

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра агроінженерії

02-07-06М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт
з навчальної дисципліни
«Інновації в АПК»

для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія»
спеціальності
208 «Агроінженерія»
денної форми навчання

Рекомендовано науково-
методичною радою
з якості ННМІ
Протокол №1 від 27.08.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Інновації в АПК» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної форми навчання [Електронне видання] / Бундза О. З., Голотюк М. В., Пилипака Т. С. – Рівне : НУВГП, 2024. – 36 с.

Укладачі: Бундза О. З., к.т.н., доцент, доцент кафедри агроінженерії;
Голотюк М. В., к.т.н., доцент, доцент кафедри агроінженерії;
Пилипака Т. С., к.т.н., доцент кафедри агроінженерії.

Відповідальний за випуск: Налобіна О. О., д.т.н., професор, завідувач кафедри агроінженерії.

Керівник групи забезпечення спеціальності 208 «Агроінженерія»: Налобіна Олена Олександрівна, д.т.н., професор, професор кафедри агроінженерії

Попередня версія методичних вказівок: 02-01-542М

© О. З. Бундза, М. В. Голотюк,
Т. С. Пилипака, 2024
© НУВГП, 2024

Зміст

Вступ	4
Лабораторна робота 1. Керування світлодіодними індикаторами Arduino командами через COM-порт	4
Лабораторна робота 2. Керування сервоприводом командами COM-порту	11
Лабораторна робота 3. Організація виводу інформації на OLED-дисплей на платформі Arduino	14
Лабораторна робота 4. (Виїзне заняття на базі ПП «КОМПАНІЯ АВТОЛЕНД»). Вивчення роботи трьохконтактних індуктивних датчиків в сільськогосподарській техніці на прикладі датчика швидкості CLAAS 011810	18
Лабораторна робота 5. Вимірювання проміжків часу за допомогою платформи на базі контролера AtMega328P	22
Лабораторна робота 6. Вимірювання відстані за допомогою платформи на базі контролера AtMega328P	28
Лабораторна робота 7. Керування електродвигуном за допомогою ШИМ (PWM) та платформи на базі контролера AtMega328P	32
Список рекомендованої літератури	36

Вступ

Лабораторні роботи з освітньої компоненти «Інновації в АПК» дають змогу на практиці ознайомитись з принципами роботи окремих компонентів систем автоматизованого керування окремими системами сільськогосподарської техніки, ознайомитись з технічними засобами віддаленого керування виконавчими механізмами у сільськогосподарській техніці та обладнанні в АПК.

У лабораторних роботах розглянуто:

- основні принципи керування виконавчими механізмами;
- способи віддаленого керування виконавчими механізмами у сільськогосподарській техніці та обладнанні в АПК;
- способи і засоби виведення інформації про параметри механізмів у сільськогосподарській техніці та обладнанні в АПК;
- графічне виведення інформації про параметри механізмів у сільськогосподарській техніці та обладнанні в АПК.

Лабораторна робота 1. Керування світлодіодними індикаторами Arduino командами через COM-порт

Мета роботи: ознайомитися з апаратною та програмною частинами платформи Arduino на базі контролера AtMega328P. Розглянути основи віддаленого керування світлодіодними індикаторами з застосування COM-порту.

Теоретичні відомості

Сучасні мехатронні системи неможливі без мікропроцесорної складової, в кожній наявний один або декілька мікроконтролерів або мікропроцесорів. Наймасовіше використовують саме мікроконтролери, які містять в одній мікросхемі й обчислювальне ядро, й пам'ять і периферійні модулі вводу-виводу. Вони виконують роль центрального цифрового керуючого елемента, збираючи дані від датчиків, обмінюючись даними з іншими вузлами бортової мережі, формуючи сигнали керування приводами.

Створення компонентів техніки з мікроконтролерами вимагає як розробки апаратної частини (друкованої плати з розпаяним мікроконтролером й іншими компонентами, до якої підключаються датчики, драйвери приводів, інтерфейсні кабелі, засоби індикації тощо), так і програмного забезпечення («прошивки» мікроконтролера). Пришвидшити процес розробки прототипу дозволяє використання налагоджувальних плат, що включають мікроконтролер і потрібні для його роботи компоненти, а також роз'єми для підключення всього іншого.

Arduino – це відкрита електронна платформа для швидкого прототипування (створення прототипів) електроніки, що базується на простому у використанні апаратному та програмному забезпеченні.

Апаратна частина включає мікроконтролерну налагоджувальну плату, а програмна – середовище Arduino IDE. Платформа Arduino є відкритою, тому існує ряд аналогів Arduino-сумісних мікроконтролерних плат різного виконання.

Arduino Uno

Arduino Uno – це плата на основі мікроконтролера ATmega328P. Великий робочий діапазон температур (-40...+125 °C) дозволяє використовувати цей мікроконтролер у рухомій техніці. Плата Arduino Uno має 14 цифрових входів/виходів (з них 6 можуть використовуватися в якості ШІМ-виходів), 6 аналогових входів, роз'єм USB, роз'єм живлення, роз'єм для внутрішньосхемного програмування (ICSP) і кнопка скидання.

Плата може живитись від джерела постійного струму напругою 7...17 В через пін V_{in} , через роз'єм External Power Supply (постійна напруга 7...17 В) або за допомогою USB-кабелю. У останньому випадку максимальний струм на цифрових виходах буде дещо меншим.

Входи і виходи

Кожен з 14 цифрових виводів може працювати в якості входу або виходу. Рівень напруги на виводах обмежений 5В. Максимально допустимий (критичний) струм, який може віддавати або споживати один вивід, становить 40 мА, проте рекомендується у тривалому режимі не перевищувати 20-25 мА. Усі виводи з'єднані з внутрішніми підтягуючими резисторами (за

замовчуванням відключеними) опором 20-50 кОм. Крім цього, деякі виводи Arduino Uno можуть виконувати додаткові функції:

Послідовний інтерфейс: виводи 0 (RX) і 1 (TX) (рис. 1.1). Використовуються для отримання (RX) і передачі (TX) даних по послідовному інтерфейсу. Ці виводи з'єднані з відповідними виводами мікроконтролера ATmega8U2 або ATmega16U2, що виконує роль перетворювача USB/UART.

У платах інших виробників можна зустріти замість нього USB/UART-перетворювачі CH340 або CP2102.

Зовнішні переривання: виводи 2 і 3. Можуть служити джерелами переривань, що виникають при фронті, спаді або при низькому рівні сигналу на цих виводах.

ШИМ: виводи 3, 5, 6, 9, 10 і 11. За допомогою функції analogWrite() можуть виводити 8-бітові псевдоаналогові значення у вигляді ШИМ-сигналу. Це дозволяє, наприклад, реалізувати керування сервоприводами, двигунами постійного струму та світлодіодами.

Інтерфейс SPI: виводи 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Із застосуванням бібліотеки SPI дані виводи можуть здійснювати зв'язок по інтерфейсу SPI.

Світлодіод: 13. Вбудований світлодіод на платі, приєднаний до виводу 13.

Аналогові входи A0... A5 (таблиця 1.1) за допомогою мультиплектора приєднані до 10-розрядного аналого-цифрового перетворювача. На них можна подати аналоговий сигнал напругою 0...5 В та отримати аналого-цифрове перетворення вхідного сигналу у вигляді 10-бітного числа (1024 різних значення). Саме завдяки наявності вбудованого аналого-цифрового перетворювача плата може без додаткових елементів працювати з багатьма різними датчиками.

Таблиця 1.1
Основні характеристики Arduino Uno

Мікроконтролер	ATmega328P
Робоча напруга	5V
Вхідна напруга (рекомендована)	7-12V
Дискретні (цифрові) входи/виходи	14 (6 із них можуть використовуватися як ШІМ-виходи)
Аналогові входи	6
Максимальний струм одного вивода	40 mA
Максимальний струм вивода 3,3В	50 mA
Флеш-пам'ять	32 KB (ATmega328P) з яких 0.5 KB використовуються завантажувачем
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Тактова частота	16 MHz

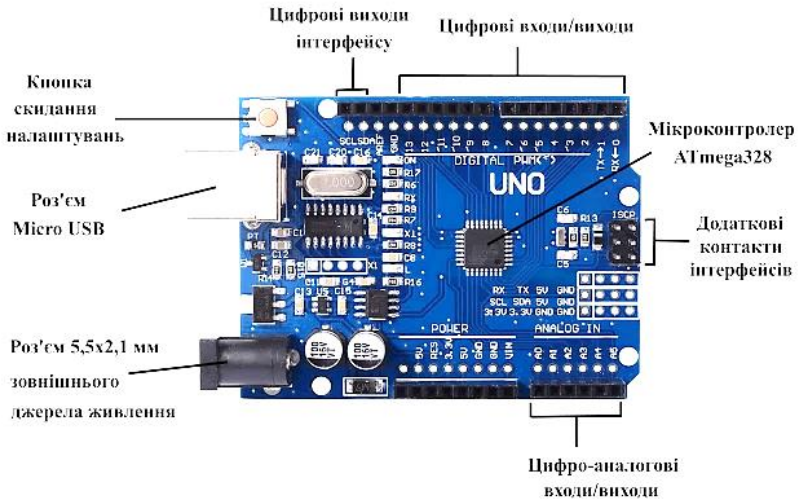


Рис. 1.1 Розпіновка плати Arduino Uno

Програмування Arduino

Програмування мікроконтролерних плат Arduino здійснюється у вільно розповсюдженій середовищі Arduino IDE.

Мікроконтролери в платах Arduino випускаються з прошитим завантажувачем (bootloader), що дозволяє завантажувати в мікроконтролер нові програми без необхідності використання зовнішнього програматора. Взаємодія з ним здійснюється за оригінальним протоколом STK500.

Також мікроконтролер можна прошити і через роз'єм для внутрішньосхемного програмування ICSP (In-Circuit Serial Programming), не звертаючи уваги на завантажувач.

Мова програмування Arduino – це видозмінена мова C/C++ із розширеним набором функцій.

Кожна програма для пристроїв Arduino містить дві основні функції:

1) void setup() – функція, що виконується о дин раз, після кожної подачі живлення або скидання плати Arduino;

2) void loop() – виконується постійно в циклі після виконання функції void setup().

Перед завантаженням програми в мікроконтролер слід спочатку вибрати тип плати Arduino та порт, до якого вона підключена.

Деякі функції для роботи з входам/виходами Arduino

`pinMode(pin, value)` – налаштування виводу з номером pin як дискретного входу (value=INPUT) або дискретного виходу (value=OUTPUT). Наприклад:

```
pinMode(13, OUTPUT);
```

`digitalRead(pin)` – функція зчитує із заданого входу значення HIGH або LOW.

`digitalWrite(pin, value)` – подає на цифровий вхід/вихід значення HIGH або LOW;

`analogRead(pin)` – зчитує величину напруги з аналогового входу і видає результат у вигляді цілого числа від 0 до 1023.

Світлодіод (LED) – це напівпровідниковий

електронний компонент, призначений для світлової індикації подій, освітлення.

Будова світлового діода наведена на рис. 1.2.

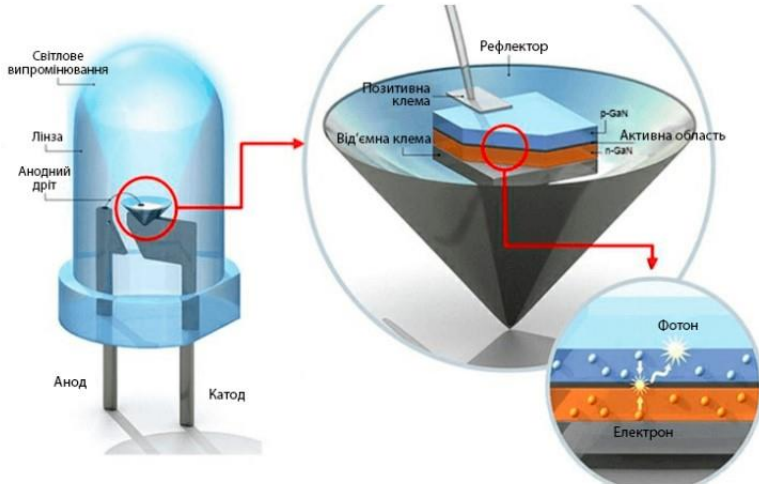


Рис. 1.2 Будова світлового діода

Будова і принцип роботи світлового діода добре висвітлені в [4]. Світлодіод може містити і більше одного кристалу, наприклад – три, що світять трьома основними кольорами. Такі світлодіоди називаються RGB-світлодіодами, можуть легко відтворювати різні кольори і мають ширші можливості для індикації подій.

План роботи

1. Ознайомитися з будовою та призначенням елементів плати Arduino Uno.
2. Ознайомитися з принципами програмування в середовищі Arduino IDE.
3. Навчитися керувати світлодіодом командами з COM-порту.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з теоретичними відомостями.
2. Завантажити середовище Arduino IDE.
3. Ознайомитись зі схемою підключення світлодіода (рис. 1.3.). Зібрати її на макетній платі. Використати струмообмежуючий резистор на 220 Ом.

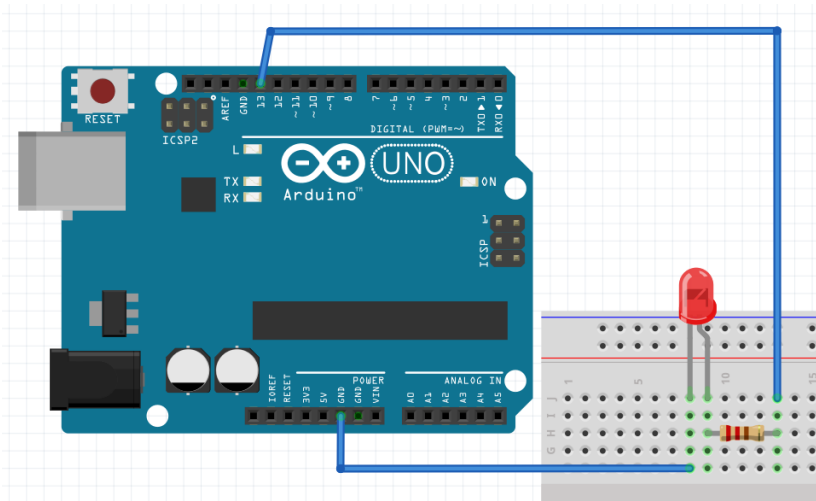


Рис. 1.3. Підключення світлодіода до Arduino Uno

4. Написати програму, що керуватиме світлодіодом по командах з COM-порту згідно прикладу:

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(13, OUTPUT);
}
void loop()
{
  // отримуємо команди вмикання світлодіода на 13 порту.
  String str = Serial.readString();
  // Якщо команда «HIGH» то включаємо світлодіод.
  if (str == "HIGH") digitalWrite(13, HIGH);
  // Якщо команда «LOW» то виключаємо світлодіод.
  if (str == "LOW") digitalWrite(13, LOW);
  // Чекаєм 1 секунду.
  delay(1000);
}
```

5. Підключити плату до USB-порту комп'ютера. У середовищі Arduino IDE вибрати тип плати та порт, до якого вона

підключена. Завантажити програму в мікроконтролер. Поекспериментувати з текстовими командами, на які реагуватиме світлодіод.

6. Зробити висновки. Звіт повинен містити: титульний лист; тему, мету роботи; порядок виконання; створені програми; висновки.

Контрольні запитання

1. Яка функція налаштовує режим роботи піна на вхід?
2. Яка функція дозволяє зчитати стан цифрового входу?
3. Яка функція дозволяє змінити стан цифрового виходу?

Лабораторна робота 2. Керування сервоприводом командами СОМ-порту

Мета роботи: навчитись керувати сервоприводом командами з СОМ-порту.

Теоретичні відомості

Сервоприводом називають електропривод з системою керування і негативним зворотним зв'язком, організованим за допомогою датчиків, який керується за допомогою прямокутних імпульсів різної тривалості.

У роботі розглядатимемо сервопривод SG-90, компоновка і загальний вигляд якого наведені на рис. 2.1, а структурна схема – на рис 2.2.

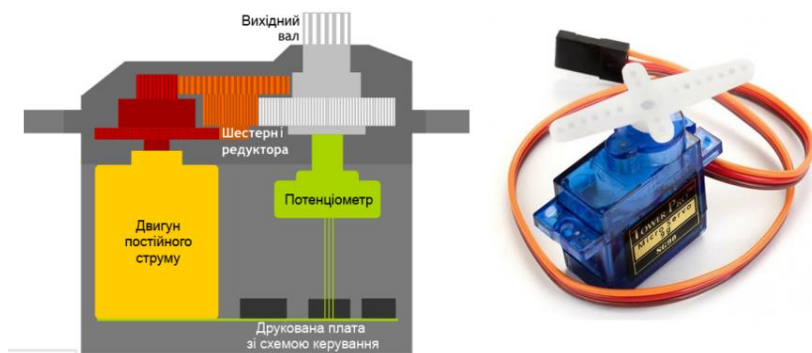


Рис. 2.1. Сервопривод SG-90

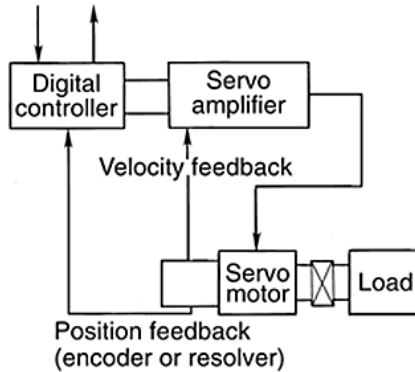


Рис. 2.2. Структурна схема сервопривода

План роботи

1. Навчитися підключати сервопривод до контролера навчальної платформи Arduino.
2. Навчитися керувати сервоприводом командами з COM-порту.

Порядок виконання роботи

1. Підключити до плати Arduino сервопривод SG-90 (рис. 2.2).

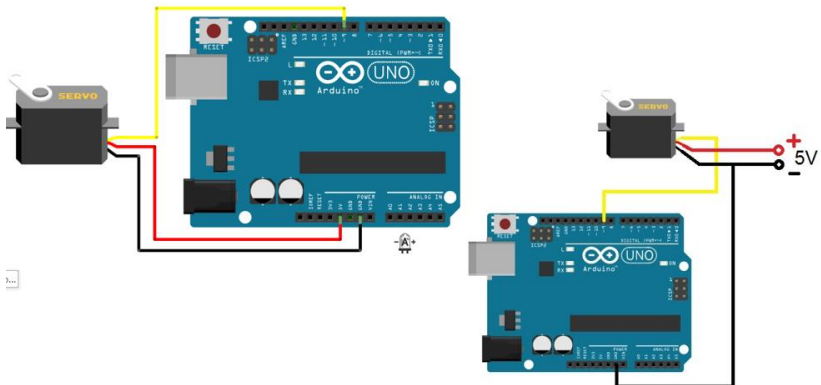


Рис. 2.3. Схема підключення сервопривода з живленням від плати Arduino (зліва) та з живленням від окремого джерела живлення (справа)

2. За необхідності заживити сервопривод від окремого джерела живлення достатньої потужності (Рис. 2.3 справа).

3. Завантажити в мікроконтролер наступну програму:

```
#include <Servo.h>
Servo myservo;
int pos=0;
String str;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  myservo.attach(9);
}
void loop() {
  if (Serial.available() > 0) {

    str = Serial.readString();
    if (str == "one"){pos = 1;}else
    if (str == "ten"){pos = 10;}else
    if (str == "ninety"){pos = 90;}else{
      pos = str.toInt();
    }
    pos = constrain(pos, 0, 180);
    pos = str.toInt();
    Serial.println(str);
  }
  myservo.write(pos);
}
```

4. Оформити звіт про виконання роботи. Звіт повинен містити: назву та мету роботи; тексти програм з коментарями; висновок про виконання роботи.

Контрольні запитання

1. Яке призначення сервоприводу?
2. Чи можна сервопривод живити від плати Arduino? У яких випадках?

3. Яка кількість цифрових пінів в Arduino Uno?
4. Який тип пінів використовується для підключення сервоприводу?

Лабораторна робота 3. Організація виводу інформації на OLED-дисплей на платформі Arduino

Мета роботи: навчитися виводити текстову інформацію на OLED-дисплей на платформі Arduino.

Теоретичні відомості

OLED-дисплеї часто застосовують для виводу текстової чи графічної інформації. Їх широко застосовують у різних електронних пристроях, де потрібно забезпечити хорошу контрастність зображення навіть при інтенсивному світлі.

Переваги OLED-дисплеїв

- **Яскравість і контрастність**

Підсвічування кожного пікселя окремо забезпечує максимально широкий діапазон контрастності і оптимальну опрацювання яскравих і темних ділянок – адже кожен з них світиться сам по собі, незалежно від інших.

В кращих з кращих моделей показник контрастності досягає 1000000:1, що просто недосяжно для плазмових або інших аналогів.

- **Відмінна передача кольору**

Крім того, завдяки такій будові панелей забезпечується ідеально точний колірний баланс і м'які переходи між кольорами та відтінками, так що гамма на екрані виходить живою, насиченою, природною.

- **Широкі кути огляду**

Третє гідність oled телевізорів – точно таке ж, як у звичайних led-панелей. Це вільний кут огляду, причому як по горизонталі, так і по вертикалі.

- **Тонкий вигнутий корпус**

У розповіді про те, що являє собою oled-технологія, що ми вже написали, що вона дозволяє робити пристрої максимально легкими й тонкими. Завдяки своїй будові, вона дає можливість створювати вигнуті (curved) пристрої, які забезпечують ідеальний огляд екрану на невеликій відстані перегляду.

- **Відмінна передача статички і динаміки**

Ще один плюс, який забезпечує олед OLED-технологія – якісна передача динаміки. Використовувані в матрицях цього типу частинки-люмінофори дуже швидко реагують на електричні імпульси, завдяки чому забезпечується висока частота оновлення, а об'єкти на екрані рухаються швидко, без розшаровування, шлейфів та інших подібних артефактів.

- **Економія електроенергії**

Ще одна істотна перевага OLED-дисплеїв перед дисплеями інших типів – низьке енергоспоживання. В однакових умовах, при тій же діагоналі і виставленому рівні яскравості такий дисплей споживає в 10 разів менше електрики, що є суттєво.

- **Низька вартість**

Крім усього цього, до переваг технології відносять невисоку вартість – правда, тільки в якості перспективи на майбутнє.

- **Безпека для здоров'я**

До плюсів OLED-дисплеїв можна віднести і екологічність. У них стоять органічні діоди, які не випромінюють шкідливі для людини, тварин, рослин або навколишнього середовища речовин.

Крім того, в якості додаткового плюса OLED-дисплеїв для використання в промислових умовах можна назвати їх невибагливість – ці пристрої здатні працювати в широкому діапазоні температур від -40 до +70 °С. Так що на більшості континентів Землі їх можна використовувати не тільки в приміщенні, але і на вулиці.

Недоліком OLED-дисплеїв є невеликий термін служби.

Для підключення до мікроконтролера такі дисплеї комплектують різними інтерфейсами, наприклад: SPI або I2C. У роботі будемо використовувати OLED дисплей 0.96" I2C 128x64, що має зручний інтерфейс I2C та показаний на рис. 3.1.

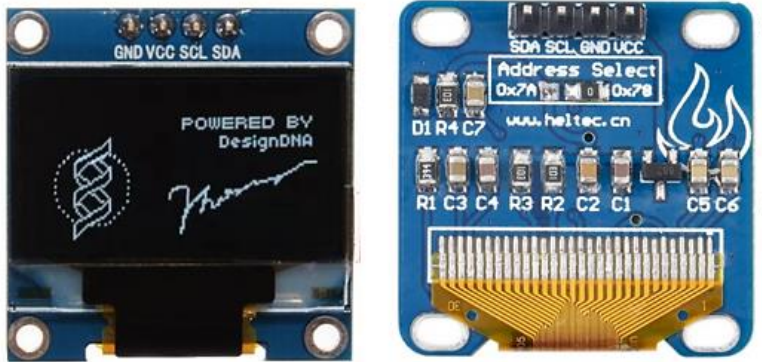


Рис. 3.1. OLED дисплей 0.96" I2C 128x64

План роботи

1. Ознайомитися з перевагами та недоліками дисплеїв такого типу.
2. Вивести програмно довільні символи на дисплей.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з теоретичними відомостями.
2. На монтажній платі скласти схему відповідно до рис. 3.2 і таблиці 3.1.

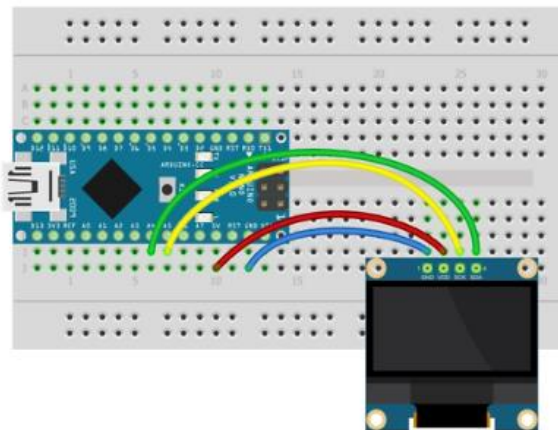


Рис. 3.2. Схема підключення OLED дисплею 0.96" по шині I2C до плати Arduino

Таблиця 3.1

OLED i2c 0,96	Arduino Uno	Arduino Nano	Arduino Mega
GND	GND	GND	GND
VDD	5V	5V	5V
SDA	A4	A4	20
SCL	A5	A5	21

3. У середовищі Arduino IDE створити новий скетч (виводить на дисплей текстову інформацію і значення числа $g=9.81$).

```
#include <GyverOLED.h>
GyverOLED<SSD1306_128x64, OLED_NO_BUFFER> oled;
void setup() {
  oled.init();    // ініціалізація
  oled.clear();   // очистка
  oled.setScale(3); // масштаб текста (1..4)
  oled.home();    // курсор в 0,0
  oled.print("MIP");
  delay(10000);
  oled.setScale(1);
  // курсор на початок 3 рядка
  oled.setCursor(0, 4);
  oled.print("METINVEST");
  delay(5000);
  // курсор на (20, 50)
  oled.setCursorXY(20, 50);
  float gi = 3.14;
  oled.print("G = ");
  oled.print(gi);
}
void loop() {
}
```

4. Скопіювати програму та переконатися у відсутності помилок.

5. Підключити мікроконтролерну плату до USB-порта комп'ютера.

6. У середовищі Arduino IDE вибрати тип плати та порт, до якого вона підключена. Завантажити створену програму в мікроконтролер. Відмітити результати роботи.

7. Зробити висновки. Звіт повинен містити: титульний лист; тему, мету роботи; порядок виконання; створені програми; висновки.

Контрольні запитання

1. Який принцип роботи OLED-дисплеїв?
2. Який інтерфейс у OLED-дисплеї, що використовували в роботі?
3. Для чого потрібний інтерфейс I2C у OLED-дисплеї?
4. Який тип пінів використовується для підключення OLED-дисплею?

Лабораторна робота 4. (Виїзне заняття на базі ПП «КОМПАНІЯ АВТОЛЕНД»). Вивчення роботи трьохконтактних індуктивних датчиків в сільськогосподарській техніці на прикладі датчика швидкості CLAAS 011810

Мета роботи: ознайомитися з загальною будовою, принципом роботи та областю застосування трьохконтактних індуктивних датчиків в сільськогосподарській техніці на прикладі датчика швидкості CLAAS 011810.

Теоретичні відомості

Індуктивні датчики наближення широко використовуються як в аматорських проєктах, так і в сучасній сільськогосподарській техніці. Принцип їхньої дії полягає у виявленні металевих об'єктів поблизу чутливого елемента. До інших матеріалів вони не чутливі. У різних датчиків відстань виявлення може відрізнятися, залежно від конструктивного виконання конкретного датчика і типу металу, який необхідно детектувати.

Незважаючи на велику кількість доступних на ринку індуктивних датчиків, всі вони мають схожу побудову і принцип роботи. На рис. 4.1 показано узагальнену структуру датчика наближення з індуктивним чутливим елементом.

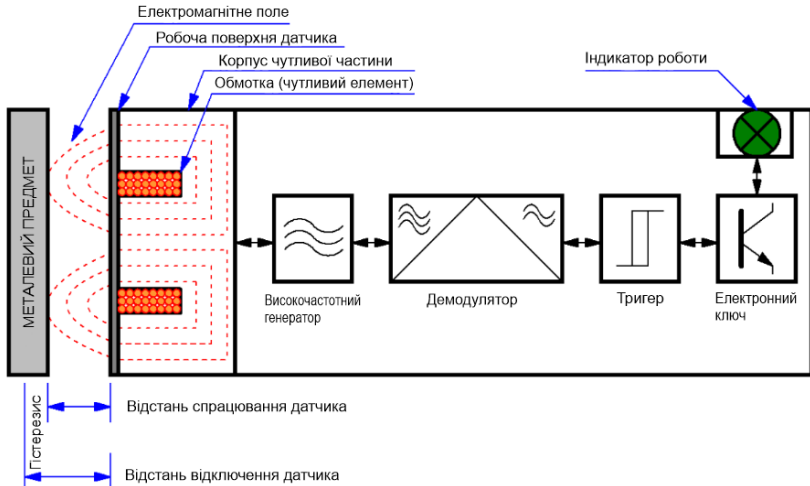


Рис. 4.1. Структурна схема індуктивного датчика наближення

Для виконання роботи використаємо індукційний датчик швидкості обертання CLAAS 011810, загальний вигляд і розпіновка якого показані на рис. 4.2.

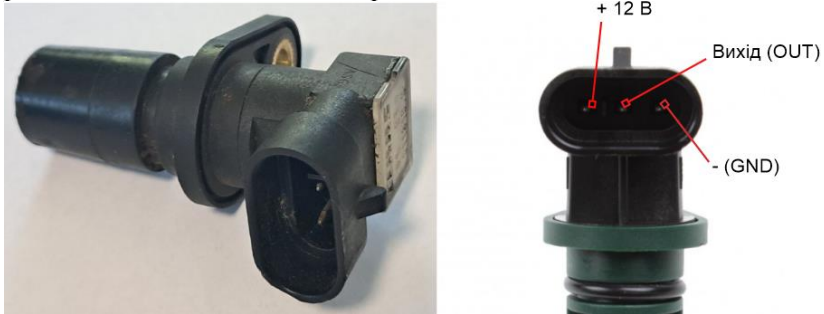


Рис. 4.2. Індукційний датчик швидкості обертання CLAAS 011810

Ця модель датчику є трьохвиводною. Її перевагою є те, що на її виході вже сформовано сигнал прямокутної форми (так званий меандр, див. рис. 4.3), який придатний для його подачі безпосередньо на цифрові входи модуля керування. Один вивід є загальним і підключається до мінуса «-» живлення (GND), інший

служує плюсовим «+» виводом (+ 12 В), а третій, центральний – виводом сигналу (Out).

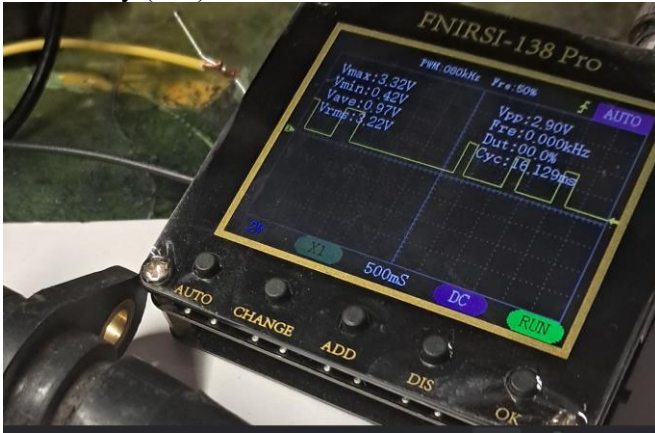


Рис. 4.3. Приклад форми вихідного сигналу індукційного датчику швидкості обертання CLAAS 011810

На відміну від звичайного двохвиводного датчика, трьохвиводний здійснює підсилення, первинну обробку отриманого від обмотки сигналу та перетворення його у прямокутний імпульс, який значно легше обробляти і захистити від перешкод. Це технічне рішення позбавляє від випадкових спрацьовувань, які можуть бути викликані електромагнітними перешкодами з навколишнього середовища.

Характеристики індукційного датчику швидкості обертання CLAAS 011810:

Напруга живлення- 10...14 В;

Форма вихідного сигналу - меандр;

Амплітуда вихідного сигналу – 3,3 В;

Струм (споживаний струм)- не більше 15 мА.

План роботи

1. Ознайомитися з принципом роботи індукційного датчику швидкості обертання CLAAS 011810.

2. Перевірити працездатність індукційного датчику швидкості обертання за допомогою навчальної платформи Arduino UNO.

3. Реалізувати керування навантаженням при спрацюванні індукційного датчику швидкості обертання.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з теоретичними відомостями.
2. На монтажній платі скласти схему відповідно до рис.

4.4.

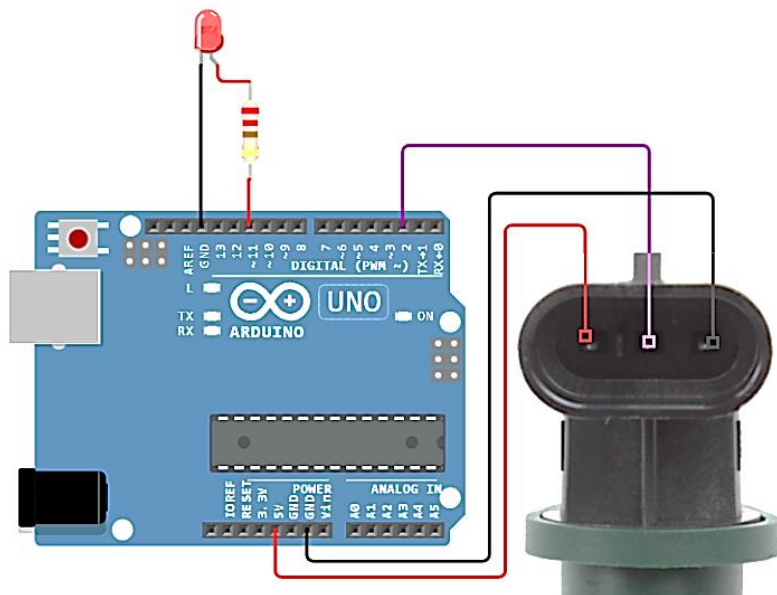


Рис. 4.4. Схема лабораторного стенду для перевірки індукційного датчику швидкості обертання CLAAS 011810.

3. У середовищі Arduino IDE створити новий скетч (скетч, що виводить у монітор COM-порту повідомлення про реагування індукційного датчику на наближення металевий предмету).

4. Завантажити створений скетч в мікроконтролер. Кілька разів провести повз датчик на відстані 2...5 мм металевий предмет (наприклад - викрутку), перевірити наявність повідомлень в моніторі COM-порту.

5. У середовищі Arduino IDE створити новий скетч (скетч,

що дозволить вмикати/вимикати світлодіод залежно від реакції датчику на металеві предмети).

7. Завантажити створений скетч в мікроконтролер. Кілька разів провести повз датчик на відстані 2...5 мм металевий предмет (наприклад - викрутку), перевірити наявність реакції світлодіоду. Відмітити результати роботи.

8. Оформити звіт про виконання роботи. Звіт повинен містити: назву та мету роботи; тексти програм з коментарями; висновок про виконання роботи.

Контрольні запитання

1. Для чого призначений індукційний датчик швидкості обертання CLAAS 011810?

2. Яка розпіновка індукційного датчику швидкості обертання CLAAS 011810?

3. Як перевірити працездатність індукційного датчику швидкості обертання?

4. Якого типу сигнал на виході трьохвыводного індукційного датчику швидкості обертання?

Лабораторна робота 5. Вимірювання проміжків часу за допомогою платформи на базі контролера AtMega328P

Мета роботи: засвоїти методи вимірювань проміжків часу за допомогою контролерів.

Теоретичні відомості

При конструюванні мехатронних чи робототехнічних систем часто виникає потреба вимірювання проміжків часу. Для цього використовують таймер. Його легко реалізувати на базі мікроконтролера та LCD-дисплею.

Цей LCD-дисплей призначений для виведення тексту. Дисплей можна використовувати для відображення параметрів вологості, температури, напруги, сили струму проміжку часу і т.д.

Загальний вигляд LCD-дисплею 1602A показано на рис. 5.1.

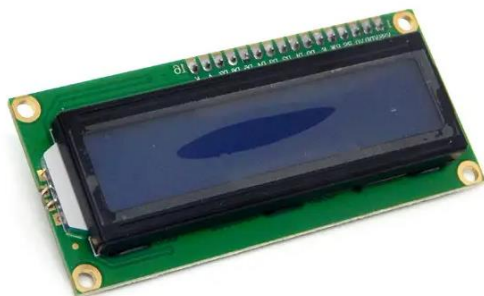


Рис. 5.1. LCD-дисплей 1602A

Характеристики LCD-дисплею 1602A:

LCD-контролер: HD44780;

16 символів;

2 рядки;

Напруга живлення: 5 В;

Висота 36 мм;

Ширина 80 мм.

LCD-дисплей 1602A спроектований на базі контролера Hitachi HD44780. Контролер має однобайтні комірки пам'яті, вміст яких відображається на екрані. Даний LCD дисплей відображає 2 рядки по 16 символів. Роздільна здатність символів цього дисплею становить 5 x 8 пікселів.

План роботи

1. Ознайомитися з призначенням, будовою та основними характеристиками LCD-дисплею 1602A.
2. Ознайомитися з схемою вимірювання часових проміжків.
3. Вивести поточні значення часового проміжку на LCD-дисплей 1602A.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з теоретичними відомостями.
2. На монтажній платі скласти схему відповідно до рис. 5.2.

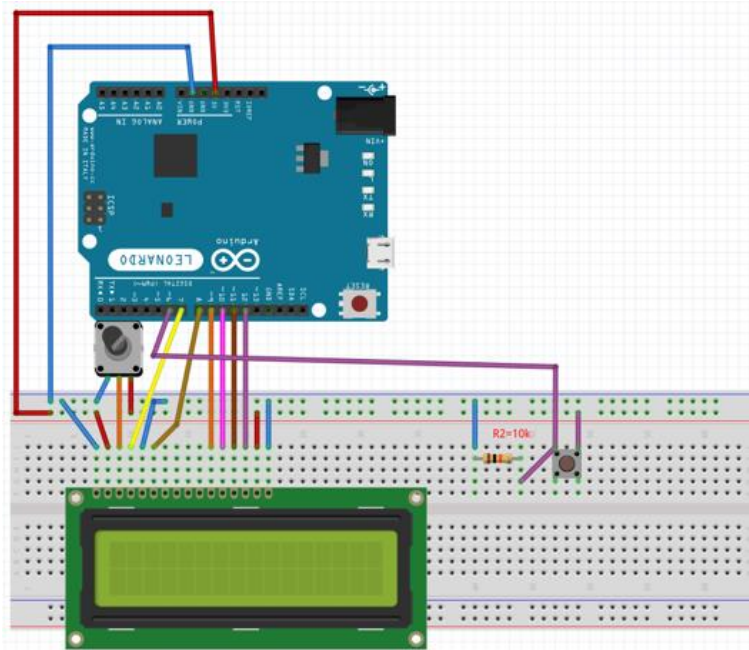


Рис. 5.2. Монтажна схема таймера

3. Створити новий скетч.

```

#include <LiquidCrystal.h> // Підключим бібліотеку для
роботи с дисплеєм
LiquidCrystal lcd(7,8,9,10,11,12); // (RS, E, DB4, DB5, DB6,
DB7) // Призначення пінів для керування дисплеєм
unsigned long time0, time1;
byte ms, s, m, h, ms1, s1, m1, h1, kn, pin, start1, stop1, blok;
void setup(){
  lcd.begin(16, 2);
  pinMode(6,INPUT);// кнопка на вході 6
}
void loop(){
  kn = digitalRead(6); // зчитуєм значення зі входу 6
  if(kn == HIGH && start1 == 0 && blok == 0){ // запуск
відліку, перший натиск кнопки

```



```

        start1 = 1; // если кнопка нажата start1 = 1, дозволено
відлік часу
        time1 = millis(); // фіксуємо час натиску кнопки
    }
    if(millis() - time1 <= 200) { // усуваємо дребезг кнопки,
блокування натиску 200 мс
        kn = LOW;
    }
    if(kn == HIGH && start1 == 1 && stop1 == 0) { // перенос
даних у другий рядок, другий натиск кнопки
        stop1 = 1; // був другий натиск кнопки
        ms1 = ms;
        s1 = s;
        m1 = m;
        h1 = h;
        time1 = millis(); // фіксуємо час натиску кнопки
    }
    if(millis() - time1 <= 200) { // усуваємо дребезг кнопки,
блокування натиску 200 мс
        kn = LOW;
    }
    if(kn == HIGH && start1 == 1 && stop1 == 1) { // зупинка
відліку, третій натиск кнопки
        start1 = 0; // заборонено відлік часу
        blok = 1; // блокування переходу на перший натиск
кнопки
        time1 = millis(); // фіксуємо час натиску кнопки
    }
    if(millis() - time1 <= 200) { // усуваємо дребезг кнопки,
блокування натиску 200 мс
        kn = LOW;
    }
    if(kn == HIGH && start1 == 0 && stop1 == 1) { //
обнулення всіх змінних, загальне скидання
        ms = 0;
        s = 0;
        m = 0;
        h = 0;
    }

```

```

ms1 = 0;
s1 = 0;
m1 = 0;
h1 = 0;
blok = 0;
pin = 0;
start1 = 0;
stop1 = 0;
    delay(500); // усуваємо дребезг кнопки після скидання,
    блокування натиску 500 мс
}
if(start1 == 1){ // фіксація натиску кнопки
    if(pin == 0){ // початок відліку після натиску кнопки
        time0 = millis(); // установка часу початку відліку
        pin = 1;
    }
    if(millis() - time0 > 99){
        time0 = millis();
        ++ms; // відлік 0,1 с
        if(ms > 9){
            ms = 0;
            ++s; // відлік 1 с
        }
        if(s > 59){
            s = 0;
            ++m; // відлік 1 хв
        }
        if(m > 59){
            m = 0;
            ++h; // відлік 1 година
        }
        if(h > 23){
            h = 0;
        }
    }
}
}
}
// вивід інформації на екран, 1 рядок
lcd.setCursor(3,0);

```

```

if(h < 10){
    lcd.print("0");
}
lcd.print(h); // години
lcd.print(":");
if(m < 10){
    lcd.print("0");
}
lcd.print(m); // хвилини
lcd.print(":");
if(s < 10){
    lcd.print("0");
}
lcd.print(s); // секунди
lcd.print(":");
lcd.print(ms); // мс
// вивід інформації на екран, 2 рядок
lcd.setCursor(3,1);
if(h1 < 10){
    lcd.print("0");
}
lcd.print(h1); // години
lcd.print(":");
if(m1 < 10){
    lcd.print("0");
}
lcd.print(m1); // хвилини
lcd.print(":");
if(s1 < 10){
    lcd.print("0");
}
lcd.print(s1); // секунди
lcd.print(":");
lcd.print(ms1); // мс
}

```

1. Завантажити створений скетч в мікроконтролер. Виміряти кілька проміжків часу. Відмітити результати роботи.

2. Оформити звіт про виконання роботи. Звіт повинен містити: назву та мету роботи; тексти програм з коментарями; висновок про виконання роботи.

Контрольні запитання

1. Для чого призначений таймер?
2. Яке призначення LCD-дисплею 1602A?
3. Чи може розглянутий дисплей виводити графічну інформацію?
4. На базі якого контролера побудований LCD-дисплей 1602A?

Лабораторна робота 6. Вимірювання відстані за допомогою платформи на базі контролера AtMega328P

Мета роботи: розглянути принцип вимірювання відстані за допомогою ультразвукового датчика.

Теоретичні відомості

Для вимірювання відстані від певної частини вузла чи агрегату машини до інших об'єктів широко застосовують ультразвукові датчики відстані.

Принцип роботи ультразвукового датчика відстані заснований на явищі ехолокації, яке полягає у визначенні часу, за який згенерований датчиком ультразвуковий сигнал, відбитий від перешкоди, повернеться назад. Знаючи швидкість поширення звуку і час, можна легко знайти відстань до об'єкту.

У лабораторній роботі використовується ультразвуковий датчик відстані HC-SR04 (рис. 6.1).

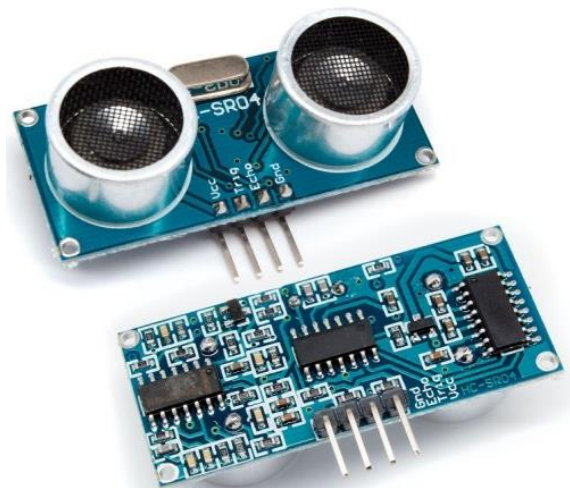


Рис. 6.1. Ультразвуковий датчик відстані HC-SR04

Він включає в себе ультразвуковий передавач, приймач і вузол контролю. На передній частині HC-SR04 розташовано два ультразвукових датчики, перший з написом T (Transmitter) - це передавач ультразвукових хвиль (ТСТ40-16Т), а другий з написом R (Receive) - це приймач відбитих ультразвукових хвиль (ТСТ40-16R), по центру розташований кварцевий генератор на 27 МГц.

На покази датчика практично не впливають сонячне випромінювання і електромагнітні шуми.

Принцип роботи датчика наступний:

1. На вихід trig (тригер) посилаємо високий рівень протягом як мінімум 10мкс.

2. Після цього модуль посилає пакет ультразвукових імпульсів з частотою 40 кГц і приймає їх назад, якщо в зоні видимості є будь-які перешкоди.

3. Якщо сигнал повертається, модуль встановлює низький рівень на виході echo на 150мс. За часом, який минув з п.1 до низького рівня на виході echo можна розрахувати відстань до перешкоди за формулою:

$$\text{відстань} = (\text{time} * \text{sound velocity}) / 2,$$

де time - виміряне час імпульсу, sound velocity - швидкість звуку (340 м / с).

План роботи

1. Ознайомитися з принципом роботи ультразвукового датчика відстані HC-SR04.
2. Скомпонувати схему для вимірювання відстані на базі ультразвукового датчика з виводом результатів на LCD-дисплей 1602A та перевірити її роботу.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з теоретичними відомостями та принципом роботи ультразвукового датчика відстані HC-SR04.
2. На монтажній платі скласти схему відповідно до рис. 6.2.

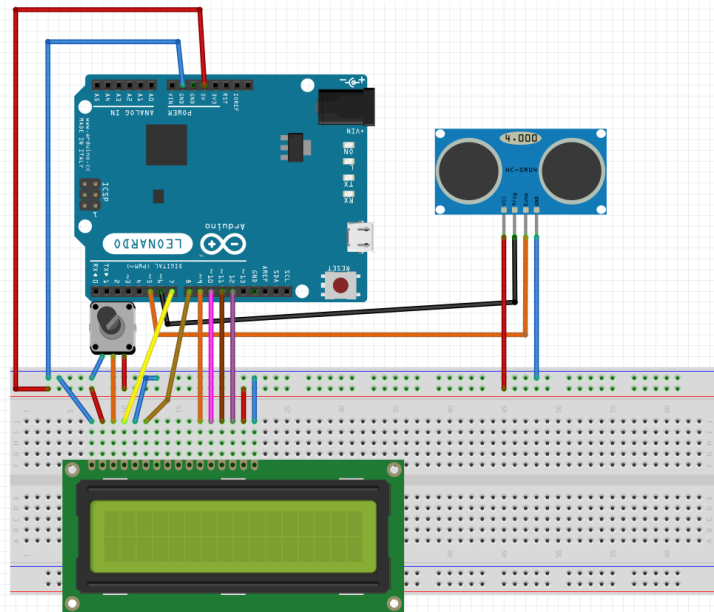


Рис. 6.2. Схема вимірювання відстані на базі ультразвукового датчика

3. Створити новий скетч.

```
#include <LiquidCrystal.h> // підключення LCD бібліотеки
LiquidCrystal lcd (7,8,9,10,11,12); // ініціалізація бібліотеки із
зазначенням пінів підключення до Arduino
int inputPin=5;
int outputPin=6;
void setup()
{
  lcd.begin(16, 2); // встановлення кількості символів і рядків
дисплея
  pinMode(inputPin, INPUT); // установка режимів
pinMode(outputPin, OUTPUT); // роботи виводів Arduino
  lcd.setCursor(0, 0); // установка курсору
  lcd.print("Distance:"); // вивод тексту на дисплей
}
void loop()
{
  // далі надсилання необхідних імпульсів на УЗ датчик
  digitalWrite(outputPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(outputPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(outputPin, LOW);
  int distance = pulseIn(inputPin, HIGH); // отримання даних з УЗ
датчика
  distance=distance/58; // переведення значення в сантиметри
  lcd.setCursor(9, 0); // установка курсору
  lcd.print(" "); // виведення порожніх символів для видалення
старих показань
  lcd.setCursor(9, 0); // установка курсору
  lcd.print(distance); // виведення значення відстані
  delay (100); // затримка перед наступним виконанням
}
```

4. Завантажити створений скетч в мікроконтролер.
Відмітити результати роботи.

Контрольні запитання

1. Яке призначення ультразвукового датчика відстані HC-SR04?
2. Який принцип дії ультразвукового датчика відстані?
3. Яке фізичне явище використовується в датчику HC-SR04 для визначення відстані?
4. Яке призначення пінів датчику HC-SR04?
5. Для чого використовується пакет ультразвукових імпульсів?
6. Яке призначення LCD-дисплею 1602A?

Лабораторна робота 7. Керування електродвигуном за допомогою ШИМ (PWM) та платформи на базі контролера AtMega328P

Мета роботи: розглянути принцип керування електродвигуном постійного струму за допомогою силових ключів та платформи на базі контролера AtMega328P.

Теоретичні відомості

Широтно-імпульсну модуляцію часто застосовують для керування силовим навантаженням, що живиться від джерела постійного струму, як от: електродвигун мехатронного приводу, електродвигун систем вентиляції, потужний освітлювальний прилад, тощо.

У попередніх роботах вже розглядався принцип керування яскравістю LED за допомогою методу PWM. Проте, ми підключали світлодіод безпосередньо до цифрового піну навчальної платформи, так як максимальний струм, споживаний світлодіодом, значно менший за допустимий струм, що дає цифровий пін платформи.

У цій же роботі ми спробуємо покерувати електродвигуном постійного струму кулера діаметром 120 мм, що живиться від джерела постійного струму напругою 12 В та споживає струм до 200 мА, що у п'ять раз перевищує максимальний струм цифрового піну. Тому для керування двигуном у схему потрібно включити силовий елемент – MOSFET-транзистор – який здатний керувати потужними

приладами при малих значеннях керуючих сигналів на його вході.

Принципова схема керування електродвигуном за допомогою PWM та MOSFET-транзистора показана на рис. 7.1.

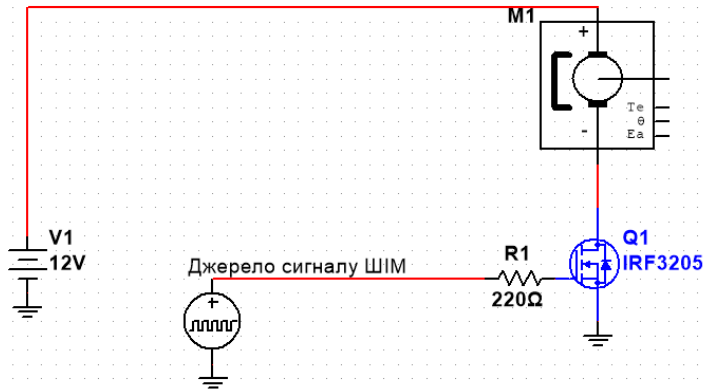


Рис. 7.1. Принципова схема керування електродвигуном за допомогою PWM та MOSFET-транзистора

У якості силового елемента використано потужний n-канальний MOSFET-транзистор IRF3205 з максимальним струмом на вихідному виводі Drain рівним 110 Ампер. Загальний вигляд, умовне позначення на схемах і розпіновка виводів IRF3205 показані на рис. 7.2.

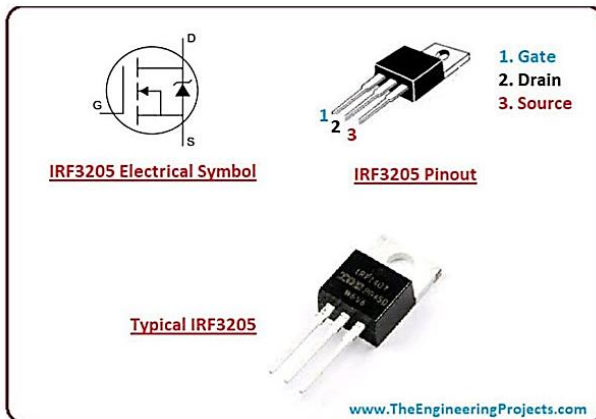


Рис. 7.2. MOSFET-транзистор IRF3205

План роботи

1. Ознайомитися з принципом керування електродвигуном за допомогою PWM.
2. Реалізувати програмне керування частотою обертання двигуна вентилятора.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з теоретичними відомостями.
2. На монтажній платі скласти схему відповідно до рис. 7.3.

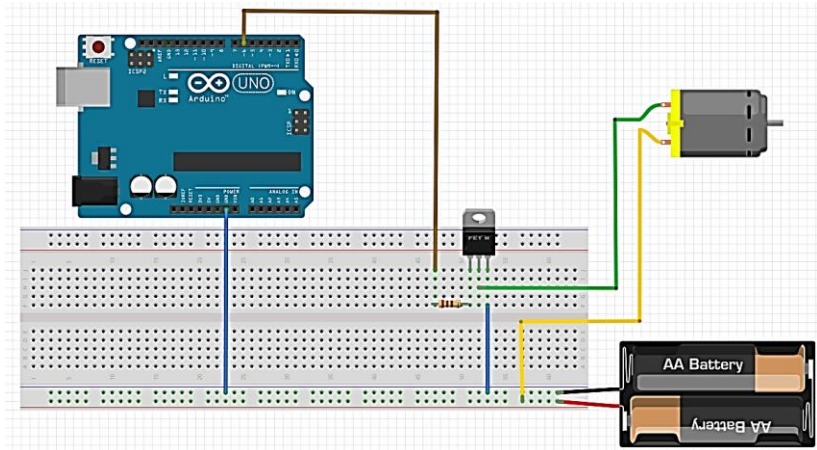


Рис. 7.3. Схема підключення для керування силовим навантаженням з допомогою MOSFET-транзистора IRF3205

3. У середовищі Arduino IDE створити новий скетч (скетч, що виводить по чергові сигнали різної скважності на цифровий вихід PWM №6).

```
#define LED_PIN 6
void setup()
{
  pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
}
void loop()
{
  analogWrite(LED_PIN, 25);
}
```

```
delay(2500);  
  
analogWrite(LED_PIN, 130);  
delay(2500);  
  analogWrite(LED_PIN, 255);  
  delay(2500);  
}
```

4. Завантажити створений скетч в мікроконтролер.
Відмітити результати роботи.

Контрольні запитання

1. Яке призначення ультразвукового датчика відстані HC-SR04?
2. Який принцип дії ультразвукового датчика відстані?
3. Яке фізичне явище використовується в датчику HC-SR04 для визначення відстані?
4. Яке призначення MOSFET-транзистора на схемі?
5. Для чого використовується саме цифровий пін PWM?

Список рекомендованої літератури

1. Ловеїкін В. С., Ромасевич Ю. О., Крушельницький В. В. Мехатроніка : підручник. К., 2020. 404 с.
2. Margolis Michael. Arduino Cookbook. O'Reilly Media, 2011. 662 p.
3. Evans B. Arduino programming notebook. First edition. 2007. 38 p. URL: https://playground.arduino.cc/uploads/Main/arduino_notebook_v1-1.pdf.
4. Світлодіод – принцип роботи - BitKit: веб-сайт. URL: <https://bitkit.com.ua/svetodiod> (дата звернення: 26.06.2023).
5. Паламар М. І., Стрембіцький М. О., Паламар А. М. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів : навчальний посібник. Тернопіль : ТНТУ, 2018, 150 с.
6. Датчик швидкості обертання - 011810 Claas Original - AgroDoctor: веб-сайт. URL: <https://agrodoctor.ua/uk/dvigun/93782-datchik-shvidkosti-obertannya-011810-claas-original.html> (дата звернення: 26.08.2024).