

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО
науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол від 16.12.2022р.
№ 13

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для проведення лабораторних робіт
з навчальної дисципліни
«ВСТУП ДО ФАХУ З МЕТРОЛОГІЇ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»
освітньо-професійна програма «Комп'ютеризовані інформаційно-
вимірювальні системи»
факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і
робототехніки
кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки

Рекомендовано на засіданні
кафедри метрології та
інформаційно-вимірювальної техніки
30 серпня 2022р., протокол № 8

Розробники: старший викладач кафедри метрології та інформаційно-
вимірювальної техніки ЛУГОВИХ Оксана

Житомир
2022

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39/2

Методичні рекомендації для проведення лабораторних занять з навчальної дисципліни «Вступ до фаху з метрології» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» освітньо-професійна програма «Комп'ютеризовані інформаційно-вимірювальні системи» / Розробник О.О. Лугових. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2022. – 39 с.

Розробники: О.О. Лугових

Рецензенти:

к.т.н., доцент кафедри РЕ та А ім. проф. Б.Б. Самотокіна А.Г Ткачук.,

к.т.н., доцент кафедри РЕ та А ім. Проф. Б.Б. Самотокіна О.О.Добржанський .

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 3

ЗМІСТ

Лабораторна робота № 1	4
Вивчення можливостей використання платформи Arduino Uno в складі вимірювальних пристроїв	
Лабораторна робота № 2	7
Організація виведення та візуалізації вимірювальної інформації на платформі Arduino Uno	
Лабораторна робота № 3	12
Організація введення та виведення та візуалізації вимірювальної інформації на платформі Arduino Uno	
Лабораторна робота № 4	18
Розробка комп'ютеризованого вимірювального пристрою на основі тензодатчика та модуля ArduinoUno	
Лабораторна робота № 5	26
Розробка комп'ютеризованого вимірювального пристрою на основі датчика присутності та модуля ArduinoUno	
Лабораторна робота № 6	30
Розробка комп'ютеризованого вимірювального пристрою на основі метеодатчика BM280 (SHT31) та модуля ArduinoUno	
Лабораторна робота № 7	34
Розробка комп'ютеризованого вимірювального пристрою на основі інфрачервоного датчика відстані Sharp GP2Y0A21YK0F та модуля ArduinoUno	
Лабораторна робота № 8	37
Розробка комп'ютеризованого вимірювального пристрою на ультразвуковому датчику, LCD дісплея та модуля ArduinoUno	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 4

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Вивчення можливостей використання платформи Arduino Uno в складі вимірювальних пристроїв

1.1. Мета роботи

Навчитися підключати Arduino Uno до ПК, навчитися підключати зовнішні вимірювальні пристрої до Arduino, навчитися розроблювати, завантажувати та налагоджувати програми керування.

1.2. Короткі теоретичні відомості

Arduino - це інфраструктура і середовище, в якому можна збирати сумісні між собою електронні і механічні компоненти в єдиний пристрій, а потім через звичайний комп'ютер запрограмувати поведінку цих складових, як потрібно.

Arduino є обчислювальною платформою або платою, яка буде служити мозком для вимірювальних пристроїв. На її основі можна створювати як пристрої з простими схемами, так і складні трудомісткі проекти, наприклад, роботів або дронів.

Основою конструктора служить плата введення-виведення (апаратна частина), а також програмна частина. Програмне забезпечення конструктора на основі Ардуіно представлено інтегрованим середовищем розробки Arduino IDE. Зовнішній вигляд середовища представлений на рис.1.1.

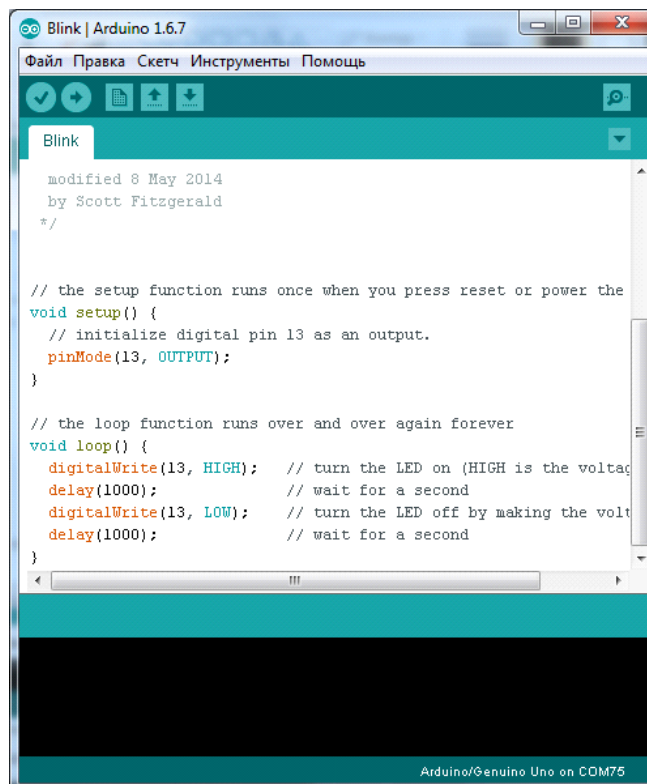


Рисунок 1.1

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 5

Програма в Arduino IDE, яка вже готова до роботи з платою, називають скетчем.

Після того як програма складена вона завантажується (прошивається) на плату. Для програмування в Ардуіно використовується USB-кабель. Відразу після завантаження програма готова виконувати різні команди.

В Arduino є дві ключові функції:

setup () - використовується один раз при включенні плати, застосовується для ініціалізації налаштувань;

loop () - використовується постійно, є завершальним етапом настройки setup.

Функція **setup ()** виконується на самому початку і тільки 1 раз відразу після включення або перезавантаження вашого пристрою.

Функція **loop ()** виконується після функції setup (). Loop перекладається як петля, або цикл. Функція буде виконуватися знову і знову. Так мікроконтролер ATmega328 (більшості плат Arduino містять саме його), буде виконувати функцію loop близько 10 000 разів в секунду.

Додаткові функції Arduino:

- **pinMode** - режим введення і виведення інформації;
- **analogRead** - дозволяє зчитувати виникає аналогове напруга на виводі;
- **analogWrite** - запис аналогового напруги в вихідний висновок;
- **digitalRead** - дозволяє зчитувати значення цифрового виводу;
- **digitalWrite** - дозволяє задавати значення цифрового виводу на низькому або високому рівні;

• **Serial.print** - переводить дані про проект в зручно читається текст.

У Ардуіно для плат існує безліч бібліотек, які представляють собою колекції функцій, що дозволяють управляти платою або додатковими модулями.

Схема підключення світлодіодного модуля представлена на рис.1.2.

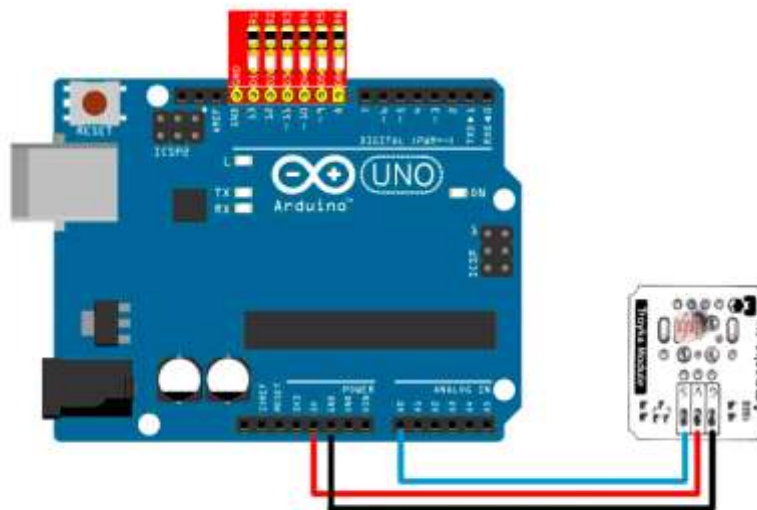


Рисунок 1.2 – Підключення світлодіодного індикатора стану до виводів Arduino UNO

1.3. Підготовка до роботи

При підготовці до роботи необхідно:

- ознайомитись з рекомендованою літературою;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39/6

- вивчити короткі теоретичні відомості.

1.4. Порядок роботи:

1. Підключити модуль Arduino Uno до ПК.
2. Встановити драйвери послідовного порту та інтегроване середовище Arduino IDE роботи з Arduino.
3. Вивчити основні можливості мови програмування для Arduino.
4. Відкрити та завантажити на виконання тестовий скетч Blink. Модифікувати скетч Blink в Blink2, зменшити в 2 рази затримку мігання світлодіода L.
5. Підключити зовнішній пристрій (модуль світлодіодів) та монтажну плату для безпечного монтажу згідно схеми підключення.
6. Розробити, завантажити та налагодити програму керування зовнішнім модулем світлодіодів згідно індивідуального завдання таблиця 1.1. Засвітити розряд/світло діод LED з заданою частотою таблиця 1.1.
7. Оформити звіт та зробити висновки.

Враховуючи, що затримка $\text{delay}(1000)$ відповідає значенням $1000\text{мкс}=1\text{сек.}$

$$T = \frac{1}{f}, \text{ де}$$

$$T = t_{\text{світіння}} + t_{\text{гасіння}}.$$

Засвітити розряд/світло діод LED за заданою позицією таблиця 1.1.

Таблиця 1.1

№ варіанту	LED	$F, \text{Гц}$	$D1D2D3 D4D5D6$
1	D1	0,5	001 001
2	D2	1	001 010
3	D3	2	001 011
4	D4	3	001 100
5	D5	0,5	001 101
6	D6	1	001 110
7	D1	2	001 111
8	D2	3	010 001
9	D3	0,5	010 010
10	D4	1	010 011
11	D5	2	010 100
12	D6	3	010 101
13	D1	0,5	010 110
14	D2	1	010 111
15	D3	2	011 001
16	D4	3	011 010
17	D5	0,5	011 011
18	D6	1	011 100
19	D1	2	011 101
20	D2	3	011 110

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 7

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Організація виведення та візуалізації вимірювальної інформації на платформі Arduino Uno

1.1 Мета роботи

Вивчити схемотехніку підключення технічних засобів візуалізації вимірювальної інформації та програмування процедур її виведення на зовнішні пристрої

1.2. Короткі теоретичні відомості

В лабораторній роботі для виведення та візуалізації вимірювальної інформації використовується LCD дисплей 20x4 шина I2C синій представлений на рисунку 2.1а,б.



а



б

Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд LCD дисплей 20x4 шина I2C синій: а) зовнішня сторона, б) зворотна сторона

Рідкокристалічний дисплей LCD 2004 року (Liquid Crystal Display) 20x4 з синім підсвічуванням і встановленим I2C/SPI конвертером.

Дисплей LCD-2004В-IIC рекомендується для створення різних Arduino проектів, навчання конструювання різних систем мехатроніки та програмування, а також для конструкторських хобі.

- Дисплей LCD2004 оснащений платою конвертером для перетворення паралельного 8-бітного інтерфейсу дисплея в шину I2C, по якій він і підключається до Arduino за адресою 0x3F або 0x27. Наявність послідовного інтерфейсу дозволяє спілкуватися з контролером Arduino за допомогою 2-х проводового зв'язку, це допоможе заощадити цифрові Піни контролера для підключення додаткової периферії.

- Так само на I2C/SPI конвертері встановлений потенціометр для регулювання яскравості підсвічування.

- Дисплей LCD-2004В-IIC може одночасно відображати до 80 символів (20 символів, 4 рядки).

- Дисплей оснащений світлодіодним підсвічуванням синього кольору.

- Контролер дисплея HD44780 має ПЗУ в якій зберігаються цифри, символи латиниці і деякі ієрогліфи японської мови, для їх відображення на дисплеї. Відсутні символи, в т.ч. і символи кирилиці, можна завантажувати в пам'ять ОЗУ контролера.

Технічні характеристики:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 8

- Тип дисплея: рідкокристалічний символний (латиниця);
- Кількість символів в рядку: 20;
- Показати: 4;
- Колір підсвічування: синій;
- Колір символів: білий;
- Кут огляду: 180 °;
- Інтерфейси: ІС / І2С / ТWІ;
- Напруга живлення: 5В;
- Робоча температура: від -20 ° С до +70 ° С;
- Розміри: 98 x 60 x 12 мм;
- Вага: 80 гр.

Підключення стандартне як і для всієї лінійки подібних дисплеїв на цьому контролері. Використовувати дисплей можна як в 8 так і в 4-бітному режимі. Підключення LCD дисплея до Arduino можливо:

- передача даних по послідовному інтерфейсу І2С (схема підключення рис.2.2);
- передача даних 4-х розрядним паралельним цифровим кодом (схема підключення рис.2.3).

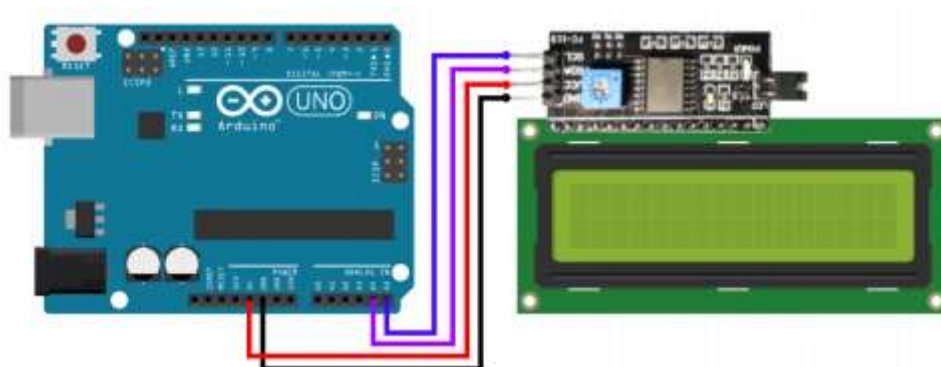


Рисунок 2.2 – Схема підключення LCD дисплея до Arduino по послідовному інтерфейсу І2С

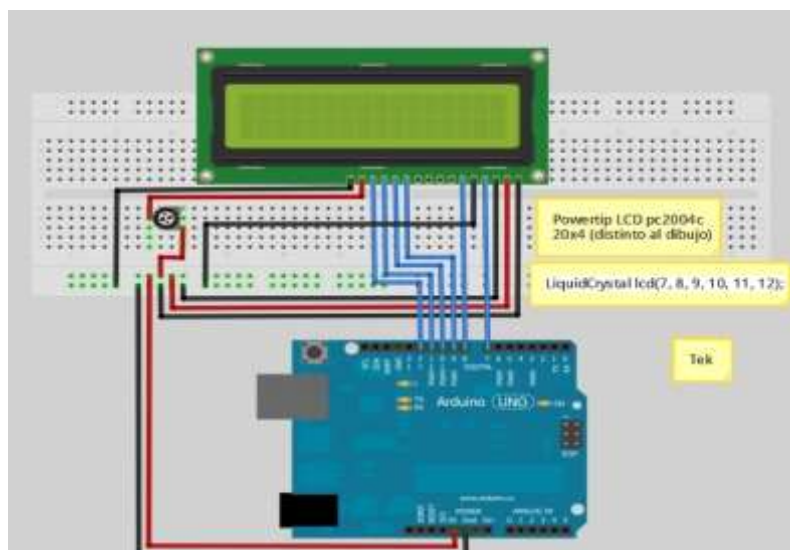


Рисунок 2.3 – Схема підключення LCD дисплея до Arduino по паралельному інтерфейсу

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39/9

Рідкокристалічний монітор LCD2004 з підтримкою I2C підключається до плати Arduino за допомогою чотирьох проводів - два дроти для даних, два дроти для живлення.

Для взаємодія Arduino с LCD 2004 по шині I2C вам будуть потрібні як мінімум дві бібліотеки:

1. Бібліотека Wire.h для роботи з I2C вже є в стандартній програмі Arduino IDE.
2. Бібліотека LiquidCrystal_I2C.h, яка включає в себе велику різноманітність команд для управління монітором по шині I2C і дозволяє зробити скетч простіше і коротше. Після підключення дисплея потрібно додатково встановити бібліотеку LiquidCrystal_I2C.h.

Для роботи з LCD дисплеєм згідно першого підключення вам потрібно буде в скетчі підключити стандартну бібліотеку Wire.h та інтегрувати в середовище Arduino IDE бібліотеку LiquidCrystal_I2C.h, потім також її підключити. Приклад скетчу з підключеними бібліотеками рис.2.4.

```

sketch_lr.2.1 | Arduino 1.8.10
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь
sketch_lr.2.1
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4); // Объявляем объект библиотечной функции
// Если надпись не появилась

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  lcd.init(); // Инициализация lcd
  lcd.backlight(); // Включаем подсветку
  // Курсор находится в на 4 знакоместе 1 строки
  lcd.setCursor(3, 0);
  lcd.print("Hello, world!");
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}

Загрузка завершена.
Скетч использует 2698 байт (8%) памяти устройства. Всего доступно
Глобальные переменные используют 257 байт (12%) динамической памяти

11 Arduino/Genuino Uno на COM3

```

Рисунок 2.4

Після підключення до скетчу всіх необхідних бібліотек можна приступати до роботи.

Якщо на дисплеї відображаються символи, або вони відображаються занадто тьмяно, то налаштуйте контрастність поворотом підлаштування резистора (потенціометра) на зворотному боці дисплея.

Якщо на дисплеї відображаються символи, верхній рядок повністю зафарбована, а нижня порожня, змініть адресу дисплея в рядку створення об'єкта (0x27 або 0x3F).

Якщо у дисплея не горить підсвічування, перевірте харчування на висновках VCC і GND, і наявність перемички на зворотному боці дисплея.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 10

Для взаємодія Arduino с LCD 2004 при паралельному підключенні вам буде достатньо однієї бібліотеки:

- Бібліотека LiquidCrystal.h для роботи з I2C вже є в стандартній програмі Arduino IDE.

Приклад скетчу з підключеними бібліотеками рис.2.5.

```

sketch_2.3 | Arduino 1.8.10
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь
sketch_2.3
#include <LiquidCrystal.h>
const int rs = 8, en = 7, d4 = 9, d5 = 10, d6 = 11, d7 = 12;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  lcd.begin(20, 4);
  // Print a message to the LCD.
  lcd.print("Hello World!");
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}

Сохранено.
14 Arduino/Genuino Uno на COM3

```

Рисунок 2.5

Далі потрібно вказати які виводи Ардуіно буде використано для підключення дисплея. Ця інформація вказана при ініціалізації модуля. Далі вказуємо розмір дисплея за допомогою команди **begin**. Вивід робиться аналогічно рис.2.4, за допомогою команди **print**.

1.3. Підготовка до роботи

При підготовці до роботи необхідно:

- ознайомитись з рекомендованою літературою;
- вивчити короткі теоретичні відомості.

1.4. Порядок роботи:

1. Підключити модуль Arduino Uno до LCD дисплея по послідовному інтерфейсу I2C
2. Скачати та підключити в скетчі необхідні бібліотеки для роботи з LCD дисплеєм.
3. Вивести повідомлення “Hello world”.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 11

4. Вивести своє прізвище на англійській мові позиція задана згідно таблиці 2.1.
5. Вивести своє прізвище на англійській мові позиція та задана варіант згідно таблиці 2.1, стовпчик 2,3.
6. Вивести лічильник додатніх чисел з заданим часом перемикавання на наступне значення варіант згідно таблиці 2.1 стовпчик 4.
7. Підключити модуль Arduino Uno до LCD дисплея по паралельному інтерфейсу.
8. Повторити п.2-6.
9. Оформити звіт та зробити висновки.

Таблиця 2.1

№ варіанту	Ряд	Знакомісце	Г, Гц
1	1	0	0,5
2	2	1	1
3	3	2	2
4	4	4	3
5	1	6	0,5
6	2	8	1
7	3	10	2
8	4	1	3
9	1	3	0,5
10	2	5	1
11	3	7	2
12	4	9	3
13	1	0	0,5
14	2	1	1
15	3	2	2
16	4	4	3
17	1	6	0,5
18	2	8	1
19	3	10	2
20	4	1	3

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 12

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

Організація введення та виведення та візуалізації вимірювальної інформації на платформі Arduino Uno

1.1 Мета роботи

Вивчити схемотехніку підключення технічних засобів візуалізації вимірювальної інформації та програмування процедур її введення з клавіатури та виведення на зовнішні пристрої

1.2. Короткі теоретичні відомості

Популярна в Ардуіно проектах матрична мембранна клавіатура має 12 або 16 кнопок (рис.3.1). З нижньої частини клавіатури виходить шлейф, який закінчується dupont розеткою.



Рисунок 3.1. – Мембрана матрична клавіатура

Матрична клавіатура складається з кнопок, що утворюють матрицю $m \times n$, тобто таблицю, де m - кількість рядків, а n - кількість стовпців. В лабораторній роботі №3 скористаємося клавіатурою 4×3 . Якщо розглянути її шлейф, то побачимо, що він складається з 7 доріжок. Доріжки з номерами 1-4 (позначаються Row1-Row4) - це рядки матриці з першої по четверту, а доріжки з номерами 5-7 (Col1-Col3) - стовпці з першого по третій.

Кожна кнопка - це область перетину струмопровідних доріжок. При натисканні на ділянку, що позначає кнопку, відбувається з'єднання доріжок і замикання одного із виводів рядків 1-4 з одним з висновків стовпців 1-3.

Матрична клавіатура має 7 висновків, які підключаються до будь-яких цифрових висновків. У нашому прикладі ми задіємо висновки 2-8. Висновки 0 і 1, як правило, не

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 13

використовують при підключенні клавіатури, оскільки вони призначені для UART інтерфейсу.

Одна з варіацій схем підключення клавіатури до Ардуіно представлена на рис.3.2.

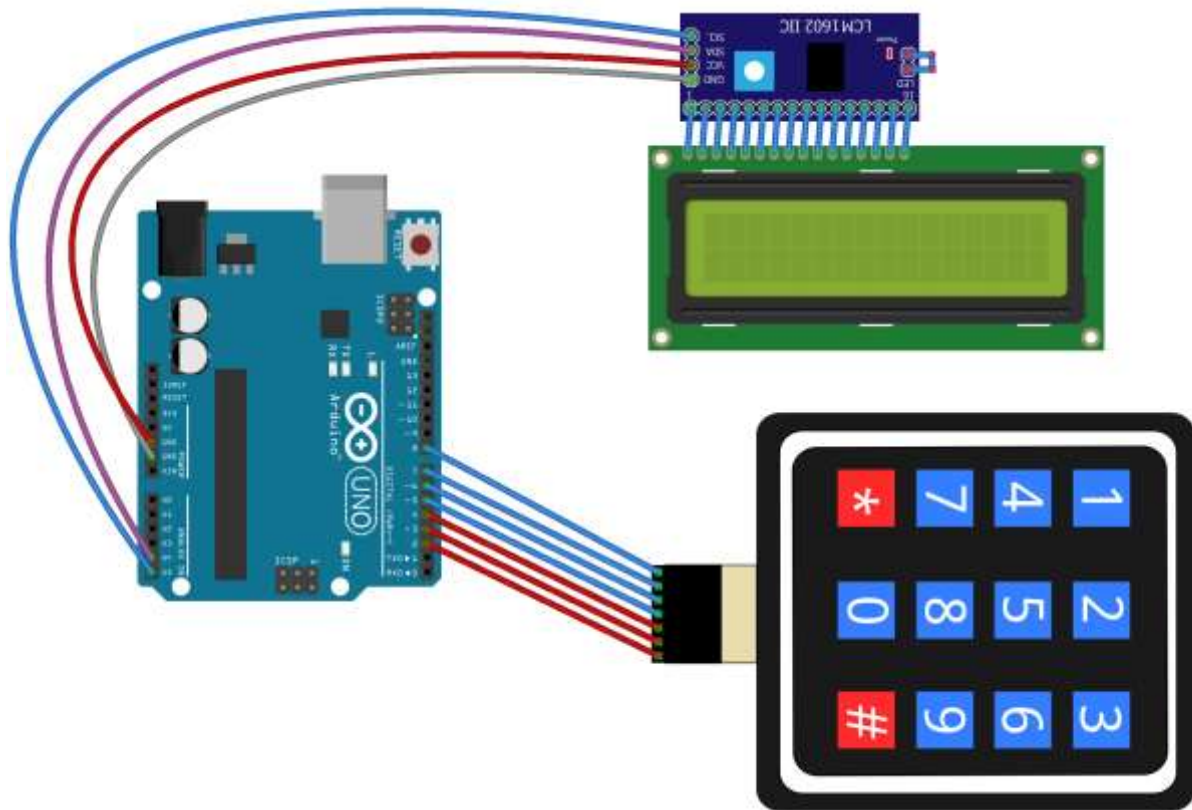


Рисунок 3.2 – Схема підключення матричної клавіатури

Щоб працювати з клавіатурою можна скористатися бібліотекою Keypad.

Виконаємо підключення матричної клавіатури та дисплея згідно рис.3.2. Та напишемо програму (скетч) рис.3.3, яка здійснює вивід інформації на дисплей при натисненні відповідної кнопки на клавіатурі. У цій програмі також використовуються бібліотеки <Wire.h> і <LiquidCrystal_I2C.h>, тому що для виведення інформації відбувається на LCD-дисплей з інтерфейсом I2C.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 14

```

sketch_sep30a | Arduino 1.8.10
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь
sketch_sep30a$
#include <Keypad.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
const byte ROWS = 4; // число строк клавиатуры
const byte COLS = 3; // число столбцов клавиатуры
char hexaKeys[ROWS][COLS] = {
  {'1','2','3'},
  {'4','5','6'},
  {'7','8','9'},
  {'*','0','#'}
};

byte rowPins[ROWS] = {8, 7, 6, 5}; // к каким выводам подключаем управление строками
byte colPins[COLS] = {4, 3, 2}; // к каким выводам подключаем управление столбцами
Keypad customKeypad = Keypad( makeKeypadMap(hexaKeys), rowPins, colPins, ROWS, COLS);
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  lcd.init(); // Инициализируем экран
  lcd.backlight();
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  lcd.setCursor(0,0); // устанавливаем курсор на начало первой строки
  lcd.print("Press any key!");
  char customKey = customKeypad.getKey();
  if (customKey){
    Serial.println(customKey);
    lcd.setCursor(0,1); // устанавливаем курсор на начало второй строки
    lcd.print(customKey);
  }
}

Сохранение отменено
Скетч использует 5146 байт (15%) памяти устройства. Всего доступно 32256 байт.
Глобальные переменные используют 585 байт (28%) динамической памяти, оставляя 1463 ба
19 Arduino/Genuino Uno на COM3

```

Рисунок 3.3

Наступним прикладом буде створення імітації кодового замку. При натисненні паролю потрібно виводиться повідомлення «Пароль введений вірний» та «Пароль введений не вірно». Даний скетч представлений на рис.3.4-3.5.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39/15

```

sketch_sep30b | Arduino 1.8.10
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь
sketch_sep30b $
#include <Keypad.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
const byte ROWS = 4; // число строк клавиатуры
const byte COLS = 3; // число столбцов клавиатуры
char hexaKeys[ROWS][COLS] = {
    {'1', '2', '3'},
    {'4', '5', '6'},
    {'7', '8', '9'},
    {'*', '0', '#'}
};

byte rowPins[ROWS] = {8, 7, 6, 5}; // к каким выводам подключаем управление строками
byte colPins[COLS] = {4, 3, 2}; // к каким выводам подключаем управление столбцами
char pass[4] = {'3', '0', '1', '2'}; // верный пароль
char buttons[5]; // массив нажатых кнопок
int k = 0; // счетчик нажатий

Keypad customKeypad = Keypad( makeKeymap(hexaKeys), rowPins, colPins, ROWS, COLS);

void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    Serial.begin(9600);
    lcd.init(); // инициализируем экран
    lcd.backlight();
}

void loop() {
    // password check
}

```

Загрузка завершена.

Скетч использует 5286 байт (16%) памяти устройства. Всего доступно 32256 байт.
Глобальные переменные используют 616 байт (30%) динамической памяти, оставляя 1432 байт

11 Arduino/Genuino Uno на COM3

Рисунок 3.4

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39/16

```

sketch_sep30b | Arduino 1.8.10
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь
sketch_sep30b $
// put your setup code here, to run once:
Serial.begin(9600);
  lcd.init(); // инициализируем экран
  lcd.backlight();
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  lcd.setCursor(0, 0); // устанавливаем курсор на начало первой строки
  lcd.print("Vvedit parol!");
  lcd.setCursor(0, 1); // устанавливаем курсор на начало второй строки
  char customKey = customKeypad.getKey();
  if (customKey) {
    buttons[k] = customKey; // сохраняем значение кнопки в массиве
    lcd.setCursor(k, 1);
    lcd.print('*'); // выводим на экран символ '*' вместо значения кнопки
    k = k + 1; // увеличиваем счётчик нажатий на 1
    if (k == 4) {
      if (buttons[0] == pass[0] && buttons[1] == pass[1] && buttons[2] == p
      {
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("Parol virno!"); // если пароль совпал
      }
      else {
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("Parol ne virno!"); // если пароль не верен
      }
    }
  }
}
}

Загрузка завершена
Скетч использует 5286 байт (16%) памяти устройства. Всего доступно 32256 байт.
Глобальные переменные используют 616 байт (30%) динамической памяти, оставляя 1432 байт
11 Arduino/Genuino Uno на COM3

```

Рисунок 3.5

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 17

1.3. Підготовка до роботи

При підготовці до роботи необхідно:

- ознайомитись з рекомендованою літературою;
- вивчити короткі теоретичні відомості.

1.4. Порядок роботи:

1. Підключити модуль ArduinoUno до матричної клавіатури до виводів згідно варіанту таблиця 3.1 стовпчик 2 та LCD дисплея по послідовному інтерфейсу I2C .
2. Скачати та підключити в скетчі необхідні бібліотеки для роботи з LCD дисплеєм та клавіатурою.
3. Вивести на LCD дисплеї дані (позиціонування згідно варіанту таблиця 3.1 стовпчик 3) при натисненні відповідної кнопки на клавіатурі.
4. Створити програму імітації кодового замку. При натисненні паролю потрібно виводиться повідомлення «Пароль введений вірний» та «Пароль введений не вірно». Пароль заданий згідно варіанту таблиця 3.1 стовець 4.
5. Оформити звіт та зробити висновки.

Таблиця 2.1

№варіанту	Виводи	Знакомісце/ряд	Пароль
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	2345678	0,1	1234
2	3456789	1,1	1235
3	45678910	1,2	2236
4	567891011	4,0	3237
5	6789101112	6,0	5238
6	78910111213	8,0	2345
7	2456789	10,0	2346
8	3456789	1,2	2347
9	34567810	3,3	2348
10	345678911	5,1	2349
11	345678912	7,2	3456
12	345678913	9,0	3457
13	234567810	0,2	3458
14	234567811	1,3	3459
15	234567812	2,0	4567
16	234567813	4,1	4568
17	45678911	6,1	4569
18	45678912	8,2	5123
19	45678913	10,1	5234
20	567891012	1,4	5341

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 18

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

Розробка комп'ютеризованого вимірювального пристрою на основі тензодатчика та модуля ArduinoUno

1.1 Мета роботи

Розробити та дослідити схему з'єднань, програмне забезпечення та метрологічні характеристики комп'ютеризованої вимірювальної системи, що складається з модуля ArduinoUno, тензодатчика з інтегральної мікросхеми HX711 та ПК.

1.2. Короткі теоретичні відомості

Робота датчика ваги заснована на зміні будь-якого фізичного параметра, пропорційно вазі вимірюваного предмета. Параметр залежить від того, який елемент використовується в датчику. Так при зміні навантаження на п'єзокерамічну пластину змінюється напруга, що знімається з електродів на кінцях пьезодатчика. При використанні ємнісного датчика змінюється ємність змінного конденсатора. У даній конструкції використовується датчик ваги, виконаний на пружному резисторі і при зміні ваги, змінюється його опір, а, отже, і напруга, що знімається з мостової схеми.

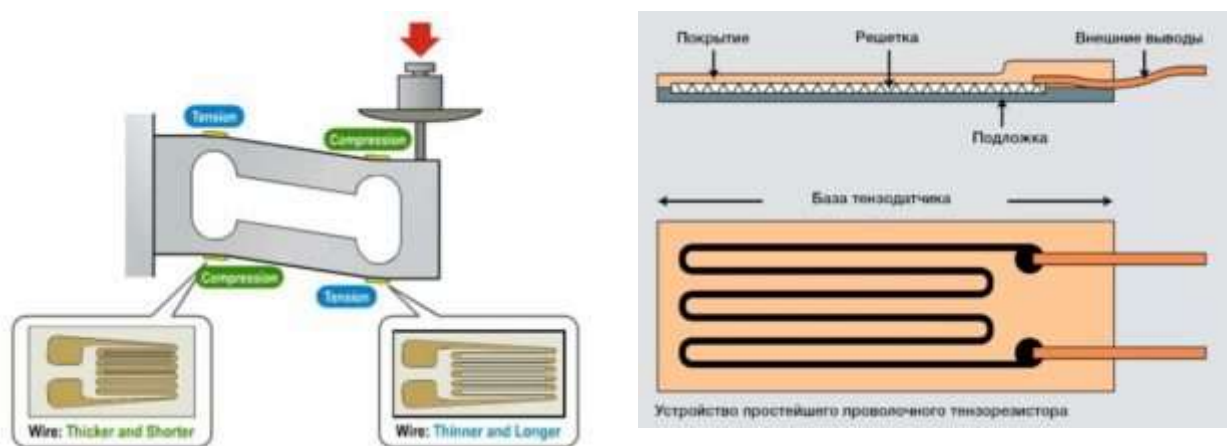


Рисунок 4.1. – Принцип роботи тензодатчика

Датчик являє собою прямокутний брусок з алюмінієвого сплаву, з отвором в центрі (рис.4.3). На його бічні поверхні нанесені тонкоплівкові резистори, з'єднані по мостовій схемі, тому резистивний датчик має 4 гнучких виведення. Всі елементи датчика залиті епоксидним компаундом. На бруську передбачені отвори для кріплення його до основи і для установки пластини під вимірюваний вантаж.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 19

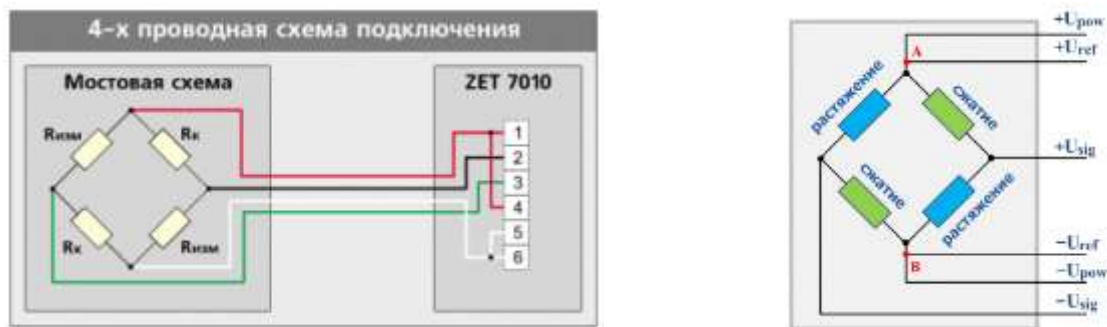


Рисунок 4.2 – 4-х провідна мостова схема підключення тензодатчика

На торцевій стороні датчика нанесено маркування, що вказує на максимальну вагу вимірюваного вантажу. Для того щоб резистори змінювали своє опір, тензометричний датчик повинен одним кінцем фіксуватися на основі, а на іншій його кінець повинен діяти вантаж так, щоб виникла деформація бруска і, відповідно, плівкових резисторів. Для того щоб перетворити аналоговий сигнал з виходу тензорного датчика в двійковий код, застосовується аналого-цифровий перетворювач (АЦП) НХ711 (рис.4.4).



Рисунок 4.3 – Зовнішній вигляд тензодатчика

Інтегральна мікросхема НХ711 є аналого-цифровий перетворювач з частотою дискретизації 24 біт і вбудованим малощумливим операційним підсилювачем. Мультиплексор дозволяє вибрати один з двох наявних входних каналів. Канал А має програмований вибір коефіцієнта посилення, який може бути 64 або 128. Канал В працює з передвстановленим коефіцієнтом, рівним 32.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 20

До складу мікросхеми входить інтегральний стабілізатор напруги, що виключає необхідність застосування зовнішнього стабілізатора. На вхід синхронізації може бути поданий будь-імпульсний сигнал від зовнішнього джерела, разом з тим АЦП допускає роботу від вбудованого генератора.

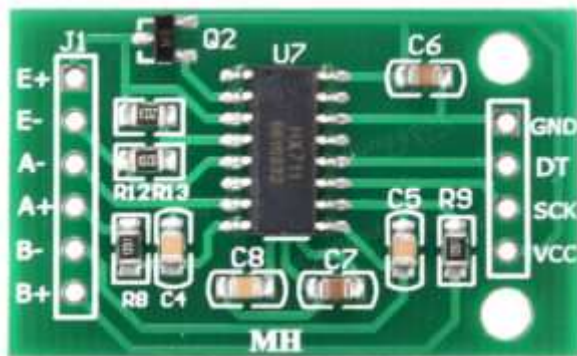


Рисунок 4.4 – Зовнішній вигляд аналого-цифрового перетворювача (АЦП) НХ711

Основні технічні характеристики НХ711:

- Розрядність АЦП - 24 біт;
- Посилення по входу А - 64 або 128;
- Посилення по входу В – 32;
- Частота вимірів - 10 або 80 разів в секунду;
- Живлення - 2,6-5,5 В;
- Струм - менше 10 мА;
- Вхідна напруга - ± 40 мВ.

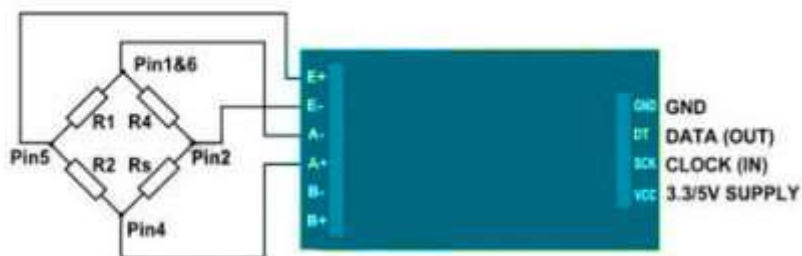


Рисунок 4.5 – Підключення НХ711 до тензодатчика та Ардуіно

Оскільки резистори тензорного датчика включені по мостовій схемі, від пристрою відходять 4 провідника, що мають різну кольорову маркіровку. На два плеча моста

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 21

подається опорна напруга, а з двох інших плечей знімається вихідна напруга, що подається на вхід операційного підсилювача мікросхеми HX711. Підключення за кольорами проводів здійснюється наступним чином:

- Червоний - E +;
- Чорний - E -;
- Білий - A -;
- Зелений - A +.

Для подальшої обробки і передачі інформації здійснюється підключення HX711 до Ардуіно UNO. Для цього контакти живлення GND і VCC HX711 підключаються до точок GND і 5V роз'єму POWER модуля Arduino UNO, а контакти DT і SCK підключаються до точок A1 і A0 роз'єму ANALOG IN. Тензодатчик HX711 через контролер Arduino UNO можна підключити до рідкокристалічного дисплею LCD 1602 або комп'ютера, використовуючи USB порт і стандартні бібліотеки для Ардуіно.

Одна з варіацій схем підключення тензодатчика до Arduino UNO представлена на рис.4.6.

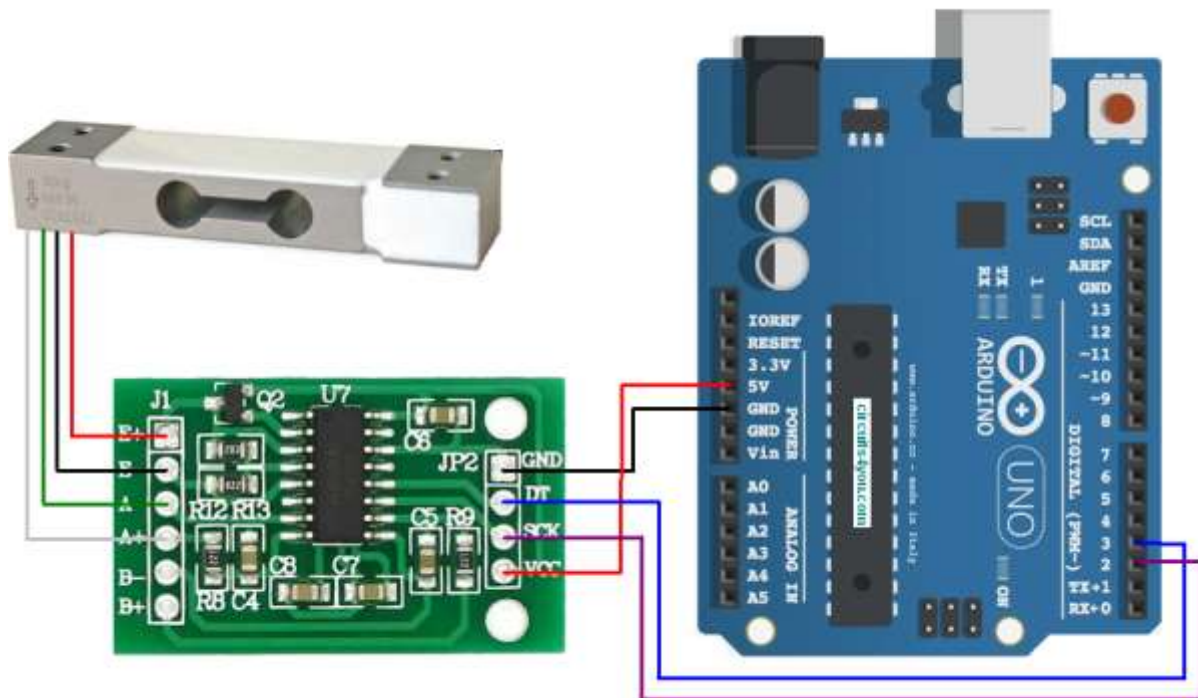


Рисунок 4.6 – Схема підключення тензодатчика до Arduino UNO по АЦП HX711

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39/22

Щоб працювати з тензодатчиком необхідно скористатися бібліотекою HX711.h.

Оскільки на виході вимірювального моста змінюється напруга, то саме воно перетворюється в бінарний код. Діапазон контрольованої напруги залежить від обраного коефіцієнта посилення. Якщо коефіцієнт дорівнює 128, діапазон вимірюваних напруг варіюється від - 20 mV до +20 mV, вибір коефіцієнта посилення 64 визначає межі вимірювання від - 40 mV до +40 mV і при коефіцієнті рівному 32 межі вимірювання визначаються величинами - 80 mV і + 80 mV. Ці дані будуть коректними тільки при напрузі живлення +5 V. Якщо вхідна напруга вийде за нижню межу діапазону, АЦП видасть код 800000h, а якщо за верхню, то код буде 7FFFFFFh. Для калібрування і вимірювань можна використовувати наступний код (скетч 1, рис.4.8):

Скетч 1 – Код програми для калібровки

```
#include <HX711.h>
HX711 scale; // DT, CLK
float calibration_factor = -3.7; // this calibration factor is adjusted
according to my load cell
float units;
float ounces;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  //Serial.println("HX711 calibration sketch");
  Serial.println("Зняти показ ваги з датчика");
  Serial.println("Після початку зняття показів помістити відому (еталон)
вагу на датчик");
  Serial.println("Натисніть + або a, щоб збільшити калібрувальний
коефіцієнт");
  Serial.println("Натисніть - або z щоб зменшити калібрувальний
коефіцієнт");
  scale.begin(3, 2);
  scale.set_scale();
  scale.tare(); //Reset the scale to 0
  long zero_factor = scale.read_average(); //Get a baseline reading
  Serial.print("Нульовий кофiувент "); //This can be used to remove the
need to tare the scale. Useful in permanent scale projects.
  Serial.println(zero_factor);
}

void loop() {
  scale.set_scale(calibration_factor); //Adjust to this calibration
factor
  Serial.print("Вага: ");
  units = scale.get_units(), 10;
  if (units < 0)
  {
    units = 0.00;
  }
  ounces = units * 0.035274;
  Serial.print(ounces);
}
```

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 23

```

Serial.print(" грам");
Serial.print(" Калібрувальний коефіцієнт ");
Serial.print(calibration_factor);
Serial.println();

if(Serial.available())
{
  char temp = Serial.read();
  if(temp == '+' || temp == 'a')
    calibration_factor += 1;
  else if(temp == '-' || temp == 'z')
    calibration_factor -= 1;
}
}

```

Приклад роботи програми можна побачити на СОМ-порті рис.4.7.

Калібрування — комплекс дій, що проводяться під час регулювання та періодичного підтвердження [градувальних характеристик контрольно-вимірювального приладу](#) чи [системи вимірювання](#) спеціально для того, щоб встановити кореляцію (залежність) між показаннями приладу та кінцевим (що має бути повідомленим) результатом. Під час калібрування повинна бути мінімізована систематична похибка та встановлена точність контрольно-вимірювального приладу чи системи вимірювання. Зазвичай, калібрування контрольно-вимірювального приладу проводиться на еталонному матеріалі з використанням добре охарактеризованого матеріалу. Результат калібрування може записуватися в документ, що називається сертифікатом калібрування, і, деколи, відображається як фактор калібрування чи набір факторів калібрування, наприклад, у формі кривої калібрування. Процес калібрування повинен включати оцінку похибки калібрування.

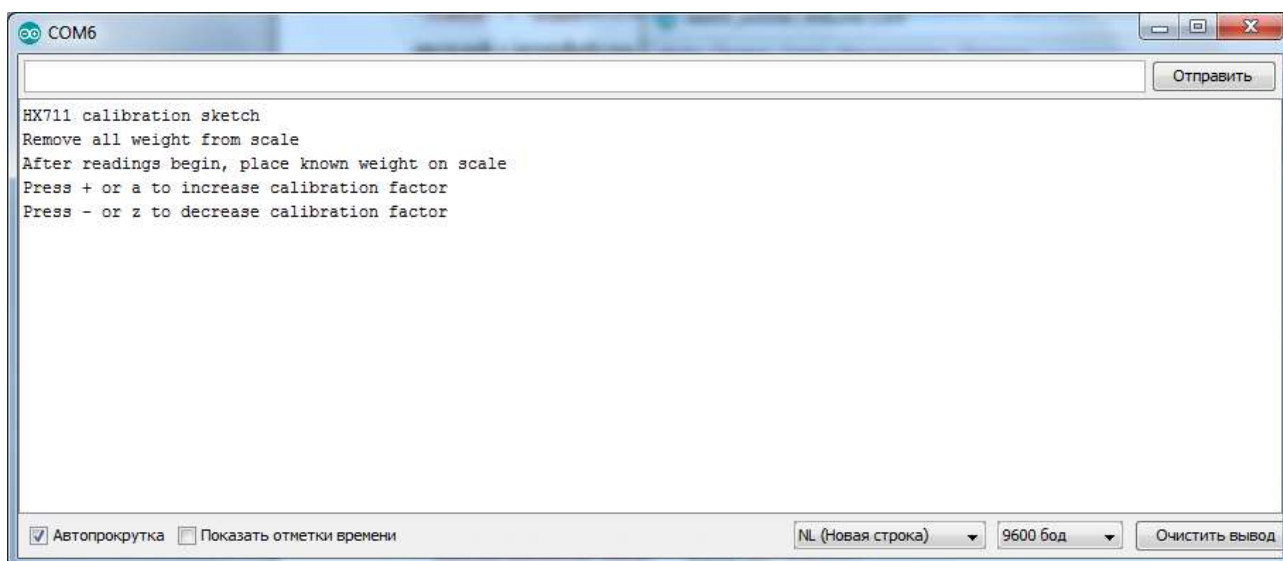


Рисунок 4.7

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 24

Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» розділяє **калібрування** на *два етапи*:

– на першому етапі встановлюється співвідношення між значеннями величини, що забезпечуються еталонами з притаманними їм невизначеностями вимірювань, та відповідними показами з пов'язаними з ними невизначеностями вимірювань;

– на другому етапі ця інформація використовується для встановлення співвідношення для отримання результату вимірювання з показу.

Калібрування засобів вимірювальної техніки — сукупність операцій, за допомогою яких за заданих умов на першому етапі встановлюється співвідношення між значеннями величини, що забезпечуються еталонами з притаманними їм невизначеностями вимірювань, та відповідними показами з пов'язаними з ними невизначеностями вимірювань, а на другому етапі ця інформація використовується для встановлення співвідношення для отримання результату вимірювання з показу.

```

sketch_oct18e | Arduino 1.8.9
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь
Загрузка
sketch_oct18e $
#include <HX711.h>
HX711 scale; // порты DT, CLK

float calibration_factor = -3.7; // калибровка датчика
float units;
float ounces;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  scale.begin(3, 2);
  scale.set_scale();
  scale.tare(); // сбрасываем
  scale.set_scale(calibration_factor); // применяем калибровку
}

void loop() {
  Serial.print("Bara: ");

  for(int i=0; i<10; i++) units += scale.get_units(), 10; // выво
  units / 10;
  ounces = units * 0.035274;

  Serial.print(ounces);
  Serial.print(" грам");
  Serial.println();
}

Загрузка завершена
Скетч использует 4962 байт (15%) памяти устройства. Всего доступно
Глобальные переменные используют 255 байт (12%) динамической памяти
14 Arduino/Genuino Uno на COM6

```

Рисунок 4.8 – Код програми для вимірювань

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 25

1.3. Підготовка до роботи

При підготовці до роботи необхідно:

- ознайомитись з рекомендованою літературою;
- вивчити короткі теоретичні відомості.

1.4. Порядок роботи:

1. Підключити модуль ArduinoUno до тензодатчика.
2. Скачати та підключити в скетчі необхідні бібліотеки для роботи з тензодатчиком та АЦП HX711 .
3. Створити та відкомпілювати скетч для калібрування та зважування.
4. Вивести дані калібрування та зважування на СОМ-порт.
5. Відкалібрувати гири (тягарці) 100, 50,20, 10,5, 2,1 грам. Для кожної гири вписати нульовий фактор (*zerofactor*), коефіцієнт калібрування (*Calibration_Factor*) та откаліброване значення в грамах (таблиця 4.1).
6. Оформити звіт та зробити висновки.

Таблиця 4.1

Гири, (грам)	Zerofactor	Calibration_Factor	Відкаліброване значення (грам)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
100			
50			
20			
10			
5			
2			
1			

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 26

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

Розробка комп'ютеризованого вимірювального пристрою на основі датчика присутності та модуля ArduinoUno

1.1 Мета роботи

Розробити та дослідити схему з'єднань, програмне забезпечення та метрологічні характеристики комп'ютеризованої вимірювальної системи, що складається з модуля ArduinoUno, датчика присутності та ПК.

1.2. Короткі теоретичні відомості

Датчик руху (англ. Motion sensor) - безконтактний датчик, що фіксує переміщення об'єктів і використовується для контролю за навколишнім оточенням або автоматичного запуску необхідних дій у відповідь на переміщення об'єктів.



Рисунок 5.1 – Зовнішній вигляд датчика руху (присутності) HC-SR501

PIR-датчики незамінні в тих проектах, де головною функцією сигналізації є визначення знаходження або відсутності в межах певного робочого простору людини. Наприклад, в таких місцях або ситуаціях, як:

- Включення світла в під'їзді або перед входними дверима автоматично, при появі в ньому людини;
- Включення освітлення у ванній кімнаті, туалеті, коридорі;
- Спрацьовування сигналізації при появі людини, як в приміщенні, так і на прибудинковій території;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 27

– Автоматичне підключення камер стеження, якими часто оснащуються охоронні системи.

Конструкція PIR датчика руху не дуже складна - він складається з піроелектричного елемента, що відрізняється високою чутливістю (деталь циліндричної форми, в центрі якої розташований кристал) до наявності в зоні дії певного рівня інфрачервоного випромінювання. Чим вище температура об'єкта, тим більше випромінювання. Зверху PIR-датчика встановлюється півсфера, розділена на кілька ділянок (лінз), кожен з яких забезпечує фокусування випромінювання теплової енергії на різні сегменти датчика руху. Найчастіше в якості лінзи застосовують лінзу Френеля, яка за рахунок концентрації теплового випромінювання дозволяє розширити діапазон чутливості інфрачервоного датчика руху Ардуіно.

PIR-sensor конструктивно розділений на дві половини. Це обумовлено тим, що для пристрою сигналізації важливо саме наявність руху в зоні чутливості, а не сам рівень випромінювання. Тому частини встановлені таким способом, що при уловлюванні одного більшого рівня випромінювання, на вихід буде подаватися сигнал із значенням high або low.

Основними технічними характеристиками датчика руху Ардуіно є:

- Зона виявлення рухомих об'єктів становить від 0 до 7 метрів;
- Діапазон кута спостереження - 110 °;
- Напруга живлення - 4.5-6 В;
- Робочий струм - до 0.05 мА;
- Температурний режим - від -20 ° до + 50 ° С;
- Регульоване час затримки від 0.3 до 18 с.

Модуль, на якому встановлений інфрачервоний датчик руху включає додаткову електричну Принцип роботи датчика руху на Arduino наступний:

1. Коли пристрій встановлено в порожній кімнаті, доза випромінювання, одержувана кожним елементом постійна, як і напруга;
2. При появі в кімнаті людини, він насамперед потрапляє в зону огляду першого елемента, на якому з'являється позитивний електричний імпульс;
3. Коли людина переміщається по кімнаті, разом з ним переміщується і теплове випромінювання, яке потрапляє вже на другий сенсор. Цей PIR-елемент генерує вже негативний імпульс;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 28

4. Різностримовані імпульси реєструються електронною схемою датчика, яка робить висновок, що в поле зору Pir-sensor Arduino знаходиться людина.обв'язку з запобіжниками, резисторами і конденсаторами.

Одна з варіацій схем підключення датчика присутності до Arduino UNO представлена на рис.5.2.

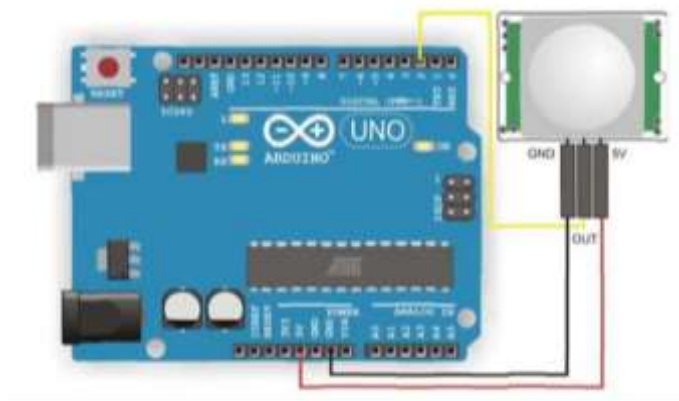


Рисунок 5.2– Схема підключення датчика присутності до Arduino UNO

Робота програми (скетч) представлена на рис.5.3. Приклад роботи програми можна побачити на СОМ-порті.

```

sketch_oct28e | Arduino 1.8.9
Файл Правка Скетч Інструменти Поміть
sketch_oct28e
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  //Установити зв'язання з монітором порта
  Serial.begin(9600);
  pinMode(13, OUTPUT); // об'явити pin 13 як вихід
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  //Считавання цифрового значення з порта А0
  //облава: що якщо 500 воли єсть сигнал
  if(analogRead(A0) > 500)
  {
    //Сигнал з датчика дивещення
    Serial.println("Есть движение !!!");
    digitalWrite(13, HIGH); // замикаем светодиод
    delay(1000); // ждем 1 секунду

    digitalWrite(13, LOW); // выключаем светодиод
    delay(1000); // ждем 1 секунду
  }
  else
  {
    //Нет сигнала
    Serial.println("Все тихо...");
  }
}

```

Рисунок 5.3 – Код програми для роботи датчика присутності

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 29

Підключення PIR-сенсора:

- «Земля» - на будь-який з конекторів GND Arduino;
- Цифровий вихід - на будь-який цифровий вхід або вихід Arduino;
- Жилвення - на +5 В на Arduino.

1.3. Підготовка до роботи

При підготовці до роботи необхідно:

- ознайомитись з рекомендованою літературою;
- вивчити короткі теоретичні відомості.

1.4. Порядок роботи:

1. Підключити модуль ArduinoUno до датчика руху.
2. Створити та відкомпілювати скетч для виявлення присутності людини.
3. Вивести дані присутності/відсутності на СОМ-порт.
4. Оформити звіт та зробити висновки.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 30

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

Розробка комп'ютеризованого вимірювального пристрою на основі метеодатчика BM280 (SHT31) та модуля ArduinoUno

1.1 Мета роботи

Розробити та дослідити схему з'єднань, програмне забезпечення та метрологічні характеристики комп'ютеризованої вимірювальної системи, що складається з модуля ArduinoUno, метеодатчика BM280 та ПК.

1.2. Короткі теоретичні відомості

Модуль BME280 - оновлена версія мініатюрного барометричного датчика BMP280. Тепер це повноцінний метеодатчик - вимірює атмосферний тиск, температуру. Дозволить створити досить точну метеостанцію з мінімальною кількістю компонентів..



Рисунок 6.1 – Зовнішній вигляд метеодатчика BMP280

Крім традиційного використання, датчик ідеально підійде для вимірювання висоти польоту або глибини занурення робопроєкта.

Основними технічними характеристиками датчика BMP280 є:

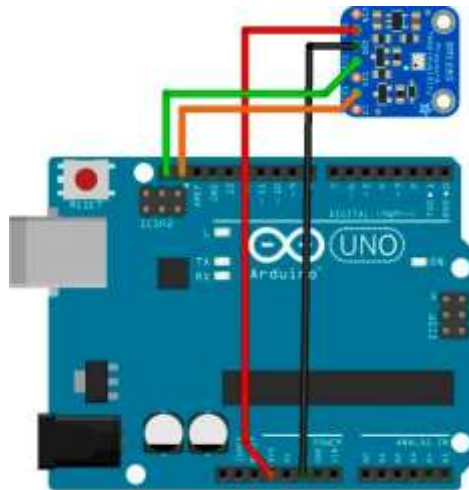
- Діапазон вимірювання тиску: 300-1100 гПа (9000 ...- 500 м над рівнем моря);
- Крок/точність вимірювання тиску: 0.18 Па/1 Па;
- Діапазон вимірювання температури: -40 ~ 85 ° C;
- Дозвіл / точність вимірювання температури: 0.01 °C/1 °C;
- Діапазон вимірювання температури: 0-100 °C;
- Дозвіл / точність вимірювання температури: 0.008%/3%;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 31

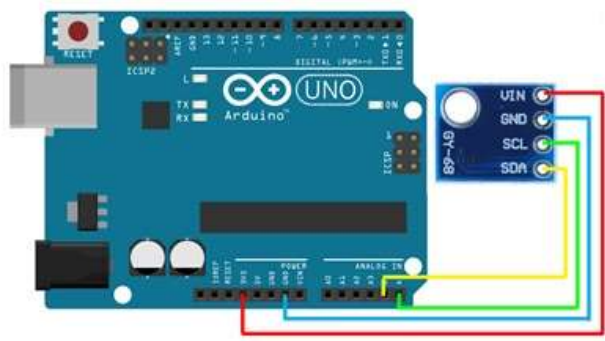
- Інтерфейси: I2C (до 3.4 МГц, SDO LOW 0x76, SDO HIGH 0x77);
- Напруга живлення: 1.8-5 В;
- Розмір плати: 13.5 x 10.5 мм.

Підключення датчика BMP280 до Arduino UNO можливо 2 варіантами на рис.6.2.

- Підключення через I2C рис.6.2 а);
- Підключення через SPI рис.6.2 б).



а)



б)

Рисунок 6.2– Схема підключення датчика BMP280 до Arduino UNO

Підключення контактів датчика BMP280 (SHT31) до Arduino UNO наступне:

- VCC-> 3.3В;
- GND-> GND;
- SCL/SCK -> A5 (аналоговий контактний 5);

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 32

– SDA/SDI -> A4 (аналоговий контактний 4).

Робота програми (скетч) представлена на рис.6.3. Приклад роботи програми можна побачити на COM-порті.

```

sketch_nov12a | Arduino 1.8.9
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь
sketch_nov12a $
#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include <SHT31.h>

SHT31 sht31 = SHT31();

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  while(!Serial);
  Serial.println("begin...");
  sht31.begin();
}

void loop() {
  float temp = sht31.getTemperature();
  float hum = sht31.getHumidity();
  Serial.print("Temp = ");
  Serial.print(temp);
  Serial.println(" C"); //The unit for Celsius because original e
  Serial.print("Hum = ");
  Serial.print(hum);
  Serial.println("%");
  Serial.println();
  delay(1000);
}

Скетч использует 5724 байт (17%) памяти устройства. Всего доступно
Глобальные переменные используют 447 байт (21%) динамической памяти
27 Arduino/Genuino Uno на COM8

```

Рисунок 6.3 – Код програми для роботи датчика BMP280

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 33

Для роботи з датчиком необхідні бібліотеки. Зі скетча рис.6.3 потрібні вбудовані бібліотеки Arduino.h, Wire.h та бібліотека датчика SHT31 SHT31.h.

1.3. Підготовка до роботи

При підготовці до роботи необхідно:

- ознайомитись з рекомендованою літературою;
- вивчити короткі теоретичні відомості.

1.4. Порядок роботи:

1. Підключити модуль ArduinoUno до метеодатчика.
2. Підключити датчик через I2C.
3. Створити та відкомпілювати скетч для визначення температури, вологості, (тиску за наявності).
4. Вивести дані виміряні дані на COM-порт.
5. Підключити датчик через SPI.
6. Повторити п.3-4 для підключення SPI.
7. Оформити звіт та зробити висновки.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 34

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

Розробка комп'ютеризованого вимірювального пристрою на основі інфрачервоного датчика відстані Sharp GP2Y0A21YK0F та модуля ArduinoUno

1.1 Мета роботи

Розробити та дослідити схему з'єднань, програмне забезпечення та метрологічні характеристики комп'ютеризованої вимірювальної системи, що складається з модуля ArduinoUno, інфрачервоного датчика відстані Sharp GP2Y0A21YK0F та ПК.

1.2. Короткі теоретичні відомості

IR датчик відстані (10-80 см) Sharp GP2Y0A21YK0F - сенсор з цифровою обробкою інформації і аналоговим виходом, що вимірює відстань в діапазоні від 10 до 80 см. Відрізняється високою точністю і маленьким часом відгуку.



Рисунок 7.1 – Зовнішній вигляд інфрачервоного датчика відстані Sharp GP2Y0A21YK0F

Технічні характеристики:

- Робоча напруга: 4,5 В - 5,5В;
- Середній струм споживання: 30 мА;
- Діапазон вимірювань: 10 - 80 см;
- Тип вихідного сигналу: аналоговий;
- Середній час оновлення інформації на виведення OUT: 16,5 мс;
- Розміри: 29,5 x 13 x 13,5 мм.

Підключення датчика інфрачервоного датчика відстані Sharp GP2Y0A21YK0F до Arduino UNO представлено на рис.7.2.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39/35

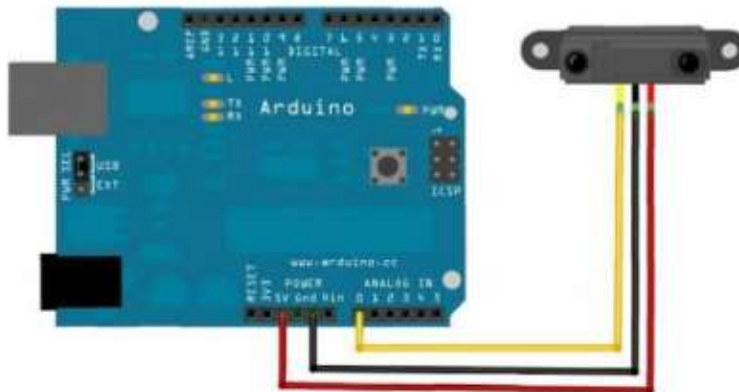


Рисунок 7.2– Схема підключення інфрачервоного датчика відстані Sharp

GP2Y0A21YK0F до Arduino UNO. Робота програми (скетч) представлена на рис.67.3. Приклад роботи програми можна побачити на СОМ-порті.

```

sketch_nov25a | Arduino 1.8.9
Файл Правка Скетч Інструменти Поміць
sketch_nov25a
const int IRpin = A0; // аналоговий пин для підключення і
int value1; // для збереження аналогового значення

void setup() {
  Serial.begin(9600); // Запуск послідовного порту
}

void loop() {
  //Serial.println(irRead(), DEC);
  // отримуємо ослаблене значення і переводимо в напругу
  float volts = analogRead(IRpin)*0.0048828125;
  // і в відстань в см
  float distance=32*pow(volts,-1.10);
  Serial.print("Distance=");
  Serial.print(distance);
  Serial.println(" |="); // виводимо в порт значення
  delay(1000);
}

// Усреднение нескольких значений для сглаживания
int irRead() {
  int averaging = 0; // переменная для усреднения

  // Получение 5 значений
  for (int i=0; i<5; i++) {
    value1 = analogRead(IRpin);
    averaging = averaging + value1;
    delay(55); // Ожидание 55 мс перед каждым чтением
  }
  value1 = averaging / 5; // усреднить значения
  return(value1);
}

Загрузка завершена
Скетч использует 4318 байт (13%) памяти устройства. Всего доступно
Глобальные переменные используют 214 байт (10%) динамической памяти
18 Arduino/Genuino Uno на COM7

```

Рисунок 7.3 – Код програми для роботи датчика Sharp GP2Y0A21YK0F

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 36

1.3. Підготовка до роботи

При підготовці до роботи необхідно:

- ознайомитись з рекомендованою літературою;
- вивчити короткі теоретичні відомості.

1.4. Порядок роботи

1. Підключити модуль ArduinoUno до датчика вимірювання відстані.
2. Створити та відкомпілювати скетч для визначення відстані.
3. Вивести дані виміряні дані на СОМ-порт.
4. Провести вимірювання в діапазоні вимірювання зазначеному в технічних характеристиках. Для вимірювань застосовувати рулетку (лінійку) та предмет для відбивання сигналу.
5. Заповнити таблицю 7.1 виміряними значеннями.
6. Оформити звіт та зробити висновки.

Таблиця 7.1

№ вимірювання	Задана відстань, см	Виміряна відстань, см
1	5	
2	10	
3	20	
4	30	
5	40	
6	50	
7	60	
8	70	
9	80	
10	85	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 37

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8

Розробка комп'ютеризованого вимірювального пристрою на ультразвуковому датчику, LCD дисплея та модуля ArduinoUno

1.1 Мета роботи

Розробити та дослідити схему з'єднань, програмне забезпечення та метрологічні характеристики комп'ютеризованої вимірювальної системи, що складається з модуля ArduinoUno, ультразвукового датчика та LCD дисплея.

1.2. Короткі теоретичні відомості

Ультразвуковий датчик розстановки визначає стан до об'єкта, змінюючи час відображення звукової хвилі від об'єкта. Частота звукової хвилі знаходиться в межах частотних ультразвуків, що забезпечує концентроване створення звукової хвилі, так як звук із високою частотою розсіяння в навколишньому середовищі менше. Типовий ультразвуковий датчик розстановки лежить з двох мембран, одна з яких генерує звук, а інша реєстрація відображає відображене ехо. Образно говорячи, ми маємо справу з звуковою колоною та мікрофоном. Звуковий генератор створює маленький, з певним періодом ультразвукової імпульси та запускає таймер. Вторая мембрана реєструє прибуття відображеного імпульсу і залишає таймер. Від часу таймера по швидкості звуку можливо вичислити пройдений стан звукової волни. Розташування об'єкта приблизно половина пройденного шляху звукової волни.

Ультразвуковий датчик відстані 28015 має наступний вигляд рис.8.1.



Рисунок 8.1 – Зовнішній вигляд ультразвукового датчика відстані

Технічні характеристики:

- Макс. діапазон чутливості: 3м;
- Макс. робоча температура: 70 ° C;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39 / 38

–Лінійка продукції: Ping;

–Мин. робоча температура: 0 ° С.

Підключення ультразвуковий датчик відстані 28015 до Arduino UNO та дисплею представлено на рис.8.2.

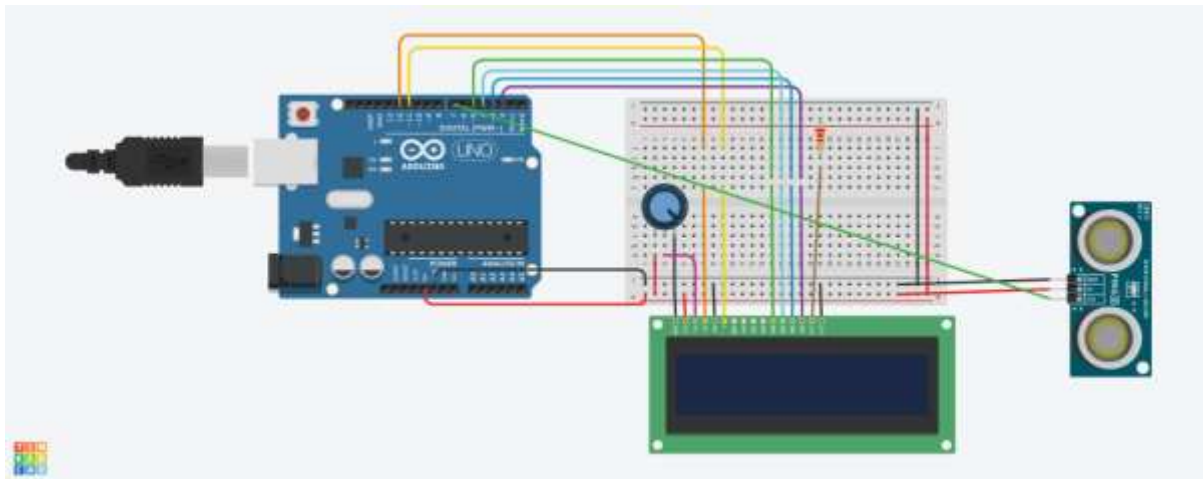


Рисунок 8.2– Схема підключення ультразвукового датчика відстані 28015 до Arduino UNO

Робота програми (скетч) представлена на рис.8.3. Приклад роботи програми можна побачити на дисплеї.

```

Текст
1 #include <LiquidCrystal.h>
2 // initialize the library with the numbers of the interface pins
3 LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
4 int inches = 0;
5 int cm = 0;
6 long readUltrasonicDistance(int triggerPin, int echoPin)
7 {
8   pinMode(triggerPin, OUTPUT); // Clear the trigger
9   digitalWrite(triggerPin, LOW);
10  delayMicroseconds(2);
11  // Sets the trigger pin to HIGH state for 10 microseconds
12  digitalWrite(triggerPin, HIGH);
13  delayMicroseconds(10);
14  digitalWrite(triggerPin, LOW);
15  pinMode(echoPin, INPUT);
16  // Reads the echo pin, and returns the sound wave travel time in μ
17  return pulseIn(echoPin, HIGH);
18 }
19
20 void setup() {
21   // set up the LCD's number of columns and rows:
22   lcd.begin(16, 2);
23   // Print a message to the LCD.
24 }
25
26 void loop() {
27   lcd.setCursor(4, 0);
28   cm = 0.01723 * readUltrasonicDistance(7, 7);
29   // convert to inches by dividing by 2.54
30   lcd.print(cm);
31   lcd.print("cm");
32   delay(100); // Wait for 100 millisecond(s)
33 }
34

```

Рисунок 8.3 – Код програми в tinkercad для роботи ультразвукового датчика відстані 28015

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК12- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 39/39

Для роботи з датчиком необхідні бібліотеки. Зі скетча рис.6.4 потрібні вбудовані бібліотека дисплею LiquidCrystal.h.

Результат роботи програми з симуляцією ультразвукового датчика відстані 28015 представлений на рис.8.4.

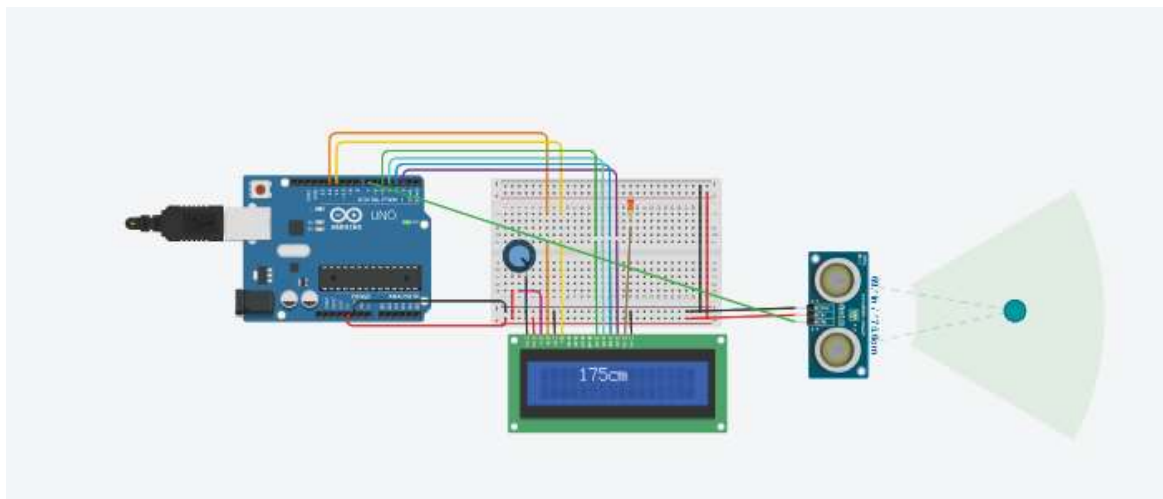


Рисунок 8.4 – Результат роботи моделювання макету в tinkercad

1.3. Підготовка до роботи

При підготовці до роботи необхідно:

- ознайомитись з рекомендованою літературою;
- вивчити короткі теоретичні відомості.

1.4. Порядок роботи:

6. Підключити модуль ArduinoUno до ультразвукового датчика та дисплея.
7. Створити та відкомпілювати скетч для визначення відстані.
8. Вивести дані виміряні дані на дисплей.
9. Оформити звіт та зробити висновки.