c = 5.7 (см^4)$;
- $G_c = 339 (г)$;
- $k_o = 0.20$;
- $k_{cx} = 2.08$.

Число витків на вольт ЕРС, індукованої в обмотці трансформатора обчислюється за формулою:

$$W_o = \frac{10^4}{4B_m f S_c k_c} \quad (1.8)$$

$$W_o = \frac{10^4}{4 \cdot 0.35 \cdot 5 \cdot 10^3 \cdot 0.575} = 2.48447209$$

Для визначення втрат напруги в обмотках використовується формула:

$$u_{k.a} = 0.01 j \rho k_{cx} W_o l_w \quad (1.9)$$

де ρ – питома густина опору міді; $\rho = 0.02 (Ом м/мм^2)$;

k_{cx} – коефіцієнт конструктивного виконання трансформатора;

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

$$u_{k.a} = 0.01 \cdot 3.2 \cdot 2.08 \cdot 2.5 \cdot 0.02 \cdot 0.1 = 0.0003328 \text{ (мВ)}.$$

Приймаємо $u_k = u_{k.a}$.

Число витків вторинної та первинної обмоток може бути визначено за допомогою такої формули, для первинної обмотки:

$$W_1 = W_0 U_1 \left(1 - \frac{u_k}{2}\right) \quad (1.10)$$

$$W_2 = W_0 U_2 \left(1 + \frac{u_k}{2}\right) \quad (1.11)$$

Підставляючи відповідні значення, отримуємо:

$$W_1 = W_0 U_1 \left(1 - \frac{u_k}{2}\right) = 275 \text{ (витків)}$$

$$W_2 = W_0 U_2 \left(1 + \frac{u_k}{2}\right) = 25004 \text{ (витка)}$$

Активна складова струму холостого ходу може бути визначена за допомогою наступної формули:

$$I_{oa} = \frac{P_c}{U_1} \quad (1.12)$$

де $P_c \approx P_{уд} G_c$; $P_{уд} = 1.33 \text{ (Вт/кг)}$;

$$P_c = 1.33 \cdot 0.339 = 0.454 \text{ (Вт)}$$

$$I_{ao} = \frac{P_c}{U_1} \quad (1.13)$$

$$I_{ao} = \frac{0.454}{110} = 0.0041 \text{ (А)}$$

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Реактивна складова струму холостого ходу може бути визначена за допомогою наступної формули:

$$I_{op} = \frac{H_m l_c}{W_1} \quad (1.14)$$

де H_m – напруженість магнітного поля

$$I_{op} = \frac{H_m l_c}{W_1} = 0.023 \text{ (A)}$$

Струм холостого ходу можна визначити за формулою:

$$I_{ox} = \sqrt{I_{0a}^2 + I_{op}^2} = 0.0233 \text{ (A)}$$

Струм первинної обмотки трансформатора:

$$I_1 = k_{np1} \sqrt{\left(\frac{\sum P_2}{\eta U_1}\right)^2 + I_{ox}^2} \quad (1.15)$$

де $k_{np1} = 1.1$.

$$I_1 = 1.1 \sqrt{\left(\frac{10}{0.9 \cdot 110}\right)^2 + 0.0233^2} = 0.103658 \text{ (A)}$$

Переріз і діаметр дроту і-тої обмотки можуть бути визначені за наступними формулами:

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$$q_i = \frac{I_i}{j} \quad (1.16)$$

$$d_i = 1.13\sqrt{q_i} \quad (1.17)$$

Для первинної обмотки:

$$q_1 = \frac{0.10365}{3.2} = 0.0323 \text{ (мм}^2\text{)}$$

$$d_1 = 1.13\sqrt{0.0323} = 0.2030 \text{ (мм)}$$

Для вторинної обмотки:

$$q_2 = \frac{0.023326465}{3.2} = 0.007 \text{ (мм}^2\text{)}$$

$$d_2 = 1.13\sqrt{0.007} = 0.0945 \text{ (мм)}$$

для первинної обмотки марки дроту ПЄВ-2 з характеристиками:
 $q_1 = 0.03464 \text{ (мм}^2\text{)}$, $d_1 = 0.21 \text{ (мм)}$ і $d_{із\ 1} = 0.25 \text{ (мм)}$.

для вторинних обмоток марки дроту ПЄВ-2 з характеристиками:
 $q_2 = 0.00785 \text{ (мм}^2\text{)}$, $d_2 = 0.09 \text{ (мм)}$ і $d_{із\ 2} = 0.12 \text{ (мм)}$.

Під час розрахунку ТМП на магнітопроводі уніфікованого ряду С з використанням розрахункових таблиць, проводиться перевірка теплового режиму ТМП. Перегрів котушок ТМП тороїдальної конструкції можна розрахувати за допомогою такої формули:

$$\Delta T_k = \frac{P_c + P_k}{\alpha_m n_\eta \left[1 + \frac{n_-}{n_\eta} \sqrt{\frac{v + 0.6}{1 + 0.2v \frac{n_-}{n_\eta}}} \right]} \quad (1.18)$$

$$\text{де } v = \frac{P_c}{P} = \frac{0.454}{10} = 0.0454.$$

α_m – коефіцієнт тепловіддачі, може бути представлений як сума коефіцієнтів тепловіддачі конвекцією α_k (Вт/см²)°С і променевипускання α , Вт/см²°С

$$\alpha_m = \alpha_k + \alpha \quad (1.19)$$

де $\alpha_\eta = 0.9A \left(\frac{T_p - T_c}{h} \right) \sqrt{\frac{H}{H_m} \cdot 10^{-4}}$;

$$\alpha_\eta = 1.8 \times 10^{-4} \text{ (Вт/см}^2\text{)}^\circ\text{С.}$$

де T_p – температура поверхні котушки;

T_c – температура навколишнього середовища;

A – коефіцієнт, що варіюється залежно від фізичних параметрів навколишнього середовища $A \div 0.7 \dots 0.09$ (Вт/м)°С

H і H_m – напруженість магнітного поля, при нормальній напрузі мережі $H = H_m$.

$$\alpha = \frac{\varepsilon_0 \left[\left(\frac{T_p + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_c + 273}{100} \right)^4 \right]}{T_p - T_c} = 1.5 \cdot 10^{-4} \text{ (Вт/см}^2\text{)}^\circ\text{С}$$

де ε_0 – ступінь чорноти тіла;

$C_0 = 5.67$ – коефіцієнт променевипускання абсолютного чорного тіла.

$$\Delta T_k = \frac{P_c + P_k}{\alpha_m n_\eta \left[1 + \frac{n_-}{n_\eta} \sqrt{\frac{\nu + 0.6}{1 + 0.2\nu \frac{n_-}{n_\eta}}} \right]} = 12.27^\circ\text{С}$$

Отримані значення температури перегріву мають бути меншими або рівними допустимому значенню.

Розрахунок похибки оцифрування

										Арк.
										37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СДА.2.038.010.ПЗ					

У мікроконтролерах при обробці даних застосовуються представлення чисел з фіксованою точкою, де довжина бітів є обмеженою. Це означає, що значення чисел можуть бути обмеженими і некоректно округлені через обмежену точність представлення. Це може призводити до накопичення незначних похибок при виконанні арифметичних операцій, таких як додавання, віднімання і т.д. Тому важливо усвідомлювати, що довгі значення чисел можуть бути усікнуті та викликати додаткові похибки у числових розрахунках.

Подання даних з використанням фіксованої точки можна побачити на рисунку 1.22.

У мікроконтролері AT89S8252 довжина слова, тобто кількість бітів, становить 8. На рисунку 1.22 буде уявно зображена сутність фіксованої точки з використанням 8 бітів і відповідні можливі значення з певною точністю числення.

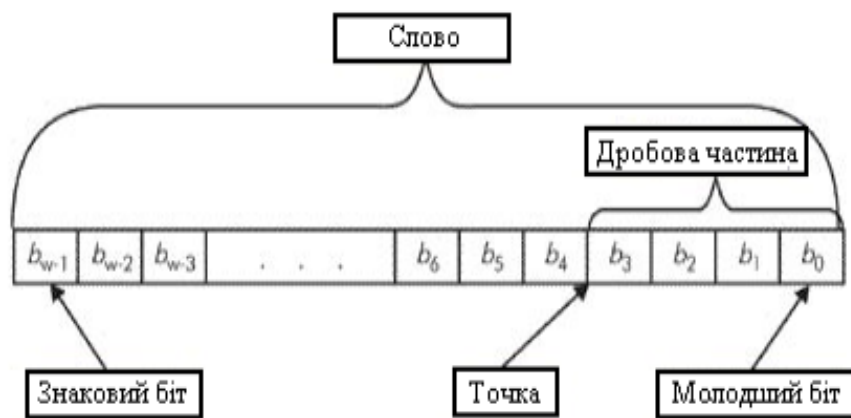


Рисунок 1.22 – Представлення числа бітами з використанням фіксованої точки

На рисунку 1.22, очевидно, що точність значень залежить від довжини мантиси (дробової частини) у взаємозв'язку з:

$$q = 2^{-n} \quad (1.20)$$

де n представляє довжину мантиси.

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

$$max = 2^m - 1 + \sum_{i=1}^q 2^{-q} \quad (1.21)$$

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:

$$\delta = U - U_{\text{КВАНТОВАНЕ}} \quad (1.22)$$

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 (1.19), 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 блоку безперебійного живлення (ББЖ), наведення аналогів, створення структурної схеми та принципової електричної схеми. Крім того, був проведений розрахунок силового трансформатора, світлового вузла та визначена похибка цифрової частини схеми.

1.2.3 Вибір і обґрунтування елементної бази

З метою розробки конструкції друкованої плати, необхідно відповідно до розрахованих даних підібрати корпуси, які відповідають елементам схеми електричної принципової. В процесі вибору елементної бази часом можуть виникати дві помилки:

- 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.

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:

- 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.

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При виборі конкретних резисторів була приділена особлива увага до їх допустимої потужності в залежності від умов експлуатації.

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 блоку було використано 63 постійних резистори, а для загального контролера – 30 постійних резисторів марки С2-23. На рисунку 1.23 зображено їхні габаритні розміри.

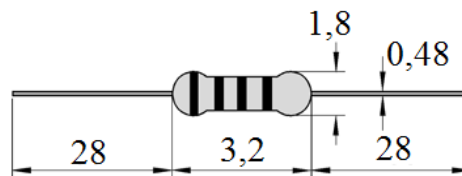


Рисунок 1.23 – Габаритні розміри змінного резистора типу С2–23

Після вибору резисторів, наступним кроком було вибрано конденсатори для даного блоку. Перш за все, вибір типу конденсаторів здійснювався враховуючи їх призначення в блоці. Потім проводився вибір конкретного екземпляра на основі електричних параметрів та подальший підбір по іншим характеристикам. Для даного блоку були підібрані

конденсатори типу К10-17 (13 керамічних) і електролітичні К50-35 (8 електролітичних).

Габаритні розміри конденсаторів зображено на рис.1.24-1.25.

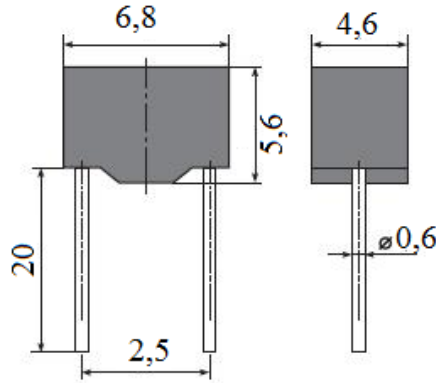


Рисунок 1.24 – Габаритні розміри конденсаторів типу К10-17-3Г

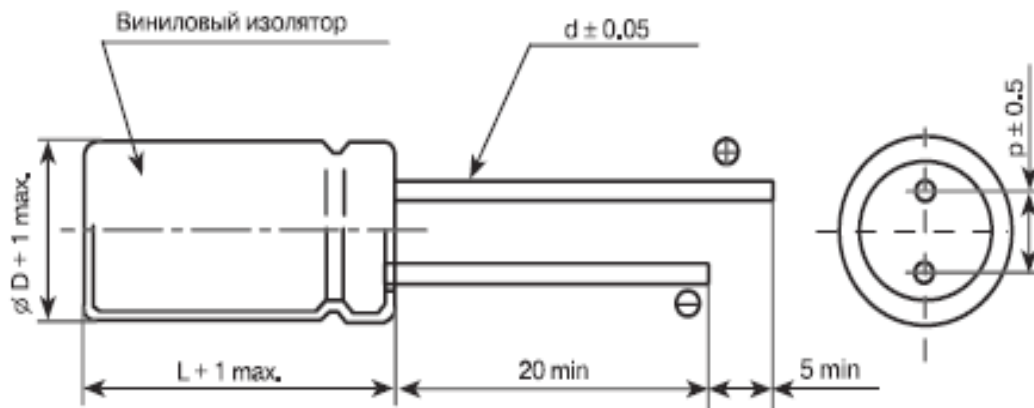


Рисунок 1.25 – Габаритні розміри конденсаторів типу К50-35

Після цього були підібрані 29 діодів та 1 стабілітрон.

Габаритні розміри діода та стабілітрона зображено на рис.1.26-1.27.

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

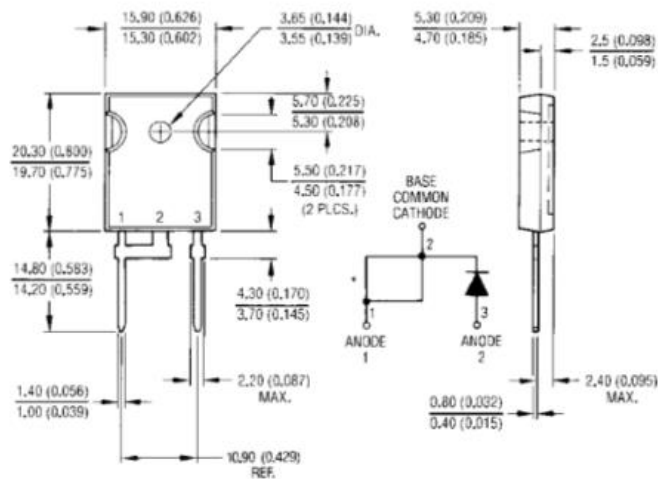


Рисунок 1.26 – Габаритні розміри стабілітрона HF08PB120

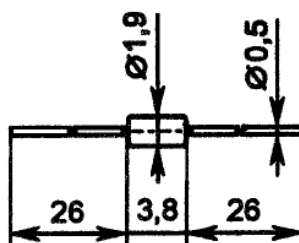


Рисунок 1.27 – Габаритні розміри діода КД522А

Усі ці елементи відносяться до пасивних компонентів. Активні компоненти мають здатність регулювати електричний струм, який проходить 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 модему було підбрано 3 кремнієвих транзисторів марки КТ3102БМ, GT50J102, КТ817В та КТ819В.

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).

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У даній схемі велику роль відіграє мікроконтролер DD1. Для вибору відповідного мікроконтролера будемо користуватися таблицею Г.4, яка наведена у додатку Г.

Завдяки широкому спектру доступних процесорів різних виробників, рекомендується обрати процесор з серії ATmega32 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 80 високошвидкісними командами, більшість з яких виконуються за один тактовий цикл.

Мікроконтролер має ряд особливостей, серед яких:

- 64-байтний сигнатурний масив користувача, який може використовуватися для збереження корисних даних.
- Розширений ПАПП (послідовний асинхронний передавальний пристрій) з підтримкою детекції помилок посилки і автоматичним розпізнаванням адреси.
- Розширений послідовний інтерфейс SPI (Serial Peripheral Interface) з подвійною буферизацією читання/запису.
- Сторінковий режим в обох режимах програмування (паралельному і послідовному) пам'яті програм і пам'яті даних.
- Чотирьохрівневий розширений контролер переривань, який дозволяє ефективно керувати перериваннями.
- Апаратний або програмний вибір опції подвоєння швидкості x2, що дозволяє збільшити продуктивність.
- Внутрішня схема скидання при подачі живлення, яка забезпечує коректну роботу пристрою при його включенні.

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

- Корпус PDIP з 42 виводами, спроектований для зниження електромагнітних випромінювань.
- Сторінковий запис в енергозберігаючу пам'ять EEPROM (ЕСПЗП) в процесі роботи контролера.
- 64 байти, доступні користувачу для програмування власних даних, як в паралельному, так і в послідовному режимі.

Під час використання функції детекції помилок посилки, ПАПП контролює наявність всіх стоп-бітів під час передачі даних. Якщо виявляється відсутність біта, в регістрі SCON встановлюється прапор FE (Framing Error). Функція автоматичного розпізнавання адреси дозволяє ПАПП розпізнати деякі адреси в послідовному бітовому потоці на апаратному рівні, порівнюючи їх з заданими значеннями.

Опція подвоєння швидкодії синхронізації дозволяє мікроблоку виконувати один машинний цикл за 6 періодів синхронізації замість 12. Ця опція може бути активована як апаратно за допомогою конфігураційного біта, так і програмно, використовуючи відповідні команди чи налаштування.

Під час роботи з ЦПП є можливість одночасного запису однієї сторінки в EEPROM, що складає 32 байти. Це означає, що для запису 32 байтів замість побайтного програмування буде потрібно лише 4 мс, порівняно з 128 мс у разі побайтного запису. При виконанні програми за допомогою інструкції MOVX також підтримується автоматичне стирання на байтному рівні. Це корисно в ситуаціях, коли потрібно змінити лише один байт EEPROM в реальному часі, залишаючи решту байтів недоторканими.

На рисунку 1.29 наведено габаритні розміри мікроконтролера ATmega32.

						СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			45

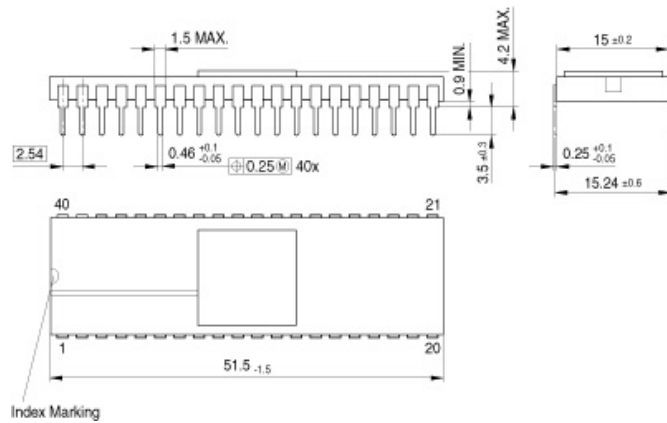


Рисунок 1.29 – Габаритні розміри мікроконтролера АТmega32

У додатку Г в таблиці Г.5 перелічені інші підібрані мікросхеми.

Додатково до мікроконтролера, було підібрано наступні мікросхеми та компоненти: трансформатор типу ТОТ, реле типів RM84 і RES49, а також кварцовий резонатор Z1 типу РК-02МД-Г.

Процес вибору активних і пасивних елементів для даного модему є ітераційним, проте завжди розпочинається з вибору пасивних елементів. Для здійснення вибору елементної бази були використані довідники, які забезпечують повне ознайомлення з усіма доступними компонентами. Також були використані описи серійних виробів та рекламні матеріали, що допомогли у створенні цілісного уявлення про наявний арсенал компонентів.

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. Це означає, що їх можна легко знайти на ринку і використовувати в різних пристроях без проблем з сумісністю.

1.3 Проектування конструкторське

1.3.1 Розробка компоновки і конструкції друкованого вузла

Розроблений блок буде реалізовано на двосторонній друкованій платі (ДДП), яку можна побачити на рисунку 1.30. Використання ДДП дозволяє

ефективно розмістити та з'єднати компоненти, забезпечуючи оптимальну функціональність та компактність пристрою.

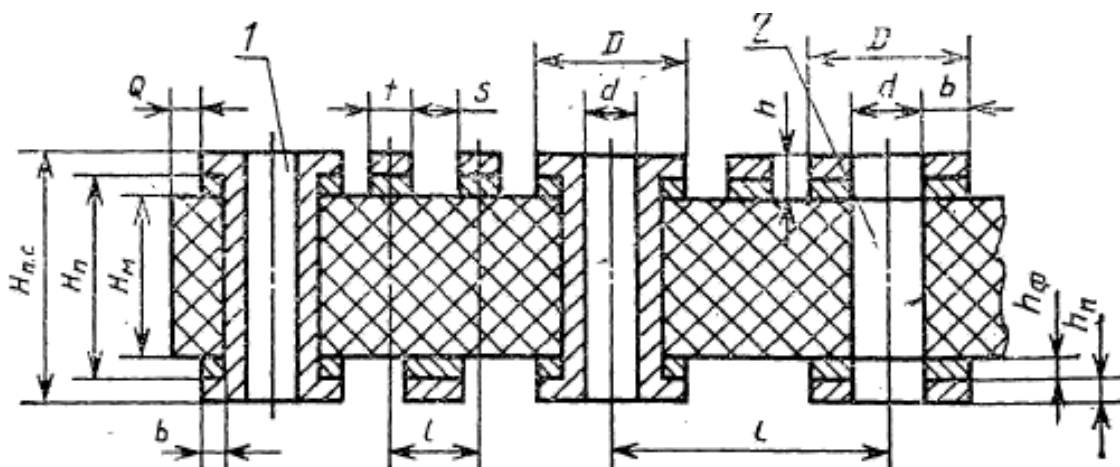


Рисунок 1.30 – ДДП: $H_{пс}$ – сумарна товщина плати, $H_{пс} = 1.5\text{мм}$; $h_{п}$ – товщина хіміко-гальванічного покриття; h – товщина провідного рисунку; l – відстань між центрами (осями) елементів конструкції ДП.

Відповідно до стандарту ДСТУ ГОСТ 23751-86, конструювання ОДП повинно враховувати такі методи виготовлення: комбінований, позитивний і електрохімічний (напіваадитивний).

Електрохімічний підхід дозволяє досягти високої точності та щільності струмопровідного малюнка. Проте, при розробці пристрою основним вимогам відповідає комбінований позитивний метод, оскільки він забезпечує високу надійність шляхом ефективного зчеплення провідників з друкованою платою (ДП). Більшість замовників також застосовують саме цей метод через його широке використання на підприємстві.

Для виготовлення друкованих плат застосовується комбінований позитивний метод, який включає ряд технологічних етапів.

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 ДСТУ ГОСТ 10316-78, з метою забезпечення найвищої якості та надійності матеріалу. При огляді 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.

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

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

оплавлення поверхні отворів, а також виявити присутність нерівностей на поверхні виступаючими волокнами, які можуть ускладнити процес металізації отворів. Зовнішній вигляд діелектрика повинен відповідати вимогам ДСТУ 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 як дискова фреза з охолодженням стисненим повітрям, або використання роликкових 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 шпіндельну частоту обертання не менше 1000 обертів на хвилину, точність біття свердла не більше 0,02 мм, можливість безступінчастого регулювання швидкості та точну дискретність

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 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 двохлористого 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 двохлористого олова, який виступає як редутор для паладію.
- Активація шляхом занурення у водний розчин двохлористого 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

									Арк.
									50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

СДА.2.038.010.ПЗ

(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, 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 якісній 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.

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

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.

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.

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

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 піддаються 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

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

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 зазначається 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 блоку 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

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

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:

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

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

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:

- 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.

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

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.

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

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

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 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.

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

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, 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

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

опір діелектричних матеріалів. Для ефективного видалення залишків флюсу рекомендується використовувати послідовну процедуру, яка включає занурення компонентів в спеціальну ванну з спирто-бензиною 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 збільшувальне 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

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

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 выводами елементів не перевищує 3 секунди. Повторний контакт з выводами елементів проводиться не раніше, ніж через 15 секунд.

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

Вихідний контроль пристрою здійснюється з метою перевірки, чи відповідають фізичні та електричні параметри виробу встановленим стандартам та вимогам. Всі елементи роз'ємно-контактної електроніки (РЕ) 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

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Електромагнітна сумісність

У сучасні часи проблема забезпечення електромагнітної сумісності (ЕМС) різноманітних технічних пристроїв перетворилася на окрему науково-технічну галузь, яка охоплює багато аспектів радіотехніки, електроніки та електротехніки. Встановлено, що проблема ЕМС повинна бути врахована на всіх етапах розробки та виробництва цих пристроїв – від системної архітектури до схемотехнічного проектування, конструкторсько-технологічних рішень та виробництва, а також на етапі їх експлуатації.

Проблема забезпечення електромагнітної сумісності (ЕМС) у сучасності стає новим науково-технічним напрямом зі своєю особливістю. При розширенні і поглибленні наукових досліджень відбувається диференціація наукових напрямків, що призводить до їх розділення на більш спеціалізовані галузі знань. Однак, разом з цим виникає потреба у інтеграції наукових напрямків, коли виявляються об'єктивні зв'язки між різними галузями знань, що створює основу для їх поєднання та синтезу і для розробки узагальнюючої концепції. Саме таку інтегративну специфіку має науковий напрям «ЕМС», який проникає в галузі електроніки, радіотехніки та зв'язку, об'єднуючи їх у цілісну систему, незалежно від відомчих обмежень та поділів.

Практичне вирішення проблеми ЕМС має безпосередній вплив на покращення якості різних технічних пристроїв, таких як електронні апарати, радіоелектронні модулі та електрообладнання. Якість виробу не може бути задовільною, якщо він, виконуючи свої функції, генерує електромагнітні перешкоди, які заважають роботі інших пристроїв. Також не можна вважати

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

виріб якісним, якщо він працює без перешкод, але стає неефективним при наявності навіть допустимого рівня електромагнітних перешкод. Однак, загальне поняття якості продукції, як «сукупність властивостей, що забезпечують її придатність задовольняти визначені вимоги відповідно до її призначення» (ДСТУ ГОСТ 15467-79), не розкриває особливостей, пов'язаних з гарантією електромагнітної сумісності для певних категорій пристроїв, таких як електронні апарати, радіоелектронні модулі та електрообладнання. Для таких пристроїв, які мають особливі вимоги до забезпечення ЕМС, важливо визнавати якість не лише як сукупність заданих властивостей, але і як додаткову властивість, яка полягає у здатності не перешкоджати роботі інших пристроїв та стійкості до непередбаченої електромагнітної впливу. Це означає, що показник ЕМС повинен бути включений до списку якісних характеристик таких пристроїв. Цей показник, який суттєво відрізняється від інших, відображає технічну досконалість продукції. Без належного забезпечення ЕМС інші показники якості втрачають свою вагомість, оскільки виріб не може бути ефективно використаним у практичних цілях.

Дослідження характеристик ЕМС у різних типах РЕА, РЕМА та ЕОЗ, включаючи проведення експериментів, сприяло розробці інженерних методів розрахунку та науковому обґрунтуванню можливості покращення цих характеристик.

При вирішенні завдань забезпечення ЕМС, роль і значення характеристик ЕМС визначаються залежно від рівня, на якому вирішується проблема. Зазвичай виділяються три рівні: міжсистемний рівень ЕМС, який стосується забезпечення ЕМС між окремими автономними системами; внутрішньо-системний рівень ЕМС, який охоплює забезпечення ЕМС всередині складного радіоелектронного комплексу; та внутрішньо-апаратний рівень ЕМС, що відноситься до забезпечення ЕМС всередині окремого пристрою (блоку), між його вузлами і компонентами. Врахування вимог до

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЕМС в процесі конструювання РЕА, РЕМА та ЕОЗ основним чином здійснюється на двох останніх рівнях забезпечення ЕМС.

У нашому апараті просторової орієнтації, основними джерелами завад є електромагнітні перешкоди, що виникають у колі живлення. Для зниження їх впливу було використано фільтрацію. Крім того, проведено раціональне розташування радіо-компонентів на платі, а довжину друкованих провідників було зменшено до мінімуму. Заходи, які були прийняті, дозволяють послабити завади до припустимого рівня. Тому можемо стверджувати, що наш виріб відповідає вимогам до ЕМС і не потребує додаткового екранування.

Розрахунок надійності блоку

Надійність елементів є одним із факторів, що впливають на інтенсивність відмов апаратури в цілому. Ця інтенсивність залежить від конструкції, якості виготовлення, умов експлуатації і електричних навантажень в схемі. Вплив зовнішніх факторів на надійність елементів можна оцінити за допомогою коефіцієнтів навантаження. Коефіцієнт навантаження визначається як відношення фактичного значення до номінального значення.

В даній схемі, для резисторів, номінальна потужність (P_H) становить 0.125 А, а фактично розсіюється потужність (P_Φ) в резисторі рівна 0.05 А. Тому коефіцієнт навантаження по потужності обчислюється за формулою:
 $K_P = P_\Phi / P_H = 0.05 / 0.125 = 0.4$.

Також, для конденсаторів, номінальне значення робочої напруги (U_H) становить 20 В, а фактично прикладена напруга до обкладок конденсатора (U_Φ) дорівнює 5 В. Коефіцієнт навантаження по напрузі обчислюється за формулою: $K_P = U_\Phi / U_H = 5 / 20 = 0.25$.

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Загальним висновком є те, що збільшення коефіцієнта навантаження призводить до збільшення інтенсивності відмови елемента. У додатку Г в таблиці Г.6 наведено кількість елементів та їх інтенсивності відмов.

Інтенсивність відмов елементів схеми становить:

$$\lambda = \sum \lambda_0 = 135.2 \cdot 10^{-6} \left(\frac{1}{\text{год}} \right) \quad (1.23)$$

Середнє напрацювання на відмову:

$$T_{\text{СЕР}} = \frac{1}{\lambda} = 5871.9 \text{ (год)} \quad (1.24)$$

Зважаючи на фізичні властивості, ймовірність безвідмовної роботи виробу також залежить від тривалості часу t_p , протягом якого він повинен працювати без будь-яких відмов.

$$P(t) = e^{-\lambda t_p} = e^{-170.3 \cdot 10^{-6} \cdot 6000} = 0.362 \quad (1.25)$$

Ймовірність безвідмовної роботи відображає, яка частка виробу буде функціонувати без дефектів протягом визначеного періоду часу t_p .

Оцінка надійності контролера базується на надійності самого контролера і кількості використаних його компонентів. Оскільки надійність є важливим параметром виробу, при проектуванні апаратури необхідно аналізувати її разом з іншими параметрами і на підставі цих розрахунків зробити висновки щодо правильності обраної схеми та конструкції виробу. На етапі проектування, коли режими роботи схеми ще точно не визначені, проводять орієнтований розрахунок, виходячи з приблизних даних, що визначають умови роботи.

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Одним з питань, які розглядаються, є те, в яких випадках використання резервування може ефективно підвищити надійність апаратури. Залежно від поставленої задачі, ймовірність $P(t)$ безвідмовної роботи виробу протягом $t_p = 6000$ годин повинна бути не меншою за 0,356.

На підставі даних про кількість і надійність елементів, скористаємося формулою для отримання результату:

$$\lambda = 170.3 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{год}}, T_{\text{СЕР}} = 5871.9 \text{ год.}$$

Для даного значення $T_{\text{СЕР}}$ при $t_p = 7000$ годин для блоку, застосовуючи формулу $P(t) = e^{-\lambda t_p}$, отримуємо значення 0.447.

Проаналізуємо, як зміниться рівень надійності виробу, якщо використати навантажувальний або ненавантажувальний резерв з кратністю $m = 1$.

При застосуванні навантажувального резерву з кратністю $m = 1$, ймовірність безвідмовної роботи виробу $P(t)_{\text{НАВАНТ.}}$ обчислюється за формулою $1 - (1 - P(t))^2$, де $P(t)$ відповідає початковій ймовірності безвідмовної роботи. В даному випадку, при кратності $m = 1$, отримуємо $P(t)_{\text{НАВАНТ.}} = 1 - (1 - 0.362)^2$, що дорівнює 0.593.

При застосуванні ненавантажувального резерву з кратністю $m = 1$, ймовірність безвідмовної роботи виробу $P(t)_{\text{НЕНАВАНТ.}}$ обчислюється за формулою $P(t) \cdot \left(1 + \frac{t_p}{T_{\text{СЕР}}}\right)$, де $P(t)$ відповідає початковій ймовірності безвідмовної роботи, а $T_{\text{СЕР}}$ – середнє напрацювання на відмову. В даному випадку, при кратності $m = 1$, отримуємо $P(t)_{\text{НЕНАВАНТ.}} = P(t) \cdot \left(1 + \frac{t_p}{T_{\text{СЕР}}}\right) = 0.362 \cdot \left(1 + \frac{7000}{5871.9}\right)$, що дорівнює 0.793.

Для визначення значень $T_{\text{ср}}$ і λ , щоб одержати ті ж самі значення P при відсутності резервування, використаємо наступні формули:

– для $P(t) = 0.793$:

						СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
							66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$\lambda = -\frac{\ln P(t)_{p \text{ НЕНАВАН.}}}{t_p} = -\frac{\ln 0.793}{7000} = 3.31 \cdot 10^{-5} \left(\frac{1}{\text{год}}\right) \quad (1.26)$$

$$T_{ср} = \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{3.31 \cdot 10^{-5}} = 30181.25 \text{ (год)} \quad (1.27)$$

– для $P(t) = 0.593$:

$$\lambda = -\frac{\ln P(t)_{p \text{ НАВАН.}}}{t_p} = -\frac{\ln 0.593}{7000} = 7.46 \cdot 10^{-5} \left(\frac{1}{\text{год}}\right) \quad (1.28)$$

$$T_{ср} = \frac{1}{\lambda_2} = \frac{1}{1.46 \cdot 10^{-4}} = 13395.57 \text{ (год)} \quad (1.29)$$

Навантажувальні та не навантажувальні резерви сприяють підвищенню надійності. Однак такий ефект можна досягнути, не збільшуючи масу та габарити апарату удвічі, шляхом зменшення інтенсивності відмов виробу приблизно втричі. Це можливо шляхом полегшення режиму та заміни менш надійних елементів. Надійність апаратури залежить від точного спостереження та виконання заданих умов експлуатації, а також від своєчасного та якісного проведення профілактичного огляду та ремонту. Використання автоматизації та механізації виробничих процесів сприяє високій надійності апаратури. Тому системи реактивного енергозабезпечення (РЕА), в яких застосовуються мікросхеми і мікрозбірки, відзначаються найбільшою надійністю.

1.4 Висновки до розділу 1

У даному розділі детально описано етапи проектування блоку безперебійного живлення для радіотехнічних систем. Починаючи зі структурної схеми, було розроблено електричну принципову схему, яка послужила основою для подальших кроків. Для вибору елементів, необхідних

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для реалізації схеми, було проведено розрахунки вузлів електричної принципової схеми.

У конструкторському розділі детально описано технологію виготовлення друкованого вузла блоку. Зокрема, розглянуті процеси та методи, що застосовуються для створення друкованої плати. Крім того, надано розрахунки, пов'язані з надійністю, які допомагають переконатись у стійкості та безвідмовній роботі створеного блоку.

Цей розділ містить важливу інформацію, що допомагає зрозуміти процес проектування блоку безперебійного живлення та забезпечити його надійну роботу.

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

2.1 Вплив кольору на покращення умов праці та підвищення продуктивності виробництва.

Особливу роль в естетичній організації виробничого середовища відіграє колір, оскільки він справляє багатоплановий вплив на людину, а отже, має багатофункціональне призначення. Колір впливає на фізіологічні і психічні процеси, емоційні стани, працездатність і продуктивність праці працівників. Це зумовлюється такими характеристиками кольору, як колірний тон, насиченість (чистота) і яскравість (відображення світла).

Колірний тон залежить від довжини хвилі, яка вимірюється в мілімікронах. Найдовші хвилі мають червоний та оранжевий кольори. Довжина хвилі фіолетового кольору найменша. Встановлено, що довгохвильові і короткохвильові кольори справляють несприятливий вплив на людину і викликають найбільшу зорову втому. Червоний колір, зокрема, діє як сильний подразник і збуджує нервову систему, а фіолетовий викликає пригнічений настрій. Середньохвильові кольори заспокійливо впливають на нервову систему, сприяють зниженню втоми.

Сила впливу різних кольорів на людину залежить від їх насиченості та яскравості. Насичені кольори покращують настрій і стимулюють роботу аналізаторів, ненасичені та малонасичені кольорові відтінки діють заспокійливо, сприяють зосередженню уваги. Світлі кольори, яскраві і насичені також покращують настрій, а темні — викликають песимістичні настрої. Виходячи з цих властивостей кольори використовують як засіб інформації для орієнтування працівників у виробничому середовищі та устаткуванні з метою дотримання ними техніки безпеки. Стандартом визначені такі значення кольорів: червоний — заборона, безпосередня

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

небезпека; жовтий — попередження, можлива небезпека; зелений — безпечно; синій — інформація.

Крім цього, окремі кольори, їх відтінки і поєднання використовуються як додатковий фактор поліпшення освітленості приміщень, для створення необхідного контрасту в полі зору працівника між предметом і фоном, зниження монотонності роботи і втоми, забезпечення психологічного комфорту, підвищення працездатності і продуктивності праці.

Таблиця 2.1. Вплив кольору на організм людини

Колір	Артеріальний тиск	Пульс	Частота дихань	Емоційний стан	Час реакції	Працездатність
Червоний	Підвищується	Збільшується	Збільшується	Збуджує, стимулює	Зменшується	Спочатку підвищується ненадовго, а потім зменшується наполовину
Оранжевий	Мало підвищується	Трохи збільшується	Трохи збільшується	Збуджує, бадьорить	Трохи зменшується	Так само, але менш виражено
Жовтий	Не змінюється	Не змінюється	Не змінюється	Урівноважує	Не змінюється	Суттєво не змінюється
Зелений	Не змінюється	Не змінюється	Не змінюється	Урівноважує	Не змінюється	Трохи підвищується
Блакитний	Дещо знижується	Трохи сповільнюється	Трохи сповільнюється	Заспокоює	Суттєво не змінюється	Трохи підвищується
Синій	Знижується	Сповільнюється	Сповільнюється	Заспокоює, трохи загальмовує	Трохи сповільнюється	Підвищується на 3—9 %
Фіолетовий	Знижується	Сповільнюється	Сповільнюється	Пригнічує	Виразно сповільнюється	Стабільно знижується

Психологічно кольори сприймають як теплі і холодні. Теплі кольори (червоний, оранжевий, жовтий) викликають психологічне відчуття тепла, стимулюють діяльність нервової системи, зосередження уваги та короткотривале підвищення продуктивності праці. Холодні кольори (синій, блакитний, зелений) викликають психологічне відчуття холоду, заспокоюють, полегшують напруження очей, сприяють зосередженню уваги.

Кольори впливають на фізіологічні функції та динаміку працездатності працівників (табл. 2.1).

Вибір колірною оформлення виробничих приміщень залежить від багатьох факторів — м'язових і нервових навантажень, температурного режиму, розмірів та орієнтації приміщення, монотонності роботи. Так, на роботах, які вимагають великих фізичних і нервових навантажень, а також у цехах з високою температурою повітря доцільно використовувати світлі тони голубого, зеленого та інших спокійних холодних кольорів невеликої насиченості. Якщо робота вимагає лише періодичних значних розумових і фізичних навантажень, то вона легше виконується у приміщеннях, пофарбованих у теплі кольори, які підвищують активність організму. Виконання монотонних робіт більш ефективно, якщо приміщення пофарбувати у яскраві кольори, які привертають увагу працівників і розширюють поле коркової активності.

Для раціонального колірною оформлення виробничих приміщень розроблені відповідні стандарти і документи, в яких містяться рекомендовані поєднання основних та допоміжних кольорів, коефіцієнти відображення світла тощо.

2.2 Надзвичайні ситуації: визначення причини, класифікація.

Надзвичайна ситуація – обстановка на окремій території чи суб'єкті господарювання, яка характеризується порушенням нормальних умов життєдіяльності населення, тобто відсутність питного водопостачання, водовідведення, електро-, газо- і теплопостачання (в осінньо-зимовий період) та/або така зміна технічного стану житлового будинку (приміщення), внаслідок якої він став аварійним або не придатним до експлуатації, та/або зміна території (об'єкта), внаслідок якої проживання населення і провадження господарської діяльності на території (об'єкті) є неможливим, спричинених катастрофою, аварією, пожежею, стихійним лихом, епідемією, епізоотією, епіфітотією, застосуванням засобів ураження або іншою

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

небезпечною подією, що призвела (може призвести) до виникнення загрози життю або здоров'ю населення, великої кількості загиблих і постраждалих, завдання значних матеріальних збитків, а також до неможливості проживання населення на такій території чи об'єкті, провадження на ній господарської діяльності.

Від надзвичайних ситуацій (НС) щорічно в Україні гине більше 70 тис. осіб, населення і держава зазнають значних матеріальних збитків. Так, наприклад, у 2008 році внаслідок НС техногенного та природного характеру державі було завдано збитків на суму понад 4,7 млрд. грн., що у 5,7 раз перевищує показники 2007 року і майже в 11 разів втрати від НС 2006-го. При цьому понад 4,6 млрд. грн. складають збитки від НС природного характеру.

Надзвичайні ситуації класифікують за характером походження, ступенем поширення, розміром людських втрат і матеріальних збитків.

Залежно від характеру походження подій, що можуть зумовити виникнення надзвичайних ситуацій на території України, визначаються такі види надзвичайних ситуацій: техногенного характеру; природного характеру; соціальні; воєнні.

НС техногенного характеру – це промислові, транспортні аварії (катастрофи) з вибухом, пожежі, аварії з викидом небезпечних хімічних, радіоактивних, біологічних речовин, раптове руйнування споруд і будівель, аварії на інженерних мережах, гідродинамічні аварії на греблях, дамбах тощо.

НС природного характеру – це порушення нормальних умов життя і діяльності людей на окремій території чи об'єкті, пов'язане з небезпечним геофізичним, геологічним чи гідрологічним явищем (землетруси, повені, урагани, снігові замети та ін.), деградацією ґрунтів чи надр, пожежею у природних екологічних системах, зміною стану повітряного басейну, інфекційною захворюваністю та отруєнням людей, інфекційним

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

захворюванням свійських тварин, масовою загибеллю диких тварин, ураженням сільськогосподарських рослин хворобами та шкідниками тощо.

Соціальні НС - пов'язані з протиправними діями терористичного та антиконституційного спрямування: терористичні акти (збройний напад, захоплення важливих об'єктів, напад на екіпаж повітряного або морського судна), викрадення чи знищення суден, захоплення заручників, встановлення вибухових пристроїв у громадських місцях тощо.

Воєнні НС – пов'язані з наслідками застосування зброї масового ураження або звичайних засобів ураження, під час яких виникають вторинні фактори ураження населення внаслідок зруйнування атомних і гідроелектричних станцій, складів і сховищ радіоактивних і токсичних речовин, нафтопродуктів, вибухівки тощо.

Рівні надзвичайних ситуацій.

Залежно від обсягів заподіяних надзвичайною ситуацією наслідків, обсягів технічних і матеріальних ресурсів необхідних для їх ліквідації, визначаються такі рівні надзвичайних ситуацій: державний; регіональний; місцевий; об'єктовий.

Порядок класифікації надзвичайних ситуацій за їх рівнями встановлюється Кабінетом Міністрів України.

Класифікаційні ознаки надзвичайних ситуацій визначаються центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту.

Класифікація надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями здійснюється для забезпечення організації взаємодії центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій у процесі вирішення питань, пов'язаних з надзвичайними ситуаціями та ліквідацією їх наслідків.

Для визначення рівня НС розглядаються наступні фактори:

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

- територіальне поширення та обсяги технічних і матеріальних ресурсів, які необхідні для ліквідації наслідків НС;

- кількість людей, які загинули або постраждали або умови життєдіяльності яких було порушено внаслідок надзвичайної ситуації;

Надзвичайна ситуація державного рівня – це ситуація:

- яка поширилась або може поширитися на територію інших держав;

- яка поширилась на територію двох чи більше регіонів України (Автономної Республіки Крим, областей, м.Києва та м.Севастополя), а для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують можливості цих регіонів, але не менш як 1% від обсягу видатків відповідних бюджетів (НС державного рівня за територіальним поширенням);

- яка призвела до загибелі понад 10 осіб або внаслідок якої постраждало понад 300 осіб (постраждалі – особи, яким внаслідок дії уражальних чинників джерела НС завдано тілесне ушкодження або які захворіли, що призвело до втрати працездатності, засвідченої в установленому порядку) чи було порушено нормальні умови життєдіяльності понад 50 тис. осіб на тривалий час (більш як на 3 доби);

- внаслідок якої загинуло понад 5 осіб або постраждало понад 100 осіб, чи було порушено нормальні умови життєдіяльності понад 10 тис. осіб на тривалий час (більш як на 3 доби), а збитки (оцінені в установленому законодавством порядку), спричинені надзвичайною ситуацією, перевищили 25 тис. мінімальних розмірів (на час виникнення надзвичайної ситуації) заробітної плати;

- збитки від якої перевищили 150 тис. мінімальних розмірів заробітної плати;

- яка в інших випадках, передбачених актами законодавства, за своїми ознаками визнається як надзвичайна ситуація державного рівня.

Надзвичайна ситуація регіонального рівня – це така ситуація:

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

- яка поширилась на територію двох чи більше районів (міст обласного значення), Автономної Республіки Крим, областей, а для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують можливості цих районів, але не менш як 1% обсягу видатків відповідних місцевих бюджетів (НС регіонального рівня за територіальним поширенням);

- яка призвела до загибелі від 3 до 5 осіб або внаслідок якої постраждало від 50 до 100 осіб, чи було порушено нормальні умови життєдіяльності від 1 тис. до 10 тис. осіб на тривалий час (більш як на 3 доби), а збитки перевищили 5 тис. мінімальних розмірів заробітної плати;

- збитки від якої перевищили 15 тис. мінімальних розмірів заробітної плати.

Надзвичайна ситуація місцевого рівня – це така ситуація:

- яка вийшла за межі території потенційно небезпечного об'єкта, загрожує довкіллю, сусіднім населеним пунктам, інженерним спорудам, а для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості потенційно небезпечного об'єкта;

- внаслідок якої загинуло 1-2 особи або постраждало від 20 до 50 осіб, чи було порушено нормальні умови життєдіяльності від 100 до 1000 осіб на тривалий час (більш як на 3 доби), а збитки перевищили 0,5 тис. мінімальних розмірів заробітної плати;

- збитки від якої перевищили 2 тис. мінімальних розмірів заробітної плати;

Надзвичайна ситуація об'єктового рівня – це така ситуація, яка не підпадає під названі вище визначення.

Остаточне рішення щодо визначення рівня надзвичайної ситуації з подальшим відображенням його у даних статистики, зокрема у разі відсутності відомостей у повному обсязі стосовно розвитку надзвичайної ситуації, приймає МНС з урахуванням експертного висновку (за наявності)

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

регіональної комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій (ТЕБ та НС).

2.3 Висновок до розділу 2

При написанні розділу з охорони праці кваліфікаційної роботи бакалавра були розглянуті питання: Вплив кольору на покращення умов праці та підвищення продуктивності виробництва з охорони праці та надзвичайні ситуації: визначення причини, класифікація з безпеки жтедіяльності, зокрема для інтелектуального зарядного пристрою для акумуляторів.

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

Висновки

У процесі виконання кваліфікаційної роботи:

– Розроблено джерело безперебійного живлення спеціально для телекомунікаційних систем.

– Проведено аналіз існуючих джерел безперебійного живлення, які відзначаються високими техніко-економічними характеристиками, але мають високу вартість.

– Запропоновано створити новий блок джерела безперебійного живлення, який має бути надійним, економічним та забезпечувати живлення радіотехнічних систем під час відключення електроенергії.

– Розроблено структурні та функціональні схеми джерела безперебійного живлення, які послужили основою для розробки електричної принципової схеми.

– Проведено розрахунки окремих вузлів пристрою для вибору компонентів.

У спеціальній частині роботи коротко описано використане ПЗ, зокрема програма Altium, яка була використана для моделювання схемотехнічних рішень.

Крім того, у роботі розглянуті питання охорони праці та безпеки життєдіяльності, що є важливими аспектами в розробці технічних систем.

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

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. Симметрон-Промсервис: все электронные компоненты. Каталог 9-98.
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. Бердій Я.І., Джигерей В.С., Кидисюк А.І. та ін. Основи екології та охорона навколишнього середовища. Навчальний посібник для вузів. – Львів, 1999.
8. Губський А.І. Цивільна оборона, К: Міністерство освіти, 1996, 216с.
9. Кочан В.В. Коснспект лекцій з дисципліни “Аналогова та цифрова схемотехніка”
10. Симметрон-Промсервис: все электронные компоненты. Каталог 9-98.

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

ДОДАТКИ

					СДА.2.038.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

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:

«Джерело безперебійного живлення для телекомунікаційних систем»

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

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАС-41
Стащук Д.А. _____
“ _____ ” _____ 2023р.

Тернопіль, 2023

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “Джерело безперебійного живлення для телекомунікаційних систем”.

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. Стацук Дмитро Анатолійович, 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 Вихідна потужність | 600 Вт; |
| 4.1.2 Вхідна напруга | 220 В \pm 10%; |
| 4.1.3 Вхідна частота | 50 Гц \pm 5%; |
| 4.1.4 Діапазон змін вхідної напруги при роботі від електромережі | +20/-30%; |
| 4.1.5 Діапазон стабілізації вихідної напруги при живленні від батареї | \pm 1.5%; |
| 4.1.6 Час перемикання на батарею | не меншим 1 мс; |
| 4.1.7 Час резервування (резервного живлення) від батарей при 100% навантаженні | не меншим 25 хв; |
| 4.1.8 Час заряду батарей до рівня 90% від номінального | не більшим 4 год; |
| 4.1.9 Час встановлення робочого режиму | не перевищувати 2 с; |
| 4.1.10 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.

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка			
	Діодний міст					
VD7	KЦ405	1				
VD31	KЦ405	1				
VD32	KЦ405	1				
	Транзистори					
VT1- VT3	КТ809А	3				
VT4- VT6	КТ3102Б	3				
VT7	КТ809А	1				
VT8	КТ809А	1				
VT9	КТ809А	1				
VT10	КТ3102Б	1				
VT11	КТ3102Б	1				
VT12	КТ3102Б	1				
VT13	КТ3102Б	1				
VT14	КТ3102Б	1				
VT15	КТ3102Б	1				
VT16	КТ3102Б	1				
VT17	КТ3102Б	1				
VT18	КТ3102Б	1				
VT19	КТ3102Б	1				
VT20	КТ3102Б	1				
VT21	КТ3102Б	1				
VT22	КТ3102Б	1				
VT23	КТ3102Б	1				
VT24	КТ3102Б	1				
VT25	КТ3102Б	1				
VT26	КТ3102Б	1				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СДА 2.038.001 ПЕЗ	Арк. 86

<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>Н1-Н5</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>СДА 2.038.001 ПЕЗ</i>			<i>Арк.</i>
			<i>87</i>

			Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A			СДА 2.038.001 СК	Складальне креслення	1	
A			СДА 2.038.001 ЕЗ	Схема електрична	1	
A			СДА 2.038.001 ПЕЗ	Перелік елементів	1	
				<u>Деталі</u>		
A	1		СДА 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
				СДА 2.038.001		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
Розроб.		Стащук Д.А.			Літ.	Арк.
Перевір.		Дунець В.Л.				Архушів
Консулт.						89
Н. Контр.		Паляний Ю.Б.			3	
Затверд.		Дунець В.Л.			ТНТУ, ФПТ, РАс-41	
Джерело безперердного живлення для телекомунікаційних систем						

