

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

(назва факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Методи та програмно-апаратне забезпечення системи
резервного живлення в комп'ютерних системах

Виконав: студент

6 курсу груп СІм-61

спеціальності

123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Балакунець О.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Тиш Є.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Луцик Н.С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач

кафедри

Осухівська Г.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Петрик М. Р.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

доц. Осухівська Г.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2021 р.

**ЗАВДАННЯ
 НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня _____

магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю _____

123 Комп'ютерна інженерія

студенту _____

Балакунцю Олегу Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____

Методи та програмно-апаратне забезпечення системи
 резервного живлення в комп'ютерних системах

Керівник роботи _____

Тили Є.В.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від « 28 » вересня 2021 року № 4/7-687

2. Термін подання студентом роботи 21.12.2021

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Аналітична частина. 2 Теоретична частина. 3. Практична частина. 4 Охорона праці

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Осухівська Г. М., доцент		
Безпека в НС	Стадник І. Я., професор		

7. Дата видачі завдання _____ 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Затвердження теми кваліфікаційної роботи		Виконано
2	Аналіз літературних джерел		Виконано
3	Обґрунтування актуальності дослідження		Виконано
4	Аналіз предмету дослідження та предметної області		Виконано
5	Проведення дослідження методів та засобів аналітичного опрацювання даних		Виконано
6	Оформлення розділу «Аналітична частина»		Виконано
7	Оформлення розділу «Теоретична частина»		Виконано
8	Оформлення розділу «Практична частина»		Виконано
9	Оформлення розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»		Виконано
10	Нормоконтроль		Виконано
11	Попередній захист роботи		Виконано
12	Захист кваліфікаційної роботи		Виконано

Студент _____

(підпис)

Балакунець О.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

(підпис)

Тили Є. В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Методи та програмно-апаратне забезпечення системи резервного живлення в комп'ютерних системах // Кваліфікаційна робота магістра // Балакунець Олег Володимирович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних систем та мереж, група СІм-61 // Тернопіль, 2021 // с. – 66, рис. – 24, табл. – 4, аркушів А1 – 9, бібліогр. – 29.

Ключові слова: СИСТЕМА РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ, АКУМУЛЯТОР, ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ, ІНВЕРТОР НАПРУГИ

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню систем забезпечення резервного живлення для комп'ютерних систем. Було розглянуто системи забезпечення резервним живленням, коли вони використовуються, проаналізовано внутрішню структуру, принцип їхньої роботи, наведені основні типи пристроїв, проведено порівняння сучасних рішень та наведено стандарт із технічними характеристиками систем резервного живлення. Основним середовищем для розробки системи обрано IAR Embedded Workbench, завдяки широкій підтримці систем реального часу та великого спектру мікроконтролерів від різних виробників. Було докладно описано процеси встановлення та налаштування ядра RTOS ThreadX. Проведено підключення панелі управління FreeMaster. Також проаналізовано алгоритми обробки подій у середовищі Matlab та налаштовано процес фінального профілювання мікроконтролера.

ANNOTATION

Methods, software and hardware of the backup power supplies in computer systems// Master thesis// Balakunets Oleg // Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Faculty of Computer Information Systems and Software Engineering, Department of Computer Systems and Nets, group CIm - 61 // Ternopil, 2021 // p.- 66, fig. – 24, table. – 4, Sheets A1 - 9, Ref. - 29.

Keywords: BACKUP POWER SYSTEM, BATTERY, POWER SUPPLY, VOLTAGE INVERTER

The qualification work is devoted to the study of backup power supply systems for computer systems. Backup power supply systems were considered when they are used, the internal structure and principle of their operation were analyzed, the main types of devices were given, modern solutions were compared, and the standard with the technical characteristics of backup power systems was given. IAR Embedded Workbench is chosen as the main development environment, thanks to its extensive support for real-time systems and a wide range of microcontrollers from various manufacturers. The RTOS ThreadX kernel installation and configuration processes were described in detail. The FreeMaster control panel has been connected. Event processing algorithms in the Matlab environment are also analyzed and the final profiling microcontroller process is configured.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	6
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА. ОГЛЯД СИСТЕМ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ	12
1.1. Системи резервного живлення. Загальні відомості	12
1.2. Типи систем безперебійного живлення.....	15
1.3. Аналіз сучасних пристроїв.....	17
1.4. Висновки до розділу.....	21
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА. ФУНКЦІОНАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИСТРОЇВ.....	22
2.1. Внутрішня структура систем резервного живлення.....	22
2.2. Огляд за потужністю	26
2.2.1. Пристрої малої потужності.....	30
2.2.2. Пристрої середньої потужності	31
2.2.3. Пристрої високої потужності.....	31
2.3. Технічні характеристики	31
2.3.1. Системні показники.....	35
2.4. Висновки до розділу.....	36
РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА. РЕАЛІЗАЦІЯ МІКРОКОНТРОЛЕРА РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ.....	37
3.1. Принцип роботи пристрою.....	37
3.1.1. Структурна схема та її особливості	38
3.2. Встановлення та налаштування ядра Azure RTOS	41
3.2.1. Конфігурування ThreadX.....	44
3.2.2. Профілювання Real Time OS	47
3.3. Інтерактивна панель управління FreeMaster.....	49

3.3.1. Аналіз алгоритмів обробки даних у Matlab	51
3.4. Висновки до розділу	54
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ	55
4.1. Охорона праці.....	55
4.2. Фактори ризику і можливі порушення здоров'я користувачів комп'ютерної мережі	58
4.3. Висновки до розділу	62
ВИСНОВКИ.....	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65
ДОДАТОК А. Тези конференції	68

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

СРЖ – система резервного живлення

АБ – акумуляторна батарея

ЗП – зарядний пристрій

РЧ – реальний час

RTOS (Real Time OS) – операційна система реального часу

GUI (Graphical user interface) – графічний інтерфейс

ШІМ – широтно-імпульсна модуляція

ВСТУП

Актуальність теми. Майже у кожного з користувачів ПК несподівано зникала електроенергія або були перепадами напруги, внаслідок чого ставалися збої в роботі операційної системи, втрачалася важлива інформація, яку користувач не встиг зберегти або в гіршому випадку комп'ютерне обладнання виходило з ладу. Завдяки вмонтованій батареї у користувачів компактних комп'ютерів (ноутбуків) в разі зникнення струму є трохи часу для збереження інформації та подальшого нормального завершення роботи операційної системи. Користувачі ж комп'ютерних систем, на жаль, через відсутність батареї не мають часу для збереження інформації.

Коли ж стається збій у електромережі (зникнення мережі чи перепади напруги) вступає в дію система резервного живлення (СРЖ), що живить та віддає навантаження за рахунок енергії, яка була до цього накопиченою вбудованими акумуляторами, допоки самі акумулятори не розрядяться. В результаті чого у користувача з'являється короткий проміжок часу, який надає можливість зберегти важливі дані та вдало завершити роботу системи. Після відновлення напруги мережі акумуляторні батареї починають автоматично заряджатися. Коли не використовується енергія від акумуляторів, живлення на систему надходить з мережі.

Отже, забезпечення резервного живлення для комп'ютерних систем є актуальною задачею, оскільки раптові відключення електроживлення (зникнення або перепади напруги) можуть досить сильно нашкодити комп'ютерним системам. Це актуально насамперед, наприклад, для банківських, охоронних та надчутливих медичних систем, у яких постійно працює величезний комплекс взаємозв'язаних пристроїв, тощо.

Метою роботи є дослідження принципів роботи системи резервного живлення та програмування основної частини пристрою, а саме мікроконтролера.

В роботі поставлено та розв'язано **наступні задачі:**

- розгляд та аналіз роботи систем резервного живлення, переваг та недоліки їх основних типів, сфери застосування;
- дослідження внутрішньої структури та сучасних систем безперебійного живлення;
- дослідження основних можливостей мікроконтролера резервного живлення;
- практична реалізація та тестування у робочому режимі програмної та апаратної частини мікроконтролера.

Об'єкт дослідження: процес забезпечення безперебійного живлення комп'ютерних систем.

Предмет дослідження: методи та засоби розробки програмно-апаратного забезпечення системи резервного живлення.

Наукова новизна отриманих результатів.

- запропоновано модульний мікроконтролер системи резервного живлення та спеціальну утиліту FreeMaster для управління ним в режимі реального часу;
- проведено налаштування мікроконтролера комп'ютерної системи резервного живлення;
- розроблено метод аналізу, обробки та візуалізації даних конфігурації системи резервного живлення комп'ютерних систем у середовищі Matlab.

Практичне значення одержаних результатів. Впровадження результатів проведеного дослідження дозволить отримати можливість для цифрового управління та швидкої заміни основних компонентів пристрою.

Публікації. Результати дослідження апробовано на X Міжнародній науково-технічній практичній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (24-25 листопада 2021 р.) та на IX Міжнародній науково-технічній практичній конференції молодих учених та

студентів «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (8-9 грудня 2021 р.) у вигляді опублікованих тез.

Структура роботи. Робота складається з пояснювальної записки та графічної частини. Пояснювальна записка складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Обсяг роботи: пояснювальна записка – 66 арк. формату А4, графічна частина – 9 аркушів формату А1.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА. ОГЛЯД СИСТЕМ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ

1.1. Системи резервного живлення. Загальні відомості

На сьогоднішній день одним з найважливіших факторів нормального функціонування комп'ютерних систем є електроенергія та її якісне постачання. Тому, ефективність роботи комп'ютерних систем залежить від стабільного електроживлення, тобто від напруги електричного струму, яка може коливатись від підвищеної до зниженої через різні фактори або іноді її взагалі може не бути.

Більшість типів завад є шкідливими, наприклад, перепади напруги або коливання частоти можуть викликати досить серйозні порушення у роботі комп'ютерних систем, а у гіршому випадку вони можуть призвести до втрати даних або несправностей техніки [1]. Через це підприємство може зазнати значних фінансових збитків.

Несправності в мережі можуть виникнути через:

- аварію, коли напруга буде повністю відсутньою;
- короткочасне підвищення напруги;
- короткі та тривалі сплески напруги;
- відхилення частоти.

Тому, для того щоб користувачі комп'ютерних систем могли встигнути врятувати важливу інформацію та уникнути фатальних наслідків збоїв техніки, існують системи резервного живлення.

Система резервного живлення (СРЖ) – це автоматизований електронний пристрій, який забезпечує комп'ютерне обладнання електропостачанням, а у разі зникнення струму основного джерела переключається з центральної мережі на акумуляторні батареї та починає використовувати їх енергію, таким чином забезпечуючи пристрої тимчасовим живленням [2].

Під час переключення на режим живлення від акумуляторів, напруга 12В починає перетворюватись на змінну напругу 220В, ця напруга може мати прямокутну або ступінчасту форми, які є близькими до синусоїдальної.

Для того щоб відбулось переключення режимів мережі або перетворювача (інвертора) використовується швидкодіючий перемикач, який надає можливість швидкого переключення джерел, перш ніж розрядяться електролітичні конденсатори у блоці живлення комп'ютера чи іншої системи [3-6].

Найпростіша схема реалізації СРЖ з нормальним режимом роботи та режимом живлення від акумуляторів зображена на рис. 1.1.

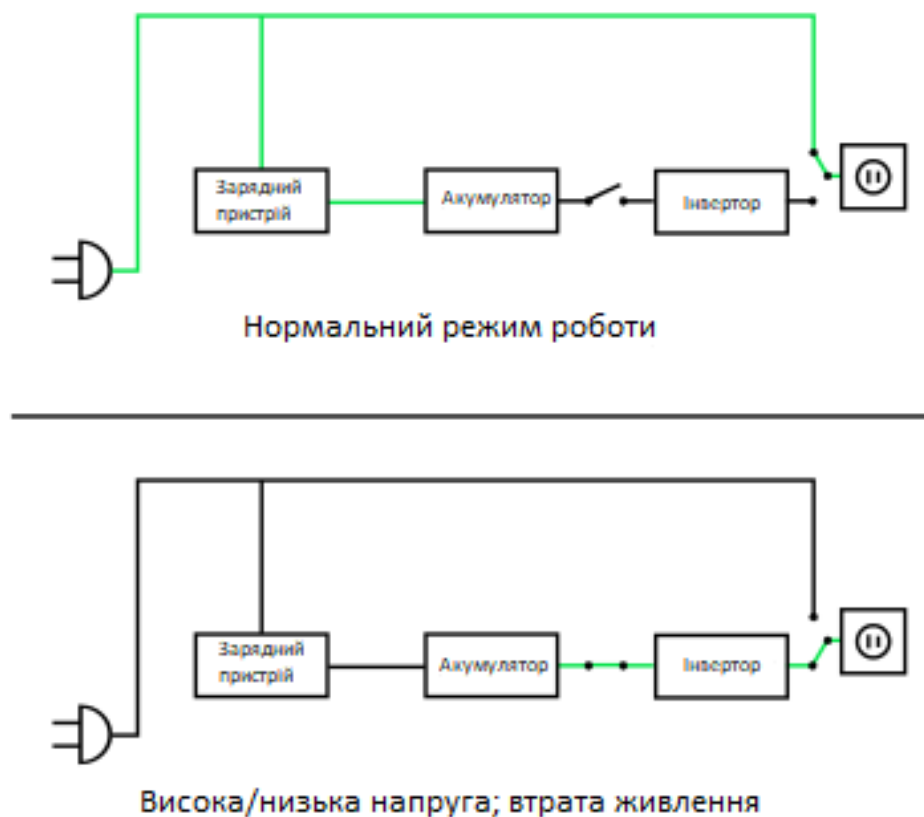


Рис. 1.1. Режими роботи СРЖ

Також існують більш складні моделі, у яких перетворювач постійно задіяний, завдяки цьому СРЖ додатково будуть виконувати роль стабілізатора змінної напруги.

При відновленні напруги мережі СРЖ автоматично переключить споживача на живлення від загальної мережі та перейде в режим зарядки акумулятора. Даний процес відбувається автоматично, без переривання чи відключення живлення приладів. Сам пристрій підключається між джерелом живлення та споживачем.

У СРЖ, які підключаються до комп'ютерів, керування в основному здійснюється за допомогою комп'ютера. Моделі, що використовуються на промисловості, в більшості керуються через спеціальну панель управління, яка є розташованою на самому корпусі джерела [5].

Сучасні пристрої, що випускаються промисловістю, розрізняються як за конструкцією, так і за принципами роботи. Зовні вони є схожими своєю прямокутною формою, а сам блок є досить важким через акумуляторну батарею, також вони мають спеціальні датчики контролю напруги. Також на корпусі є декілька розеток для підключення комп'ютера або пристроїв, які потребують стабільного безперервного живлення. Сам пристрій підключається через інтерфейс RS-232 або USB. Також більш «розумні» моделі надають можливість для керування ними через локальну мережу [7].

Більш дешевші моделі засновані на архітектурі типу off-line та складаються з мережевого фільтру, блоку живлення комутатора та інвертора, такі типи пристроїв збираються за простими схемами. Принцип їх роботи полягає в постійному живленні КС від мережі завдяки мережевому фільтру. Батарея, яка розташована всередині блоку, завжди заряджається від зарядного пристрою. Коли зникає живлення, починає працювати перетворювач напруги, що надає можливість для швидкого перемикання режимів із затримкою приблизно в 4-5 мс. Однак у таких пристроїв є недолік – вони схильні до перепадів напруги, через те що КС живиться напряму від мережі змінного

струму, тому такий недолік може викликати помилкове перемикання у режим генерації [10].

Необхідно зазначити, що у СРЖ використовуються акумулятори різних типів, за якими потрібен відповідний догляд. Наприклад, свинцево-кислотні акумулятори не можна сильно розряджати, а у акумуляторів типу нікель-кадмієвих присутній ефект «пам'яті».

1.2. Типи СРЖ

За принципом дії СРЖ можна класифікувати за трьома типами – off-line, on-line та line-interactive.

Джерела резервного живлення першого типу «off-line» (поза лінією), принцип їх роботи полягає у живленні від мережі, у разі відключення струму чи відхиленні напруги від норми відбувається переключення на вмонтовані акумуляторні батареї, час перемикання становить приблизно 4-12 мс, тобто цього часу достатньо для більшості КС.

Системи типу «on-line» (на лінії) постійно живляться від мережі, відповідно у них немає перемикання на батареї, також вони надають можливість для фільтрації перешкод які надходять з мережі живлення.

Існує ще третій тип «line-interactive», у даного типу схожий принцип роботи до другого типу, крім однієї деталі, так званого «бустера». Бустер – це пристрій, який призначений для стабілізації вхідного струму та швидкого переключення режимів, яке займає приблизно 2-4 мс. Сам пристрій складається із головної схеми, додатково він використовується для підзарядки АБ [8].

Існує чотири типи on-line СРЖ:

- з одиночним перетворенням;
- з дельта перетворенням;
- ферорезонансний тип;
- з функцією подвійного перетворення.

Принцип одиночного перетворення полягає у тому, що між мережею та навантаженням підключений спеціальний дросель, до якого відповідно підключається інвертор. У даному випадку інвертор є реверсивним, тому він може змінювати змінну напругу на постійну. Також іншим призначенням інвертора є функція регулювання напруги зі сторони мережі, якщо у струмі є відхилення [9].

У нових моделях даний тип СРЖ не зустрічається, через більш досконалу технологію дельта-перетворення, яка розвинула технологію одиночного перетворення.

Дельта-перетворення побудоване на основі схеми системи безперебійного живлення із застосуванням так званого дельта-трансформатора та працює практично як магнітний підсилювач. Для керування дельта-трансформатором, деякими типами перешкод та регулюванням вхідного струму використовується один з працюючих інверторів який залежить від потужності самої СРЖ та коригує відхилення вхідного струму.

Ферорезонансний тип був названий через використання у них ферорезонансних трансформаторів. У основу їх роботи був закладений ефект ферорезонансу, який часто використовується в стабілізаторах напруги. В нормальному режимі він виконує функцію фільтрації струму та стабілізатора напруги. Якщо зникає живлення, то ферорезонансний трансформатор починає забезпечувати пристрій енергією, яка була накопиченою у магнітній системі. Інвертору достатньо 8-16 мс для того, щоб він міг підтримувати навантаження від батареї [12].

Даний тип пристроїв не став популярним, хоч він і забезпечує досить високий захист, однак найбільшого поширення набув тип СРЖ подвійного перетворення.

У СРЖ подвійного перетворення вся енергія яка споживається прибуває на випрямляч та змінюється на енергію постійного струму, після чого надходить на інвертор який перетворює на енергію змінного струму [13].

Випрямляч – це пристрій який призначений для перетворення змінного струму у постійний.

У теперішніх моделях СРЖ випрямляч не підзаряджає АБ, для цього існує перетворювач постійного струму, який оптимізує процес зарядки, управляючи параметрами струму та напругою АБ [11].

1.3. Аналіз сучасних пристроїв

Проаналізувавши декілька пристроїв від різних виробників СРЖ, оберемо для порівняння декілька сучасних моделей з різними принципами дії.

Розглянемо модель лінійно-інтерактивного типу, Powercom RPT-800A Schuko. Даний пристрій є досить компактним, крім забезпечення безперервним живленням також підтримує функцію стабілізації вхідної напруги в результаті видаючи струм у 220 В, час переходу на живлення від акумуляторів становить 2-4 мс, автономність пристрою становить 5 хвилин при максимальному навантаженні. Для підзаряду акумуляторів потрібно 4 години. Інтерфейсу комунікації з ПК немає. Загальний вигляд пристрою наведено на рис. 1.2.



Рис. 1.2. Загальний вигляд пристрою

Розглянемо наступну інверторну модель Smart-UPS LogicPower 1000 Pro RM (див. рис. 1.3). Пристрій забезпечує резервним живленням у разі зникнення енергії, підтримує вхідну напругу в межах 110-300 В, надає можливість для запуску обладнання в режимі «холодного старту» без під'єднання до мережі, вмонтоване активне охолодження. Із додаткових функцій пристрій надає можливість для керування звуковими сигналами, захищає від різного роду коротких замикань та перевантажень від пристроїв, сильного розряду і надлишкової зарядки батарей та функцію стабілізації напруги. Підключення відбувається через інтерфейси RS232 та USB. Параметри пристрою відображаються на LCD-екрані.



Рис. 1.3. Зовнішній вигляд моделі

Розглянемо модель резервного типу. APC Back-UPS BC650-RSX761 – це потужна СРЖ, даний пристрій як і інші моделі призначений для забезпечення живлення комп'ютерної техніки, загальний вигляд пристрою наведений на рис.1.4. Дана модель оснащена вбудованою системою яка захищає від коротких замикань та перепадів напруги. Мінімальна і максимальна напруга становить від 180 до 270 В, в іншому випадку протягом 10 мс відбудеться перехід на батарею, від акумулятора пристрій пропрацює приблизно 3 хвилини, для відновлення ресурсу батарей потрібно 8 годин. Для підключення техніки є чотири розетки, також пристрій має підтримку холодного старту. Температура пристрою для його стабільної роботи повинна становити мінімум 0 та максимум 40 градусів.



Рис. 1.4. Зовнішній вигляд пристрою

Проаналізувавши дані пристрої, приходимо до висновку, що крім базового забезпечення резервного живлення КС, пристрої ще забезпечують обладнання від перепадів параметрів мережі, надають можливість підключення додаткового джерела живлення, можливість для холодного завантаження коли немає джерела струму, також кожен з пристроїв має свою унікальну індикацію, а деякі моделі дисплей який відображає параметри пристрою. У таблиці 1.1 наведено детальні характеристики вище наведених СРЖ.

Таблиця 1.1

Порівняння сучасних СРЖ

	Powercom RPT-800A	Logicpower Smart-UPS 1000 Pro RM	APC Back-UPS BC650-RSX761
Тип архітектури	Лінійно-інтерактивний	Інверторний	Резервний
Вхідна потужність	160-275 В	110-300 В	160-278 В
Вихідна потужність	220 В	220 В	220 В
Затримка перемикачів	2-4 мс	немає	10 мс
Повне навантаження	5 хв	3 хв	3 хв
Ємність батарей (ампер-години)	7,2	9	7,2
Вхідна частота струму	50-60 Гц	40-70 Гц	50-60 Гц
Вихідна частота струму	50-60 Гц	50-60 Гц	50-60 Гц
Час заряду батарей	4 години	5 годин	8 годин
Гаряча заміна батарей	немає	немає	немає
Можливість підключення зовнішнього акумулятора	немає	доступно	немає
Робоча температура	0 – 40 С	0 – 40 С	0 – 40 С
Холодний старт	доступний	доступний	доступний
Кількість розеток	3	6	4
Інформаційна панель	світлодіоди	на дисплеї	світлодіоди
Стабілізація напруги	доступна	доступна	доступна

1.4. Висновки до розділу

У даному розділі були описані та проаналізовані системи резервного живлення, типові ситуації для їхнього застосування, розглянуто принципи їх роботи, властивості, переваги та недоліки основних типів. Також було проведено порівняння сучасних пристроїв.

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА. ФУНКЦІОНАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИБОРІВ

2.1. Внутрішня структура систем резервного живлення

Кожен з типів СРЖ відрізняється не тільки своїм зовнішнім виглядом, набором функцій і режимів, а й має свою внутрішню структуру. Також у всіх систем безперебійного живлення є дещо спільне, а саме інвертор [8-14].

Інвертор – це силовий генератор струму завдяки якому постійна напруга перетворюється у змінний однофазний чи багатофазний струм, який надходить з мережі. В сучасних моделях він об'єднує як функцію самого інвертора так і ЗП.

Для початку розглянемо різницю між основними типами.

Системи резервного типу містять комутуючий пристрій, завдяки якому у нормальному режимі не задіюються батареї, відповідно живлення йде на пряму від мережі, паралельно відбувається придушення імпульсів напруги у спеціальному LC-фільтрі та відбувається компенсування відхилення напруги бустером [14]. В аварійному режимі відбувається перехід на подачу живлення від АБ.

Перевагою даного типу є його дешева ціна та простота схеми, а недоліком є коротка затримка для перемикавання у аварійний режим, яка складає приблизно 4 мс. Детальна схема СРЖ резервного типу зображена на рис. 2.1.

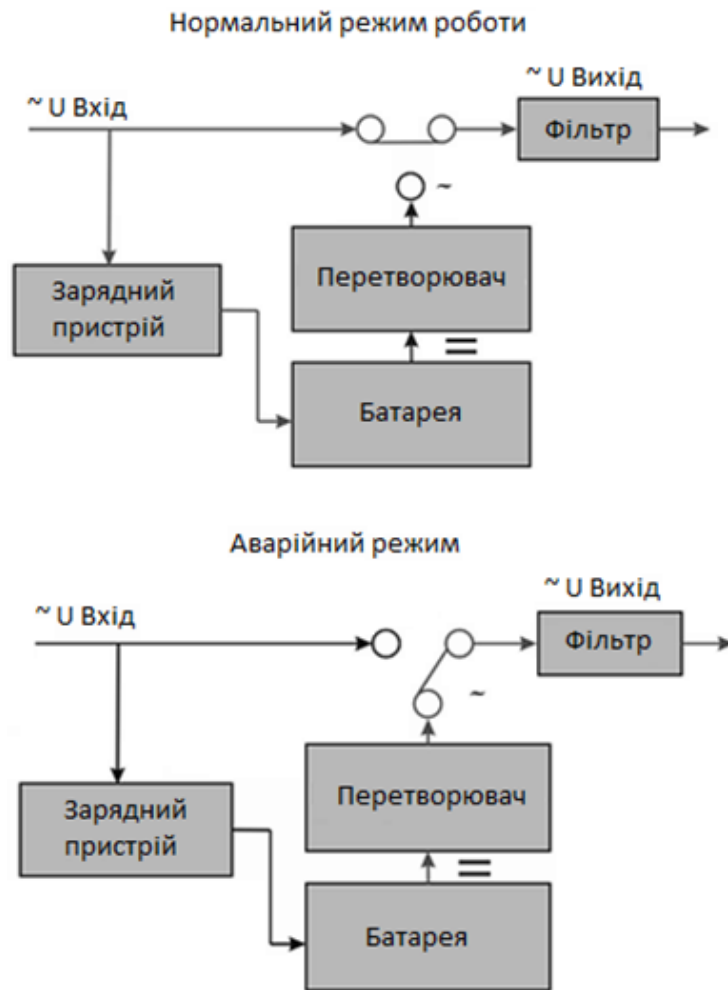


Рис. 2.1. Нормальний та аварійний режими роботи пристрою

Лінійно-інтерактивні СРЖ побудовані за таким ж принципом як і резервні, тобто також вміщують в собі комутуючий пристрій, основною відмінністю є наявність стабілізатора входної напруги (який побудований на автотрансформаторі з обмотками які переключаються) [16].

Перевагою даного типу пристроїв є функція, що захищає від перепаду напруги без перемикання в аварійний режим, а недоліком даного типу є затримка переключення на живлення від акумулятора, яка займає приблизно 4 мс. Схема СРЖ лінійно-інтерактивного типу зображена на рис. 2.2.

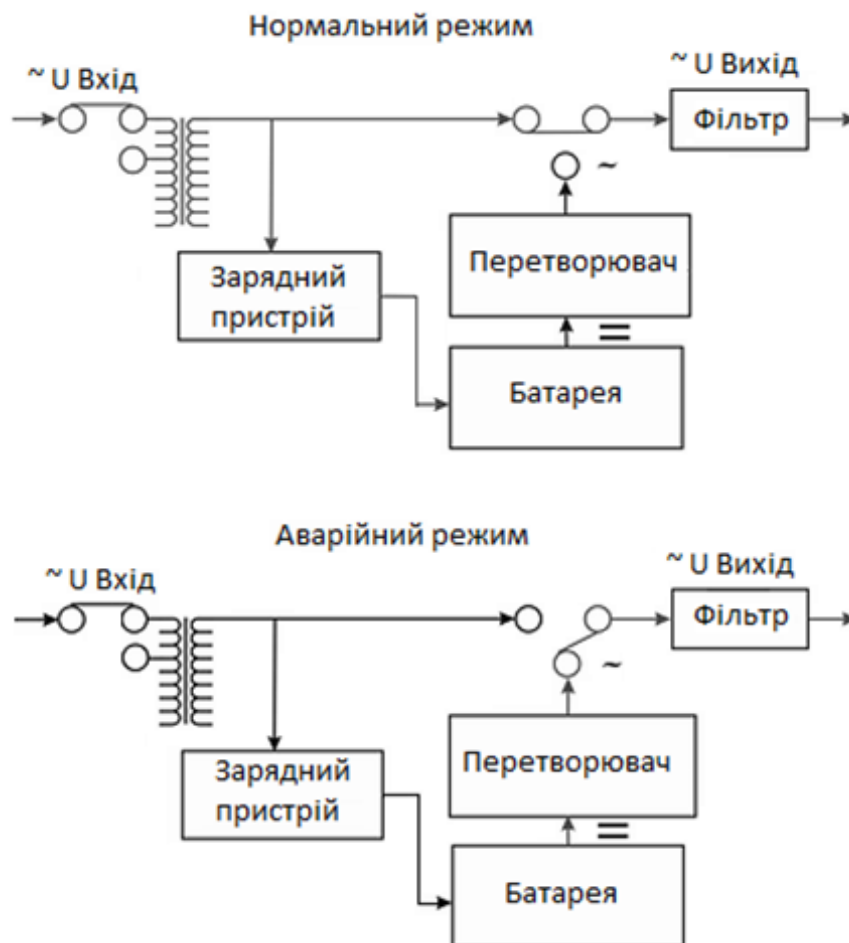


Рис. 2.2. Лінійно-інтерактивний тип пристрою

СРЖ подвійного перетворення характеризуються тим, що випрямлячем є змінна напруга, яка надходить та перетворюється у постійну, після цього вступає в дію інвертор (перетворювач), який перетворює її у змінну. Даний тип резервного живлення є найбільш досконалим та надійним завдяки забезпеченню стабільної вихідної напруги у синусоїдальній формі [15].

Такий тип пристроїв додатково перетворює нестабільний струм, який надходить у стабільний підвищений постійний струм, що в свою чергу живить інвертор.

Також у ньому немає часу перемикання через постійно працюючу АБ, яка є підключеною до інвертора та випрямляча, тобто після відключення живлення (аварійний режим) акумулятор одразу ж почне живити КС. Завдяки цьому вихідна напруга є більш стабільнішою та не залежить від коливань струму на

вході. Також більш ефективно фільтруються та пригнічуються перешкоди від вхідного струму [16-20]. Перевагою даного типу є відсутність затримки переключення на споживання енергії від батарей, недоліком ж є втрати під час подвійного перетворення. Схема системи подвійного перетворення наведена на рис. 2.3.

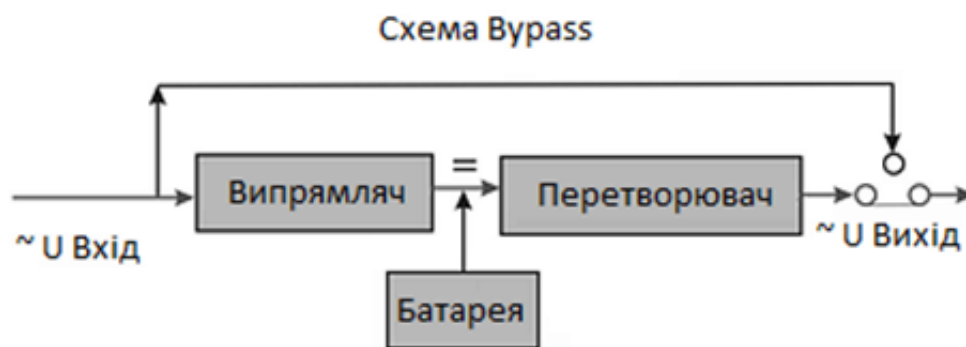


Рис. 2.3. СРЖ з подвійним перетворенням

Через це їх частіше вибирають ті користувачі, для яких якісне та стабільне електроживлення є досить важливим (ПК, мережеві пристрої, файлові сервери, обчислювальне та телекомунікаційне обладнання, тощо).

Сама СРЖ може працювати (залежно від стану мережі) у таких режимах як звичайний мережевий, автономному (аварійний), байпас і інших [19].

У звичайному мережевому режимі пристрій працює тоді коли є напруга і вона є допустимою, тобто немає відхилень або підвищеної напруги.

Коли пристрій працює у даному режимі відбуваються такі процеси:

- фільтруються імпульси високої частоти та перешкоди у мережі;
- випрямлячем та коректором коефіцієнту потужності змінний струм перетворюється у постійний струм;
- інвертором постійний струм перетворюється у змінний струм зі стійкими параметрами;
- відбувається заряджання АБ за допомогою ЗП.

Коли відбувається відхилення параметрів мережі (зникає або є зависокою чи занизькою напруга мережі), пристрій перемикається на автономний режим завдяки інвертору та перетворювачу DC/DC, під час якого починає живитись від акумулятора. Коли ж напруга відновлюється пристрій автоматично переключиться на звичайний мережевий режим.

Режим байпасу – це режим коли пристрій напряму живиться від мережі. Основною відмінністю є відсутність захисту фільтрації напруги. Даний режим є свого роду додатковим захистом, тобто якщо наприклад СРЖ перегрівається, перенавантажується або щось перестає працювати відбувається переключення з інвертора на живлення від мережі. Коли зникають відомі причини переходу у байпас (перенавантаження мережі чи перегрів якого елемента) пристрій автоматично перемикається звичний режим із подвійним перетворенням струму.

Після появи напруги СРЖ перемикається у режим підзаряду АБ.

ЗП заряджає акумулятори в не залежності від того чи включений інвертор або чи активний режим байпасу.

Коли пристрій працює у автономному режимі для того щоб акумулятори АБ не надто сильно розрядились СРЖ може їх автоматично відключити до появи мережі. Після того, як з'явиться напруга у мережі, пристрій перейде у режим автоматичного перезапуску та перемкнеться на звичний режим від мережі.

Режим холодного запуску дозволяє запустити пристрій коли мережа відсутня за допомогою увімкнення інвертора [21].

2.2. Огляд СРЖ за потужністю

На даний час системи безперебійного живлення прийнято класифікувати за різними ознаками, наприклад, за потужністю.

Потужність – це характеристика, що відповідає за кількість напруги, яку пристрій може прийняти, та значення при якому забезпечується якісна та стабільна напруга [7, 23].

Системи малих та середніх потужностей мають у своїй схемі додатковий пристрій, що коректує коефіцієнт потужності.

Діапазон потужності, з якими може працювати СРЖ типу line-interactive і online становить від 250 В до 3 чи 5 КВ.

За номінальною потужністю найбільш поширеними пристроями, які працюють за принципом подвійного перетворення енергії, є:

- пристрої малої потужності з одною фазою: від 1 до 3 кВ;
- пристрої середньої потужності із одною фазою: від 6 до 20 кВ;
- СРЖ середньої потужності яке має трифазний вхід та однофазний вихід: від 10 до 30 кВ;
- пристрої із трьома фазами середньої потужності: від 10 до 30 кВ;
- системи великої потужності із трьома фазами: від 30 кВ.

Розглянемо внутрішню структуру силових вузлів однофазного пристрою малої і середньої потужностей (див. рис. 2.4). СРЖ малої потужності складається з такого комплексу плат: силова плата, дисплейна плата, плата управління та плата для вхідного та вихідного фільтру [22].

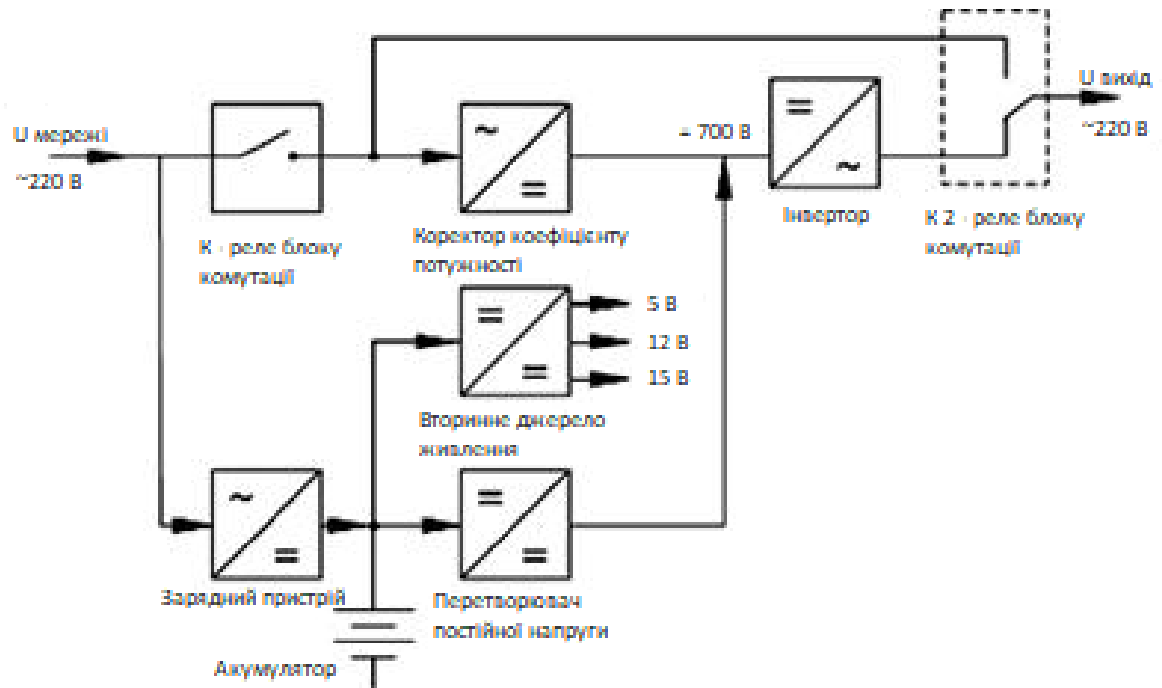


Рис. 2.4. Схема однофазного СРЖ малої та середньої потужності

Силова плата вміщує в собі такі вузли: коректор коефіцієнту потужності, інвертор, перетворювач постійної напруги та зарядний пристрій, завдяки даним вузлам забезпечується робота пристрою в звичайному та аварійних режимах.

Дисплейна плата складається із ряду світлодіодів, які відображають режими роботи пристрою та кнопки за допомогою яких можна увімкнути чи вимкнути інвертор на силовій платі. Також існують моделі, що відображають інформацію на рідкокристалічному дисплеї про стан самої системи та електричні параметри.

Плата управління є однією із основних плат, яка надає алгоритм та керує його роботою на силовій платі СРЖ, також плата перевіряє стан та слідкує за роботою пристрою. Сама плата з'єднується роз'ємами із силовою та дисплейною платою. Також у всіх ланцюгів плати управління є захист від високовольтних напруг, які є на силовій платі.

Плата управління вміщує в собі наступні вузли:

- мікроконтролер;
- вузол в якому відбувається формування ШІМ сигналів для подальшого керування силовими транзисторами інвертора;
- спеціальний вузол який керує надходженням вхідної та вихідної інформації;
- вузол у якому відбувається керування сигналами індикації і платою дисплею;
- вузол який формує сигнали на інтерфейс RS-232;
- додаткове джерело живлення для ланцюгів пристрою керування.

Центральний мікроконтролер приймає аналогову та цифрову інформацію про стан силової плати і її режими роботи, займається обробкою електричних параметрів, які надходять та передачею відповідної інформації на плату дисплею і інтерфейс RS-232 [24].

Також не менш важливим вузлом на платі керування є формувач ШІМ сигналів який керує інверторними транзисторами СРЖ, сам вузол складається з дискретних аналогових елементів.

Також пристрій може містити крім основного ЗП додаткову плату для зарядки зовнішнього акумулятора із підвищеною ємністю, коли система працює в звичайному режимі (див. рис. 2.5).

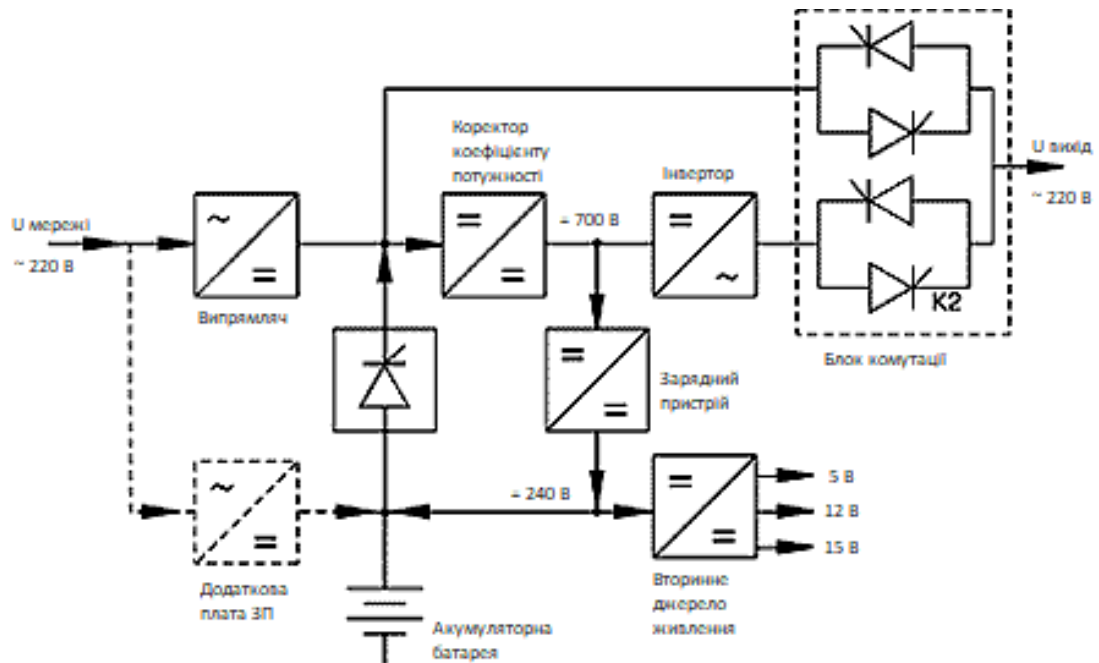


Рис. 2.5. Схема СРЖ малої та середньої потужності із додатковим ЗП

Крім вище перерахованих компонентів силові вузли вміщують в собі силові дроселі та конденсатори для накопичення енергії.

Основною різницею між СРЖ малої та середньої потужностей є використання двотактної схеми коректора коефіцієнту потужності, транзисторний блок комутації та спеціальний транзисторний вузол для підключення АБ [25].

Головним завданням систем середньої потужності є підвищення загального коефіцієнту корисної дії, шляхом посилення напруги АБ за допомогою спеціального коректора коефіцієнту потужності та відмовлення від використання додаткового перетворювача напруги.

2.2.1. СРЖ малої потужності. До малопотужних відносять пристрої які напряду підключаються до обладнання, що живиться через розетку від центральної мережі та потребує захисту [26-27]. Такий тип пристроїв, в основному, виготовляється у настільному вигляді, також існують ще моделі, які

призначені для встановлення в спеціальну стійку. Зазвичай такі пристрої випускаються з діапазоном потужності, який становить від 250 до 3000 В.

2.2.2. СРЖ середньої потужності. Системи середньої потужності відносяться до тих пристроїв, які живлять та захищають обладнання, що підключене до вмонтованих розеток пристрою.

Сама система підключається кабелем до розподільного щита через комутаційний апарат захисту [26-27]. Виробляються пристрої у такому виконанні, яке розраховане на постійну присутність людей та дозволить розміщувати їх у спеціальних технологічних чи машинних приміщеннях.

Зазвичай такі пристрої виготовляються для можливості вмонтування у підлогу чи встановленні у стійку. Діапазон потужності становить від 3 до 30 КВ.

2.2.3. СРЖ високої потужності. До високопотужних пристроїв відносять ті пристрої, що підключаються кабелем до розподільного щита через комутаційний захисний апарат та подають живлення через спеціальну мережу розеток. Як і системи середньої потужності, пристрої високої потужності також розробляються для подальшого монтування у підлогу або розміщення у електромашинних кімнатах. Діапазон потужності таких пристроїв охоплює від 10 до 1 000 КВ. Існують і більш потужні пристрої, тобто повноцінні системи у яких потужність вимірюється у декілька тисяч КВ.

2.3. Технічні характеристики

На даний час в Україні діє стандарт ДСТУ ІЕС 62040-3 «Системи гарантованого електропостачання. Загальні вимоги. Методи випробування» щодо використання систем безперебійного живлення.

Даний стандарт призначений для систем безперебійного живлення в яких використовуються непрямі електричні перетворювальні системи змінного

струму та вміщують в собі АБ яка виконує функцію накопичення енергії. Основною функцією СРЖ визначеною даним стандартом є забезпечення безперервної роботи в якості тимчасового додаткового джерела живлення і покращення якості струму який надходить в межах заданих характеристик, а також забезпечення електромагнітної сумісності. Нижче у таблиці 2.2 наведено вимоги ДСТУ ІЕС 63040-3.

Таблиця 2.2

Вимоги за ДСТУ ІЕС 62040-3

Показник	Значення у %
Стабілізування напруги	± 5
Стабілізування частоти	± 2
Гармонічні спотворення	5
Фільтрація верхньо-частотних імпульсів	-
Гальванічна розв'язка	-
Коливання вхідної напруги	-15... +10
Коливання вхідної частоти	± 2
Здатність перевантаження (протягом 15 хв)	110
Кількість працюючих пристроїв	-

Завдяки цим вимогам користувачу буде простіше у виборі майбутнього пристрою. Такі параметри як вага і габарити пристрою приймаються виробниками до уваги ще на етапі розробки (проектування) системи. Коефіцієнт корисної дії потрібно порівнювати під час вибору систем однакових типів. Також досить важливим фактором є кількість пристроїв які паралельно один з другим працюють, тобто від цього у подальшому залежить вибір майбутнього обладнання яке в свою чергу буде захищене системами резервного живлення. Щоправда, на практиці виробники надають набагато більше технічних

характеристик пристроїв, які випускаються. У таблиці 2.3 наведено типові характеристики СРЖ та необхідні до них коментарі.

Таблиця 2.3

Типові характеристики СРЖ

Характеристика	Опис
Вихідна потужність (кВ)	Потужність СРЖ при якій не враховуються заряд АБ та коефіцієнт корисної дії
Кількість працюючих СРЖ	Максимальна кількість паралельно працюючих пристроїв
Схема СРЖ	Кількість фаз на вхід та вихід (1:1; 3:1; 3:3)
Паралельно підключені модулі	Максимальна кількість пристроїв у групі
Коефіцієнт корисної дії при повному on-line навантаженні (%)	Зазвичай вказується виробником під час роботи на активному навантаженні
Тепловиділення при повному навантаженні (Вт)	Виділення тепла з врахуванням коефіцієнту корисної дії не враховуючи % заряду АБ
Рівень шуму (дБ)	Кількість шуму при повному навантаженні на відстані 1 м
Напруга батарей (В)	Рівень напруги на акумуляторах
Максимальний струм від батарей (А)	Кількість максимального струму який можуть віддати акумулятори (регулюється)
Кількість акумуляторів 12 В	Кількість батарей (комірок) яку вміщує АБ
Присутність байпасу	Так / Ні
Швидкість переходу з байпасу на інвертор	Максимальна кількість часу
Діапазон робочої температури (°С)	Робоча температура при повному навантаженні
Температура для зберігання чи перевезення (°С)	Максимальна та мінімальна температура при якій дозволяється транспортування
Напруга (В)	Вхідна або вихідна напруга
Діапазон зміни напруги	Діапазон напруги яка надходить без перемикання на автономний режим

Продовження таблиці 2.3

Кількість акумуляторів 12 В	Кількість батарей (комірок) яку вміщує АБ
Присутність байпасу	Так / Ні
Швидкість переходу з байпасу на інвертор	Максимальна кількість часу
Діапазон робочої температури (°C)	Робоча температура при повному навантаженні
Температура для зберігання чи перевезення (°C)	Максимальна та мінімальна температура при якій дозволяється транспортування
Напруга (В)	Вхідна або вихідна напруга
Діапазон зміни напруги	Діапазон напруги яка надходить без перемикання на автономний режим
Зміна частоти (Гц)	Діапазон зміни частоти без переходу в автономний режим
Коефіцієнт потужності	Коефіцієнт потужності ($\cos\phi$)
Розсіювання напруги (%)	Відхилення у напрузі без зміни навантаження
Діапазон вихідної частоти (Гц)	Зазначається для роботи у автономному режимі
Розсіювання частоти (%)	Без змінення навантаження у автономному режимі
Перевантаження (%)	Час перевантаження
Спеціальне ПЗ для моніторингу	Зазвичай використовується у СРЖ малої та середньої потужності
Комунікаційні порти	Так/Ні
Можливість екстреного вимкнення	Функція екстреного відключення
Стандартний розмір СРЖ (мм)	Для блоку СРЖ без трансформаторів
Вага СРЖ без АБ (кг)	Вага блоку СРЖ

2.3.1. Системні показники. У кожного типу системи безперебійного живлення є свої показники які спрощують для користувача вибір пристрою. Наприклад, завдяки енергетичному коефіцієнту можна дізнатись кількість використовуваної потужності яка надходить із мережі та кількість потужності яка переходить у навантаження.

Формула для визначення питомої потужності наведена нижче:

$$p = \frac{K_{p\text{вих}} \times S_{\text{вих}}}{V} \text{ Вт/дм}^3, \quad (2.1)$$

де $K_{p\text{вих}}$ – це вихідний коефіцієнт, V – загальний об'єм корпусу, $S_{\text{вих}}$ – вихідна потужність.

Після цього потрібно знайти енергетичний коефіцієнт, який визначається відношенням потужності яка споживається із центральної мережі та потужності яка переходить у навантаження. Нижче наведено формулу для визначення енергетичного коефіцієнту:

$$K_e = \eta' K_{\text{п вих}}, \quad (2.2)$$

де K – це вхідний коефіцієнт потужності СРЖ, η – коефіцієнт корисної дії системи.

У таблиці 2.3 наведено порівняння декількох системних показників СРЖ, наприклад розміри корпусів, показники енергії і питома потужність. Порівнюються пристрої малої потужності, які у середньому працюють 5-8 хв, при повному навантаженні АБ.

Як ми бачимо показники пристроїв від різних виробників малої та середньої потужності є дуже схожими, їхній загальний коефіцієнт становить 80 та вище, а у пристроїв резервного живлення минулого покоління, у яких в структурі були присутні транзисторні випрямлячі та мостові інвертори даний коефіцієнт не перевищував значення 70. У сучасних СРЖ вхідний струм

практично не спотворюється завдяки використанню коректора коефіцієнту вхідної потужності.

Таблиця 2.3

Системні показники

Виробник	Модель СРЖ	Потужність	Розмір	Питома потужність	Енергетичний коефіцієнт
Khlорide	Active	1	140.400.220	52	н/д
		3	200.400.355	75	
Invencys	PW-9120	1	150.405.245	45	0,86
		3	210.470.360	56	
Liebert	GXT 2U	1	90.545.430	35	0,86
		3	90.610.430	90	
Energy Technologies	DPK	1	140.390.220	56	0,83
		3	195.445.335	70	0,86

2.4. Висновки до розділу

У цьому розділі була наведена внутрішня структура типової СРЖ: описані основні компоненти пристрою та їхня взаємодія, виконано порівняння декількох класів пристроїв, розглянуто основні режими роботи системи (в залежності від обставин), наведена характеристика потужностей СРЖ. Також було описано стандарт із типовими характеристиками для подальшого вибору пристрою та розраховано загальний енергетичний коефіцієнт.

РОЗДІЛ 3

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА. РЕАЛІЗАЦІЯ МІКРОКОНТРОЛЕРА РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ

3.1. Принцип роботи

Практично кожна схема безперебійного живлення вміщує в собі контролер резервного живлення, завданням якого є:

- управління процесом подачі енергії;
- перемикання на живлення від АБ та інвертора чи навпаки;
- підзарядка акумуляторів;
- контроль системи живлення та інвертора;
- замірювання параметрів мережі;
- захист від нестабільної напруги.

Для нормальної роботи контролера потрібно щоб до нього були підключені три зовнішніх модуля, а саме: джерело живлення, інвертор та акумуляторна батарея на 24 В.

Під час відключення живлення або спадання напруги контролером відбувається переключення користувача на резервне живлення від АБ та інвертора.

Переключення режиму на живлення від АБ проходить без зниження напруги, після появи струму відбувається перехід на живлення від мережі з затримкою яка дорівнює затримці перемикання реле.

Комутація відбувається за допомогою реле типу АНЕС4292 та забезпечує захист інвертора від високих напруг.

Даний контролер має наступні переваги:

- масштабованість дозволяє налаштовувати потужність вхідного джерела живлення, інвертора та АБ.

– гнучкість (модульність) надає можливість для вибору джерела живлення, інвертора, батареї без прив'язки до якогось конкретного виробника та можливості для цифрового управління.

Також контролер надає інформацію про поточний стан напруги мережі, майбутні заплановані підключення пристроїв та дозволяє налаштовувати допустиму потужність СРЖ.

Підключення користувача до контролера відбувається через інтерфейси USB 2.0 Full Speed VCOM, RS485, CAN.

Основні характеристики контролера резервного живлення:

- тип мікроконтролера: MKE18F512VLL16;
- тип ядра: Cortex-MF4;
- розрядність: 32 біти;
- максимальна тактова частота: 168 MHz;
- флеш пам'ять: 512 KB;
- кількість ОЗУ: 64 KB;
- робоча температура: -40°C, ~100°C.

Даних параметрів цілком достатньо для ОС, керування інтерфейсом, замірюванням параметрів, зв'язку з контролером.

3.1.1. Структурна схема та її особливості. При надходженні струму від центральної мережі контролер пропускає через себе напругу у 24 В через ключ 1 (див. рис. 3.1) та напругу 220 В, яка проходить через спеціальне реле Р1. Завдяки ключу 1 обмежується вхідна напруга та струм. Також ключ 1 захищає від випадкового проникнення зворотного струму в випадку зникнення напруги. Якщо АБ не повністю заряджена то почнеться процес балансування вхідного струму, тобто крім подачі енергії користувачам контролером буде підзаряджатись акумулятор.

За станом заряду АБ відповідає цифрове управління і спеціальний перетворювач, який буде точно розраховувати теперішній стан акумулятора та вибирати відповідний профіль для подальшого процесу зарядки.

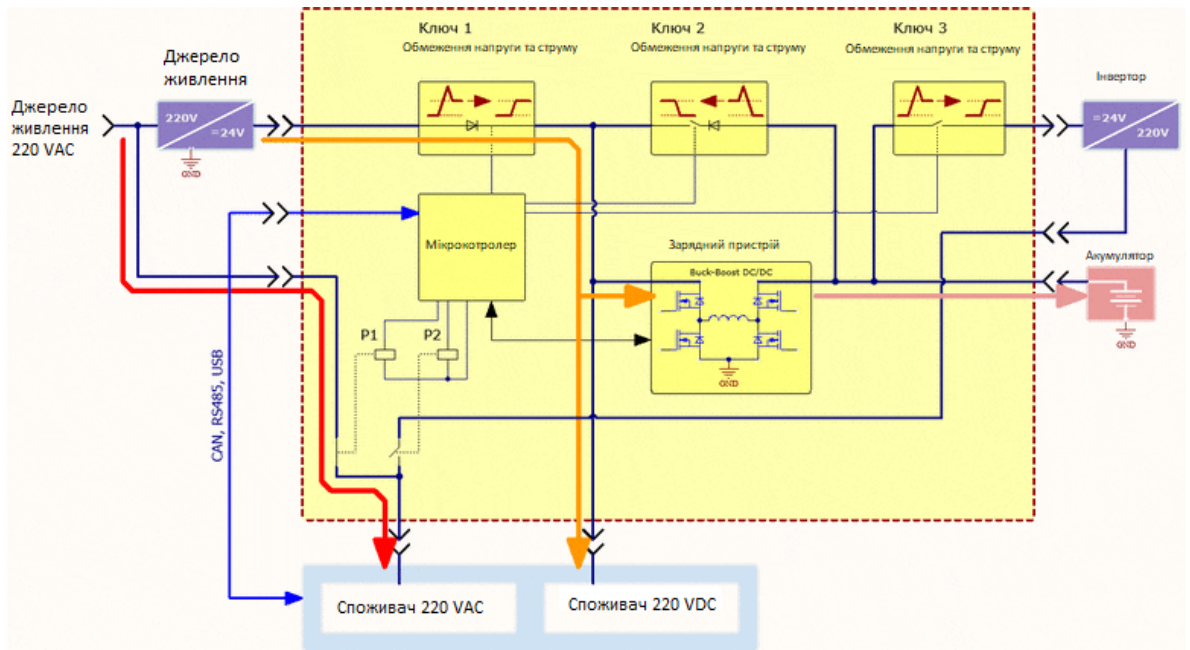


Рис. 3.1. Режим роботи від мережі

Якщо ж напруга від мережі відсутня то контролер почне працювати в резервному режимі (див. рис 3.2). Тобто він почне подавати користувачам напругу 24 В на ключ 2 від акумулятора. Під час даного процесу напруга АБ буде варіюватись від 27 В до 20 В. Відповідно 27 В – це повністю заряджений акумулятор, а 20 В – розряджений. Тому користувачі мають бути готовими до таких перепадів струму, зазвичай це не викликає ніяких проблем. Через реле P2 подається напруга 220 В від інвертора, який у свою чергу живиться від АБ завдяки ключу 3. Інвертор може працювати у режимі резерву або може бути відключеним, що позитивно вплине на енергоспоживання, щоправда процес переключення затягнеться і займе декілька секунд.

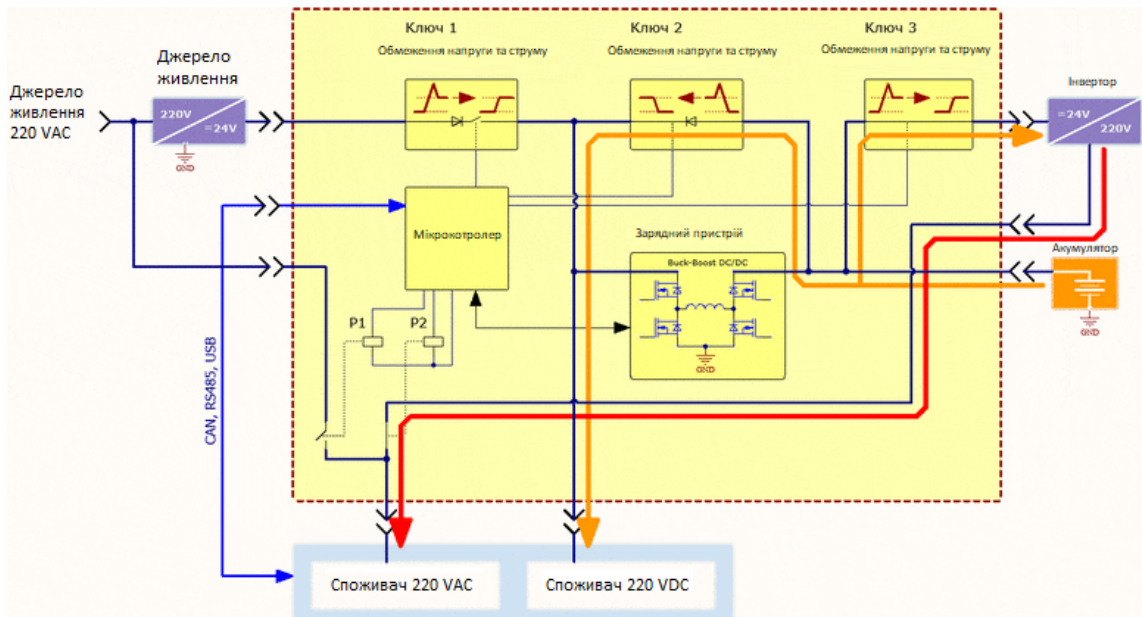


Рис. 3.2. Режим роботи від акумулятора

Завдяки ключу Sw 1 відбувається передача струму від джерела живлення до користувачів. Під час переключення на живлення від центральної мережі даний ключ відключається мікроконтролером.

Крім того, ключ Sw 1 вимикається при перевантаженні, захищає від стрибків струму, також завдяки даному ключу забезпечується плавний контроль вихідного струму (не пропускається надто висока чи низька напруга). Якщо ж виникає аварійний стан то ключ надсилає сигнал PIDS-FAULT та вимикається. При увімкненні схеми ключ буде активним (відкритим).

Ключ АБ Sw 2 призначений для пропускання струму від АБ до користувача, даний ключ працює тільки під час процесу живлення від акумулятора.

Сам ключ працює тільки у двох режимах вихідної напруги:

- коли сигнал (AIDS-FBC) рівний нулю відбувається пропускання струму від батареї до користувача, але при умові якщо джерело живлення не може утримати свою напругу та вона опуститься нижче позначки 22.9;
- якщо напруга опуститься нижче 26.3 В то спрацює сигнал (AIDS-FBC), він буде рівний одиниці, відповідно ключем почнеться пропускання

струму. Даний сигнал призначений для захисту транзисторів від надлишкової напруги, щоб ті не перегрівались після підключення повністю зарядженої АБ до 32 В.

Струм у батарею через даний ключ не проходить. Якщо струм від мережі не надходить то ключ буде в закритому стані. Тобто для того щоб пристрій запустити від батареї, спочатку потрібно подати на ключ напругу.

Завдяки ключу Sw 3 відбувається процес управління подачі живлення на інвертор, завдяки цьому досягається економія енергії. Даний ключ надає захист для АБ від високого струму.

3.2. Встановлення та налаштування ядра Azure RTOS

Основою для реалізації управління у режимі реального часу через програмний інтерфейс ПК є адаптація Azure ThreadX (RTOS) до мікроконтролера.

Azure RTOS ThreadX – це довершена та надійна вбудована операційна система, яка працює в режимі реального часу.

ThreadX надає велику кількість інструментів для пересилання повідомлення, планування, керування перериваннями та можливість для обміну повідомленнями.

Загальний опис ядра RTOS:

- широкий вибір ПЗ яке містить: файлову систему, стек TCP, графічні бібліотеки, IoT протоколи і тд;
- збалансованість самого ядра, тобто більш простий процес для портування та освоєння;
- online документація про ядро;
- часті оновлення та виправлення ядра;
- підтримка емуляції API FreeRTOS та інших;

- наявність технології симетричної мультипроцесорності (SMP) та процесу завантаження потрібного коду (динамічне завантаження).

У даному проекті використовується тільки ядро Azure RTOS ThreadX яке буде портоване під середовище розробки IAR Embedded Workbench.

IAR Embedded Workbench надає повноцінне середовище розробки, яке підтримує множину 8, 16, 32 розрядних мікроконтролерів від різних компаній.

Для початку потрібно створити новий проект з пустою функцією main, вибравши чіп MKE18F та запустити ініціалізацію всіх вузлів, які тактуються.

Запустити ініціалізацію тактування можна через програму MCUXpresso Config Tools підключивши SDK із сайту NXP.

Хоч сам чіп підтримує частоту 168 МГц, через обмеження запису EEPROM (Постійна запам'ятовуюча пам'ять) вибираємо частоту 120 МГц для самого ядра (див. рис. 3.3). За замовчуванням буде використовуватись асинхронний передавач інформації.

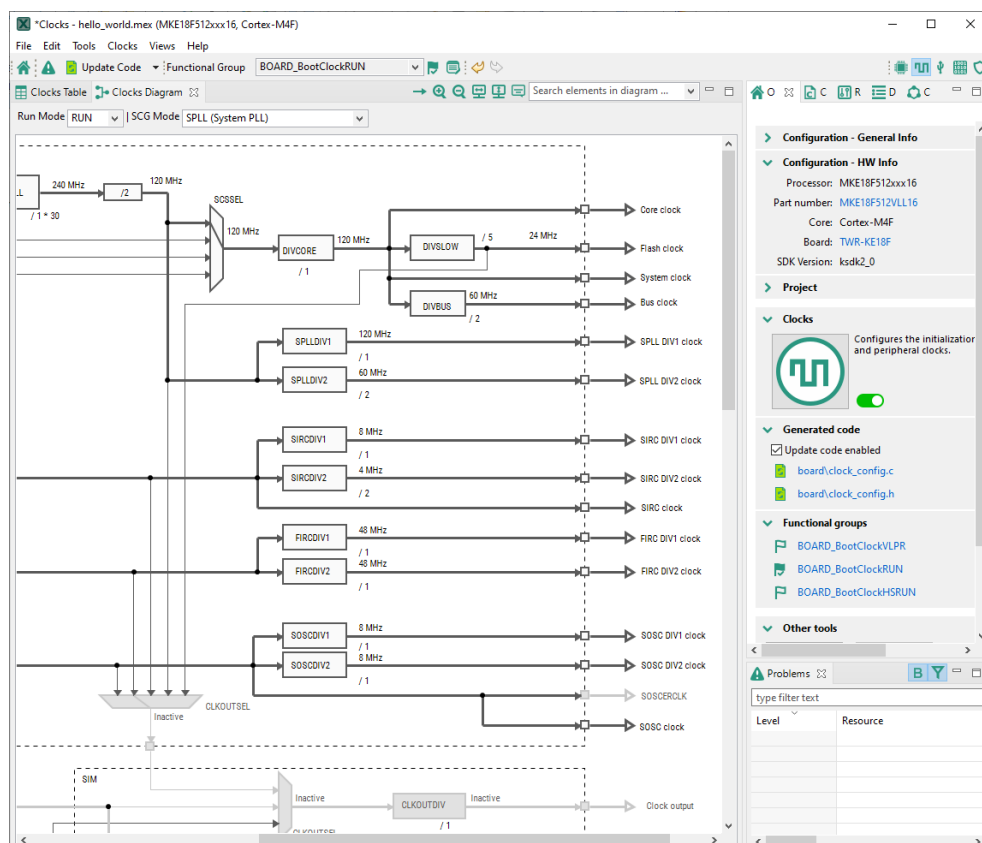


Рис. 3.3. Процес ініціалізації тактування

Запускаємо процес компіляції програми, після її завершення буде створена кінцева структура папок, яка наведена на рис. 3.4.

board	<Папка>		2021-08-17 16:46
CMSIS	<Папка>		2021-08-17 16:39
component	<Папка>		2021-08-17 16:39
device	<Папка>		2021-08-17 16:39
doc	<Папка>		2021-08-17 16:39
drivers	<Папка>		2021-08-17 16:39
MKE18F16	<Папка>		2021-08-17 16:39
settings	<Папка>		2021-08-17 16:39
source	<Папка>		2021-08-17 16:39
startup	<Папка>		2021-08-17 16:39
twrke18f	<Папка>		2021-08-17 16:39
utilities	<Папка>		2021-08-17 16:39
hello_world	ewd	541,236	2021-08-17 16:39
hello_world	ewp	98,616	2021-08-17 16:39
hello_world	eww	1,304	2021-08-17 16:39
hello_world	mex	23,572	2021-08-17 16:46
MKE18F512xxx16_flash	icf	3,141	2021-08-17 16:39

Рис. 3.4. Структура директорій в проєкті

Вмістимо функції main файлу hello_world.c який знаходиться у директорії source як це показано на рис. 3.5.

```
int main(void)
{
    char ch;
    /* Init board hardware. */
    BOARD_InitPins();
    BOARD_InitBootClocks();
    BOARD_InitDebugConsole();
    PRINTF("hello world.\r\n");
    while (1)
    {
        ch = GETCHAR();
        PUTCHAR(ch);
    }
}
```

Рис. 3.5. Лістинг функції main

Після цього потрібно перенести з репозиторію threadx вмістиме таких директорій: common, threadx/ports/cortex_m4/iar (папки inc і src) та файл tx_initialize_low_level.s. Щоб уникнути помилки повторних оголошень потрібно видалити файл tx_misra.s. У середовищі IAR вказуємо шлях до директорій, після цього запускаємо повторну компіляцію проекту.

3.2.1. Конфігурування ThreadX. Для початку потрібно внести правки у файл tx_initialize_low_levels.s, тобто відредагувати оголошення константи:

```
SYSTICK_CYCLES EQU ((SYSTEM_CLOCK / 100) -1)
```

Завдяки даній константі запускається генерація системних тиків.

Замінюємо оголошення на таке:

```
SYSTICK_CYCLES EQU ((SYSTEM_CLOCK /  
TX_TIMER_TICKS_PER_SECOND) -1)
```

Також у даному файлі дописуємо рядок

```
#include " tx_user.h"
```

Після цього змінюємо назву файлу tx_user_sample.h на tx_user.h.

У середовищі IAR на панелі Defined symbols записуємо стрічку TX_INCLUDE_USER_DEFINE_FILE (див. рис. 3.6). Після цього перед компіляцією середовище буде враховувати файл tx_user.h, який вміщує в собі важливі функції RTOS. Відповідно їх буде потрібно вибрати.

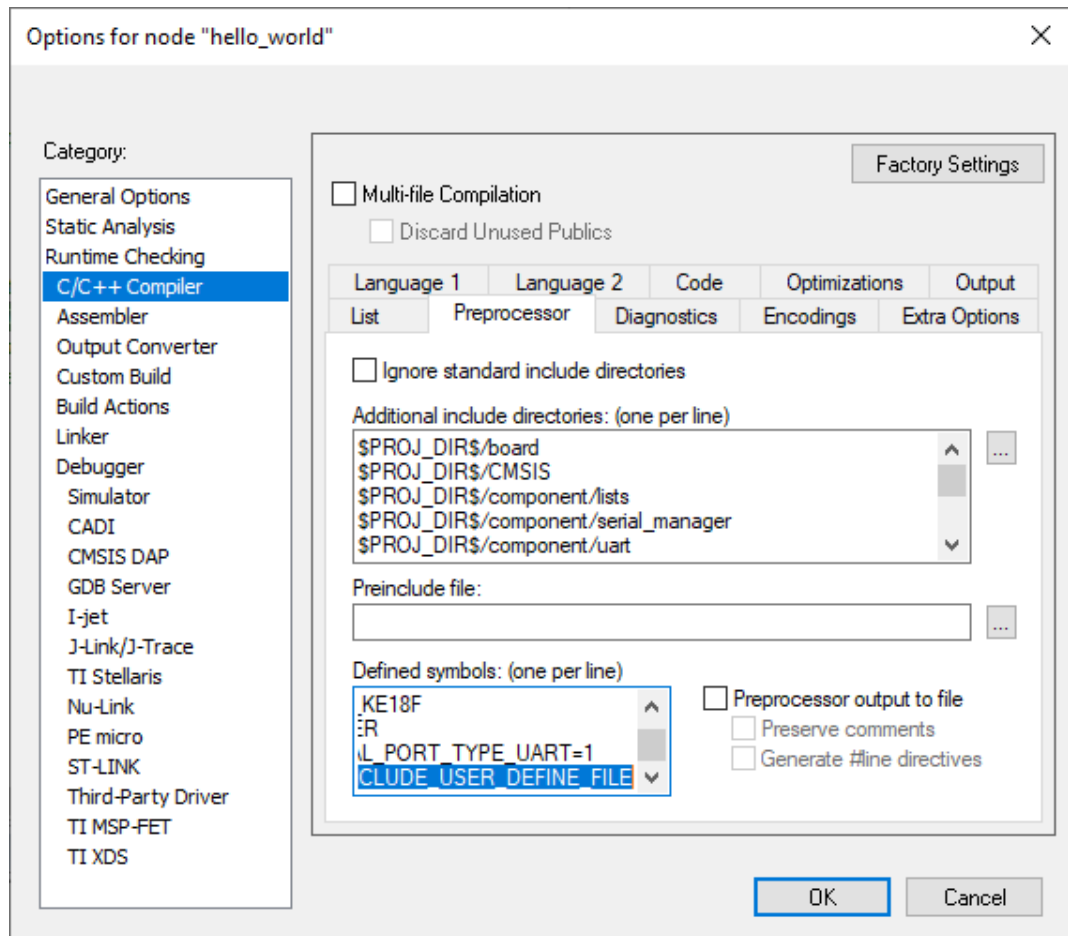


Рис. 3.6. Додавання запису

Оголошуємо вище вибрані константи:

```
#define SYSTEM_CLOCK 12000000
```

```
#define TX_TIMER_TICKS_PER_SECOND 1000
```

В даній частині коду ми вибрали затримку системного тіку 1 мс. Завдяки такій затримці буде більш зручніше керувати часом у автоматах станів.

Список підключених макросів у конфігураційному файлі:

```
#define TX_MAX_PRIORITIES
```

```
#define TX_DISABLE_PREEMPTION_TRESHOLD
```

```
#define TX_DISABLE_REDUNDANT_CLEARING
```

```
#define TX_DISABLE_NOTIFY_CALLBACKS
```

```
#define TX_NO_FILTER_POINTER
```

```
#define TX_TIMER_PROCESS_IN_ISR
```

Завдяки цьому RTOS буде займати мінімум місця. Також потрібно внести деякі зміни у файл `hello_world.c` (див. рис. 3.7).

```
#include "fsl_device_registers.h"
#include "fsl_debug_console.h"
#include "board.h"
#include "pin_mux.h"
#include "clock_config.h"
#include "tx_API.h"
#define THREAD_MAIN_STACK_SIZE    1024 // Розмір стеку який виділений для задачі
#define THREAD_MAIN_PRIORITY      1    // Пріоритет першої задачі
TX_THREAD                          main_thread;
#pragma data_alignment=8
uint8_t                             thread_main_stack[THREAD_MAIN_STACK_SIZE];
static void                          Thread_main(ULONG initial_input);
int main(void)
{
    BOARD_InitPins();
    BOARD_InitBootClocks();
    BOARD_InitDebugConsole();
    tx_kernel_enter();
}
void tx_application_define(void *first_unused_memory)
{
    tx_thread_create(&main_thread, "Main", Thread_main,
        0,
        (void *)thread_main_stack, // stack_start
        THREAD_MAIN_STACK_SIZE,   // stack_size
        THREAD_MAIN_PRIORITY,     // priority.
        THREAD_MAIN_PRIORITY,     // preempt_threshold.
        TX_NO_TIME_SLICE,
        TX_AUTO_START);
}
static void Thread_main(ULONG initial_input)
{
    char ch;
    PRINTF("hello world.\r\n");
    while (1)
    {
        ch = GETCHAR();
        PUTCHAR(ch);
    }
}
}
```

Рис. 3.7. Лістинг модифікованого файлу `hello_world.c`

На даному етапі процес встановлення RTOS завершено. Після цього запускаємо процес компіляції, завантажуюмо в мікроконтролер та включаємо виведення у терміналі.

Для того щоб переконатись що все дійсно працює відкриваємо відлагоджувач IAR (див. рис. 3.8), в якому ми бачимо що тики спрацьовують кожної мілісекунди, тобто задача правильно працює і їй цілком достатньо розміру стеку. Сам обробник системних переривань виконується трошки не більше ніж 0.52 мікросекунди.

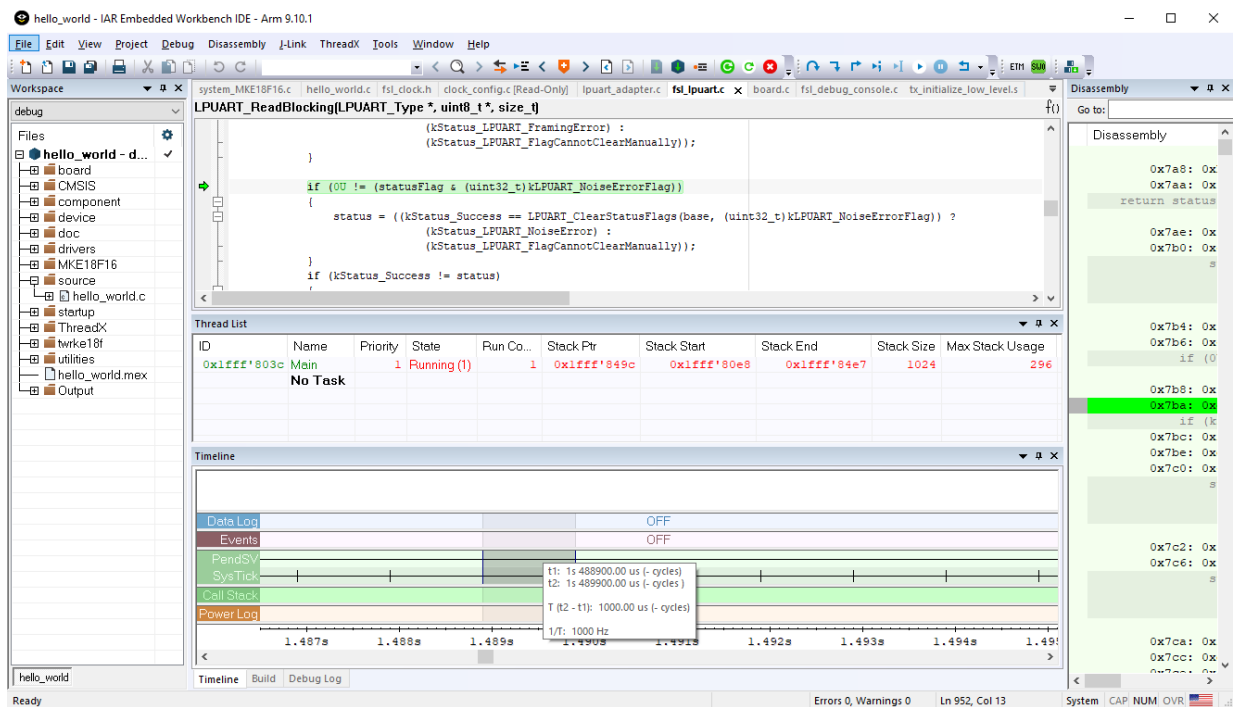


Рис. 3.8. Спрацювання тиків в режимі реального часу

У кінці після завершення процесу компіляції вся RTOS займає 2506 байтів пам'яті, а ціла програма зайняла 10 198 байтів.

3.2.2. Профілювання RTOS. Завдяки профілюванню в середовищі відлагоджувача IAR можна переглянути інформацію про використання ресурсів процесорного часу та скільки часу займають відповідні завдання. Щоб побачити дану інформацію потрібно під'єднати до проекту файли із репозиторію: `tx_execution_profile.c` та `tx_execution_profile.h`. Після чого дописати стрічку у файлі `tx_user.h`:

```
#define TX_EXECUTION_PROFILE_ENABLE
```

Повний вигляд файлу tx_user.h зображено на рисунку 3.9. Додатково були підключені макроси які запускають спеціальний режим для замірювання продуктивності сервісів RTOS. Також у файлі tx_threads_schedule.s потрібно підключити файл із налаштуваннями користувача за допомогою команди #include "tx_user.h".

```
#define TX_MAX_PRIORITIES 32
#define TX_DISABLE_PREEMPTION_THRESHOLD
#define TX_DISABLE_REDUNDANT_CLEARING
#define TX_DISABLE_NOTIFY_CALLBACKS
#define TX_NO_FILEX_POINTER
#define TX_TIMER_PROCESS_IN_ISR
#define TX_ENABLE_IAR_LIBRARY_SUPPORT
#define TX_ENABLE_STACK_CHECKING

#define TX_EXECUTION_PROFILE_ENABLE
#define TX_BLOCK_POOL_ENABLE_PERFORMANCE_INFO
#define TX_BYTE_POOL_ENABLE_PERFORMANCE_INFO
#define TX_EVENT_FLAGS_ENABLE_PERFORMANCE_INFO
#define TX_MUTEX_ENABLE_PERFORMANCE_INFO
#define TX_QUEUE_ENABLE_PERFORMANCE_INFO
#define TX_SEMAPHORE_ENABLE_PERFORMANCE_INFO
#define TX_THREAD_ENABLE_PERFORMANCE_INFO
#define TX_TIMER_ENABLE_PERFORMANCE_INFO
```

Рис. 3.9. Лістинг підключених модулів у файлі tx_user.h

Після цього видаляємо файл hello_world.c та завантажуюмо файл demo_threadX.c із репозиторію ThreadX. У функції main дописуємо виклики для ініціалізування чіпу. Даний файл створить 8 спеціальних завдань та одній черзі подій пулу байтів і блоків. Після цього виведеться інформація про кількість запущених задач, кількість використовуваного часу для переривань, споживання завданнями процесорного часу, використання стеку, кількість використовуваного часу для переривань, відображення основних сервісів та багато чого іншого (див. рис. 3.10).

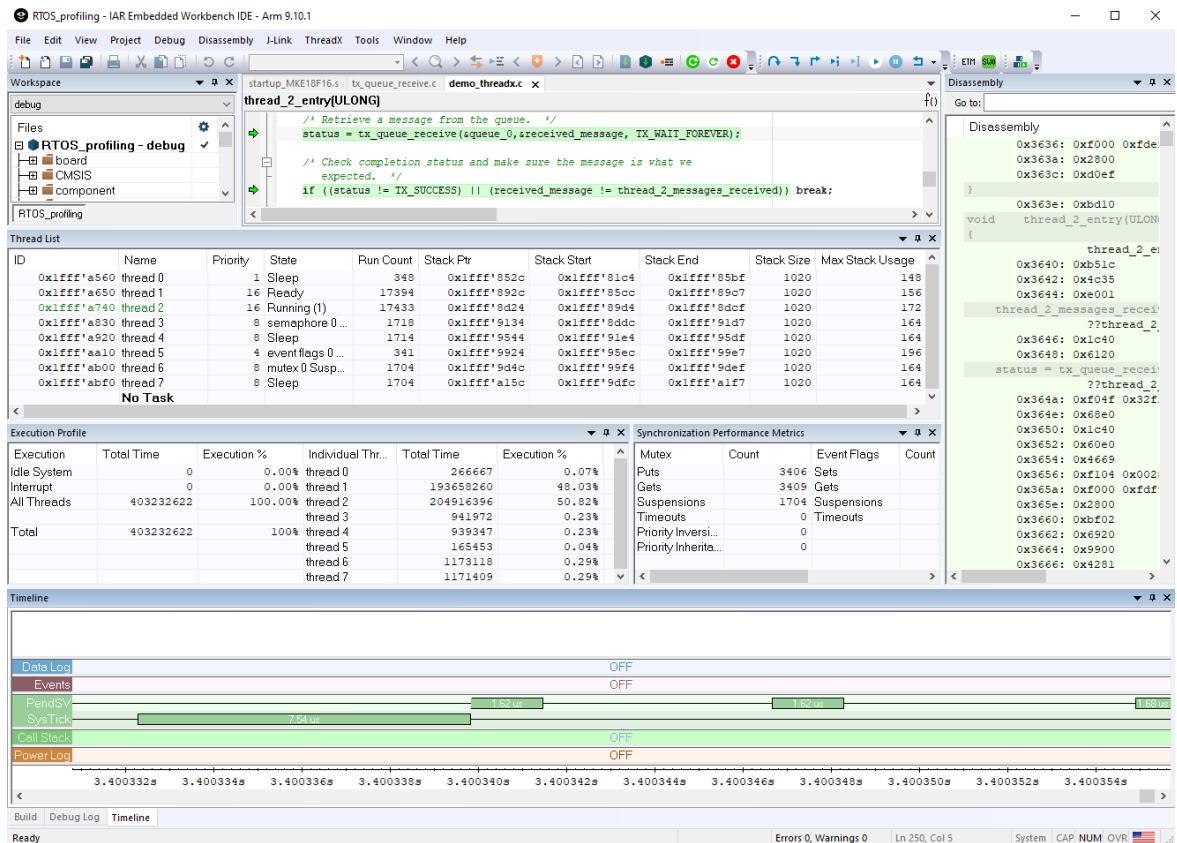


Рис. 3.10. Статистика використання сервісів і завдань

Наприклад контекстне переривання `PendSW` буде тривати максимум 1.7 мікросекунди, переривання системного тиків займе максимум 8 мікросекунд, тобто період тиків під час виконання 8 завдань складатиме 1 мілісекунду, при цьому займаючи приблизно 2% процесорного часу. Це і буде накладання під час використання RTOS.

3.3. Інтерактивна панель управління FreeMaster

FreeMaster – це зручний інструмент для моніторингу налагодження у режимі реального часу, який відображає дані на екрані та дозволяє під час виконання налаштовувати вбудовані додатки.

Утиліта надає можливість для створення та гнучкого налаштування екранів які будуть відображати інформацію з мікроконтролера у режимі реального часу, наприклад можливість зміни постійних параметрів,

відображення та керування станами сигналів якими оперує мікроконтролер, логування та відновлення до заводських налаштувань.

Для повноцінної роботи програми потрібно її встановити на ПК і підключити файл конфігурації `freemaster_cfg.h` (див. рис. 3.11) та драйвер для UART `freemaster_serial_lpuart.c` (див. додаток б).

```

#ifndef __FREEMASTER_CFG_H
#define __FREEMASTER_CFG_H
#define FMSTR_PLATFORM_CORTEX_M 1
#define FMSTR_DISABLE 0
#define FMSTR_LONG_INTR 0
#define FMSTR_SHORT_INTR 1
#define FMSTR_POLL_DRIVEN 0
#define FMSTR_TRANSPORT FMSTR_SERIAL
#define FMSTR_SERIAL_DRV FMSTR_SERIAL_MCUX_LPUART
#define FMSTR_FLEXCAN_TXMB 0
#define FMSTR_FLEXCAN_RXMB 1
#define FMSTR_COMM_BUFFER_SIZE 0
#define FMSTR_COMM_QUEUE_SIZE 32
#define FMSTR_USE_APPCMD 1
#define FMSTR_APPCMD_BUFF_SIZE 32
#define FMSTR_MAX_APPCMD_CALLS 4
#define FMSTR_USE_SCOPE 1
#define FMSTR_MAX_SCOPE_VARS 8
#define FMSTR_USE_RECORDER 1
#define FMSTR_REC_BUFF_SIZE 4096
#define FMSTR_REC_TIMEBASE FMSTR_REC_BASE_NANOSEC(32000)
#define FMSTR_REC_FLOAT_TRIG 1
#define FMSTR_USE_TSA 1
#define FMSTR_USE_TSA_INROM 1
#define FMSTR_USE_TSA_SAFETY 1
#define FMSTR_USE_TSA_DYNAMIC 1
#define FMSTR_USE_PIPES 3
#define FMSTR_USE_READMEM 1
#define FMSTR_USE_WRITEMEM 1
#define FMSTR_USE_WRITEMEMMASK 1
#define FMSTR_USE_HASHED_PASSWORDS 0
#endif /* __FREEMASTER_CFG_H */

```

Рис. 3.11. Лістинг файлу конфігурації `freemaster_cfg.h`

Обмін даними з мікроконтролером відбувається через інтерфейс UART, після цього дані конвертуються та передаються на USB virtual com порт зі швидкістю 255 000 бітів у секунду.

Обробка команд та відправка даних реалізована у файлі `freemaster_task.c` (див. Додаток В).

Щоб відобразити інформацію про вихідний струм через перетворювач потрібно вибрати у вікні програми потрібні змінні для того щоб вони відобразились у вигляді таблиці чи графіка.

Процес керування вихідною напругою у програмі FreeMaster зображено на рис. 3.12. Усі налаштування програми зберігаються у проекті. Віджет керування напругою був створений за допомогою HTML сторінки з відповідним анімаційним віджетом.

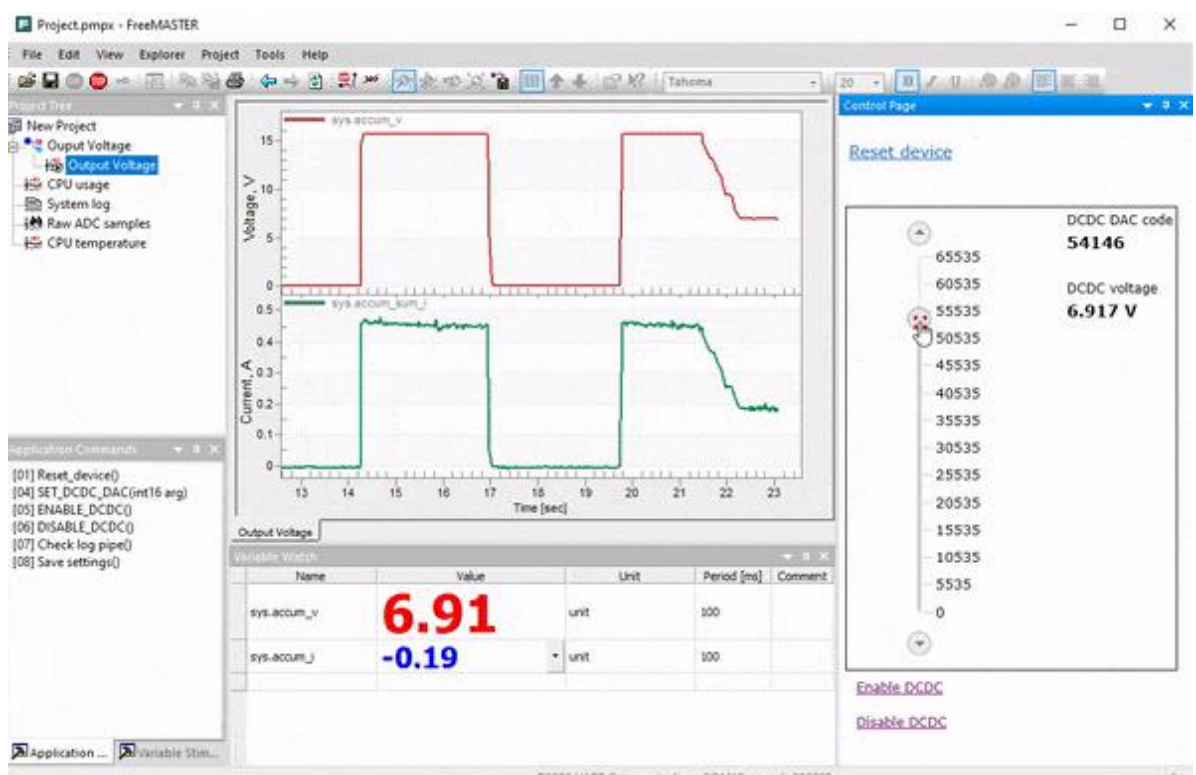


Рис. 3.12. Керування вихідним струмом

3.3.1. Аналіз алгоритмів обробки даних у Matlab. Для створення алгоритмів обробки потрібно зберегти записані дані у файлі програми FreeMaster, а потім виконати їх імпортування у середовище Matlab.

Завдяки скрипту який наведений на рис. 3.13, дані підтягуються із вікна програми FreeMaster та відповідно переносяться у програму Matlab.

```

fmstr = actxserver ('MCB.PCM.1');
fmstr.GetCurrentRecorderData;
recdata=cell2mat(fmstr.LastRecorder_data);
recnames=fmstr.LastRecorder_serieNames;
st = 32e-6;
fs = 1/st;
datalen= length(recdata);
endtime = st*datalen;
recdata = transpose(recdata);
x = transpose(linspace(0, st*(length(recdata)-1),length(recdata) ));
recdata = horzcat(x,recdata)

```

Рис. 3.13. Перенесення даних із FreeMaster у Matlab

Для зручного управління даними відкриваємо менеджер енергонезалежних параметрів пристрою (див. рис. 3.14). Даний менеджер відсортовує єдину базу параметрів та виводить у табличному виді такі налаштування як: назву параметру, умови спрацювання (валідації), тип, коментарі до них, редагування перед виведенням та інше. Також менеджер надає можливість генерації вихідних файлів (на мові C) для подальшого вбудування в проект. Тобто дані не потрібно оголошувати у вихідних файлах, їх можна ввести, а потім згенерувати як текст на мові C.

Sub group	Nr	Description	Short description	Comments	Visible
▼ BKMAN1_2_0		Root		Корень	<input checked="" type="checkbox"/>
▼ BKMAN1_2_main	1	Parameters and settings	PARAMETERS	Основная категория	<input checked="" type="checkbox"/>
▼ BKMAN1_2_General	2	General settings	GENERAL SETTINGS		<input checked="" type="checkbox"/>

Su	Description	Name	Name in C app	Type	Def va	Min.v	Max.v	Alias	Attri	Default string valk	Format	Str.Len	Selector	Fur
1	Product name	name	name	tstr...	0	0	0	-	-	BACKMAN10	%s	64	string	0
2	Firmware version	ver	ver	tstr...	0	0	0	-	-	1.0	%s	64	string	0
3	Select VCOM mode (0 - VT100 terminal, 1 - FreeMaster)	vcom_mode	vcom_mode	tntr8u	0	0	1	-	-		%d	0	binary	0
4	Enable charger(1- Yes,0- No)	en_charger	en_charger	tntr8u	0	0	1	-	-		%d	0	binary	0
5	Accumulator capacity (Ah)	accum_capacity	accum_capacity	tfloat	12	1	1000	-	-		%0.1f	0	string	0
6	Maximal charging current (A)	max_charge_current	max_charge_current	tfloat	3.5...	0.1	7	-	-		%0.1f	0	string	0
7	Maximal charging voltage (V)	max_charge_voltage	max_charge_voltage	tfloat	30	24	32	-	-		%0.1f	0	string	0
8	Accumulator IDLE voltage (V)	accum_idle_voltage	accum_idle_voltage	tfloat	27	24	29	-	-		%0.1f	0	string	0
9	Maximal charging duration (hours)	max_charge_dur_h	max_charge_dur_h	tfloat	7	0...	24	-	-		%0.2f	0	string	0

Рис. 3.14. Менеджер параметрів

На даний час параметрів у менеджері не багато, але з часом їх кількість буде зростати, наприклад після підключення акумуляторів, процесу зарядки чи розрядки АБ, увімкнення автономного режиму живлення. Після цього добавиться велика кількість параметрів які потребують відповідних налаштувань та калібрування. Це не враховуючи специфічні параметри які зв'язані із нестандартним використанням пристрою.

Після запуску процесу симуляції в Simulink на екран виведеться графік детектора повністю зарядженої АБ (див. рис. 3.15), сам графік заснований на зчитаних даних з програми FreeMaster.

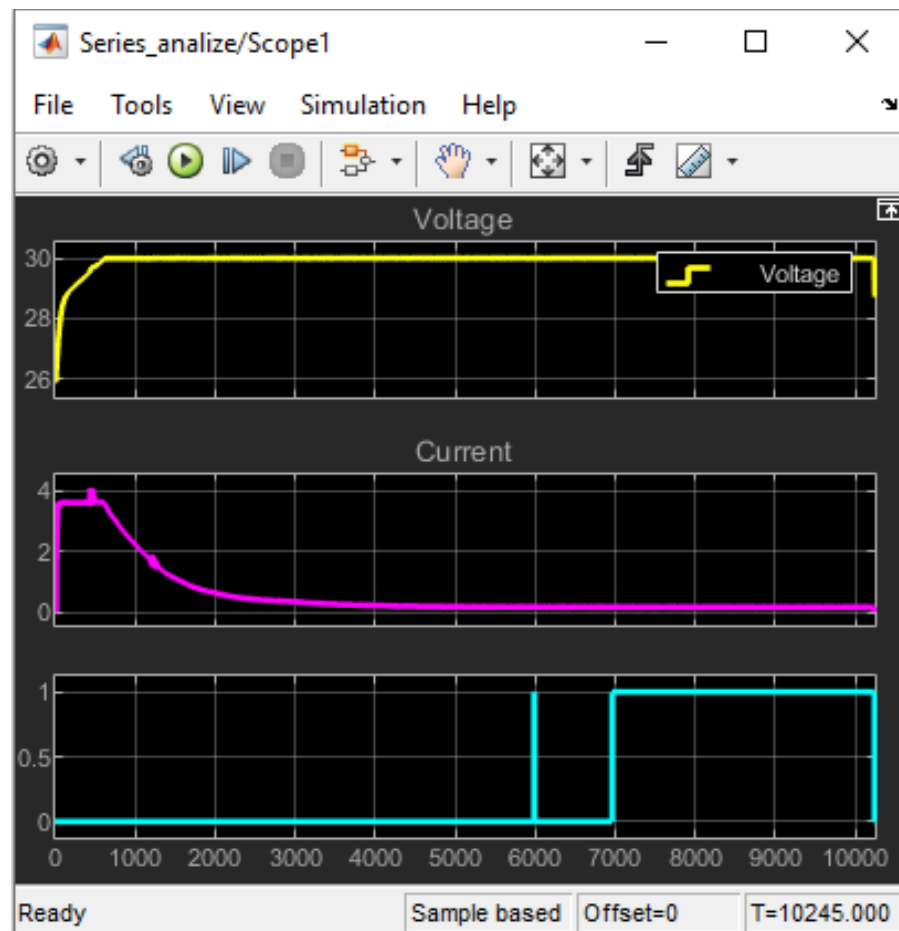


Рис. 3.15. Симуляція повного заряду АБ в Simulink

3.4 Висновки до розділу

У цьому розділі було спроектовано одну із найважливіших складових СРЖ, а саме мікроконтролер з можливістю програмного управління струмом. Описано за яким принципом працює пристрій, відображено його структурну схему, виконано налаштування та встановлення ядра Azure RTOS у середовищі IAR на мікроконтролері, відконфігуровано ThreadX, проведено кінцеве профілювання проекту та проаналізовано алгоритми обробки у середовищі Matlab. Також підключено інтерактивну панель управління FreeMaster.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці

Метою кваліфікаційної роботи магістра є дослідження методів та програмно-апаратного забезпечення системи резервного живлення в комп'ютерних системах. Оскільки, проведення робіт з розробки та використання системи передбачає використання комп'ютерної техніки, зокрема ПК та периферійних пристроїв, то обов'язковим є дотримання вимог з охорони праці і техніки безпеки.

Для ефективної і безпечної роботи колективу працівників з розробки ПЗ комп'ютерних систем, в тому числі і фахівців з дослідження методів та інструментальних засобів, необхідно організувати безпечні умови праці. При цьому керівник організації несе безпосередню відповідальність за порушення нормативно-правових актів з охорони праці. Окрім цього, на робочих місцях працівників необхідно забезпечити дотримання вимог, затверджених Наказом Мінсоцполітики від 14.02.2018 за № 207 «Про затвердження Вимог щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями». Згідно вимог приміщення, де розміщені робочі місця операторів, крім приміщень, у яких розміщені робочі місця операторів великих ЕОМ загального призначення (сервер), мають бути оснащені системою автоматичної пожежної сигналізації відповідно до цих вимог;

– переліку однотипних за призначенням об'єктів, які підлягають обладнанню автоматичними установками пожежогасіння та пожежної сигналізації, затвердженого наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від ДСТУ Б В.1.1-36:2016, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України;

– державних будівельних норм "Інженерне обладнання будинків і споруд. Пожежна автоматика будинків і споруд", затверджених наказом Держбуду України від 13.11.2014 N 312 (далі - ДБН В.2.5-56:2014, з димовими пожежними сповіщувачами та переносними вуглекислотними вогнегасниками).

В інших приміщеннях допускається встановлювати теплові пожежні сповіщувачі. Приміщення, де розміщені робочі місця операторів, мають бути оснащені вогнегасниками, кількість яких визначається згідно з вимогами ДСТУ 4297:2004 «Пожежна техніка. Технічне обслуговування вогнегасників». Загальні технічні вимоги і з урахуванням граничнодопустимих концентрацій вогнегасної рідини відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014. Приміщення, в яких розміщуються робочі місця операторів сервера загального призначення, обладнуються системою автоматичної пожежної сигналізації та засобами пожежогасіння відповідно до вимог ДБН В.2.5-56:2014, НАПБ А.01.001-2014 і вимог нормативно-технічної та експлуатаційної документації виробника. Проходи до засобів пожежогасіння мають бути вільними.

Лінія електромережі для живлення комп'ютера та периферійних пристроїв повинні бути виконаними як окрема групова трипровідна мережа шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Не допускається використовувати нульовий робочий провідник як нульовий захисний провідник. Нульовий захисний провідник прокладається від стійки групового розподільного щита, розподільного пункту до розеток електроживлення. Не допускається підключати на щиті до одного контактного затискача нульовий робочий та нульовий захисний провідники.

Площа перерізу нульового робочого та нульового захисного провідника в груповій трипровідній мережі має бути не менше площі перерізу фазового провідника. Усі провідники мають відповідати номінальним параметрам мережі та навантаження, умовам навколишнього середовища, умовам розподілу

провідників, температурному режиму та типам апаратури захисту, вимогам НПАОП 40.1-1.01-97.

У приміщенні, де одночасно експлуатуються понад п'ять комп'ютерів, на помітному, доступному місці встановлюється аварійний резервний вимикач, який може повністю вимкнути електричне живлення приміщення, крім освітлення. Комп'ютери повинні підключатися до електромережі тільки за допомогою справних штепсельних з'єднань і електророзеток заводського виготовлення.

У штепсельних з'єднаннях та електророзетках, крім контактів фазового та нульового робочого провідників, мають бути спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Їхня конструкція має бути такою, щоб приєднання нульового захисного провідника відбувалося раніше, ніж приєднання фазового та нульового робочого провідників. Порядок роз'єднання при відключенні має бути зворотним. Не допускається підключати комп'ютери до звичайної двопровідної електромережі, в тому числі – з використанням перехідних пристроїв. Електромережі штепсельних з'єднань та електророзеток для живлення комп'ютерної техніки повинні бути виконаними за магістральною схемою, по 3-6 з'єднань або електророзеток в одному колі. Штепсельні з'єднання та електророзетки для напруги 12 В та 42 В за своєю конструкцією мають відрізнятися від штепсельних з'єднань для напруги 127 В та 220 В. Штепсельні з'єднання та електророзетки, розраховані на напругу 12 В та 42 В, мають візуально (за кольором) відрізнятися від кольору штепсельних з'єднань, розрахованих на напругу 127 В та 220 В).

При дослідженні методів та програмно-апаратного забезпечення системи резервного живлення в комп'ютерних системах, важливим, з точки зору охорони праці, є забезпечення достатньої величини природного та штучного освітлення, які визначені у НПАОП 0.00-7.15-18. Організація робочого місця фахівця із дослідження методів та програмно-апаратного забезпечення системи резервного живлення в комп'ютерних системах повинна забезпечувати відповідність усіх

елементів робочого місця та їх розташування ергономічним вимогам ДСТУ 8604:2015 «Дизайн і ергономіка». Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги». Відстань від екрана до ока фахівців, які працюють за комп'ютером визначається згідно з вимогами ДСанПіН 3.3.2.007-98.

Розміщення принтера або іншого пристрою введення-виведення інформації на робочому місці має забезпечувати добру видимість екрана комп'ютера, зручність ручного керування пристроєм введення-виведення інформації в зоні досяжності моторного поля згідно з вимогами ДСанПіН 3.3.2.007-98.

Таким чином, у результаті аналізу вимог щодо охорони праці користувачів комп'ютерів, визначено особливості організації робочих місць, вимог з електробезпеки, природного та штучного освітлення для ефективної і безпечної роботи фахівців з дослідження методів та програмно-апаратного забезпечення системи резервного живлення в комп'ютерних системах.

4.2. Фактори ризику і можливі порушення здоров'я користувачів комп'ютерної мережі

На перший погляд, робота за комп'ютером здається безпечною, але саме легковажність до неї може призвести до певних проблем у здоров'ї людини. Професія програміста та інших фахівців ІТ-технологій пов'язана з колосальним розумовим напруженням. Розробники – настільки захоплені люди, що навіть відволікаючись від роботи над проектом, продовжують думати про роботу. Нерідко відпочинком вони вважають паралельну заміну основної діяльності, наприклад, читання профільної літератури, верстку сайтів, вивчення нових мов програмування. Однак мозок не може до безкінечності приймати виключно корисну інформацію, яку розробник прагне направляти в русло особистісного та професійного зростання. Адже мозок людини не машина: він не може

нескінченно зберігати і переробляти дані практично не втрачаючи продуктивності.

Інтенсивна робота з персональними комп'ютерами, обладнаними візуальними дисплейними терміналами є причиною виникнення багатьох захворювань. Стан здоров'я користувачів ПК за суб'єктивними і об'єктивними показниками залежить від типу роботи і умов її виконання. Робота користувача ПК виконується в одноманітній позі в умовах обмеження загальної м'язової активності при рухливості кистей рук, великому напруженні зорових функцій і нервовоемоційній нарузі під впливом наступних фізичних факторів:

- електростатичного поля;
- електромагнітних випромінювань у наднизькочастотному, низькочастотному та середньо частотному діапазонах (5 Гц – 400 кГц);
- рентгенівського, ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювань;
- випромінювань видимого діапазону; акустичного шуму; незадовільного рівня освітленості;
- незадовільних метеорологічних умов.

Особливе місце серед профзахворювань користувачів ПК займають порушення зору, викликані:

- нераціональним освітленням;
- світлотехнічною специфікою робочих місць із ПК;
- недотриманням режиму праці.

Світлотехнічна специфіка обумовлена світлотехнічною різноманітністю об'єктів зорової роботи користувача ПК: екрана, документації і клавіатури, розташованих у різних зонах спостереження, що вимагає багаторазового переміщення лінії зору від одного об'єкта до іншого. Об'єкти відмінності мають як негативний (темні об'єкти на світлому фоні) так і позитивний (світлі об'єкти на темному фоні) контраст. Тому відбувається постійна переадаптація від яскравих об'єктів з позитивним контрастом на темні з негативним контрастом.

За восьмигодинний робочий день за монітором користувач кидає приблизно 30000 поглядів на екран, око працює з перевантаженням і не може достатньо адаптуватися до цієї ситуації. Такі особливості призводять до напруження м'язового та світло-сприймаючого апарату очей, що є однією з причин виникнення астенопічних явищ (різь в очах, біль в очах, ломить у надбрівній ділянці, розпливчастість контурів, нечіткість зображення).

Постійний погляд на матове скло екрана монітора зменшує частоту кліпання очей, що призводить до висихання та викривлення роговиці ока, погіршує зір (синдром Сікка).

Робота користувача за пульсуючим екраном монітора, що не відповідає нормативним вимогам щодо обмеження пульсації (блимання), викликає дискомфорт і втому (загальну і зорову).

Робота з дзеркальною відбиваючою і неплоскою зовнішньою поверхнею екрана монітора, на якій з'являються численні відбиті відблиски, призводить до виникнення у користувача астенопічних явищ та функціональних змін ока.

Неправильний розподіл яскравості в полі зору, тобто поверхні периферії (стеля, стіни, меблі і т.п.) висвітлені краще ніж центр поля зору, призводить до порушення основних зорових функцій ока. Засліплююча дія світильників у приміщенні, на робочому місці з ПК викликає не тільки астенопічні явища, але й функціональні порушення очей користувача.

Кольоровий шрифт збільшує навантаження на зір, оскільки складові кольорів мають різні довжини хвиль і видимі на різній віддалі. Око потребує точнішої адаптації, ніж при чорно-білому зображенні.

Робота користувача ПК вимагає тривалого статичного напруження м'язів спини, шиї, рук і ніг, що призводить до втоми і специфічних скарг.

Можливе ушкодження хребта, в результаті недостатнього рівня ергономічності робочого місця користувача, тобто якщо крісло неправильно підтримує згин хребта. При цьому плечі і шия напружені і затікають, внаслідок неприродного положення, тому виникають болі в області шиї, спини і голови. В

середньому працівник, який використовує ПК, просиджує в такому положенні за все своє життя до 80000 годин (8 років).

Неправильне положення рук при введенні даних за допомогою клавіатури призводить до перетискання нервів у вузьких місцях зап'ястя [Синдром зап'ястного каналу (карпальний тунельний синдром або тунель Карпаля)].

Синдром RSI (хронічне розтягнення зв'язок) – це пошкодження, що виникає в результаті постійного напруження м'язів кистей рук як результат неправильно обладнаного з погляду ергономіки робочого місця користувача ПК. Це хронічне захворювання може непомітно розвиватися протягом декількох років. Такі перевантаження призводять до перенапруження всієї м'язової системи людини.

Найбільш небезпечним є те, що внаслідок концентрації уваги на екрані монітора притуплюється своєчасне попередження про болі, які є тривожним сигналом для тіла. Захворювання рук і кистей рук спостерігається у працюючих за ПК у 7-12 разів частіше, ніж у інших, і досить часто помилково діагностується як запалення сухожилів.

Отже, працюючи за комп'ютером, рекомендується дотримуватися деяких правил:

- за будь-яких умов безперервна робота за комп'ютером для дорослої людини не повинна перевищувати двох годин.

- слідкувати за поставою: ноги твердо стоять на підлозі чи на спеціальній підставці; стегна розташовані під прямим кутом до тулуба, а гомілки – під прямим кутом до стегон; сидіти потрібно прямо або злегка нахилившись вперед; пальці рук знаходяться на рівні зап'ястків або трохи нижче – у такому положенні вони найбільш рухливі; плечі мають бути розслаблені та вільно опущені, що сприяє розслабленню рук; відстань від очей до екрану монітора – не менше 55-60 см; центр екрану має знаходитися на рівні очей чи трохи нижче; рекомендується хоча б раз на день виконувати гімнастику для очей;

- щоб попередити „синдром сухого ока”, потрібно моргати кожні 3-5 секунд;
- у процесі роботи за комп’ютером обов’язково порібно звертати увагу на дихання: воно має бути рівномірним, без затримок;
- у процесі роботи рекомендується періодично (приблизно раз на 20 - 30 хвилин) переводити погляд з екрану на найбільш віддалений предмет у кімнаті, а ще краще – на віддалений об’єкт за вікном;
- якщо з’явилося відчуття втоми, напруження, сонливості, тяжкості в очах, потрібно припинити роботу та хоча б трохи відпочити.

4.3. Висновки до розділу

В цьому розділі проаналізовано важливі питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, висвітлено питання факторів ризику і можливих порушень здоров’я користувачів комп’ютерної мережі.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи магістра було розроблено програмно-апаратну частину системи резервного живлення, а саме центральний мікроконтролер з можливістю програмного управління, який відповідає за керування найважливішими процесами у системі резервного живлення.

В процесі виконання кваліфікаційної роботи було отримано такі результати:

1. Розглянуто структуру систем безперебійного живлення та проведено порівняння сучасних пристроїв для вирішення поставленого завдання.

2. Проведено аналіз основних можливостей мікроконтролера системи безперебійного живлення та запрограмовано центральний мікроконтролер пристрою (з встановленням та налаштуванням панелі управління FreeMaster).

Розроблений мікроконтролер володіє наступними перевагами:

– масштабованість (режим управління) надає можливість для широкого налаштування вхідної потужності інвертора, джерела живлення та керування ємкістю акумуляторної батареї;

– модульність дозволяє легко замінювати основні компоненти пристрою, наприклад джерело живлення, інвертор чи АБ; відповідно користувач не буде прив'язаним до якогось конкретного виробника;

– оптимальна вартість досягається завдяки модульності, тобто у споживача з'явиться можливість вибору та подальшої заміни на більш дешевші компоненти пристрою;

– система резервного живлення підтримує функцію стабілізації вхідної напруги, тобто його можна використовувати не тільки як джерело безперебійного живлення, а й як стабілізатор напруги.

3. Розроблено метод аналізу, обробки та візуалізації даних налаштувань системи резервного живлення у середовищі Matlab.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. В.А. Головацкий, Г.Н. Гулькович, Ю.И. Конев Источники вторичного электропитания. Радио и связь, 2000. 420 с.
2. Гейтенко Е.Н. Источники вторичного электропитания. Схемотехника и расчет. – М.: Солон-Пресс, 2007. 498 с.
3. Лаврус В.С. Системы безперебойного питания. К.: Наука и техника, 2003. 115 с.
4. Гейтенко Е.Н. Источники вторичного электропитания. Схемотехника и расчет. – М.: Солон-Пресс, 2007. 498 с.
5. В.И. Мелешин. Транзисторная преобразовательная техника. М.: Техносфера, 2005. 632 с.
6. About the Azure RTOS ThreadX Guide. URL: <https://docs.microsoft.com/uk-ua/azure/rto/threadx/about-this-guide> (дата звертання: 27.11.2021).
7. Ю.П. Гончаров, О.В. Будьонний, В.Г. Морозов, М.В. Панасенко, В.Я. Ромашко, В.С. Руденко. Пететворювальна техніка. Харків: Фоліо, 2000. 360 с.
8. Кучеров Д.П., Куприянов А.А. Современные источники ПК и периферии. Полное руководство. СПб.: Наука и техника, 2007. 352 с.
9. Саркис Эраносян. Источники вторичного электропитания: проблемы, новый взгляд. Силовая Электроника, 2007. с. 78-84.
10. Костиков В.Г., Парфенов Е.М., Шахнов В.А. М. Источники электропитания электронных средств. Схемотехника и конструирование. Горячая линия. Телеком, 2001. 344 с.
11. Саркис Эраносян. Эволюция вторичных источников электропитания: от прошлого к будущему. Часть 1. Саркис Эраносян, Владимир Ланцов. Силовая Электроника, 2008. с. 26-31.

12. Колосов В.А., Лукин А.В., Сергеев Б.С. Схемотехника преобразователей напряжения. Вып. 3. М.: АОБТ и ПЭ. 1993. 150 с.
13. MKE18F512VLL16, Data Sheet: Technical Data. URL: <https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/KE1xFP100M168SF0.pdf> (дата звертання: 16.11.2021).
14. Березин О.К., Костиков В.Г., Шахнов В.А. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры.: М., „Три Л”. 2000. 400 с.
15. Brain Rush. Power Supply Sequencing for Low Voltage Processors // EDN. 2000.
16. Mr Kamal Krishna Maity. UNINTERRUPTED POWER SUPPLY SYSTEM. Independently published, 2017. 53 pages.
17. Robert DeLauter. UPS Handbook. Quirauk Mountain Publishing, 2020, 124 pages.
18. Фрунзе А.В. Микроконтроллеры? Это же просто! Т.1. - М.: ООО "ИД СКИМЕН", 2003. 339 с.
19. Гребнев В.В. Микроконтроллеры семейства AVR фирмы Atmel. -М.: ИП Радиософт, 2005. 176 с.
20. IAR Embedded Workbench, C/C++ Development Guide. URL: https://wwwfiles.iar.com/arm/webic/doc/EWARM_DevelopmentGuide.ENU.pdf (дата звертання: 27.11.2021).
21. Матюшин А. О. Программирование микроконтроллеров: стратегия и тактика. М.: ДМК Пресс, 2017. 356 с.
22. Петров И. В. Програмируемые контролеры. М.: СОЛОН-Пресс, 2010. 256 с.
23. Overview of Azure RTOS ThreadX. URL: <https://docs.microsoft.com/uk-ua/azure/rtos/threadx/overview-threadx> (дата звертання: 24.11.2021).
24. Дреэс Б. Г. Технические и программные средства систем реального времени. М.: Лаборатория знаний, 2020. 337 с.

25. Аверченков О. Е. Схемотехника: аппаратура и программы. ДМК Пресс, 2012. 588 с.
26. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д., Пасічник В.В. Комп'ютерні мережі. Книга 1. Львів, «Магнолія 2006». 2013. 256 с.
27. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д., Пасічник В.В. Комп'ютерні мережі. Книга 2. Львів, «Магнолія 2006». 2013. 328 с.
28. Балакунець О.В., Тиш Є.В. Принципи організації та роботи контролера резервного живлення. Матеріали ІХ науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, (Тернопіль, 8 – 9 грудня 2021 р.). Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. С. 105.
29. Балакунець О.В., Тиш Є.В. Методи та програмно-апаратне забезпечення системи резервного живлення в комп'ютерних системах. Актуальні задачі сучасних технологій : збірник тез доповідей Х міжнародної науково-практичної конференції Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 24–25 листопада 2021 р.). Міністерство освіти і науки України, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя [та ін.]. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. Т. 1. С.84.

ДОДАТОК А
Тези конференції

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Білоруський національний технічний університет (Республіка Білорусь)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Наукове товариство ім. Т.Шевченка

**АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ
СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Збірник
тез доповідей
Том I**

**X Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів
24-25 листопада 2021 року**



**УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2021**

**СЕКЦІЯ: КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ
ЗВ'ЯЗКУ**

1.	О.В. Балакунець, Є.В. Тиш МЕТОДИ ТА ПРОГРАМНО-АПАРATНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ	84
2.	О.М. Барановський, А.В. Жилін, Г.С. Голіч ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ВИРШЕННЯ ЗАДАЧІ ДЕТЕКТУВАННЯ ТОЧКОВИХ АНОМАЛІЙ У МЕРЕЖЕВОМУ ТРАФІКУ ЗАСОБАМИ SIEM SPLUNK	85
3.	В.П. Волоський, Ю.З. Лещинши, Н.Р. Романшини КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА БАЛАНСУВАННЯ ЛІТІЙ- ІОННИХ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ	87
4.	А. В. Гайдар, В. А. Гогович ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ	89
5.	О.Р. Гончаренко, Є.В. Тиш СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СОНЯЧНИХ ТРЕКЕРІВ	90
6.	Р.О.Жаровський, Д.В.Дармопук ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ	91
7.	С.А.Криськова ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ. ПОБУДОВА ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ КАРТИ «ВИДАТНІ УКРАЇНСЬКІ ВЧЕНІ»	92
8.	Д.В. Купинець, Ю.З. Лещинши ЗАСТОСУНОК ДЛЯ МОНИТОРИНГУ ДАНИХ РОЗУМНОГО БУДИНКУ	94
9.	Р. М. Кучерешко СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ШКІДЛИВИХ ПРОГРАМ	95
10.	А.Д. Лавренів, І.В. Бойко РОЗРОБКА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ З ВИКОРИСТАННЯМ СЕРЕДОВИЩА WOLFRAM MATHEMATICA ТА МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ C++	97
11.	Я.Р. Лапшин АНАЛІЗ ЗАГРОЗ КІБЕРБЕЗПЕКИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЙОГО ВПЛИВУ	99
12.	Р.В. Ларіоник, Н.С. Луцик КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ	100
13.	Ю.З. Лещинши, З.В. Кузик МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ РОЗРОБКИ ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ МЕРЕЖЕВИХ КАБЕЛЬНИХ СИСТЕМ	101

Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів

«АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» – Тернопіль, 24-25 листопада 2021 року

Секція: КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ

УДК 044.7; 621.3

О.В. Балакунець, Є.В. Тиш, канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОДИ ТА ПРОГРАМНО-АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ

O.V. Balakunets, Ye.V. Tysh, Ph.D

METHODS AND SOFTWARE-HARDWARE OF BACKUP POWER SYSTEM IN COMPUTER SYSTEMS

Практично кожен користувач комп'ютерних систем зустрічається з раптовим відключенням електроживлення, внаслідок чого втрачалась важлива інформація або ставались збої в операційній системі. Якщо, наприклад, користувачі ноутбуків завдяки вбудованому акумуляторові ще можуть встигнути зберегти інформацію та вдало завершити роботу системи, то у користувачів персональних комп'ютерів на жаль немає такої можливості.

Під час такого збою електромережі вступає в дію джерело резервного живлення (Uninterruptible Power Supply, UPS), тобто система резервного живлення, що з функціональної точки зору призначена для виконання трьох задач. А саме:

- постійного фонового контролю стану первинної електромережі, що подекуди припускає фільтрацію стрибків вольтажу та електромагнітних перешкод;
- зарядки акумуляторів у режимі очікування та підтримання заряду на рівні, близькому до максимального;
- «видачі» стабільної та рівномірної за обсягом електрики, коли автоматика перемикається на живлення від резервної системи. В результаті вирішення останньої задачі у користувача з'являється короткий проміжок часу, який надає можливість зберегти важливі дані та вдало завершити роботу системи.

Існуючі системи резервного живлення можна класифікувати за потужністю та за принципом дії. Класифікація за потужністю має почасти умовний характер, що пов'язана з використанням або конструкцією системи резервного живлення.

За принципом дії системи резервного живлення можна класифікувати за трьома типами: off-line, on-line та line-interactive.

Принцип роботи джерела резервного живлення першого типу «off-line» (поза лінією) полягає у швидкому переключенні на внутрішні акумуляторні батареї.

Системи резервного живлення другого типу «on-line» (на лінії) отримують постійне навантаження від мережі, тобто вони не перемикаються на внутрішні батареї.

Третій тип «line-interactive» працює за схожим принципом до другого типу, головною відмінністю якого є так званий «бустер» – пристрій стабілізації напруги, який використовує основну схему для зарядки батарей та забезпечує більш швидке перемикавання режимів.

Отже, враховуючи вище наведене, можна сказати, що задача забезпечення резервного живлення є вкрай актуальною, оскільки через непередбачуване відключення електроживлення наслідки для комп'ютеризованих систем можуть виявитися негативними, або навіть фатальними (наприклад, для медичних систем, які потребують постійної роботи комплексу пристроїв: відмови серверів, охоронних систем, систем екстреного зв'язку та передачі інформації).

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

МАТЕРІАЛИ

ІХ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ,
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**



8–9 грудня 2021 року

**ТЕРНОПІЛЬ
2021**

О.В. Балакунець, Є.В. Тиш ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА РОБОТИ КОНТРОЛЕРА РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ O.V. Balakunets, Ye.V. Tysh PRINCIPLES OF ORGANIZATION AND WORK OF THE CONTROLLER RESERVE POWER SUPPLY	105
В.П. Волоський, Ю.З. Лещинин, Н.Р. Романішин АЛГОРИТМ БАЛАНСУВАННЯ LI-ION АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ НА ОСНОВІ ПОТОЧНОЇ НАПРУГИ ТА НАПРУГИ ПРИ РОЗІМКНЕНОМУ КОЛІ V.P. Voloskyi, N.R. Romanishin LI-ION BATTERY BALANCING ALGORITHM BASED ON CURRENT VOLTAGE AND OPEN CIRCUIT VOLTAGE	106
В.О. Дармограй, С.А. Лупенко ТЕХНОЛОГІЯ АНАЛІЗУ ІОТ-ІНФРАСТРУКТУР AZURE DIGITAL TWINS В УМОВАХ КАРАНТИНУ COVID V.O. Darmohrai, S.A. Lupenko AZURE DIGITAL TWINS IOT-INFRASTRUCTURE ANALYSIS TECHNOLOGY IN COVID QUARANTINE CONDITIONS	107
Р.О. Жаровський, Д.В. Дармопук АНАЛІЗ УСПІШНОСТІ СТУДЕНТІВ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ GRITNET R.O. Zharovskyy, D.V. Darmopuk STUDENT PERFORMANCE ANALYSIS BASED ON GRITNET TECHNOLOGY	108
Ю.О. Дорош, М.М. Митник ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ НАКОПИЧЕННЯ КРИПТОВАЛЮТИ Y.O. Dorosh, M.M. Mytnyk RESEARCH OF THE AUTOMATED SYSTEM OF CRYPTO CURRENCY ACCUMULATION	109
Д.О. Ільченко, Р.О. Жаровський МЕТОДИ ФІЛЬТРАЦІЇ СПАМУ В СУЧАСНИХ ПОШТОВИХ СИСТЕМАХ D. Pchenko, R. Zharovskyy SPAM FILTERING METHODS IN MODERN MAIL SYSTEMS	110
Д.О. Ільченко, Р.О. Жаровський СЕМАНТИЧНІ МЕТОДИ ФІЛЬТРАЦІЇ СПАМУ D. Pchenko, R. Zharovskyy SEMANTIC METHODS OF SPAM FILTRATION	111
В.В. Кохан, Є.В. Тиш МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ЕМОЦІЙНОГО НАХИЛУ ТЕКСТІВ ЗАСОБАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ V.V. Kokhan, Ye.V. Tysh METHODS OF EVALUATION OF SENTIMENT ANALYSIS OF TEXTS BY MEANS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE	112

УДК 044.7; 621.3

О.В. Балакунець, Є.В. Тиш, канд. техн. наук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА РОБОТИ КОНТРОЛЕРА РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ

UDC 044.7; 621.3

O.V. Balakunets, Ie.V. Tysh, Ph.D

PRINCIPLES OF ORGANIZATION AND WORK OF THE CONTROLLER RESERVE POWER SUPPLY

Системи резервного живлення – це системи, що складаються з обладнання, яке забезпечує стабільну та безперервну роботу електроприладів при обриві мережі, її несправності або її відсутності. У склад кожної системи резервного живлення входить мікроконтролер, який здійснює управління такими процесами:

- керування подачею вхідної та вихідної електроенергії;
- переключення подачі живлення з центральної мережі на живлення від акумуляторів та інвертора;
- поновлення ресурсу акумуляторів (якщо потрібно);
- моніторинг та керування системою подачі електроенергії;
- управління роботою інвертора;
- вимірювання вхідного струму мережі;
- має в собі спеціальний модуль захисту від нестабільного струму мережі.

Також додатково мікроконтролер може керувати індикаторами та подавати відповідний «виключивий» сигнал, якщо сталась аварійна ситуація.

Щоб контролер резервного живлення працював у звичному режимі потрібно обов'язково подати на нього живлення (наприклад від зовнішньої батареї) та підключити інвертор.

Сам контролер спрацює в тому випадку, коли енергія з мережі перестає надходити або ж параметри мережі перевищують чи навпаки не відповідають нормі, тобто включається режим резервного живлення від батареї.

Перехід з одного режиму на інший відбувається без зміни параметрів напруги із затримкою, яка залежить від типу пристрою та є індивідуальною.

Коли ресурси акумулятора вичерпані або ж він не є повністю зарядженим, контролер почне працювати у балансуєчому режимі, тобто енергія, яка надходить, буде розподілятися між акумулятором та іншими частинами плати. У режимі реального часу він слідкує за тим, щоб акумулятори не втратили занадто багато своїх ресурсів, тому у разі необхідності живлення буде відключене.

У кожному контролері є своє унікальне прошивне програмне забезпечення (Firmware), яке працює безперебійно у режимі реального часу та завдяки якому здійснюється управління всією системою резервного живлення.

Для обміну інформацією між мікроконтролером та комп'ютером потрібно підключити його до одного із наявних інтерфейсів (що залежить від моделі): USB, COM, RS, CAN, тощо, а на комп'ютері потрібно встановити програмне забезпечення для взаємодії.

Тому, на сьогоднішній день дослідження принципу роботи та налаштування мікроконтролерів є досить актуальною задачею через їхню величезну важливість та вплив на загальну роботу пристроїв резервного живлення.