

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Сумський державний університет**

**Факультет електроніки та інформаційних технологій**

(повна назва інституту/факультету)

**Кафедра електроніки та інформативної техніки**

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Анатолій ОПАНАСЮК  
(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

\_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на здобуття освітнього ступеня бакалавр**

(бакалавр / магістр)

зі спеціальності \_\_\_\_\_ 171 Електроніка \_\_\_\_\_,  
(код та назва)

\_\_\_\_\_ освітньо-професійної програми Електронні системи та компоненти  
(освітньо-професійної / освітньо-наукової) (назва програми)

на тему: Пристрій індикації параметрів заряду для малопотужних систем вітрогенерації

Здобувача групи ЕС-91 Лопатіна Дмитра Олександровича

(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

\_\_\_\_\_ Дмитро ЛОПАТІН  
(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник \_\_\_\_\_ ст.викладач, к.ф.-м.н., Олексій Д'ЯЧЕНКО

(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

**Суми – 2023**

Сумський державний університет

Факультет ЕІТ\_\_Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

Спеціальність: 171– Електронні системи та компоненти

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри  
електроніки та

комп'ютерної техніки

\_\_\_\_\_ А. С. Опанасюк.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

### **ЗАВДАННЯ**

до виконання кваліфікаційної випускної роботи бакалавра

Лопатін Дмитро Олександрович

- 1.Тема роботи :« Пристрій індикації параметрів заряду ля малопотужних систем вітрогенерації »  
затверджена наказом по університету № 0310-VI від “ 30 ” березня 2023 р.
- 2.Термін здачі студентом закінченої роботи 10.06.2023.
- 3.Вихідні дані до роботи: реалізувати індикацію параметрів заряду для малопотужних систем вітрогенерації. Синтез пристрою на основі мікроконтролера.
- 4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно вирішити)  
Вступ  
Огляд літератури та постановка задачі проектування. Розробка, обґрунтування алгоритму функціонування та структурної схеми пристрою що проектується. Розробка та розрахунок принципових електричних схем, вузлів та блоків.  
Висновки  
Список використаної літератури
5. Перелік обов'язкового графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень або плакатів)
  1. Блок-схема алгаритма функціонування.
  2. Схема електрична структурна.
  3. Схема електрична функціональна.
  4. Схема електрична принципова.

## Календарний план

№ п/п	Найменування етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд літератури	10.04.2023	
2	Розробка алгоритму роботи	24.04.2023	
3	Розрахунок і синтез основних блоків	15.05.2023	
4	Розроблення схем електричних	29.05.2023	
5	Представлення роботи керівнику	5.06.2023	

Студент-дипломник Лопатін Дмитро Олександрович

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник проекту Д'яченко Олексій Вікторович

\_\_\_\_\_  
(підпис)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## АНОТАЦІЯ

Випускна робота містить : 45- с.; 10- рис.; 1- табл.; 15- джерел.

Дана робота присвячена, перш за все, розробці зарядного пристрою, а точніше індикації до нього, схеми які будуть представлені в роботі являються модернізаціями вже існуючих алгоритмів роботи подібних схем, переваги такого рішення полягають в тому, що використовуються достатньо поширені сучасні методи виконання поставлених задач, відповідність загальноприйнятим стандартам виконання пристроїв подібного роду і використання вже перевірених часом елементів для впевненості в ефективності та надійності пристрою.

У розділі “ Огляд літератури та постановка задачі проектування ” представлено актуальність альтернативної енергетики в сучасному світі та проведено порівняльний аналіз двох з найпопулярніших представників даної електрогенерації, а саме вітрогенератори та сонячні панелі, як виявилось, найкращим рішенням є використання цих представників разом, що дає максимальну ефективність і більшу енергонезалежність, ніж використання цих пристроїв окремо.

У розділі “Розроблення, обґрунтування алгоритму функціонування та структурної схеми пристрою, що проектується” наведено основну інформацію щодо роботи пристрою, наведено алгоритм роботи, структурна та функціональна схеми і пояснення до них.

У розділі “Розроблення програмного забезпечення пристрою, що проектується” описано роботу програми для мікроконтролера, який є основою пристрою індикації, особливості процесу прошивання мікроконтролера і додаткова інформація стосовно функціонування клавіш.

У висновках стисло описано актуальність теми і пристрою в цілому, підведено підсумки роботи.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ПРОЕКТУВАННЯ.....	6
1.1 Сучасні способи отримання енергії.....	6
1.2 Альтернативна енергетика проти традиційної.....	6
1.3 Аналіз нестандартних джерел енергетики.....	7
1.4 Значення сили вітрового потоку для роботи вітряка.....	9
1.5 Актуальність ВЕУ в СумДУ.....	10
1.6 Порівняння вітрогенераторів і сонячних панелей.....	10
1.7 Типи сонячних контролерів.....	14
1.8 Задача роботи.....	15
2 РОЗРОБЛЕННЯ, ОБГРУНТУВАННЯ АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРИСТРОЮ, ЩО ПРОЕКТУЄТЬСЯ.....	16
3 РОЗРОБЛЕННЯ ТА РОЗРАХУНОК ПРИНЦИПОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ ВУЗЛІВ І БЛОКІВ ПРИСТРОЮ.....	24
3.1 Розроблення схеми електричної функціональної пристрою, що проектується.....	24
3.2 Вибір елементної бази.....	31
3.4 Розрахунки та синтез основних електронних вузлів, блоків схем керування, синхронізації і т.п.....	33
4. РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИСТРОЮ, ЩО ПРОЕКТУЄТЬСЯ.....	40
4.1 Вибір та розроблення алгоритмів.....	41
4.2 Пояснення до програм, за якими працює мікропроцесорний пристрій, що проектується.....	43
ВИСНОВКИ.....	44
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	45

					<i>ЕлІТ 6.171.00.10.193 ПЗ</i>						
		<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>							
<i>Розроб.</i>	<i>Лопатін Д.О.</i>				<i>Пристрій індикації параметрів заряду для малопотужних систем вітрогенерації</i>	<i>Лит.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Листів</i>			
<i>Перевір.</i>	<i>Д'яченко О.В.</i>					3	45				
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУ ЕС-91</i>					
<i>Н. Контр.</i>											
<i>Затверд.</i>	<i>Опанасюк А.С.</i>										

## ВСТУП

З кожним роком, все популярнішими стають альтернативні джерела енергії, до того ж 23 червня 2022 року Україна стала кандидаткою на вступ до ЄС. Це передбачає пришвидшення усіх євроінтеграційних процесів, включно із “зеленим” енергетичним переходом. Для цього відновлювані джерела енергії (ВДЕ) повинні бути не однією з опцій диверсифікації енергетичних ресурсів, а основою відбудови енергетичної системи України. Це допоможе зміцнити нашу енергонезалежність, зменшити вплив на довкілля та досягти нових кліматичних цілей відповідно до Паризької угоди. Це складний і довготривалий шлях, та пройти його все ж можливо.

Альтернативні джерела не використовуються на пряму, а заряджають акумуляторні пристрої. Для використання таких систем потрібні допоміжні пристрої, такі як інвертори, що перетворюють заряд акумулятора в енергію, яка вже може використовуватися побутовими пристроями, і зарядні пристрої для акумуляторів, які потрібні щоб заряджати ці ж самі акумулятори від альтернативного джерела енергії.

Не всі зарядні пристрої мають таку важливу функцію, як індикація, але є можливість зробити індикацію самостійно.

Основна функція пристрою індикації, як можна здогадатись із назви полягає в тому, щоб показувати користувачу важливу інформацію стосовно процесу та характеристик заряду для таких систем, як малопотужний вітрогенератор (також зветься вітровою турбіною) або сонячна панель, схожа по потужності виробництва електроенергії.

Однак це не все, даний пристрій індикації також використовується у зв’язці з перетворюючим зарядним пристроєм для самого акумулятора, до якого підключений (контролер заряду вітрогенератора), де контролер заряду це електронний пристрій, який контролює і управляє процесом заряду акумуляторної батареї (АКБ), контролер захистить АКБ від перезаряду і перетоку струму.

До речі, вітрогенератор (вітрова турбіна) – це пристрій для перетворення кінетичної енергії вітру на електричну, що складається з вітрової турбіни, електрогенератора та допоміжного обладнання.

На сьогоднішній день, на просторах інтернету знайти вольметр не складає великих зусиль, однак він має цінність тільки тоді, коли працює, а для цього його

					ЕлІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
						4
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

потрібно правильно підключити. Готові зарядні пристрої з індикацією коштують достатньо дорого, щоб задуматись про власний пристрій з індикацією.

Пристрій індикації можна вбудувати в будь-який зарядний пристрій, а також він може використовуватись залежно від потребностей .

Існують універсальні зарядні пристрої, як для вітрогенераторів, так і для сонячних панелей одночасно. Основна потрібна індикація для обох варіантів включає в себе вихідний струм і напругу, що подаються на акумулятор, підключений до зарядного пристрою, також корисним буде світлодіодний показчик рівня заряду батареї, для більшого контролю. Також слід відмітити, що такі параметри як показчик рівня заряду і амперметр слід відкалібрувати для початку користування, це зумовлено тим, що різні акумулятори мають різну ємність і свої специфікації.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
						5
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ПРОЕКТУВАННЯ

## 1.1 Сучасні способи отримання енергії

Поки немає сталого визначення терміну “альтернативна енергетика”. Дехто вважає, що це джерела, які не несуть шкоди навколишньому середовищу. Та, зважаючи на думку деяких експертів, гідроелектростанції, ядерні об’єкти та навіть “чисте вугілля” теж можна віднести до цього класу. Все тому, що викиди CO<sub>2</sub> мінімальні та не залишають значного сліду. Та загроза не лише за діоксидом вуглецю, а і за іншими оксидами (CO, SO<sub>2</sub>, NO та інші), тому двояке питання.

Більше прихильності за іншим: дане поняття розглядають, як саме нетрадиційні джерела. А сюди можна віднести енергії сонця, вітру, геотермальну енергію, біомаси.

## 1.2 Альтернативна енергетика проти традиційної

Джерела енергії поділяють на два типи: традиційні та альтернативні. До першого відносять корисні копалини (газ, нафта, вугілля), другий - все, альтернативне їм (сонце, вода, вітер). Ключова відмінність - це відновлюваність у природі. Традиційні джерела вичерпні, відповідно, рано чи пізно цей ресурс стане недоступним, альтернативні ж є нескінченними.

Наступне питання полягає в безпеці для людства, тваринного світу та природи. З кожним роком людям необхідна більша кількість електроенергії, тим самим підвищується рівень забруднення водойм, повітря, утворюються нові озонові діри. Все це є наслідком, здебільшого, теплових електростанцій. 50% світової електроенергії припадає саме на ТЕС. Вони надзвичайно забруднюють водойми, що служать для них охолоджувачами, а також створюють токсичне і радіаційне забруднення. Відповідно, підвищується захворюваність та з’являються нові, нікому невідомі, інфекції, вимирають рідкісні види тварин, вирують стихійні лиха.

Саме тому такої популярності набувають поновлювані енергетичні та теплові джерела. Станом на 2020 рік в Україні 7,3% електроенергії виробляється за допомогою альтернативних джерел.

					ЕлІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
						6
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



### 1.3 Аналіз нестандартних джерел енергетики

Сонячна енергетика - перетворення сонячної радіації на теплову та електричну енергію, в залежності від типу установки. Сюди відносяться сонячні електростанції та геліосистеми. Вони є безпечними для навколишнього середовища та можуть використовуватись ще впродовж мільярдів років. Питання полягає в розвитку технологій перетворення та накопичення цього ресурсу.

Сонячна енергетика є найбільш перспективною та за останні роки набрала колосальних обертів.

Цікавий факт: Енергії Сонця могло б вистачити для безперервного електропостачання усієї планети.

Вітрова енергетика - галузь, яка спеціалізується на використанні кінетичної енергії вітру для утворення будь-якого іншого типу енергії, необхідної для людства. Вітер є видозміненою формою сонячної енергії, тому також відноситься до альтернативної відновлювальної енергетики. Та вітроенергетика поступається сонячній як у ефективності, так у популярності серед населення. Все тому, що, здебільшого, вітрові ресурси знаходяться у віддалених від споживачів місцях.

Цікавий факт: Один вітряк при правильному розташуванні та встановленні здатен живити 1400 будинків.

Гідроенергетика - використання потенціальної та кінетичної енергії води з метою перетворення її в електричну. На сьогодні вона є найбільш освоєною серед інших нетрадиційних джерел. Потенціал малих рік, притоків, систем водопостачання дають енергонезалежність деяким віддаленим районам та населеним пунктам. Серед переваг: невеликі термін будівництва та об'єм інвестицій, надійність та доступність.

Цікавий факт: Вода є одним із перших генераторів електроенергії.

Біопаливо - органічне паливо, що отримують із відходів рослин, тварин або сільського господарства чи промислового виробництва. Відновлюваний ресурс, який є абсолютно безпечним для навколишнього середовища. Сюди відносять продукти деревооброблюваного виробництва, спиртові суміші, ефіри, біодизелі та різноманітні газові поєднання.

Вітрогенератор (вітроелектричні установки або скорочено ВЕУ) – це прилад для перетворення енергії вітру в електричну.

Спочатку він перетворює кінетичну енергію вітру в механічну енергію ротора, а потім в електричну енергію. Потужність вітрогенератора може бути від 5

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
						7
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

КВт до 4500 КВт. Сучасні пристрої генерують енергію навіть дуже слабкого вітру – від 4 м/с. Вітроелектричні установки можуть входити до складу приватної незалежної електростанції і дозволяють продавати зайву енергію державі за умовами «зеленого тарифу». Такі споруди можуть бути джерелом енергії для локальних і острівних об'єктів, так як вирішують проблеми енергопостачання автономно.

Типи вітрогенераторів –  
 промислові (потужність від 500 КВт);  
 побутові (потужність 0-10 КВт).

Пристрої з потужністю від 10 до 500 КВт використовуються вкрай рідко .

Зараз широке застосування отримали вітрогенератори з горизонтальною віссю обертання (крильчасті), завдяки тому, що у них коефіцієнт використання енергії вітрового потоку (КВЕВ) легко досягає 30% і більше, а у вітрогенераторів з вертикальною віссю обертання КВЕВ становить близько 20%.

До речі, простий вітрогенератор з горизонтальною віссю можна легко зробити і в домашніх умовах.

Система побутового енергопостачання з використанням вітрогенератора схожа на систему з сонячними модулями, в одній системі можуть використовуватися як вітрогенератори, так і сонячні модулі, приклад такої системи зображено на рисунку 1.1

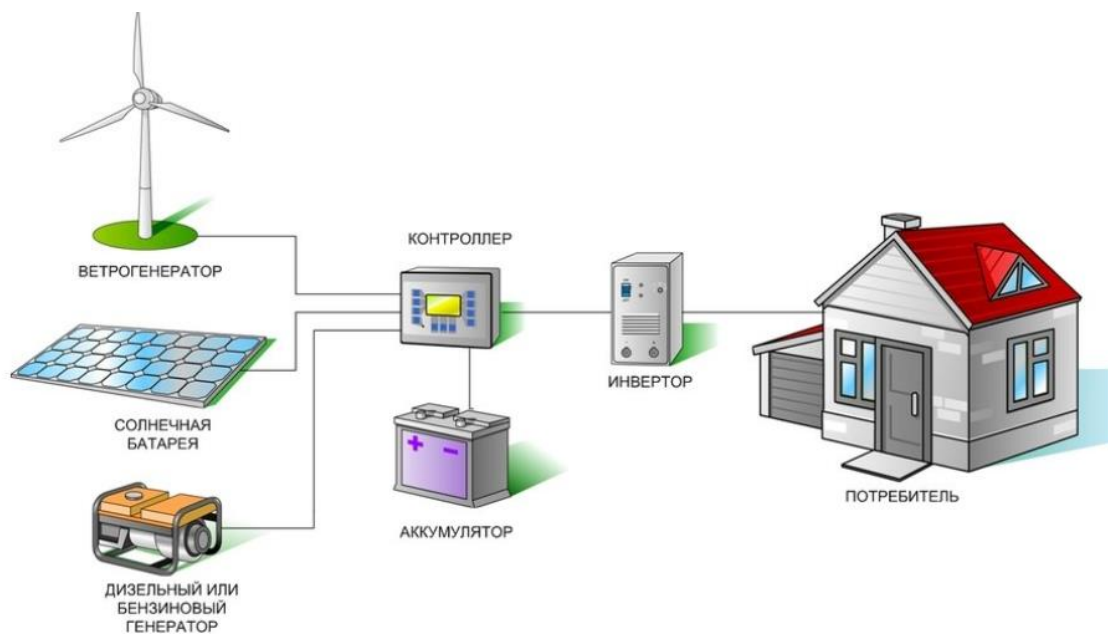


Рисунок 1.1 – Система гібридного енергопостачання

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Від висоти щогли і діаметра ротора залежить кількість виробленої енергії ось так: на кожні 10 метрів підйому вітряка додається 1 м/с швидкості вітру. Чим вища щогла, тим більше ймовірність того, що він буде працювати максимально ефективно. І та ж ситуація з ротором: чим більший діаметр, тим більше вироблення енергії.

#### 1. 4 Значення сили вітрового потоку для роботи вітряка

Швидкість вітру для початку обертання лопатей, при якому потужності немає взагалі – від 1,5 м/с.

Мінімальна швидкість вітру, при якій вже починається генерація потужності – 3 м/с.

Номінальна швидкість вітру (для вітрогенераторів українського виробництва) – 7-9 м/с.

Максимальна швидкість вітру, при якій вітрогенератор українського виробництва зберігає свою працездатність– 52 м/с (200 км/год), що свідчить про високу якість збірки установки і міцності матеріалів виготовлення.

Вітрогенератори характеризуються широким застосуванням на об'єктах різного призначення: приватні будинки і домогосподарства, підприємства, окремі споруди, які вимагають автономного енергопостачання. Їх встановлюють на відкритих, бажано підвищених територіях, де є хороший вітровий потенціал: поле, гори (пагорби), острів і навіть мілководдя. Вітрогенератори можуть встановлюватися як поодиночі, так і групами, об'єднуючись у вітропарк для енергопостачання масштабних підприємств. Найчастіше вітряні електростанції застосовуються для енергопостачання автономних будинків, де відсутнє підключення до міської електромережі. Малопотужні вітряки використовуються на мисливських угіддях, рибальських станах, на дачних ділянках для бджолярів, на автономних світильниках для освітлення доріг.

В даний час застосування вітрогенераторів як альтернативи центрального енергопостачання нерентабельно через велику вартість обладнання, але, в той же час, можливе використання вітрогенераторів в місцях, де відсутнє централізоване енергопостачання або присутні часті перебої. Період окупності – 25 років.

Також існує технічна можливість виконання генератора, що видає змінний струм, який можна використовувати для прямого живлення споживачів, які не потребують безперебійного живлення, наприклад, насос для осушення якій-небудь території.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
						9
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В Україні на всій території можливе використання вітрогенераторів з тим чи іншим ступенем ефективності. Найвигідніше, з точки зору вітрового потенціалу, розміщувати вітрогенератори в Криму і Закарпатті.

### 1.5 Актуальність ВЕУ в СумДУ

В СумДУ проводяться розробки своїх вітрогенераторів, наприклад Вітрогенератор на основі ротора Оніпко (25.08.2018)

Розробник Опанасюк Анатолій Сергійович, кафедра ЕКТ Сумського Державного Університету.

Мета проекту: створення вітрогенератора на основі ротора Оніпко, що є доступним за ціною, нешкідливим для природи та організму людини.

Сам ротор цікавий тим, що його форма виконана у вигляді конусоподібного тривимірного золотого перерізу, що може мати різну кількість лопатей (починаючи від 2 і більше). Принцип роботи полягає в тому, що поверхня самого ротору має більшу контактну поверхню з вітром і тому дана конструкція найбільш ефективна серед усіх представлених на сьогоднішній день.

Дана конструкція ротору дозволяє розміщати ВЕС практично на будь-якій частині території України незалежно від висоти, що дає змогу використовувати незайняті площі країни ефективно.

Проект був представлений на конкурсі стартап-проектів Всеукраїнського фестивалю інновацій.

В СумДУ багато кваліфікаційних робіт бакалаврів і магістрів на тему розробки, оцінки впливу на навколишнє середовище та ефективності впровадження подібних джерел альтернативної електроенергії, що підтверджує актуальність даної теми.

### 1.6 Порівняння вітрогенераторів і сонячних панелей

Сонячні батареї виробляють електроенергію з енергії сонця. Отже, їх продуктивність сильно залежить від регіону установки відповідно до карти інсоляції, від часу доби і погоди. Вироблення електроенергії буде вище при застосуванні високоєфективних панелей на основі кристалічного кремнію, ніж панелей на основі аморфного кремнію (тонкоплівкових). З іншого боку, необхідно враховувати безліч чинників при виборі обладнання в кожному конкретному випадку.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
						10
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Переваги застосування сонячних батарей:

використання відновлюваного, екологічно чистого джерела енергії;  
можливість мати додатковий дохід від продажу виробленої СЕС електроенергії за «зеленим» тарифом;

зниження витрат на рахунки за електрику, спожите вашим домогосподарством або бізнесом;

зниження залежності від постійно зростаючих тарифів для населення і підприємств;

простота установки і мінімальне обслуговування;

можливість автономної роботи без підключення до централізованої системи - в автономних СЕС з акумуляторами забезпечується безперебійне живлення споживачів;

зниження залежності споживачів від енергосистеми при частих перебоях енергопостачання або віялові відключення;

довговічність експлуатації - пристрої надійних виробників можуть продовжувати виробляти е/е і після 25 років роботи;

швидка окупність сонячної електростанції - до 5 років залежно від її потужності і типу;

після окупності СЕС ви отримуєте електроенергію безкоштовно

Недоліки сонячних батарей:

високі початкові інвестиції в установку СЕС;

продуктивність батарей прямо пропорційно залежить від освітленості, яка, в свою чергу, залежить від погоди, часу доби і пори року;

для установки батарей необхідно не затінене місце - зазвичай їх встановлюють на дахах будинків або на землі.

Вітрогенератор виробляє електроенергію, використовуючи кінетичну енергію вітру. Отже, для його ефективної роботи найбільш важливою вимогою є високий середньорічний рівень вітру і наявність достатньої території для установки.

Основними перевагами вітрогенераторів є:

використання енергії вітру - поновлюваного та екологічно чистого джерела;

у відкритій місцевості з сильними вітрами, вітряк може мати високу рентабельність і порівняно швидку окупність;

відносно висока ефективність - 38-40% в залежності від типу ВЕУ і швидкості вітру;

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

можливість мати прибуток від продажу виробленої вашої ВЕУ е/е в енергосистему за «зеленим» тарифом;

надійність і безперебійність електропостачання при автономній роботі і наявності АКБ;

раціональне застосування для гарячого водопостачання та обігріву будинку - отриманий струм перетворюється в тепло за допомогою теплових насосів, як акумулятор енергії використовується резервуар з водою.

Недоліки вітрогенераторів:

енергія вітру не завжди конкурентоспроможна за вартістю з іншими джерелами генерації;

необхідна достатня швидкість вітру для рентабельного виробництва е/е;

потрібен періодичний огляд установок кожні півроку, деякі види техобслуговування проводяться один раз на рік;

довгий період окупності - до 20- 25 років;

вітровий ресурс може бути не найприбутковішим видом використання землі - на підходящій для установки вітряків місцевості, земля може мати більш цінне застосування, ніж виробництво е/е;

шум, вироблений лопатями турбіни потужних установок;

необхідність правильного розміщення, щоб знизити негативний вплив на природу - в лопатях турбіни іноді гинуть птахи і кажани.

Вибирати для себе найбільш вигідний варіант - вітрогенератор або сонячну батарею слід, виходячи з мети їх застосування, конкретних умов і з урахуванням переваг і недоліків. За вартістю установки і простоті обслуговування вітрогенератори поступаються сонячним батареям. Ефективність цих установок залежить від рівня інсоляції і сили вітру в регіоні вашого проживання.

Всі області України сприятливо розташовані для виробництва електроенергії методом фотовольтаїки. Річний сумарний потік енергії сонця складає від +1187 до 1405 кВт/кв.м\*год.

Середня швидкість вітру на території України становить 5 м/с, причому влітку цей показник знаходиться в діапазоні від 3 до 6 м/с, взимку - в межах 5-8 м/с. Для мінімального електроспоживання середнього будинку необхідна вітроустановка потужністю 1 кВт при швидкості вітру не менше 8 м/с.

Якщо ви шукаєте альтернативне енергопостачання і живете у відкритій, гірській місцевості або поруч з морем, можна скористатися перевагами вітрогенератора. У всіх інших випадках доцільніше встановлювати сонячні батареї.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Якщо ви прагнете до автономного, надійного електропостачання, можна в одній комбінованій системі скористатися вигодами як вітрогенератора, так і сонячної батареї, приклад такої системи зображено на рисунку 1.2

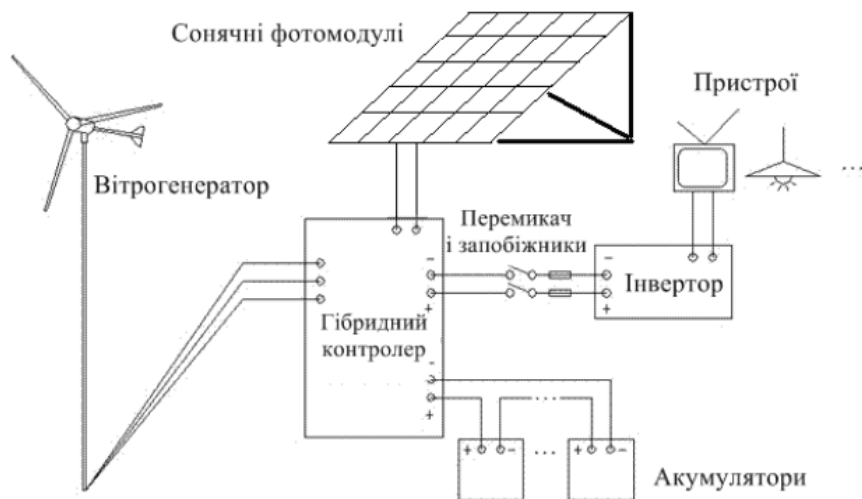


Рисунок 1.2 – Комбінована система енергопостачання

### Принцип роботи контролера заряду для сонячної батареї

Навіщо потрібен і який принцип роботи контролера заряду акумулятора в сонячних електростанціях? Сонячний контролер, також відомий як регулятор заряду, є пристроєм, який максимізує потужність, одержувану від фотоелектричних панелей.

Його основна мета - перетворювати сонячну енергію на електрику з параметрами, що підходять для живлення конкретних пристроїв та заряджання їх акумуляторів.

Використання високоякісних електронних компонентів дозволяє сонячному контролеру працювати навіть із наймасштабнішими фотоелектричними установками, гарантуючи їм максимальну ефективність та повну безпеку.

Контролер заряду сонячної батареї принцип роботимає наступний: він з'єднує фотоелектричну панель з акумуляторною батареєю, забезпечуючи їй правильні параметри зарядки. Контролер захищає від занадто високої напруги, що протікає від панелі, так і від перерозряду. Він також блокує зворотний потік напруги від батареї до панелі у нічний час, коли установка "втрачає" джерело енергії.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Контролер заряду сонячної батареї, інструкція якого вимагає обов'язкового вивчення, також виконує й інформативну функцію, оскільки відображає дані про: стан контролера; можливих збоїв; рівні заряду батареї на РК- або світлодіодному дисплеї.

Використання регулятора необхідно в кожній фотоелектричній системі, тому що без нього акумулятор дуже швидко вийде з ладу внаслідок надто високої напруги або надто глибокого розряду.

## 1.7 Типи сонячних контролерів

Сонячні контролери бувають двох основних типів:

### PWM

Даний контролер заряду посилає імпульси на батарею, намагаючись передати якнайбільше енергії за мінімальний час. Чим повніша батарея, тим повільніше і рідше стають імпульси. Коли рівень заряду досягає максимального значення, контролер припиняє подачу живлення.

### MPPT

Працює аналогічно PWM контролеру заряду з тією різницею, що перевіряє напругу на сонячній панелі на постійній основі, так як вона може змінюватися в залежності від погоди та температури. Контролер вибирає найкращу точку живлення і, отже, найсприятливішу напругу, щоб отримати максимально можливу потужність фотоелектричного модуля.

Це забезпечує набагато більшу ефективність при слабкому сонячному світлі, наприклад, вранці або в затіненому місці. Регулятори MPPT характеризуються КПД до 30% вище, ніж моделі PWM.

Як передовий пристрій, який використовується у фотогальванічних установках, сонячний контролер заряду повинен бути оснащений усіма засобами захисту, що гарантують його надійність у будь-яких умовах. Високоякісні контролери повинні мати надійний захист від:

- перевантаження;
- короткого замикання;
- перезарядки та розрядки;
- звотної полярності.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14



При цьому необхідний постійний моніторинг температури та напруги сонячних батарей. В результаті пристрій вражає своєю довговічністю та безпечною експлуатацією не тільки в домашніх умовах, але й на присадибних ділянках або в автобудинках.

### 1.8 Задача роботи

Альтернативним способам отримання електроенергії не вистачає однієї речі – це дешевизна. Час окупності переходу на будь-який вид альтернативної енергії достатньо великий, щоб задуматись про можливості реалізувати їх дешевшими варіантами. Найвигідніший спосіб, це, звісно, зробити пристрій або систему самостійно. В інтернеті є багато матеріалів, де люди самотужки побудували прості конструкції наприклад горизонтальних вітрогенераторів. Звісно, одним саморобним вітрогенератором систему не побудувати, джерелу енергії потрібен інвертор, акумулятор і зарядний пристрій до нього. Усе, крім акумулятора, можна зробити і в домашніх умовах. Зарядний пристрій, на мою думку, повинен мати хоч якусь мінімальну індикацію, для контролю напруги та струму, це особливо потрібно в саморобних пристроях.

Компромісним способом можна вважати купівлю готового зарядного пристрою, але без індикації, оскільки вони значно дешевші, а індикатор можна зробити самому і приєднати до зарядного пристрою. Створення такого індикатору і є завданням даної бакалаврської роботи.

					ЕлІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
						15
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 РОЗРОБЛЕННЯ, ОБГРУНТУВАННЯ АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРИСТРОЮ, ЩО ПРОЕКТУЄТЬСЯ

Оскільки в нашому випадку вітрогенератор побутового типу ( до 10 кВт) то і контролер заряду повинен бути орієнтований на таку потужність.

В цілях економії пропонується підібрати оптимальний варіант контролеру без індикації, і на його основі зробити контролер з індикацією, оскільки це значною мірою дешевше, ніж купити контролер із вже вмонтованою індикацією.

Коли акумулятор для зарядки під'єднується до джерела живлення, зазвичай в ланцюг необхідно вмикати контролер для попередження перезаряду. Контроль заряду може бути виконаний по різноманітним схемам. Сонячні і вітрові системи малої потужності можуть використовувати аналогові контролери.

В системах високої потужності використовуються контролери з послідовним відключенням заряду, або контролери верхньої точки (maximum power-point – MPPT). Послідовні регулятори керують зарядним струмом, перериваючи його, коли акумулятор заряджається повністю. В MPPT контролерах використовуються індуктивності для збереження енергії і високочастотні перемикачі для передачі енергії в акумулятор.

Коли джерело живлення заряджає акумулятор до бажаної максимальної напруги, схема паралельно джерелу підключає навантажувальний резистор, щоб поглинати зайву потужність з джерела.

Основною перевагою паралельного способу регулювання джерела є відсутність постійного розсіювання частини потужності перемикаючого транзистора в силовому ланцюзі між сонячною панеллю/вітрогенератором, транзистор вмикається тільки коли з'являється зайва енергія.

Друга відмінність між паралельним і послідовним регуляторами – це постійне підключення до навантаження. В послідовних регуляторах, коли акумулятор досягає повного заряду, навантаження від сонячної панелі відмикається. При використанні паралельного регулятора навантаження до панелі підключене завжди. Ця відмінність дозволяє використовувати паралельні регулятори сумісно як з сонячними панелями, так і з вітрогенераторами постійного струму. Вітрогенератори повинні бути завжди підключені до навантаження для того, щоб лопасті вітроколеса не крутились занадто швидко при поривах вітру. Дуже швидке обертання ло-

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
						16
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пастей веде до зносу підшипників. При сильних поривах вітру лопасті можуть відрватися.

Огляд існуючих типів індикаторів, для подальшого обрання одного із них –

Знаковий (знакосинтезувальний) індикатор — прилад (індикатор), у якому інформація (літери, цифри, геометричні фігури, умовні знаки тощо), призначена для зорового сприймання, відображується за допомогою одного чи сукупності дискретних елементів

В залежності від принципу формування знака (символу) знакові індикатори можна розділити на знакомодельовальні, знакогенерувальні і знакосинтезувальні.

Знакомодельовальні індикатори засновані на використанні набору готових знаків, за допомогою яких інформація відображається на екрані або носії інформації (електролюмінесцентні індикатори, ЕПТ, друкувальні пристрої тощо).

Знакогенерувальні індикатори засновані на використанні в основному ЕПТ. У них знаки генеруються в процесі відображення і відтворюються на екрані за допомогою променя.

Знакосинтезувальні індикатори засновані на синтезі (створенні) знака з окремих дискретних елементів. Створення знака здійснюється шляхом запалювання або гасіння відповідних індикаторних елементів (сегментний індикатор, матричний індикатор).

У знакомодельовальних і більшості знакогенерувальних індикаторів необхідні знаки (частіше всього літери і цифри) формуються з окремих дискретних елементів: ліній (сегментів), точок, рядків телевізійного растра. На якість відтворення знаків впливає число елементів, використаних для формування знака. Встановлено, що для якісного зчитування цифро-літерного алфавіту число сегментів повинно лежати в межах 8-16. При растровому способі оптимальне число рядків растра, що припадає на один знак, дорівнює 10. Збільшення числа рядків понад 10 вже не приводить до збільшення точності зчитування знаків. При точковому способі утворення знаків оптимальною вважається матриця 5x7 або 6x9. Подальше збільшення розмірів точкової матриці вже не призводить до підвищенню якості читання знака. При цьому оптимальне відношення висоти знака до діаметра точки лежить в межах від 7:1 до 13:1. Взаємне перекриття точок зменшує точність зчитування. Для отримання зображення з ілюзією безперервної яскравості необхідно, щоб відстань між точками не перевищувала 1.

Читаність знаків, утворених сегментним, растровим або крапковим способом, практично однакова. Це відноситься до знаків без перекриття окремих елементів. В іншому випадку штрихові символи мають деяку перевагу по точності розпізнання в порівнянні з

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

точковими знаками. При цьому перевага тим більша, чим більше відсоток перекриття знаків.

Матричний (знакосинтезувальний) індикатор — різновид знаковосинтезувального індикатора, елементи відображення якого згруповані за рядками та стовпцями<sup>[1]</sup>. Матричний індикатор призначений для виведення зображень символів, спеціальних знаків та графічних об'єктів у різноманітних пристроях для зорового сприйняття.

#### Будова та принцип дії

Матричним індикатором зазвичай вважають пристрій, виконаний у закінченому конструктиві — корпусі. На відміну від екрана чи дисплея, індикатор має обмежену кількість елементів індикації, або призначений для зображення одного чи невеликої кількості символів. Назва має походження від поняття матриця у математиці.

Матричний індикатор складається з необхідної, достатньо великої кількості однотипних елементів — пікселів, згрупованих у рядки та стовпці. Матричні індикатори можуть групуватись з різних типів елементарних індикаторів-пікселів: рідкокристалічні, світлодіодні, люмінесцентні, блінкерні тощо.

За принципом формування зображення та керування матричні індикатори бувають двох видів: статичні й динамічні (мультиплексні).

В статичних матричних індикаторах кожний піксель має індивідуальний драйвер-формувавч напруги (струму). Для випадку невеликої роздільної здатності індикатора (наприклад 4×4 пікселі), великих розмірів індикатора та великої потужності споживання переважно економічно вигідніше використовувати статичний спосіб. Крім того, такий спосіб формування зображення використовується у застосуваннях, де вимагається малий рівень електромагнітних завад, так як динамічні індикатори через імпульсний спосіб керування створюють електромагнітні завади.

У індикаторах з динамічним способом формування зображення, керування відбувається за рядками та стовпцями. Одноименні виводки елементів індикації в рядках та стовпцях індикатора об'єднані між собою. Для увімкнення конкретного пікселя необхідно подати напругу на електричний вивід рядка та вивід стовпця. На перетині цих двох координат висвітлиться крапка<sup>1</sup>. Також можна одночасно увімкнути й декілька пікселів, що належать одному стовпцю (рядку). Наприклад, якщо на вивід одного стовпця світлодіодного матричного індикатора подати робочу напругу, а на контакти певних рядків подати необхідний струм керування, увімкнуться декілька конкретних пікселів, що належать цьому стовпцю. При такому способі керування у кожний момент часу одночасно вмикаються елементи одного стовпця або рядка. За рахунок швидкої динамічної зміни увімк-

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

нених рядків (стовпців) та інерційності людського зору, чи інертності самих елементів індикації, зображення формується у картинку, для зорового сприйняття.

Таке технічне рішення дає змогу звести до мінімуму кількість виводів, необхідних для керування світлодіодами. Наприклад, світлодіодна матриця розмірністю  $8 \times 8$  світлодіодів містить 64 світлодіоди, для керування якими потрібно було б 64 порти вводу/виводу, по одному для кожного пікселя індикатора. Якщо підключити всі аноди разом в рядках (R1...R8), і катоди в стовпчиках (C1...C8), необхідна кількість портів вводу/виводу зменшується до 16.

Формування зображення на багатобарвних індикаторах має свої особливості. Наприклад при використанні напівпровідникового двоколірного індикатора з червоним і зеленим кольором світіння, в кожному пікселі індикатора присутні як мінімум два світлодіоди — червоного і зеленого кольору. Управління кольором світіння виробляється зміною співвідношення або середнього струму через червоний і зелений світлодіоди при фіксованому часі горіння, або часу світіння при стабільному струмі.

#### Керування індикатором

Керування матричним індикатором зазвичай здійснюється за мультиплексним принципом формування зображення й відбувається так: вибирається один із рядків шляхом подачі живлення, при цьому сигнал (код) подається на ті позиції у рядку, які повинні бути увімкнені. Потім вибирається наступний рядок і процес повторюється. Напруга (струм) на виводах індикатора формується за допомогою схеми керування — драйвера.

У пристроях з інерційними елементами індикації чи бістабільними елементами, стан кожного пікселя фіксується за допомогою електронної схеми аналогічно до мультиплексного способу керування. Оскільки кожен піксель індикатора володіє короткочасною або довготривалою пам'яттю стану, це дозволяє суттєво знизити частоту циклів керування, аж до нуля у випадку бістабільного екрана, наприклад, блінкєрного, у яких керувальний вплив робиться лише у моменти зміни зображення.

Найпопулярніші моделі односимвольних матричних індикаторів мають роздільну здатність  $5 \times 7$ ,  $5 \times 8$  та  $8 \times 8$  пікселів.

Індикатори бувають монохромними та кольоровими: в останньому випадку кожен піксель складається з двох або трьох (RGB) елементів різних кольорів, керування яким здійснюється окремо.

Матричні індикатори можуть мати рамку, що не має пікселів і не бере участі у формуванні зображення, або можуть бути стикувальними, що дозволяють при встановленні у ряд формувати неперервний рядок символів. Часто з них формуються пристрої візуаль-

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

ного виводу інформації типу біжучий рядок. Випускаються також готові блоки (панелі) для виведення одного або декількох рядків символів.

#### Переваги матричних індикаторів

Велика кількість видів символів: цифри, літери різних алфавітів (залежить від роздільної спроможності індикаторів), як великі, так і малі, розділові знаки, псевдографіка, й навіть прості малюнки;

Звичніша і сприйнятніша для зору форма символу, у порівнянні з сегментними індикаторами, що є суттєвим при зображенні літер та інших символів.

Недоліки у порівнянні із сегментними індикаторами

Більша складність схеми керування виведенням зображення;

Вища ціна елементної бази та схемної реалізації;

Менша надійність за рахунок складності конструкції та числа компонентів.

Сегментний індикатор — індикатор, елементи відображення якого є сегментами, згрупованими в одне або кілька знакомиць.

Сегментом називається елемент відображення інформації знаковитезувального індикатора, контур якого являє собою прямі та (або) криві лінії. На відміну від матричного індикатора, в якому всі елементи зображення однакові за формою, в сегментному індикаторі кожен сегмент унікальний. Форма і положення сегментів на індикаторі розробляється спеціально для передачі певного набору символів або знаків. Символи на таких індикаторах формуються сукупністю кількох сегментів. Основна відмінність сегментного індикатора від матричного — це порівняно невелика кількість елементів індикації і відповідно спрощена схема управління.

Найчастіше використовуються два типи сегментних індикаторів:

Цифровий семисегментний індикатор, що має вісім елементів — сім сегментів для індикації цифри і один — для крапки.

Цифро-літерний індикатор, що має дев'ять, чотирнадцять або шістнадцять сегментів. Такі індикатори мають можливість показати більшість символів латинського алфавіту та кирилиці, не рахуючи цифр і спеціальних знаків.

Проаналізувавши види індикаторів, було вирішено використовувати семисегментні індикатори, оскільки їх конструкція і можливості найбільше підходять для вирішення поставленої задачі.

В основі пристрою індикації, окрім самих індикаторів повинен ще бути мікроконтролер, який і буде відповідати за коректну роботу цих індикаторів. Для того, щоб мікроконтролер працював так, як нам потрібно, йому потрібна правильна прошивка, подальший аналіз, розробка і обґрунтування будуть в наступних пунктах.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Розроблений алгоритм функціонування схеми пристрою наведений на рисунку - 2.1

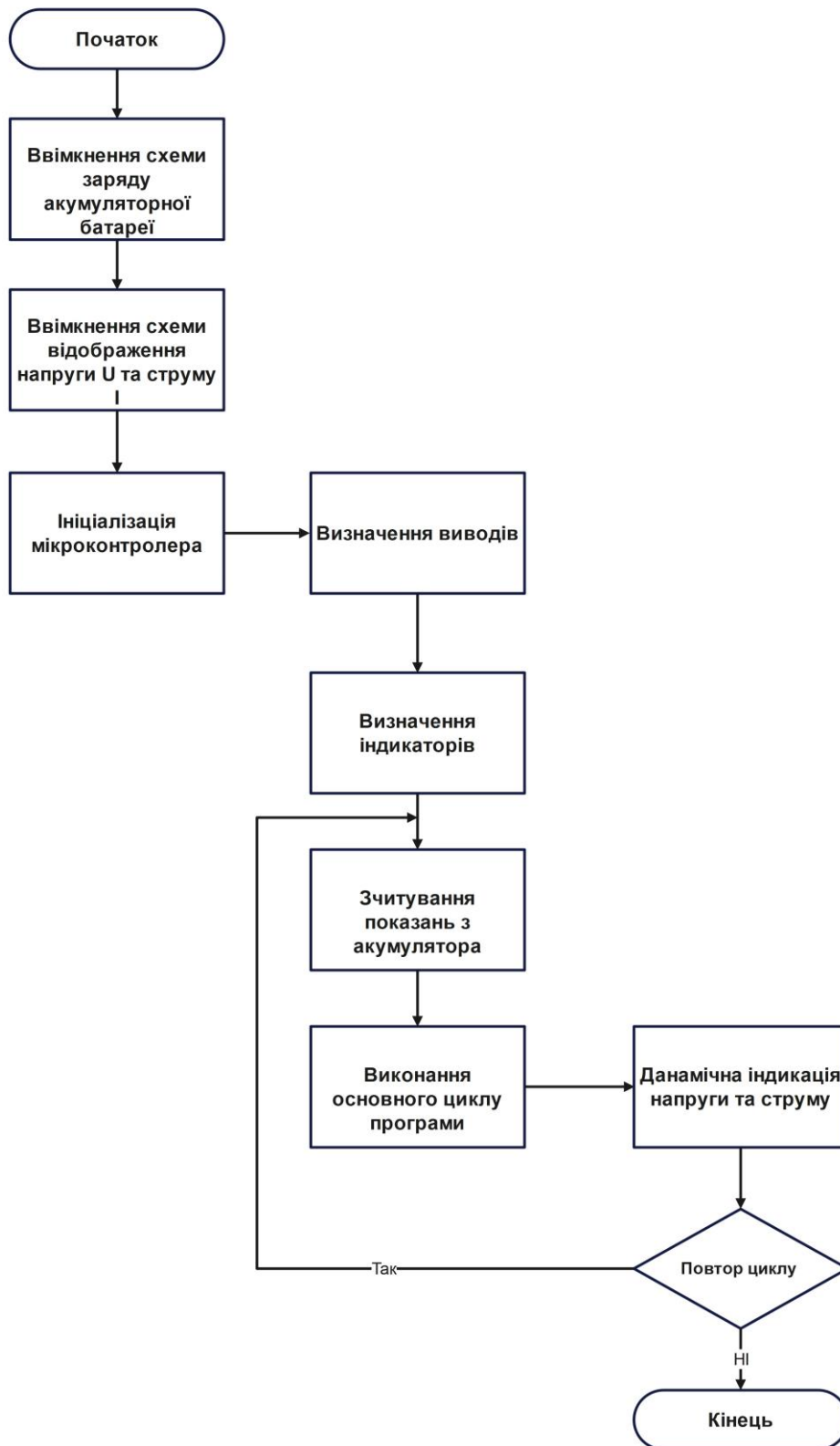


Рисунок 2.1 – Алгоритм роботи

Де початок роботи означає подачу живлення до схеми заряду акумулятора від нашого джерела альтернативної енергії, що в свою чергу вмикає схему індикації, де в основі стоїть мікроконтролер. Після подачі живлення мікроконтролер починає живити індикатор напруги та індикатор струму.

Електрична структурна схема пристрою наведена на рисунку - 2.2

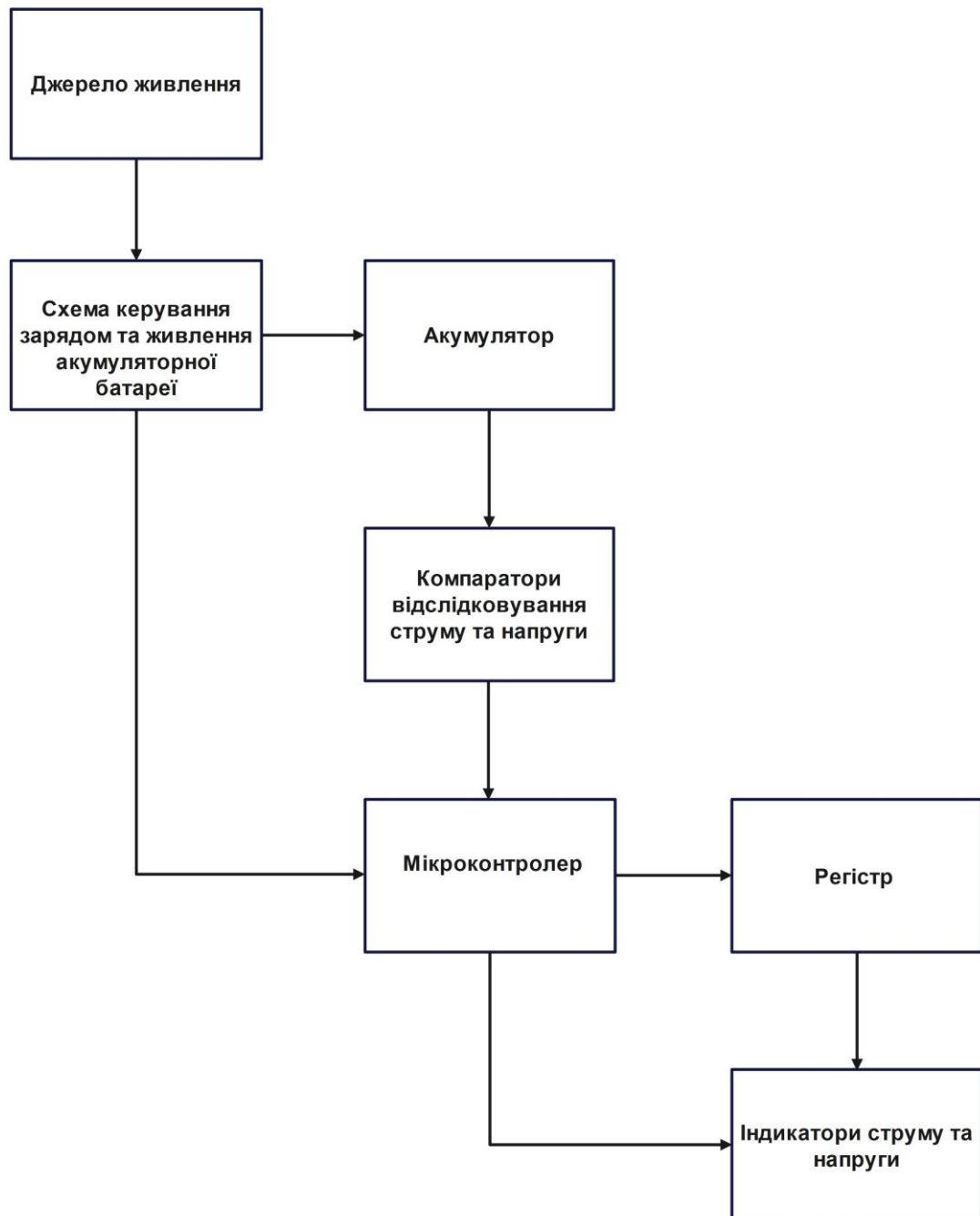


Рисунок 2.2 – Схема електрична структурна



Де джерелом живлення може виступати, як сонячна панель, так і вітрогенератор. Зарядний пристрій для акумулятора, індикація і сам акумулятор тісно пов'язані між собою. Для практичного застосування акумулятора з такою системою заряду, потрібен інвертор для подальшого використання отриманої електроенергії в побуті.

Схема індикатору є універсальною для всіх видів зарядних пристроїв. Схема зарядного пристрою, проаналізувавши їх види, вибрана – PWM із паралельним способом підключення, яка може використовувати як джерело, і вітрогенератори, і сонячні панелі.

Джерело живлення вмикає схему керування зарядом і живлення акумуляторної батареї, починається заряд акумулятора. Одночасно з подачею живлення на схему заряду, живлення подається і на схему індикації, в основі якої стоїть мікроконтролер. Для підключення керування сегментів індикаторів використовується регістр, щоб збільшити кількість виводів МК. Одночасно з іншими процесами, компаратори, підключені на пряму до акумулятора, починають зчитувати показання і передавати їх в мікроконтролер, з якого потім інформація подається в регістр і потім сигнал приходить на самі індикатори. За сигнал керування живленням індикаторів, також відповідає мікроконтролер.

					<i>ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змін.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		23

## 3 РОЗРОБЛЕННЯ ТА РОЗРАХУНКИ ПРИНЦИПОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ ВУЗЛІВ І БЛОКІВ ПРИСТРОЮ

### 3.1 Розроблення схеми електричної функціональної пристрою, що проектується

Для початку розберемося з принципом роботи зарядного пристрою.

Зарядні пристрої для акумуляторів від альтернативних джерел енергії є дуже корисними пристроями, які дозволяють заряджати акумулятори без необхідності підключення до традиційної мережі електроживлення. Вони використовують альтернативні джерела енергії, такі як сонячні панелі, вітрові турбіни, генератори водяної енергії тощо. Ось деякі ключові аспекти зарядних пристроїв для акумуляторів від альтернативних джерел енергії:

**Альтернативні джерела енергії:** Зарядні пристрої для акумуляторів можуть використовувати різні типи альтернативних джерел енергії. Наприклад, сонячні зарядні пристрої використовують сонячні панелі для перетворення сонячної енергії в електричний струм. Вітрові зарядні пристрої використовують вітрові турбіни для вироблення електроенергії. Генератори водяної енергії використовують потік води, наприклад, річкову або морську воду, для вироблення електричної енергії.

**Регулювання заряду:** Зарядні пристрої для акумуляторів зазвичай мають вбудовані системи регулювання заряду, щоб забезпечити безпечне та ефективне заряджання акумуляторів. Це може включати контроль напруги та струму заряду, визначення оптимальних параметрів заряду для конкретного типу акумулятора, а також захист від перезаряду та короткого замикання.

**Збереження енергії:** Багато зарядних пристроїв для акумуляторів мають функцію збереження енергії, що дозволяє ефективно використовувати доступну енергію з альтернативних джерел. Наприклад, сонячні зарядні пристрої можуть мати вбудовані акумулятори, які зберігають надлишкову енергію, отриману в періоди сонячної активності, і використовують її для заряджання акумуляторів в періоди низької сонячної активності.

**Портативність:** Багато зарядних пристроїв для акумуляторів, що працюють від альтернативних джерел енергії, мають компактний та портативний дизайн. Це дозволяє їх використання в похідних походах, подорожах, на відкритому повітрі та інших ситуаціях, де відсутній доступ до електричної мережі.

					ЕлІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
						24
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Різноманітність інтерфейсів: Зарядні пристрої для акумуляторів можуть мати різні інтерфейси, що дозволяють підключати різні типи акумуляторів. Це можуть бути стандартні роз'єми або спеціалізовані роз'єми для конкретних типів акумуляторів.

Екологічна дружність: Використання зарядних пристроїв для акумуляторів, що працюють від альтернативних джерел енергії, є більш екологічно чистим рішенням порівняно з традиційними джерелами енергії. Вони допомагають знизити споживання палива та емісію викидів, сприяючи енергоефективності та сталому розвитку.

Зарядні пристрої для акумуляторів від альтернативних джерел енергії дозволяють заряджати акумулятори навіть в умовах, коли немає доступу до традиційної мережі електроживлення. Вони є важливими компонентами в системах живлення, які використовують відновлювані джерела енергії, і можуть бути використані в різних сферах, таких як сонячна енергетика, вітрова енергетика, морська енергетика та багато інших.

Саморобний зарядний пристрій - застосування для підзаряду повинно бути якщо немає можливості або бажання придбати готовий прилад, нічого не залишиться, як зробити зарядку для акумулятора самостійно. Нескладно виготовити своїми руками як найпростіше, так і багатофункціональний пристрій. Для цього знадобиться схема і набір радіоелементів. Існує також можливість переробити джерело безперебійного живлення (ДБЖ) або комп'ютерний блок (АТ) в прилад для підзарядки АКБ.

Трансформаторне зарядний пристрій –  
Такий пристрій найпростіше в збірці і не містить дефіцитних деталей. Схема складається з трьох вузлів: трансформатор; випрямний блок; регулятор.

Напруга з промислової мережі надходить на первинну обмотку трансформатора. Сам трансформатор може використовуватися будь-якого виду. Складається він з двох частин: сердечника і обмоток. Сердечник збирається зі сталі або фериту, обмотки – з провідникового матеріалу.

Принцип роботи трансформатора заснований на появі змінного магнітного поля при проходженні струму по первинній обмотці і передачі його на вторинну. Для отримання на виході необхідного рівня напруги кількість витків у вторинній обмотці робиться менше, в порівнянні з первинною. Рівень напруги на вторинній обмотці трансформатора вибирається рівним 19 вольт, а його потужність повинна забезпечувати триразовий запас по струму заряду.

З трансформатора знижена напруга проходить через випрямний міст і надходить на реостат, підключений послідовно до акумулятора. Реостат призначений для регулювання величини напруги і струму, шляхом зміни опору. Опір реостата не перевищує 10 Ом. Величина струму контролюється включенням послідовно перед акумулятором ам-

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
						25
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перметром. Такою схемою не вийде заряджати АКБ з ємністю понад 50 Ач, так як реостат починає перегріватися.

Спростити схему можна, прибравши реостат, а на вході перед трансформатором встановити набір конденсаторів, що використовуються як реактивні опору для зменшення напруження мережі. Чим менше номінальне значення ємності, тим менше напруга надходить на первинну обмотку в мережі.

Особливість такої схеми в необхідності забезпечення рівня сигналу на вторинній обмотці трансформатора в півтора рази більше, ніж робоча напруга навантаження. Таку схему можна використовувати і без трансформатора, але це дуже небезпечно. Без гальванічної розв'язки можна отримати ураження електричним струмом.

Імпульсний пристрій підзарядки –

Гідність імпульсних пристроїв в високому ККД і компактних розмірах. В основі приладу лежить мікросхема з широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ). Зібрати потужне імпульсний зарядний пристрій своїми руками можна за наступною схемою.

Як ШІМ контролера використовується драйвер IR2153. Після випрямних діодів паралельно АКБ ставиться полярний конденсатор С1 з ємністю в межах 47-470 мкФ і напругою не менше 350 вольт. Конденсатор прибирає сплески напруги і шуми лінії. Діодний міст використовується з номінальним струмом понад чотирьох ампер і з зворотним напругою не менше 400 вольт. Драйвер управляє потужними N-канальними польовими транзисторами IRF1840GLC, встановленими на радіаторах. Струм такої зарядки буде дорівнює до 50 ампер, а вихідна потужність до 600 Ватт.

Виготовити імпульсний зарядний пристрій для автомобіля своїми руками можна, використовуючи перероблений комп'ютерний джерело живлення формату АТ. Як ШІМ контролера в них використовується поширена мікросхема TL494. Сама переробка полягає в збільшенні вихідного сигналу до 14 вольт. Для цього знадобиться правильно встановити підлаштування резистор.

Резистор, який з'єднується першу ногу TL494 зі стабілізованою шиною + 5 В, видаляється, а замість другого, пов'язаного з 12 вольтової шиною, упаюється змінний резистор з номіналом 68 кОм. Цим резистором і встановлюється необхідний рівень вихідної напруги. Включення блоку живлення здійснюється через механічний вимикач, згідно із зазначеною на корпусі блоку живлення схемою.

Пристрій на мікросхемі LM317

Досить проста, але стабільно працююча схема зарядки легко виконується на інтегральній мікросхемі LM317. Мікросхема забезпечує установку рівня сигналу 13,6 вольт

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

при максимальній силі струму 3 ампера. Стабілізатор LM317 забезпечений вбудованим захистом від короткого замикання.

Напруга на схему приладу подається через клеми від незалежного блоку живлення постійної напруги 13-20 вольт. Струм, проходячи через індикаторний світлодіод HL1 і транзистор VT1, надходить на стабілізатор LM317. З його виходу безпосередньо на АКБ через X3, X4. Дільником, зібраним на R3 і R4, встановлюється необхідне значення напруги для відкриття VT1. Змінним резистором R4 задається обмеження струму підзарядки, а R5 рівень вихідного сигналу. Вихідна напруга встановлюється від 13,6 до 14 вольт. Схему можна максимально спростити, але її надійність зменшиться. У ній резистором R2 підбирають струм. Як резистора використовується потужний дрововий елемент з ніхрому. Коли АКБ розряджений, струм заряду максимальний, світлодіод VD2 горить яскраво, у міру заряду струм починає спадати і світлодіод тьмяніє.

Тепер переходимо до версії нашого зарядного пристрою –

Акумулятор буде заряджатися на пряму від джерела живлення через діод. Коли акумулятор повністю зарядиться, ввімкнеться частина схеми, яка буде відводити зайву енергію. Коли напруга на акумуляторі досягне потрібної напруги, до нього підключиться навантажувальний резистор, навантаження якого знизить напругу на акумуляторі. Для підключення навантаження буде використовуватися транзистор, для ввімкнення транзистора в роботу буде використовуватися операційний підсилювач, який в свою чергу ввімкнеться в схему за допомогою діода та іншого транзистора. Для роботи компаратора потрібне своє живлення, тому, для цих потреб, в схему буде доданий стабілізатор з вихідною напругою, достатньою для живлення операційного підсилювача.

Також можна додати, що є різні специфікації зарядних пристроїв по різним параметрам :

- Сумісність з різними типами акумуляторів;
- Тип зарядного пристрою (імпульсний, трансформаторний, або гібридний);
- Функції (тільки зарядка, контроль заряду, своя індикація);
- Тип підключення до батареї;
- Захист від вологи і пилу;
- Тип індикації.

Стосовно схеми індикації, то тут все значно цікавіше. Огляд на пристрої індикації для зарядних пристроїв:

Пристрої індикації для зарядних пристроїв відіграють важливу роль у відслідковуванні процесу зарядки різних пристроїв, таких як мобільні телефони, планшети, ноутбуки тощо. Вони забезпечують відображення інформації про рівень заряду пристрою та стан

					ЕлІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

зарядки. Основна мета цих пристроїв - забезпечити користувачеві зручність та контроль над зарядним процесом.

Особливості пристроїв індикації:

LED-індикація: Багато зарядних пристроїв мають вбудовані світлодіодні індикатори, які вказують рівень заряду пристрою. Зазвичай, індикатори відображають різні кольори світлодіодів для показу рівнів заряду, наприклад, червоний для низького заряду, жовтий для середнього та зелений для повного заряду. Це простий і ефективний спосіб індикації.

LCD-дисплей: Деякі пристрої індикації мають великі LCD-дисплеї, на яких можна відображати рівень заряду у відсотках або графіки, що показують поточний стан зарядки. Такі пристрої зазвичай мають більш детальну інформацію та надають більшу контрольну можливість користувачеві.

Бездротова індикація: Деякі сучасні зарядні пристрої підтримують бездротову індикацію заряду. Це означає, що пристрій може відображати рівень заряду безпосередньо на підставці зарядного пристрою або на підключеному пристрої без необхідності фізичного підключення через кабель.

Звукова індикація: Деякі пристрої індикації також можуть мати вбудовані динаміки або датчики, які генерують звукові сигнали для повідомлення користувачу про рівень заряду. Наприклад, звуковий сигнал може вказувати на повний заряд пристрою або низький рівень заряду.

Додаткові функції: Деякі пристрої індикації можуть мати додаткові функції, такі як відображення потужності зарядного пристрою, контроль швидкості зарядки, показники якості електричної мережі тощо. Ці функції можуть бути корисними для тих, хто бажає отримати більше інформації про свої зарядні пристрої.

Загалом, пристрої індикації для зарядних пристроїв грають важливу роль у відслідковуванні та контролі рівня заряду пристроїв. Вони надають зручність користувачеві та допомагають зберігати енергію, підтримуючи пристрої зарядженими відповідно до потреб користувача.

Семисегментні індикатори, які будуть використовуватися в пристрої індикації мають свої специфікації і нюанси використання.

По багатьом параметрам, сегментні індикатори, кращі за своїх конкурентів, наприклад по контрасту, по візуальному зчитуванню, мінімальній невикористовуваній площі. Однак, якщо говорити про недоліки, то найголовніший – це обмежена кількість доступних символів, а точніше тільки відображення цифр і невеликої кількості знаків. Якщо ж

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

виокристовувати 14-ти і 16-ти сегментні індикатори, то в певній мірі, цей недолік виправляється.

Ще цікаво те, що про семисегментні LED індикатори дуже мало корисної літератури, а та яка є, ділиться на три частини – або дуже старі і не актуальні громіздкі схеми динамічної індикації на базі лічильників і дешифраторів, або учбові приклади використання Arduino з одним єдиним розрядом, чи використання готових модулів.

Готові модулі зустрічаються на зсувному регістрі типу 74НС595 (що в нашому випадку буде корисно) або на спеціальних мікросхемах драйверах ТМ1637 або МАХ7219/МАХ7221. Зручність використання таких драйверів в тому, що вони самі організують динамічну індикацію. Тому такі модулі популярні в поєднанні з Arduino – схема підключення дуже проста, а зі всім іншим впораються готові бібліотеки. Драйвери типу МАХ також мають багато зручних функцій, що різнобарвить створення програми управління, не дуже її ускладнюючи. Чомусь більша частина таких модулів використовується в конфігурації «для годинників» (з додатковою двокрапкою посередині).

Однак недолік готових модулів в онові, це доволі обмежений асортимент конфігурацій саих індикаторів. Це пов'язано, в основному, з небажанням виробників заготовляти різні версії одного і того ж пристрою, які, можливо, ніколи не будуть затребувані – наприклад, поєднання шести типорозмірів індикаторів різної висоти знаку ( в межах 0,3 – 0,8 дюйма) з шести кольорами світіння (червоний, зелений, жовтий, янтарний, синій і білий) дає 36 різновидів на вибір, що, звісно, не закупить жоден реальний продавець. Навіть замовляючи в Китаї, добре якщо знайдеться три-чотири основних кольори і пара різновидів по висоті.

Ще малий вибір пов'язаний з тим, що драйвери розраховані на 5-вольтне живлення, тоді як крупні індикатори (висота одного знаку 1 дюйм і більше) вимагають більш високу напругу.

Для живлення індикаторів одним світлодіодом на сегмент (до 0,8 дюйма включно) достатньо живлення 3-5 вольт, а для двох світлодіодів (1-1,5 дюйма) – 7-9 вольт, тому це слід враховувати під час розрахунку схеми пристрою.

Для живлення індикаторів потрібна добре стабілізоване живлення, щоб перемикання сегментів не впливали на роботу.

Динамічна індикація, перш за все, дозволяє знизити апаратні витрати, замість регістру зсуву встановленого на кожен розряд окремо, використовується один регістр на всі розряди. Зменшується число з'єднань на платі – так, як всі однойменні сегменти різних розрядів об'єднуються, то можна просто взяти здвоєні, зтроєні або зчетверені варіанти, де поєднання сегментів виконується всередині одного корпусу.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Для управління для 8-ми розрядами знадобляться ключі. Для індикаторів зі спільним анодом підійдуть будь-які ррп-транзистори, колекторний ланцюг яких керує ввімкненням ррп-ключа, а базовий ланцюг керується мікроконтролером.

Схема з біполярним транзистором найдешевший варіант, але не найкращий – по перше, великі втрати на ключах, по-друге, біполярні транзистори потребують відповідних резисторів, тому схема вийде доволі громіздкою.

В основі пристрою буде мікроконтролер PIC серії. Живлення схеми буде спільне зі входом зарядного пристрою. Для живлення самої мікросхеми знадобиться стабілізатор напруги. Відображення показників струму та напруги планується на двох окремих індикаторах. Оскільки індикаторів два, доведеться використати додатково реєстр зсуву для збільшення кількості виводів до індикаторів. Для живлення індикаторів планується використати біполярні транзистори з ключами на кожен сегмент. Для відслідковування параметрів будуть використовуватися компаратори, які будуть передавати сигнал до мікроконтролера.

Також до пристрою будуть додані 2 клавiші управління для корегування показів амперметра, а коефіцієнт корегування буде записаний в енергонезалежну пам'ять.

Виходячи з усього вище написаного, можна скласти функціональну схему пристрою, наведену на рисунку – 3.1

					<i>ЕлІТ 6.171.00.10.193 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змін.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		30





- вони дозволяють здешевити виробництво схеми пристрою, за рахунок кількості мікросхем;
- виконують більшу кількість функцій;
- спрощують обслуговування за рахунок зменшення кількості деталей;
- зменшення вірогідності поломок за рахунок зменшення кількості деталей;
- зменшення споживаної потужності ;

PIC16F676 - це 8-разрядні мікроконтролери з RISC архітектурою, вироблені фірмою Microchip Technology. Це сімейство мікроконтролерів відрізняється низькою ціною, низьким енергоспоживанням і високою швидкістю. Мікроконтролери мають вбудоване ЕП-ПЗУ програми і ОЗУ даних.

Серія PIC16F676 підходить для широкого спектру додатків від схем високошвидкісного керування автомобільними і електричними двигунами до економічних приймачів, що показують приладів і зв'язкових процесорів. Наявність ПЗУ дозволяє підлаштовувати параметри в прикладних програмах (коди передавача, швидкості двигуна, частоти приймача і т.д.). Малі розміри корпусів, як для звичайного, так і для поверхневого монтажу, робить цю серію мікроконтролерів придатною для портативних додатків. Низька ціна, економічність, швидкодія, простота використання і гнучкість введення / виводу робить серію PIC16F628 привабливою навіть в тих областях, де раніше не застосовувалися мікроконтролери. Наприклад, таймери, заміна жорсткої логіки у великих системах, співпроцесори.

Даний контролер чудово підійде для невибагливих задач. Розмір ОЗП зіставляє 1.75 кбайт. Також присутній таймер/лічильник і генератор, відкалібрований на заводі з точністю  $\pm 1\%$ .

Серія: піс 16f

Ядро: піс

Ширина шини даних: 8-біт

Тактова частота: 20 мгц

Кількість входів/виходів: 12

Об'єм пам'яті програм: 1.75 кбайт (1k x 14)

Тип пам'яті програм: flash

Об'єм EEPROM: 128 x 8

Об'єм RAM: 64 x 8

Наявність АЦП/ЦАП: ацп 8x10b

Вбудована периферія: brown-outdetect/reset, por, wdt

Напруга живлення: 2...5.5 в

Робоча температура: -40...+85с

Корпус: dip-14 (0.300 inch)

Вага: 1.9 г.

Цоколівка МК PIC16F676 наведена на рисунку – 3.2

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

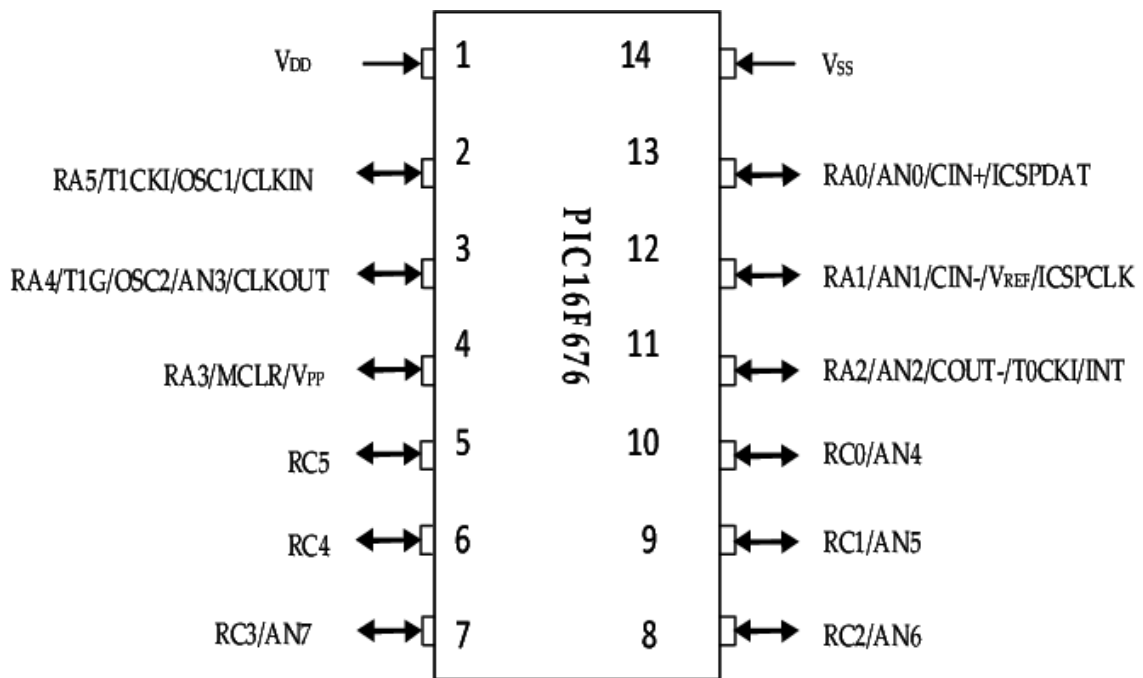


Рисунок 3.2 – Цоколівка PIC16F676

### 3.4 Розрахунки та синтез основних електронних вузлів, блоків, схем керування, синхронізації і т.п.

Як вже було описано раніше, в центрі схеми знаходиться 8-ми бітний мікроконтролер PIC16F676.

Розглянемо ще функціональне призначення виводів PIC16F676, які будуть використані для проектування у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

№ виводу	Позначення	Функція	Опис
13	RA0/AN0/CIN+/ICSPDAT	RA0	Двунаправлений вхід-вихід з програмованим підтягуючим резистором і вхід переривань
		AN0	Вхід каналу 0 АЦП
		CIN+	Неінвертуючий вхід компаратора
		ICSPDAT	Вхід-вихід даних ICSP
12	RA1/AN1/CIN-/VREF/ICSPCLK	RA1	Двунаправлений вхід-вихід з програмованим підтягу-



			ням рівня сигналу
		T1CKI	Вхід тактових імпульсів таймеру 1
		OSC1	Вхід кварцового генератора
		CLKIN	Вхід зовнішніх тактових імпульсів і підключення часузадавального RC-ланцюга
10	RC0/AN4	RC0	Двунаправлений вхід-вихід
		AN4	Вхід каналу 4 АЦП
9	RC1/AN5	RC1	Двунаправлений вхід-вихід
9	RC1/AN5	AN5	Вхід каналу 5 АЦП
8	RC2/AN6	RC2	Двунаправлений вхід-вихід
		AN6	Вхід каналу 6 АЦП
7	RC3/AN7	RC3	Двунаправлений вхід-вихід
		AN7	Вхід каналу 7 АЦП
6	RC4	RC4	Двунаправлений вхід-вихід
5	RC5	RC5	Двунаправлений вхід-вихід
14	VSS	VSS	Спільний
1	VDD	VDD	Напруга живлення

Розглянемо готовий вольтметр на основі цього мікроконтролера зі схемою спільного аноду наведеною на рисунку – 3.3

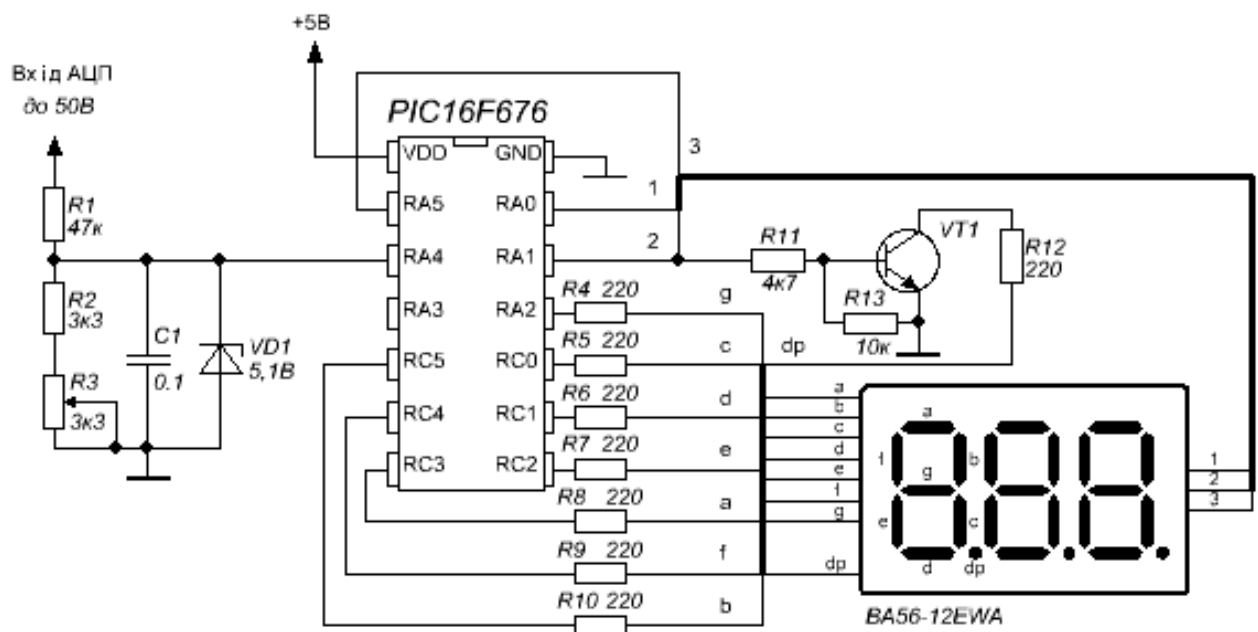


Рисунок 3.3 – Вольтметр на основі PIC16F676 (зі спільним анодом)

На резисторах R1 і R2 зібраний подільник напруги, багатоповоротний потенціометр R3 використовується для калібрування вольтметра. Конденсатор C1 захищає вольтметр від імпульсних перешкод і згладжує вхідний сигнал. Стабілітрон VD1 використовується для обмеження вхідної напруги на вході мікроконтролера, щоб уникнути його пошкодження при перевищенні напруги на вході.

На транзисторі VT1 (КТ3102 або SMD варіант BC847) та резисторах R11, R12 і R13 зібраний інвертуючий елемент, який вмикає точку на індикаторі разом з другим розрядом.

У схемі використаний індикатор з загальним анодом BA56-12GWA, який підключений до МК через резистори, що обмежують струм. Цей індикатор відрізняється низьким споживанням струму. При використанні більш потужних (більші сегменти або іншого кольору) індикаторів рекомендується встановити ключі на анодах, як у схемі, надісланий Володимиром.

Частина вихідного коду вольтметра, компілятор HI-TECH PICC 9.50 представлена на рисунку – 3.4

У безкінечному циклі постійно отримуються дані з АЦП, їх перетворення та виведення на 7-сегментний індикатор у режимі ШИМ.

В нашому випадку до МК потрібен регістр зсуву. Регістр був вибраний, на мій погляд, самий підходячий – 74HC595. На рисунку 3.5 наведено цоколівку до даного регістру.

Даний регістр – один з найпоширеніших, являється синхронним, з регістром даних latch, що і дозволяє збільшувати кількість виводів мікроконтролера. Потреба збільшення кількості виводів зумовлена тим, що в схемі пристрою індикації будуть використовуватися 2 чотирьохзначних семисегментних індикатори. Регістр перетворює послідовний сигнал, що входить на 1 піні DS, який підключається до піну RC3 нашого МК, у вихідний паралельний на 8 пінах Qx. Послідовна передача синхронна – для такту використовується додатковий пін SH\_CP, який підключається до піна RC5 мікроконтролера. Також окремим піном ST\_CP, який приєднаний до піна RC4 PIC16F676, керується регістр даних, що дозволяє змінювати сигнал на 8 виходах одноразово, коли усі дані передані.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
						36
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

1 void main()
2 {
3 int i,v;
4 unsigned char v1,v2,v3; // Змінні для сегментів
5 low_init(); // Ініціалізація
6 while(1)
7 {
8     GODONE=1; // Встановлюємо біт GO для опитування АЦП
9     for(i=0;i < 200;i++) // Запалюємо всі сегменти в ШИМі
10    {
11        seg7(v1,1); // 1 сегмент
12        delay(10);
13        seg7(v2,2); // 2 сегмент
14        delay(10);
15        seg7(v3,3); // 3 сегмент
16        delay(10);
17    }
18    PORTA=0b00000000; // Вимикаємо індикатор
19    PORTC=0b11111111;
20
21    while(GODONE){}
22    v=ADRESL; // Читаємо менший байт з АЦП
23    i=ADRESH; // Читаємо старший байт з АЦП (у нас це 2 байта)
24    v=v+i*256; // Додаємо менший і старший байт АЦП
25
26    v=(v*10/20)%1000; // Перетворюємо
27    v1=v/100; // Розбиваємо на сегменти
28    v=v%100;
29    v2=v/10;
30    v3=v%10;
31 }
32 }
33

```

Рисунок 3.4 – Приклад програмного коду



Рисунок 3.5 – Цоколівка 74HC595

Таким чином з трьох пінів нашого регістра, можна отримати 8 цифрових виходів. До речі, з регістрів 74НС595 можна робити каскади, підключаючи їх один за іншим через пін Q7', і таким чином зі все тих же 3 ліній, що виходять, отримувати 16, 24,32 і так далі цифрових виходів.

Робоча напруга частини схеми з індикаторами, мікроконтролером PIC16F676 і регістром 74НС595, за допомогою стабілізатора на вході схеми буде дорівнювати приблизно 5 В, що цілком відповідає вимогам даних елементів.

До речі, стосовно стабілізаторів, проаналізувавши даташити стабілізаторів, які будуть використовуватися в схемі, а саме 78L09 і LV7805, в схему, на виходах даних елементів повинні стояти конденсатори з рекомендованою ємністю – 300 nF.

Також схема не обійдеться без резисторів, наприклад для створення ключів до транзисторів, які будуть відповідати за живлення двох чотирьохзначних семисегментних індикаторів BQ-M326RD. Вимоги до транзисторів не значні, в основному це те, щоб вони були малопотужні біполярні, з n-p-n переходом, тому було вирішено обрати транзистори – BC847. До кожного з цих транзисторів було вирішено використовувати резистори на 1 кОм, виходить по 8 елементів.

2 клавіши, які потрібні для корегування показань амперметра, нехай вони будуть «В» і «Н», тоді клавіша «В» через вихід стабілізатора на вході і резистор 470 Ом буде підключена до піву RC3 нашого мікроконтроллера, а клавіша «Н», в свою чергу, буде підключена по такому же принципу, крім одного, вона буде підключена до піву SH.

Стосовно блоку компараторів зчитування параметрів заряду акумулятора, то для цього будуть використовуватися два подвійні операційні підсилювачі – LM358A і LM358B, різниця між ними тільки у вхідному струмі зміщення, в LM358A це 30 нА, а в LM358B – 100 нА. В схемі блок компараторів буде виглядати наступним чином – Вхід операційного підсилювача LM358B буде підключений до мінусової клеми акумулятора через резистори, вихід та інвертований вихід будуть з'єднані між собою також через резистори, до того ж вихід підсилювача підключений до входу наступного – LM358A, в якого вихід та інвертований вихід вже з'єднані на пряму і потім йдуть на пін RC2 мікроконтроллера.

Від плюсової клеми через ряд резисторів проведено ланцюг, який підключається до піву RC0 нашого PIC16F676, таким чином мікроконтроллер отримує всі вхідні дані для подальшого виведення інформації на індикатори.

Пояснення алгоритму роботи зарядного пристрою – енергія направляється через діод VD2 в акумулятор. Коли акумулятор досягає повного заряду, вмикається вихід операційного підсилювача DA2. Це вмикає MOSFET VT2 і підключає до акумулятора навантажувальний резистор R7. Підключене навантаження викличе падіння напруги акумулятора.

					ЕлІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
						38
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



лятор і ланцюг компаратора знову вимкнеться. Така генерація продовжиться до тих пір, поки є енергія. Конденсатор С1 між виходом і плюсовим входом операційного підсилювача знижує частоту генерації до декількох герців. Два резистори R1 та R2 задають опорну напругу 4.5 В на вході операційного підсилювача.

Транзистор VT1 зі стабілітроном VD1 на 12 В ланцюга бази вмикає ланцюг компаратора коли напруга з сонячної панелі перебільшить 12 В. Операційний підсилювач DA1 інвертує керуючий сигнал підключення навантаження. На вихід операційного підсилювача підключений світлодіод LED1 збільшеної яскравості. Світлодіод не тратить корисної енергії, оскільки вмикається тільки при повному заряді акумулятора.

Мікросхема T2 виробляє стабілізаційну напругу 9 В для живлення компаратора. Живлення схеми відбувається тільки з сонячної панелі, яка вночі не виробляє напругу, або тільки вітрогенератора, робота якого залежить від вітру. В цьому випадку схема може управляти струмом 20 А при напрузі 12 В.

Схема електрична принципова наведена на рисунку – 3.6

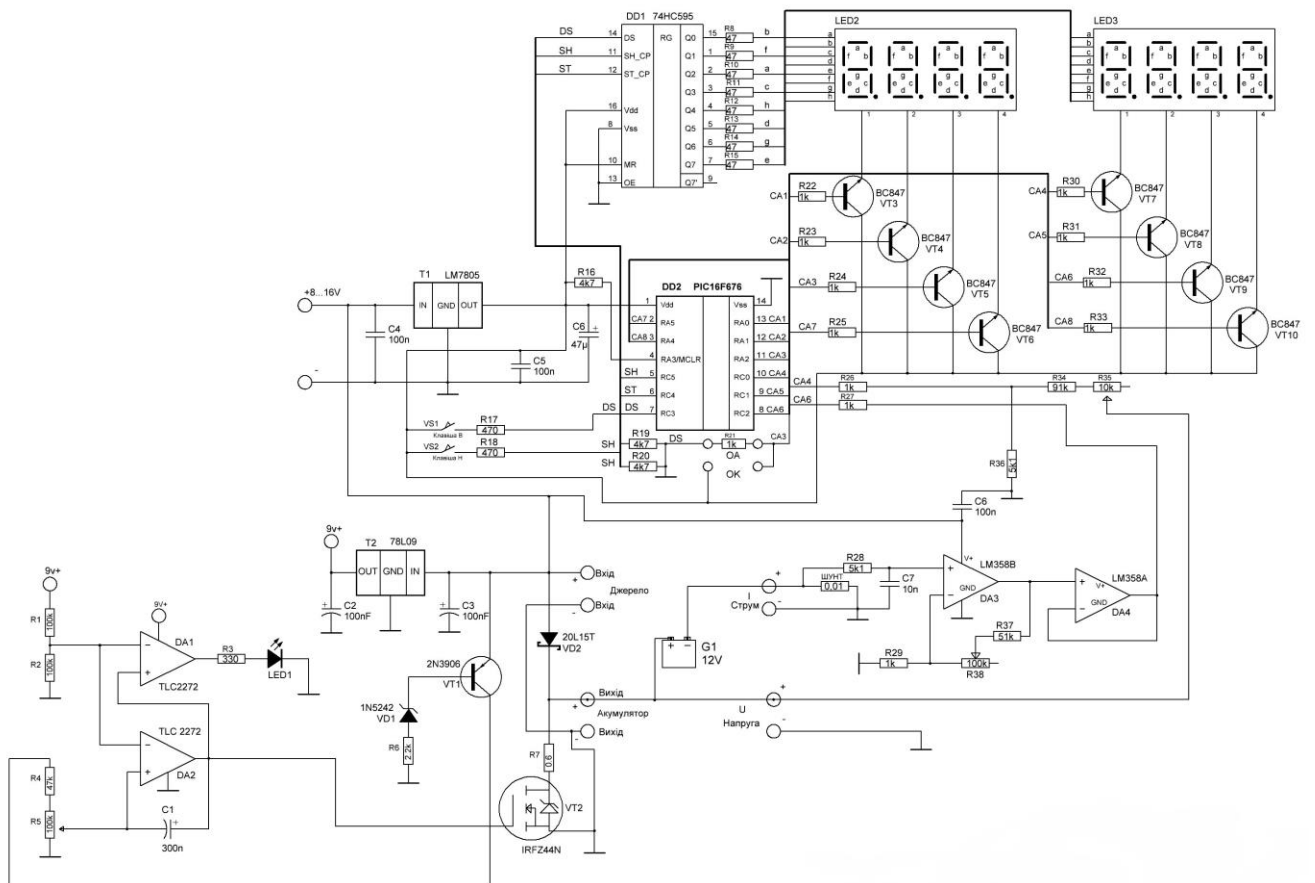


Рисунок 3.6 – Схема електрична принципова

## 4 РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИСТРОЮ, ЩО ПРОЕКТУЄТЬСЯ

### 4.1 Вибір та розроблення алгоритмів

Розробка програмного забезпечення для індикації на мікроконтролерах PIC включає створення коду, який керує індикатором і відображає потрібну інформацію. Основні кроки розробки програмного забезпечення для індикації на PIC мікроконтролерах такі:

Вибір мови програмування: PIC мікроконтролери можуть бути програмовані з використанням різних мов програмування, таких як C або асемблер. Вибір мови залежить від вашого досвіду та вимог проекту.

Налаштування середовища розробки: Встановіть необхідне ПЗ для програмування PIC мікроконтролерів, таке як MPLAB X IDE або інше середовище розробки, яке підтримує ваш мікроконтролер.

Налаштування конфігурації мікроконтролера: Задайте необхідні налаштування конфігурації, такі як вибір основного тактового джерела, налаштування переривань, портів вводу-виводу і так далі.

Ініціалізація індикатора: Налаштуйте необхідні піни мікроконтролера, які використовуються для керування індикатором. Це може включати налаштування режимів роботи, вибір розрядів, налаштування яскравості та інших параметрів.

Реалізація логіки відображення: Напишіть код, який визначає, які значення повинні відображатися на індикаторі в залежності від вхідних даних або стану системи. Це може включати обробку вхідних сигналів, математичні розрахунки, конвертацію значень та інші операції.

Управління індикацією: Напишіть код для управління індикатором, включаючи увімкнення та вимкнення розрядів, встановлення патернів для відображення чисел, символів або інших елементів на індикаторі.

Тестування та налагодження: Перевірте роботу програмного забезпечення шляхом запуску його на мікроконтролері та спостереження за відображеними результатами. Виправте помилки та налагодьте код, якщо необхідно.

Завершення і випробування: Після успішного тестування і налагодження програмного забезпечення, ви можете використовувати його для індикації на вашому PIC мікроконтролері. Переконайтеся, що він працює згідно з очікуваннями і заданими вимогами проекту.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
						40
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час розробки програмного забезпечення для індикації на PIC мікроконтролерах важливо дотримуватися документації та рекомендацій виробника мікроконтролера, а також використовувати належні методи програмування та архітектуру програми для забезпечення ефективності, надійності і масштабованості вашого рішення.

Оскільки в основі індикатора стоїть мікроконтролер PIC16F676, то для його роботи потрібно завантажити на нього прошивку, яка дає можливість втілити ті функції, які нам потрібно.

Для створення прошивки, потрібно спочатку написати програмний код в будь-якому зручному середовищі, наприклад на мові програмування C, на якій і буде написаний код для нашого мікроконтролера, і зкомпілювати його в машинний код. Сам код буде написаний, враховуючи те, що у нас пристрій на основі індикаторів зі спільним анодом.

Для прошивки PIC16F676 можна використати універсальний програматор для PIC МК, наприклад K150 ICSP.

Програматор K150 призначений як для любителів радіоелектроніки, уже використовуючих мікроконтролери в своїх виробках, так і для новачків, тільки починаючих знайомство з програмуванням. Такий програматор можна підключити до будь-якого комп'ютера з вільним портом USB, сама ж прошивка може завантажуватися через різні програми, наприклад програма, в якій є підтримка нашого МК – IC-Prog 1.06. Одна із самих популярних оболонок для програмування, підтримуюча величезну кількість мікроконтролерів, ПЗ і адаптерів різноманітних конструкцій. В даній програмі легко розібратися і зручно використовувати.

#### **4.2 Пояснення до програм, за якими працює мікропроцесорний пристрій, що проектується**

Мікропроцесорний пристрій PIC (Peripheral Interface Controller) працює за програмами, які задають послідовність команд та операцій, які мають виконуватися пристроєм. Основні етапи роботи мікропроцесорного пристрою PIC можуть бути пояснені наступним чином:

**Ініціалізація:** Програма розпочинається з етапу ініціалізації, де налаштовуються необхідні реєстри та параметри пристрою. Це може включати налаштування режимів роботи, тактової частоти, вхідно-вихідних портів, переривань та інших параметрів.

**Зчитування та виконання команд:** Програма зчитує команди з програмної пам'яті і виконує їх послідовно. Команди можуть бути асемблерними інструкціями або виразами

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

високорівневої мови програмування, такої як С. Команди вказують пристрою, які операції потрібно виконати, такі як обчислення, зчитування або запис до реєстрів, керування вхідно-вихідними портами, переривання та інші дії.

Обробка переривань: Мікропроцесорний пристрій ПІС може мати підтримку переривань, які дозволяють обробляти певні події або зупиняти виконання основної програми для обробки важливих подій. При виникненні переривання виконується відповідна обробка, а потім виконання програми продовжується з місця, де воно було припинене.

Керування вводом-виводом: Мікропроцесорні пристрої ПІС зазвичай мають порти вводу-виводу, які можуть бути використані для взаємодії з периферійними пристроями, такими як сенсори, дисплеї, кнопки тощо. Програма керує вводом-виводом, зчитуючи дані з портів, записуючи дані на порти та виконуючи інші дії, пов'язані з взаємодією з периферією.

Логіка програми: Програма може містити різні логічні вирази та операції для керування поведінкою пристрою. Це можуть бути умовні оператори, цикли, обробка даних та інші конструкції програмування, які дозволяють створювати складну логіку виконання програми.

Перевірка та налагодження: Після написання програми важливо виконати її перевірку та налагодження для виявлення помилок, неправильної поведінки або неочікуваного результату. Це може включати використання налагоджувальних інструментів, встановлення точок зупинки, спостереження за змінними та введенням тестових даних для перевірки правильності виконання програми.

Програми для мікропроцесорних пристроїв ПІС можуть бути написані мовою асемблера або високорівневою мовою програмування, такою як С або BASIC. Вони вимагають уважності до деталей, оптимізації ресурсів та врахування особливостей архітектури конкретного пристрою ПІС.

За допомогою написаної і завантаженої на МК програми на 2 індикатори виводяться такі параметри, як струм і напруга.

Спочатку програма визначає константи для портів і пінів, потім йде визначення пінів клавіш, після цього йде ініціалізація пінів і стану індикаторів. Далі в програмі прописана затримка в мілісекундах і стан індикатора, а саме – перевірка його працездатності. Потім йде отримання стану клавіш і вже після цього виконується основний кикл програми.

В основному циклі програми виконується ініціалізація портів і змінних, після цього йде затримка перед початком роботи 5 секунд і перевірка натискання клавіш.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
						42
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При натисканні клавіші “Н” індикатори почнуть мерехтяти. Поки вони мерехтять, клавішами “В” і “Н” можна корегувати показання амперметра. Після корегування, мигання припинеться і коефіцієнт корегування буде записаний в енергонезалежну пам’ять. Режим відображення, встановлений клавішою “В”, також зберігається в енергонезалежній пам’яті.

Після ввімкнення, індикатори починають світитися не одразу, а з затримкою в 5 секунд. Частота зміни показань – близько 9 Гц.

Сама прошивка з цим програмним кодом являється файлом з розширенням .hex була зкомпільована з коду мови програмування С , на якій спочатку і була написана.

В додатку А наведено програму для мікроконтролера на мові програмування С, яку потім потрібно буде скомпілювати в машинний код.

В додатку В наведено програму для МК у вигляді машинного коду.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

## ВИСНОВКИ

Під час виконання дипломної роботи на тему “ Пристрій індикації параметрів заряду для малопотужних систем вітрогенерації ”, я дослідив таку тему, як «Джерела альтернативної енергії», стосовно цієї теми можна говорити довго і багато, але, на мою думку, найголовніше те, що в наш час вона більше ніж актуальна, особливо в Україні. Після початку повномасштабної війни в Україні потужність електростанцій, яка становила близько 56 гігават, впала до приблизно 15,5 гігават. Зрозуміло, що для подальшого післявоєнного відновлення економіки та великої хвилі повернення громадян додому таких обсягів електроенергії може бути недостатньо. І з цим треба щось робити.

Важливість розвитку альтернативних джерел енергетики також пов'язана з тим, що ця система є більш розгалуженою, а тому і більш стійкою до ракетних та дронних ударів рашистів. Тобто вивести повністю з ладу значну частину такої генерації нашим ворогам буде складно.

Як початок ознайомлення з цією галуззю, я обрав пристрій індикації саме для таких систем, адже, для запобігання неприємностей, а тим більш виходу з ладу пристроїв або їх елементів, контролювати такий процес дуже важливо.

В основі пристрою індикації PIC мікроконтроллер, якого достатньо для поставленої задачі, а саме – виводити на індикатори показання напруги та струму заряду акумулятора, без котрого таке джерело енергії як вітрогенератор або сонячна панель використовувати буде дуже проблематично.

Також, слід додати, що пристрій індикації призначений працювати разом із пристроєм, через який і заряджається акумулятор від джерела альтернативної енергії.

Ще, не менш важливим, особисто для мене, стало використання отриманих в університеті знань на практиці, тобто ця робота дійсно підтверджує, що я отримав певні знання в галузі електроніки та електротехніки, за що я, безперечно, вдячний своїм викладачам. Результати роботи представлені у вигляді тез на конференції факультету ЕлІТ СумДУ «Фізика. Електроніка. Електротехніка 2023»

					ЕлІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
						44
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Протасова Т.О. Лопатін Д.О. *Пристрій індикації параметрів заряду для мало-потужних систем енергоефективної вітрогенерації* : Матеріали конференції факультету ЕЛІТ СумДУ "Фізика. Електроніка. Електротехніка 2023" С. 97-98.
2. 7 КРОКІВ УКРАЇНИ НА ШЛЯХУ ДО ПЕРЕХОДУ НА ВІДНОВЛЮВАНУ ЕНЕРГЕТИКУ URL: <https://ecoaction.org.ua/7-kroktiv-do-chystoi-enerhii.html>
3. Вальпа О. Сучасна середовище розробки мікроС для програмування мікроконтролерів на мові високого рівня Сі. Сучасна електроніка. 2010. № 6. с.64
4. РОЗВИТОК АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ПРОБЛЕМИ URL: <https://www.ukrlogos.in.ua/10.11232-2663-4139.16.46.html>
5. “Альтернативні джерела енергоресурсів в Українському Причорномор’ї ”. Аналітична записка URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/nacionalna-bezpeka/alternativni-dzherela-energoresursiv-v-ukrainskomu-prichornomori>
6. Розвиток альтернативних джерел енергії в Україні URL: <https://naurok.com.ua/rozvitok-alternativnih-dzherel-energi-v-ukra-ni-32180.html>
7. Electronic Components Datasheet Search URL: <https://www.alldatasheet.com/view.jsp>
8. МІКРОКОНТРОЛЕРИ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ URL: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/19120/2/МПТ2-95-184.pdf>
9. Поради початківцям програмістам мікроконтролерів URL: <https://topcity.com.ua/news/siemens-news/poradi-pochatkivtsyam-programistam-mikrokontroleriv>
10. Простими словами про складні зарядні пристрої URL: <https://modelistam.com.ua/ua/prostymi-slovami-slojnyh-zaryadnyh-ustroistvah-a-272/>
11. Робототехніка. “Семисегментний індикатор Ардуїно” URL: <https://naurok.com.ua/robototehnika-semisegmentniy-indikator-ardu-no-323671.html>
12. Світлодіодні індикатори URL: <https://radiodetali.com.ua/ua/catalog/svetodiodnye-indikatory>
13. microcontroller (MCU) URL: <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/microcontroller>
14. Microcontrollers & Microprocessors URL: <https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors.html>
15. Redirecting dynamic indication segment to a separate LED URL: <https://www.edn.com/redirecting-dynamic-indication-segment-to-a-separate-led/>

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк. 45
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ДОДАТОК А

### Програмне забезпечення мікроконтролера на мові с

```
#include <pic16f676.h>
#include <stdbool.h>

// Константи для визначення портів і пінів
#define DISPLAY_PORT GPIO
#define DISPLAY_DDR TRISIO

// Константи для визначення пінів клавіш
#define BUTTON1 GP5
#define BUTTON2 GP4

// Константи для визначення пінів індикаторів
#define AMPEREMETER GP0
#define VOLTMETER GP1

// Константи для визначення стану індикаторів
#define ON 1
#define OFF 0

// Затримка в мілісекундах
void delay_ms(unsigned int milliseconds)
{
    unsigned int i;
    unsigned int j;
    for (i = 0; i < milliseconds; i++)
    {
        for (j = 0; j < 1000; j++)
        {
            // Проста затримка для досягнення частоти 1 кГц
            asm("nop");
        }
    }
}
```

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		1



```

    }
}

// Ввімкнення/вимкнення індикатора
void setIndicator(int indicator, bool state)
{
    DISPLAY_PORT &= ~(1 << indicator); // Вимкнення індикатора
    if (state)
    {
        DISPLAY_PORT |= (1 << indicator); // Ввімкнення індикатора
    }
}

// Отримання стану клавіш
bool getButtonState(int button)
{
    return ((DISPLAY_PORT & (1 << button)) == 0);
}

// Основний цикл програми
void main()
{
    // Ініціалізація портів
    DISPLAY_DDR = 0x00; // Усі порти на вивід

    // Ініціалізація змінних
    bool blinking = false; // Прапор мерехтіння індикаторів
    bool displayMode = false; // Режим відображення (амперметр чи вольтметр)

    // Затримка перед початком роботи
    delay_ms(5000); // Затримка 5 секунд

    while (1)
    {
        // Перевірка натискання клавіши "H"

```

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

```
if (getButtonState(BUTTON1))
{
    blinking = true; // Ввімкнення мерехтіння індикаторів
}

// Перевірка натискання клавіші "B"
if (getButtonState(BUTTON2))
{
    displayMode = !displayMode; //
```

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
						3
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ДОДАТОК В

### Програмне забезпечення мікроконтролера на машинному кодi

:020000040000FA  
:020000004F2A85  
:08000800A8000308A900040888  
:10001000AA0083120C106400F9308F005A308E0051  
:100020000301A500DE1CA509E121DE1C1A283730DA  
:1000300085041C28C8308505DE1C2128073087046C  
:100040002328F8308705831601308700103091008F  
:10005000831291309F0076203230242283160430A0  
:10006000870040309100831299309F007620343011  
:100070002422831685018701910183121F105330BA  
:10008000520784000008A500F121D20A5208083A5C  
:100090000319D20122083F39031958282208103ABF  
:1000A0000319E52022083F39203A03194D216F2812  
:1000B0003108BB00B1013208BC00B2013308BD00F9  
:1000C000B3013408BE00B4010630A0000310BB0C1D  
:1000D000BC0C0310BD0CBE0CA00B66285E15A20A5A  
:1000E000290883002A08840028080900772878282E  
:1000F00079289F149F187A280C1308002E0E2E07BB  
:100100000F398318163E8318063E063E831CFA3E8E  
:100110002E1A1B3E831CFA3EAE1A303E2E1B603E4A  
:10012000AE1B203E603EAF01AF0D2F1CA03EB000C5  
:1001300066302D18BC30B0070318AF0A0301031C4A  
:100140006038831C0638B0026630AD187830B007CE  
:100150000318AF0A0301031C6038831C0638B00281  
:100160002E0D2D0DAD18013EAF07080084002F089D  
:1001700080008403300E0F398000840330080F396B  
:10018000800008000708AC0087118712DC105C10A3  
:1001900083168715871683128719DC14871A5C1457  
:1001A00083168711871283122C08870008006400C9  
:1001B00083161C1555309D00AA309D009C149C1878  
:1001C000DF281C158C1383120800C2202308023973

					ЕлІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		1

:1001D00003195E125C080739A50000308A00250863  
 :1001E00082072B29112941292B292B29F928052997  
 :1001F0002B29A301A40A2408023A031D0429A403FD  
 :100200000130CC070318CB0A4D29A301A40A240806  
 :10021000023A031D1029A4030130CC02031CCB03B6  
 :100220004D29A40A2408023A031D4D29A4015C1596  
 :100230005E16DD0A4D29A40A2408043A031D22296A  
 :10024000B801B7012408103A031D4D290430DD0020  
 :100250005C155E164D29A4015C1D3B29A30A2308E9  
 :10026000103A031D3B29A3015E16DD0A5D08023A20  
 :1002700003193C294D294D29DD015C11CE215E1663  
 :100280004D295E16A40A2408023A031D4D29D10AFD  
 :100290005108023A031D4D29D1015E1AA4290130EB  
 :1002A0008A005D08820758298829882958295829F1  
 :1002B0005E1E5D29A6290130DF001530511824305B  
 :1002C000DF003B3051183D3041225530A5009421CC  
 :1002D0003B30511C3D3041225830A5009421D808B4  
 :1002E000511CD508031D7A290B30511C7929D800DF  
 :1002F0007A29D5000A30511C1130D9001130511C17  
 :100300000A30DA00B42982073B343D3435343F34B7  
 :100310005E1AA4292430DF003D3041225530A5006B  
 :1003200094210A30D900B4292D1D98295E149929E9  
 :100330005E100330AD057E202508B6200800820738  
 :1003400014342434243494345C19E02A9930DF00C6  
 :100350000B30D9000F30D300D50003308A0051088C  
 :1003600003390323D400B4290800A0018B1383169A  
 :1003700020089B001C141A08A50083124530200792  
 :10038000840025088000A00A20080D3A031DB72923  
 :100390000C100C18C8298B170800A0016400453008  
 :1003A000200784000008A500200883169B0025086C  
 :1003B0009A008312D720A00A20080D3A031DCE29E7  
 :1003C00008000830A0008711A50C031887158716B0  
 :1003D00000008712A00BE3290716000007128711FF  
 :1003E000080002308A002508B322A5005F080F39F3  
 :1003F00052060319A5115F0E0F3952060319A511F4

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

:10040000DE18A509E12195220800C401C301C2013B  
 :10041000C101A6011030A700AD0CAE0C031C1B2AB5  
 :10042000A6012F08C1070318A60A3008C20703183F  
 :10043000C10F1B2AA60A0310A60CC10CC20CC30CC8  
 :10044000C40CA70B0C2A0800840083161E08831214  
 :10045000800784031E0803181E0F2F2A800A8007B6  
 :1004600008003008AE022F08031C013EAD02031D38  
 :10047000AE080800AD09AE09AE0F3F2AAD0A2D1532  
 :10048000080084000008AD00840A0008AE000800DF  
 :1004900084000008AF00840A0008B000080083163A  
 :1004A000FF2390008312C0308B0007309900850134  
 :1004B0008701831685018701910195010515831236  
 :1004C000CF30810083160C1450309F0083122030EF  
 :1004D00084008001840A0408603A031D692A0C30F4  
 :1004E000C400FA30C300FA30C2006400C20B752A9F  
 :1004F000C30B732AC40B712ADE148316850187018E  
 :10050000831210140130A200B52164005E1D852AFB  
 :100510003D3041224B3048223122031C3A222D0823  
 :10052000BD002E08BE005E11852A5C1D992AA21FFF  
 :10053000B22A02308A005208CE22A500DE18250910  
 :10054000DE18A42A8504A52A850502308A005208EF  
 :10055000D722A500DE182509DE18B02A8704B22AA2  
 :1005600007398705080082070A346F345834493444  
 :100570002D34893488344F34083409340C34FF3432  
 :100580009A342C341C34FD349C342A34A8349834E6  
 :1005900068341D34B834AC34FC34EC348207043491  
 :1005A0000234013400340034003420341034820723  
 :1005B0000034003400340434023401340034003494  
 :1005C0009930DF0002308A005D088207E92AFA2AA2  
 :1005D000F12A0F30D500D3000330D4000B30D900FE  
 :1005E000B4290C30D5001830D4001930D3000B30AA  
 :1005F000D900B4290530D5001730D4000130D3001C  
 :100600000B30D900B4298207113401340C3416346C  
 :1006100011340A341734153403308A005108032387  
 :02400E001C3F55

					ЕлІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

:1042000002005A00020026000300E7000000000040

:0A421000000000000400000001009F

:00000001FF

					ЕЛІТ 6.171.00.10.193 ПЗ	Арк.
						4
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		