

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, РОБОТОТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ МОНІТОРИНГУ
ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ Шутко В.М.
« ____ » _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 171 «ЕЛЕКТРОНІКА»
ОПП «ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ»

Тема: «Автономний контролер поливу кімнатних рослин»

Виконавець
студент групи 404

_____ Ільченко Максим Юрійович

Керівник
Старший викладач

_____ Задорожній Роман Олександрович

Нормоконтролер

_____ Сініцин Р.Б.

КИЇВ 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут _____ Факультет _____

Кафедра ЕРМІТ

Напрямок (спеціальність) 171 Електроніка

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

« _____ » _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломного проекту (роботи) студента

Ільченка Максима Юрійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Автономний контролер поливу кімнатних рослин

затверджена наказом ректора від “ _____ ” _____ 201__ р. № _____

2. Термін виконання проекту (роботи): з _____ до _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи): доцільність використання зібраного та функціонуючого контролера поливу кімнатних рослин з функцією автономної роботи у побуті.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають обробці): _____ аналітичний огляд літературних джерел за тематикою дипломної роботи, вибір засобів реалізації при конструюванні автономного контролера поливу кімнатних рослин, розробка робочої версії, тестування розробленої системи, висновки, список використаної літератури.

5. Перелік обов'язкового графічного матеріалу: таблиці, рисунки, зображення роботи модулів, діаграми результатів тестування.

6. Календарний план-графік

№ п/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Вступ	x	
2.	Підбір та аналіз матеріалів за темою дипломної роботи: підручники, Інтернет-ресурси.	xx.xx.xxxx	
3.	Поетапне написання дипломної роботи. Формування вступу теоретичної глави, далі аналітичної та проектної частин, а також висновку.	xx.xx.xxxx	
4.	Враховання зауважень наукового керівника, перевірка оформлення роботи на відповідність методичним вказівкам кафедри. Здача науковому керівнику на відгук.	xx.xx.xxxx	
5.	Подання на кафедрі. Усунення недоліків. Оформлення пояснювальної записки.	xx.xx.xxxx	
6.	Електронна версія доповіді, ілюстративний матеріал доповіді.	xx.xx.xxxx	

7. Консультанти з окремих розділів

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв

8. Дата видачі завдання: “ _____ ” _____ 2021 р.

Керівник кваліфікаційної роботи _____
(підпис керівника)

Задорожній Р. О.
(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис випускника)

Ільченко М. Ю.
(П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Автономний контролер поливу кімнатних рослин»: сторінок – 62, рисунків – 17, літературних джерел –24, таблиць – 4.

АВТОНОМНИЙ КОНТРОЛЕР, СИСТЕМА ПОЛИВУ, СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО ПОЛИВУ, МІКРОКОНТРОЛЕР ARDUINO, КОНТРОЛЕР, ЗРОШЕННЯ.

Мета роботи: виконати, налаштувати та запрограмувати систему автономного контролера поливу кімнатних рослин з використанням відновлюваного джерела енергії.

Об'єкт роботи: автономний контролер поливу кімнатних рослин з використанням відновлювального джерела живлення (сонячної батареї).

Предмет роботи: доцільність використання зібраного та функціонуючого контролера поливу кімнатних рослин з функцією автономної роботи у побуті.

Методи дослідження базуються на застосуванні інноваційних технологій, мови програмування низького рівня, програмного забезпечення.

Викладений матеріал у дипломній роботі можливо використовувати при проектуванні систем автоматичного поливу рослин як у побуті. так і в інших сферах людської діяльності.

Зміст

Вступ	8
РОЗДІЛ 1	12
ОГЛЯД СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПОЛИВУ	12
1.1. Огляд наявних аналогів на ринку	12
1.2. Огляд існуючих систем поливу	16
1.3. Огляд основних складових систем автоматизованого поливу	19
1.3.1. Електромагнітні клапани	20
1.3.2. Контролери	21
1.3.3. Датчики	22
1.4. Огляд засобів керування автоматизованим поливом	23
1.5. Опис функціональних властивостей системи автоматичного поливу	25
1.6. Необхідність розробки системи автономного контролера поливу кімнатних рослин	25
1.7. Висновок до першого розділу	26
РОЗДІЛ 2	27
ВИБІР ЗАСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ КОНСТРУЮВАННЯ АВТОНОМНОГО КОНТРОЛЕРА ПОЛИВУ	27
2.1. Вибір платформи Arduino	27
2.1.1. Розпіновка Digispark ATTINY85	30
2.1.2. Характеристики Digispark	31
2.2. Вибір акумуляторної батареї для водяної помпи	33
2.3. Вибір насоса для перекачування води	37
2.4. Вибір контролера заряду живленням	39
2.5. Вибір драйвера управління навантаженням	41
2.6. Вибір сонячної панелі	43
2.7. Висновок до другого розділу	44
РОЗДІЛ 3	45
РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОНОМНОГО КОНТРОЛЕРА ПОЛИВУ КІМНАТНИХ РОСЛИН	45
3.1. Вихідні матеріали та створення блок схеми	45
3.2. Вибір програмного забезпечення	47

3.3. Налаштування та тестова прошивка плати Digispark ATtiny 85.....	49
3.4. Написання програмного коду і налагодження роботи.....	52
3.5. Опис роботи системи поливу	54
3.1. Розрахунок режиму роботи системи автоматичного поливу для кімнатних рослин	56
3.2. Висновок до третього розділу	58
Висновки	60
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..	62

Кафедра ЕРМІТ				НАУ 20 12 81 000 ПЗ			
Виконав	Гльченко М. Ю.			Автономний контролер поливу кімнатних рослин	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Задорожній Р.О.					2	62
Консульт.					ЕП-405Б 171		
Н-контр.	Сініцин Р.Б						
Зав. каф.	Шутко В.М.						

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

САПР – Система автоматичного поливу рослин

АСП – автоматизована система поливу.

USB – (Universal Serial Bus) - універсальна послідовна шина.

UART (від англ. Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) – універсальний асинхронний приймач/передавач.

GND (від англ. ground) – заземлення, земля; позначення на устаткуванні.

VCC (від англ. Voltage Collector-to-Collector) – живлення +; позначення на устаткуванні.

IDE (від англ. Integrated development environment) – інтегроване середовище розробки.

АЦП – аналого-цифровий перетворювач.

ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач.

МП – мікроконтролерна плата.

MS – Microsoft.

Вступ

З плином часу та переходом людства до індустріальної епохи, де людська праця стала замінятися машинними механізмами, котрі частково та повністю витіснили людську діяльність, з'являється термін, що отримав назву «автоматизація».

На сьогоднішній день цей напрямок став досить активно розвиватися. Автоматизація застосовується для різних видів діяльності людини, таких як, прискорення виробництва та отримання якісного результату в різних промислових процесах, проектування об'єктів, у військовій сфері, в сільському господарстві та інших сферах людської діяльності. Наприклад, при виготовленні автомобіля використовується зварювання кузова, в будівництві використовуються 3D принтери. У сільськогосподарській діяльності для вирощування рослин використовується автоматична система поливу. Вона дозволяє виконувати повністю автоматизований процес поливу без участі людини.

Найвні системи поливу використовуються на великих полях, присадибних ділянках, садах та городах, але вони потребують керування людиною та відстеження рівня поливу. Автоматичні системи повністю відкидають потребу у постійному нагляді людиною, дозволяють краще відстежити, наскільки полита зона, та зменшити витрати води. Зараз на українському ринку автоматичного поливу лідерами є дві американські компанії Hunter та Rain Bird, які орієнтовані або на великі сільськогосподарські поля, або на галявини з газоном. До того ж, ціна на ці системи досить висока.

Автоматична система поливу – це сучасний підхід до раціонального та ефективного використання природних ресурсів, та, водночас, це інженерно-технічна система, яка забезпечує безперебійне та автономне зрошення заданих ділянок. Для зручності автоматичного поливу необхідний водозабір. Запропоноване в даній випускній кваліфікаційній роботі, обладнання економічно витрачає воду, менше споживає електроенергію та не вимагає людського контролю. Ефективне функціонування всієї системи автоматизованого поливу забезпечує електронний

блок управління на основі плати Arduino. Саме цей пристрій зберігає в собі програми зрошення (яку ділянку в який день, в який час і скільки разів поливати) і може працювати як в автоматичному, так і в ручному режимі.

- Автоматичний режим поливу забезпечується за допомогою датчиків та програмою поливу 1, 2 рази на добу;
- Ручний режим поливу забезпечується повністю за допомогою програми, яку задає користувач, тобто час скільки буде відбуватися полив, і через який час буде повторюватись програма.

Актуальність дослідження. На сьогоднішній день апаратна платформа Arduino є одним із найзручніших способів вивчення основ програмування пристроїв на мікроконтролерах, які орієнтовані на тісну взаємодію з навколишнім світом та користувачем. А також набирають все більшу популярність та застосовуються в найрізноманітніших сферах діяльності.

Мікроконтролерні системи зараз повсюди, вони у автомобілях, пральних машинах, холодильниках та інших повсякденних речах, без яких ми не можемо уявити життя. Також вони часто використовуються у таких інноваційних пристроях, як квадрокоптери, «Розумний будинок», де найцікавішою із них є сфера роботизованих систем. Наразі існують певні системи зв'язку, за допомогою чого можна керувати пристроями на великій відстані або в автономному режимі. За рахунок поєднання різних систем з Arduino можна спростити використання побутових приладів, а також істотно економити електроенергію в той час, коли прилад не використовується.

Автономний контролер поливу кімнатних рослин – це якраз один із багатьох приладів, який у поєднанні з Arduino дасть змогу полегшити догляд за кімнатними рослинами та дозволить виконувати повністю автоматизований процес поливу без участі людини.

Таке застосування приладів з додатковими платами контролю полегшують їх використання та значно скорочують витрати на електроенергію, що в даний час є досить актуальним, так, як виробники різної техніки прагнуть максимально скоротити споживання електроенергії приладів та максимально підвищити їх ККД.

Доки людство не винайде бездротову передачу електроенергії, до тих пір, зменшення електроспоживання пристроями матиме значну вагу.

Об'єктом дослідження є автономний контролер поливу кімнатних рослин з використанням відновлювального джерела живлення (сонячної батареї).

Предметом дослідження є доцільність використання зібраного та функціонуючого контролера поливу кімнатних рослин з функцією автономної роботи у побуті.

Метою даної роботи є: виконати, налаштувати та запрограмувати систему автономного контролера поливу кімнатних рослин з використанням відновлюваного джерела енергії.

Для досягнення поставленої мети слід вирішити наступні **завдання**:

1. Опрацювати дані відповідної науково-технічної та патентної літератури. Докладно дослідити технічну частину для з'ясування деталей структури та функціонування контролерів, особливостей програмування та їх експлуатації.
2. Підібрати модифікацію плати Arduino та конфігурацію з відповідними характеристиками.
3. Підібрати необхідну комплектацію для виконання робіт зі зборки автономного контролера та налагодження його роботи – запчастини, деталі, датчики, акумулятори, плату керування з датчиками та ін.
4. Виконати складання та програмування автономного контролера.
5. Виконати постзбірку, тобто не тільки тестування та налагодження, але й роботу над допущеними помилками, за необхідності врахувати всі зауваження.
6. Поєднати в єдину систему біологічний об'єкт та автономний пристрій з відновлюваним джерелом живлення та забезпечити повноцінне та автономне функціонування системи.

Методи дослідження базуються на застосуванні інноваційних технологій, програмування, програмного забезпечення.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПОЛИВУ

1.1. Огляд наявних аналогів на ринку

Системи поливу – різноманітні інженерно-технічні комплекси, що забезпечують зрошення певної території. На сьогоднішній день найбільший попит мають такі компанії з виробництва автоматизованих систем поливу (АСП):

- «Hunter»;
- «Rain Bird»;
- «Irritec»;
- «Полив-плюс»;
- «АкваБуд».

Розглянемо кожну компанію окремо.

«**Hunter**» [1] пропонує автоматичні системи поливу для зрошення прибудинкової, паркової, присадибної ділянки у теплу пору року. На блоці управління можна налаштувати частоту поливу та його тривалість. У випадку дощу або зниження температури до критичного мінімуму система не вмикається.

Для керування струменями води використовуються електромагнітні клапани, які управляються контролером.

Для контролю погодних умов використовуються датчики дощу, температури, вітру або метеостанції.

Для управління системою використовуються пульти керування на корпусі контролера. Датчики та клапани можуть бути з'єднані контролером за допомогою дротів, GPRS або GSM (стільниковий оператор зв'язку). Один контролер може керувати однією або кількома зонами поливу.

Кафедра ЕРТМІР					НАУ 20 11 48 000 ПЗ							
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Автономний контролер поливу кімнатних рослин			Літера	Аркуш	Акрушів		
Виконав		Ільченко М. Ю.									12	62
Керівник		Задорожній Р.О.										
Консультант												
Н-контр.		Сініцин Р.Б.										
Зав. каф.		Шутко В. М.						405	171			

Також управляти системою можна з комп'ютера. Спеціально розроблена програма дозволяє керувати всіма налаштуваннями контролера, отримувати перелік помилок, переглядати вхідні дані, статус обладнання, зони поливу у вигляді схематичної карти місцевості.

Отже, системи «Hunter» розраховані на великі території з бажаною присутністю оператора. Використання GPRS або GSM є надлишковим на малих територіях та занадто витратним в обслуговуванні. Застосування такої потужної системи не має сенсу в домашніх умовах.

«Rain Bird» [2] виробляє системи поливу для присадибних ділянок, спортивних майданчиків та сільськогосподарських полів. Пропонується велике різноманіття контролерів та допоміжних систем.

Керування струменями води, залежно від варіанта встановлення, може здійснюватися електромагнітними клапанами або насосами.

Для контролю погоди використовується метеостанція чи датчик дощу із термометром. Можливе встановлення системи без датчиків погоди. Найпростіші моделі контролерів опрацьовують лише одну зону поливу за визначеним часом. Найскладніші можуть контролювати до 8 зон поливу за чотирма встановленими програмами.

Підключення усіх датчиків, клапанів і насосів проводиться через дроти. Налаштування системи у більшості випадків здійснюється через панель керування на корпусі контролера. Також найпотужніші моделі контролера дають можливість під'єднати смартфон за допомогою wi-fi.

Отже, «Rain Bird» пропонує досить широкий вибір пристроїв управління потоком води, датчиків та контролерів. Можливість встановлення одного контролера для багатьох зон поливу дозволяє використовувати систему як для присадибної ділянки, так і для саду чи газону. Функція вибору кількох програм наявна лише у найдорожчих моделей контролера і не дозволяє встановити індивідуальну програму для кожної зони поливу. найдешевші ж моделі контролера дають можливість використовувати лише таймер для поливу без датчиків погоди.

Усі ці особливості свідчать про те, що автоматизована система поливу «Rain Bird» є придатною для невеликих ділянок з незначним різноманіттям рослин.

«Irritec» [3] пропонує зрошувальні системи автоматичного поливу для сільськогосподарських ділянок та фермерських теплиць. Системи орієнтовані на великі площі та використання води з природних водойм.

Струмені поливу керуються насосами, що дає змогу самостійно регулювати витрати води.

Контроль погодних умов відбувається за допомогою метеостанції та кількох термометрів. Контролер можна розташовувати у будь-якому зручному місці. Він з'єднується з блоками управління за допомогою дротів або радіохвиль та охоплює до 20 зон поливу. Також контролер має функцію змішування добрива для поливу і вибору резервуарів з готовим добривом для кожної ділянки.

Повне налаштування та керування системою здійснюється через програмне забезпечення комп'ютера, під'єданого до контролера радіохвилями чи дротами.

Отже, «Irritec» спрямована на обробку великих фермерських територій полів та садів. Оскільки зони керування є завеликими для присадибних ділянок, а використання насосів при централізованому водопостачанні недоречне та надмірне, то система не є придатною для домашнього використання.

«Полив-плюс» [4] пропонує зрошення газону та присадибних ділянок із мінімальним функціоналом та максимальною непомітністю для реалізації різних рішень ландшафтного дизайну.

Керування водяними струменями відбувається за допомогою електромагнітних клапанів.

Для контролю погодних умов використовується датчик дощу. Кожний контролер розрахований на одну зону поливу і розміщений біля неї. До контролера підключені висувні зрошувачі, які розташовані на ділянці для того, аби система поливу була непомітною. Усі модулі підключені дротами до контролера.

Налаштування контролера, а саме часу та критичної вологості поливу, здійснюється безпосередньо з панелі керування на корпусі.

Отже, автоматизована система поливу компанії «Полив-плюс» спрямована на обробку газонів та невеликих садів. Оскільки налаштувати температуру поливу неможливо, виникає необхідність власноруч корегувати систему в залежності від погодних умов. Цей факт, а також необхідність окремого контролера для кожної зони поливу, використання специфічних зрошувачів роблять АСП виробництва «Полив-плюс» не вигідними для городу і саду з різними видами рослин.

«АкваБуд» [5] пропонує системи автополиву для садів та газонів із різними джерелами подачі води: забір із ємності, викачування із свердловини, централізоване водопостачання.

Керування водяними струменями здійснюється за допомогою електромагнітних клапанів або насосів, в залежності від вибору джерела подачі води.

Для контролю погодних умов застосовуються термометри та датчики світла і дощу. Один контролер керує кількома зонами поливу, що є достатнім для обробки газону та саду. Управління контролером здійснюється за допомогою панелі керування на його корпусі. Усі з'єднання проводяться дротами.

Отже, «АкваБуд» спеціалізується на АСП для садів та галявин із газоном. Оскільки система орієнтована на малу кількість зон поливу і використовує холодну воду із свердловини без нагрівача, вона є неприйнятною для городів та плодкових садів.

Можна зробити висновок, що найбільші з розглянутих компаній – «Hunter» та «Irritec» – орієнтовані на великі площі поливу (парки, поля). Це виправдовує використання GSM та GPRS технологій, які є занадто дорогими та надмірними для присадибних ділянок.

Усі інші розглянуті компанії виробляють системи поливу для малих ділянок. Більшість з них орієнтовані на обробку газонів і неплодкових садів, а тому пропонують висувні зрошувачі для збереження ландшафтного дизайну («Полив-плюс») та можливість використання холодної води із свердловини («АкваБуд»).

Серед проаналізованих автоматизованих систем поливу було виявлено такі недоліки: використання недостатньої кількості датчиків погоди («Поливплюс», «Rain Bird»), висока вартість обладнання керування (усі компанії), необхідність в операторі («Hunter», «Irritec»).

На основі переглянутих автоматизованих систем поливу та врахуванні їх переваг та недоліків було запропоновано власний проект – АСП для присадибної плодової ділянки. Оскільки використання тільки статичного пульта або комп'ютера не є у такому випадку зручним, необхідна можливість керування системою із переносного пристрою, а саме смартфона. Доцільним буде використання Wi-Fi. Додаток на смартфоні повинен забезпечити повне налаштування системи та її керування.

У запропонованій системі поливу буде використано датчики температури та вологості ґрунту. Інформації, отриманої з них, достатньо для визначення необхідних погодних умов. Управління струменями води буде здійснюватися за допомогою насоса та електромагнітних клапанів. Для налаштування системи будуть враховані дані температури, вологості ґрунту та часу.

1.2. Огляд існуючих систем поливу

Автоматизоване обладнання працює при мінімальній участі користувача. Системи автоматичного поливу можуть працювати за встановленим графіком протягом декількох тижнів і навіть місяців, тому досить лише змінювати програму відповідно до зміни сезонів.

До методів поливу відносяться:

- Поверхневий полив (вода розподіляється по поверхні ґрунту окремими струменями або суцільним шаром)
- По проточним борознам (воду в борозни подають невеликими струменями. У міру просування основна маса води вбирається в стінки і дно борозен);

- Затопленням (при цьому вода напускається шаром до 25 см і більше на горизонтальні ділянки, які обмежені з усіх боків високими валиками для затримання вологи);
- Напуском по смугах (вода рухається по смугах, які розбивають із застосуванням спеціальної техніки. Висота валів, що обмежують смуги, становить 15-20 см).
- Внутрішньо ґрунтовий полив (вода подається по прокладених в ґрунті трубках з отворами безпосередньо до кожної рослини, рівномірно розподіляється і не зволожує ґрунт між рядами, як буває при застосуванні інших методів поливу)
- Дощування (вода розбризкується над ґрунтом і рослинами за допомогою спеціальних дощувальних апаратів) [13].

Однією з найвідоміших систем крапельного поливу є «Аквадом», що підключається до центрального водопроводу або будь-якої ємності з водою достатнього обсягу. Полив здійснюється кожні 40 хвилин, кількість кущів, які охоплюються системою – не більше 50 штук.

Система автоматичного поливу Hunter – це система трубопроводів і форсунок, функцією якої є своєчасний, безперебійний та рівномірний полив заданих ландшафтних площ в автоматичному режимі. Система поливу коренів розроблена спеціально для того, щоб вода, кисень та поживні речовини проникали всередину навіть щільного ґрунту та забезпечували здоровий ріст коренів, як у поверхні, так і глибоко під землею. Особливістю даної системи є те, що пристрій може подавати воду цілеспрямовано. [13].

Доставка води в зону поливу регулюється електромагнітними клапанами, розміщеними в спеціальних коробах з конструкціями розпилювачів різного виду, включаючи систему крапельного поливу. Їх об'єднують по робочим зонам.

Кожна зона створюється для роботи однотипних груп розпилювачів, які ідеально підходять для розвитку певних видів рослин і включається в роботу від контролера по черзі. В систему крапельного поливу встановлюють редуктор. Він підтримує оптимальний допустимий тиск води в системі для утворення крапель.

Зливні автоматичні клапани в кінці магістралей запобігають утворенню підвищеної вологості ґрунту та сприяють осушенню при роботі системи.

Місце для розташування контролера вибирають з урахуванням зручності обслуговування, доступу, захищеності від впливу навколишнього середовища.

Його з'єднують з електричною мережею живлення і електромагнітними клапанами, датчиками дощу спеціальними стійкими до вологи кабелями і проводами.

Електропостачання контролера зазвичай здійснюють від побутової мережі 220 Вольт через вбудований блок живлення. Для невеликих систем допустимо використовувати батарейки або акумулятори.

Типову систему поливу «зображено на рис. 1». Завданням такої системи є забезпечення рослин необхідною їм кількістю води з урахуванням реальних атмосферних опадів.

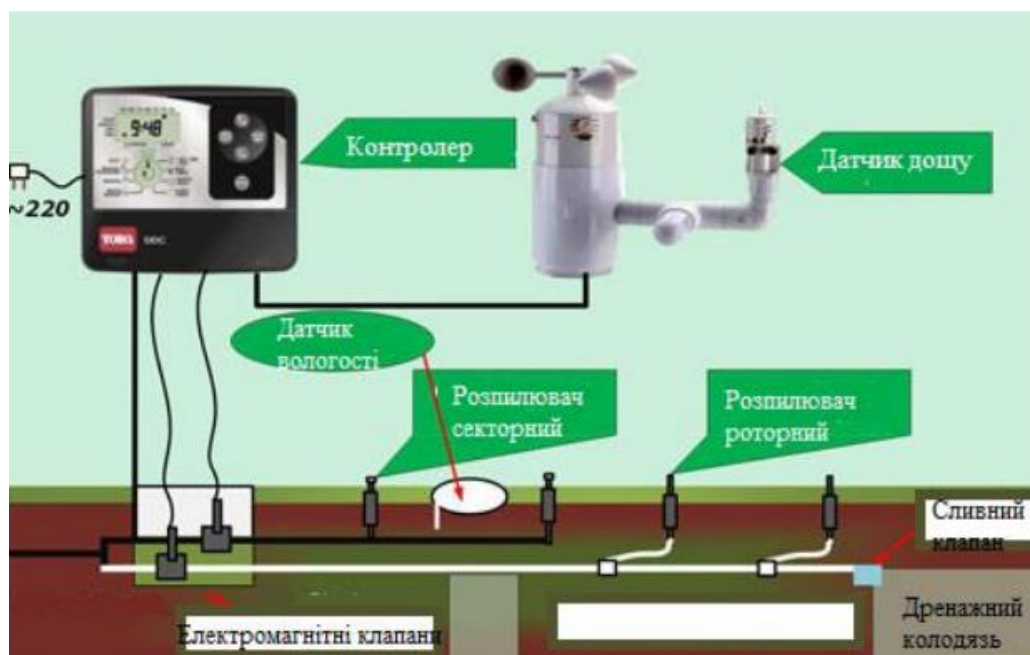


Рис. 1 Типова схема автоматизованого поливу

З цією метою вже проведені численні наукові дослідження, що надають інформацію про кількість вологи для гарного розвитку рослин в залежності від сезону. Наприклад, для росту газонної трави потрібно близько $120 \div 150$ мл води

протягом літнього місяця. При перерахунку на добову норму потреба складе $4 \div 5$ мл.

Встановлений в ґрунті датчик вологості постійно аналізує наявність вологи, та видає відповідну інформацію на контролер, який обробляє її, регулюючи тривалість і обсяг подачі води.

Вода для поливу береться з водопроводу, який може бути:

1. підключений до централізованої системи водопостачання;
2. використовуватися індивідуально.

На вході в систему автоматичного поливу встановлюють лічильник води і електричний насос в залежності від прийнятої гідравлічної схеми. Магістралі забезпечують зворотними клапанами, які виключають можливість проникнення в систему забруднених ґрунтових вод.

Щоб перед настанням зимових морозів прибрати воду з системи монтують зливний кран. Фільтр видаляє можливі забруднення, що потрапляють в систему автоматичного поливу до розподілу води. Він забезпечує нормальну роботу електромагнітних клапанів.

Керовані електромагнітні клапани монтують в пластикових корпусах всередині ґрунту по центру магістралей. Їх кількість залежить від розгалуженості структури, застосування її у конкретній території.

Усередині магістралей автоматичної системи поливу завжди підтримується необхідний тиск води. Трубопроводи, перехідники, арматура, методи монтажу повинні його надійно витримувати. Тому для цього застосовують спеціальні конструкції з поліетиленових труб, що витримують тиск всередині них до 10 бар [13].

1.3. Огляд основних складових систем автоматизованого поливу

До складу систем полива входять наступні складові:

- датчики;
- дощувачі;

- електромагнітні клапани;
- контролери;
- форсунки;

В системах поливу використовуються наступні типи дощувачів:

- імпульсні дощувачі;
- шланги-дощувачі;
- віярні дощувачі;
- роторні дощувачі;
- осцилюючі дощувачі;
- кругові дощувачі.

в системах поливу використовуються наступні типи форсунок:

- за типом випуску води;
 - спреєвого типу;
 - струменевого типу;
- за типом сектора розпилення:
 - стандартні кругові
 - спеціальні
- за способом налаштування:
 - нерегульовані;
 - регульовані;

1.3.1. Електромагнітні клапани

Ці пристрої встановлюються на кожну зону зрошення і, в залежності від програми поливу, відкривають доступ води безпосередньо до зрошувачів. При подачі напруги соленоїд встановлений на клапані діє на мембрану в клапані, відкриваючи й закриваючи доступ води в систему автоматичного поливу. Також встановлюються регулятори тиску клапанів, коли статичний тиск води занадто великий для функціонування дощувачів.

Електромагнітні клапани приводяться в дію від контролера. Зазвичай напруга живлення клапанів складає 24 В. Ці пристрої встановлюються на кожну зону зрошення і, в залежності від програми поливу, відкривають доступ води безпосередньо до зрошувачів.

1.3.2. Контролери

Блок управління, або контролер, призначений для управління системою автоматичного поливу. Саме за допомогою контролера управляють роботою клапанів. До одного блоку можуть одночасно підключатися кілька клапанів, а також пускове реле насоса.

У блоці управління реалізуються програми керування поливом, які будуть визначати час включення поливу, його тривалість і витрату води окремо для кожної зони ділянки. За допомогою блоку управління можливо повністю автоматизувати систему поливу на ділянці на тривалий час. Згідно з заданими програмами, мікропроцесор, розташований всередині блоку управління, буде подавати сигнали кожному клапану, включаючи і виключаючи по черзі зони поливу.

При виборі контролера потрібно враховувати необхідну максимальну тривалість поливу. Цей показник визначається складністю ландшафту ділянки і тим, які культури планується на ньому вирощувати. Так, для протяжних ділянок, місць, що відрізняються складним ландшафтом або призначених для вирощування вологолюбних рослин, краще зупинитися на контролерах з максимальною тривалістю поливу - понад 120 хв, щоб цього часу вистачило для якісного поливу всіх зон. Якщо ж на ділянці багато відкритого простору, а вирощувані культури не потребують великої кількості вологи, можна використовувати блок управління з максимальним часом поливу від 60 до 120 хв.

При використанні слід звернути увагу на його сумісність з іншими модулями автоматичної системи поливу, тому найкращим варіантом буде покупка модулів і блоків одного виробника. Існують різні моделі контролерів, призначені для внутрішнього і зовнішнього монтажу.

В даний час в системах автоматичного поливу використовуються дві схеми управління: сателітна і декодерна.

Сателітна схема передбачає, що електромагнітні клапани приєднуються до роз'ємів блоку управління за допомогою електропроводів. Контролери, в яких використовується сателітна схема, відрізняються простотою і низькою вартістю. Саме такі схеми управління найчастіше зустрічаються на дачних ділянках. Загальна кількість клапанів, підключених до даної системи, не перевищує 25-30 штук.

Декодерна схема передбачає, що підключення електромагнітних клапанів відбувається до загальної двухпроводної шини, при цьому клапани підключаються через спеціальний декодер. Управління відбувається за допомогою цифрових адресів. Декодери, розміщують прямо поруч з клапанами або роторними дощувачами. Кількість клапанів, підключених до блоку управління за допомогою декодерної схеми, може досягати декількох десятків.

При необхідності різні датчики, наприклад, метеостанції, датчики дощу або вологості ґрунту, під'єднують до двухпроводної шини з використанням декодера.

1.3.3. Датчики

Датчики кліматичних умов - необхідний елемент системи автоматичного поливу. Одним з найважливіших є датчик дощу, який може відключити систему автополиву в дощову погоду. Також до цієї системи підключають датчики вітру, температури, витрати води, які можуть використовуватися як окремо, так і в комплексі. Датчики дощу по типу інтерфейсу бувають дротовими і бездротовими. По принципу побудови виділяють аналогові та цифрові пристрої. При випаданні опадів, датчики передають сигнал на пульт управління і він відключає полив.

При цьому, режими поливу автоматично активуються згідно із заданими раніше програмам. Такий принцип роботи датчиків дощу дозволяє відключати систему поливу навіть в сиру погоду.

Датчик температури повітря – може зупинити роботу системи поливу або запобігти її включення, якщо температура навколишнього середовища опуститься нижче заданого значення.

Датчик витрати води дозволяє відключити систему автоматичного поливу, якщо через трубопровід пройде води більше заданого значення. До прикладу, якщо сталося пошкодження труби або розбризкуючої головки і виник витік води.

Датчик визначення вологості ґрунту дозволяє економити воду і припинити полив, коли він стане непотрібним. Датчик поміщають в ґрунт, де він періодично вимірює рівень вологості. Якщо вологість ґрунту буде нижче заданого значення, а час поливу ще не настав, датчик може дозволити запуск системи поливу. Якщо ж вологість ґрунту буде достатньою, то система може зупинити цикл поливу для економії води. При використанні датчиків вологості ґрунту економія води складає більше 40%. Для підключення до систем автоматичного поливу використовують також метеостанції, які одночасно вимірюють різні параметри навколишнього середовища, наприклад, температуру повітря, напрям і швидкість вітру, відносну вологість повітря і кількість опадів, що випали. Особливо корисною є подібна станція в районах, де погодні умови часто змінюються [13].

1.4. Огляд засобів керування автоматизованим поливом

На ринку України представлені контролери системи поливу двох фірм– Rain Bird та Hunter.

Контролери Node Hunter

Серія автономних контролерів для автополиву Hunter NODE – це серія розподілених виносних контролерів, які використовуються безпосередньо з електронними клапанами. Контролери Hunter NODE – це єдина лінійка контролерів, яка працює від джерел автономного живлення, і під'єднується прямо на клапани. Такі системи одночасно можуть обслуговувати від 1 до 6 зон поливу одночасно. Корпус цих контролерів герметичний і відмінно переносить вологу.

Контролери Dual Hunter

Серія контролерів для автополиву Hunter DUAL чудово підходить для автополиву великих територій, наприклад міських парків і гольф полів. Серія є

інноваційним модулем розширенням для контролерів серії Hunter ICore. Завдяки даному модулю розширення кількості зон автополиву може бути збільшено на 48 зон, не рахуючи зон, які може обслуговувати сам Hunter I-Core. Управління цими зонами відбувається за допомогою підключення декодерів, вони можуть управляти як одним, так і двома клапанами. Звернемо увагу на те, що практично усі функції даного контролера поширюються також і на інтегрований в контролер модуль DUAL.

Контролери I-Core Hunter

Серія контролерів для автополиву Hunter I-CORE відноситься до професійної лінійці обладнання. У заводській комплектації даний програматор може обслуговувати 6 зон автополиву, але про допомогою модулів розширення може розширюватися до 42 зон поливу, якщо додатково підключити пульт управління DUAL то до 42 можна додати ще додатково 42 зони. Статус всієї системи, модуль SmartPort, підтримка 6-ти мов і рідкокристалічний дисплей з підсвічуванням. Контролери даної серії вважаються одними з найбільш функціональних в поливної індустрії.

Контролери X-Core Hunter

Контролери для автополиву Hunter X-CORE досить прості в установці і монтажі. Також вони відрізняються зручним управлінням, яке стало можливим завдяки трьом вбудованим програмам, кожна з яких має по 4 різних алгоритми поливу. Контролери серії Hunter X-CORE здатні обслуговувати до 8 зон зрошення. Таке обладнання для поливу можна встановити на ділянках різних розмірів.

Контролери ELC Hunter

Поряд з безліччю комерційних і приватних контролерів була розроблена лінійка Eco Logic - спеціальних бюджетних контролерів, які мають базовий набір функцій програмування для невеликих систем автоматичного поливу. Вся серія виконана для монтажу всередині приміщень і поставляється в двох варіантах - для управління 4-ма і 6-ю зонами поливу [13].

1.5. Опис функціональних властивостей системи автоматичного поливу

На підставі проведених оглядів систем поливу, їх складових та особливостей існуючих контролерів поливу можна визначити наступні властивості розроблених системи поливу:

- можливість реалізації як місцевого так і віддаленого керування системою з використанням веб-додатку;
- контроль температури та вологості повітря та ґрунту;
- можливість програмування різних алгоритмів керування поливом з встановленням кількості зон, часу початку поливу, тривалості поливу та час відновлення поливу;
- можливість розширення кількості каналів керування електромагнітними клапанами;
- компактна полегшена конструкція;
- можливість враховувати сезонність при організації зрошення;
- зручність при монтажі.

1.6. Необхідність розробки системи автономного контролера поливу кімнатних рослин

Кімнатні рослини є майже в кожному будинку. У великих містах рослини розставляють у багатоповерхових будівлях, в офісах і компаніях, для того щоб створити комфортний простір для людини. При цьому, стан кімнатних рослин залежить від своєчасного поливу та догляду за ними. Система автоматичного регулювання поливу кімнатних рослин дозволяє своєчасно забезпечити різноманітні рослини водою, заощадити як час, так і водні ресурси, однак догляд за рідкісними рослинами пов'язаний зі складнощами вибору оптимального режиму поливу. Таким чином, необхідність розвитку «Розумних» систем, поливу, визначає актуальність цієї роботи.

1.7. Висновок до першого розділу

В даному розділі було проаналізовано предметну область дослідження, розглянуто призначення, область застосування та види систем автоматизованого поливу рослин, наведено схеми та складові частини зрошувальних пристроїв, а також були розглянуті різні конструкції та області застосування автономних зрошувальних систем. Це дозволяє зробити висновки про те, що розробка таких систем є досить перспективним та динамічним напрямком в інженерній діяльності. Нами було обрано систему управління, розроблено загальну ідею щодо її реалізації, а також проведено огляд сучасного ринку мікроконтролерних систем поливу. А також проаналізовані можливі відхилення від норми, та несправності в ході розробки пристрою. Це дозволило нам чітко сформулювати поставлену задачу і, в подальшому, вибрати всі необхідні технічні засоби для розробки САПР.

РОЗДІЛ 2

ВИБІР ЗАСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ КОНСТРУЮВАННЯ АВТОНОМНОГО КОНТРОЛЕРА ПОЛИВУ

2.1. Вибір платформи Arduino

Наразі технології з використанням мікропроцесорів та штучного інтелекту застосовуються в повсякденному житті досить активно. Здебільшого – це системи контролю, моніторингу, захисту, передавання, обробки даних та ін.

Платформа Arduino є одним із найзручніших способів вивчення основ програмування пристроїв на мікроконтролерах, які орієнтовані на тісну взаємодію з навколишнім світом та користувачем. Цьому мініатюрному пристрою присвячено безліч статей і форумів в Інтернеті.

Arduino – це невелика плата з власним процесором і пам'яттю. На платі також є пара десятків контактів, до яких можна підключати різноманітні компоненти: лампочки, датчики, серводвигуни, чайники, роутери, магнітні дверні замки і взагалі все, що працює від електрики. Плата випускаються в різних версіях, але підтримує одну і туж мову програмування, що є спрощеною підмножиною C/C++, яка у свою чергу не складна для вивчення.

Величезний успіх Ардуіно, відносно інших мікроконтролерів, пов'язаний з тим, що апаратне та програмне забезпечення були опубліковані у відкритому безкоштовному для загального користування доступі: їх можна читати, вивчати і навіть розширювати його можливості як в плані програмного забезпечення, так і з точки зору апаратних засобів. Вся інформація про Ардуіно доступна під ліцензією "Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 License" [5].

Кафедра ЕРТМІР					НАУ 20 11 48 000 ПЗ							
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Автономний контролер поливу кімнатних рослин			Літера	Аркуш	Акрушів		
Виконав		Ільченко М. Ю.									27	62
Керівник		Задорожній Р.О.										
Консультант												
Н-контр.		Сініцин Р.Б.										
Зав. каф.		Шутко В. М.						405	171			

У процесор Arduino можна завантажити програму, яка буде керувати пристроями за заданим алгоритмом. Таким чином можна створити нескінченну кількість унікальних класних гаджетів, зроблених своїми руками і за власним задумом. Нижче приведено ілюстрацію «зображено на рис. 1.1», яка не відображає і мільйонної частки всіх можливостей, але все ж дає первинне уявлення.

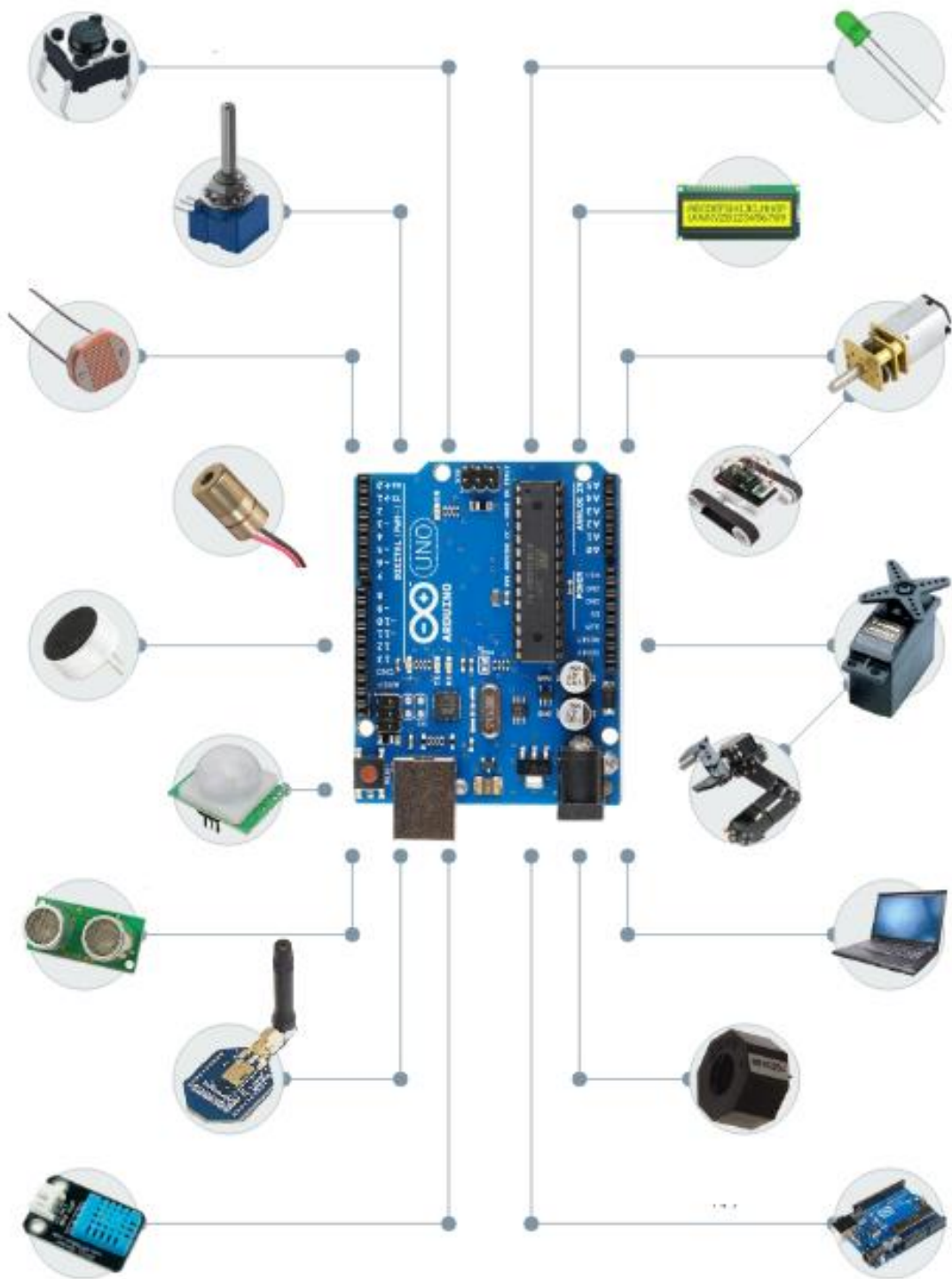


Рис. 1.1 Можливість підключення Arduino UNO

Дизайн плат Arduino такий, що його форм-фактор (майже) не залежить від моделі Arduino. У перших платах Arduino стояли досить великі за розміром мікроконтролери; тепер мікроконтролер значно зменшили за габаритами, проте розмір і форма плати Arduino залишилися все тими ж (і навіть, звільнили багато вільного місця на ній). Це рішення по незмінності розмірів плат дало велику перевагу: сторонні виробники периферії можуть легко розробляти, виробляти і продавати модулі, які розширюють функціональні можливості будь якого Arduino.

Використовуючи програмовані плати, будь хто, з мінімальними знаннями електроніки має можливість з легкістю створювати комплекси електронних пристроїв: складні електричні зв'язки елементів електроніки в цьому випадку конвертуються в програмне забезпечення, отже, навіть люди, які не працювали з аналоговими і дискретними пристроями, такими як діоди, транзистори, операційні підсилювачі, інтегральні схеми, логічні порти, і т.д., можуть реалізувати цікаві проекти. Початківцям програмістам інтернету речей корисно спробувати роботу з платформою Arduino. Навчальні матеріали по Arduino можуть бути легко знайдені в Інтернеті для реалізації різних завдань.

Для зручності роботи з Arduino існує безкоштовне та офіційне середовище програмування Arduino IDE, що працює під Windows, Mac OS і Linux. За допомогою неї завантаження нової програми в Arduino стає справою одного кліка, потрібно лише підключити плату до комп'ютера через USB.

Хоча для більш розвинених можлива робота і через Visual Studio, Eclipse, та інші, а новачкам підійде візуальне середовище програмування XOD IDE. Повноцінні пристрої можна збирати, використовуючи спеціальну макетну дошку, перемички і провідники монтуються абсолютно без пайки.

Для виконання наших поставлених цілей і задач, доцільним буде, обрати плату Ардуіно яка має невеликі розміри, використовується мінімальна кількість пінів для підключення різноманітних модулів, і самим головним чинником для нас є якнайменше споживання струму. З великого різноманіття плат Arduino під наші потреби добре підійде плата Digispark бази мікроконтролера ATtiny85 «зображено на рис. 1.3»

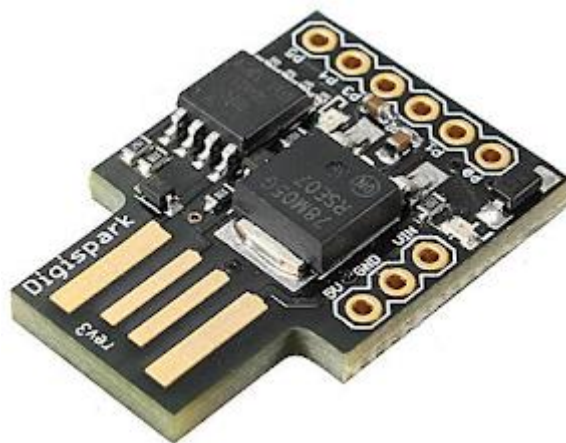


Рис. 1.3. Зовнішній вигляд плати Digispark

Digispark - це плата, подібна Ардуіно, тільки на базі мікроконтролера ATtiny85. Вона не такою функціональною в плані периферії як Ардуіно, але зате компактна і дешева. Особливою цю плату робить те, що для її програмування не потрібно програматор, досить просто підключити Digispark до комп'ютера і можна заливати в неї новий скетч. При цьому плата не містить спеціалізованих USB контролерів або перетворювачів, всі необхідні функції для програмування через USB реалізовані в засобі завантаження.

У контролера виведено 6 виходів і всі вони доступні для використання. Два зарезервовано для роботи з USB інтерфейсом, до одного підключений світлодіод. Для розробки можна використовувати середовище розробки Arduino IDE (OSX / Win / Linux).

Живлення пристрою використовується від USB інтерфейсу, зовнішнього джерела напругою 5В і напругою від 7В до 12В від внутрішнього стабілізатора напруги 5В 500мА. Перемикання джерела живлення відбувається автоматично.

2.1.1. Розпіновка Digispark ATTINY85

При створенні прототипів на базі плати ATtiny85 20 SU не варто забувати про її відмінності від Arduino. Нижче зображено фото з розпіновкою виходів на платі Digispark «зображено на рис. 1.4». Почнемо з першого Піна (PIN 1): він в ATtiny85 використовується для необхідного при прошивці сигналу Reset і при копіюванні коду його не варто використовувати. Якщо цього не вдається уникнути,

то потрібно користуватися складним високовольтним програматором. Наступні Піни, що вимагають особливої уваги, за номером 3 і 4 (PIN 3, PIN 4). До PIN 3 підключається резистор 1,5 К, що в результаті забезпечує більш високі значення, ніж 0. Третій пін, поряд з четвертим, застосовуються для підключення порту USB. Якщо планується використовувати ці Піни для налагодження периферії, то перед завантаженням прошивки їх потрібно відключити.

Digispark ATtiny85

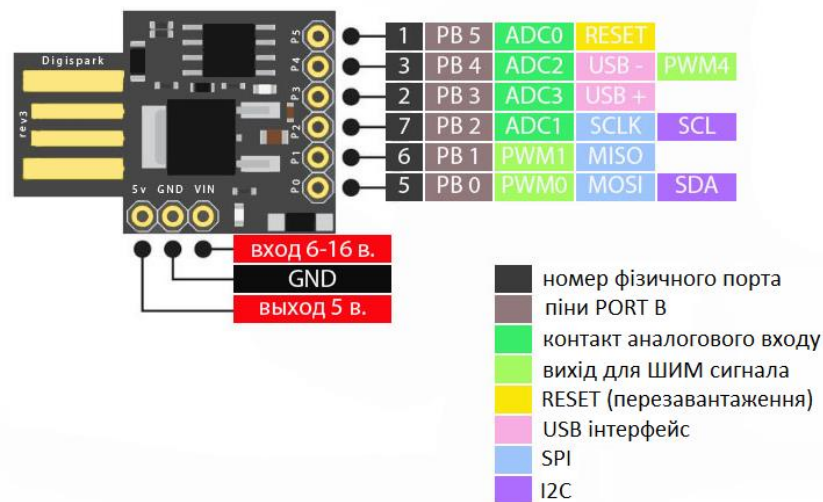


Рис.1.4. Розпіновка плати Digispark

Плата ATtiny85 20 SU, на відміну від Arduino, підтримує не всі команди і бібліотеки, і її пам'ять в 8К відрізняється від стандартної версії в 6К. При розробці пристроїв необхідно пам'ятати про наступні крайні значення: мінімальне споживання 13,38мА, максимальне близько 30мА. Пов'язано це, швидше за все, з великими значеннями тактової частоти, більше нічим пояснити високе споживання енергії.

2.1.2. Характеристики Digispark

- Пам'ять програм (FLASH) - 8Кб, з них близько 2кб займає завантажувач;
- ОЗУ (SRAM) - 512 байт;

- Незалежна пам'ять (EEPROM) - 512 байт;
- Тактова частота 16МГц / 16,5МГц;
- USI (Universal Serial Interface) - універсальний послідовний інтерфейс. Може використовуватися в двох провідному (I2C / TWI) і трьох провідному (SPI) режимі;
- 4-х каналний 10-розрядний АЦП;
- аналоговий компаратор;
- 2 8-бітних таймера-лічильника;
- сторожовий таймер;
- 8 виводів, 6 з яких доступні як лінії введення-виведення;
- Живлення Digispark можливо від USB, або від зовнішнього джерела 5В або 7-35В (рекомендується не більше 12В).

Крім мікроконтролера на платі встановлений лінійний регулятор напруги 5В 500мА, невелика обв'язка для USB і пара світлодіодів, один з яких підключений до виводу PB1 або PB0 в залежності від модифікації, інший служить індикатором. Плата оснащена USB роз'ємом типу А, що дозволяє підключати її до комп'ютера без використання додаткових дротів.

Плати Digispark працюють на частоті 16 або 16,5МГц. Її джерелом служить PLL генератор: тактовий сигнал від внутрішнього каліброваного RC-генератора (~8МГц) подається на вхід помножувача на 8, в результаті виходить частота 64МГц, потім вона ділиться на 4, що дає системну частоту 16МГц. При підключенні Digispark до комп'ютера завантажувач калібрує RC-генератор для отримання системної частоти 16,5МГц. Починаючи з версії завантажувача 1.0.6 калібрувальна інформація зберігається всередині мікроконтролера. Попередні версії завантажувача цього не робили, тому при роботі від зовнішнього джерела живлення (не від шини USB) такі плати працюють на частоті 16МГц.

Також слід згадати про одну особливість офіційних плат Digispark. Перший висновок мікроконтролера ATtiny85 може використовуватися як звичайний пін введення-виведення або як вхід зовнішнього скидання – Reset. Призначення даного

виходу визначається фюзом RSTDISBL (External Reset Disable). Так ось в офіційних платах Digispark фюз RSTDISBL запрограмований, тобто перший вихід є звичайним піном введення-виведення. В результаті нам доступні всі 6 ліній введення/виведення ATtiny85, але з іншого боку у нас більше немає входу зовнішнього скидання, а значить немає можливості щось зробити з мікроконтролером, використовуючи ISP програматор. Що стосується китайських клонів, то в них даний фюз може бути як запрограмований, так і відсутній.

2.2. Вибір акумуляторної батареї для водяної помпи

Велика різноманітність акумуляторів на ринку породжує певну невизначеність при їх виборі. Розглянемо докладно деякі сучасні акумуляторні батареї (АКБ) для нашого автономного контролера поливу кімнатних рослин. Розглянемо основні характеристики акумуляторних батарей. Розуміння цих параметрів допоможе зробити правильний вибір акумулятора для наших потреб.

До основних характеристик акумуляторів для наших потреб відносяться:

2. Хімічний склад;
 3. Типорозмір;
 4. Напруга;
 5. Ємність;
 6. Робочий струм;
 7. Ефект пам'яті.
- Від хімічного складу акб (літій-іонний або нікель-метал-гідридний) залежать всі основні параметри: питома ємність, напруга одного елемента, максимальний робочий струм, "ефект пам'яті", число циклів заряд-розряд. Відповідно, від цього залежить тривалість роботи нашого пристрою.
 - Типорозмір - це формат акб (круглий, прямокутний) і розміри. Це один з перших параметрів при виборі акумулятора. АКБ більшого формату не помістяться в акумуляторний відсік, а меншого - там не зафіксуються. Типорозмір має цифрове або цифро-буквене позначення. У літій-іонних

аккумуляторів: 18650, 16340 (CR123A), 14500. У нікель-метал-гідридних: AA, AAA, R14, R20.

- 18650 позначає діаметр 18 мм і довжину 65 мм, 16340 - 16 мм і 34 мм, 14500 - 14 мм і 50 мм.
- AA - 14 мм і 50 мм, AAA - 10 мм і 44 мм, R14 - 26 мм і 50 мм, R20 - 34 мм і 62 мм. Як бачимо, аккумуляторні батареї AA мають той же розмір, що і акб 14500, але вони не взаємозамінні через різної напруги.
- Напруга – різниця потенціалів між позитивним і негативним полюсами батарейки, вимірюється в Вольтах (В або V). Необхідно використовувати аккумуляторні елементи з тією напругою, на яку розрахована плата Digispark і помпа. Так, застосувавши три Li-Ion акб 3.7V замість трьох Ni-MH 1.5V елементів, ми отримаємо сумарне напруга близько 12 Вольт (замість 4.5 Вольта). Важлива також величина зміни напруги в процесі розряду. Розрізняють декілька значень напруги аккумулятора:
 - максимальне – після повного заряду;
 - мінімальне – в кінці розряду;
 - номінальне – в середині розряду.
- Ємність показує як довго буде розряджатися аккумуляторна батарейка при номінальному струмі. Вимірюється в Ампер * годинах (Ah), або, на англійській мові, в Ampere * hour (Ah). Ємності невеликої величини виражають у міліампер помножені на годину або в milliAmpere * hour (mAh). Треба розуміти, що реальна ємність аккумулятора може бути помітно менші, ніж заявлена, якщо робочий струм значно перевищує номінальний струм.
- Робочий струм вимірюється в Амперах або міліампер (A або mA), в зарубіжному позначенні Ampere або milliAmpere (A або mA). Чим вище струм, тим більшу енергію в одиницю часу може віддавати аккумуляторна батарея, а значить вона зможе жити до прикладу більш потужну лампочку в ліхтарі. Треба розділяти поняття максимального робочого струму, який може віддавати акб, і номінального робочого струму, при якому забезпечується

заявлена виробником ємність. Літій-іонні акумулятори довго можуть віддавати великий струм лампочці або світлодіоду ліхтаря, чим забезпечується більш яскравий промінь, ніж при використанні Ni-MH акб.

- Ефект пам'яті спостерігається в зменшенні ємності нікель-кадмієвих та нікель-метал-гідридних акумуляторних батарей при неповному розряді перед початком зарядки. Ефект пам'яті характерний для Ni-Cd, знижений у Ni-MH і відсутній у Li-Ion акб.

Види акумуляторів для нашого проекту

Незважаючи на велику різноманітність акумуляторів, всі їх можна поділити на вбудовані або знімні. Вбудовані моделі ми розглядати не будемо. А знімні акумулятори поділяються на кілька видів:

- Літій-іонні стандартні;
- Літій-іонні спеціалізовані;
- Нікель-метал-гідридні;
- Свинцево-кислотні.

Літій-іонні (Li-Ion) акумулятори володіють найкращими параметрами і отримують широке використання практично у всіх сферах.

Різновиди літій-іонних акумуляторів типу 18650

Незважаючи на загальну технологію виробництва, літій-іонні акумулятори 18650 (а також 16340 і 14500) діляться на різновиди, в залежності від матеріалу катода. У кожному з цих типів АКБ посилено якісь властивість.

Різновиди літій-іонних АКБ:

- Літій-кобальтові;
- Літій-марганцеві;
- Літій-марганець-нікелеві;
- Літій-залізо-фосфатні.

Переваги літій-іонних АКБ 18650 різних типів

Хімічний тип АКБ 18650	Посилені корисні властивості
Літій-кобальтові	велика ємність (більша тривалість роботи пристрою)
Літій-марганцеві, літій-марганець-нікелеві	збільшений розрядний струм
Літій-залізо-фосфатний	найвищий розрядний струм, велике число циклів заряд-розряд

Літій-іонні акумулятори 18650, 16340 (CR123A), 14500 для нашого проекту підійдуть саме краще (Рис.). Так як вони, вони мають наступні переваги перед іншими АКБ:

- Велика ємність;
- Підвищена напруга;
- Високий струм віддачі;
- Немає ефекту пам'яті.

Для нашого автономного контролера поливу кімнатних рослин ми будемо використовувати 2 Li-Ion акумулятори з наступними характеристиками «зображено на рис. 1.5».



Рис. 1.5. Li-Ion акумулятор 18650

Характеристики Li-Ion акумуляторів

модель	18650
Тип	Li-Ion
Постійний струм розряду	3А
Максимальний струм розряду	5А
Максимальний зарядний струм	2А
Внутрішній опір	55mΩ
Верхня напруга	4.2V
Робоча напруга	3.7V
Нижня напруга	2.5V
Номинальний зарядний струм	1А
Кількість циклів	600
Термін зберігання	до 5 років
Діапазон робочих температур	від -20 ° С до + 60 ° С (найбільш оптимальна +20 ° С)
Габаритні розміри	65x18мм
вага	46г

2.3. Вибір насоса для перекачування води

Пристрої для забору води та її перекачування необхідні для будь якої дачної ділянки або приватних будинків де облаштована автономна система водопостачання. Погружний насос має кращі технічні характеристики ніж поверхневий, так як в плані потужності і напору вони краще справляються з поставленою роботою, це пояснюється тим, що погружний агрегат працює на великій глибині і для виштовхування води йому необхідно мати потужний двигун.

Перевага даного насоса полягає в розмірі і не великій вазі, що дозволяє його використовувати без проблем встановивши його на дно свердловин. Так, як нашій насос буде перекачувати зовсім мало води, і буде використовуватися лише для поливу кімнатних рослин та використовуватися в роботі декілька секунд на день, то ми вибираємо маленький насос з мінімальною напругою живлення від 3 Вольт до 6 Вольт «зображено на рис. 1.6». Він повністю задовольняє наші потреби, так як він маленьких розмірів, і зможе житись від акумуляторної батареї типу 18650. Споживання такого мініатюрного насоса становить близько 340 мА.



Рис. 1.6. Погружной міні насос (помпа)

Водяна міні помпа – компактний погружной насос для перекачування, додавання води в різні ємності. Дозволяє перекачувати рідину з пристойною швидкістю. Застосовується в агротехніці для поливу рослин, акваріумах, фонтанах та ін.

Використовуючи різноманітні датчики спільно з такими помпами, стає можливим створити систему автоматичного поливу і підтримання життєдіяльності рослин.

Завдяки тому, що помпа працює від низької напруги ми її будемо підключати до сонячних батарей.

Також цю помпу можна поставити на радіокеровану або автоматичну субмарину або корабель для створення рушійної тяги. Це дозволить уникнути обертових гвинтів, які є досить дорогими і часто ламаються. Нижче в «табл. 2» приведені основні характеристики водяної помпи.

Основні характеристики водяної помпи

Напруга живлення	3 - 6 Вольт
Потужність	0,4 – 1,5 Вт
Швидкість перекачування рідини	До 2 л/хв або 120 л/год
Матеріал корпусу	Пластик, загерметизований
Максимальна висота водяного стовпа	0,4 – 1,1 м
Зовнішній діаметр на виході	7,5 мм
Внутрішній діаметр на виході	4,7 мм
Розмір	24 мм x 45 мм x 33 мм
Може перекачувати масло і воду	
Струм залежить від напруги живлення	

2.4. Вибір контролера заряду живленням

Контролер заряду Li-ion акумуляторів 18650 дуже добре підійде для використання наших потреб. Так як він буде заряджати акумулятори від сонячної панелі та забезпечувати живленням всю нашу систему напругою 5 Вольт. Контролер відмінно підходить для заряду або живлення портативних пристроїв з сумарним споживаним струму до 2 А.

Контролер практично використовується для створення Power Bank з Li-ion акумуляторами (іншими сумісними по напрузі), в т.ч. 18650, з напругою 2,8 - 4,2 В.

Конструкція контролера 2xUSB «зображено на рис. 1.7»



Рис. 1.7. Контролер заряду Li-ion акумуляторів типу 18650

Для використання контролера потрібно спочатку до клем, позначених ВАТ + і ВАТ-, дотримуючись полярності, підключити Li-ion акумулятор (інший сумісний по напрузі). Після цього засвітяться 5 світлодіодів які будуть сигналізувати про рівень заряду акумуляторів.

Для заряду акумулятора в контролері передбачено гніздо micro USB тип В. Оптимальні параметри заряду акумулятора: напруга 3,7 - 5,5 В, струм 1 А. При заряді акумулятора, світлодіоди поступово будуть засвічуватися сигналізуючи рівень заряду. Живлення акумулятора закінчиться, коли напруга на ньому буде 4,2 В. Для підключення споживачів, контролер оснащений двома гніздами USB тип А. Одне гніздо має вихідні параметри - 5 В 2,1 А, інше 5В 1А. Також можна підключати споживачі до двох гнізд одночасно, тоді сумарний вихідний струм буде 2А.

Віддача енергії споживачу припиниться, коли напруга акумулятора досягне значення 2,8 В. Контролер рекомендується використовувати мінімум з двома акумуляторами. Струму від одного акумулятора може не вистачити для коректної роботи контролера. Характеристики контролера заряду:

- Контролер: LDR5409;
- сумісний тип акумулятора: Li-ion або інший сумісний по напрузі;
- типорозмір сумісного акумулятора: 18650 та інші;
- напруга сумісного акумулятора: 2,8 - 4,2 В;
- параметри зарядки: напруга 3,7 - 5,5 В, струм 1 А;
- кількість USB портів для споживачів: 2 шт .;
- вихідна напруга: 5 В;
- максимальний сумарний вихідний струм: 2 А;
- напруга зупинки заряду акумулятора: 4,2 В;
- напруга зупинки віддачі енергії: 2,8 В;
- захист від: перезаряду, перевантаження по струму;
- розміри: 57 x 28 x 8 мм;
- вага: 11 Гр.

2.5. Вибір драйвера управління навантаженням

Модуль драйвера управління навантаженням на транзисторі IRF520 використовується для підключення до контролера Arduino, або іншого керуючого мікропроцесорного пристрою навантаження постійного струму потужністю до 120 Вт «зображено на рис. 1.8.». Модуль може виконувати функцію комутації, а також функцію управління навантаженням. Через модуль до контролера можна підключати світлодіодне освітлення, двигуни постійного струму, малопотужні компресори, електромагнітні пускачі і т.д.

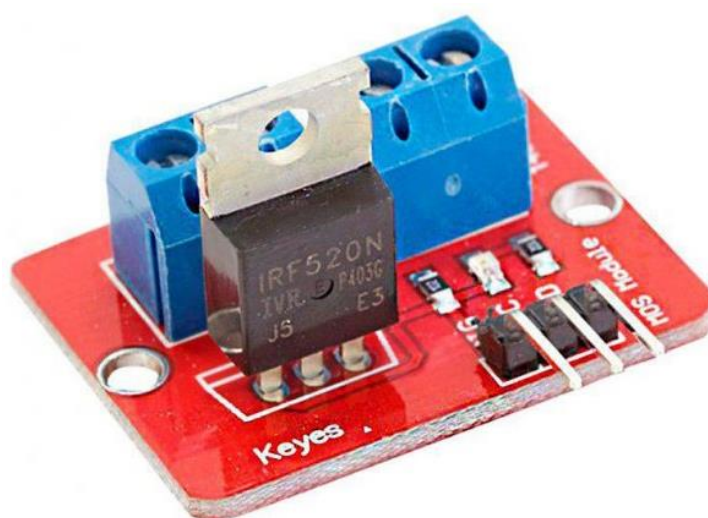


Рис. 1.8. Драйвер MOSFET на транзисторі IRF520

Модуль має три роз'єми для підключення до контролера, для підключення навантаження і для підключення зовнішнього джерела живлення:

- штирові контакти, позначені на платі модуля SIG, VCC і GND, використовуються для підключення до контролера;
- клеми затискачі, позначені на платі модуля V + і V-, використовуються для підключення керованих пристроїв або коматованих пристроїв;
- клеми затискачі, позначені на платі модуля VIN і GND, використовуються для підключення зовнішнього джерела живлення.

Для використання модуля потрібно до контактів SIG і GND підключити контролер. Причому, якщо потрібно управляти навантаженням, то до контакту SIG

потрібно підключати ШІМ вихід контролера. Якщо потрібно управляти комутацією, то до контакту SIG потрібно підключати цифровий вихід контролера. Якщо на контакті SIG є напруга, то горить червоний світлодіод. Контакт GND використовується як загальний вихід, контакт VCC не використовується.

Далі до контактів модуля V + і V- потрібно підключити керований або комутований пристрій з максимальною потужністю 120 Вт. При підключенні керованого пристрою потрібно дотримуватись полярності.

Якщо пристрій підключається до модуля на управління навантаженням, то для нього потрібно зовнішнє живлення. Зовнішнє живлення підключається до контактів VIN і GND. Значення потужності зовнішнього блоку живлення підбирається в залежності від потреби керованого пристрою. Максимальні вихідні параметри зовнішнього блоку живлення можуть бути 24 В і 5 А постійного струму. При комутуючому струмі більше 1 А на транзистор потрібно встановити радіатор.

Таблиця 4

Характеристики драйвера управління

зібраний на польовому транзисторі	IRF520
використовується для	комутації, управління навантаженням
керуюча напруга	5 - 20 В
напруга для керованих пристроїв	24 В
максимальний струм для керованих пристроїв	5 А
максимальна потужність комутації	120 Вт
розміри	31 x 26 x 17 мм
вага	6 гр

2.6. Вибір сонячної панелі

Сонячна панель – це екологічно чистий пристрій, безпечний для людини і оточуючого середовища. В умовах постійного подорожання природних ресурсів, все більш актуальною стає проблема використання методів альтернативної енергетики. На сьогоднішній день, найпопулярнішим і доступним джерелом екологічної енергії являються фотони сонячного світла, які можна перетворити на електричний струм за допомогою сонячних панелей.

Потенціал фотоелектронних перетворювачів неймовірно великий. Навіть маленька за розмірами сонячна панель володіє достатньою потужністю для повноцінної зарядки ліхтариків, світлодіодів, електронних іграшок, зарядних пристроїв і т.д. Нами також буде використана сонячна панель. Але так, як в нас корпус для електронних пристроїв невеликих розмірів, то і панель також потрібно вибирати за подібними розмірами.

Джерело сонячної енергії буде використовуватися для постійної підзарядки Li-ion акумуляторів, для того, щоб повністю відмовитись від використання звичайної електроенергії. Панель, яка буде використовуватись для нашого проекту має наступні характеристики та «зображено на рис. 1.9».

- Сонячна панель виготовлена з полікристаллічного кремнія – високотехнологічного матеріалу, використовуючого у виготовленні фотоелектронних перетворювачів;
- Робоча напруга сонячного елемента складає 5 Вольт;
- Максимальний струм до 65mA;
- Максимальна потужність становить - 0.3Вт;
- Розміри сонячної панелі 118 мм x 70 мм;
- Вага 15 Гр.



Рис. 1.9. Сонячна панель потужністю – 0.3 Вт

До мінусів Сонячного зарядного пристрою можна віднести: велику кількість додаткових схем керування, а також в деяких випадках велику вартість.

2.7. Висновок до другого розділу

В даному розділі було проведено огляд технічних характеристик, та вибір засобів реалізації, що найкраще підходять для використання при розробці автономного контролера поливу рослин.

Для зручності систему було розділено на складові частини для проведення більш детального аналізу. Було проведено детальний огляд доступних варіантів реалізації поставлених задач.

На основі цієї інформації в наступному розділі будуть обрані конкретні рішення для впровадження їх у прототипі.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОНОМНОГО КОНТРОЛЕРА ПОЛИВУ КІМНАТНИХ РОСЛИН

Автономний контролер поливу кімнатних рослин являє собою невеликий пластмасовий квадратний корпус розмірами 130x70x40 мм. До його складу входить 2 Li-Ion акумулятори, водяна помпа, плата контролю поливу digispark, плата заряду акумуляторів, 2 трубки на вхід і вихід та сонячна панель яка прикріплюється зверху корпусу.

Використання такої системи поливу кімнатних рослин є досить зручним та економним пристроєм, так як вона споживає дуже мало електроенергії і живиться виключно від сонячної енергії. Також в системі присутні індикатори заряду, які показують залишок заряду акумуляторів та індикатор яких показує, чи йде заряд від самої сонячної панелі.

Наявність спеціального додаткового обладнання та використання власних програмних бібліотек дозволяє вдосконалити пристрій та надати йому нового практичного значення.

3.1. Вихідні матеріали та створення блок схеми

У розробці системи поливу застосовувалися наступні пристрої і програмне забезпечення:

- Паяльна станція;
- Витратні матеріали;
- Контролер Digispark ATtiny 85;
- Акумуляторні батареї 18650 2 шт.;
- Контролер заряду для акумуляторів;

Кафедра ЕРТМІР					НАУ 20 11 48 000 ПЗ						
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Автономний контролер поливу кімнатних рослин			Літера	Аркуш	Акрушів	
Виконав		Ільченко М. Ю.									
Керівник		Задорожній Р.О.								45	62
Консультант										405 171	
Н-контр.		Сініцин Р.Б.									
Зав. каф.		Шутко В. М.									

- Драйвер MOSFET на транзисторі IRF520;
- Сонячна панель;
- Помпа для забору води;
- Середовище розробки Arduino IDE;
- Пластмасовий корпус;
- Дроти мама/папа.

Створення макета проходить в чотири етапи:

- Розгляд окремих частин, з яких буде складатися макет.
- Написання програми для функціонального блоку.
- З'єднання всіх частин;
- Написання програмного забезпечення та налагодження.

Нижче «зображено на рис. 2» приведена блок схема за якою збирається наша система поливу кімнатних рослин. Так, як обладнання в нас не багато і воно має бути у невеликому корпусі, ми підключаємо всі модулі між собою і монтуємо їх зразу в корпус. Після чого будемо писати програму керування головною платою і програмувати її.

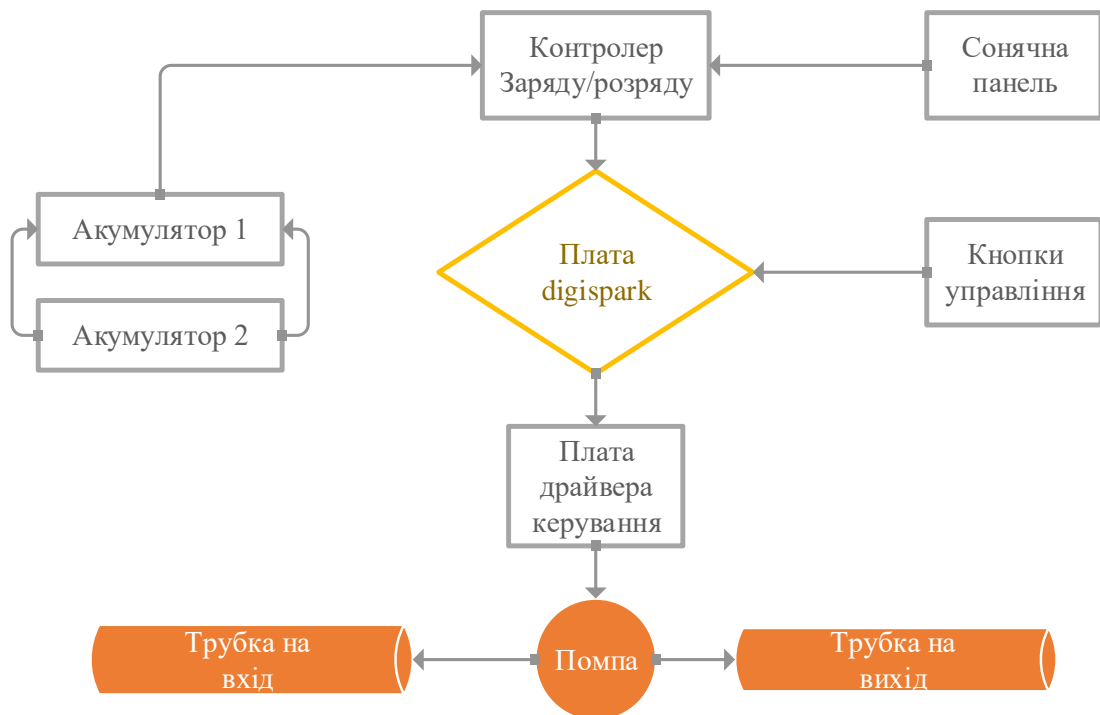


Рис. 2 Блок схема системи поливу

3.2. Вибір програмного забезпечення.

Після вибору необхідної плати потрібно встановити безкоштовне середовище розробки Arduino, яку можна знайти на просторах інтернету, а також, в разі потреби, встановити потрібний драйвер CH340.

Нещодавно відкрилася платформа Arduino Create, яка покриває більшість етапів розробки (від ідеї до збірки). Зручність полягає у тому, що її не потрібно встановлювати на свій комп'ютер, все необхідне платформа бере на себе. В першу чергу це - онлайн редактор коду, який досить зручний у використанні.

На даний момент самими популярними середовищами розробки вважаються:

- Programino;
- B4R;
- CodeBlocks for Arduino;
- Arduino IDE.

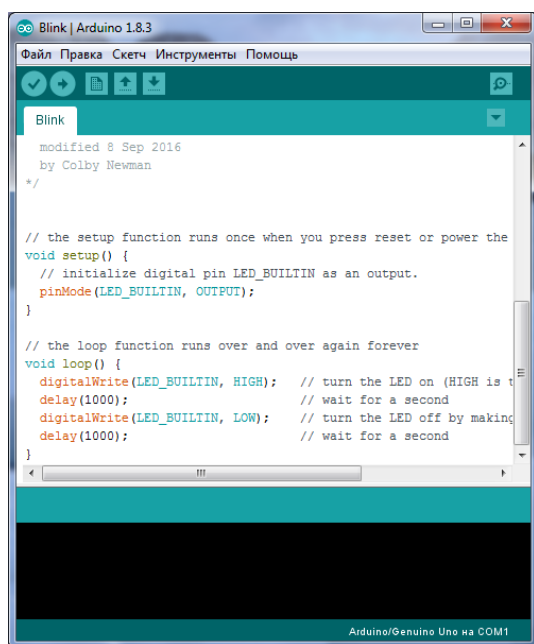
В даному дипломному проєкті ми будемо використовувати програмне забезпечення Arduino IDE «зображено на рис. 2.1» IDE - Java програма, що працює на безлічі різних платформ, включаючи такі відомі системи як PC, Mac і Linux. Розроблялася для початківців, необізнаних з усіма тонкощами програмуванням. Включає редактор, компілятор і завантажувач. В IDE передбачені бібліотеки кодів для застосування периферії, послідовних портів і різних типів екранів. Програми для Arduino називають «скетчами». Більшість плат Arduino підключається до комп'ютера за допомогою USB кабелю. Це з'єднання дозволяє завантажувати скетчі на будь яку плату Arduino.

Програма, написана в середовищі Arduino, називається скетч. Скетч пишеться в текстовому редакторі, що має інструменти вирізки / вставки, пошуку / заміни тексту. Під час збереження і експорту проєкту в області повідомлень з'являються пояснення, також можуть відображатися виниклі помилки. Вікно виведення тексту (консоль) показує повідомлення Arduino, що включають повні звіти про помилки та іншу інформацію.

Після вибору порту і платформи необхідно натиснути кнопку завантаження на панелі інструментів або вибрати пункт меню File > Upload to I/O Board. Сучасні платформи Arduino перезавантажуються автоматично перед завантаженням скетчу. На старих платформах необхідно натиснути кнопку перезавантаження. На більшості плат під час процесу будуть мигати світлодіоди RX і TX. Середовище розробки Arduino виведе повідомлення про закінчення завантаження або про помилки.

При завантаженні скетчу використовується завантажувач (Bootloader) Arduino, невелика програма, що завантажується в мікроконтролер на платі. Вона дозволяє завантажувати програмний код без використання додаткових апаратних засобів.

Завантажувач (Bootloader) активний протягом декількох секунд при перезавантаженні платформи і при завантаженні будь-якого з скетчів в мікроконтролер. Робота завантаженого (Bootloader) розпізнається по миганню світлодіода (13 ніжка).



Download the Arduino IDE



ARDUINO 1.8.10
The open-source Arduino Software (IDE) makes it easy to write code and upload it to the board. It runs on Windows, Mac OS X, and Linux. The environment is written in Java and based on Processing and other open-source software. This software can be used with any Arduino board. Refer to the [Getting Started](#) page for installation instructions.

Рис. 2.1. Вікно програмного забезпечення Arduino IDE

3.3. Налаштування та тестова прошивка плати Digispark ATtiny 85

З основними характеристика та можливостями плати Digispark ми вже познайомилися. Тепер перейдемо до її налаштування і перевірки, та напишемо простеньку програму, яка дозволяє мигати вбудованим світлодіодам. Програмування та налаштування плати дещо відрізняється від звичної нам Arduino Uno. Так як нам потрібно встановити драйвера та пакет спеціальних плат, в якому і міститься наша плата.

Для цього знадобляться:

1. Додаток Arduino IDE.
2. Посилання для менеджера плат.
3. Додати плати Digispark в додаток Arduino IDE.
4. Встановити драйвери для Digispark ATtiny 85.

Завантажуємо додаток Arduino IDE за посиланням <https://www.arduino.cc>

Відкриваємо програму Arduino IDE, заходимо у вкладку Файл / Параметри і в Додаткові посилання для Менеджера плат: додаємо цей лінк який «зображено на рис. 2.2»

http://digistump.com/package_digistump_index.json

І натискаємо "ОК"

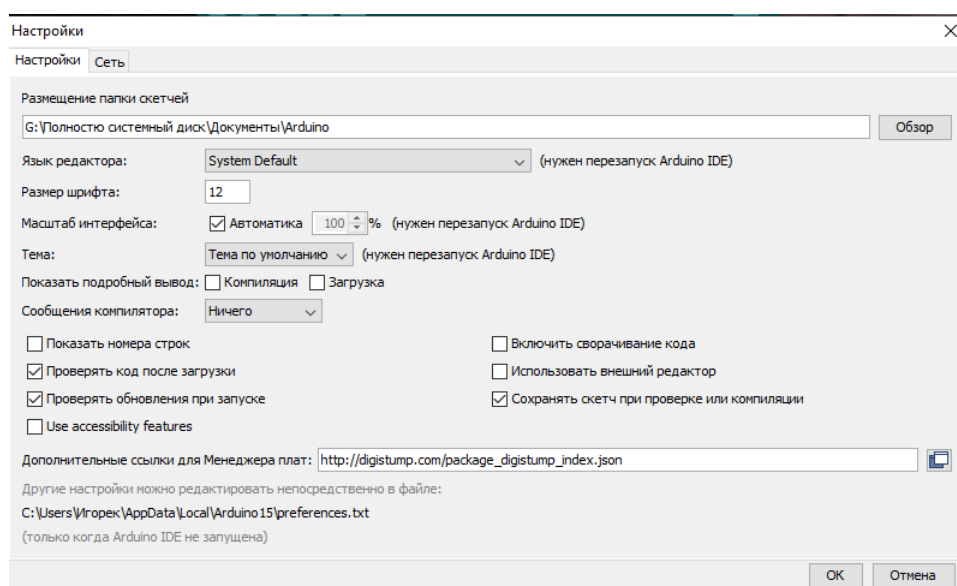


Рис. 2.2. Вкладка налаштування

Потім відкриваємо вкладку Інструменти / Вибір плати / Менеджер плат

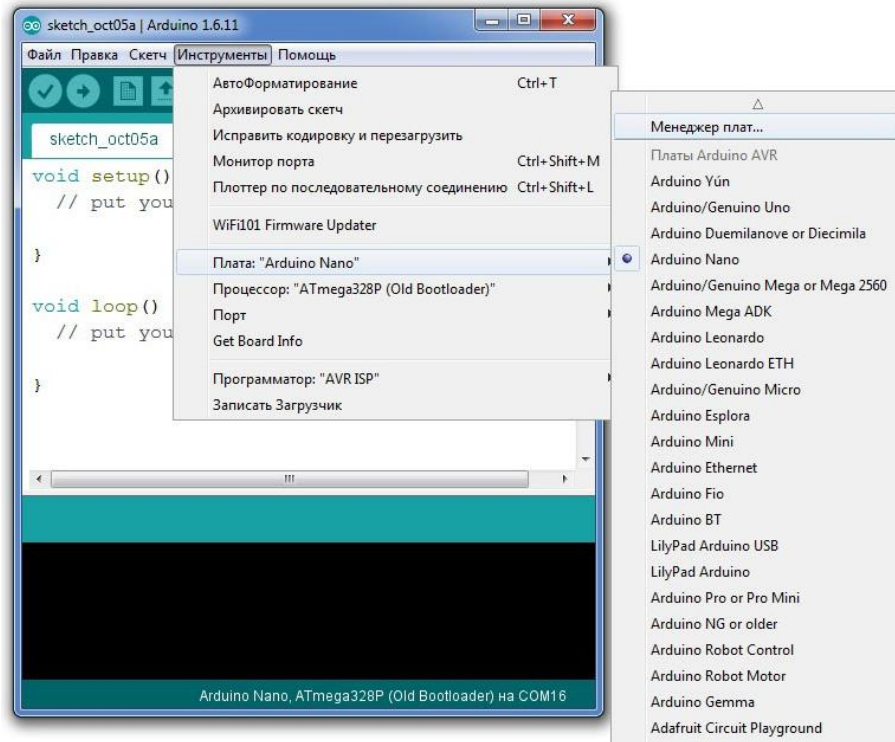


Рис. 2.3 Вкладка менеджер плат

У даному списку вибираємо пункт "Digistump AVR Boards" та натискаємо "Встановити".

Щоб швидше знайти, вписуємо у вікно пошуку слово "Digistump" або просто "digi".



Рис.2.4. Пошук плагіна

Залишилося завантажити і встановити драйвера.

Для цього перейдіть за посиланням <https://github.com/> і скачуємо архів Digistump.Drivers.zip.

Відкриваємо архів Digistump.Drivers.zip і розпаковуємо його. Це можна зробити простим перетягуванням папки Digistump Drivers з архіву в зручну папку.

Потім підключаємо плату Digispark до комп'ютера. Відкриваємо Пуск / Панель управління / Диспетчер пристроїв. Знаходимо у списку пристрій позначене жовтим трикутником (у нас він відобразиться як "Невідомий пристрій"), клікаємо на нього правою кнопкою мишки і у вікні, клікаємо оновити драйвери.

Потім виберіть пункт "Виконати пошук драйверів на цьому комп'ютері"

Вказуємо шлях до папки, яку ми розпакували з архіву. І натискаємо кнопку "Далі. Якщо пристрій визначено як Digispark Bootloader без жовтої позначки, це означає, що драйвери встановлені.

Тепер відкриваємо скетч Blink, який знаходиться у вкладці "Файл / Приклади / Basics / Blink".

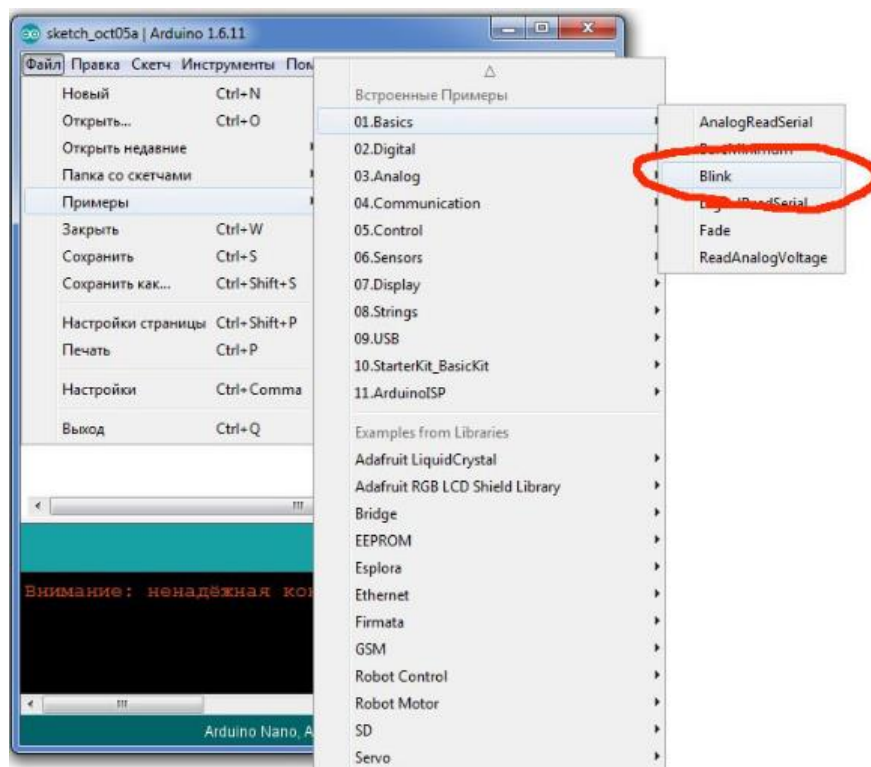
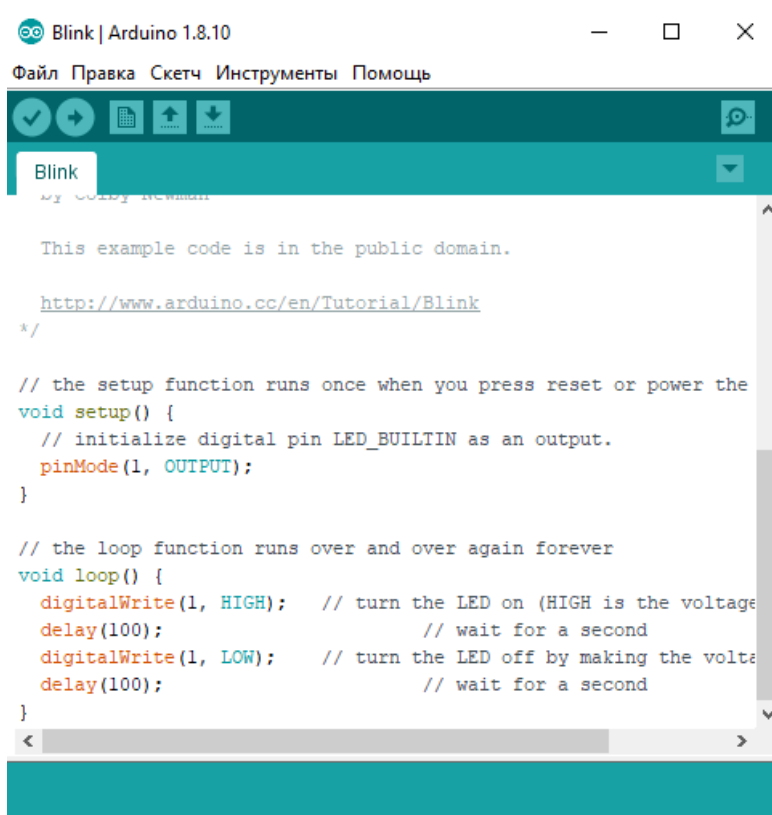


Рис. 2.5. Відкриваємо скетч блінк

Так як скетч розрахований для плати Arduino, на якій світлодіод підключений до 13 піну, то нам необхідно замінити значення "13" на "1" тому як на платі Digispark світлодіод підключений до 1 піну!



```
Blink | Arduino 1.8.10
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь
Blink
This example code is in the public domain.
http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Blink
*/
// the setup function runs once when you press reset or power the
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(1, OUTPUT);
}
// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(1, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage
  delay(100); // wait for a second
  digitalWrite(1, LOW); // turn the LED off by making the voltage
  delay(100); // wait for a second
}
```

Рис. 2.6 Редагуємо стандартний програмний код

Далі в менеджері плат вибираємо плату Digispark (Default – 16,5mhz

Натискаємо «Завантажити». Після чого відбудеться компіляція і знизу з'явиться повідомлення (will timeout in 60 seconds), і ось тільки тоді протягом 60 секунд потрібно підключити плату до USB порту для завантаження скетчу!

Скетч завантажиться, і на платі буде блимати світлодіод. Після цього світлодіод став блимати швидше. Це є доказам того, що наша плата прошилася і успішно працює.

3.4. Написання програмного коду і налагодження роботи

Після того як все було зібрано, всі частини модулів між собою запаянні і поміщені в корпус починаємо розробку послідовних дій та написання програми, яка буде керувати пристроєм. Для економії часу написання коду, застосовується набір

бібліотек, що містить в собі певні функції і об'єкти, а при компіляції нашого скетчу середовище розробки Arduino IDE створює тимчасовий файл, в який крім програми включається ще кілька рядків, і отриманий результат компілюється. Використовуємо наступні стандартні бібліотеки Arduino:

- `#include <avr/wdt.h>` - для використання Watchdog;
- `#include <avr/sleep.h>` - для використання сплячого режиму;
- `#include <avr/interrupt.h>` - для використання переривань.

Програмний код має наступний вигляд:

```
#define PERIOD 15 // через який час вмикати полив, в секундах
                  // (приклад: 60*60*24*3 = 259200 - три дні!)
#define WORK 5 // час поливу в секундах
#define MOS 1 // пін який керує мосфетом

uint32_t mainTimer, myTimer;
boolean state = false;

#include <avr/wdt.h> //для використання функції Watchdog
#include <avr/sleep.h> // для використання режимів сна
#include <avr/interrupt.h> // для обробки переривань
#define adc_disable() (ADCSRA &= ~(1<<ADEN)) // disable ADC (before power-off)
#define adc_enable() (ADCSRA |= (1<<ADEN)) // re-enable ADC

void setup() {
    // налаштуємо всі піни на вхід, для економії енергії
    for (byte i = 0; i < 6; i++) {
        pinMode(i, INPUT);
    }

    adc_disable(); // відключити АЦП (економія енергії)

    wdt_reset(); // ініціалізація ватчдога
    wdt_enable(WDTO_1S); // дозволяємо ватчдог
    // 15MS, 30MS, 60MS, 120MS, 250MS, 500MS, 1S, 2S, 4S, 8S

    WDTCR |= _BV(WDIE); // дозволяємо переривання по ватчдогу. або буде ресет контролера.
    sei(); // дозволяємо переривання
    set_sleep_mode(SLEEP_MODE_PWR_DOWN); // максимальний сон
}

void loop() {
    mainTimer++;
}
```

```

if (!state) { // якщо помпа не включена
  if ((long)mainTimer - myTimer > PERIOD) { // таймер періода
    myTimer = mainTimer; // скидання таймера
    state = true; // флажок на запуск
    pinMode(MOS, OUTPUT); // пін як вихід
    digitalWrite(MOS, HIGH); // увімкнути
  }
} else { // якщо помпа включена
  if ((long)mainTimer - myTimer > WORK) { // таймер часу роботи
    myTimer = mainTimer; // скидання
    state = false; // флажок на вимкнення
    digitalWrite(MOS, LOW); // вимкнути
    pinMode(MOS, INPUT); // робимо пін на вхід (для економії енергії)
  }
}

sleep_enable(); // дозволяємо сон
sleep_cpu(); // сон!
}

ISR (WDT_vect) {
  WDTCSR |= _BV(WDIE); // дозволяємо переривання по ватчдогу. або буде ресет контролера.
}

```

3.5. Опис роботи системи поливу

Наша система поливу кімнатних рослин працює наступним чином: коли на дворі сонячна погода, то наша сонячна панель генерує електричний струм. Але він не достатньо великий, щоб зарядити акумулятори. Для цього ми використали плату заряду від зовнішнього акумулятора (Power Bank), так як у ньому є вбудований перетворювач енергії та стабілізатор напруги. Наші акумулятори будуть заряджатися виключно від нього. Плата контролю, буде запускати програму поливу 1 раз на день, час поливу становить 10 секунд, цього буде достатньо для невеликого об'єму горщика рослини.

Час увімкнення поливу і його тривалість можна додавати або віднімати за допомогою кнопок на корпусі. Також на контролері заряду є присутні світлодіоди, 5 з них показують рівень заряду, а інший показує чи йде заряд від сонячної панелі. Вся система живиться від напруги 5 Вольт та споживає струм у режимі спокою

приблизно 15 мА, а режимі роботи близько 250 мА, один акумулятор має 2000 мАЧ.

Якщо розрахувати весь час роботи пристрою за формулою 1, то вийдуть наступні значення:

$$t = \frac{C_{ak}}{(I_n * K_i)}; \quad [1]$$

t – тривалість роботи акумуляторної батареї;

C_{ak} – ємність акумулятора (мА/Ч);

I_n – струм навантаження (мА);

K_i – середній коефіцієнт АКБ дорівнює 1,428.

Але, проблема полягає в тому, що при збільшенні навантаження на АКБ, також збільшується швидкість зменшення ємності.

Наприклад, акумулятор ємністю 800 мА/год при навантаженні 800 мА, буде працювати не годину, а дещо менше, у зв'язку з цим використовується наступний коефіцієнт K , це табличне значення, підбирається в залежності від типу АКБ. Ми використаємо середнє значення коефіцієнта K , що дорівнює 1,428.

$$t = \frac{2000}{(250 * 1,428)} 5,60 \text{ (год.)} \quad [2]$$

Тобто, наш пристрій може працювати 5,6 год., але так, як у нас використовується 2 акумулятора, то час роботи буде становити приблизно 11,2 год., або приблизно 2.5 років. Такі параметри були досягнуті за допомогою програмного коду, де ми максимально зменшили витрати електроспоживання, відключивши піни та ШИМ модуляцію. Ще одним з варіантів, щоб зменшити споживання струму є апаратна частина. Якщо розглянути плату керування digispark, то можна помітити, що на ній присутні електронні компоненти які не використовуються або є зайвими. Це можуть бути світлодіоди, резистори, діод та мікросхема стабілізатора напруги. Наший контролер «зображено на рис. 2.7.», і хрестиками виділено компоненти, які

можна демонтувати. Це скоротить споживання струму контролера у сплячому режимі до 28мкА. Що є надзвичайно мало.

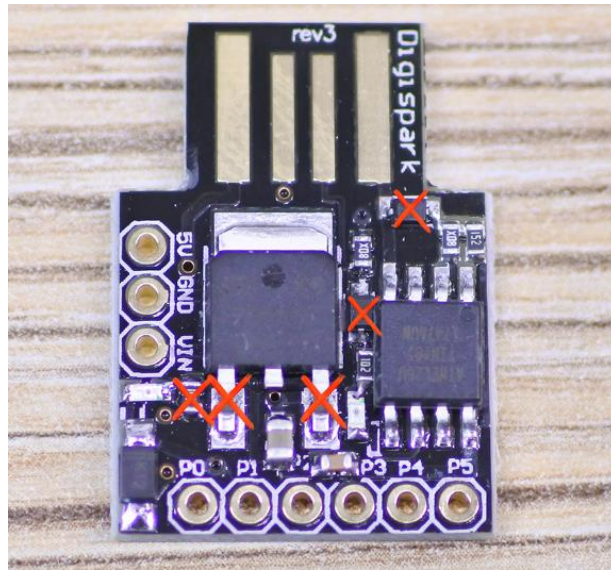


Рис. 2.7. Позначення для демонтажу компонентів

За рахунок цього сонячна панель зможе, довгий час заряджати акумулятори, це і робить нашу систему екологічно чистою, та з використанням відновлювальної енергії.

3.1. Розрахунок режиму роботи системи автоматичного поливу для кімнатних рослин

Розрахунок режиму роботи установки при поливі домашніх рослин на прикладі «Антуриум»

Вологість ґрунту розраховується за наступною формулою:

$$\varphi = \frac{m_{\text{води}}}{m_{\text{сух.ґрун.}}} * 100\% - \text{Вологість ґрунту};$$

Характеристики сухого ґрунту мають наступні властивості:

$$V_{\text{ґрун.}} = 2\text{л}; \quad P_{\text{ґрун.}} = 1.4\text{г/см}^3; \quad m_{\text{ґрун.}} = 2.8\text{ кг}$$

Вологість ґрунту для рослини:

$\varphi = 80\%$ - висока вологість ґрунту;

$m_{\text{води}} = 2.24$ кг – маса води у ґрунті;

При випаровуванні 3% води в день, отримуємо масу води, яку необхідно відновити:

$$m_{\text{води}} = 0.067 \text{ кг/добу};$$

Час роботи помпи приблизно складає 16 хвилин/добу (при витраті рідини 0,07мл/сек)

Розрахунок режиму роботи установки при поливі кімнатної рослини «Шеффлера»

$$\varphi = \frac{m_{\text{води}}}{m_{\text{сух.грун.}}} * 100\% - \text{Вологість ґрунту};$$

Характеристики сухого ґрунту мають наступні властивості:

$$V_{\text{грун.}} = 2 \text{ л}; \quad P_{\text{грун.}} = 1.4 \text{ г/см}^3; \quad m_{\text{грун.}} = 2.8 \text{ кг};$$

$\varphi = 60\%$ - середня вологість ґрунту;

$m_{\text{води}} = 1,68$ кг – маса води у ґрунті;

При випаровуванні 3% води в день, отримуємо масу води, яку необхідно відновити:

$$m_{\text{води}} = 0.05 \text{ кг/добу};$$

Час роботи помпи приблизно складає 12 хвилин/добу (при витраті рідини 0,07мл/сек)

Розрахунок режиму роботи установки при поливі кімнатної рослини «Шеффлера»

$$\varphi = \frac{m_{\text{води}}}{m_{\text{сух.грун.}}} * 100\% - \text{Вологість ґрунту};$$

Характеристики сухого ґрунту мають наступні властивості:

$$V_{\text{грун.}} = 2 \text{ л}; \quad P_{\text{грун.}} = 1.4 \text{ г/см}^3; \quad m_{\text{грун.}} = 2.8 \text{ кг}$$

$\varphi = 60\%$ - середня вологість ґрунту;

$m_{\text{води}} = 1,68$ кг – маса води у ґрунті; При випаровуванні 3% води в день, отримуємо масу води, яку необхідно відновити:

$m_{\text{води}} = 0.05$ кг/добу. Час роботи помпи приблизно складає 12 хвилин/добу (при витраті рідини 0,07мл/сек).

Розрахунок режиму роботи установки при поливі кімнатної рослини «Панданус»

$$\varphi = \frac{m_{\text{води}}}{m_{\text{сух.ґрун.}}} * 100\% - \text{Вологість ґрунту};$$

Характеристики сухого ґрунту мають наступні властивості:

$$V_{\text{ґрун.}} = 2\text{л}; \quad P_{\text{ґрун.}} = 1.4\text{г/см}^3; \quad m_{\text{ґрун.}} = 2.8\text{ кг}$$

$\varphi = 40\%$ - середня вологість ґрунту;

$m_{\text{води}} = 1,12$ кг – маса води у ґрунті;

При випаровуванні 3% води в день, отримуємо масу води, яку необхідно відновити:

$m_{\text{води}} = 0.05$ кг/добу.

Час роботи помпи приблизно складає 8 хвилин/добу (при витраті рідини 0,07мл/сек).

3.2. Висновок до третього розділу

В даному розділі було проведено повний функціональний аналіз, який було розроблено в рамках дипломного проекту. Процес аналізу можна умовно розділити на дві частини. В першій з них проведено дослідження з технічної точки зору: було визначено основні функції обладнання та сформовано множину їх варіантів. На основі досліджень, а також експертних оцінок було обрано певне обладнання та програмне забезпечення, яке і дало змогу реалізувати оптимальну роботу автономного контролера поливу кімнатних рослин технічної і програмної точки зору. Другу частину присвячено реалізації прототипу. У даному розділі, на основі попередніх досліджень, було розроблено конкретний тип контролера поливу. Також

у розділі наведено результати налаштувань можливих рішень для покращення певних характеристик пристрою.

Висновки

Таким чином, провівши дане дослідження у відповідності до поставлених цілей ми можемо зробити наступні висновки та узагальнення.

Було розглянуто загальні відомості про сучасний стан систем поливу рослин , а також більш конкретно розглянуто принципи їх застосування у різноманітних сферах життя.

Проведений аналіз показав, що існують випадки, де без застосування систем поливу неможливо виконати певні задачі.

Був проведений детальний аналіз, систем контролю і поливу рослин в кімнатних умовах, а також історію їх створення та застосування. Даний напрям за останні десятки років зробив дуже великий стрибок вперед в своєму технологічному розвитку. Спираючись на проведені дослідження, було прийнято рішення розробити свою бюджетну систему поливу кімнатних рослин, яка повністю працює від відновлюваного джерела енергії, що може бути використана в інших сферах життя і здебільшого використовуватись у побуті, так і невеликих садибних ділянках.

Модель автономного контролера поливу повинна забезпечити виконання певних спеціалізованих рішень для потреб у використанні сфери побуту.

Показано варіанти реалізації головних компонентів системи поливу. Для зручності систему було розділено на складові частини для проведення більш детального аналізу. Було проведено детальний огляд доступних варіантів реалізації поставлених задач. Функціонально-вартісний аналіз апаратного продукту дозволив ретельно порівняти конкуруючі технології та обрати найкращі рішення, опираючись на широкий спектр технічних параметрів контролерів керування.

Наведено приклад безпосереднього процесу побудови прототипу на основі попередніх досліджень. Було остаточно обрано конкретні апаратні рішення для побудови автономного контролера. Також у розділі наведено результати практичного тестування можливих рішень і практичних задач на готовій моделі.

У ході виконання практичної частини дипломного дослідження, було виявлено, що система поливу здатна працювати досить довгий час, та використовувати енергію сонця для автономної роботи.

Слід зауважити, що незважаючи на всі технічні складності та досить велику собівартість деяких типів систем поливу, яка пов'язана з їхнім створенням, розвиток у цій сфері має великий потенціал і широку область застосування в майбутньому.

Найбільшу ефективність дані пристрої показують при правильному налаштуванні та вірному повсякденному використанні.

Швидкий розвиток сучасних технологій дозволяє розраховувати на значне поліпшення характеристик нових пристроїв, для їх більшого спектру використання та зменшення собівартості.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Документація. Hunter : веб-сайт. URL: <https://hunter.ua/dokumentatsiya> (дата звернення: 14.05.2020).
2. Автоматический полив своими руками. Rain Bird : веб-сайт. URL: <https://rain-bird.com.ua/poliv-dlya-doma/avtomaticheskij-poliv-svoimirukami.html#kontroller> (дата звернення: 14.05.2020).
3. The real complete solution for irrigation. Irritec: веб-сайт. URL: <https://www.irritec.com/solutions/> (дата звернення: 14.05.2020).
4. Автоматичний полив. Полив-плюс: веб-сайт. URL: <https://polivplus.com/ua/avtomatichnij-poliv/> (дата звернення: 14.05.2020).
5. Монтаж систем автополива. АкваБуд: веб-сайт. URL: https://aquabud.com.ua/sistemypoliva/montazh_sistem_avtomaticheskogo_poliva.html (дата звернення: 14.05.2020).
6. Методичні вказівки до комп'ютерного практикуму. Програмування мікроконтролерів AVR мовою Сі. Для студентів спеціальності 6.0908.03 «Електронні системи» всіх форм навчання / Уклад.: Л.М.Батрак, В.А.Тодоренко, О.В.Хоменко. «Мікропроцесорні пристрої» - К.: НТУУ «КПІ», 2011.
7. ГОСТ15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. [Чинний від 1971-01-01]. Москва, 1969. 81 с.
8. Жуйков В. Я., Терещенко Т. О., Ямненко Ю.С., Заграничний А.В. «Мікропроцесорна техніка», Київ - 2016.
9. Левенталь Л. Введение в микропроцессоры. Программное обеспечение, аппаратные средства, программирование. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 464 с.
10. Майоров В. Г., Гаврилов А. И. Практический курс программирования микропроцессорных систем. – М.: Машиностроение, 1989. – 204 с.
11. Вершинин О. Е. Применение микропроцессоров для автоматизации технологических процессов. – Л.: Энергоатомиздат, 1986. – 208 с.

12. Баранов В.Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы. М.: Издательский дом «Додека –XXI», 2004. –288с.
13. <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:URnyC--DXa8J:https://core.ac.uk/download/pdf/323526149.pdf+&cd=2&hl=ru&ct=clnk&gl=ua>.
14. Справочник по микропроцессорным устройствам / А. А. Молчанов, В. И. Корнейчук, В. П. Тарасенко и др. – К.: Техніка, 1987.
15. Мартиненко І. І. «Автоматизація технологічних процесів с – г виробництва» Урожай 1995р.
16. Голубцов М.С. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному. М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 288с.
17. Лкуас В. А. Теория автоматического управления. – М.: Недра, 1977.- 416 с.
18. Arduino – home. Arduino веб-сайт. URL: <https://www.arduino.cc/>
19. Espressif Systems. Espressif веб-сайт. URL: <https://www.espressif.com/en/products>
20. Espressif Systems. Espressif веб-сайт. URL: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp8266/overview>
21. Arduino – software. Arduino веб-сайт. URL: <https://www.arduino.cc/en/main/software>
22. Weicker R. Dhystone: A Synthetic Systems Programming Benchmark. Communications of the ACM : journal. 1984. Vol. 27, № 10. P. 1013—1030.
23. DS18B20 Programable resolution 1-wire Digital Thermometer. Dallas. URL: <https://html.alldatasheet.com/htmlpdf/58557/DALLAS/DS18B20/181/1/DS18B20.html> (дата звернення: 05.06.2020).
24. TE-N03 and TE-N05 series. URL: <https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/ten03nk01000-2.png> (дата звернення 05.06.2020).
25. Hunter PGV-100GB. Hunter: веб-сайт. URL: <https://hunter.ua/hunter/item/pgv>