

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет «Львівська політехніка»  
Інститут телекомунікацій, радіоелектроніки та електронної техніки  
Кафедра електронних засобів інформаційно-комп'ютерних технологій



КУРСОВА РОБОТА  
з дисципліни «Мікропроцесорні пристрої та системи»  
на тему: «5.7 Модуль ультразвукового давача відстані HC-SR04»

Виконав:

ст. гр. ТР-35

Пилип Сергій Сергійович

Перевірив: проф. Романишин Ю.М.

Прийняв: проф. Романишин Ю.М.

Львів – 2021

## Зміст

ВСТУП.....	3
ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ .....	4
1. АНОТАЦІЯ .....	5
2. АНАЛІЗ ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ .....	6
3. ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВУЗЛІВ ПРИСТРОЮ.....	7
4. ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ПЛАТФОРМИ ARDUINO.....	8
5. ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ARDUINO UNO .....	10
6. ХАРАКТЕРИСТИКИ МІКРОКОНТРОЛЕРА ATMEGA328P .....	12
7. СЕРЕДОВИЩЕ РОЗРОБКИ ПРИСТРОЮ.....	14
8. ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА ПРИСТРОЮ.....	15
9. ЕЛЕКТРИЧНА ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА ПРИСТРОЮ .....	16
10. ТЕКСТ ПРОГРАМИ ТА ПОЯСНЕННЯ ДО НЬОГО .....	17
ВИСНОВКИ.....	18
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	19

## ВСТУП

Arduino — це невелика плата з власним процесором і пам'яттю. На платі також є пара десятків контактів, до яких можна підключати всілякі компоненти: лампочки, датчики, мотори, чайники, роутери, магнітні дверні замки і взагалі все, що працює від електрики.

Комп'ютери вже давно стали невід'ємною частиною нашого повсякденного та професійного життя. Та іноді ми забуваємо, що крім них нас оточують дуже маленькі комп'ютери, і мова йде не про телефони, а про мікроконтролери.

Мікроконтролер – Мікроконтроллер - (далі МК) це мікросхема, призначена для програмного управління електронними схемами. МК виконується на одному кристалі. На ній розташований як обчислювальний пристрій, так і ПЗП і ОЗУ. Окрім цього, у складі МК найчастіше знаходяться порти введення/виведення, таймери, АЦП, послідовні і паралельні інтерфейси. У деяких навіть можна помітити Wi — Fi-/Bluetooth— модуль і навіть підтримку NFC.

Мікроконтролерні системи зараз повсюди, вони у пральних машинах, автомобілях, холодильниках і інших повсякденних речах. Також вони часто використовуються у різних інноваційних пристроях, таких як квадрокоптер або «Розумний будинок», а на сьогодні їх часто впроваджують у розвиток штучного інтелекту.

Наразі існують певні системи зв'язку з цими пристроями, але більшість з них можуть використовуватись тільки напряму людиною, наприклад, натискаючи кнопки.

В даній роботі пропонується розроблення макету мікроконтролерного віддалеміра HC SR04.

## ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ

На базі платформи Arduino Uno розробити макет мікроконтролерного модуля віддалеміра. Запрограмувати плату Arduino та виміряти відстань.

## 1. АНОТАЦІЯ

Курсову роботу присвячено набуттю практичних навиків розроблення мікроконтролерного пристрою (модуля) на базі платформи Arduino Uno, складання та налаштування відповідного програмного забезпечення. У результаті роботи розроблено макет мікроконтролерного модуля віддалеміра на базі платформи Arduino Uno. Також для плати Arduino Uno написано код програми, який забезпечує виконання поставленого завдання.

## 2. АНАЛІЗ ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ

Згідно із завданням потрібно під'єднати до плати Arduino Uno модуль ультразвуковий віддалемір. Відповідно, складаємо повний макет пристрою із даних модулів і під'єднуємо плату до джерела живлення. Для програмування плати Arduino Uno використаємо інтегроване середовище розробки Arduino (Arduino IDE).

Нам будуть потрібні наступні компоненти:

Плата Arduino Uno або Nano – 1шт;

Кабель USB – 1шт;

Макетна плата – 1шт;

Модуль HC SR04– 1шт;

Дріт.

### 3. ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВУЗЛІВ ПРИСТРОЮ

Датчик відстані Arduino є приладом безконтактного типу, і забезпечує високоточне вимірювання і стабільність. Діапазон дальності його вимірювання складає від 2 до 400 см. На його роботу не робить істотного впливу електромагнітні випромінювання і сонячна енергія. У комплект модуля з HC SR04 arduino входять ресивер і трансмітер.

Ультразвуковий далекомір HC SR04 має такі технічні параметри:

- Напругу живлення 5В;
- Робочий параметр сили струму - 15 мА;
- Сила струму в пасивному стані <2 мА;
- Оглядовий кут - 15 °;
- Сенсорне дозвіл - 0,3 см;
- Вимірювальний кут - 30 °;
- Ширина імпульсу -  $10^{-6}$  с.

## 4. ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ПЛАТФОРМИ ARDUINO

Arduino – апаратна обчислювальна платформа для аматорського конструювання, основними компонентами якої є плата мікроконтролера з елементами вводу/виводу та середовище розробки Processing/Wiring на мові програмування, що є спрощеною підмножиною C/C++. Arduino може використовуватися як для створення автономних інтерактивних об'єктів, так і підключатися до програмного забезпечення, яке виконується на комп'ютері (наприклад: Processing, Adobe Flash, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider). Інформація про плату (рисунок друкованої плати, специфікації елементів, програмне забезпечення) знаходяться у відкритому доступі і можуть бути використані тими, хто воліє створювати плати власноруч.

У процесор Arduino можна завантажити програму, яка буде керувати всіма цими пристроями за заданим алгоритмом. Таким чином можна створити нескінченну кількість унікальних класних гаджетів, зроблених своїми руками і за власною задумом. Щоб зрозуміти загальну ідею, погляньте на ілюстрацію. Вона не відображає і мільйонної частки всіх можливостей, але все ж дає первинне уявлення.

Плата Arduino складається з мікроконтролера Atmel AVR, а також елементів обв'язки для програмування та інтеграції з іншими пристроями. На багатьох платах наявний лінійний стабілізатор напруги +5В або +3,3В. Тактування здійснюється на частоті 16 або 8 МГц кварцовим резонатором. У мікроконтролер записаний завантажувач (bootloader), тому зовнішній програматор не потрібен.

На концептуальному рівні усі плати програмуються через RS-232 (послідовне з'єднання), але реалізація даного способу різниться від версії до версії. Новіші плати програмуються через USB, що можливо завдяки мікросхемі конвертера USB-to-Serial FTDI FT232R. У версії платформи Arduino Uno як конвертер використовується контролер Atmega8 у SMD-корпусі. Дане рішення дозволяє програмувати конвертер таким чином, щоб платформа відразу



розпізнавалася як миша, джойстик чи інший пристрій за вибором розробника зі всіма необхідними додатковими сигналами керування. У деяких варіантах, таких як Arduino Mini або неофіційній Boarduino, для програмування потрібно підключити до контролера окрему плату USB-to-Serial або кабель.

Плати Arduino дозволяють використовувати значну кількість виводів мікроконтролера як входні/вихідні контакти у зовнішніх схемах. Наприклад, у платі Decimila доступно 14 цифрових входів/виходів, 6 із яких можуть генерувати ШІМ сигнал, і 6 аналогових входів. Ці сигнали доступні на платі через контактні площадки або штирові роз'єми.

Ще однією відмінною особливістю Arduino є наявність плат розширення , так званих shields або просто «Шілд». Це додаткові плати, які ставляться подібно верствам бутерброда поверх один одного, щоб дати їй нові можливості. Так наприклад, існують плати розширення для підключення до локальної мережі та інтернету (Ethernet Shield), для управління потужними моторами ( Motor Shield), для отримання координат і часу з супутників GPS (приймач GPS / ГЛОНАСС) і багато інших.

## 5. ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ARDUINO UNO

Arduino Uno – це широко використовувана плата мікроконтролерів з відкритим кодом на базі мікроконтролера ATmega328P. У його склад входить все необхідне для зручної роботи з мікроконтролером: 14 цифрових входів/виходів (з них 6 можуть використовуватися в якості ШІМ-виходів), 6 аналогових входів, кварцовий резонатор на 16 МГц, роз'єм USB, роз'єм живлення, роз'єм для програмування всередині схеми (ICSP) і кнопка скидання. Для початку роботи з пристроєм досить просто подати живлення від AC/DC-адаптера або батарейки, або підключити його до комп'ютера за допомогою USB-кабелю.

На відміну від всіх попередніх плат Ардуіно, Uno в якості перетворювача інтерфейсів USB-UART використовує мікроконтролер ATmega16U2 (ATmega8U2 до версії R2) замість мікросхеми FTDI.

На платі Arduino Uno версії R2 для спрощення процесу оновлення прошивки доданий резистор, що підтягує до землі лінію HWB мікроконтролера 8U2.

Основні критерії	Значення
Мікроконтролер	ATmega328
Робоча напруга	5В
Напруга живлення (рекомендований)	7-12В
Напруга живлення (граничне)	6-20В
Цифрові входи / виходи	14 (з них 6 можуть використовуватися в якості ШІМ-виходів)
Аналогові входи	6
Максимальний струм одного виведення	40мА

Основні критерії	Значення
Максимальний вихідний струм виводу 3.3V	50мА
Flash-пам'ять	32 КБ (АТmega328) з яких 0.5 КБ використовуються завантажувачем
SRAM	2 КБ (АТmega328)
EEPROM	1 КБ (АТmega328)
Тактова частота	16МГц

## 6. ХАРАКТЕРИСТИКИ МІКРОКОНТРОЛЕРА ATMEGA328P

Мікроконтролер ATmega328 є 8-ми розрядним CMOS мікроконтролером з низьким енергоспоживанням, заснованим на вдосконаленій AVR RISC архітектурі.

ATmega328/P – мікроконтролер сімейства AVR, як і всі інші має 8-бітний процесор і дозволяє виконувати більшість команд за один такт.

Пам'ять:

- 32 kB Flash (пам'ять програм, що має можливість самопрограмування)
- 2 kB ОЗУ
- 1 kB EEPROM (постійна пам'ять даних)

Периферійні пристрої:

- два 8-бітних таймери/лічильники з модулями порівняння і дільниками частоти
- 16-бітний таймер/лічильник з модулем порівняння і дільником частоти, а також з режимом запису
- лічильник реального часу з окремим генератором
- шість каналів PWM (аналог ЦАП)
- 6-канальний ЦАП із вбудованим датчиком температури
- програмований послідовний порт USART
- послідовний інтерфейс SPI
- інтерфейс I2C
- програмований сторожовий таймер з окремим внутрішнім генератором
- внутрішня схема порівняння напруг
- блок обробки переривань і збудження при зміні напруги на виходах мікроконтролера

Спеціальні функції мікроконтролера ATmega328:

- скидання при вмиканні живлення і програмне розпізнавання зниження напруги живлення
- внутрішній калібрований тактовий генератор
- обробка внутрішніх і зовнішніх переривань
- 6 режимів сну (знижене енергоспоживання і зниження шумів для більш точного перетворення АЦП)

Напруги живлення і швидкість процесора:

- 1.8 - 5.5 В при частоті до 4 МГц
- 2.7 - 5.5 В при частоті до 10 МГц
- 4.5 - 5.5 В при частоті до 20 МГц

## 7. СЕРЕДОВИЩЕ РОЗРОБКИ ПРИСТРОЮ

Інтегроване середовище розробки Arduino (Arduino IDE) – це багатоплатформовий додаток на Java, що включає в себе редактор коду, компілятор і модуль передачі прошивки в плату. Середовище розробки засноване на мові програмування Processing та спроектоване для програмування новачками, не знайомими близько з розробкою програмного забезпечення. Мова програмування аналогічна мові Wiring. Загалом, це C++, доповнений деякими бібліотеками. Програми обробляються за допомогою препроцесора, а потім компілюються за допомогою AVR-GCC.

Програми Arduino пишуться на мові програмування C або C++ . Користувачам необхідно визначити лише дві функції для того, щоб створити програму, яка буде працювати за принципом циклічного виконання:

- `setup()`: функція виконується лише раз при старті програми і дозволяє задати початкові параметри
- `loop()`: функція виконується періодично, доки плата не буде вимкнена

## 8. ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА ПРИСТРОЮ

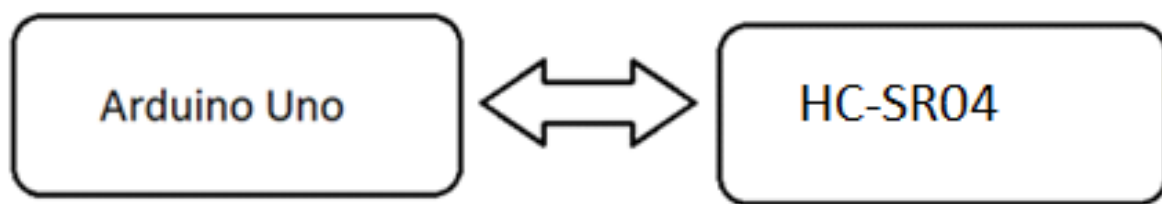


Рисунок.3 Блок схема функціонування пристрою

## 9. ЕЛЕКТРИЧНА ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА ПРИСТРОЮ

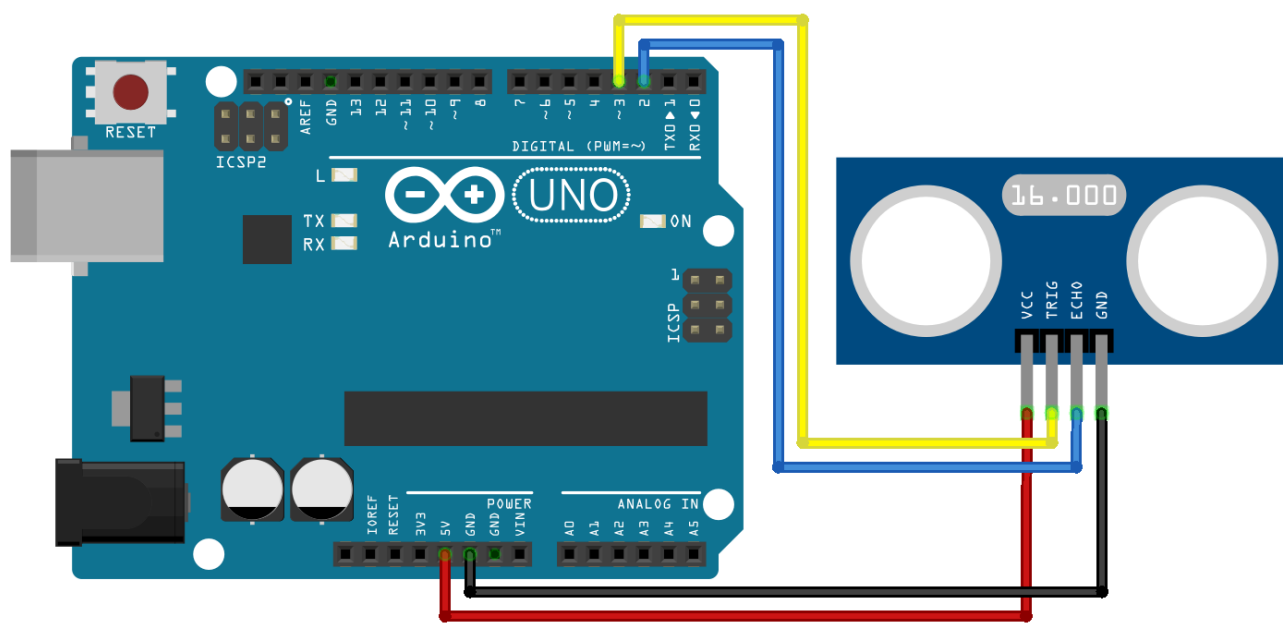


Рисунок 4. Електрична функціональна схема пристрою.



## 10. ТЕКСТ ПРОГРАМИ ТА ПОЯСНЕННЯ ДО НЬОГО

```
// Зазначимо, що до яких пінів підключено
int trigPin = 3;
int echoPin = 2;

void setup () {
  Serial.begin (9600);
  pinMode (trigPin, OUTPUT);
  pinMode (echoPin, INPUT);
}

void loop () {
  int duration, distance;
  // для більшої точності встановимо значення LOW на пін Trig
  digitalWrite (trigPin, LOW);
  delayMicroseconds (2);
  // Тепер встановимо високий рівень на пін Trig
  digitalWrite (trigPin, HIGH);
  // Почекаємо 10  $\mu$ s
  delayMicroseconds (10);
  digitalWrite (trigPin, LOW);
  // Дізнаємося тривалість високого сигналу на пін Echo
  duration = pulseIn (echoPin, HIGH);
  // Розрахуємо відстань
  distance = duration / 58;
  // Виведемо значення в Serial Monitor
  Serial.print (distance);
  Serial.println ("cm");
  delay (100);
}
```

## ВИСНОВКИ

Багато пристроїв для початківців на основі Arduino не вимагають серйозних знань в техніці або програмуванні.

Arduino називають апаратно-програмною платформою. Вона спочатку створена компанією Arduino Software і являє собою плату з контактами для підключення додаткових компонентів.

Під час виконання даної курсової роботи розроблено мікроконтролерний пристрій на базі платформи Arduino Uno. Також розроблено функціональну схему пристрою, електричну функціональну схему пристрою та схему алгоритму функціонування пристрою.

У мікроконтролер плати Arduino Uno за допомогою середовища Arduino IDE зашифровано програму, яка ініціює роботу пристрою. Код програми оптимізовано та пояснено його принцип виконання завдання. При увімкненні пристрою в джерело живлення можна спостерігати справну роботу пристрою.

Окрім цього, описано основні технічні характеристики вузлів пристрою та платформи Arduino Uno. Також охарактеризовано мікроконтролер ATmega328P та середовище розробки пристрою.

Отже, виконуючи курсову роботу, здобуто практичні навички із розроблення мікроконтролерного пристрою на базі платформи Arduino Uno. Даний пристрій повністю функціонує та виконує поставлене завдання.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Arduino.cc: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.arduino.cc>
2. Вікіпедія: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Arduino\\_Uno](https://uk.wikipedia.org/wiki/Arduino_Uno)
3. Вікіпедія: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Мікроконтролер>
4. Arduino.ua: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino.ua>
5. Авторский блог Denis\_Geek: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.electronica52.in.ua>
6. Arduino.cc: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://amperka.ua/page/what-is-arduino>