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 телекомунікацій

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи РАс-41
спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва спеціальності)
(підпис) Островський В.О. (прізвище та ініціали)

Керівник (підпис) Яворський Б.І. (прізвище та ініціали)

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

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

Рецензент (підпис) Хвостівський М.О. (прізвище та ініціали)

Тернопіль 2022

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)
« » 2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Островському Володимиру Олеговичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Джерело безперебійного живлення для телекомунікацій

Керівник роботи Яворський Богдан Іванович, д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Термін подання студентом завершеної роботи 22.06.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи Технічні параметри: вихідна потужність 600 Вт; вхідна напруга 220 В±10%, діапазон змін вхідної напруги при роботі від електромережі +20/-30%; межі стабілізації вихідної напруги при живленні від батареї ±1.5%; час перемикання на батарею не меншим 1 мс

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

Вступ

1. Основна частина
2. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

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

1. Структурна схема джерела
2. Схема електрична принципова джерела
3. Друкований вузол джерела
4. Плата друкована джерела

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності,			
основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання 01.03.2022

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розробка та затвердження технічного завдання	01.03.2022	
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних	15.03.2022	
	матеріалів, необхідних для виконання роботи		
3	Розробка структурної схеми джерела	25.03.2022	
4	Розробка схеми електричної принципової джерела	10.04.2022	
5	Розрахунок основних вузлів у схемі джерела	20.04.2022	
6	Вибір елементної бази для розроблюваного джерела	01.05.2022	
7	Компоновка друкованого вузла джерела	15.05.2022	
8	Створення допоміжної документації	30.05.2022	
9	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони	03.06.2022	
	праці		
10	Нормоконтроль	06.06.2022	
11	Перевірка роботи на антиплагіат	06.06.2022	
12	Попередній захист КР	07.06.2022	
13	Захист КР	22.06.2022	

Студент _____ Островський В.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Яворський Б.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Джерело безперебійного живлення для телекомунікацій». Кваліфікаційна робота бакалавра// Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАс-41. // Тернопіль, 2022 р. // с.-66, рис.-40, табл.-6, бібліог.–27, додат.-3.

Ключові слова: ДЖЕРЕЛО БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ, СХЕМА ПРИНЦИПОВА ЕЛЕКТРИЧНА ТА СТРУКТУРНА, САПР, ДРУКОВИЙ ВУЗОЛ, ДРУКОВАНА ПЛАТА.

В роботі описано етапи проектування джерела безперебійного живлення для телекомунікацій, а саме реалізовано схему структурну електричну, на базі якої було здійснено процес проектування схеми принципової електричної. Для вибору елементної бази джерела здійснено розрахунок вузлів схеми принципової електричної.

Розроблено друкований вузол та друковану плату із використанням засобів САПР, а також описано технологічний процес виготовлення друкованої плати джерела та приведено розрахунки його надійності.

Базові технічні параметри джерела: вихідна потужність 600 Вт; значення вхідної напруги 220 В±10%; вхідна частота 50 Гц±5%; діапазон змін вхідної напруги при роботі від електромережі +20/-30%; діапазон стабілізації вихідної напруги при живленні від батареї ±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 2 с.

ANNOTATION

Theme of qualification work: "Uninterruptible Power Supply for Telecommunications". Qualification work bachelor's // Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, RAs-41 group. // Ternopil, 2022 // Pages.-66, fig.-40, tables – 6, bibliog. – 27, appendix-3.

Key words: UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY, TELECOMMUNICATIONS, TELECOMMUNICATION SYSTEMS, SCHEME ELECTRICAL PRINCIPLE AND STRUCTURAL, CAD, PRINTING UNIT, PRINTED BOARD.

The paper describes the stages of designing an uninterruptible power supply for telecommunications, namely implemented a structural electrical circuit, on the basis of which the process of designing a basic electrical circuit was carried out. To select the element base of the source, the calculation of the nodes of the basic electrical circuit is performed.

The printed circuit board and the printed circuit board with the use of CAD tools are developed, as well as the technological process of manufacturing the source printed circuit board is described and the calculations of its reliability are given.

Basic technical parameters of the source: output power 600 W; input voltage value 220 V ± 10%; input frequency 50 Hz ± 5%; range of changes of input voltage at work from the power supply network + 20 / -30%; the range of stabilization of the output voltage when powered by the battery ± 1.5%; switching time to the battery not less than 1 ms; backup time (backup power) from batteries at 100% load of at least 25 minutes; battery charging time up to 90% of the nominal no more than 4 hours; the time of setting the operating mode does not exceed 2 s.

Зміст

Вступ 7
1 Основна частина 9
1.1 Аналіз завдання 9
1.1.1 Обґрунтування актуальності теми роботи 9
1.1.2 Аналіз інформації 21
1.2 Розробка структурної схеми джерела 22
1.3 Проектування електричної принципової схеми джерела та її параметричний синтез 24
1.4 Вибір і обґрунтування елементної бази джерела 41
1.5 Технологія виготовлення друкованої плати джерела 47
1.6 Забезпечення вимог по надійності джерела 50
1.7 Висновок до розділу 1 53
2 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці 54
2.1 Регіональні системи управління охороною праці 54
2.2 Комплекс заходів щодо запобігання та мінімізації наслідків надзвичайних ситуацій на промисловому об’єкті 57
2.3 Висновки до розділу 2 61
Висновки 62
Список використаних джерел 63
Додатки 66

Вступ

Використання телекомунікаційних систем вимагає якісного та безперебійного енергопостачання, зокрема дослідження фірми IBM показують, що навіть в Америці середня комп'ютерна телекомунікаційна система за місяць близько 120 разів випробовує проблеми з електроживленням. Більшість цих проблем благополучно розв'язується блоком живлення, але і блок живлення, на жаль, не всесильний і частина перешкод благополучно його подолають і досягнуть таких чутливих компонентів комп’ютерних телекомунікаційних систем, як жорсткий диск, пам'ять і процесор.

Наслідки перепадів напруги мають широкий спектр проявів: від в якомусь розумінні нешкідливих "зависань" блоків керування або незначних збоїв в роботі програм, і до катастрофічних - в числі яких повна втрата даних на жорсткому диску або непоправна відмова телекомунікаційної системи.

Широке застосування для підтримки напруги, що живлять телекомунікаційні системи, на належному рівні, знаходять джерела безперебійного живлення. Вони дають можливість забезпечити безперебійну роботу таких пристроїв як наприклад: комп'ютери, радіостанції.

В даний час широкий спектр фірм займаються випуском багатьох видів джерел безперебійного живлення для телекомунікаційних систем, серед них такі відомі фірми як APC, N-Power та інші. Відомі системи зазвичай характеризується або високими вартісними показниками, або низькими споживчими якостями, так наприклад відсутність можливості під’єднання додаткової акумуляторної батареї, неможливість роботи системи при низькій напрузі в мережі, низька потужність систем та інші.

Тому проектування джерела безперебійного живлення для телекомунікацій та телекомунікаційних систем, яке забезпечило б високі

техніко-економічні характеристики, мала можливість під’єднання додаткової батареї та запуск при відсутності напруги живлення в електромережі, є актуальною інженерно-технічною задачею.

1 Основна частина

1.1 Аналіз завдання

1.1.1 Обґрунтування актуальності теми роботи

UPS або джерело безперебійного живлення є пристроєм, який живить електрикою комп'ютерні телекомунікаційні системи і інші пристрої при виключенні напруги, а також захищає його від вигорання (повного або часткового) при збоях в системі електроживлення.

Різні типи UPS:

The generic UPS topology.

UPS реалізовано за схемою, в якій в конкретний часовий момент може функціонувати в режимах Standby чи On-line. В випадку, коли рівень напруги мережі локалізується в межах допустимо можливих (Standby mode), transfer switch переключено на режим протікання струму в навантажені кола 1-2. Цей режим UPS є ідентичним за функціонуванням як звичайний мережевий фільтр. В цьому режимі стабілізації рівня напруги не здійснюється.

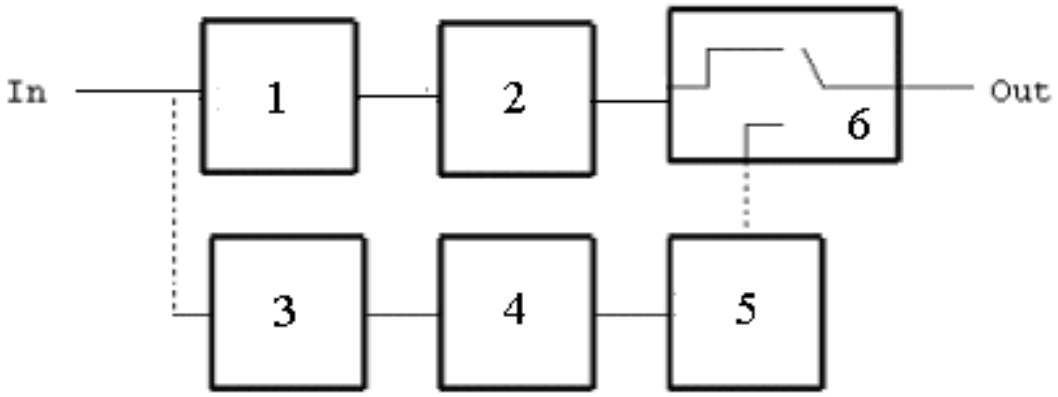

Рисунок 1.1 – The generic UPS topology: 1 – випрямляч (surge suppressor); 2 – фільтр (filter); 3 – акумуляторна батарея (battery charger); 4 – батарея (battery); 5 - inverter DC/AC; 6 - transfer switch

В випадку коли напруга мережі локалізується в межах допустимих значень, transfer switch здійснює перемикання на живлення навантаження в коло 3-4-5 (On-line mode), а саме відбувається процес перемикання на акумулятор, яка трансформується через інвертор в AC 220V.

Характерною особливістю цієї системи є те, що процес перемикання в on-line при рівня напруги за мережами допустимих межі відбувається не повільно, а повернення до початкового стану в standby mode - з обов’язковим затриманням на декілька секунд. В іншому випадку, при багаторазових скачках рівня мережевої напруги, відбувався б неперервний процес перемикання в режим standby/on-line і обернено, що приводило б до вагомого спотворення струмового навантаження та високо ймовірного збою функціонування чи виходу з ладу.

Варто здійснювати врахування того, що ця схема здатна здійснювати стабілізацію напруги при функціонуванні в режимі standby mode і, відповідно, здійснювати перехід до режиму on-line при кожній зміні мережевої напруги. Процес розрядження акумулятора здійснюється значно швидше, чим зворотній заряд. У випадку використання battery charger значної потужності, можно було б забезпечити живлення інвертора в on-line mode повністю від віддаючого charger струму (природньо, не в випадку blackout), проте габарити UPS при цьому непомірно збільшуються.

З цієї причини, значення потужності battery charger'a для схеми у більшості випадків обирають відносно низьке, і втрати енергії від батареї в період режиму brownout's не компенсуються. Отже, коли при низькоякісній живлячій мережі, топологічний варіант UPS є малопридатною через дві причини:

а) В процесі частих змінах режимів функціонування в on-line відбувається дуже швидке розрядження батареї, при цьому невідбувається завчасне відновлення ємності за період режиму standby mode через, що

UPS втрачає свою властивість підтримання аварійного живлення навантаження впродовж заданого часу функціонування;

б) Часті повтори неповних циклів розряду/заряду стрімко скорочує строк експлуатації акумуляторів.

Проте, за даною схемою реалізовано велике число поширених UPS від Американської Енергетичної Конверсії.

The on-line without bypass topology (топологія в режимі on-line без обходу).

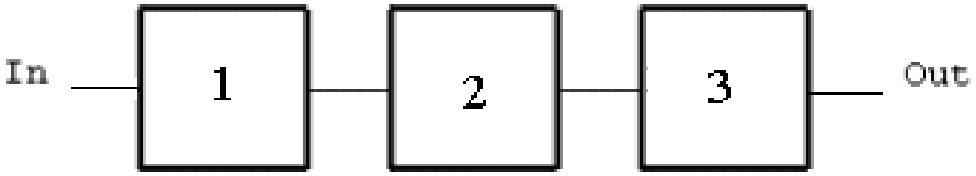

Рисунок 1.2 – Режим on-line без обходу:

1 – акумулятор (battery charger); 2 – батарея (battery);

3 – інвертор DC/AC

В вказаній топології неперервно функціонує on-line mode, і перемикання під час виникнення аварії напруги живлення мережі не здійснюється.

При присутності напруги живлення в мережі споживана потужність через інверторний блок від батареї повністю/частково забезпечує компенсацію battery charger.

Ця топологію застосовують не часто, і лише в низькопотужних (до 1-1.5кВА) UPS, зважаючи на значні теплові втрати під час подвійного перетворення струму.

Резервна онлайн гібридна топологія

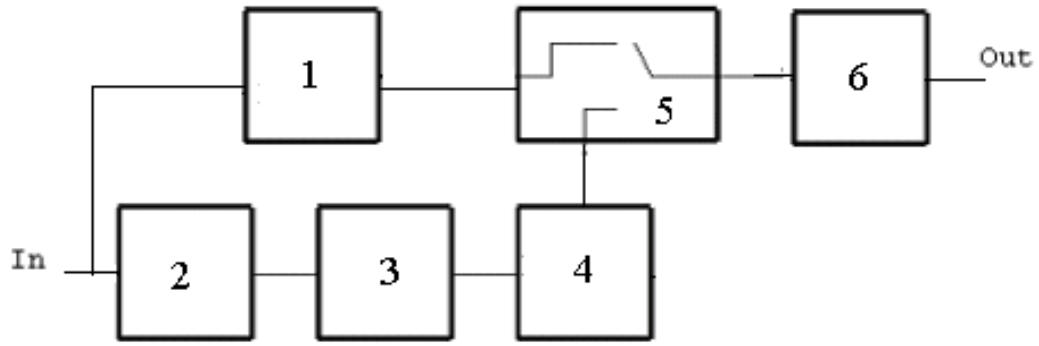

Рисунок 1.3 – Гібридна технологія: 1 – rectifier;
2- зарядний пристрій; 3 – battery; 4 - резервний DC/DC converter;
6 - інвертор DC/AC; 5 – комбінатор

Резервний інвертор DC/DC активовується при виявлені збою з напругою. Зарядний пристрій характеризується низьким рівнем потужності аналогічно до generic UPS. При нормальному рівні напруги мережеві, відбувається процес випрямлення та фільтрування rectifier'ом, з подальшою подачею на інвертор, який реалізовує перетворення напруги до AC 220 В.

Наведена схема аналогічно до попередньої забезпечує показник високої стабільності напруги на виході та за забезпечується відсутність перехідних процесів в процесі збою в напрузі в мережі. При використанні цієї схеми реалізовано таке джерело як Exide Personal Powerware.

Резервна ферротопологія

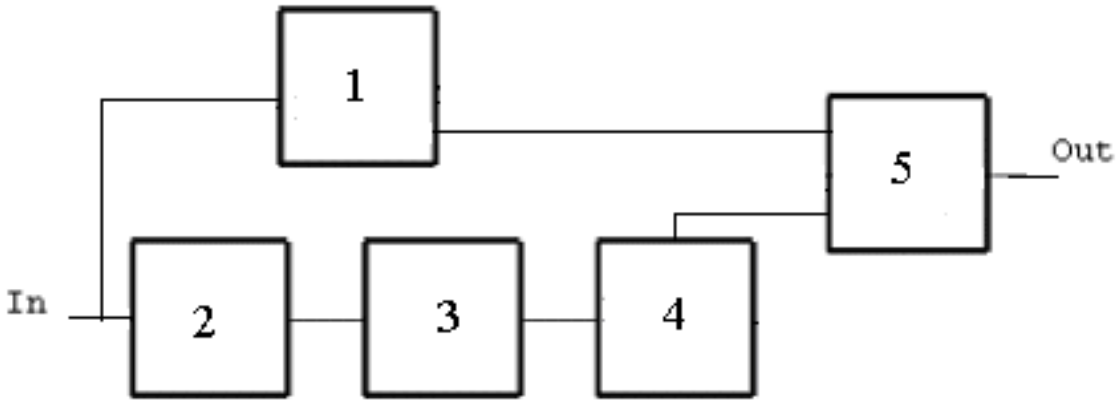

Рисунок 1.4 – Резервна ферротопологія: 1 - switch transfer; 2 – зарядний пристрій; 3 – battery; 4 - DC/AC перетворювач; 5 - інвертор

Зазначена схема базована на спеціальному трьох обмотувальному трансформаторі. При нормальних показах напруги мережі вона крізь transfer switch поступає через трансформатор до навантажувальної ланки. При відмові живлення мережі навантаження забезпечується інвертором крізь обмотки інші, а switch transfer є розімкнений.

Інвертор активується у такому випадку, коли виявлено мережеву відмову і розімкнено switch transfer. Блок трансформації функціонує в режимі феррорезонансного стабілізатора напруги, що забезпечує в певних інтервалах процес стабілізації напруги і процес згладжування "сходинок", що формується під час роботи інверторного блока.

Повне гальванічне розв'язування навантажувальних кіл від електромережі уможливлює покращену захищеність, на відміну від можливих фільтрів. Однак, трансформаторний блок генерує низку помітних спотворень і сформовані процеси перехідні можуть бути небезпечнішими від початкових збоїв мережі.

Найбільш відомими UPS, які реалізованій на зазначеній схемі є BEST Ferrups.

Лінійно-інтерактивна топологія

```
              +------+
In >=========+ - \- +=======================>==+
              |    1 |                     +----+----+
              +------+                     |       AC|
                                           |         +------> Out
                                           |DC    3  |
              +-----+  Charging (normal)  +-+-----+-+
              |  2  +<----------------------+     |
              |     |                             |
              |     +============================>=+
              +-----+  Discharging (power fail)
```

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

Інверторний блок постійно приєднано до виходу UPS та забезпечує стабілізацію і фільтрацію напруги, відстежує рівень, контролює заряд батареї за нормальної напруги і здійснює перехід на живлення від батареї при аваріях. При вагомому діапазону стабілізаційного процесу, зазначена топологія забезпечує функціонування в режимі нормальному коли звичайне джерело UPS перейшло б на батарею. Така топологія є найбільш функціональною для електромереж з низькими якісними параметрами.

Така топологія викристовується в APC Smart-UPS та APC Back-UPS Pro.

Широкий спектр фірм займаються випуском багатьох видів блоків безперебійного живлення, серед них такі відомі фірми як APC, N-Power та інші. Насамперед проаналізуємо основні принципи роботи безперебійних блоків живлення та методи підвищення коефіцієнту корисної дії.

Фірма APC виробляє систему безперебійного живлення, який зображено на рис. 1.6.

СБЖ для персональних комп’ютерів і периферійного обладнання; призначений для використання в дома або в офісі.

Рисунок 1.6 – BF350-GR

Наведемо основні технічні характеристики в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Основні технічні характеристики

Параметр	Значення
Вікно пропускання	196 - 264 В (заводські параметри); задається в межах 160 - 264 В
Батареї	Не обслуговувані, герметичні, свинцеві акумуляторні батареї; можлива заміна батарей без припинення живлення підключеного до ІБП устаткування; комплект замінюваних батарей - RBC29
Час роботи від батареї	10,6 хвилини при навантаженні 112,5 ватів або 2,9 хвилини при навантаженні 225 ватів
К-ть вихідних розеток	5, 3 з них з живленням від батарей; 2 розетки не мають живлення від батарей і забезпечують тільки захист від стрибків напруги (ці розетки призначені для периферійного устаткування)
Напруга на виході	Ступінчаста апроксимація синусоїди
Вихідна потужність	225 ватт
Максимальна енергія вхідної імпульсної дії	300 Дж
Час зарядки	4 години
Індикація	Живлення від мережі, живлення від батареї, необхідність заміни батареї, перевантаження; звукові сигнали при розрядці батареї і перевантаженні
Довжина кабелю	Кабель живлення - 1,83 м
Рівень шуму	45 dBA на відстані 1 м від поверхні пристрою
Інтерфейс	USB; кабель USB входить в комплект постачання
ПЗ в комплекті	APC Shutdown Manager (дозволяє автоматично зберегти відкриті файли і безпечно завершити роботу)
Розміри упаковки	56 х 15 х 10 см
Комплект поставки	CD з програмним забезпеченням, керівництво користувача, кабель USB
Робоча температура	0 - 40 °C

Фірма N-POWER виробляє систему безперебійного живлення, яку зображено на рис.1.7.

Рисунок 1.7 – Smart-Vision P ™

Джерела безперебійного живлення (ДБП) серії Smart-Vision P виконані по лінійній інтерактивній схемі. Вони є економічне рішення з мінімальним набором необхідних для повсякденної роботи функцій і прийнятною ціною. Моделі P400USB, P600USB і P800USB оснащені комунікаційним USB-портом, тоді як на всіх інших встановлений гальванічно ізолюючий порт RS232. Всі ІБЖ серії Smart-Vision P мають вбудований мікропроцесорний пристрій, що управляє роботою системи. ІБЖ серії Smart-Vision P призначені для захисту персональних комп'ютерів, активного мережевого устаткування, а також будь-який іншої офісної техніки, що не допускає перебоїв в електропостачанні.

Характерні особливості:

– Компактні, ергономічні, високонадійні ІБЖ за розумною ціною.

– Призначені для захисту персональних комп'ютерів і офісної техніки.

– Мікропроцесорне управління і контроль за роботою ІБЖ.

– Комунікаційні інтерфейси RS232 або USB (залежно від моделі).

– У комплекті постачання програмне забезпечення Safe-Net для автоматичної згортки операційної системи і моніторингу стану електромережі. Підтримує Windows 95/98/2000/ME/NT4.0/XP.

– Вбудований фільтр для придушення високовольтних сплесків.

– Функція холодного старту дозволяє запустити пристрій в інвертором (батарейному режимі) навіть за відсутності вхідної напруги.

– Функція Green-Power - економія електроенергії за відсутності навантаження.

– Інтелектуальний захист при перевантаженні або короткому замиканні (КЗ) на виході. При їх появі видається короткий звуковий сигнал або відбувається автоматичне відключення ІБЖ. Робота захисту управляється мікропроцесорним пристроєм.

– Вбудований компактний і високоефективний тороїдальний трансформатор.

– Додатковий фільтр з роз'ємами RJ11 або RJ45 для захисту модемної (телефонної) або мережевої лінії 10Base-T (вита пара).

– Автоматичне тестування акумуляторних батарей. Світлодіодна індикація у разі їх незадовільного стану.

– Простота заміни акумуляторних батарей самим користувачем.

– Двохступінчата звукова сигналізація. Ступінь 1 (рідкісні звукові сигнали) - робота ІБП в батарейному режимі. Ступінь 2 (часті звукові сигнали) - наближається розряд батарей (відключення електроживлення приблизно через 50 . 90 з).

Ціна 200$.

Фірма API виробляє систему безперебійного живлення, яка зображено на рис.1.8.

Рисунок 1.8 – SC250RMI1U Rack Mount 1U

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики

Параметр	Значення
Вікно пропускання	160 - 286В; регулюється в діапазоні 151 - 302В
Батареї	Не обслуговувані герметичні свинцево-кислотні акумулятори із захистом від протікання
Час роботи від батарей	29.8 хвилини при навантаженні 82.5 Вт; 8.9 хвилини при навантаженні 165 Вт
Потужність	165 Вт
К-ть вихідних розеток	4
Вихідна напруга	Ступінчаста апроксимація синусоїди
Максимальна енергія вхідного імпульсної дії	320 Дж
Crest Factor	5:1
Захист телефонної/модемної ліній	Є
Індикація	On Line (робота від мережі), On Battery (робота від акумулятора), Replace Battery (необхідність заміни акумулятора), Overload (перевантаження)
Звукові сигнали	При роботі від акумуляторів, при розрядці акумуляторів
Рівень шуму	38 дБА
Інтерфейс	RS-232
Можливість встановлення в стійку 19"	Є; висота ДБЖ - 1U
Робоча температура	0 ~ 40°C

Ціна: 174.00 у.о.

Фірма APC виробляє блок, який зображено на рис.1.9.

СБЖ для настільних ПК в корпоративних середовищах невеликих підприємствах та як складових комп'ютерної медичної техніки; забезпечують надійне батарейне електроживлення при мінімальному розмірі і ергономічному дизайні СБЖ.

Рисунок 1.9 – BK350EI

Технічні характеристики BK350EI наведено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики

Параметр	Значення
1	**2**
Інтерфейс обміну інформацією від UPS	COM, USB; кабель USB нестандартний, входить в комплект постачання
Батареї	Герметичні не обслуговувані свинцево-кислотні батареї RBC2, замінювані користувачем без зупинки роботи
Потужність	210 ватт

Продовження табл. 1.3

1	2
Кіл-ть вихідних розеток	3 з фільтрацією стрибків напруги в електромережі і можливістю резервного живлення від батареї + 1 із захистом тільки від стрибків напруги
Вихідна напруга	Ступінчаста апроксимація синусоїди
Максимальна енергія вхідної імпульсної дії	480 Дж
Час роботи від батарей при навантаженні 130 Ватів	7 хвилин
Час зарядки	3-6 годин
Індикація	СБЖ працює від мережі/ від акумуляторів, перевантаження ДБЖ, необхідна заміна батареї; звукові сигнали при робота від акумуляторів, розряді батарей, перевантаженні ДБЖ, необхідності заміна батареї
Рівень шуму	45 дБ

Провівши аналіз існуючих джерел безперебійного живлення, що використовуються для телекомунікаційних систем або телекомунікацій, можна констатувати, що дана галузь є досить розвиненою. Джерела що представлені на ринку дозволяють організовувати стабільну безперебійну роботу при перепадах мережі.

В даний час широкий спектр фірм займаються випуском багатьох видів блоків безперебійного живлення, серед них такі відомі фірми як APC, N-Power та інші. Дане обладнання зазвичай характеризується або високими вартісними показниками, або низькими споживчими якостями, так наприклад відсутність можливості під’єднання додаткової акумуляторної батареї, неможливість роботи системи при низькій напрузі в мережі, низька потужність пристроїв та інші.

Тому існує необхідність розробки джерела безперебійного живлення для телекомунікаційних систем та телекомунікацій, який забезпечував б

високі техніко-економічні характеристики, мав можливість під'єднання додаткової батареї та запуск при відсутності напруги живлення в електромережі.

1.1.2 Аналіз інформації

Аналіз теми акцентує на те, що розробка джерела безперебійного живлення для телекомунікацій відноситься до переносної та підгрупи професійної апаратури.

Джерело здатне експлуатуватися в приміщеннях закритого типу з вентиляцією природного характеру з нерегулярним опаленням або в приміщені за наявністю штучного клімату (наявність кондиціонерів та опалення).

Джерело за виконанням відноситься до категорії 4.2 (ГОСТ 15150-82) з експлуатаційними умовами:

- температурні межі [-40°C; +55°C];
- вологість < 85±3% з температурою +20°C;
- тиск атмосферний [80 кПа; 100 кПа];

Конструктивне виконання джерела має бути прямокутної форми, а усі індикаційні елементи та управління зобов'язанні візуалізувати різні режими функціонування.

Зберігати джерело необхідно за умов "Л" (ГОСТ 15150-82) в сухому середовищі з провітрюванням без наявності лугів та кислот, що провокують корозійні процеси.

Враховуючи поставлені вимоги до характеристик при проектуванні, блок буде повністю відповідати необхідним вимогам та задовольнити потреби користувача.

Джерело необхідне забезпечувати такі параметри:

- Вихідна потужність 600 Вт;
- Значення вхідної напруги 220 В±10%;

- Вхідна частота 50 Гц±5%;;
- Діапазон змін вхідної напруги при роботі від електромережі +20/-30%;
- Діапазон стабілізації вихідної напруги при живленні від батареї ±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 2 с;

1.2 Розробка структурної схеми джерела

Структурну схему джерела відображено на рис.1.10, яка складається з таких структурних блоків:

1 – Фільтр; 2 – Реле;

3 – Випрямляч напруги;

4 - Перетворювач напруги з високої в низьку;

5 – Реле;

6 - Перетворювач напруги з низької в високу;

7 – Інвертор;

8 - Блок опторозв'язки;

9 – Ключ;

10 - Блок керування;

11 – Акумулятор;

12 - Подільник напруги;

13 – АЦП;

14 – Мікроконтролер;

15 - Рідкокристалічний індикатор

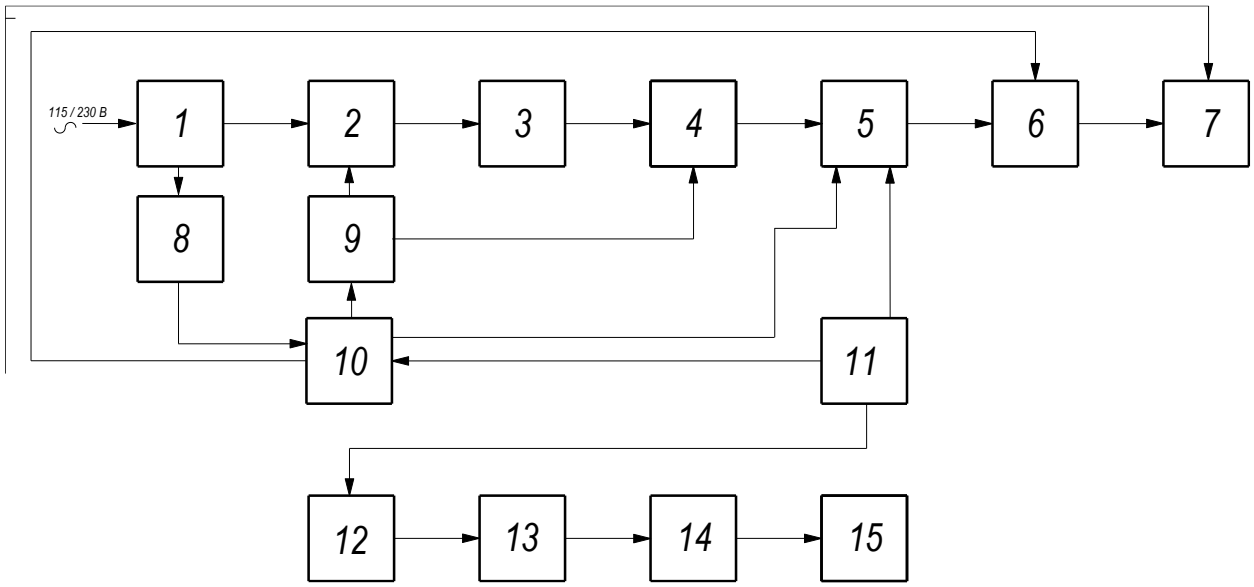

Рисунок 1.10 – Структурна схема джерела безперебійного живлення

Вхідна змінна напруга електромережі (115/230В) поступає через фільтр 1 на випрямляч напруги 3, а також на блок керування 10 через блок опторозв'язки 8. Блок керування 10 при наявності недопустимої напруги (що виходить за параметри перетворювача), відключає систему від електромережі за допомогою реле 2 через ключ 9, та вмикає його при нормальній напрузі.

З виходу реле 2 напруга поступає випрямляч 3, де вона випрямляється із змінної в постійну. З виходу випрямляча 3 випрямлена напруга поступає на перетворювач 4, де напруга трансформується в нижчу за рівнем.

Блок керування 10, за допомогою реле 5 перемикає живлення системи від електромережі або акумуляторної батареї 11. Перетворювач напруги 6 перетворює вхідну низьку напругу у високу, яка в подальшому за допомогою інвертора 7 перетворюється у зміну синусоїдальну напругу, та поступає на вихід системи.

Для забезпечення процесу візуалізації рівня напруги акумуляторної батареї відповідають структурні вузли 12, 13, 14, 15. Напруга акумулятора 11 через подільник напруги 12 поступає на вхід аналого-цифрового

перетворювача 13, де вона оцифровується. Оцифровані значення напруги акумулятора 11 подаються на вхід мікроконтролера 14. Мікроконтролер перетворює отримані значення напруги в форму з якою працює інтерфейс рідкокристалічного індикатора 15 для забезпечення візуалізації рівня напруги акумулятора 11.

1.3 Проектування електричної принципової схеми джерела та її параметричний синтез

Другим етапом проектування системи є розробка її схеми електричної принципової на основі схеми структурної. Схему електричну принципову джерела зображено на рис.1.11.

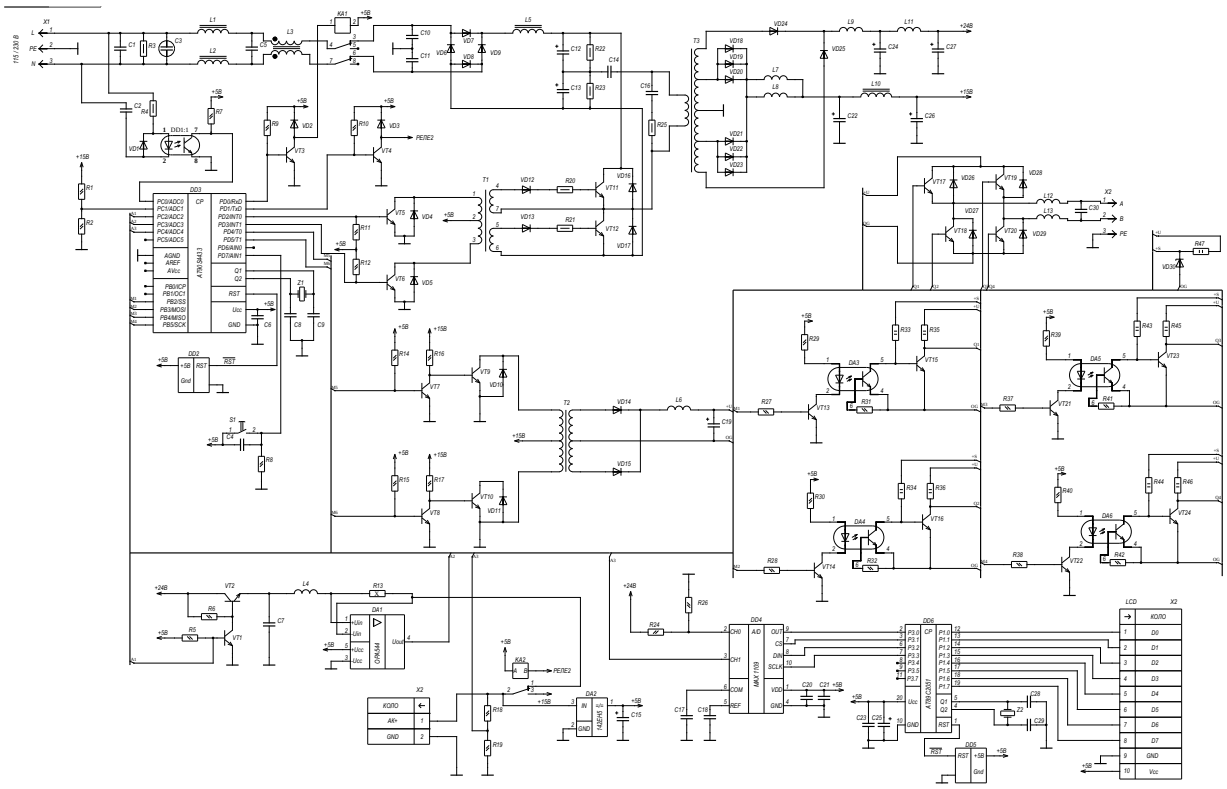

Рисунок 11 – Схема електрична принципова джерела

Змінна напруга електромережі 115/230В з роз’єму X1 поступає через фільтр (рис.1.12) на випрямляч напруги (рис.1.13), а також на блок керування

(рис.1.14) через оптопару DD1 як блок опторозв'язки (рис.1.15). В основі системи керування лежить 8-ми розрядний мікроконтролер DD3 AT90S4433, який за своїми параметрами, а саме швидкістю та розрядність задовольняє потребам роботи системи.

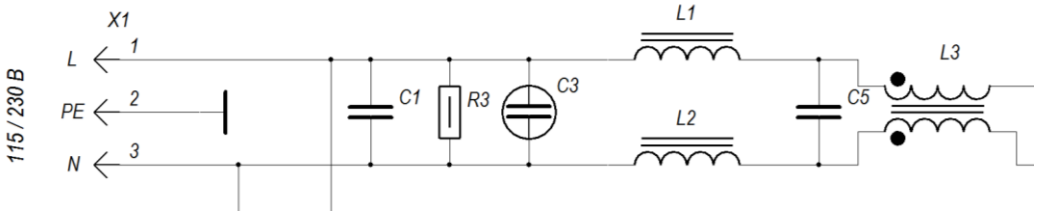

Рисунок 1.12 – Фільтр

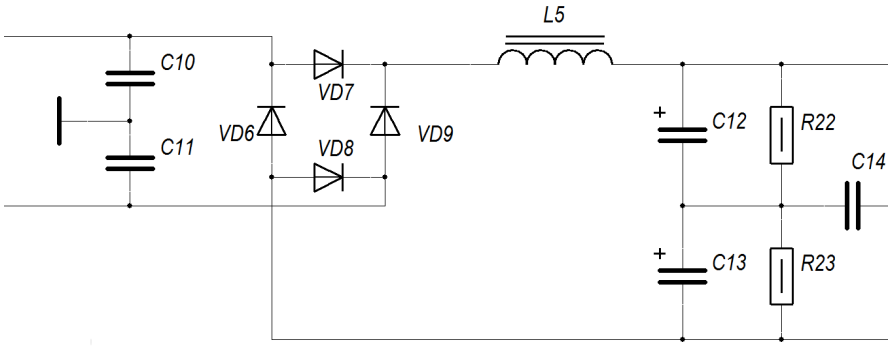

Рисунок 1.13 – Випрямляч напруги

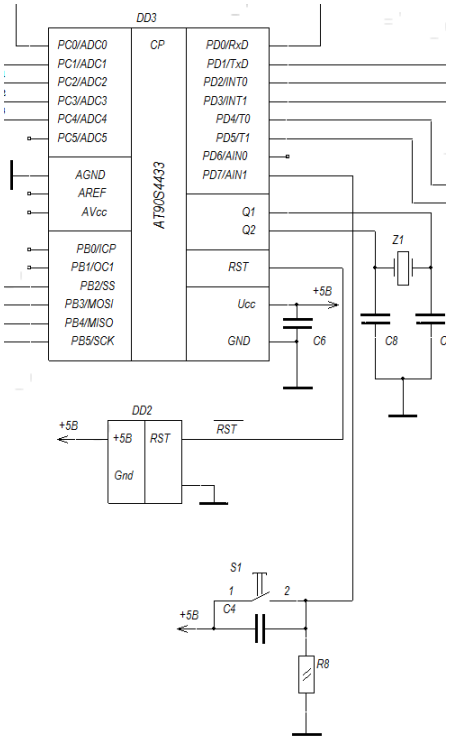

Рисунок 1.14 – Блок керування

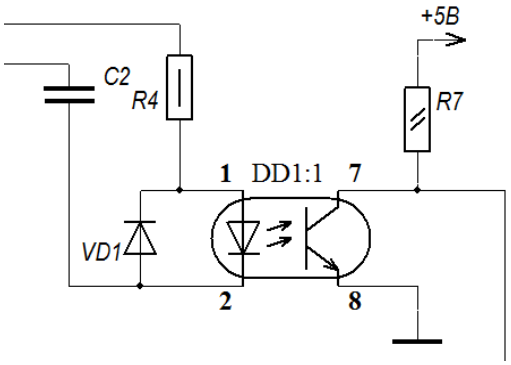

Рисунок 1.15 – Блок опторозвязки

Мікроконтролер DD3 як блок керування (рис.1.14) при наявності недопустимої напруги (що виходить за параметри перетворювача), відключає систему від електромережі за допомогою реле КА1 (рис.1.16) через транзисторний ключ (рис.1.17), та вмикає його при нормальній напрузі.

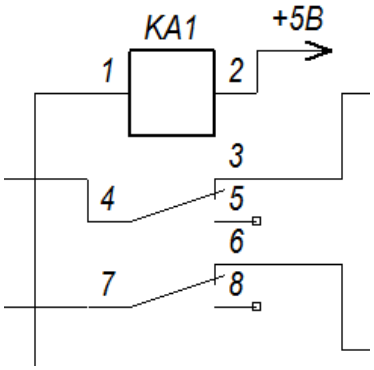

Рисунок 1.16 – Реле (замикає та відмикає систему від електромережі)

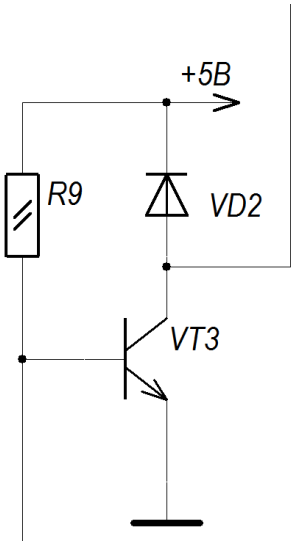

Рисунок 1.17 – Транзисторний ключ

З виходу реле КА1 напруга поступає схему випрямляча напруги (рис.1.18), де вона випрямляється із змінної форми в постійну.

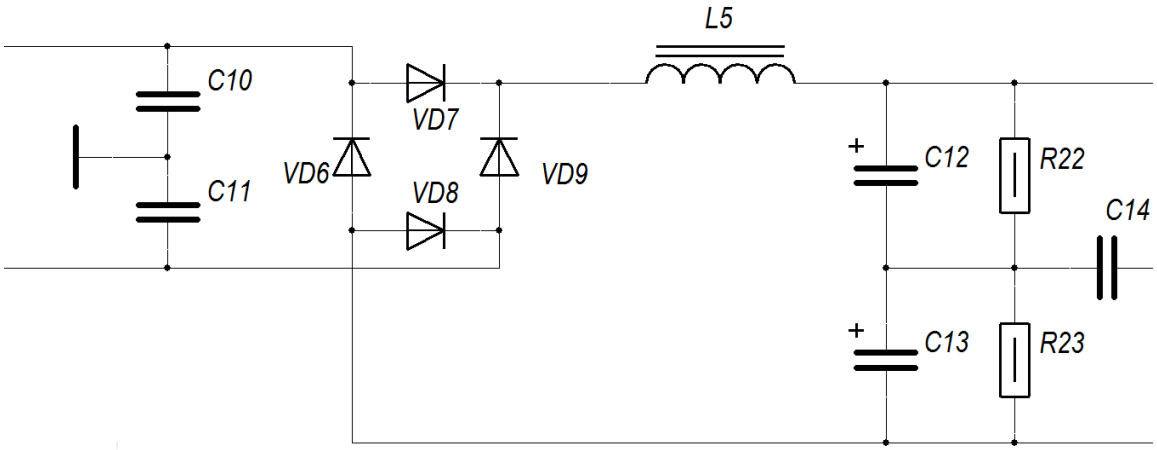

Рисунок 1.18 – Випрямляч напруги

З виходу випрямляча (рис.1.18) випрямлена напруга поступає на схему перетворювача (рис.1.19), де напруга трансформується в нижчу за рівнем.

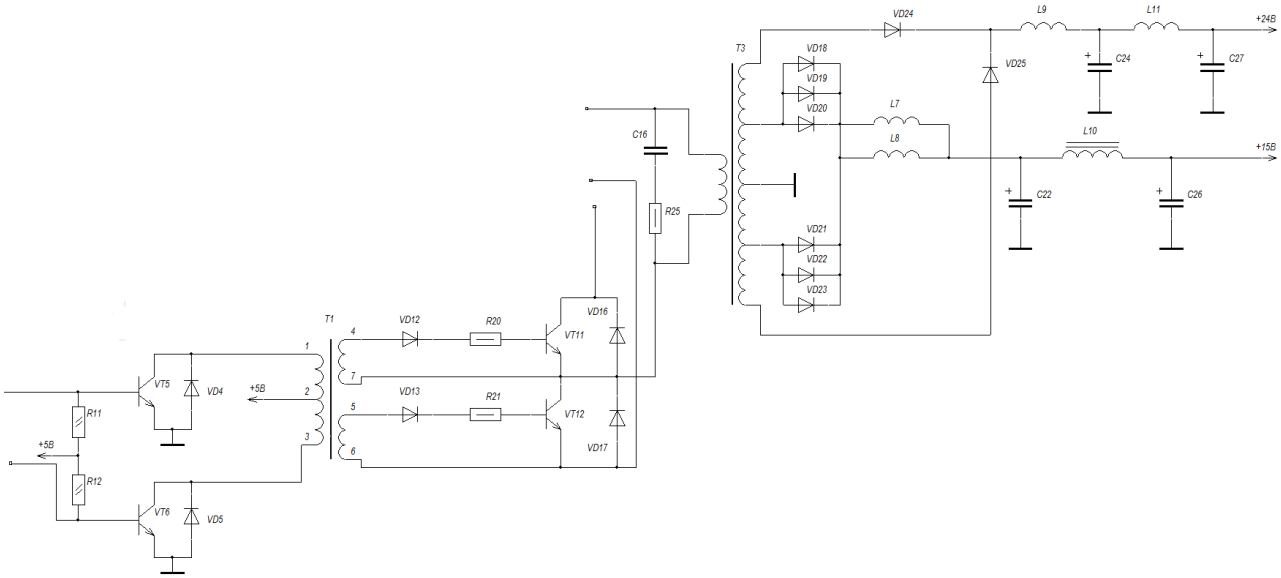

Рисунок 1.19 – Перетворювач напруги

Мікроконтролер DD3, за допомогою реле KA2 (рис.1.20) через транзисторний ключ (рис.1.21) перемикає живлення системи від електромережі або акумуляторної батареї, яка підключена до роз'єму X2.

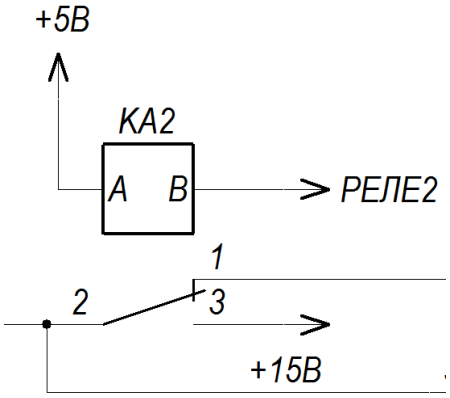

Рисунок 1.20 – Реле перемикання живлення від електромережі або акумулятора

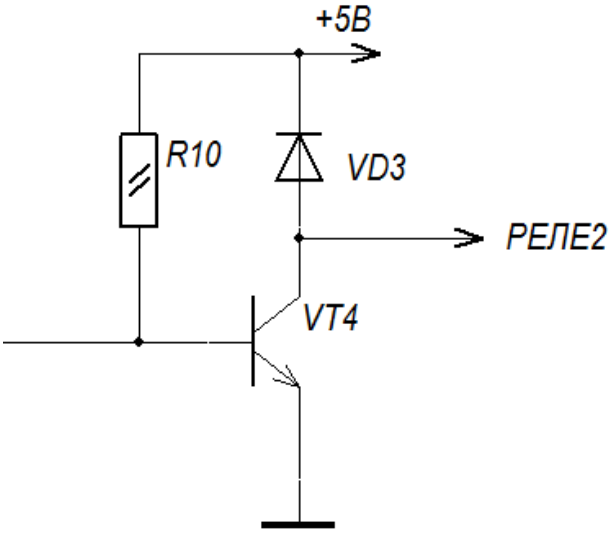

Рисунок 1.21 – Транзисторний ключ

Перетворювач напруги (рис. 1.22) перетворює вхідну низьку напругу у високу, яка в подальшому за допомогою схеми інвертора (рис.1.23) перетворюється у зміну синусоїдальну напругу, та поступає на вихід системи.

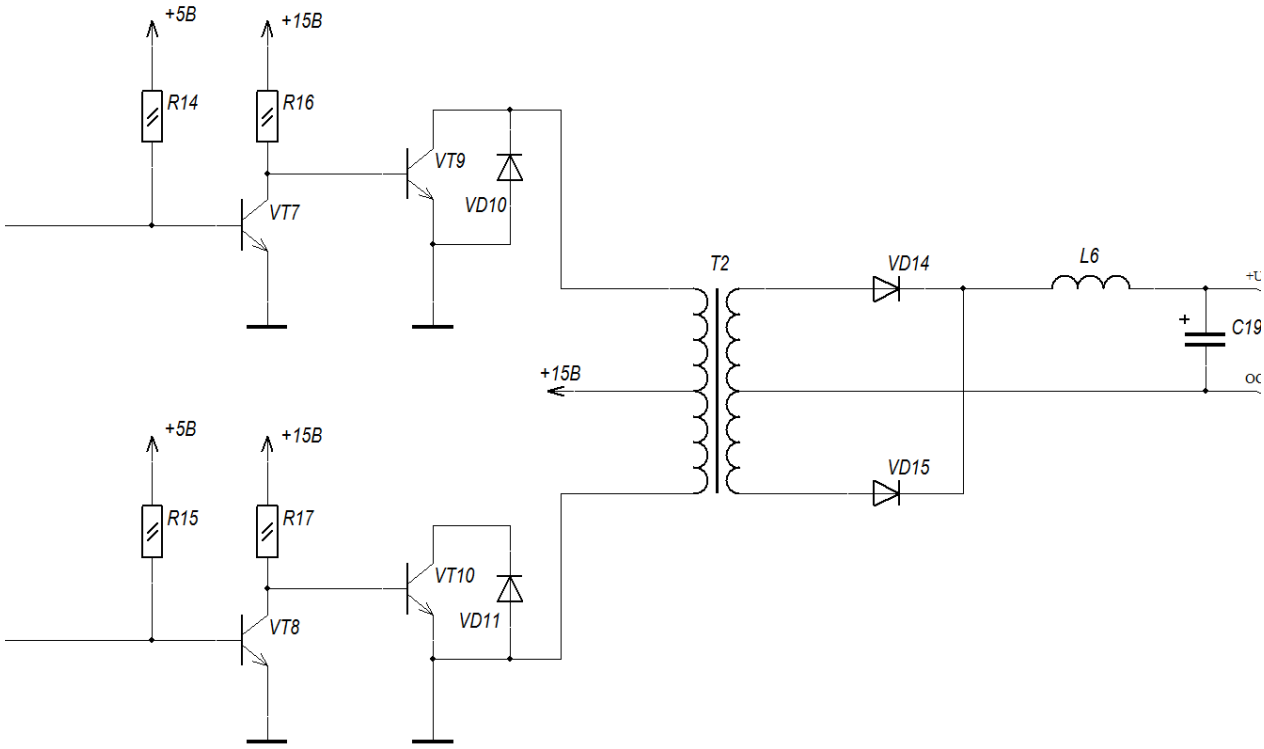

Рисунок 1.22 – Перетворювач напруги

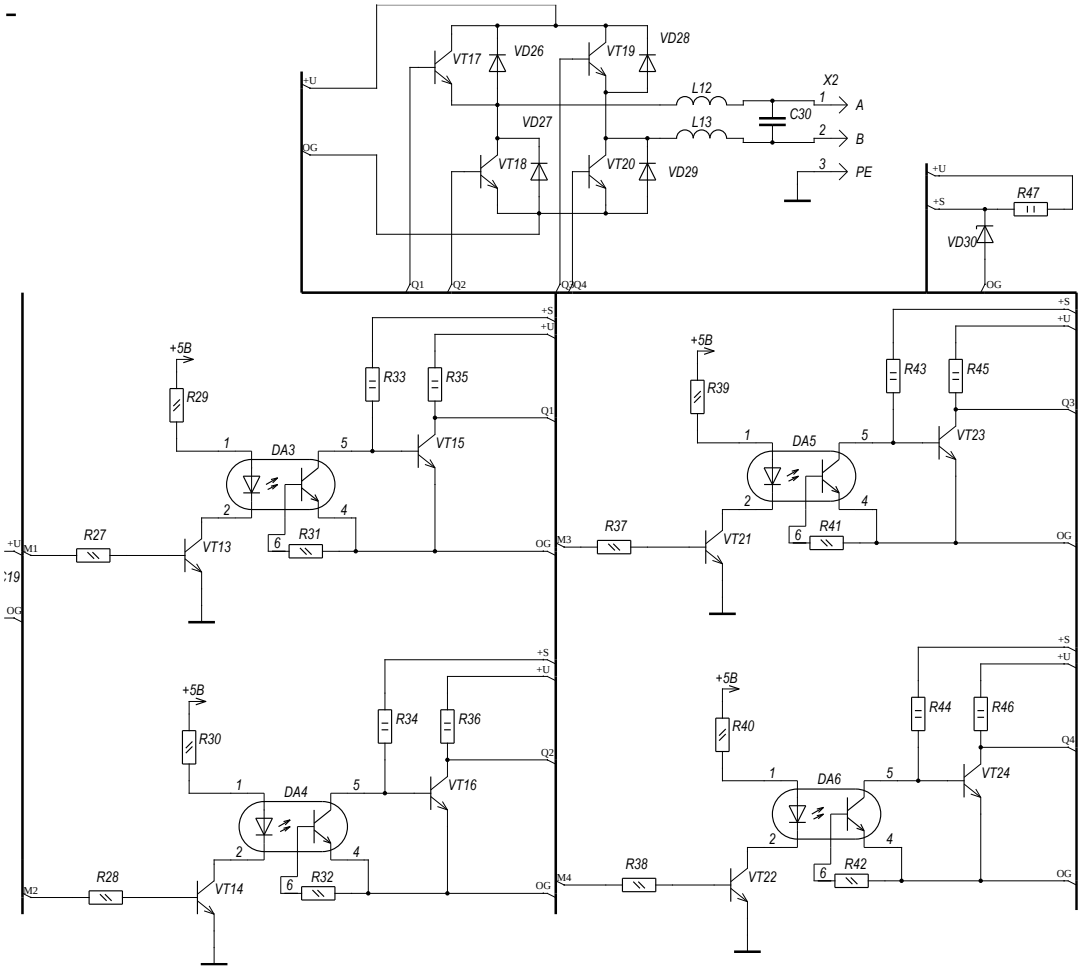

Рисунок 1.23 – Інвертор

Щодо схемотехнічної реалізації процесу візуалізації, то знята напруга з клем акумулятора через подільник напруги, який зібраний на резисторах R24 і R26 (рис.1.24), поступає на вхід мікросхеми аналого-цифрового перетворення DD1 MAX1109, де вона оцифровується (рис.1.25).

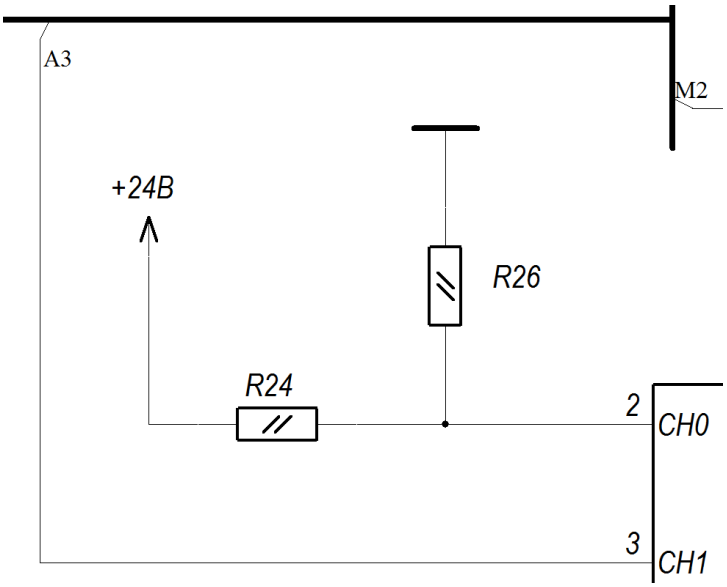

Рисунок 1.24 – Подільник напруги

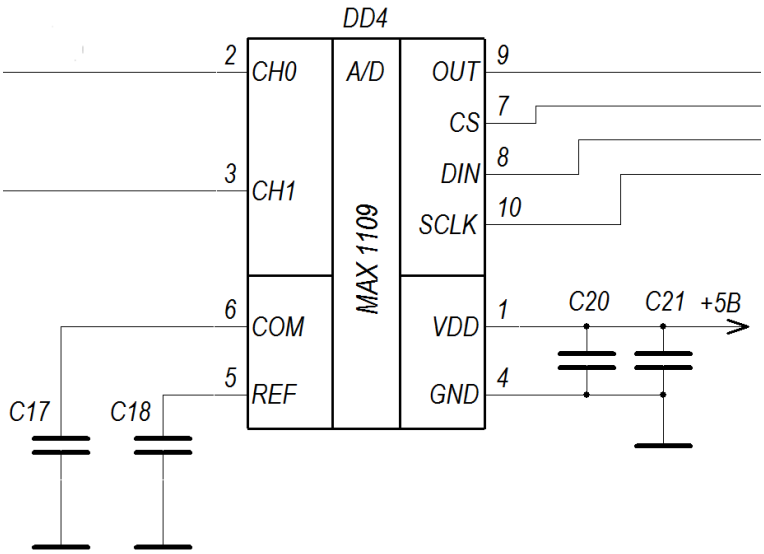

Рисунок 1.25 – Аналого-цифровий перетворювач DD1 MAX1109

Оцифровані значення напруги акумулятора подаються на вхід 8-ми розрядного мікроконтролера DD6 AT89C2051 (рис.1.26).

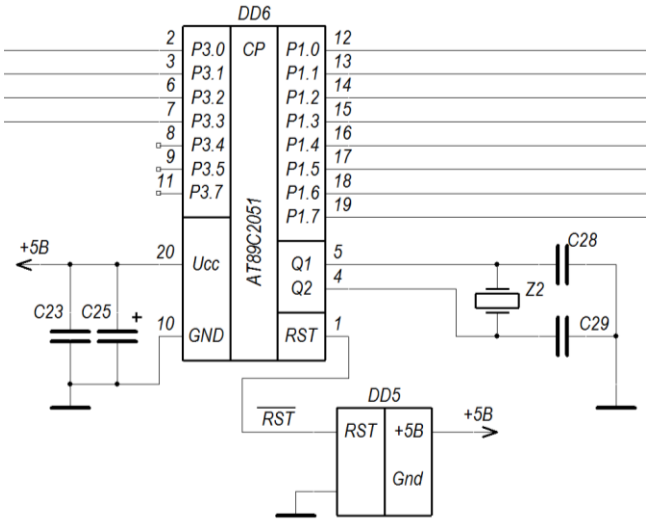

Рисунок 1.26 – Мікроконтролер DD6 AT89C2051

Процес автоматичного рестарту мікроконтролера DD6 у разі його зависання забезпечується мікросхемою рестарту DD5.

Через виводи портів P1 мікроконтролер DD6 передає перетворенні дані вхід рідкокристалічного індикатора, який підключений до роз’єму X2 (рис.1.27) з метою візуалізації даних напруги акумулятора.

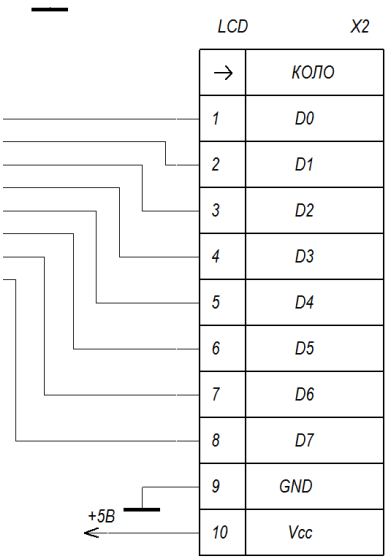

Рисунок 1.27 – Роз’єм для підключення рідкокристалічного індикатора

Для того, щоб визначити параметри елементів, а саме резисторів, конденсаторів, діодів, мікросхем і світлодіодів необхідно провести їх розрахунок, по відповідним функціональним вузлам, тому приведемо розрахунок транзисторного ключа та трансформаторного перетворювача напруги.

Схема електрична містить у своїй структурі вузол індикації у складі гальванічної розв'язки, які керують перетворювачем напруги в блоці інвертора і працюють в ключовому режимі на транзисторах VT15, VT2, VT3, VT4. Ці ключі включені функціонують з спільним емітером з світлодіодним навантаженням. Світлодіоди входять до складу мікросхеми перетворення напруги DA3-DA6. Зазначений вузол, який складається з резисторів R25 і R27, транзистора VT15 і світлодіода H1. Схему вузла відображено на рисунку 1.28.

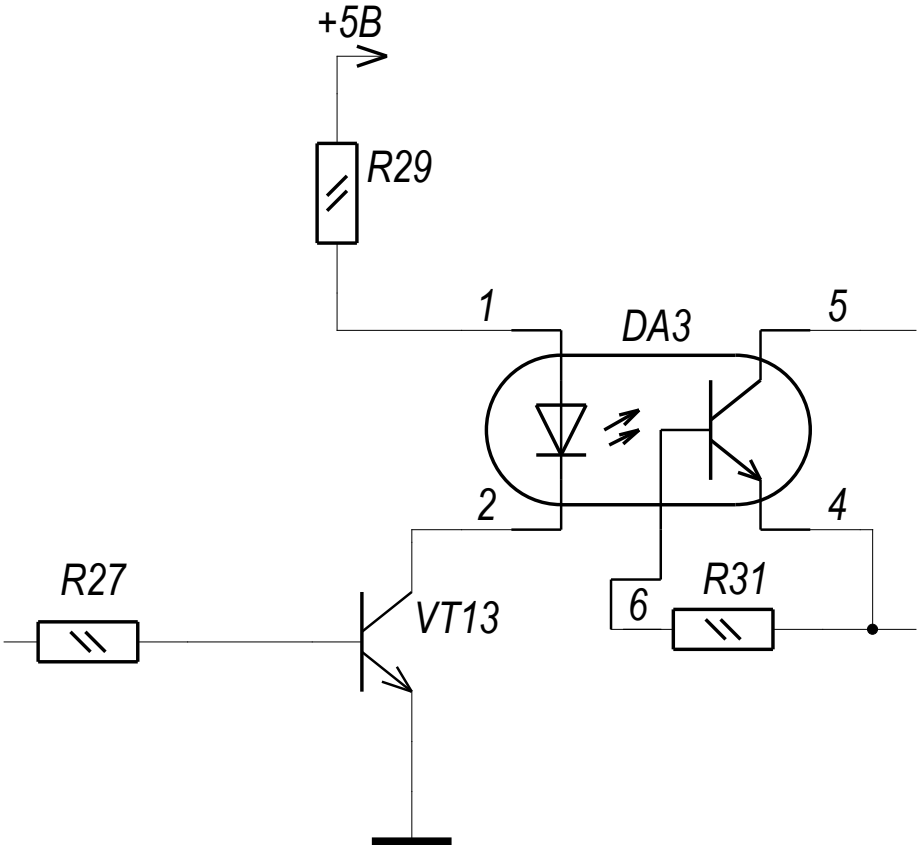

Рисунок 1.28 – Ключ транзисторний

Значення струму світлодіода має бути ~5мА, а при значені напруги 5В падіння рівня напруги на VT13 є рівним 0,4В та спад напруги в колі світлодіодного елемента DA3 є рівне 2В. При урахуванні цих даних величина опору резистора R29 обчислюється:

$$R29 = \frac{U_{ж} - U_{світлодіод\ а} - U_{VT15}}{I_{світлодіод\ а}}, \qquad (1.1)$$

де $U_{ж}$ – рівень напруги живлення;

$I_{світлодіод\ а}$ – оптимальна величина струму світлодіода;

$U_{світлодіод\ а}$ – рівень падіння напруги на світлодіодному навантаженні;

$$R29 = \frac{5B - 2B - 0{,}4B}{0{,}010A} = 260\,(Ом)$$

З розрахунку прийнято $R29 = 270$ Ом у відповідності до стандарту.

Для визначення опору резистора R27 здійснено розрахунок величини струму на базі VT13 із застосуванням формули:

$$I_{бVT13} = \frac{I_{K.VT13}}{\beta_{VT13}}, \qquad (1.2)$$

де $I_{K.VT15}$ – величина струму в колекторі VT13 $I_{K.VT15} = I_{світлодіод} = 10$ мА;

β_{VT13}– величина коефіцієнту підсилення VT13 за величиною струму, $\beta_{VT13} = 600$:

$$I_{бVT13} = \frac{0{,}010A}{600} = 16{,}6 \text{ мкА}.$$

Для забезпечення надійності функціонування VT13 в ключовому режимі рекомендовано вибрати значення вдвічі більше від обчисленого, то прийнято величину струму бази на рівні $I_{бVT13} = 33{,}2$ мкА. Величина номіналу резистора R27 рівна:

$$R27 = \frac{U_{ВИХ.МК}}{I_{бVT13}}, \qquad (1.3)$$

де $U_{ВИХ.МК}$ – величина вихідної напруги порту мікроконтролера за величини струму 33,2 мкА рівна ~3 В.

$$R27 = \frac{3}{33{,}2 \cdot 10^{-6}} = 90{,}4\,(\text{кОм}).$$

Прийнято величину опору $R27 = 91$ кОм.

Результати розрахунку:

1) транзистори VT13, VT14, VT21 і VT22 прийнято марки BC547;

2) резистори R27,R28,R37,R38 з номіналами 91 кОм, а резистори R29,R30,R39,R40 з номіналами 270 Ом.

Здійснено розрахунок трансформаторного перетворювача напруги, зокрема його трансформатора (рис.1.29).

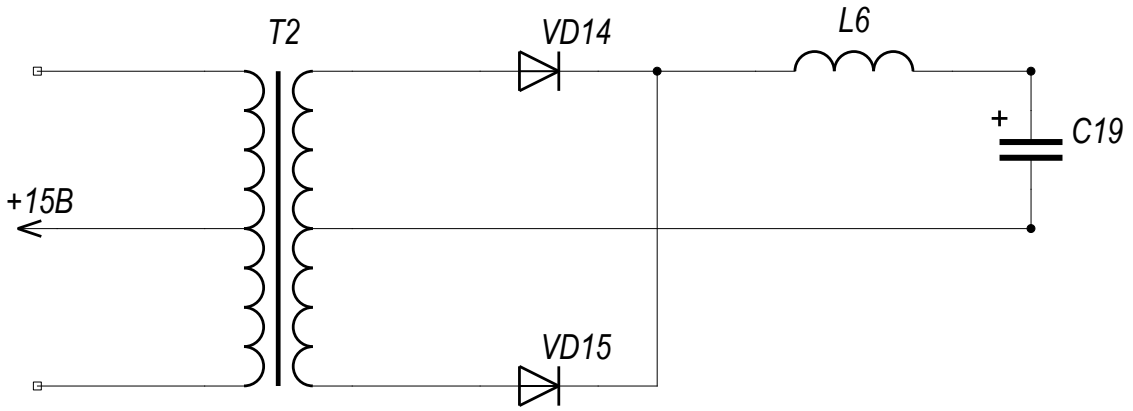

Рисунок 1.29 – Схема трансформаторного перетворювача напруги

Дані для проведення розрахунку:

$U_2 = 15$ В;

$U_1 = 220$ В;

$I_2 = 0{,}1$ А;

$f = 50$ Гц.

Величина потужності габаритної (ПГ) передусім є залежною від електричного схемотехнічного виконання:

$$P_г = \frac{\sum P_2}{2 \times \psi}(\sqrt{2+1}), \qquad (1.4)$$

де $P_г$ – НГ, Вт;

$\sum P_2 = I_2 U_2$ - загальна потужність вихідна (Вт);

ψ - коефіцієнт, що визначається за формулою:

$$\psi = \cos\varphi \times \eta. \qquad (1.5)$$

де $\psi = \eta$, де η– трансформаторний ККД Т залежить від $\sum P_2 = I_2 U_2$:

$$\sum P_2 = I_2 U_2 = 0{,}1 \cdot 15 = 1{,}5 \text{ Вт.}$$

Вибрано ККД трансформатора для сталевого магнітопроводу 3423 з товщиною стрічковою $\delta = 0{,}08$ мм. Отримано: $\eta \approx 0{,}9$.

ПГ є рівною:

$$P_г = \frac{\sum P_2}{\eta}\left(\sqrt{2}+1\right), \qquad (1.6)$$

$$P_г = \frac{1{,}5}{0{,}9}\left(\sqrt{2}+1\right) = 1{,}87 \text{ Вт.}$$

Обрано магнітопровід ОЛ32/50−25 з параметрами:

$B_m = 0{,}35T$;

$j = 3{,}2 \ \left(A/_{мм^2} \right)$;

$k_н = 1{,}1$;

$k_c = 0{,}85$;

$l_c = 12{,}9 \ (см^2)$;

$S_c k_c = 0{,}575 \ (см^2)$;

$S_o = 8{,}0 \ (см^2)$;

$S_o S_c = 5{,}7 \ (см^4)$;

$G_c = 339 \ (г)$;

$k_o = 0{,}20$;

$k_{cx} = 2{,}08$.

Кількість витків обмотки трансформатора рівна:

$$W_o = \frac{10^4}{4B_m f S_c k_c}, \tag{1.7}$$

$$W_o = \frac{10^4}{4 \cdot 0{,}35 \cdot 5 \cdot 10^3 \cdot 0{,}575} = 2{,}48447209 .$$

Втрати за рівнем напруги в обмотці рівна:

$$u_{k.a} = 0.01 j \rho k_{cx} W_0 l_W , \tag{1.8}$$

де $\rho = 0{,}02$ Ом · м/мм^2 для міді;

k_{cx} - коефіцієнт конструктивних рішень трансформатора;

$$u_{k.a} = 0.01 \cdot 3{,}2 \cdot 2{,}08 \cdot 2{,}5 \cdot 0{,}02 \cdot 0{,}1 = 0{,}0003328 \ \text{мВ}.$$

Прийнято $u_k = u_{k.a}$.

Кількість витків в первинній рівна:

$$W_1 = W_0 U_1 \left(1 - \frac{u_k}{2}\right), \tag{1.9}$$

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

$$W_2 = W_0 U_2 \left(1 + \frac{u_k}{2}\right), \tag{1.10}$$

$$W_{21} = W_0 U_{31} \left(1 + \frac{u_k}{2}\right) = 25004 \text{ витка}.$$

Величина струму в обмотці первинна рівна:

$$I_1 = k_{пр1} \sqrt{\left(\frac{\sum P_2}{\eta U_1}\right)^2 + I_{ox}^2}, \tag{1.11}$$

де $k_{пр1} = 1{,}1$.

$$I_1 = 1\sqrt{\left(\frac{10}{0.9 \times 110}\right)^2 + 0{,}0233^2} = 0{,}103658 \text{ А}.$$

Величини перерізу та діаметру дроту і-ої обмоток рівні:

$$q_i = I_i / j, \tag{1.12}$$

$$d_i = 1.13\sqrt{q_i}, \tag{1.13}$$

У випадку первинних обмоток:

$$q_1 = \frac{0.10365}{3{,}2} = 0{,}0323 \text{ мм}^2,$$

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

У випадку вторинних обмоток:

$$q_2 = \frac{0{,}023326465}{3{,}2} = 0{,}007 \text{ мм}^2,$$

$$d_2 = 1.13\sqrt{0.007} = 0{,}0945 \text{ мм}.$$

Марку дротяних обмоток для первинних обмоток обрано марку ПЕВ-2 з параметрами:

- для первинної обмотки $q_1 = 0{,}03464 \text{мм}^2$, $d_1 = 0.21$ мм та $d_{із1} = 0.25$ мм.

- для вторинної обмотки $q_2 = 0{,}000785 \text{мм}^2$, $d_2 = 0.09$ мм та $d_{із2} = 0{,}12$ мм.

Величина перегріву котушки трансформатора з тороїдальним конструктивним рішенням рівна:

$$\Delta T_k = \frac{P_c + P_k}{\alpha_m n_ф \left[1 + \frac{n_-}{n_ф}\sqrt{\frac{\nu + 0.6}{1 + 0.2\nu\frac{n_-}{n_ф}}}\right]}, \qquad (1.14)$$

де

$$\nu = \frac{P_c}{P} = \frac{0{,}454}{10} = 0{,}0454 .$$

α_m - тепловіддачний коефіцієнт, рівний сумі коефіцієнту тепловіддачі конвекційним способом α_k (Вт/см^2) ^{0}С і тепловипромінювання $\alpha_\cdot$, Вт/см^2 ^{0}С

$$\alpha_m = \alpha_k + \alpha_\cdot, \qquad (1.15)$$

де

$$\alpha_k = 0.9\text{A}(\frac{T_П - T_C}{h})\sqrt{\frac{H}{Hm}} \times 10^{-4} = 1{,}8\ \text{Вт/см}^{2\,0}C$$

де $T_П$ та T_C - температури поверхневі на котушці та середовища котушки;

A – середовищний коефіцієнт, $A = 0.7 - 0.9$ Вт/м^{0}С;

H та H_m - напруженості поля магнітного, $H=H_m$.

$$\alpha = \frac{\varepsilon_0[\left(\frac{Tn+273}{100}\right)^4 - \left(\frac{Tc+273}{100}\right)^4]}{Tn - Tc} = 1{,}5 \cdot 10^{-4}\ \text{Вт/см}^2\ {}^0\text{C}$$

де ε_0 - рівень ступеню тіла чорного;

C_0 = 5.67,

$$\Delta T_k = \frac{P_c + P_k}{\alpha_m n_ф \left[1 + \frac{n_-}{n_ф}\sqrt{\frac{\nu + 0.6}{1 + 0.2\nu\frac{n_-}{n_ф}}}\right]} = 13{,}15^0\text{C}$$

Отримане значення перегріву не перевищує нормований поріг.

Розрахунок похибки оцифрування.

При опрацюванні даних в (додаванні, відніманні, і т.д.) мікроконтролері використовуються представлення чисел з фіксованими числа (довжина бітів є фіксованою), тому досить довгі значення чисел можуть усікатися за рахунок обмеженої кількості бітів, внаслідок чого будуть виникати надлишкові похибки числень даних.

Оскільки в мікроконтролерів AT90S4433 і AT89C2051 довжина слова, тобто кількість біт числа, складає 8 біт. Наведемо рисунок 1.30, на якому

умовно зобразимо суть фіксованої точки з 8 бітами, і відповідними можливими значеннями при певних точностях числення.

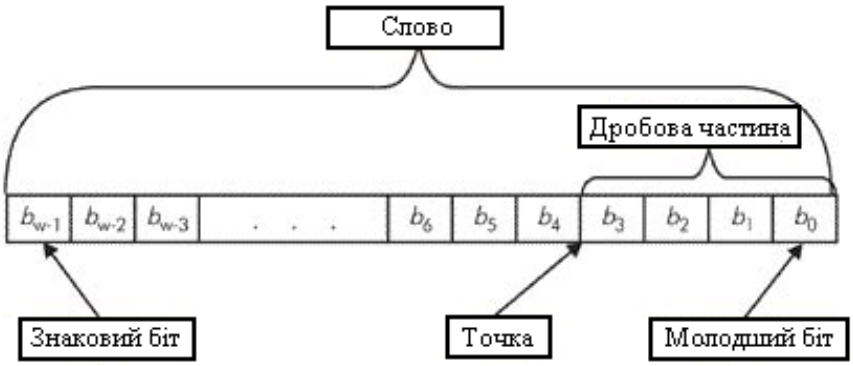

Рисунок 1.30 – Представлення числа бітами з фіксованою точка

На рисунку 1.30 видно, що точність значень залежить від довжини мантиси (дробової частини) співвідношенням:

$$q = 2^{-n}, \tag{1.20}$$

де n – довжина мантиси.

Максимальне число, яке ми можемо отримати при використанні даного методу рівне:

$$\max = 2^{m} - 1 + \sum_{i=1}^{q} 2^{-q}, \tag{1.21}$$

де m – довжина цілої частини.

Відповідно похибка, що виникає в процесі кодування даних з фіксованою точкою, і під час числення даних (додавання, віднімання), буде числитися, як різниця між дійсним числом і квантова ним:

$$\delta = U - U_{КВАНТОВАНЕ}, \tag{1.22}$$

де U – дійсне число;

$U_{КВАНТОВАНЕ}$ - квантоване число.

Оскільки максимальне число, яке буде на входах і виходах мікроконтролера буде становити 5В, а мінімальна -5В, тому для представлення цілої частино достатньо 3 біти цілої частини, і 1 біт для знаку числа. Відповідно до вибраних даних для мантиси залишається 4 біти, з чого виходить, що точність даних згідно формули (1.20) становить $q = 2^{-4} = 0.0625B$.

Оскільки точність обмежена, тому згідно формули (1.19), похибка буде різною, яка буде залежати від типу округлення (до більшого чи меншого числа). Наприклад, число 1.34 при квантуванні буде становити округленні до більшого числа 1,375, а при округлені до меншого похибка становитиме 1,31255, в результаті чого похибка при округленні більшого становитиме 0,035, а при – до меншого становитиме 0,02745. Можна сказати, що ця похибка буде впливати на роботу мікроконтролера, оскільки при кодуванні лог. „1” і „0” використовуваний діапазон лежить в певних межах, і похибка за межі нього не вийде.

Отже, в розділі проаналізовано завдання щодо розробки джерела безперебійного живлення для телекомунікацій, проведено низку аналогів, а також проведено процес розробки структурної схеми як основи розробки схеми принципової електричної. Здійснено розрахунок трансформатора, світлового вузла та похибки цифрової частини схеми.

1.4 Вибір і обґрунтування елементної бази джерела

Здійснено вибір елементної бази для вузла джерела. Вибір розпочато з активних компонентів, так як вони визначають струм, а отже, і потужність, що розсіюється, на пасивних компонентах - резисторах.

Для джерела першими елементами вибрано резистори MF-12. В процесі вибору конкретних резисторів вагому увагу було закцентовано значенню допустимої потужності, яка залежить від умов функціонування.

При коректному правильному виборі резисторів враховано показники, які висунуто до джерела за результатами аналізу режиму функціональності резисторів, такі як:

- Показники експлуатації та режимів;
- Режими навантаження;
- Показники безвідмовності та довговічності;
- Габарити, ваги та конфігурації резисторів, їх вартість;
- Способи монтажу.

Обрано 48 резисторів постійних номіналів марки MF-12 з розмірами, які наведено на рис.1.31.

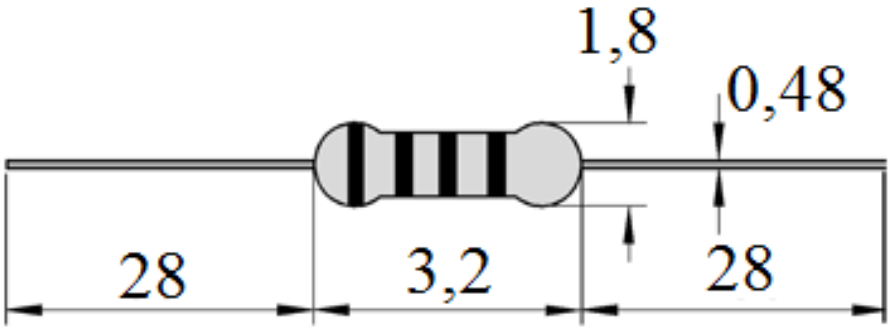

Рисунок 1.31 – Вигляд та розміри MF-12

В подальшому обрано конденсатори та їх марки. Для джерела обрано конденсатори марки CC4 керамічні в кількості 20 штук та марки JRB електролітичні в кількості 9 штук. Розміри обраних конденсаторів наведено на рис.1.32-1.33.

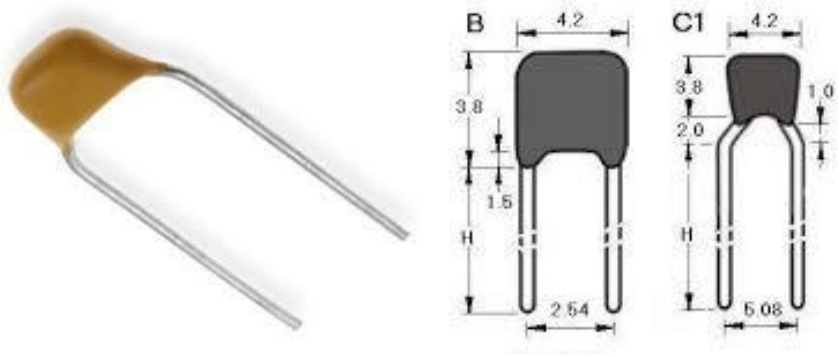

Рисунок 1.32 – Вигляд та розміри CC4

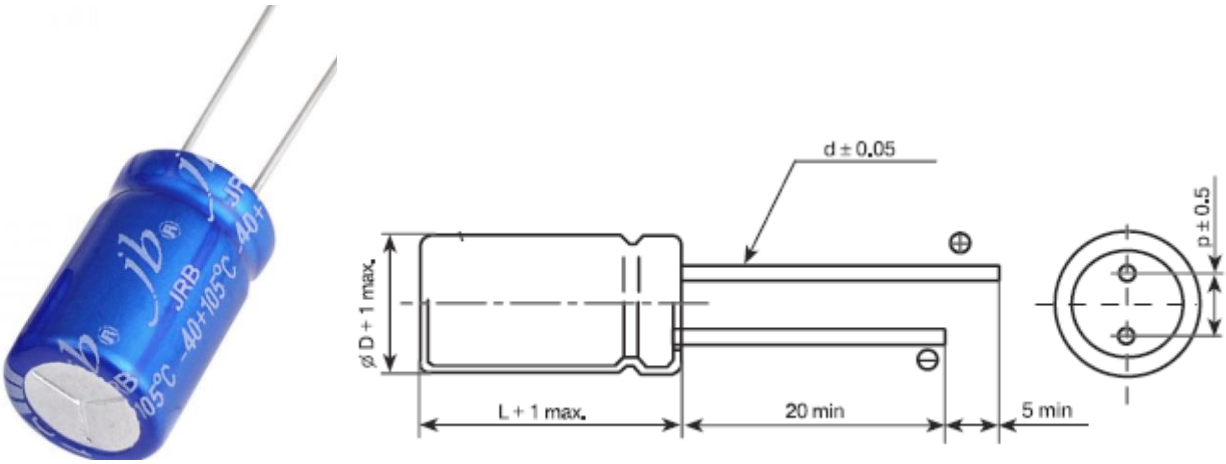

Рисунок 1.33 – Вигляд та розміри JRB

В подальшому обрано 29 діодів та 1 стабілітрон.

Габаритні розміри діодів та стабілітрона зображено на рис.1.34-1.35.

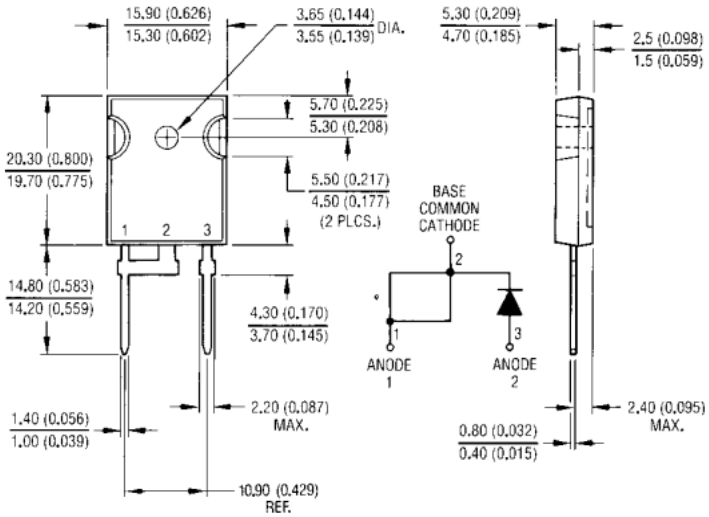

Рисунок 1.34 – Вигляд та розміри HF08PB120

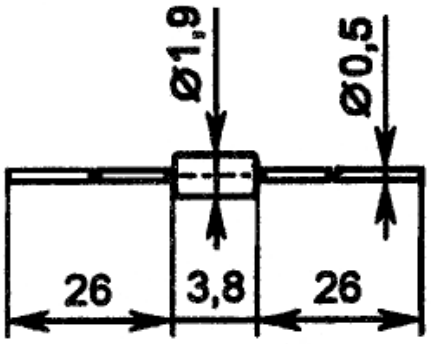

Рисунок 1.35 – Вигляд та розміри 1N4148

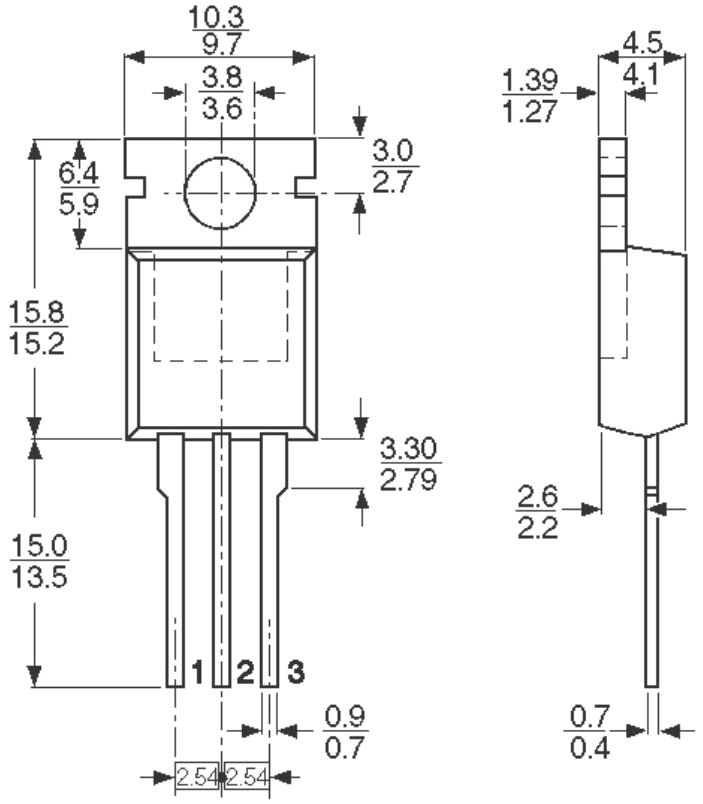

Рисунок 1.36 – Вигляд та розміри 60EPU04

Активні елементи здатні забезпечити процес регулювання струму з використанням рівня напруги та за допомогою сигналу керування. Серед таких елементів виділено транзистори та оптопари. Для джерела обрано 4 транзистори марок BC547, GT50J102, BD233 і KT819B.

На останньому етапі було обрано мікросхеми. Більша частина мікросхем функціонують як підсилювачі, стабілізатори, модулятори,

демодулятори, блоки керування сигналами із використанням пам’яті та алгоритму функціонування.

Базовою мікросхемою джерела є мікроконтролер DD1. При його вибору застосовано таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 – Мікроконтролери

Контролер	Пам'ять, Кбіт	Оперативна пам'ять, Байт	К-ть контактів	Частота, мГц	Живлення, В	К-сть часових таймерів
AT89S8252	8	256	42	16	2.7-5.5	1
AT90S4433	8	128	28	16	2.7-5.5	1
AT89S8253	12	256	40	16	2.7-5.5	2
ATmega16	16	0.5	32	16	2.7-5.5	1
ATmega32	32	1	32	16	2.7-5.5	1
ATmega64	64	2	53	16	2.7-5.5	2

Серед великої низки мікроконтролерів зупинено вибір контролерах фірми Atmel серій AT90S4433 з AVR. Це зумовлено тим, що його широко представлено в сучасних системах і відсутня необхідність використання більш потужних контролерів, оскільки процес обробки невеликого масиву даних та наявність достатньої кількості виводів для комутації різноманітних вузлів/блоків.

AT90S4433 є 8-розрядним швидкісним контролером AVR який характеризується наступними можливостями:

- 64-байтний сигнатурний масив користувача;

- Розширений ПАПП з підтримкою детекції помилок посилки і автома тичним розпізнаванням адреси;

- Розширений послідовний інтерфейс SPI (подвійна буферизація читання/запису);

- Сторінковий режим в обох режимах програмування (паралельний і послідовний) пам'яті програм і пам'яті даних;

- Чотирьохрівневий розширений контролер переривань;

- Апаратний або програмний вибір опції подвоєння швидкодії x2;

- Внутрішня схема скидання при подачі живлення;

- Корпус PDIP з 42 виводами для зниження електромагнітних випромінювань;

- Сторінковий запис в ЕСППЗП в процесі роботи ЦПП;

- 64 байта доступно користувачеві для програмування власних бажаних даних. Байти можуть програмуватися, як в паралельному, так і в послідовному режимі.

Розміри мікроконтролера AT90S4433 наведено на рис.1.37.

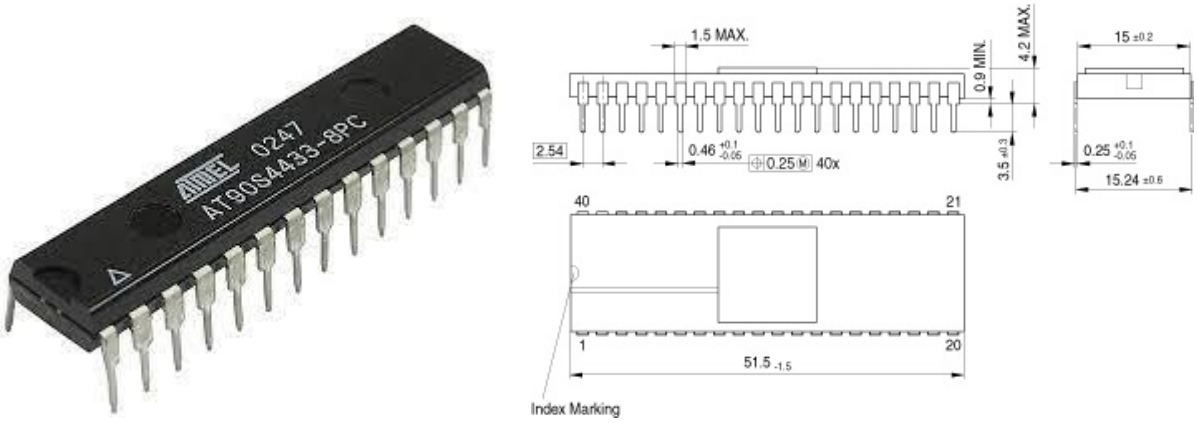

Рисунок 1.37 – Вигляд та розміри AT90S4433

Також обрано мікросхеми, які наведено у таблиці 1.5

Таблиця 1.5 – Мікросхеми джерела

Позначення на схемі	Назва	Функція
DA1	OPA544	Підсилення
DA2	КР142ЕН5А	Стабілізація напруги
DA3-DA6 VT1	AOT128B ILD5	Гальванічна розв’язка кіл – передачі сигналу без передачі напруги, для безконтактного керування та захисту

В кінці обрано трансформатор типу ТОТ, реле марок RM84 і RES49, резонатори кварцові Z1-Z2 марки HC-49S.

Під час процесу вибору елементної бази джерела було застосовано цілу низку інтернет-джерел, технічної документації та довідників

Обрані елементи характеризуються низьким економічним показником та характеризуються високим показником надійності. Елементи є стандартизованими і уніфікованими, що загалом полегшує процедуру спрощує ремонту та заміщеності.

1.5 Технологія виготовлення друкованої плати джерела

В даний час випускається кілька типів ДП, що мають різні конструктивні особливості: ДП односторонні, ДП двосторонні та ДП багатошарові ДП. Вони мають досить подібні прогресивні процеси в технології виготовлення, крім друкованих плат для вузлів НВЧ.

Для виготовлення ДП найчастіше використовують фольгований з однієї сторони або дух сторін склотекстоліт марки FR-4. Товщина матеріалу основи може бути $0{,}5-0{,}8$, $1{,}0$, $1{,}5$, $1{,}5$, $2{,}0$ мм. Товщина фольги: $18{,}35$ мкм. Чим товстіша фольга, тим ширше повинні бути провідники і тим більше повинен бути зазор між ними (за рахунок явища бічного підтравлення).

Фольгований діелектрик повинен відрізнятися високим значенням фольги адгезії до підкладки, в т.ч. під впливом високої температури. Також він повинен мати високий об'ємний і поверхневий електричний опір, високу температуру склування і стабільність геометричних розмірів.

До базових матеріалів відноситься і фоторезист - рідкий або плівковий матеріал, що має чутливість до ультрафіолетового випромінювання. Фоторезист під впливом світла повинен або зазнавати фотополімеризації, або фотодеструкції (залежно від типу). Найчастіше застосовується сухий плівковий фоторезист, який складається з 3-х шарів: захисної поліетиленової

плівки, середнього шару, чутливого до УФ-випромінювання та зовнішньої оптично прозорої лавсанової плівки, призначеної для захисту фоторезиста від окиснення на повітрі.

Технологічні методи виготовлення ДП, а їх розроблено понад 20, базуються на двох напрямках отримання провідного матеріалу плати:

– субтрактивне, віднімання або вибіркове видалення провідного матеріалу на фольгованому діелектрику;

- адитивний, додавання або вибіркове нанесення провідного матеріалу на чистий діелектрик.

Відповідно до цього для виготовлення ОДП і ДДП найбільш поширеними є три методи виготовлення ДП:

- хімічний;

- електрохімічний або напівадитивний;

- комбінований позитивний.

Комбінований позитивний є найпоширенішим поряд із комбінованим методом виготовлення ДП. Його суть зводиться до того, що травлення малюнка здійснюється після того, як отвори вже металізовані. При цьому для їх з'єднань з катодом застосовується ще невитравлена фольга, яка розміщується на поверхні плати.

Перевагою зазначеного методу є відмінна адгезія провідників, підвищений рівень надійності отворів монтажу та переходів, високі електроізоляційні характерні особливості. Остання особливість обґрунтовується тим, що в процесі тривалої обробки в агресивно хімічним розчином діелектрична основа стає фольго-захищеною.

Метод комбінований позитивний базується на хімічному та електрохімічному методах та є основним при виготовленні двосторонніх ДП (рис.1.38).

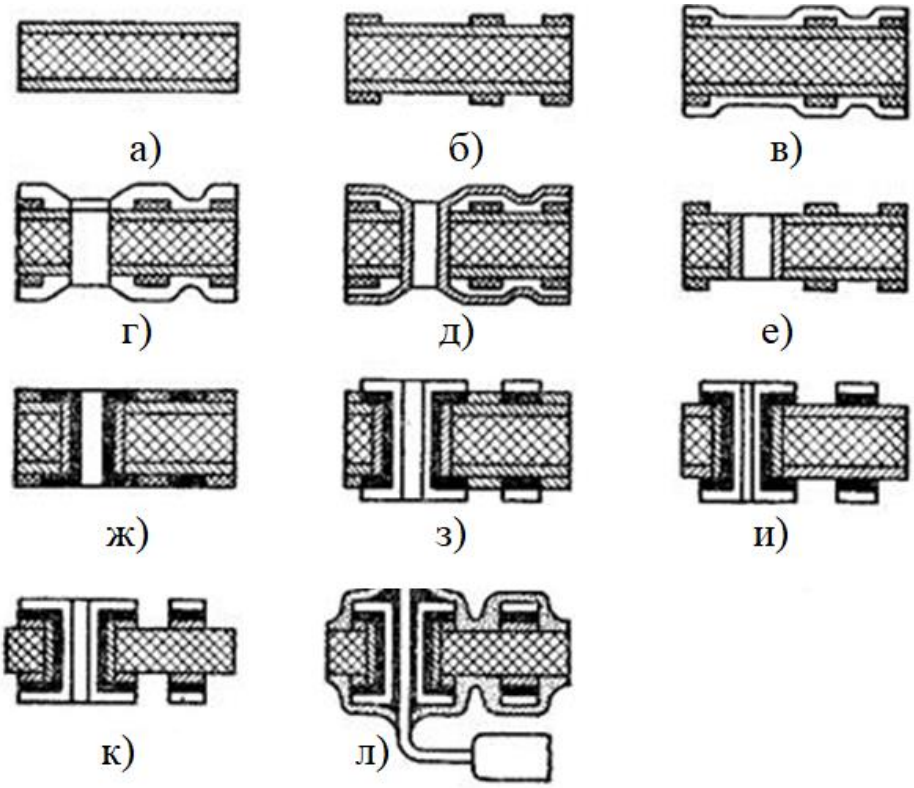

Рисунок 1.38 - Операції методу позитивного комбінованого:

На рис.1.38 відображено такі операції технологічного процесу:

а –ДП із діелектрика фольгованого;

б – процес нанесення резистивного малюнка друкованого;

в – процес нанесення лаку;

г – процес отворного свердління для монтажу та переходів в платі;

д – процес хімічного міднення;

е – процес видалення сорочки лакової;

ж – процес міднення гальванічного;

з – процес нанесення захисту;

и – процес видалення резиста;

к – процес травлення малюнка; л – процес пайки виводів елементів та лакування ДП

Комбінований позитивний метод, оскільни він дозволяє виготовляти двосторонні ДП з металізацією отворів із фольгованого діелектрика. Крім

того, він дає змогу виконувати плати з насиченим друкованим монтажем і має високу точність, що позитивно позначається на габаритах готової ДП.

1.6 Забезпечення вимог по надійності джерела

Надійність елементів джерела є фактором, що впливає на інтенсивність відмови джерела загалом. Показник інтенсивності відмови є залежним від конструктивного рішення якісних показників виготовлення, від умови експлуатування та від навантаження в схемі джерела. Процес впливу факторів ззовні на надійність елементів джерела оцінюється із застосуванням коефіцієнту навантажувального, який є відношенням значення по факту до номінального. Оскільки потужність номінальна резисторів в схемі джерела рівна 0,125 Вт, а по факту 0,05 Вт, тому коефіцієнт є рівним:

$$K_P = \frac{P_Ф}{P_H} = \frac{0{,}05}{0{,}125} = 0.4 \qquad (1.23)$$

При значені номіналу напруги конденсаторів $U_H = 20\ B$ та фактичній на рівні $U_Ф = 5\ B$ значення коефіцієнту навантаження за рівнем напруги рівний

$$K_P = \frac{P_Ф}{P_H} = \frac{5}{20} = 0.25\,.$$

При позитивному прирості значення коефіцієнта навантаження значення інтенсивності відмови елементів росте.

В табл. 1.6 наведено елементи з інтенсивностями відмови.

Таблиця 1.6 – Елементи та їх відмови

Елемент	К-ть	λ_0, 1/год	$\lambda_0^{/}$
Кварцовий резонатор	2	$0{,}75\cdot10^{-6}$	$1{,}5\cdot10^{-6}$
Роз'єм	4	$0{,}0375\cdot10^{-6}$	$0{,}15\cdot10^{-6}$
Перемикач	1	$0{,}2\cdot10^{-6}$	$0{,}2\cdot10^{-6}$
Конденсатор електролітичний	8	$0{,}785\cdot10^{-6}$	$6{,}3\cdot10^{-6}$
Конденсатор керамічний	20	$0{,}455\cdot10^{-6}$	$9{,}1\cdot10^{-6}$
Резистор постійний	47	$1{,}15\cdot10^{-6}$	$54\cdot10^{-6}$
Транзистор кремнієвий	24	$2\cdot10^{-6}$	$48\cdot10^{-6}$
Трансформатор	3	$1{,}2\cdot10^{-6}$	$3{,}6\cdot10^{-6}$
Діод	29	$0{,}7\cdot10^{-6}$	$20{,}3\cdot10^{-6}$
Стабілітрон	1	$0{,}7\cdot10^{-6}$	$0{,}7\cdot10^{-6}$
Котушка	13	$0{,}6\cdot10^{-6}$	$1{,}8\cdot10^{-6}$
Реле	2	$0{,}7\cdot10^{-6}$	$1{,}4\cdot10^{-6}$
ІМС	8	$2{,}5\cdot10^{-6}$	$20\cdot10^{-6}$
Пайки	315	$0{,}01\cdot10^{-6}$	$3{,}15\cdot10^{-6}$
ДП	1	$0{,}1\cdot10^{-6}$	$0{,}1\cdot10^{-6}$
Усього	-	-	$170{,}3\cdot10^{-6}$

Значення інтенсивності відмови елементів джерела рівне:

$$\lambda = \sum \lambda_0^{|} = 135{,}2 \cdot 10^{-6} \left(\frac{1}{\text{год}} \right); \qquad (1.24)$$

Значення середнього відмовного напрацювання рівне:

$$T_{CEP} = \frac{1}{\lambda} = 5871{,}9 \text{ (год)};$$

Значення ймовірності безвідмовного функціонування є залежним від часового проміжку t_p впродовж якого джерело має безвідмовно функціонувати:

$$P(t) = e^{-\lambda t_p} = e^{-170{,}3\cdot10^{-6}\cdot6000} = 0{,}362; \qquad (1.25)$$

Величина ймовірності безвідмовного функціонування відображає, яка частина джерела буде функціонувати коректно впродовж часу t_p спостереження.

Надійність джерела передусім залежить від надійності і кількості застосованих в ньому елементів. При проектуванні джерела варто здійснити оцінювання щодо правильності розробленої схеми і конструктивних рішень джерела.

Базуючись даними щодо кількості та надійності елементів одержано значення показників:

$$\lambda = 170{,}3 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{год}}, \qquad T_{CEP} = 5871{,}9 \text{ (год)};$$

Обчисленому значенню T_{CEP} за $t_P = 7000$год для джерела значення ймовірності рівне $P(t) = e^{-\lambda t_P} = 0{,}362$.

Проаналізовано яким чином буде змінюватися значення ймовірності коли використати заміщеність навантажувальну чи не навантажувальні шляхом резервування при кратності *m=1*:

$$P(t)_{НАВАНТ.} = 1-(1-P(t))^2 = 1-(1-0{,}362)^2 = 0{,}593,$$

$$P(t)_{НЕНАВАН.} = P(t) \cdot \left(1 + \frac{t_p}{T_{сер}}\right) = 0{,}362 \cdot (1 + \frac{7000}{5871{,}9}) = 0{,}793.$$

Величини значень $T_{ср}$ *і* λ повинні мати джерело для отримання ідентичної ймовірності P за відсутністю резервувань:

- $P(t) = 0{,}793$:

$$\lambda = -\frac{\ln P(t)_{P\ НЕНАВАН.}}{t_P} = -\frac{\ln 0{,}793}{7000} = 3{,}31 \cdot 10^{-5} \left(\frac{1}{\text{год}}\right); \qquad (1.26)$$

$$T_{ер} = \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{3{,}31 \cdot 10^{-5}} = 30181{,}25(\text{ год}); \quad (1.27)$$

- $P(t) = 0{,}593$:

$$\lambda = -\frac{\ln P(t)_{P\ НАВАН.}}{t_P} = -\frac{\ln 0{,}593}{7000} = 7{,}46 \cdot 10^{-5}\ \frac{1}{\text{год}}; \quad (1.28)$$

$$T_{ср} = \frac{1}{\lambda_2} = \frac{1}{1{,}46 \cdot 10^{-4}} = 13395{,}57\,(\text{год}); \quad (1.29)$$

Резерви забезпечують незначний приріст надійності джерела. Ідентичний ефект досягається при двократному збільшенні ваги і габаритних розмірів джерела шляхом пониження показника інтенсивності відмови джерела до трьох разів. Високий показник надійності джерела є залежний від коректності спостережень і дотримання необхідних умов експлуатування; від завчасно-якісного здійснення профілактики та ремонтних робіт.

1.7 Висновки до розділу 1

Описано етапи проектування джерела безперебійного живлення для телекомунікацій, а саме реалізовано схему структурну електричну, на базі якої було здійснено процес проектування схеми принципової електричної. Для вибору елементної бази джерела здійснено розрахунок вузлів схеми принципової електричної.

Описано технологічний процес виготовлення друкованої плати джерела та приведено розрахунки його надійності.

2 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

2.1 Регіональні системи управління охороною праці

Регіональна система управління охороною праці (РСУОП) в області (районі, місті, районі у місті, селищі, селі) — це комплекс органів управління адміністративно-територіальною одиницею, який на підставі чинних нормативно-правових актів здійснює цілеспрямовану, планомірну діяльність щодо виконання встановлених завдань роботи з охорони праці з метою забезпечення здоров'я і працездатності працівників підприємств, установ і організацій на підпорядкованій території.

Обласна РСУОП є підсистемою єдиної державної системи управління охороною праці. Вона включає місцеві органи виконавчої влади, виконавчі органи рад, Фонд соціального страхування від нещасних випадків, органи Держнаглядохоронпраці, інші державні наглядові інспекції, профспілки, асоціації спеціалістів охорони праці, підприємства, установи й організації, які здійснюють управління процесом запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням, аваріям і пожежам на підприємствах, в установах, організаціях області.

На територіальному рівні РСУОП є цільовою підсистемою загальної системи управління адміністративно-територіальною одиницею (областю, районом, містом, районом у місті, селищем, селом). Ця система повинна в процесі функціонування забезпечувати підготовку, прийняття і реалізацію рішень щодо здійснення правових, організаційних, соціально-економічних, науково-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на забезпечення здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Згідно з Законом України "Про охорону праці" служба охорони праці створюється роботодавцем для організації виконання правових,

організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям у процесі праці.

Служба охорони праці створюється на підприємствах з кількістю працюючих 50 і більше осіб.

На підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва (суміщення) особи, які мають відповідну підготовку.

На підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають відповідну підготовку.

Основні завдання служби охорони праці:

• забезпечення фахової підтримки рішень роботодавця з питань охорони праці;

• забезпечення безпеки виробничих процесів, устаткування, будівель і споруд;

• забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту;

• професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці;

• вибору оптимальних режимів праці й відпочинку працівників;

• інформування та надання роз'яснень працівникам підприємства з питань охорони праці.

Функції служби охорони праці:

а) опрацювання ефективної цілісної системи управління охороною праці;

б) оперативно-методичне керівництво роботою з охорони праці;

в) участь у складанні комплексних заходів щодо поліпшення безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

г) проведення для працівників вступного інструктажу з охорони праці;

д) розгляд фактів наявності небезпечних виробничих ситуацій у разі відмови з цих причин працівників від виконання дорученої роботи;

е) організація забезпечення підрозділів правилами, стандартами, нормами, інструкціями з охорони праці; розробка планів роботи підприємства щодо створення безпечних і здорових умов праці тощо;

є) участь у розслідуванні нещасних випадків, профзахворювань, аварій;

ж) контроль за дотриманням чинного законодавства, міжгалузевих, галузевих стандартів, нормативних актів та інструкцій з охорони праці, виконання робіт з охорони праці у підрозділах; забезпечення працюючих засобами захисту тощо;

Права працівників служби охорони праці:

• представляти підприємство в державних і громадських установах при розгляді питань охорони праці;

• безперешкодно відвідувати виробничі об'єкти, зупиняти роботу виробництв у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих;

• одержувати від посадових осіб необхідні відомості, документи і пояснення з питань охорони праці;

• перевіряти стан безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, видавати керівнику об'єкта, що перевіряється, обов'язковий для виконання припис;

• вимагати від посадових осіб відсторонення від роботи працівників, які не пройшли медичного огляду, навчання, інструктажу з охорони праці;

• надсилати керівникові підприємства подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги з охорони праці;

• порушувати клопотання про заохочення працівників, які беруть активну участь у підвищенні безпеки та покращенні умов праці.

2.2 Комплекс заходів щодо запобігання та мінімізації наслідків надзвичайних ситуацій на промисловому об’єкті

Надзвичайні ситуації природного характеру – це наслідки небезпечних геологічних, метеорологічних, гідрологічних, морських та прісноводних явищ, деградації ґрунтів чи надр, природних пожеж, змін стану повітряного басейну, інфекційних захворювань людей, сільськогосподарських тварин, масового ураження сільськогосподарських рослин хворобами чи шкідниками, зміни стану водних ресурсів та біосфери тощо.

Надзвичайні ситуації природного характеру класифікують за ознаками, які наведено на рис. 2.1.

На території України можливе виникнення практично всього спектра небезпечних природних явищ і процесів геологічного, гідрогеологічного та метеорологічного походження.

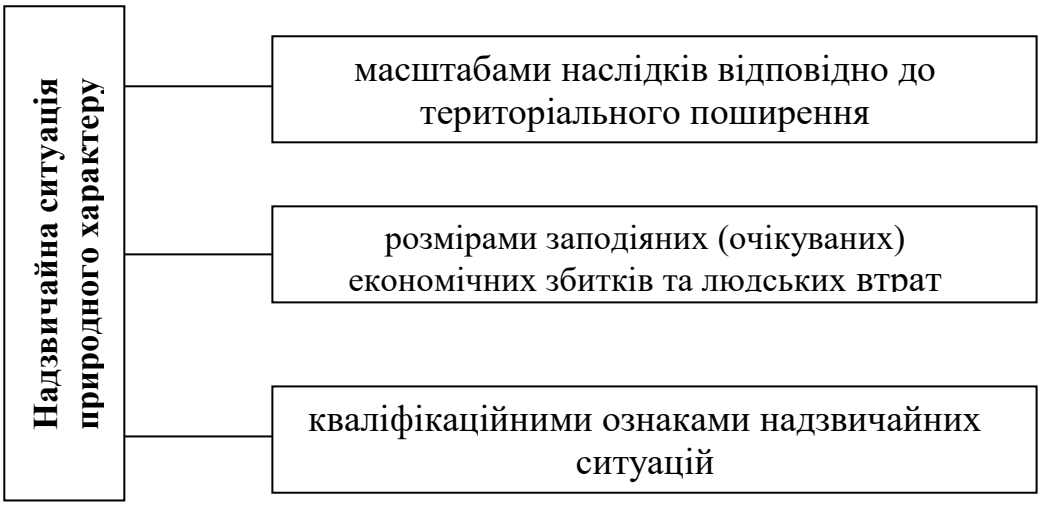

Рисунок 2.1 – Класифікаційні ознаки надзвичайних ситуацій

Відповідно до розділу IV «Кодексу цивільного захисту України» основними заходами у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій природного характеру є:

1) інформування та оповіщення;

2) спостереження;

3) укриття та захист споруд;

4) евакуаційні заходи;

5) інженерний захист;

6) медичний захист.

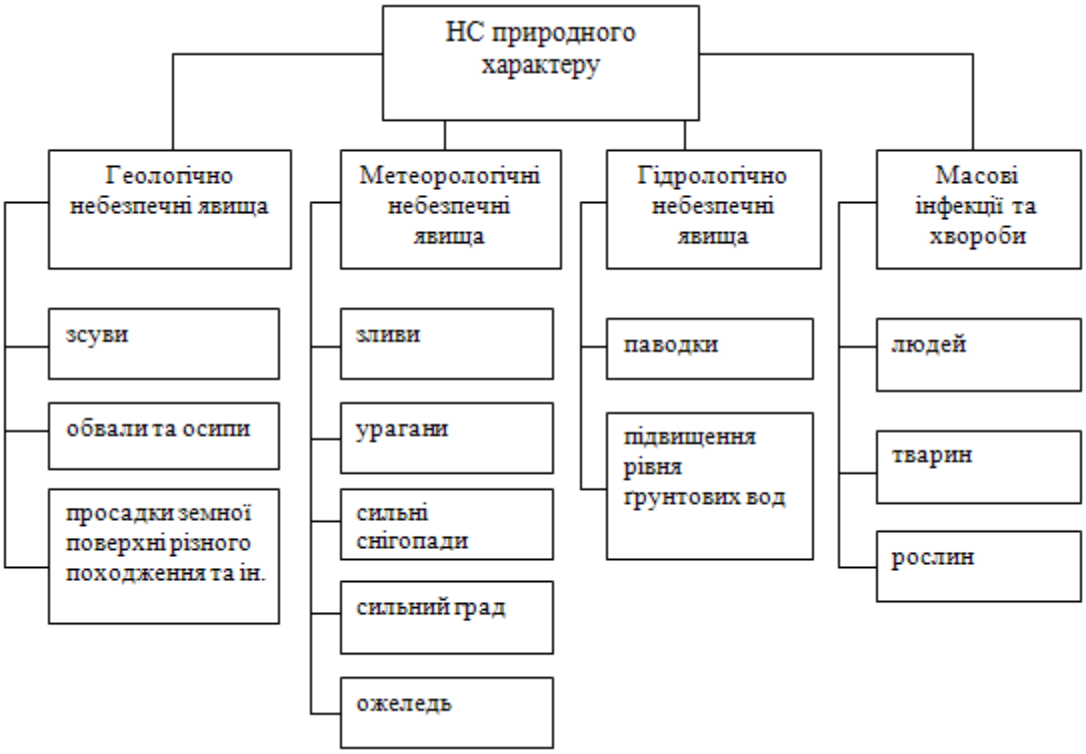

Рисунок 2.2 – Надзвичайні ситуації природного характеру України

Інформування та оповіщення у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій природного характеру є основним принципом та головним і невід'ємним елементом усієї системи заходів такого захисту.

Інформацію у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій природного характеру становлять відомості про надзвичайні ситуації природного характеру, що прогнозуються або виникли, з визначенням їх класифікації, меж поширення і наслідків, а також способи та методи реагування на них.

Центральні та місцеві органи виконавчої влади, виконавчі органи рад зобов'язані надавати населенню через засоби масової інформації оперативну і достовірну інформацію про стан захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій природного характеру, про виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру, методи та способи їх захисту, вжиття заходів щодо забезпечення безпеки.

Оповіщення про загрозу виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру і постійне інформування населення про них забезпечуються шляхом:

1) завчасного створення і підтримки в постійній готовності загальнодержавної і територіальних автоматизованих систем централізованого оповіщення населення;

2) організаційно-технічного з'єднання територіальних систем централізованого оповіщення і систем оповіщення на об'єктах господарювання;

3) завчасного створення та організаційно-технічного з'єднання з системами спостереження і контролю постійно діючих локальних систем оповіщення та інформування населення в зонах можливого катастрофічного затоплення, районах розміщення радіаційних і хімічних підприємств, інших об'єктів підвищеної небезпеки;

4) централізованого використання загальнодержавних і галузевих систем зв'язку, радіопровідного, телевізійного оповіщення, радіотрансляційних мереж та інших технічних засобів передавання інформації.

Спостереження. З метою своєчасного захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, запобігання та реагування на них відповідними центральними та місцевими органами виконавчої влади здійснюються:

1) створення і підтримання в постійній готовності загальнодержавної і територіальних систем спостереження і контролю з включенням до них існуючих сил та засобів контролю;

2) організація збирання, опрацювання і передавання інформації про стан довкілля, забруднення харчових продуктів, продовольчої сировини, фуражу, води радіоактивними, хімічними речовинами, мікроорганізмами та іншими біологічними агентами.

Укриттю в захисних спорудах, у разі необхідності, підлягає населення відповідно до його належності до груп (працююча зміна, населення, яке проживає в небезпечних зонах).

Створення фонду захисних споруд забезпечується шляхом:

1) комплексного освоєння підземного простору міст і населених пунктів для взаємопогодженого розміщення в ньому споруд і приміщень соціально-побутового, виробничого і господарського для укриття населення в разі виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру;

2) обстеження і взяття на облік підземних і наземних будівель та споруд, що відповідають вимогам захисту, споруд підземного простору міст, гірничих виробок і природних порожнин;

3) дообладнання з урахуванням реальної обстановки підвальних та інших заглиблених приміщень;

4) будівництва заглиблених споруд, які окремо розташовані від об'єктів виробничого призначення та пристосовані для захисту.

Евакуаційні заходи. В умовах неповного забезпечення захисними спорудами в містах та інших населених пунктах, що мають об'єкти підвищеної небезпеки, основним засобом захисту населення є евакуація.

Евакуації підлягає населення, яке проживає в населених пунктах, що знаходяться у зонах можливого катастрофічного затоплення, можливого виникнення стихійного лиха, аварій і катастроф (якщо виникає безпосередня загроза життю та здоров'ю людей).

Залежно від обстановки, яка склалася на час надзвичайної ситуації природного характеру, може бути проведено загальну або часткову евакуацію населення тимчасового або безповоротного характеру.

Загальна та часткова евакуація проводиться за рішенням Кабінету Міністрів України для всіх категорій населення.

Інженерний захист. Заходи інженерного захисту населення і території повинні передбачати:

1) врахування під час розроблення генеральних планів забудови населених пунктів і ведення містобудування можливих проявів у окремих регіонах та на окремих територіях небезпечних і катастрофічних явищ;

2) раціональне розміщення об'єктів підвищеної небезпеки з урахуванням можливих наслідків їх діяльності у разі виникнення аварій для безпеки населення і довкілля;

3) спорудження будинків, будівель, споруд, інженерних мереж і транспортних комунікацій із заданими рівнями безпеки та надійності;

4) створення комплексної схеми захисту населених пунктів та об'єктів господарювання від небезпечних природних процесів;

5) розроблення і здійснення регіональних та місцевих планів запобігання і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного характеру;

2.3 Висновки до розділу 2

У розділі проаналізовано питання регіональних систем управління охороною праці та комплексу заходів щодо запобігання та мінімалізації наслідків НС природного та техногенного характеру

Висновки

В процесі виконання роботи описано етапи базові етапи життєвого циклу джерела безперебійного живлення для телекомунікацій.

За результатами проведено аналізу існуючих джерел безперебійного живлення, які використовуються для телекомунікаційних систем та телекомунікацій, констатована необхідність розробки нового джерела, яке забезпечувало б високі техніко-економічні характеристики та мало можливість під’єднання додаткової батареї та активувати її при відсутності напруги живлення в електромережі.

Описано етапи проектування джерела безперебійного живлення для телекомунікацій, а саме реалізовано схему структурну електричну, на базі якої було здійснено процес проектування схеми принципової електричної. Для вибору елементної бази джерела здійснено розрахунок вузлів схеми принципової електричної.

Розроблено друкований вузол та друковану плату із використанням засобів САПР, а також описано технологічний процес виготовлення друкованої плати джерела та приведено розрахунки його надійності.

Список використаних джерел

1. Аналіз засобів функціонувального ураження електротехнічних засобів комплексів озброння військової техніки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.hups.mil.gov.ua/periodic-app/author/711;

2. Вибір стабілізатора напруги [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://life-prog.ru/ukr/1_826_kompensatsIynI-ta-ImpulsnI-stabIlIzatori.html ;

3. Джерела безперебійного живлення (ДБЖ) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.sven.fi/ua/press/publications/detail.php?id=6925;

4. Джерела безперебійного живлення телекомунікаційних і комп`ютерних систем [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.dut.edu.ua/uploads/l_15_52029249.pdf;

5. Джерело безперебійного живлення промислового контроллера b&r [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://studfiles.net/preview/6761086/ ;

6. Захист інформаційних систем від потужних електромагнітних випромінювань техніки Г.м Розорінов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://journals.dut.edu.ua/index.php/dataprotect/article/view/180;

7. Бєгун В.В., Науменко І.М. Безпека життєдіяльності (забезпечення соціальної, техногенної та природної безпеки: Навч. Посібник. К.: Видавництво УАННП “Фенікс”, 2004. 328с.

8. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник. Львів: УАД, 2006 – 336 с.

9. Загорський В.В. Метелиця А.О. Основи конструювання і технологія виробництва РЕА. онспект лекцій. Вінниця, 2006. 115с.

10. Захист інформаційних систем від потужних електромагнітних випромінювань [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://journals.dut.edu.ua/index.php/dataprotect/article/download/180/178;

11. Електроживлення без перебоїв [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://habr.com/company/ruvds/blog/319588/ ;

12. Лопухин А.А. Джерела безперебійного живлення без секретів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.twirpx.com/file/42131/ ;

13. Мережеві фільтри електроживлення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://works.doklad.ru/view/zFIplW2Y3ME/all.html;

14. Методичні рекомендації з оформлення кваліфікаційних робіт бакалавра за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / Дунець В.Л., Дедів І.Ю., Хвостівський М.О. Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021, 72 с.

15. Мікропроцесорна техніка: Підручник / Ю.І. Якименко, Т.О. Терещенко, Є.І. Сокол та ін. За ред. Т.О. Терещенко.- 2-ге вид.,- К: ІВЦ «Видавництво «Політехніка»; «Кондор», 2004.416 с.

16. Навантаження в енергосистемі України та чому його треба оптимізовувати [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nadvirnamr.gov.ua/news/navantazhennya-v-enerhosystemi-ukrajiny-ta-chomujoho-treba-optymizovuvaty/;

17. Найбільш поширені проблеми мережі і необхідність використання ИБП для серверного, промислового і іншого устаткування. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://pcm.ru/support/tech/6812 ;

18. Перешкоди в мережі електроживлення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.epos.ua/view.php/about_pubs_archive?subaction=showfull&id=1013724000&archive=&start_from=&ucat=3&;

19. Основні параметри вибору UPS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://pcm.ru/support/tech/6815

20. Параметри параметричних стабілізаторів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://vinur.com.ua/aboutus/usefull-info/articles/238-stabilizatorynapryazheniya-preimushestva-nedostatki;

21. Програмне управління ДБЖ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://itc.ua/articles/programmy_upravleniya_ibp_obzor_reshenij_shesti_proizvoditelej_4762/;

22. Призначення та класифікація стабілізаторів, принцип їх дії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://knowledge.allbest.ru/radio/3c0b65635a3ad78a5c53b88421216c36_0.html;

23. Призначення джерел безперебійного живлення [Електронний ресурс]. Режим доступу: ua-referat.com/Призначення джерел безперебійного живлення;

24. Яворський Б.І. Теоретичні основи побудови електронних апаратів та систем [навчальний посібник] / Б.І. Яворський, Є.Б. Яворська. – Тернопіль: ТДТУ імені Івана Пулюя, 2004. – 410 с.

25. SC250RMI1U Rack Mount 1U [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.se.com/ww/en/product/SC250RMI1U/apc-smartups-sc-250va-230v-rackmount-1u-4x-iec-60320-c13-2x-iec-jumpers-outlets/

26. Smart-Vision P ™ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://smartvision.ua/

27. BF350-GR [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.se.com/ua/uk/product/BF350-GR/apc-backups-es-350va/

ДОДАТКИ

Додаток А

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедрою РТ
_____ к.т.н. Дунець В.Л.
“____”_____2022 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «Джерело безперебійного живлення для телекомунікацій»

Узгоджено:
Керівник роботи
д.т.н., проф., проф. каф. РТ
Яворський Б.І._____
“____”_____2022р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАс-41
Островський В.О._____
“____”_____2022р.

Тернопіль, 2022

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “Джерело безперебійного живлення для телекомунікацій”

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

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Островський В.О. групи РАс-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка джерела безперебійного живлення для телекомунікацій, що включає в себе:

- розробка схемотехнічного рішення джерела;
- розрахунок і вибір елементів для оптимальної роботи джерела;
- Розробка друкованого вузла та плати друкованої джерела.

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

Пейджер повинен відповідати наступним вимогам:

4.1 Вихідна потужність 600 Вт;

4.2 Значення вхідної напруги 220 В±10%;

4.3 Вхідна частота 50 Гц±5%;;

4.4 Діапазон змін вхідної напруги при роботі від електромережі +20/-30%;

4.5 Діапазон стабілізації вихідної напруги при живленні від батареї ±1.5%;

4.6 Час перемикання на батарею не меншим 1 мс;

4.7 Час резервування (резервного живлення) від батарей при 100% навантаженні не меншим 25 хв;

4.8 Час заряду батарей до рівня 90% від номінального не більшим 4 год;

4.9 Час встановлення робочого режиму не перевищує 2 с;

4.10 Кліматичні умови при експлуатації повинні бути наступними: температура навколишнього середовища від +10 до +35 °С (при нормальному значенні відносної вологості 80% при температурі 25 °С) атмосферний тиск 96.3 – 105.3 кПа (730 – 790 мм.рт.ст.).

4.11 Час встановлення робочого режиму повинен не перевищує 3 сек;

4.12 Вимоги до умов експлуатації джерела повинні бути:

- Кліматичні умови за ГОСТ 15150-69, УХЛ 4,1;
- Температура навколишнього середовища від +10◦С до + 35◦С
- Відносна вологість повітря 80 % при t=25◦С

Примітка: габаритні розміри джерела уточняються 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 джерела;
- електрична принципова схема джерела;
- друкована плата джерела;
- друкований вузол джерела.

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	01.03.2022
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи	15.03.2022
3	Розробка структурної схеми джерела	25.03.2022
4	Розробка схеми електричної принципової джерела	10.04.2022
5	Розрахунок основних вузлів джерела	20.04.2022
6	Вибір елементної бази для розроблюваного джерела	01.05.2022
7	Компоновка друкованого вузла джерела	15.05.2022
8	Створення допоміжної документації	30.05.2022
9	Розділ охорони праці та безпеки життєдіяльності	03.06.2022
10	Нормоконтроль	06.06.2022
11	Перевірка на антиплагіат	06.06.2022
12	Попередній захист КР	07.06.2022
13	Захист КР	22.06.2022

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

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

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

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
.			
	Конденсатори		
C1,C2	CC4-82пФ±5%	2	
C3,C4	CC4-0,1мкФ±5%	2	
C5,C17	CC4-2-L12B8.6-0,1мкФ±5%	2	
C6-C9	CC4-0,1мкФ±5%	4	
C20,C21	CC4-0,1мкФ±5%	2	
C10,C11	JRB-L12B8.6-0,1мкФ±5%	2	
C12,C13	JRB-250B-100мкФ±5%	2	
C14,C18	CC4-2-L12B8.6-0,1мкФ±5%	2	
C15,C25	JRB-250B-100мкФ±5%	2	
C16,C23	CC4-2-L12B8.6-0,1мкФ±5%	2	
C19	JRB-250B-100мкФ±5%	1	
C22	JRB-220мкФ-16B±5%	1	
C24	JRB-2200мкФ-25B±5%	1	
C26	JRB-220мкФ-16B±5%	1	
C27	JRB-2200мкФ-25B±5%	1	
C30	CC4-2-L12B8.6-1мкФ±5%	1	
C6-C9	CC4-22пФ±5%	2	
	Резистори		
R1	MF-12-0.125-10кОм±5%	1	
R2	MF-12-0.125-30кОм±5%	1	
R3	MF-12-0.5-100кОм±5%	1	
R4	MF-12-0.5-47кОм±5%	1	
R5	MF-12-0.125-2,2кОм±5%	1	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОВО 2.087.001 ПЕЗ		
Розроб.		Островський В.О.			Джерело безперебійного живлення для телекомунікацій Перелік елементів	Літ.	Арк. 1 / Аркушів 5
Перевір.		Яворський Б.І.					
Н. Контр.		Марценюк А.С.				ТНТУ,ФПТ, гр. РАс-41	
Затверд.		Дунець В.Л.					
Рецензн.		Хвостівський М.					

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
R6	MF-12-0.125-4,7кОм±5%	1	
R7	MF-12-0.125-10кОм±5%	1	
R8	MF-12-0.125-5,6кОм±5%	1	
R9-R12	MF-12-0.125-10кОм±5%	4	
R13	MF-12-10-0,005 Ом±5%	1	
R14-R18	MF-12-0.125-10кОм±5%	5	
R19	MF-12-0.125-30кОм±5%	1	
R20,R21	MF-12-0.5-1кОм±5%	2	
R22,R23	MF-12-0.5-100 кОм±5%	2	
R24	MF-12-0.125-56 кОм±5%	1	
R25,R26	MF-12-0.125-91 кОм±5%	2	
R27,R28	MF-12-0.125-270Ом±5%	2	
R29,R30	MF-12-0.125-100 кОм±5%	2	
R31,R32	MF-12-0.125-91 кОм±5%	2	
R33,R34	MF-12-0.125-22 кОм±5%	2	
R35,R36	MF-12-0.125-91 кОм±5%	2	
R37	MF-12-0.125-270 Ом±5%	1	
R38	MF-12-2-47Ом±5%	1	
R39	MF-12-0.125-270 Ом±5%	1	
R40,R41	MF-12-0.125-100кОм±5%	2	
R42,R43	MF-12-0.125-91 кОм±5%	2	
R44,R45	MF-12-0.125-22 кОм±5%	2	
	Мікросхеми		
DA1	LM7805	1	
DA2	КР142ЕН5 бк0.348.290 ТУ	1	
DA3- DA6	АОТ128Б	4	
DD1	ILD5	1	
DD3	AT90S4433	1	ATMEL
DD2,DD5	DS1812D-5	1	DALLAS
DD4	MAX1109	1	MAXIM

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
DD4	AT89C2051	1	ATMEL
	Трансформатори		
T1	TOT4	1	
T2	TOT6	1	
T3	TOT8	1	
	Діоди		
VD1	HF08PB120	1	
VD2-VD5	1N4148	4	
VD6-VD9	HF08PB120	4	
VD10,VD11	1N4148	2	
VD12-	HF08PB120	11	
VD25	60EPU04	1	
VD26	HF08PB120	1	
VD27-VD29	60EPU04	3	
	Стабілітрони		
VD30	1N5569A	1	
	Транзистори		
VT1-VT3	BD233	1	
VT4-VT9	BC547	3	
VT10-VT14	GT50J102	5	
VT15,VT16	BC547	2	
VT17-VT19	GT50J102	3	

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
VT20,VT21	KT819B	2	
VT22,VT23	BC547	2	
VT24,VT25	KT819B	2	
	Перемикач		
S1	KM-150	1	
	Реле		
KA1	RM84	1	
KA2	RES49	1	
	Котушки		
L1	25мкГн, ±10%	1	
L2	10мкГн, ±10%	1	
L3	100мкГн, ±10%	1	
L4	80мкГн, ±10%	1	
L5	10мкГн, ±10%	1	
L6	40мкГн, ±10%	1	
L7	32мкГн, ±10%	1	
L8	27мкГн, ±10%	1	
L9	15мкГн, ±10%	1	
L10	25мкГн, ±10%	1	
L11	30мкГн, ±10%	1	
L12	50мкГн, ±10%	1	
L13	40мкГн, ±10%	1	
	Кварцовий резонатор		
Z1,Z2	HC-49S-4.3кГЦ	2	

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
	Роз'єми		
X1	XM-3	1	
X2	PLSR-2	1	
X3	PLSR-10	1	

			Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				Документація		
A1			ОВО 2.087.001 СК	Складальне креслення	1	
A4			ОВО 2.087.001 ПЕ3	Перелік елементів	1	
A1			ОВО 2.087.001 Е3	Схема електрична принципова	1	
				Деталі		
A1		1	ОВО 7.103.001	Плата друкована	1	
				Інші вироби		
				Конденсатори		
		2		CC4-82пФ±5%	2	C1,C2
		3		CC4-0,1мкФ±5%	2	C3,C4
		4		CC4-0,1мкФ±5%	2	C5,C17
		5		CC4-0,1мкФ±5%	4	C6-C9
		6		CC4-0,1мкФ±5%	2	C20,C21
		7		CC4-0,1мкФ±5%	2	C10,C11
		8		JBR-250В-100мкФ±5%	2	C12,C13,C19
		9		CC4-0,1мкФ±5%	2	C14,C18
		10		JBR-250В-100мкФ±5%	2	C15,C25
		11		CC4-0,1мкФ±5%	2	C16,C23
		12		JBR-220мкФ-16В±5%	2	C22,C26
		13		JBR-2200мкФ-25В±5%	1	C24,C27

					ОВО 2.087.001			
Змн.	Арк.	№ докум	Підп	Дат				
Розроб		Островський В.			Джерело безперебійного живлення для телекомунікацій	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Яворський Б.І.					1	4
Н. Контр.		Марценюк А.С				ТНТУ,ФПТ, гр. РАс-41		
Затверд.		Дунець В.Л.						
Рецензент		Хвостівський			Специфікація			

			Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				Мікросхеми		
		14		OPA544	1	DA1
		15		LM7805 (CDIL)	1	DA2
		16		АОТ128Б	4	DA3- DA6
		17		ILD5 (Philips)	1	DD1
		18		AT90S4433 (ATMEL)	1	DD3
		19		DS1812D-5 (DALLAS)		DD2, DD5
		20		MAX1109 (MAXIM)		DD4
		21		AT89C2051 (ATMEL)		DD5
				Резистори		
		22		MF-12-0.125-200кОм±5%	1	R29, R30
		23		MF-12-0.5-100кОм±5%	1	R3, R14
		24		MF-12-0.125-90кОм±5%	1	R42
		25		MF-12-0.125-55кОм±5%	1	R45
		26		MF-12-0.125-50кОм±5%	1	R39
		27		MF-12-0.5-47кОм±5%	1	R4
		28		MF-12-0.125-33кОм±5%	1	R25
		29		MF-12-0.125-12кОм±5%	1	R37
		30		MF-12-0.125-10кОм±%	1	R8-R11,R13,R27,R33
		31		MF-12-0.125-9,1кОм±5%	1	R6,R7,R12
		32		MF-12-0.125-5,1кОм±5%	1	R1,R2,R5,R15,R43
		33		MF-12-0.125-5кОм±5%	1	R22,R41
		34		MF-12-0.125-2кОм±5%	1	R21
		35		MF-12-0.125-1,2кОм±5%	1	R23
		36		MF-12-0.125-1кОм±5%	1	R20,R24,R26,R28,
		37		MF-12-0.125-91 кОм±5%		R31,R32,R34-R36,R40
		38		MF-12-0.125-270Ом±5%	1	R16,R17,R19
		39		MF-12-2-47Ом±5%	1	R38
		40		MF-12-0.125-40Ом±5%	1	R18

			Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				Трансформатори		
		40		TOT4		T1
		41		TOT6		T2
		42		TOT8		T3
				Діоди		
		43		HF08PB120	18	VD1,VD6-VD9,VD12-VD24,
		44		1N4148	6	VD2-VD5,VD10,VD11
		45		60EPU04	3	VD25,VD27-VD29,
				Стабілітрони		
		46		1N5569A	1	VD30
				Транзистори		
		47		BD233	2	VT1-VT3,
		48		BC547	10	VT4-VT9,VT15,VT16, VT22, VT23
		49		GT50J102	7	VT10-VT14,VT18,T19,
		50		KT819B		VT20
				Перемикач		
		51		KM-150	1	S1
				Реле		
		52		RM84	1	KA1
		53		RES49	1	KA2
				Котушки		
		54		25мкГн, ±10%	1	L1
		55		10мкГн, ±10%	1	L2

			Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
		56		100мкГн, ±10%	1	L3
		57		80мкГн, ±10%	1	L4
		58		10мкГн, ±10%	1	L5
		59		40мкГн, ±10%	1	L6
		60		32мкГн, ±10%	1	L7
		61		27мкГн, ±10%	1	L8
		62		15мкГн, ±10%	1	L9
		63		25мкГн, ±10%	1	L10
		64		30мкГн, ±10%	1	L11
		65		50мкГн, ±10%	1	L12
		66		40мкГн, ±10%	1	L13
				Кварцовий резонатор		
		67		HC-49S-4.3кгЦ	1	Z1, Z2
				Роз'єм		
		68		PLSR-2	1	X1
		69		PLSR-2	1	X2
		70		PLSR-10	1	X3