

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ЗАПОРІЗЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-
НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. Потебні**

**Кафедра електроніки, інформаційних систем та програмного
забезпечення**
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота
перший (бакалаврський)
(рівень вищої освіти)

на тему «Розробка системи аварійного живлення для освітлювачів приміщень»

Виконав: студент (ка) III курсу, групи 6.1530-с
спеціальності 153 Мікро- та наносистемна
техніка

(код і назва спеціальності)

освітньої програми Мікро- та наносистемна
техніка

(код і назва освітньої програми)

В.О. Сологуб

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент кафедри ЕІСПЗ, доцент, к.ф.-м.н.,
Світанько М.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент завідувач кафедри електричної
інженерії та кіберфізичних систем ІННІ
ім. Ю.М. Потебні ЗНУ, професор, д.т.н.,
Коваленко В.Л.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2023

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ
ІНСТИТУТ ім. Ю.М. Потебні**

Кафедра електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
(перший (бакалаврський) рівень)

Спеціальність Мікро- та наносистемна техніка
(назва)

Освітня програма 153 Мікро- та наносистемна техніка
(шифр, назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕІСПЗ

Т.В. Критська

«15» червня 2023 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Сологубу Владиславу Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи бакалавра Розробка системи аварійного живлення для освітлювачів приміщень

керівник кваліфікаційної роботи бакалавра Світанько М.В., к.ф.-м.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “29” грудня 2022 року № 1893-с

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи бакалавра 15 червня 2023 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи бакалавра Вхідна напруга до 220 В,
вихідна напруга від 220 В, Proteus, Electronics Workbench

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Електричні перетворювачі у відновлювальних джерелах енергії 2. Розробка перетворювача напруги з високим коефіцієнтом енергоефективності за топологією SEPIC 3. Охорона праці та техногенна безпека при розробці перетворювача напруги з високим коефіцієнтом енергоефективності за топологією SEPIC

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

1. Структурна схема системи аварійного живлення 2. Схема керування батареї системи аварійного живлення 3. Моделювання перехідного процесу на смісних елементах батареї системи аварійного живлення

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи бакалавра

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>I</i>	<i>Світанько М.В., доцент каф. ЕІСПЗ</i>	<i>29.12.2022</i>	<i>30.01.2023</i>
<i>II</i>	<i>Світанько М.В., доцент каф. ЕІСПЗ</i>	<i>29.12.2022</i>	<i>30.05.2023</i>
<i>III</i>	<i>Світанько М.В., доцент каф. ЕІСПЗ</i>	<i>29.12.2022</i>	<i>30.05.2023</i>

7. Дата видачі завдання 29.12.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Примітка
<i>1.</i>	<i>Літературний огляд</i>	<i>29.12.2022 – 30.01.2023</i>	
<i>2.</i>	<i>Розрахункова частина</i>	<i>29.12.2022 – 30.05.2023</i>	
<i>3.</i>	<i>Розробка заходів із охорони праці та техногенної безпеки</i>	<i>29.12.2022 – 14.05.2023</i>	
<i>4.</i>	<i>Розробка графічної частини роботи</i>	<i>02.05.2023 – 30.05.2023</i>	
<i>5.</i>	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>02.05.2023 – 10.06.2023</i>	
<i>6.</i>	<i>Нормоконтроль</i>	<i>02.05.2023 – 15.06.2023</i>	

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

Керівник роботи (проекту) _____ Світанько М.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ Верьовкін Л.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Реферат

Дипломна робота містить 65 сторінок, 22 рисунки, 4 таблиці, 20 посилань на літературу.

Об'єкт дослідження – системи безперебійного резервного електропостачання.

Мета роботи – розробка системи аварійного живлення для освітлювачів приміщень.

Задачі роботи: виконати математичне та схемотехнічне моделювання системи аварійного живлення для освітлювачів приміщень.

Методика досліджень – моделювання приладу за допомогою програмного забезпечення PROTEUS, ELECTRONICS WORKBENCH.

Короткий виклад результатів досліджень – виконано розрахунки та схемотехнічне моделювання системи аварійного живлення з подвійним перетворенням для освітлювачів приміщень.

Результати впроваджень – система пройшла апробацію на кафедрі електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення.

Прогнозні пропозиції – рекомендується для впровадження в мікроелектронних інформаційних та енергозберігаючих технологіях.

ДЖЕРЕЛО БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ, ІНВЕРТОР, БАТАРЕЯ АКУМУЛЯТОРІВ, МІКРОКОНТРОЛЕР, PROTEUS, ELECTRONICS WORKBENCH.

Дипломну роботу виконано на кафедрі електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення з 29.12.2022 р. по 15.06.2023 р.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	6
1. Системи електропостачання із джерелами безперебійного живлення...	7
1.1 Системи безперебійного резервного електропостачання	7
1.2 Автономні джерела резервного електропостачання	8
1.3 Критерії вибору системи безперебійного резервного електропостачання	11
1.4 Джерела безперебійного живлення (ДБЖ).....	13
1.4.1 Загальна характеристика ДБЖ	13
1.4.2 Функції ДБЖ	14
1.4.3 Типи ДБЖ та їх характеристики	15
1.4.4 ДБЖ (UPS) безперервної дії з подвійним перетворенням	21
2. Розробка системи аварійного живлення для освітлювачів приміщень...	25
2.1 Структурна схема системи аварійного живлення	25
2.2 Розробка випрямляча системи аварійного живлення	27
2.3 Розробка інвертора системи аварійного живлення	29
2.4 Розробка статичного перемикача системи аварійного живлення	32
2.5 Батарея системи аварійного живлення.....	36
2.6 Моделювання перехідного процесу на ємнісних елементах батареї системи аварійного живлення.....	44
3 Охорона праці та техногенна безпека при розробці системи аварійного живлення для освітлювачів приміщень.....	51
3.1 Характеристика потенційних шкідливих та небезпечних виробничих факторів	51
3.2 Заходи з поліпшення умов праці	52
3.3 Виробнича санітарія.....	53
3.4 Електробезпека.....	56

3.5 Протижежна безпека. Техногенна безпека.....	58
Висновки та рекомендації.....	62
Перелік посилань.....	63

Вступ

Одним з основних чинників зовнішнього середовища, які впливають на організм людини під час праці, є освітлення. Адже майже 90% всієї інформації про довкілля людина отримує через органи зору.

Залежно від джерела світла, освітлення може бути: природним, що створюється прямими сонячними променями, та розсіяним світлом небосхилу, штучним, що створюється електричними джерелами світла, та суміщеним, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

Штучне освітлення може бути загальним та комбінованим. Комбіноване освітлення складається із загального та місцевого. Його доцільно застосовувати при роботах високої точності, а також якщо необхідно створити певний або змінний в процесі роботи напрямок світла. Застосування лише місцевого освітлення не допускається з огляду на безпеку виробничого травматизму та професійних захворювань [1].

Недостатня або надмірна освітленість, нерівномірність освітлення в полі зору втомлює очі, призводить до зниження продуктивності праці; при цьому зростає потенційна безпека помилкових дій і нещасних випадків. Надмірна яскравість джерел світла може спричинити головний біль, різь в очах, розлад гостроти зору; світлові відблиски – тимчасове засліплення, і тому з метою створення сприятливих умов зорової роботи, які б виключали швидку втомлюваність очей, виникнення професійних захворювань, нещасних випадків та сприяли підвищенню продуктивності праці [1].

Тому, подальше удосконалення систем, а тим більше в умовах аварійних відключень електропостачання, є досить актуальною темою.

1. Системи електропостачання із джерелами безперебійного живлення

1.1 Системи безперебійного резервного електропостачання

Системи безперебійного резервного електропостачання використовують в наступних випадках:

- на потужність, що підключається, встановлений ліміт, а виділеної не вистачає;
- в електромережі періодично виникає перенапруга;
- подається електроенергія низької якості;
- у приміщенні наявна дорога електрозалежна система опалення, яка через відключення електрики може вийти з ладу;
- з метою економії електроенергії.

На рисунку 1.1 представлена типова система безперебійного резервного електропостачання.

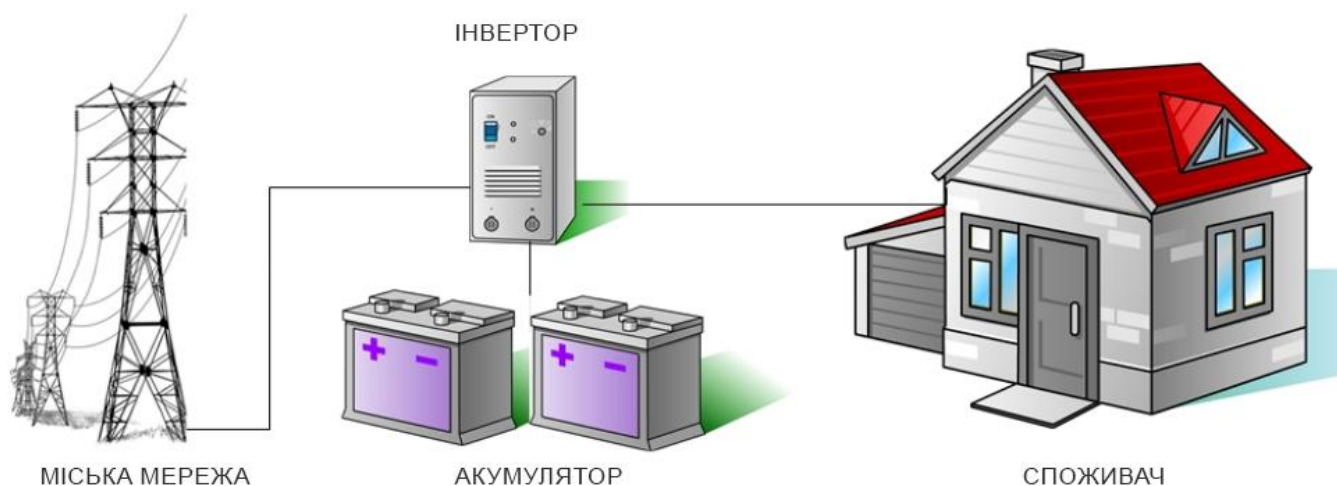


Рисунок 1.1 - Система безперебійного резервного електропостачання

В типовий комплект безперебійного живлення входять інвертор (джерело безперебійного живлення — ДБЖ) і комплект акумуляторних

батареї (АКБ) для безперебійного електропостачання. В звичайному режимі навантаження в системі ДБЖ + АКБ за допомогою безперебійника здійснюється заряджання батареї з метою підтримання її номінальної ємності. При перевищенні параметрами зовнішньої мережі критичних значень або вимиканні електроенергії система резервного живлення для дому дозволяє всім електроприладам, які підключені до неї, автоматично перейти на живлення від акумулятора через інвертор [2, 3].

Резервування енергії можливо забезпечити шляхом використання спеціально призначеного для цього обладнання [2, 3].

1.2 Автономні джерела резервного електропостачання

В якості джерел автономного живлення для дому можуть використовуватися:

Бензиновий генератор. Принцип роботи даного пристрою полягає у перетворенні механічної енергії від згоряння бензинового палива в електричну. Відносно невеликі розміри бензогенератора дозволяють розмістити його на балконі в квартирі. Таке обладнання легко заводиться як при кімнатних, так і при більш низьких температурах. Однак, при роботі бензинові генератори створюють шум в межах 70 дБ (знизити його рівень допомагає шумопоглинаючий корпус) [4-9].

Дизельний генератор. За аналогією з бензиновим, дизельний генератор перетворює механічну енергію від згоряння дизпалива в електричну. Але на відміну від розглянутого вище пристрою цей здатен працювати цілодобово без перерви. Витрати дизельного палива при цьому в 1,2-1,5 рази менше бензину. Плюс дизельні генератори виробляють електроенергію, собівартість якої нижче, ніж у тієї, що виробляється на бензогенераторах. Але є й мінуси: від генераторів, що працюють на

дизпаливі, більшу шуму, вони сильніше забруднюють навколишнє середовище, складніше заводяться на холоді і коштують дорожче за бензинові [4-9].

Газовий генератор. Генератори на газу працюють тихо і виділяють в десятки разів менше вуглекислого газу, ніж пристрої на бензині чи солярці. Із запуском газогенераторів не виникає проблем ні за якої погоди. Проте ціна такої мініелектростанції приблизно на 20% вище порівняно з бензиновими аналогами, а паливо менш доступне, що відлякує багатьох потенційних покупців. І є ще один суттєвий нюанс: вибрати газовий генератор для дому вигідно в ситуаціях, коли вимикання електрики відбувається часто і надовго. В протилежному випадку суттєвої економії на вартості спожитої електроенергії це не принесе [4-9].

Джерело безперебійного живлення (ДБЖ). Такий пристрій забезпечує резервне електроживлення за допомогою акумуляторних батарей. Основні переваги джерела безперебійного живлення — повна автоматизація роботи, покращення якості електроживлення, екологічна чистота. Недоліки: час роботи моделей потужністю до 20 кВт обмежений десятками хвилин, а ємність акумуляторних батарей з часом знижується, що тягне за собою витрати на придбання нових комплектуючих. Ще один мінус джерела БП: через шум від вентилятора охолодження пристрій треба розміщувати в технічних (і обов'язково опалюваних) приміщеннях. Та й коштують безперебійники недешево [4-9].

Інверторне джерело живлення (інвертор). Генератор інверторного типу представляє собою компактну установку, здатну за рахунок АКБ видавати струм з будь-якими параметрами незалежно від вхідної напруги. Інверторне джерело живлення екологічно чисте, працює безшумно і може бути розміщене в будь-якому опалюваному приміщенні. Однак, у інверторів той же недолік, що й у ДБЖ: через 3-5 років експлуатації акумулятор втрачає свою ємність, що призводить до скорочення часу автономної роботи

пристрою приблизно вдвічі. Тому додаткових витрат із заміни АКБ не уникнути [4-9].

Сонячна електростанція. Встановлена в якості резервного джерела електропостачання сонячна електростанція дозволяє перетворити сонячну енергію в електричну. Час її автономної роботи не обмежений, “паливо” доступне та безкоштовне, а використання не несе негативного впливу на природу і дозволяє впливати на ціну електроенергії. Але, як і у випадку з газовим генератором, при малому споживанні електрики економія незначна. До того ж, вартість такої резервної електростанції порівняно висока, а якщо виникає необхідність переїзду, це створює незручності (рисунок 1.2) [4-9].

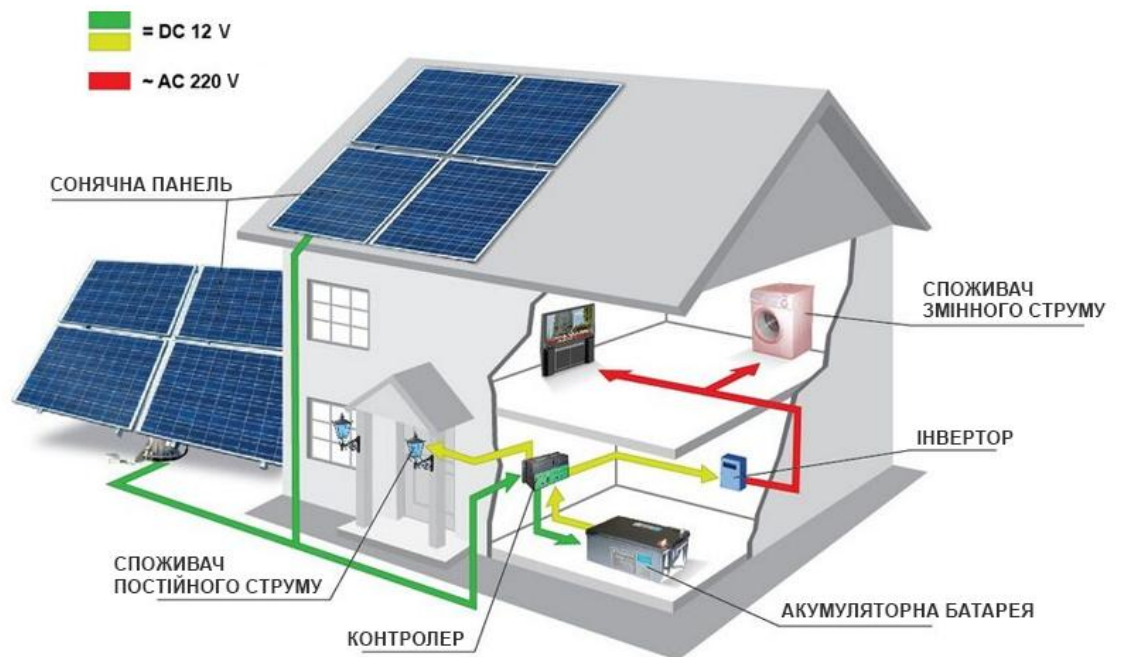


Рисунок 1.2 – Система живлення із сонячною електростанцією

Повербанк. В конструкції такого зовнішнього генератора з розеткою на 220 В використовується вбудована акумуляторна батарея. Портативні зарядні пристрої сьогодні представлені на ринку в різних модифікаціях. І хоча їх не можна повною мірою віднести до резервних джерел електроживлення, але для підтримання роботи побутових електроприладів у квартирі павербанки цілком підходять. Наявність в сучасних моделях кількох

портів дозволяє одночасно заряджати найнеобхідніше в домашніх умовах обладнання (наприклад, недавно представлений у Китаї павербанк Mijia Outdoor Power Supply 1000 Pro від Xiaomi розрахований на одночасне заряджання до 13 пристроїв) [4-9].

1.3 Критерії вибору системи безперебійного резервного електропостачання

Якщо електроенергія в мережі пропадає рідко і ненадовго, з проблемою допоможе впоратися інвертор або ДБЖ з мінімальним комплектом АБ. В ситуаціях частих і тривалих перебоїв в електроживленні (до 24 годин) краще придбати інвертор з комплектом резервних акумуляторів, розрахованих на потрібний час. При вимиканнях електрики більше ніж на добу доцільніше застосовувати дизельний або газовий генератор. Також в кожному з описаних випадків припустимо використовувати сонячні електростанції [7-9].

Також визначальним параметром є потужність. Від цього показника, який вимірюється у вольт-амперах (ВА), безпосередньо залежить час роботи пристрою в автономному режимі. Оптимально вибирати джерело безперебійного живлення потужністю на 30% більше потужності обладнання, що підключається. Якщо джерело споживання - стаціонарний комп'ютер, достатньо придбати ДБЖ потужністю до 1 кіловат (кВт). Безперебійники потужністю 1-5 кВт підходять для підключення серверів і локальних мереж. Найбільш потужні пристрої (більше 5 кВт) розраховані на обслуговування великої кількості техніки та серверів [7-9].

Дуже важливим показником є заміна акумуляторної батареї. Термін служби батарей ДБЖ складає 3-5 років, після чого вони зношуються. Вибираючи моделі ДБЖ зі знімним акумулятором, необхідно обирати той, що обійдеться дешевше купівлі нового обладнання [7-9].

Для визначення, яке джерело безперебійного живлення підходить для приміщень, необхідно виконати наступні дії:

1. Визначити електроспоживачі для резервування навантаження. Робиться це для того, щоб розділити в електричному щитку надто потужні споживачі, резервувати які недоцільно.
2. Визначити потужність споживання. Це можна зробити або за допомогою спеціального приладу, або на підставі даних з інструкцій або усереднених показників споживаної потужності.
3. Визначити час резервування навантаження і споживану електроенергію.

Для цього є 4 способи:

1. Замірити показники на лічильнику електроенергії за певний час.
2. Скористатися приладом для підрахунку електроспоживання.
3. Дізнатися приблизне споживання електроенергії за добу, розділивши сумарний показник за місяць на 30 днів.
4. Розрахувати споживання електроприладів і кількість споживаної ними енергії, помноживши потужність на час роботи [7-9].

1.4 Джерела безперебійного живлення (ДБЖ)

1.4.1 Загальна характеристика ДБЖ

Джерело безперебійного живлення (ДБЖ) (англ. *UPS-Uninterruptible Power Supply*) — автоматичний пристрій, що дає можливість підключеному обладнанню деякий час працювати від акумуляторів ДБЖ при зникненні електричного струму в мережі або при виході його параметрів за допустимі межі. Крім того, ДБЖ здатне коригувати параметри (напругу, частоту) електроживлення. Часто застосовується для забезпечення безперебійної роботи комп'ютерів. Може поєднуватися з різними видами генераторів електроенергії [10-12].

Існує три схеми побудови ДБЖ:

- **резервне ДБЖ** використовується для живлення персональних комп'ютерів або робочих станцій локальних обчислювальних мереж. Практично усі недорогі малопотужні ДБЖ, що пропонуються на вітчизняному ринку, побудовані за резервною схемою. При виході електроживлення за нормовані значення напруги (або за його відсутності) ДБЖ автоматично перемикає підключене навантаження до живлення від *акумуляторів* (за допомогою простого *інвертора*). Після відновлення нормальної напруги ДБЖ знову перемикає навантаження на живлення від мережі. Недоліком цього виду ДБЖ є несинусоїдальний вихід і відносно довгий час перемикання на живлення від батарей. За рахунок ККД близько 99 % практично безшумні та з мінімальним виділенням тепла. Не можуть коригувати ні напругу, ні частоту (VFD по класифікації МЕК.).
- **інтерактивне ДБЖ** — те ж саме, що й резервне, але, крім того, у нього на вході присутній ступінчастий *стабілізатор напруги*, що дає змогу

отримати регульовану вихідну напругу. (VI по класифікації МЕК.) Інвертори деяких моделей лінійно-інтерактивних ДБЖ видають напругу як прямокутної або трапецеїдальної форми (як у попереднього варіанту), так і синусоїдальної форми. Час перемикання менший, ніж в попередньому варіанті, оскільки здійснюється синхронізація інвертора з вхідною напругою. ККД нижче, ніж у резервних.

- **on-line або подвійного перетворення** (он-лайн, неавтономний режим) — використовується для живлення файлових *серверів* і робочих станцій локальних обчислювальних мереж, а також будь-якого іншого обладнання, до якого пред'являються підвищені вимоги щодо якості мережевого електроживлення. Принцип роботи полягає в подвійному перетворенні (double conversion) роду струму. Спочатку вхідна змінна напруга перетворюється в *постійну*, потім назад у *змінну* напругу за допомогою зворотного перетворювача (інвертора). Час перемикання тотожний нулю. ДБЖ подвійного перетворення мають невисокий ККД (від 80 % до 94 %), через що відрізняються підвищеним виділенням тепла і рівнем шуму. На відміну від двох попередніх схем, здатні коригувати не лише напругу, а й частоту [10-12].

1.4.2 Функції ДБЖ

Основні функції ДБЖ:

- Поглинання порівняно малих і короткочасних викидів напруги;
- Фільтрація напруги живлення, зниження рівня шумів;
- Забезпечення резервного електроживлення навантаження протягом певного времени після зникнення напруги в мережі;
- Захист від перевантаження і короткого замикання [10-12].

Додатково до цього чимало моделей UPS під управлінням спеціалізованого програмного забезпечення можуть виконувати такі функції:

- Автоматичний shutdown обслуговуваного обладнання під час тривалої відсутності напруги в мережі, а також перезапуск обладнання при відновленні мережевого живлення;
- Моніторинг і запис у log-файлі стану джерела живлення (температура, рівень заряду батарей та інші параметри);
- Відображення рівня напруги і частоти змінного струму в живлячій електромережі, вихідного живлячого напруги живлення і потужності, яка споживається навантаженням;
- Відстежування аварійних ситуацій і видача попереджувальних сигналів (звукові сигнали, запуск зовнішніх програм тощо);
- Вмикання і вимикання навантаження внутрішнім таймером у заданий час.

1.4.3 Типи ДБЖ та їх характеристики

За своїм принципом дії ДБЖ діляться на три основні типи [10-12]:

Резервні ДБЖ (off-line) – ці ДБЖ служать для резервування джерела основного електропостачання (електромережі) на випадок аварії (відключення або пониження/підвищення напруги вище встановленої величини). Якщо це відбувається, то спрацьовує перемикач і навантаження переходить на резервне живлення від інвертора, що живиться від батарей. У штатному режимі живлення навантаження здійснюється безпосередньо від електромережі, як правило, через перешкодоподавляючий фільтр. Інші назви резервних ДБЖ: stand-by, backup, in-line.

Переваги резервних ДБЖ: простота і, отже, дешевизна; високий ККД і, отже, низькі експлуатаційні витрати. Недоліки резервних ДБЖ: відсутність стабілізації напруги і частоти в штатному режимі; великий час перемикавання на живлення від батарей (декілька мсек) і, отже, короткочасне зникнення або викид напруги на навантаженні; втрата фази при перемиканні.

У цілому ДБЖ цього класу можна характеризувати як компроміс між прийнятним рівнем захисту від неполадок в електромережі та ціною. Потужність пристроїв, що випускаються, коливається від 220 до 2000 VA (ВА).

Лінійно-інтерактивні ДБЖ (line-interactive) (рисунок 1.3) у штатному режимі забезпечують навантаження напругою від основної електромережі, в деякій мірі регулюючи напругу (автотрансформатор), а при аварії в основній електромережі навантаження синхронно перемикаються на інвертор. За принципом роботи лінійно-інтерактивні ДБЖ схожі з резервними ДБЖ: вони також служать для резервування основного джерела електропостачання, «гасячи» невеликі сплески напруги і згладжуючи перешкоди. Водночас вони мають низку істотних відмінностей. Так, інвертор ДБЖ включається паралельно електромережі і працює в двосторонньому режимі: здійснює моніторинг лінії електроживлення і в певних межах забезпечує регулювання та стабілізацію вихідної напруги ДБЖ, а також поновлює заряд батарей. Окрім цього, багато виробників встановлюють у ДБЖ цього класу додаткові вузли (ферорезонансні трансформатори або автотрансформатори), що дають змогу розширити діапазон вхідної напруги, завдяки чому напруга на виході підтримується на прийнятному рівні без переходу на живлення від батарей [10-12].



Рисунок 1.3 - Лінійно-інтерактивне ДБЖ ИБП SVEN Pro+ 400

Переваги лінійно-інтерактивних ДБЖ: досить високий ККД і надійніший порівняно з резервними ДБЖ захист електроживлення підключеного навантаження.

Недоліки лінійно-інтерактивних ДБЖ: нестабільність вихідної напруги в штатному режимі, залежність від діапазону вхідної напруги; відсутність стабілізації частоти в штатному режимі; відсутність ізоляції навантаження від електромережі; неефективність при роботі на навантаження з високою мірою нелінійності; проникнення імпульсів і шумів з основної мережі на навантаження; низька інформаційна безпека (можливість несанкціонованого доступу до обладнання через лінії живлення).

У цілому лінійно-інтерактивні ДБЖ забезпечують прийнятний рівень захисту електроживлення і служать дешевою альтернативою складнішим системам, призначеним для роботи з чутливим до неполадок в електромережі навантаженням. Як правило, потужність пристроїв, що випускаються, складає від 250 до 10000 VA (ВА) [10-12].

Постійно включені ДБЖ або ДБЖ з подвійним перетворенням (on-line, double-conversion, рисунок 1.4) – забезпечують навантаження електроживленням без втрати фази [10-12]. Принцип роботи ДБЖ цього класу полягає в тому, що вхідна змінна напруга перетворюється випрямлячем у постійну, а потім інвертором – назад у змінну. Навіть за наявності великих відхилень вхідної напруги ДБЖ продовжує живити навантаження чистою синусоїдальною стабілізованою напругою (як правило, відхилення амплітуди вихідної напруги не перевищують 5% встановлюваного користувачем номінального значення навіть під час роботи з нелінійним навантаженням).

Основна відмінна риса ДБЖ цього класу: інвертор включається послідовно з джерелом основного електропостачання й перебуває завжди в увімкненому стані. При зникненні вхідної напруги він переходить на живлення від батарей. Завдяки використовуваній схемі таке поняття як час перемикання на резервне живлення від батарей для ДБЖ цього класу просто відсутнє [10-12].



Рисунок 1.4 - Лінійно-інтерактивне ДБЖ SVEN Reserve Home-1000 з тривалим часом резервування

Переваги ДБЖ з подвійним перетворенням: постійна стабілізація напруги і частоти; безперервність фази вихідної напруги в будь-яких режимах; відсутність вплив навантаження на основну мережу; повна фільтрація імпульсів і шумів основної мережі; висока інформаційна безпека. Недоліки ДБЖ з подвійним перетворенням: складність конструкції і, отже, висока ціна; відносно невисокий ККД і, отже, високі експлуатаційні витрати (витрата електроенергії, утилізація тепла, що виділяється). ДБЖ цього класу забезпечують найнадійніший захист підключеного устаткування від неполадок в електромережі, що компенсує витрати на його придбання і установку. Діапазон потужностей пристроїв, що випускаються, дуже широкий – від 600 VA (ВА) до декількох сотень кіловольт-ампер. Конструктивно ДБЖ можна поділити на настільні (як правило, розеткові), підлогові і стійкові (19"). Один або декілька ДБЖ з комплексом додаткового комутуючого устаткування і кабелів утворюють систему безперебійного живлення (СБЖ) [10-12].

Характеристики ДБЖ:

вихідна потужність, вимірюється у вольт-амперах (VA) або ватах (W);

час перемикання, тобто час переходу ДБЖ на живлення від акумуляторів (вимірюється в мілісекундах, мсек);

час автономної роботи, визначається ємністю батарей і потужністю підключеного до ДБЖ обладнання (вимірюється в хвилинах);

ширина діапазону вхідної (мережевої) напруги, при якому ДБЖ в змозі стабілізувати живлення без переходу на акумуляторні батареї (вимірюється у вольтах, V);

термін служби акумуляторних батарей (вимірюється роками, зазвичай 5–10 років).

Основною характеристикою джерел безперебійного живлення є потужність. Для ДБЖ вона вимірюється у вольт-амперах (скорочено VA). В більшості випадків для того, щоб перевести вольт-ампери в звичніші вати,

необхідно потужність в VA розділити на 1,4 або помножити на 0,7. Потужність, що споживається навантаженням, визначається як добуток вихідної потужності ДБЖ (у вольт-амперах, VA) на коефіцієнт потужності навантаження (Power Factor, PF). Слід вибирати такий ДБЖ, для якого виконується така умова [10-12]:

$$P = W_{\text{н}} \times PF, \quad (1.1)$$

де, P – вихідна потужність ДБЖ (VA), $W_{\text{н}}$ – потужність, що споживається навантаженням (VA), PF – коефіцієнт потужності, який для ПК приймається рівним 0,7.

Для розрахунку сумарної споживаної потужності додайте потужності усіх пристроїв. Виберіть з лінійки моделей ДБЖ таку, щоб отримана сумарна потужність складала не більше 80% від вихідної потужності ДБЖ. Деякі фахівці рекомендують вибирати ДБЖ з потужністю, яка мінімум в 1,5 рази перевершує сумарне навантаження. В цьому випадку можна говорити про нормальну роботу джерела безперебійного живлення.

Зазвичай, величина споживаної потужності вказана на наклейці, розміщеній на задній панелі пристроїв. Для прикладу, типова споживана потужність для системного блоку АТХ складає 250–350 VA (180–250 Вт), для моніторів 15–17" – 140–170 VA (100–122 Вт). Таким чином, для ПК у стандартній домашній конфігурації (мультимедійна станція з монітором діагоналлю 15") достатньо ДБЖ на 500-600 VA.

Одним з важливих критеріїв також є час автономної роботи комп'ютера від батареї ДБЖ, тобто час, протягом якого джерело може підтримувати нормальне живлення комп'ютера за відсутності напруги в домашній електромережі. Цей час безпосередньо залежить від енергетичної ємності акумуляторної батареї ДБЖ. Оптимальний час автономної роботи ПК будинку повинен складати близько 10–15 хвилин – цього цілком достатньо для завершення роботи і збереження будь-якого документа.

Дуже корисна додаткова особливість – «холодний старт», тобто можливість вмикання приєданого до ДБЖ обладнання, коли напруга в зовнішній електромережі відсутня. Це буває необхідно, наприклад, коли потрібно терміново прийняти або відправити лист електронною поштою.

Типовий термін служби акумуляторів складає від 3 до 5 років, хоча, звичайно, цей показник дуже сильно залежить від частоти їх використання.

1.4.4 ДБЖ (UPS) безперервної дії з подвійним перетворенням

Джерела безперебійного живлення ДБЖ, діючі за схемою «on-line», на відміну від систем «off-line» і «line-interactive», забезпечують режим роботи, коли не буде перерв у постачанні електроживлення, навіть у разі його відсутності в мережі.

Для цього використовується технологія подвійного перетворення живлення, яка дає змогу безперервно перетворювати змінний струм основної мережі в постійний струм (який використовується для заряджання батареї) перш, ніж бути поданим через інвертор для перетворення назад в змінний струм для живлення комп'ютера. Це гарантує відсутність часу перемикавання при виникненні проблем з живленням від основної мережі, а також забезпечує компенсацію «просідання»(зниження напруги на лінії) – проблеми, з якою не можуть впоратися системи типу «off-line».

У більшості випадків живлення основної мережі пропадає не водночас, а протягом декількох періодів. У міру падіння напруги « просідання » компенсується батареєю ДБЖ типу «on-line». Інвертор не виявляє відмінностей навіть у разі змішування напруги батареї і постійного струму, отриманої від основної мережі. Якщо повністю припинилася подача живлення від основної мережі, усе навантаження перемикається на роботу від батареї. Що стосується комп'ютера, то для нього не відбувається жодних

змін у подачі напруги і синусоїдальний сигнал на виході постійно синхронізований з основною мережею.

У ДБЖ з дійсним подвійним перетворенням (технологія «on-line») батарея постійно підключена до шини постійного струму через діод або аналогічний електронний пристрій. Визначення того, що конкретно є джерелом безперебійного живлення (ДБЖ) типу «on-line», широко поширене в промисловості. Проте багато виробників не дотримуються цієї тенденції і, хоча вони можуть застосовувати подвійне перетворення, але для зв'язку батареї з блоком постійного струму ДБЖ використовують перемикач або реле. У разі втрати напруги потрібно декілька мілісекунд для реле при замиканні батареї на інвертор і це може викликати значні перепади вихідної напруги.

Джерела безперебійного живлення ДБЖ, побудовані за схемою On-Line, мають додатковий режим роботи Ву-pass («обхід»). Байпас (Ву-pass) є режимом, при якому навантаження живиться безпосередньо від зовнішньої мережі через фільтр, в деяких моделях ще й через трансформатор гальванічної розв'язки, вмонтований у ДБЖ. Розрізняють Ву-pass автоматичний і ручний (технічний).

Автоматичний Ву-pass включається при перевантаженні ДБЖ, наприклад, при включенні навантаження, пускова потужність якого в 3–7 разів вища за номінальну, при виникаючих усередині джерела відмовах, при перегріванні і т. п. Без автоматичного Ву-pass неможлива побудова деяких резервних систем безперебійного живлення. При резервуванні входи ДБЖ і Ву-pass мають бути роздільними. Вхід основного ДБЖ живиться від мережі, а вхід Ву-pass від того резервного, що перебуває в гарячому режимі. У разі відмови основного ДБЖ він автоматично перемикається в Ву-pass і навантаження отримує живлення від резервного. Існує й інша архітектура систем безперебійного живлення, в яких потрібна наявність автоматичного Ву-pass. Ручний Ву-pass потрібний під час ремонту, регламентних робіт,

здійснюваних з ДБЖ, для забезпечення безперервності в живленні навантаження.

Вартість акумуляторів складає 40-50% від вартості джерела безперебійного живлення ДБЖ класу On-line. Ресурс акумуляторів, як відомо, визначається кількістю циклів заряджання-розряджання, температурою докільця, оптимальністю зарядного і розрядного струму та їх періодичними «тренуваннями».

Важливою перевагою якісних джерел безперебійного живлення – On-line ДБЖ – є інтелектуальне управління акумуляторними батареями. Відомо, що в акумуляторній батареї постійно протікають процеси саморозряджання. Для їх компенсації зазвичай в джерелах безперебійного живлення ДБЖ здійснюють безперервну підзарядку батареї малим струмом. Слабкий струм, що постійно проходить через батарею, викликає зміни хімічного складу активних речовин, корозію решітки та осипання активної маси позитивних пластин. Це призводить до безповоротного падіння ємності батарей, їх термін служби скорочується, і реальний час батарейної підтримки зменшується. У різних моделях ДБЖ реалізуються алгоритми управління заряджанням батарей різної міри складності. Наявність інтелектуального режиму управління акумуляторними батареями гарантує максимально щадну їх експлуатацію і відповідно продовження терміну їх служби.

Навантаження, що живиться через джерело безперебійного живлення ДБЖ класу On-line, не може бути виведено з ладу або пошкоджено шляхом «електродиверсії» (цілеспрямованої дії на електроприлад або групу приладів через внесення спеціально підібраної послідовності збурень в електромережі, що живить їх). ДБЖ On-line є також єдиним абсолютно надійним захистом від спроб зчитування інформації з комп'ютера шляхом аналізу його зворотної дії на електромережу.

Переваги джерел безперебійного живлення з подвійним перетворенням (технологія «on-line») : - максимальна фільтрація мережевої

напруги від перешкод і викидів; перешкоди, генеровані навантаженням, не пропускаються назад в мережу; - повна стабілізація форми і величини вихідної напруги як під час роботи від мережі, так і під час роботи від батарей, а також синусоїдальна форма вихідної напруги; - відсутні час перемикання на батареї і будь-які перехідні процеси при перемиканні.

Отже, у підсумку обираємо для подальшої розробки схему системи безперебійного резервного електропостачання ДБЖ (UPS) із використанням джерела безперервної дії з подвійним перетворенням.

Метою роботи є розробка системи аварійного живлення для освітлювачів приміщень.

Для досягнення поставленої мети в роботі потрібно виконати наступний комплекс завдань:

1) проаналізувати існуючі системи безперебійного резервного електропостачання та обрати найдільш ефективну для використання у забезпеченні освітленням приміщень;

2) розробити структурну схему системи аварійного живлення для освітлювачів приміщень;

3) проаналізувати функціонування основних структурних блоків обраної системи;

4) провести моделювання роботи основних структурних елементів системи за допомогою сучасних САПР;

5) розробити заходи з охорони праці та техногенної безпеки робіт, що планується виконати.

2. Розробка системи аварійного живлення для освітлювачів приміщень

2.1 Структурна схема системи аварійного живлення

У роботі використана структурна схема системи аварійного живлення, яку представлено на рисунку 2.1.

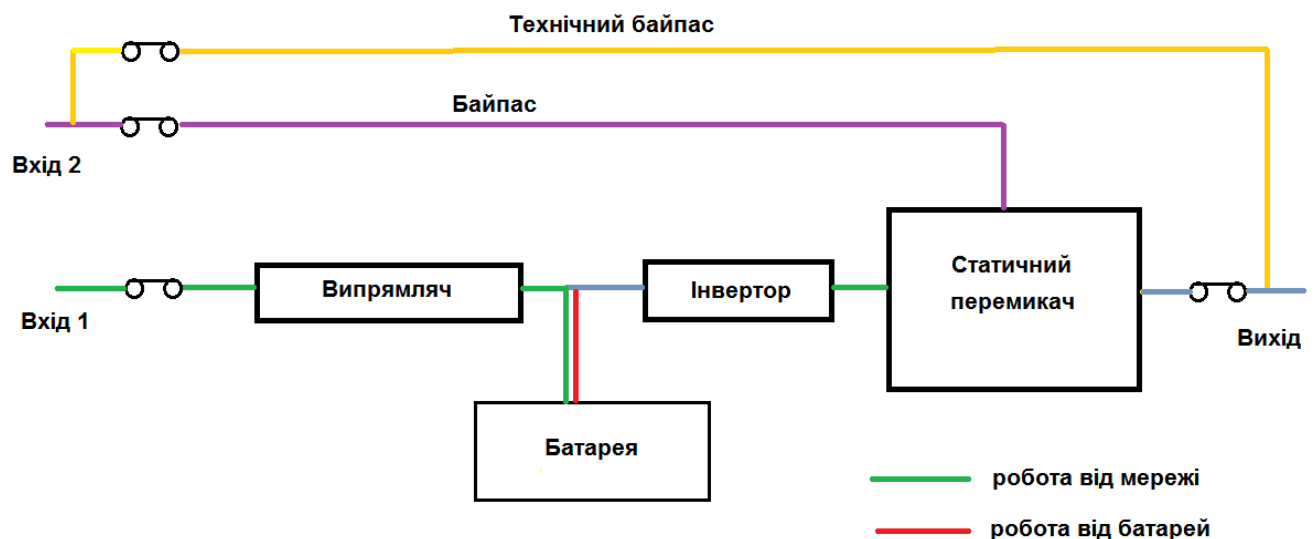


Рисунок 2.1 – Структурна схема системи аварійного живлення

Представлена система ДБЖ з подвійним перетворенням працює у наступних режимах:

1) мережевий режим – режим живлення навантаження енергією мережі. За наявності мережевої напруги в межах допустимого відхилення і навантаження, що не перевищує максимально допустимого, ДБЖ працює в мережевому режимі. У цьому режимі здійснюється:

- фільтрація імпульсних і високочастотних мережевих перешкод;
- перетворення енергії змінного струму мережі в енергію постійного струму за допомогою випрямляча і схеми корекції коефіцієнта потужності;

- перетворення за допомогою інвертора енергії постійного струму в енергію змінного струму із стабільними параметрами;
- підзарядка АБ за допомогою зарядного пристрою.

2) автономний режим – режим живлення навантаження енергією акумуляторної батареї. При відхиленні параметрів мережевої напруги за допустимі межі або при повному вимиканні мережі ДБЖ миттєво переходить на автономний режим живлення навантаження енергією акумуляторної батареї (АБ) через підвищуючий перетворювач DC/DC та інвертор. При відновленні напруги мережі ДБЖ автоматично перейде в мережевий режим;

3) режим байпас – живлення навантаження безпосередньо від мережі. Якщо в мережевому режимі відбувається перевантаження або перегрівання ДБЖ, а також, якщо один з вузлів ДБЖ виходить з ладу, то навантаження автоматично перемикається з виходу інвертора безпосередньо на мережу живлення. При усуненні причин переходу в байпас (перевантаження або перегрівання) ДБЖ автоматично повертається в нормальний мережевий режим з подвійним перетворенням енергії. Відзначимо, що в режимі байпас навантаження не захищене від неякісної напруги мережі. Режим заряджання батареї виникає за наявності мережевої напруги. Зарядний пристрій забезпечує заряд акумуляторної батареї, незалежно від того, включено інвертор чи режим байпас. Режим автоматичного перезапуску ДБЖ виникає при відновленні мережевої напруги, якщо до того ДБЖ працював в автономному режимі і був автоматично вимкнений внутрішнім сигналом, щоб уникнути неприпустимого розряду батареї. Після появи вхідної напруги ДБЖ автоматично включиться і перейде на мережевий режим;

4) режим холодного старту забезпечує включення ДБЖ для роботи в автономному режимі при відсутності мережевої напруги шляхом натиснення на кнопку вмикання інвертора.

2.2 Розробка випрямляча системи аварійного живлення

Вид навантажень суттєво впливає на характер процесів, які відбуваються у випрямлячі, трансформаторі, а також на основні розрахункові співвідношення. Тому при проектуванні випрямляча обов'язково повинен бути врахований характер навантаження, яке живитиметься від випрямляча.

У даному випадку споживачем електричної енергії, яка буде надходити від випрямляча, є джерело ЕРС, причому вона направлена назустріч випрямленій напрузі U_d (рисунок 2.2). До таких навантажень належать двигуни, акумулятори, ємнісні накопичувачі енергії та деякі інші види навантажень. Послідовно з такими навантаженнями, як правило, вмикають елементи для обмеження пульсаційструму (дросель L_d або резистор R_d).

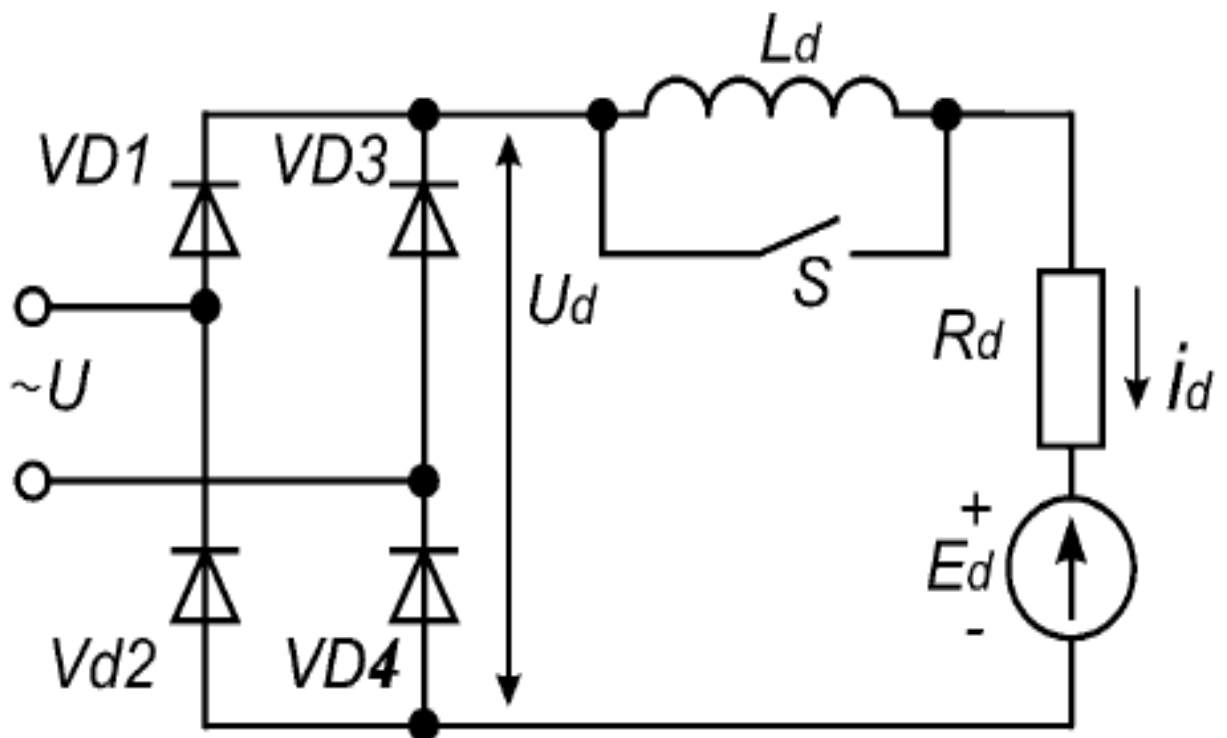


Рисунок 2.2 – Схема випрямляча з навантаженням проти ЕРС

Частково функцію обмеження пульсуючого струму можуть виконувати внутрішні параметри навантаження (активний опір та індуктивності обмоток двигуна або внутрішній опір акумулятора).

Якщо для обмеження пульсуючого струму використовувати резистор R_d (ключ S на рисунку 2.3, а замкнутий), струм i_d у навантаженні має переривчастий (імпульсний) характер (рисунок 2.3 б,) і може бути описаний виразом

$$i_d(t) = \frac{U_d(t) - E_d}{R_d} \quad (2.1)$$

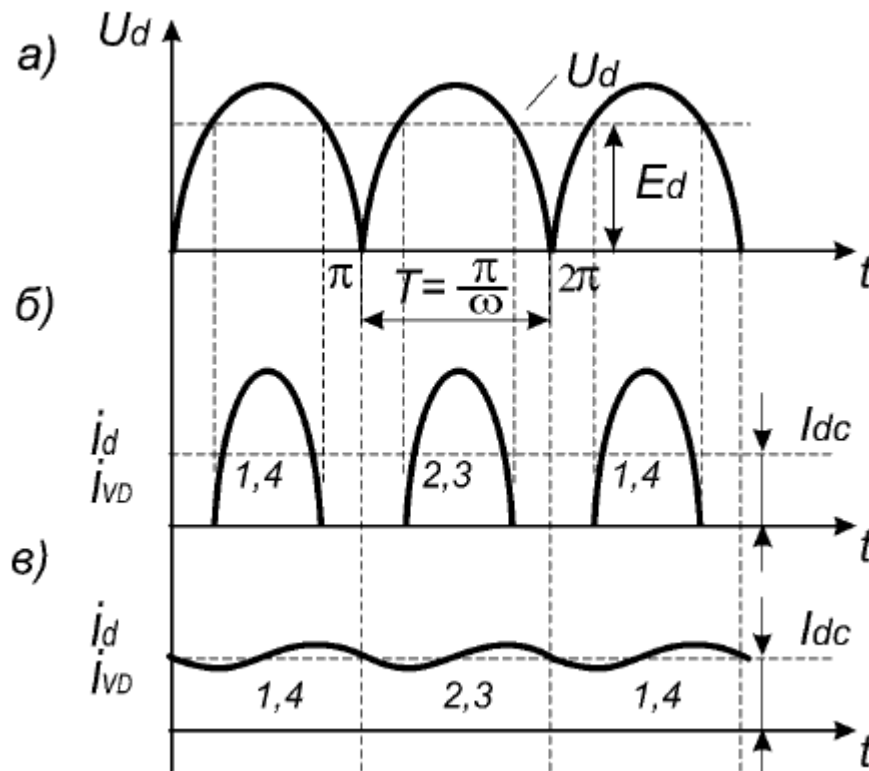


Рисунок 2.3 – Діаграми функціонування випрямляча з навантаженням проти ЕРС

Видно, що такий режим роботи випрямляча подібний до роботи на ємнісне навантаження з дуже великою ємністю конденсатора C_d , послідовно з яким з'єднаний обмежувальний резистор R_d . Із збільшенням проти ЕРС E_d

пульсації струму i_d збільшуються, оскільки зменшується час 2Θ роботи вентилів. У даному режимі роботи амплітудне значення струму вентилів значно перевищує середнє значення, що призводить до збільшення теплових втрат у вентилях і обмотках трансформатора.

Якщо послідовно з навантаженням ввімкнути індуктивність L_d (ключ S на рисунок 2.3, розімкнений), тривалість роботи вентилів зростає, а пульсації струму i_d зменшуються. Коли виконані умови

$$1) \tau = L_d/R_d > T;$$

$$2) U_{dc} > E_d,$$

струм у колі навантаження має безперервний характер (рисунок 2.3 в).

Очевидно, що цей режим подібний до режиму роботи випрямляча на активно-індуктивне навантаження. Якщо струм у колі навантаження досить добре згладжений, згідно з теоремою про компенсацію, спад напруги на активному опорі можна змінити відповідною еквівалентністю ЕРС.

Таким чином, розрахунок випрямлячів, які працюють на навантаження з проти ЕРС і обмежуючим дроселем у колі навантаження при безперервному струмі у навантаженні, аналогічний розрахунку випрямлячів, які працюють на активно-індуктивне навантаження. Якщо струм у колі навантаження переривчастий, аналіз процесів у навантаженні здійснюється за допомогою методу накладання.

2.3 Розробка інвертора системи аварійного живлення

Основними елементами розроблюваного інвертора (рисунок 2.4), є трансформатор T_1 , транзистори VT_1 і VT_2 , випрямляч U_1 і згладжувальний фільтр Z_1 .

Трансформатор складається з первинної обмотки W_1 , вторинної обмотки W_2 і обмотки W_3 .

Обмотки W_1 і W_3 мають відводи від середніх точок. Осердя трансформатора виконується з матеріалу, що має петлю гістерезису, близьку за формою до прямокутної. Подільник напруги R_1 і R_2 служать для захисту пристрою (створюється початкове зміщення на базах VT_1 і VT_2) [13-15].

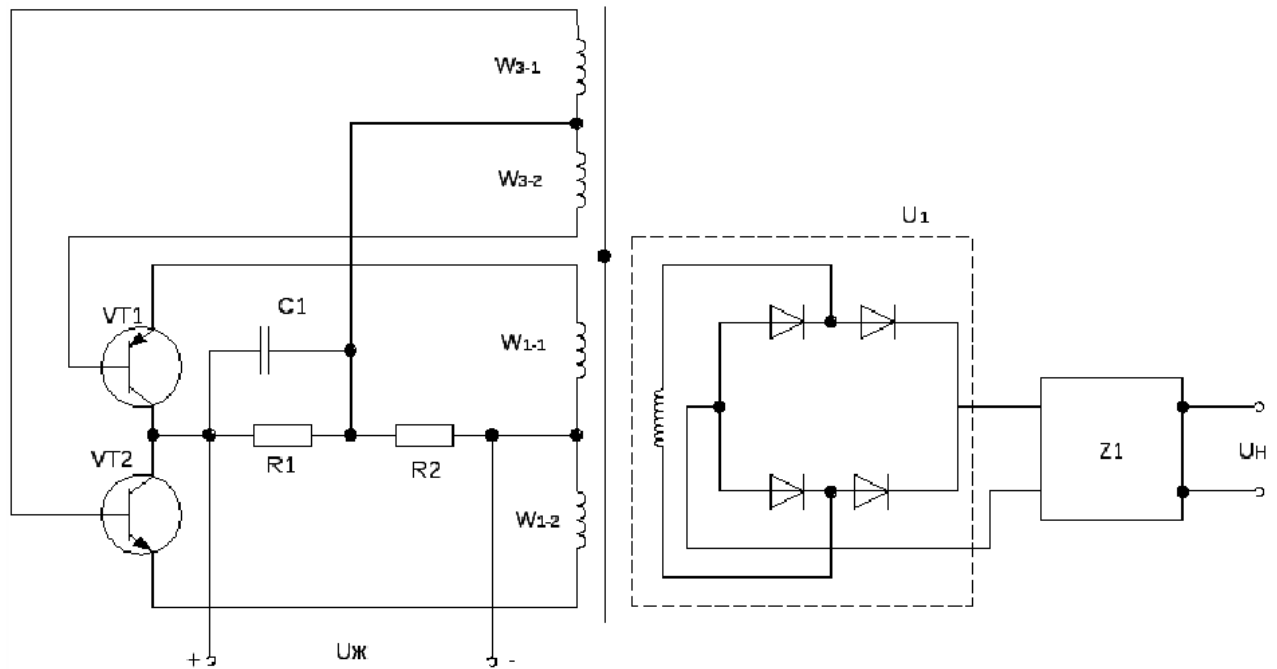


Рисунок 2.4 – Схема інвертора

Конденсатор C_1 призначений для поліпшення умов роботи транзисторів в момент їх ввімкнення (швидше відбувається насичення транзистора).

При підключенні схеми до джерела живлення через подільник R_1R_2 тече струм із резистора R_1 на транзистор подається напруга, яка забезпечує негативне зміщення потенціалів баз відносно емітерів. Транзистори відкриваються і по пів-обмотках W_1-1 і W_1-2 первинної обмотки течуть струми. Через розкид параметрів транзисторів струми і М.Р.С. пів-обмоток будуть різними, в результаті якого в осерді трансформатора створиться магнітний потік, який буде індукувати ерс в обмотці W_3 . При цьому в пів-обмотках W_3-1 і W_3-2 наводяться ерс такої полярності, що до бази одного з транзисторів, наприклад VT_1 , прикладається від'ємна напруга,

а до бази VT2 – додатна. Із збільшенням колекторного струму VT1 базові напруги будуть збільшуватися, що призведе до повного відкриття транзистора VT1 і закриття транзистора VT2. в процесі зростання струму в транзисторі VT1 магнітний потік в осерді трансформатора буде збільшуватись до його насичення. При досягненні магнітним потоком величини насичення швидкість зміни його стає рівною нулю і ерс в обмотці падає до нуля [13-15].

Потенціал бази VT1 збільшується, опір переходу емітер - колектор транзистора збільшується і колекторний струм починає зменшуватись. Зниження колекторного струму транзистора VT1 призводить до зменшення магнітного потоку в осерді трансформатора, що в свою чергу є причиною зміни полярності ерс, що індукуються. Отже, потенціал бази VT1 буде підвищуватися і останній закриється, в той час як потенціал бази VT2 буде знижуватись і транзистор VT2 відкриється. Через пів-обмотку W1-2 почне текти струм джерела живлення. Процес перемикання транзисторів буде носити періодичний характер і протягом одного періоду напруги, що виникає у вторинній обмотці W2, джерело буде двічі підключатись до пів-обмоток первинної обмотки W1.

Змінна напруга з виходу трансформатора подається на випрямляч U1 і далі на згладжу вальний фільтр і навантаження.

Частота роботи перетворювача залежить від напруги джерела живлення, параметрів схеми інвертора і струму навантаження. Із збільшенням струму навантаження частота перетворення зменшується, і в випадку КЗ в навантаженні генерація зривається. При знятті КЗ схема знову починає працювати. До переваг цієї схеми слід віднести її простоту, відсутність необхідності застосування захисту від КЗ в навантаженні і підмагнічування осердя трансформатора, а також можливість отримання достатньо близької до прямокутної форми вихідної напруги інвертора [13-15].

2.4 Розробка статичного перемикача системи аварійного живлення

У якості статичного перемикача пропонується використати мостову схему і модифікованого алгоритму управління ключами, що забезпечує режими створення контура холостого ходу регульованої відносної тривалості (рисунок 2.5). При цьому повернення енергії виробляється лише на відносно невеликому інтервалі напівперіоду від моменту виключення транзистора інвертора напруги (ІН) до моменту включення ключа інвертора струму (ІС), що формує спільно контур холостого ходу. Якщо не враховувати цей інтервал роботи схеми, вона мало відрізняється від роботи традиційної з некерованим випрямлячем у вторинній ланці, володіючи підвищеним ККД.

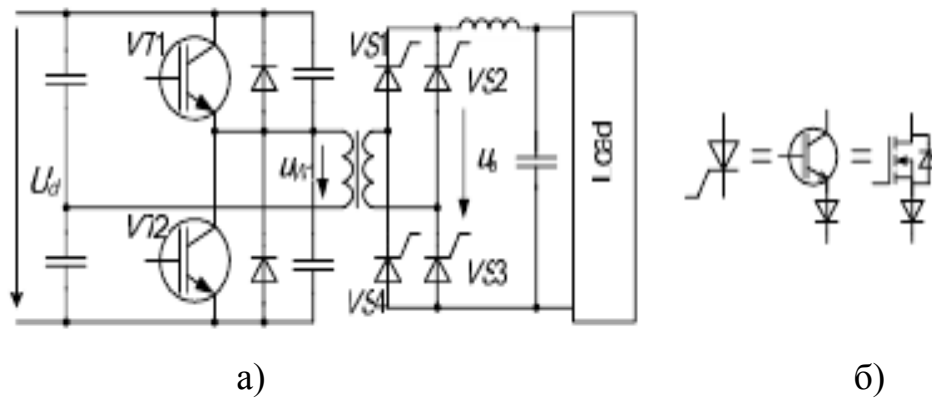


Рисунок 2.5 Схема перетворювача з мостовим силовим комутатором вторинної ланки (а) і варіанти виконання силових ключів вторинної ланки (б)

На рисунку 2.6 представлені діаграми процесів в перетворювачі: напруги управління транзисторами ІН (рисунки 2.6 а, 2.6 б), напруги на первинній обмотці трансформатора (рисунок 2.6 в), напруги управління ключів ІС (рисунки 2.6 г -2.6 е) і вихідної напруги силового комутатора ІС (рисунок 2.6 ж).

На рисунку 2.7 показані шлях протікання струму на різних тимчасових інтервалах напівперіоду при модифікованому алгоритмі розділеної комутації. При цьому можна виділити наступні тимчасові інтервали: а) – передачі енергії в навантаження; б) – снабберного виключення транзисторів на первинній стороні; у) – повернення енергії в джерело живлення; г) – існування контура холостого ходу; д) – передачі енергії в навантаження. При переходах від інтервалів (2.7 в) до (2.7 г) і від (2.7 г) до (2.7 д) снабберне включення силових напівпровідникових ключів (СНК) вторинної сторони виробляється завдяки індуктивності розсіяння трансформатора. На першому перехідному інтервалі одночасно проводять струм тиристори VS1, VS2 і VS3, на другому – тиристори VS2, VS3 і VS4. На наступному напівперіоді процеси протікають аналогічно [13-15].

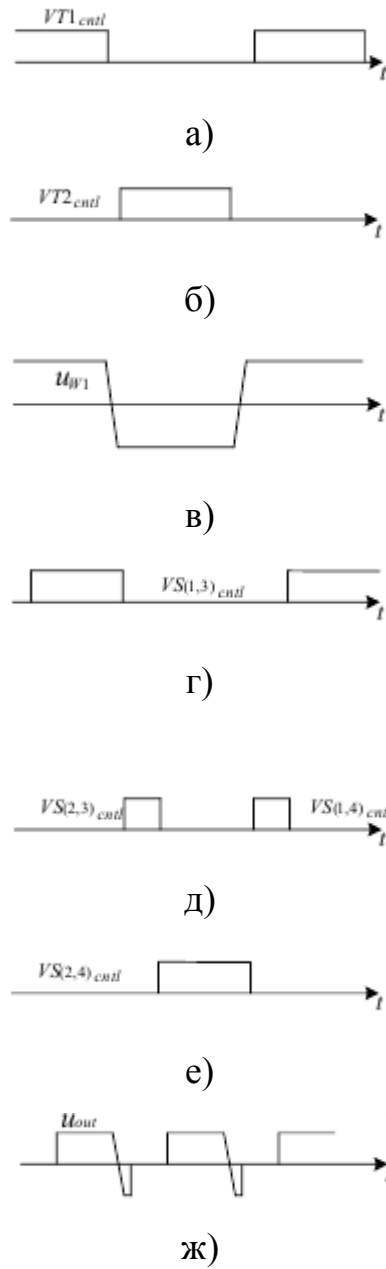
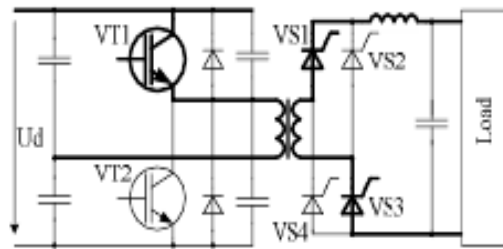
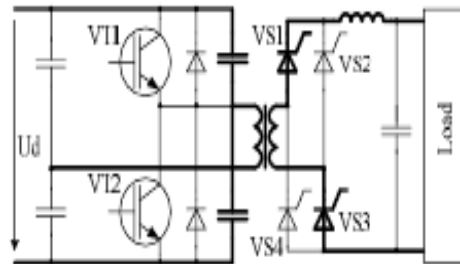


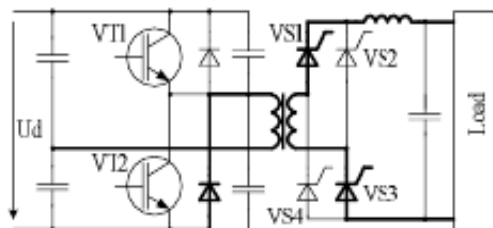
Рисунок 2.6 - Діаграми процесів перетворювачі з модифікованим алгоритмом розділеної комутації



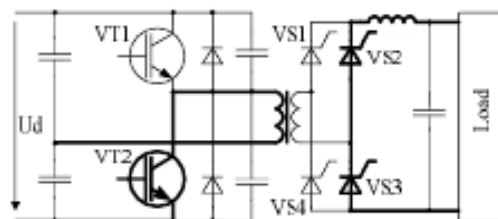
а)



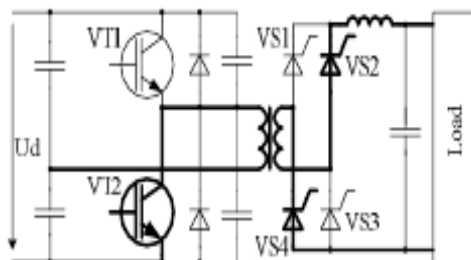
б)



в)



г)



д)

Рисунок 2.7 - Шляхи протікання струму на різних тимчасових інтервалах напівперіоду при модифікованому алгоритмі розділеної комутації

Експериментальна перевірка алгоритмів роботи перетворювача з модифікованим алгоритмом розділеної комутації представлена таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Параметри експериментального зразка перетворювача

Параметр	Величина
Вхідна напруга, В	200 – 400
Вихідна напруга, В	20
Частота перемикання, кГц	10
Коефіцієнт трансформації	0,28
Вихідна потужність, Вт	1000

Використання у дволанцюгових перетворювачах постійної напруги принципів розділеної комутації дозволяє здійснити сприятливі режими комутації силових ключів: режим незалежного включення для ключів інвертора напруги і режим незалежного виключення для ключів інвертора струму [13-15].

2.5 Батарея системи аварійного живлення

У якості батареї системи аварійного живлення в розробці пропонується використати систему з'єднання суперконденсаторів.

Причина, по якій конденсатори були витиснені акумуляторами, була пов'язана із значними великими значеннями електроенергії, які вони здатні нагромаджувати. Іншою причиною є те, що при розряді напруга на виході акумулятора міняється дуже слабо, так що стабілізатор напруги або не потрібний або ж може мати дуже просту конструкцію.

Головна відмінність між конденсаторами і акумуляторами полягає в тому, що конденсатори безпосередньо зберігають електричний заряд, а акумулятори перетворюють електричну енергію на хімічну, запасують її, а потім назад перетворюють хімічну енергію в електричну. При перетвореннях

енергії частина її втрачається. Тому навіть в кращих акумуляторів ККД складає не більше 90%, в той час, як в конденсаторів він може досягати 99%. Інтенсивність хімічних реакцій залежить від температури, тому на морозі акумулятори працюють помітно гірше, ніж при кімнатній температурі. Окрім цього, хімічні реакції в акумуляторах не повністю зворотні. Звідси мала кількість циклів заряду-розряду (порядку одиниць тисяч, найчастіше ресурс акумулятора складає близько 1000 циклів заряду-розряду), а також «ефект пам'яті». Нагадаємо, що «ефект пам'яті» полягає в тому, що акумулятор потрібно завжди розряджати до певної величини накопиченої енергії, тоді його ємність буде максимальною. Якщо ж після розрядки в ньому залишається більше енергії, то ємність акумулятора поступово зменшуватиметься. «Ефект пам'яті» притаманний практично усім типам акумуляторів, що серійно випускаються, окрім, кислотних (включаючи їх різновиди — гелі і AGM). Хоча прийнято вважати, що іонним для літію і полімерним для літію акумуляторам він не притаманний. Що ж до кислотних акумуляторів, то в них виявляється ефект сульфатації пластин, що викликає безповоротне псування джерела живлення. Однією з причин є тривале знаходження акумулятора в стані заряду менш, ніж на 50%. Швидкість зарядки акумулятора обмежена швидкістю хімічних процесів, що протікають в ній. Можна скоротити час зарядки до 1 години, але ніяк не до декількох хвилин. В той же час, швидкість зарядки конденсатора обмежена лише максимальним струмом, який дає зарядний пристрій [13-15].

Перераховані недоліки акумуляторів зробили актуальним використання замість них конденсаторів.

Суперконденсатор є системою із двома обкладинками з активованого вугілля, залитим електролітом. Між ними розташована мембрана, яка пропускає електроліт, але перешкоджає фізичному переміщенню часток активованого вугілля між обкладинками.

Слід зазначити, що суперконденсатори самі по собі не мають полярності. Цим вони принципово відрізняються від електролітичних конденсаторів, для яких, як правило, властива полярність, недотримання якої наводить до виходу конденсатора з буд.

Максимальна ємність окремого суперконденсатора, складає 12000 Ф. У суперконденсаторах, що випускаються серійно, вона не перевищує 3000 Ф. Максимально допустима напруга між обкладинками не перевищує 10 В. Для суперконденсаторів, що серійно випускаються, цей показник, як правило, лежить в межах 2,3 – 2,7 В. Низька робоча напруга вимагає використання перетворювача напруги з функцією стабілізатора у зв'язку з тим, що при розряді напруга на обкладинках конденсатора змінюється в широких межах. Побудова перетворювача напруги для підключення навантаження і зарядного пристрою є нетривіальним завданням. Для спрощення розгляду питання нехтуватимемо втратами в перетворювачі напруги і стабілізаторі. В тому випадку, якщо ви працюєте із звичайним акумулятором з напругою 12 В, то електроніка, що управляє, повинна витримувати струм в 5 А. Такі електронні прилади широко поширені і мають невисоку вартість. Але зовсім інша ситуація складається при використанні суперконденсатора, напруга на якому складає 2,5 В. Тоді струм, що протікає через електронні компоненти перетворювача, може досягати 24 А, що вимагає нових підходів до схемотехніки і сучасної елементної бази. Саме складність з побудовою перетворювача і стабілізатора можна пояснити той факт, що суперконденсатори стали широко використовуватися в самих різних областях.

Суперконденсатори можуть з'єднуватися в батареї з використанням послідовного або паралельного з'єднання. У першому випадку підвищується максимально допустима напруга. У другому випадку — ємність. Підвищення максимально допустимої напруги в такий спосіб є одним із способів вирішення проблеми, але заплатити за неї доведеться зниженням ємності.

На рисунку 2.8 представлено схему батареї суперконденсаторів, робота якої контролюється мікросхемою LT8582 [13-15].

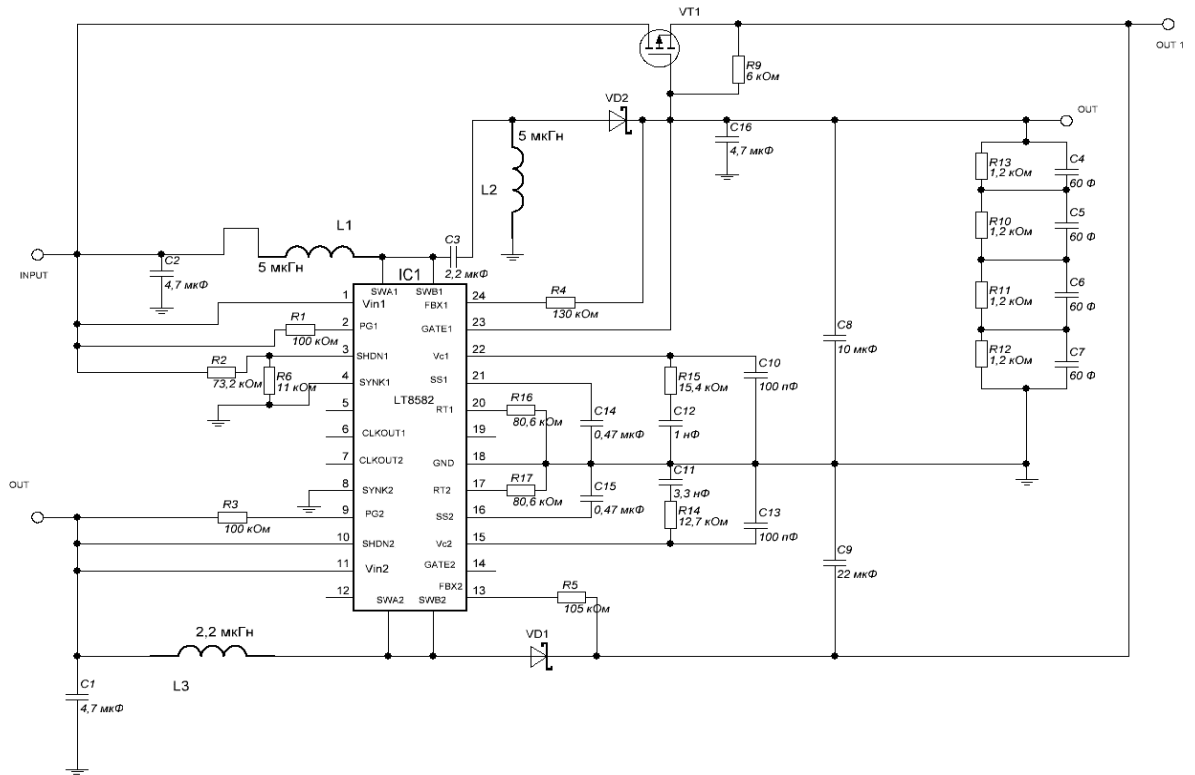


Рисунок 2.8 – Схема керування батареї системи аварійного живлення із використанням мікросхеми LT8582

Мікросхема LT8582 є стабілізатором напруги із високим коефіцієнтом пригнічення пульсацій.

Використання мікросхеми LT8582 засноване на тому, що вона має найбільш оптимальні параметри, порівняно із іншими схемами. Параметри мікросхеми представлено у таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Параметри мікросхеми LT8582 [13-15]

Вихідна напруга, В	Вхідна напруга, В	Падіння напруги, В	Перегрівання, °С	Вхідний струм, А	ККД системи, %
±3,3	±4,55	1,25	8	0,48	57
±5	±6,25	1,25	8	0,65	65
±12	±13,22	1,22	9	1,25	78

Розміри суперконденсаторів, природно, залежать від їх ємкості. Типовий суперконденсатор ємкістю 3000 Ф є циліндром діаметром близько 5 см і завдовжки 14 см. При ємкості 10 Ф суперконденсатор має розміри 1 – 1,5 см.

Хороші суперконденсатори здатні витримати сотні тисяч циклів заряду-розряду, перевершуючи по цьому параметру акумулятори приблизно в 100 разів. Але, як і в електролітичних конденсаторів, для суперконденсаторів існує проблема старіння із-за поступового витоку електроліту. Поки скільки-небудь повної статистики виходу з буд суперконденсаторів з даної причини не накопичено, але за непрямыми даними, термін служби суперконденсаторів можна приблизно оцінити величиною 15 років.

Для контролю процесу заряду акумулятору чого пристрою пропонується використати систему на мікроконтролерах. Система дозволить контролювати процес зарядки від декількох незалежних джерел електроенергії в оптимальному режимі, знижуючи швидкість її зносу, а також своєчасно попереджувати процес зносу.

Модуль контролера заряду у свою чергу реалізує наступні функції:

- управління зарядкою залежно від поточного рівня заряду;
- інформування користувача про критичний знос.

Вимірювати параметри акумулюючого пристрою можна за допомогою мікросхеми MAX17055. Вона вимірює такі параметри, як цільову напругу, струм заряду, струм відключення зарядного пристрою і ін. і передає їх по інтерфейсу I2C. Ці дані можуть бути прийняті мікроконтролером і передані ним мікросхемі контролера заряду. Контролювати процес заряду дозволить мікросхема BQ24151. Для управління роботою мікросхем вибраний мікроконтролер STM32F446RET. У даному мікроконтролері використовується процесорне ядро ARM Cortex M4. Мікроконтролери STM32 відрізняються поєднанням характеристик малого енергоспоживання і високої продуктивності.

Мікроконтролер STM32F446RET підтримує вбудований інтерфейс I2C і одночасну роботу з двома пристроями по даному інтерфейсу, і може приймати і передавати дані через порти SCL і SCA відповідно. Напруга живлення мікроконтролера STM32F446RET складає 3,3 В, а напруга, що подається на пристрій +5 В. У зв'язку з цим потрібно використовувати стабілізатор напруги на 3,3 В.

Індикація режимів роботи здійснюється за допомогою чотирьох діодів: зелений (заряджено, зарядка не потрібна), жовтий (йде зарядка), синій (знос перевищує допустимий), червоний (помилка роботи).

Зарядка здійснюється за допомогою мікросхеми BQ24151. Внутрішня структура мікросхеми відома з документації на дану мікросхему (рисунок 2.9) [16]. В ході розробки було проведено спрощене моделювання роботи контролера заряду, складена схема, що моделює роботу частини внутрішньої структури мікросхеми.

Схема для моделювання включає спрощену аналогову частину внутрішньої структури мікросхеми, що працює в режимі заряду (Charge mode) (рисунок 2.10).

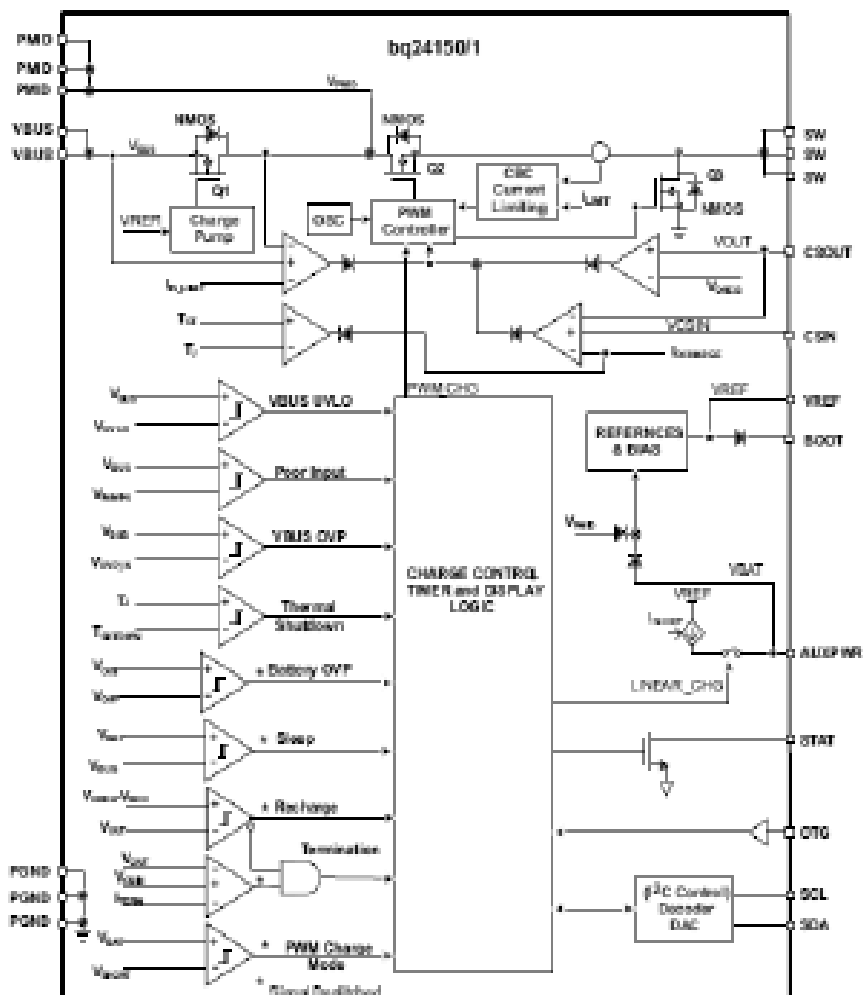


Рисунок 2.9 – Внутрішня структура мікросхеми BQ24151

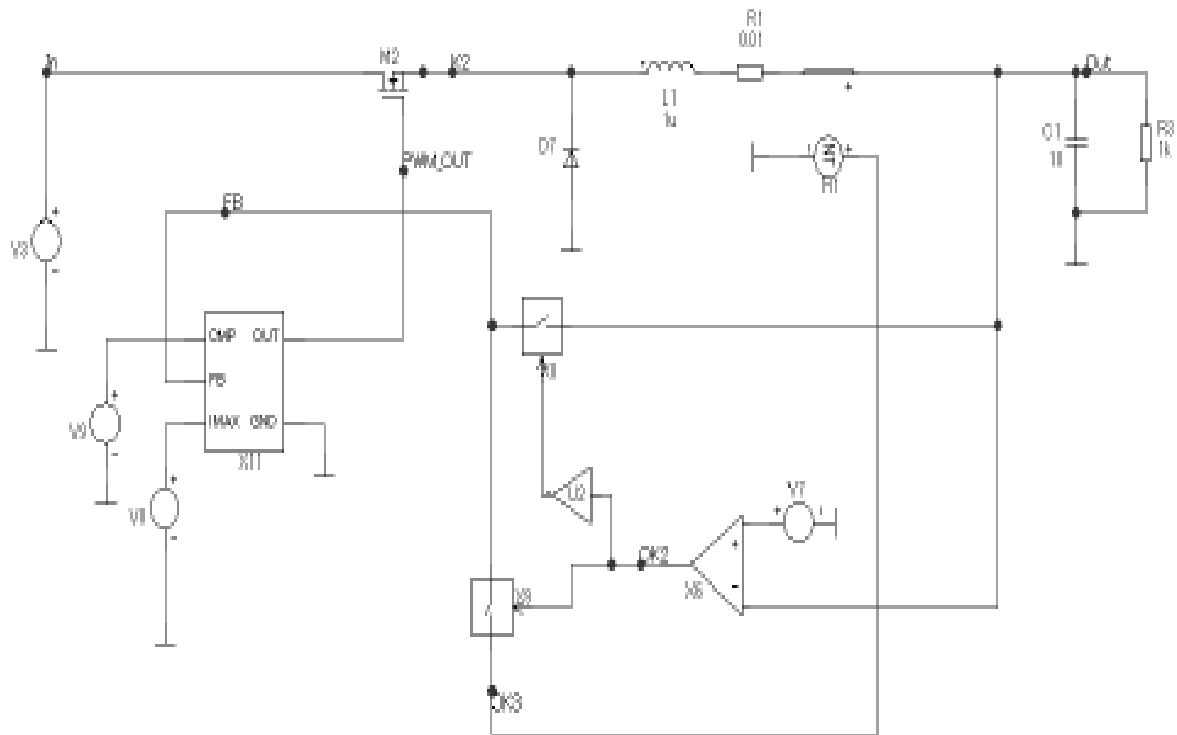


Рисунок 2.10 – Схема для моделювання мікросхеми VQ24151

На схемі X11 виконує функцію ШІМ контролера. Компаратор X6 переключає ланцюг зворотного зв'язку: по напрузі та по струму. У першому випадку напруга зворотного зв'язку знімається з виходу, в другому – формується за допомогою функціонального джерела напруги, залежної від струму. Акумуляючий пристрій моделюється за допомогою паралельно сполученого конденсатора і резистора (конденсатора C1 і резистора R3). В результаті роботи схеми конденсатор заряджає до напруги 6 В (рисунок 2.11).

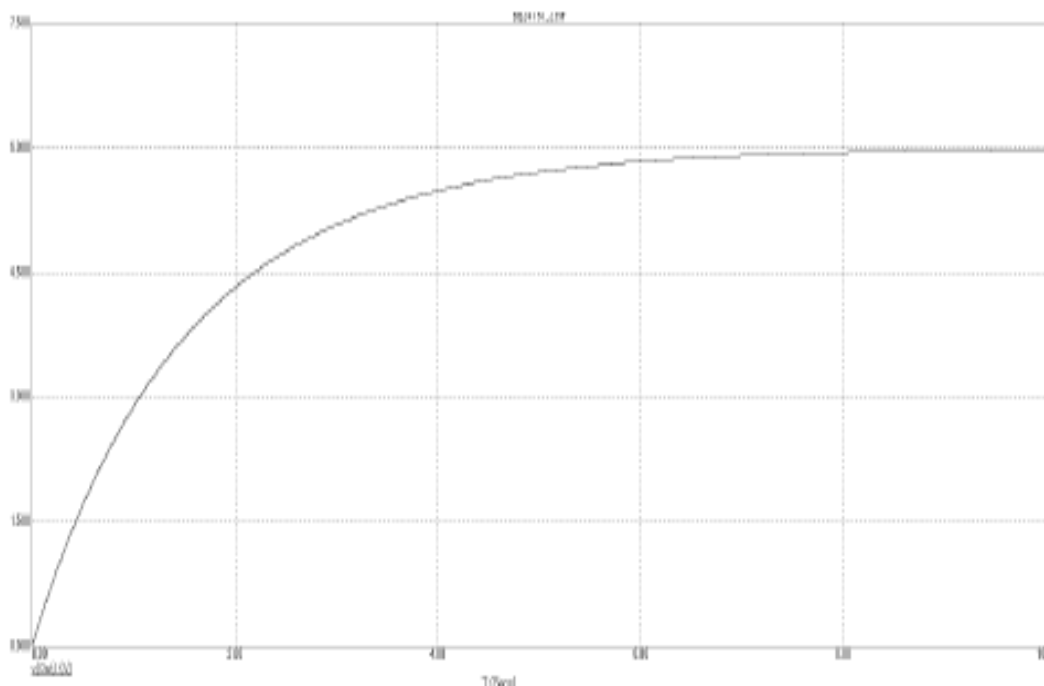


Рисунок 2.11 – Результат моделювання процесу заряду

Результати моделювання показують, що пристрій задовольняє вихідним вимогам і коректно здійснює зарядку пристрою.

2.6 Моделювання перехідного процесу на ємнісних елементах батареї системи аварійного живлення

У якості моделі перехідного процесу на ємнісних елементах розглянемо модель із еквівалентним джерелом живлення, представлену на рисунку 2.12.

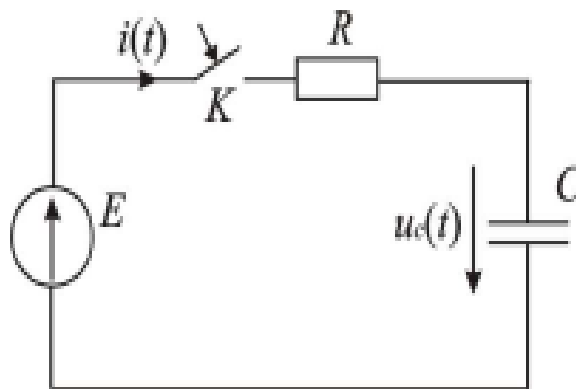


Рисунок 2.12 – Модель ємності накопичувача енергії

Для урахування можливих сплесків енергії встановимо наступні параметри: $R = 10^5$ Ом, $C = 100$ мкФ, $E = 110$ В. При замиканні ключа K відбувається перехідний процес.

Визначаємо при перехідному процесі:

- струм $i(t)$;
- напругу на конденсаторі $u_c(t)$.

Для вирішення задачі треба знати основи класичного методу розрахунку перехідних процесів в колах постійного струму.

Вирішення

Задачу можна вирішити двома способами: через напругу на конденсаторі $u_c(t)$ та через струм $i(t)$.

Перший спосіб

1. Запишемо загальне рівняння напруги на конденсаторі:

$$u_c(t) = u_{Cnp} + u_{Cв}.$$

2. Н.П.У.: $u_c(0) = 0$ В.

3. Примусова складова напруги буде дорівнювати напрузі джерела живлення $u_{Cnp} = E = 110$ В.

4. Складемо характеристичне рівняння і знайдемо його корінь p :

$Z(p) = R + \frac{1}{p \cdot C} = 0 \Rightarrow p = -\frac{1}{R \cdot C} = -\frac{1}{10^5 \cdot 100 \cdot 10^6} = -0,1 \text{ c}^{-1}$. Тоді вільна складова

напруги має вигляд: $u_{C_6} = A \cdot e^{-0,1t}$.

5. Визначимо постійну інтегрування A :

$$u_C(t) = 110 + A \cdot e^{-100t}.$$

При $t = 0$: $u_C(0) = 0 = 110 + A \Rightarrow A = -110$.

6. Напруга на конденсаторі $u_C(t) = 110 - 110 \cdot e^{-0,1t} = \underline{110 \cdot (1 - e^{-0,1t})}$ В.

7. Визначимо струм кола в момент комутації:

$$i(t) = C \cdot \frac{du_C(t)}{dt} = \underline{11 \cdot 10^{-4} \cdot e^{-0,1t}} \text{ А.}$$

Другий спосіб

1. Запишемо рівняння струму кола як суму примусової та вільної

складових: $i(t) = i_{np} + i_g$.

2. Знайдемо залежну початкову умову, тобто значення $i(0)$.

Так як $u_C(0) = 0$, то за другим законом Кирхгофа

$$i(0) = \frac{E - u_C(0)}{R} = \frac{110 - 0}{10^5} = 11 \cdot 10^{-4} \text{ А.}$$

3. Примусова складова струму – $i_{np} = 0$.

4. Характеристичне рівняння і загальне співвідношення для вільної складової струму має такий самий вигляд, як і при першому способі, тобто

$$i_g = B \cdot e^{-0,1t}.$$

5. Визначимо постійну інтегрування B :

$$i(t) = B \cdot e^{-0,1t} \Rightarrow B = i(0) = 11 \cdot 10^{-4}.$$

6. Струм кола: $i(t) = \underline{11 \cdot 10^{-4} \cdot e^{-0,1t}}$ А.

7. Визначимо напругу на конденсаторі в момент комутації:

$$\underline{u_C(t)} = \frac{1}{C} \cdot \int_0^t i(t) dt = \frac{11 \cdot 10^{-4}}{100 \cdot 10^{-6}} \cdot \int_0^t e^{-0,1t} dt = -110 \cdot e^{-0,1t} \Big|_0^t = \underline{110 \cdot (1 - e^{-0,1t})} \text{ В.}$$

Схемне моделювання проводимо в редакторах електричних схем Electronics Workbench та Proteus.

На рисунку 2.13 представлена схемна модель ємнісного елемента накопичувача в редакторі Electronics Workbench.

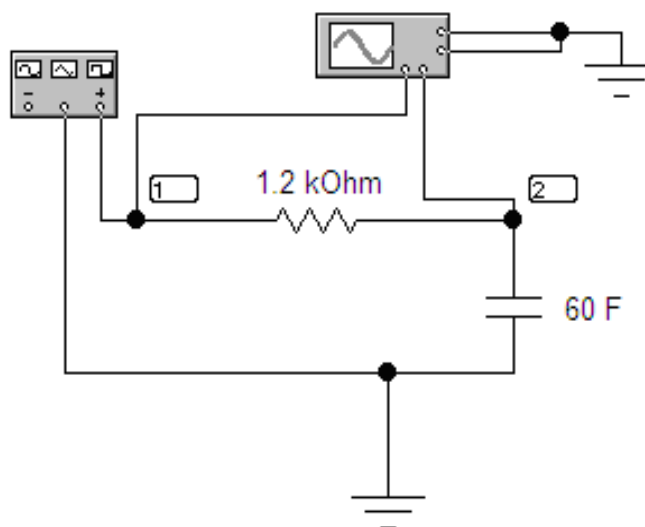


Рисунок 2.13 - Модель ємнісного елемента накопичувача в редакторі Electronics Workbench

На рисунку 2.14 представлена схемна модель ємнісного елемента в редакторі Proteus [17].

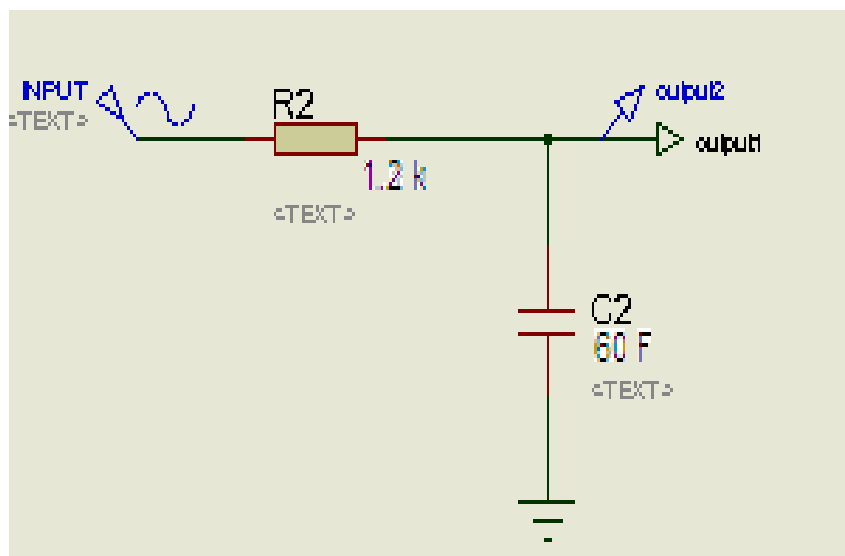


Рисунок 2.14 - Модель ємнісного елемента в редакторі Proteus

На рисунках 2.15 та 2.16 представлені результати моделювання протікання перехідного процесу в редакторах Electronics Workbench та Proteus відповідно.

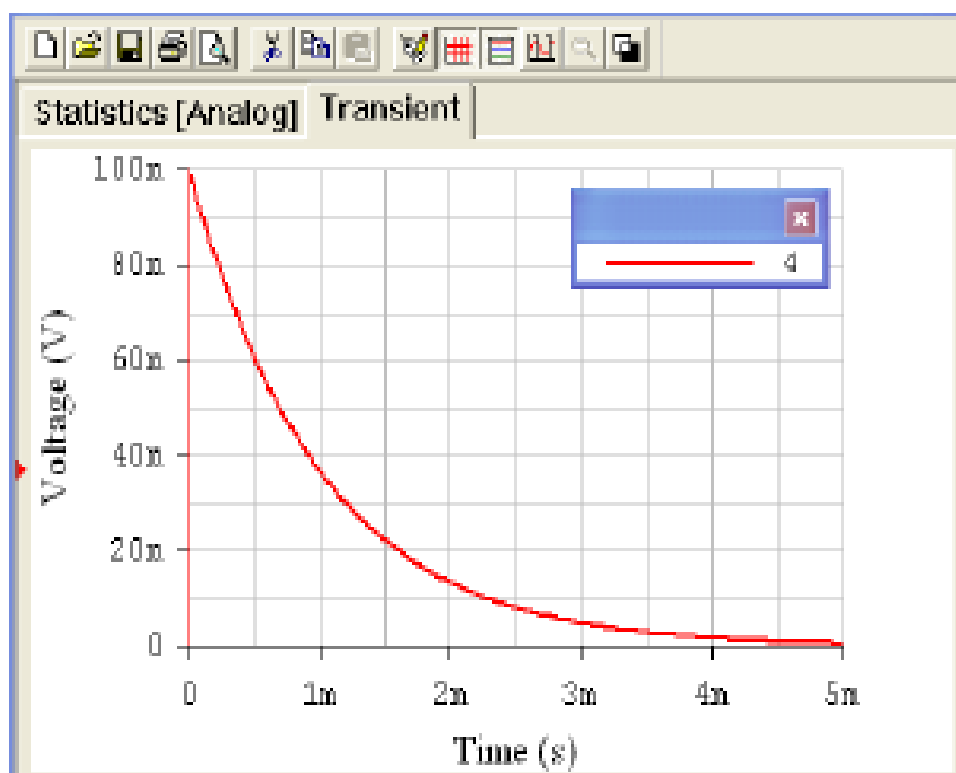


Рисунок 2.15 – Результати моделювання перехідного процесу в редакторі Electronics Workbench

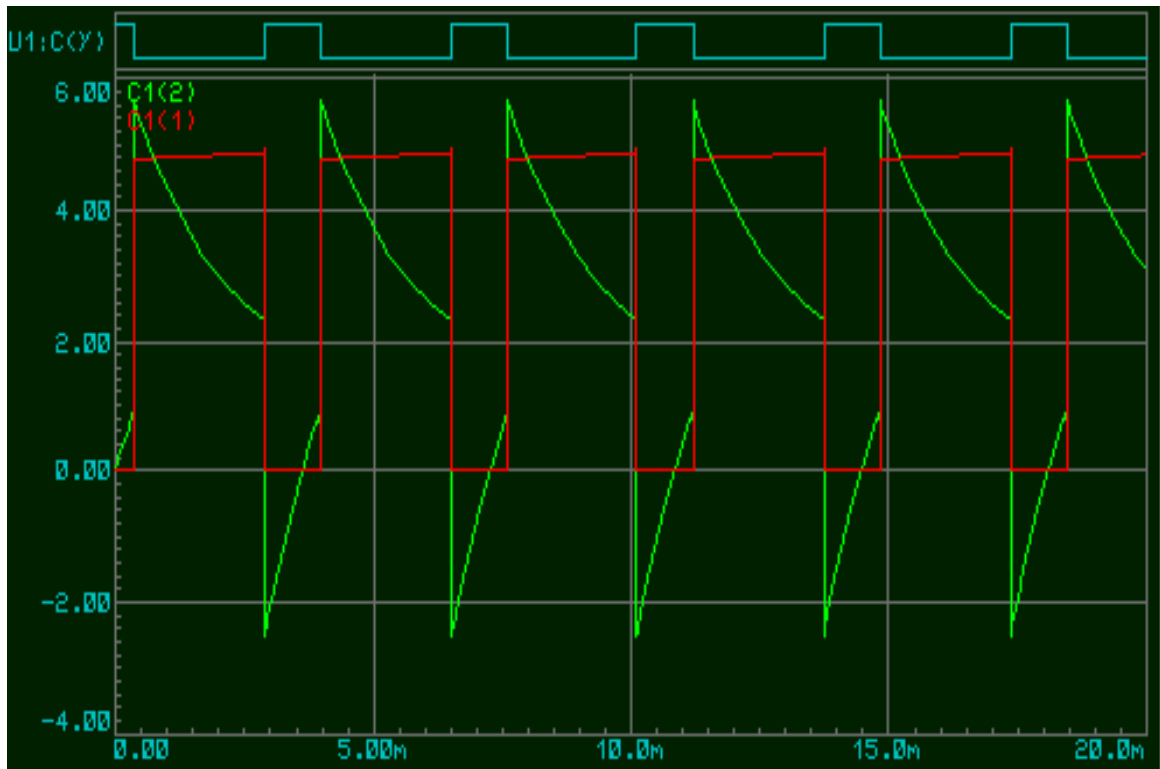


Рисунок 2.16 – Результати моделювання перехідного процесу в редакторі Proteus

Результати моделювання демонструють співпадання із розрахунковими даними, отриманими, вище.

Як видно із представлених епюр, розрахункові дані добре співпадають із результатами моделювання.

Отже, за результатами розділу можна зробити наступні висновки:

1) у роботі пропонується обрати схему системи безперебійного резервного електропостачання ДБЖ (UPS) із використанням джерела безперервної дії з подвійним перетворенням;

2) робота батареї суперконденсаторів для системи аварійного живлення контролюється мікросхемою LT8582, яка є стабілізатором напруги із високим коефіцієнтом пригнічення пульсацій; використання мікросхеми LT8582 має переваги в тому, що вона має найбільш оптимальні параметри, порівняно із іншими схемами;

3) у якості комутатора пропонується використати модифіковану мостову схему розділеної комутації, що дозволяє здійснити сприятливі режими комутації силових ключів;

4) моделювання режимів роботи пристрою в редакторах Electronics Workbench та Proteus показали спів падання із розрахунковими результатами.

3. Охорона праці та техногенна безпека при розробці системи аварійного живлення для освітлювачів приміщень

3.1 Характеристика потенційних шкідливих та небезпечних виробничих факторів

Роботи по розробці системи проводяться в лабораторії комп'ютерної техніки та технологічних основ електроніки кафедри ЕІСПЗ ІННІ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ ЗНУ (далі – лабораторія).

Роботи, що проводяться в дослідницькій лабораторії, не представляють великої небезпеки, оскільки приміщення інженерної академії належать до приміщень без підвищеної небезпеки. Проте використання електроустаткування може нести в собі ряд шкідливих і небезпечних для життя і здоров'я людей чинників, що працюють з ним. Основну небезпеку дослідницької лабораторії представляють використання електроприладів, які працюють при напрузі небезпечній для життя.

Дія електричного струму на живу тканину носить своєрідний характер. Проходячи через організм, електричний струм виробляє термічну, електролітичну і біологічну дію [18-20].

Міра небезпечної і шкідливої дії на людину електричного струму і електричної дуги залежить від роду і величини напруги струму, частоти струму, шляху струму через тіло організму, тривалість дії електричного струму, умов зовнішнього середовища.

У дослідницькій лабораторії існує можливість виникнення небезпеки при роботі з шкідливими речовинами в процесі моделювання плати пристрою. При монтажі електронних плат застосовують ацетон, спирт для знежирення і очищення від пилу мікросхеми, а також олово і каніфоль для припаювання ніжок напівпровідникового приладу до плати.

Спирт, ацетон викликає сухість шкіри. При систематичному вдиханні можливі захворювання сітківки ока. Також можливі нирково-психічні захворювання.

Каніфоль дратівливо діє на слизисті оболонки дихальних шляхів і на шкіру, що наводить до дерматитів.

При недостатній освітленості на робочому місці може виникнути зорова втома.

3.2 Заходи з поліпшення умов праці

Тривала робота перед екраном монітора наводить до різних функціональних розладів організму, не говорячи вже про неймовірне навантаження на очі. Захворювання, викликані травмою навантажень, що повторюються, не виявляються відразу, це нездужання, що поступово накопичуються. У цьому їх небезпека. В основному страждають кисті, зап'ястя, плечі, шийна область [18-20].

У виникненні хвороб такого роду найчастіше винні: погана ергономіка робочих місць, дуже високо розташована клавіатура, непідходяще крісло, незнання основних правил роботи за комп'ютером. Правила, що стосуються освітлення в приміщенні і на робочому місці, мікроклімату, розташування клавіатури прості:

- повна тривалість робочого часу, проведеного за екраном монітора із захисним екраном, для дорослого користувача не повинна перевищувати 4 години за 8-годинний робочий день;

- не рекомендується працювати на клавіатурі безперервно більше 30 хвилин, кожен годину необхідно робити п'ятихвилинну перерву, а кожні дві години - 15-хвилинний, причому краще покинути робоче місце, влаштувати розминку для пальців, зробити просту гімнастику для очей;

- для устаткування робочого місця краще використовувати спеціальні столи і стільці, що дають можливість регулювати положення всіх вузлів, - висоти столу, полички для клавіатури, крісла користувача;
- висоту клавіатури слід відрегулювати так, щоб кисть розташовувалася прямо;
- спина має бути пряма, кут між стегнами і хребтом - теж прямий, для чого слід підібрати таке крісло, спинка якого здатна підтримувати спину користувача.
- монітор слід розташувати так, щоб нижній рівень екрану знаходився на 20...25 см нижче за рівень очей, а рівень верхньої кромки розташовувався на висоті лоба, від екрану монітора до очей має бути не менше 75...120 см.
- відстань між столами з комп'ютерами - не менше 1,5 метрів, між моніторами - не менше 2,2 метрів.
- екран комп'ютера краще розташувати під прямим кутом по відношенню до вікон, які необхідно завісити або закрити жалюзі.

3.3 Виробнича санітарія

У виробничих приміщеннях, в яких робота на відеотерміналах і персональних комп'ютерах є допоміжною, температура, відносна вологість і швидкість руху повітря на робітниках повинні відповідати санітарним нормам мікроклімату виробничих приміщень, що діють [18-20].

У виробничих приміщеннях, в яких робота на відеотерміналах і персональних комп'ютерах є основною (диспетчерські, операторські, розрахункові, кабінети і пости управління, зали обчислювальної техніки і ін.) повинні забезпечуватися оптимальні параметри мікроклімату відповідно до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Оптимальні норми мікроклімату для приміщень з відеотерміналами і персональними комп'ютерами

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С (не більше)	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	Легка – 1а	22-24	40-60	0.1
	Легка – 1б	21-23	40-60	0.1
Теплий	Легка – 1а	23-25	40-60	0.1
	Легка – 1б	22-24	40-60	0.2

До категорії 1а відносяться роботи, вироблювані сидячи і що не вимагають фізичної напруги, при яких витрата енергії складає до 120 ккал/ч. До категорії 1б відносяться роботи, вироблювані сидячи, стоячи або пов'язані з ходьбою і такі, що супроводжуються деякою фізичною напругою, при яких витрата енергії складає від 120 до 150 ккал/ч

При монтажі компонентів на плату і формуванні топологічного рисунка струмопровідного шару виникає потенційна небезпека небажаної дії на організм речовин, що обертаються в технологічному процесі, і матеріалів. Всі речовини, що забруднюють повітря, надають шкідливу дію, якщо вони потрапляють в організм в кількостях, що перевищують деяку порогову величину (ГДК). У виробництві плат застосовують певні речовини, які шкідливі для організму. Клас небезпеки шкідливих речовин встановлюється залежно від гранично допустимої концентрації речовин в повітрі робочої зони. Це та концентрація яка переноситься без відхилень від нормального полягання в перебігу робочого дня при щоденному диханні. Згідно СН 245-71 встановлюють чотири класи шкідливих речовин: 1-й клас – речовини надзвичайно небезпечні; 2-й клас – речовини високо небезпечні; 3-й клас – речовини помірно небезпечні; 4-й клас – речовини мало небезпечні. Дія токсичних речовин виявляється в гострих і хронічних отруєннях.

При монтажі електронних плат застосовують ацетон, спирт для знежирення і очищення від пилу, а також олово і каніфоль для припаювання ніжок напівпровідникового приладу до плати.

У таблиці 3.2 [18-20] приведені гранично допустимі концентрації небезпечних речовин, вживаних при монтажі елементів, згідно СН 245-71.

Таблиця 3.2 - Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони

Речовини	ГДК, мг/м ³
Ацетон	30
Каніфоль	150
Олово	90
Спирт	1000

Спирт, ацетон викликає сухість шкіри. При систематичному вдиханні можливі захворювання сітківки ока. Також можливі нервово-психічні захворювання.

Каніфоль дратівливо діє на слизисті оболонки дихальних шляхів і на шкіру, що наводить до дерматитів.

Основні засоби техніки безпеки – герметизація апаратури і устаткування, наявність припливний витяжній вентиляції в приміщенні проведення робіт і витяжна шафа для проведення експериментальних досліджень, виготовлення печатних плат і монтажу компонентів паянням (рис. 3.1).

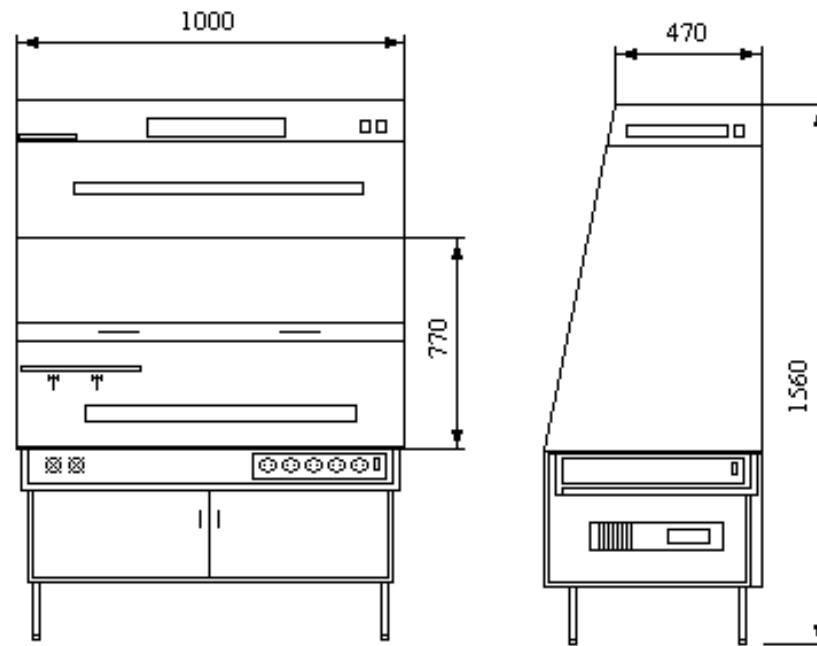


Рисунок 3.1 – Витяжна шафа для проведення експериментальних досліджень, виготовлення печатних плат і монтажу компонентів паянням

Зорові роботи у приміщенні об'єкту належать до класу найвищої точності (найменший розмір об'єкта менше 0,15мм). Природне освітлення робочих місць здійснюється через віконні прорізи, що відповідає боковому освітленню. Норма бокового освітлення для даного класу робіт – 3,5%. Фактичні значення бокового освітлення відповідають нормі (4%).

3.4 Електробезпека

Експлуатація такого устаткування повинна проводитися відповідно до інструкцій, правил і норм безпеки, вимог охорони праці та ін. Електричне обладнання повинне своєчасно проходити технічне планове обслуговування, ремонт, профілактичні випробування та інші види обслуговування, що забезпечують його справну роботу.

До роботи на електричному обладнанні допускаються особи, які мають необхідну групу електробезпеки, пройшли медичний огляд і не мають протипоказань за станом здоров'я, що пройшли інструктаж з правил

експлуатації і техніки безпеки. У компанії обов'язково повинні проводитися інструктажі з охорони праці та техніки безпеки для всього електротехнічного і неелектротехнічного персоналу, крім того, для всіх працівників повинні бути розроблені відповідні інструкції. Персонал, що працює з електричним обладнанням, повинен бути забезпечений засобами електрозахисту і спецодягом, а самі електричні установки - укомплектовані засобами захисту і всім необхідним для пожежогасіння.

Перевірку дотримання даних вимог підприємствами проводять органи енергонагляду, державної інспекції праці та ін.

Заходи попередження ураження людей електрострумом включають огорожу і ізоляцію будь-яких частин електричного обладнання та установок, що знаходяться під напругою. Також на підприємствах повинно бути організовано, де це можливо і де необхідно відповідно до правил і норм, застосування малої напруги. Обов'язковою мірою є заземлення або занулення всіх металевих конструкцій і кабелів, а також використання засобів індивідуального та колективного електрозахисту. Також до організаційних заходів відносяться заходи по допуску до роботи з електрикою і нагляду під час роботи фахівців на електроустановках.

Заземленню або зануленню підлягають такі конструкції і елементи:

- металеві корпуси технічних засобів і обладнання;
- електроприводи;
- вторинні обмотки трансформаторів;
- каркаси щитів управління, шаф та ін.;
- пересувні електричні установки та обладнання;
- інші кабельні та металеві конструкції.

Заземлення та занулення повинні проходити інструментальну перевірку відразу після монтажу, при експлуатації - не рідше 1 разу на рік, а також після проведеного ремонту.

Забезпечення заходів електробезпеки на підприємстві регламентується Міжгалузевими правилами охорони праці, Правилами улаштування

електроустановок та іншими нормативними актами, затвердженими державними органами [18-20].

3.5 Пожежна безпека. Техногенна безпека

Співробітники, відповідальні за забезпечення пожежної безпеки приміщень призначаються директором ІННІ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ ЗНУ.

Особи, призначені за заявою, є відповідальними за забезпечення пожежної безпеки приміщень або ділянок території.

Відповідальні за пожежну безпеку зобов'язані в кінці робочого дня проводити щоденний огляд закріплених за ними об'єктів.

При огляді слід контролювати прибирання приміщень:

- корзини для збору відходів повинні бути пустими;
- електроприлади, що знаходяться в приміщенні знеструмлені, штепсельні вилки витягнуті з електричних розеток;
- вікна закриті і зафіксовані;
- проходи та виходи із приміщень вільні та обладнані знаками охоронної безпеки та планами евакуації;
- електричне освітлення, за виключенням чергового освітлення відключене;
- вхідні двері закриті;
- автоматична сигналізація включена і функціонує;
- первинні засоби пожежогасіння повинні знаходитися в спеціально відведених місцях і доступ до них повинний залишатися вільним.

Якщо при огляді виявлено порушення дійсних правил, слід негайно повідомляти про порушення, що пред'являються відповідальним за запобіжну безпеку або керівнику установи.

Для запобігання виникненню пожеж від електричного струму, висвітлення, нагріву струмоведучих частин, дугового розряду та ін. необхідно дотримуватися "Правила техніки безпеки при експлуатації

електроустановок споживачів", інструкції по експлуатації електричних приладів. Всі приміщення повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння відповідно до норм і правил пожежної безпеки. Засоби пожежотушіння повинні розміщатися в пожежних шафах і обов'язково позначені відповідним знаком пожежної безпеки. Всі наявні первинні засоби пожежогасіння повинні постійно утримуватися в справному стані і регулярно, відповідно до технічних умов експлуатації, випробовуватися на придатність до використання [38-40].

Співробітники установи зобов'язані виконувати правила пожежної безпеки.

Для запобігання пожежі в приміщеннях будівлі забороняється:

- використовувати нагрівальні електроприлади для опалення приміщень;
- приготування та розігрівання їжі поза спеціально відведеними місцями, узгоджених з Державною протиповітряною службою;
- використовувати електричні прилади, споживана потужність яких перевищує допустиму потужність електромережі;
- залишати без нагляду будь-які прилади та пристрої, що знаходяться під напругою;
- підключати електроприлади без стандартних штепсельних роз'ємів;
- використовувати несправні електричні вимикачі, розетки, штепсельні роз'єми з розбитими корпусами, обгорілі і контактами;
- з'єднання, які нагріваються в місцях контакту;
- світильники без колпаків;
- здійснювати монтаж мереж без дотримання вимог "Правил пристроїв електроустановок";
- використовувати для захисту електромережі некалібровані плавкі вставки або автоматичні вимикачі, струм спрацьовування яких перевищує максимально допустиме значення для електромережі.

Всі перемикання та ремонтні роботи в електромережах повинні виконуватися спеціалістами, що мають допуск до роботи та групу електричної безпеки не нижче третьої.

Підключати до електричних мереж несправні електроприлади заборонено.

Забороняється:

- виконувати нагрів труб опалення, водопостачання та каналізації паяльними лампами або іншим способом із застосуванням відкритого вогню. Нагрівання слід виконувати - гарячою водою, паром, розігрітим піском або іншими пожежобезпечними способами;

- зберігати ємності з горючими, легкозаймистими рідинами, балони з горючими газами, горючі предмети та матеріали на шляхах евакуації, а саме в коридорах, на сходових клітках, у вестибюлі, в тамбурах евакуаційних виходів, а також в підвалах, на горищах, в технічних приміщеннях електрощитових, в вентиляційних камерах;

- зберігати на місцях проведення ремонтних і реконструкційних робіт пиломатеріали в кількості, що перевищує добову потребу, по залишати закінчення робочого дня легкозаймисті відходи;

- захаращувати шляхи евакуації меблями, матеріалами, обладнанням коридорів, сходові клітки, вестибюлі, тамбури евакуаційних виходів з будинку, доступ до первинного засобів пожежогасіння, електророзподільні щити і пристрої, що вимикають;

- закривати на важко відкривані засуви двері евакуаційних виходів в період перебування в будівлі людей;

- проводити перепланування і перепрофілювання приміщень, зводити на території різного роду споруди та прибудови без дотримання протипожежних вимог і без узгодження з органами державного пожежного нагляду;

- використовувати наявні засоби пожежогасіння не за прямим призначенням [38-40].

Забезпечення техногенної безпеки є складовою частиною виробничої та іншої діяльності суб'єктів господарювання. Забезпечення техногенної безпеки покладається на відповідних посадових осіб, керівників і уповноважених ними осіб, якщо інше не передбачено відповідними нормативно-правовими або цивільно-правовими актами. Заходи щодо забезпечення техногенної безпеки враховуються органами архітектури, замовниками, забудовниками, проектними та будівельними організаціями при проектуванні та забудові населених пунктів, будівництві, розширенні, реконструкції та технічному переоснащенні потенційно небезпечних об'єктів, установ та організацій.

У даній будівлі застосовують звукову систему сигналізації. При появі сигналу сповіщення про пожежу співробітники лабораторії організовано без паніки покидають лабораторію і, залежно від місця спалаху, слідують або вліво через лабораторний корпус для виходу на вулицю Добролюбова, або управо для виходу на вулицю Незалежної України (рис. 3.2).

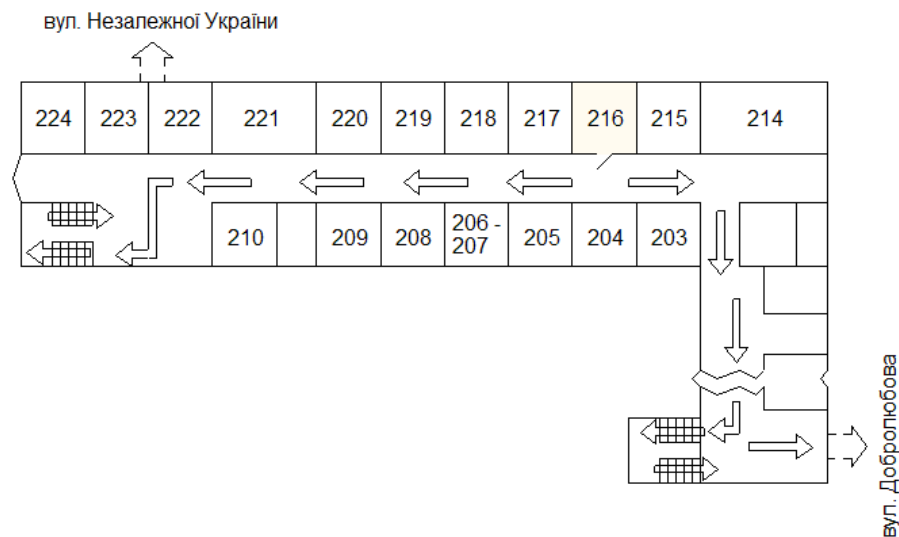


Рисунок 3.2 – План евакуації при пожежі із лабораторії

Висновки та рекомендації

Отже, за результатами розділу можна зробити наступні висновки:

1) у роботі пропонується обрати схему системи безперебійного резервного електропостачання ДБЖ (UPS) із використанням джерела безперервної дії з подвійним перетворенням;

2) робота батареї суперконденсаторів для системи аварійного живлення контролюється мікросхемою LT8582, яка є стабілізатором напруги із високим коефіцієнтом пригнічення пульсацій; використання мікросхеми LT8582 має переваги в тому, що вона має найбільш оптимальні параметри, порівняно із іншими схемами;

3) у якості комутатора пропонується використати модифіковану мостову схему розділеної комутації, що дозволяє здійснити сприятливі режими комутації силових ключів;

4) результати моделювання в середовищах Electronics Workbench та Proteus добре співпадають із розрахунковими даними.

Як рекомендації щодо розроблюваного пристрою можна відмітити наступне:

1) пристрій може бути використаний в подальших розробках пристроїв безперебійного живлення;

2) макетний варіант пристрою може бути використаний в лабораторному практикумі та при проведенні практичних занять кафедри електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення.

Перелік посилань

1. ДБН В.2.5-28-2006 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення Режим доступа: // budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=28019 (дата звернення: 26.04.2023).
2. Neelam Verma, Anjali Jain. "Optimized Automatic Lighting Control in a Hotel Building for Energy Efficiency", International Conference on Power Energy, 2018. — 170 p.
3. H. Park et al. "Soummotulti-modal Illumimote: Multi-modal and high-fidelity light sensor module for wireless sensor networks", IEEE Sensors Journal, 2006. — 170 p.
4. Hajjaj, M., Miki, M., & Shimohara, K. "The Effect of Using the Intelligent Lighting System to Deduct the Power Consumption at the Office", IEEE 7th Conference on Systems, Process and Control (ICSPC), 2019. — 66 p.
5. Вступ до засобів управління освітленням [Електронний ресурс] – К.: Ділує, 2019. — 3 с. — Режим доступу до ресурса: <https://lightingcontrolsassociation.org/2017/07/21/introduction-to-lighting-controls> (дата звернення: 26.04.2023).
6. Арутюнян, А. А. Основи енергозбереження / А. А. Арутюнян.: Енергосервіс, 2016. - 600 с.
7. Большама Я. М., Круповіча В. І., самовер М.Л. 4-е вид., Перероблене і доповнене. Довідник з проектування електропостачання, ліній електропередачі і мереж, 2013.-245 з.
8. Кудрін Б. І. Електропостачання споживачів і режими: Навчальний посібник / Б. І. Кудрін, Б. В. Жилін, Ю. В. Матюнина : МЕІ, 2013. - 412 с.
9. Ачкасов А. Є., Лушкін В. А., Охріменко В. М., Кузнецов А. І., Чернявська М. В., Воронкова Т. Б. Електротехніка у будівництві: Навчальний посібник. — Харків: ХНАМГ, 2009—363 с.

10. Uninterruptible Power Supply (UPS) Battery Work: Usage, Different Types, and More Режим доступа: // www.jycbattery.com/uninterruptible-power-supply-ups-battery-work-usage-different-types-and-more/ (дата звернення: 26.04.2023).

11. Review for "Optimal location and operation of battery energy storage system in the distribution system for reducing energy cost in 24 - hour period" Режим доступа: // publons.com/wos-op/publon/42374719/ (дата звернення: 26.04.2023).

12. Carapellucci R., Giordano L. // Upgrading existing coal-fired power plants through heavy-duty and aeroderivative gas turbines // *Applied Energy* 156. с. 86–98.

13. Верьовкін Л.Л. Функціональні вузли мікропроцесорних систем. Методичні рекомендації до лабораторних занять для здобувачів вищої освіти першого бакалаврського рівня за спеціальністю 153 «Мікро- та наносистемна техніка» освітньо-професійної програми «Мікро- та наносистемна техніка».

14. Верьовкін Л.Л. Функціональні вузли мікропроцесорних систем. Методичні рекомендації до практичних занять для здобувачів вищої освіти першого бакалаврського рівня за спеціальністю 153 «Мікро- та наносистемна техніка» освітньо-професійної програми «Мікро- та наносистемна техніка». Запоріжжя : ЗНУ, 2021. 45 с.

15. Верьовкін Л.Л. Цифрові логічні автомати. Методичні рекомендації до практичних занять для здобувачів вищої освіти першого бакалаврського рівня за спеціальністю 153 «Мікро- та наносистемна техніка» освітньо-професійної програми «Мікро- та наносистемна техніка». Запоріжжя : ЗНУ, 2021. 36 с.

16. UM1725. Fully Integrated Switch-Mode One-Cell Li-Ion Charger with Full USB Compliance and USB-OTG Support [Електроний ресурс] – Режим доступа:<http://www.alldatasheet.com/datasheetpdf/pdf/236604/TI/BQ24151.html>, (дата звернення: 06.04.2023).

17. Проектування та аналіз електричних схем в програмному середовищі Proteus VSM. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів курсу "Проектування мікропроцесорних систем керування технологічними процесами". Медвідь В. Р., Пісьціо В. П., Тернопіль: ТНТУ, 2018. 26 с.

18. Бегун В. В., Науменко І. М. Безпека життєдіяльності : Навч. посібник. Київ : МОНУ, 2004. – 328 с.

19. Охорона праці. Методичні вказівки до проведення практичних занять та виконання контрольних робіт для студентів ЗДІА інженерних спеціальностей / Укл. В. Г. Рижков. Запоріжжя, 2005. 43 с.

20. Безпека життєдіяльності. Методичні вказівки до практичних занять та контрольні завдання для студентів ЗДІА всіх спеціальностей денної та заочної форм навчання / Укл. В. Г. Рижков. Запоріжжя, 2005. 24 с.