

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф10.20 05.01/151.00.*/Б/ ОК13-2021
	Екземпляр № 1	Арк 128 / 1

## Лабораторна робота № 3 Методи управління двигунами постійного струму на базі контролера Arduino

### Мета роботи

Отримати практичні навички базовими методами управління та формування керуючих сигналів для двигунів постійного струму на базі платформи Arduino.

### 3.1 Теоретичні відомості

#### 3.1.1 Короткий опис двигунів постійного струму

Електричні машини постійного струму широко застосовуються в різних галузях промисловості.

Значного поширення електродвигунів постійного струму пояснюється їх цінними якостями: високими пусковим, гальмівних та перевантажувальним моментами, порівняно високим швидкодією, що важливо при реверсуванні і гальмуванні, можливістю широкого і плавного регулювання частоти обертання.

Електродвигуни постійного струму використовують для регульованих приводів, наприклад, для приводів різних верстатів і механізмів. Потужності цих електродвигунів досягають сотень кіловат. У зв'язку з автоматизацією управління виробничими процесами і механізмами розширюється область застосування малопотужних двигунів постійного струму загального застосування потужністю від одиниць до сотень ват.

У залежності від схеми живлення, обмотки збудження машини постійного струму поділяються на кілька типів (з незалежним, паралельним, послідовним і змішаним збудженням).

Спочатку створювалися машини постійного струму. Надалі вони значною мірою були витіснені машинами змінного струму. Завдяки можливості плавного і економічного регулювання швидкості обертання двигуни постійного струму зберігають своє домінуюче значення на транспорті, для приводу металургійних верстатів, в кранових і підйомно-транспортних механізмах. У

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф10.20 05.01/151.00.*/Б/ ОК13-2021
	Екземпляр № 1	Арк 128/2

системах автоматики машини постійного струму широко використовуються в якості виконавчих двигунів, двигунів для приводу механізмів, як тахогенератором та електромашинних підсилювачів.



Рис. 3.1. Загальний вигляд двигуна постійного струму

Принцип дії будь-якого електричного двигуна базується на взаємодії магнітних полів. Якщо наблизити один магніт до іншого, то різнойменні їхні полюси будуть притягуватися один до одного, а однойменні – відштовхуватися. У двигуні роль принаймні одного з магнітів грає котушка зі струмом (тобто електромагніт). Відомо, що протікання провідником електричного струму викликає появу магнітного поля довкола провідника. Це поле має коаксіальний характер, а напрям його магнітних силових ліній можна визначити за «правилом гвинта». Згідно з цим правилом, якщо гвинт закручувати у провідник так, щоб напрям поступального руху гвинта збігався з напрямом струму, то напрям обертання гвинта показуватиме напрям магнітних силових ліній поля.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф10.20 05.01/151.00.*/Б/ ОК13-2021
	Екземпляр № 1	Арк 128 / 3

## Принцип дії

Основні елементи двигуна постійного струму показані на рис. 3.2. Коли струм протікає через обмотку якоря 1, виникає магнітне поле, напрямом якого можна визначити за допомогою «правила свердлика». Постійне магнітне поле статора 4 взаємодіє з полем якоря 1, завдяки чому останній починає обертатися. Сердечники та його обмотки (2 та 3) формують магнітне поле, створюючи ефект постійного магніта з визначеними напрямками полюсів на статорі. Щітки 6 та колектор 7 виконують функцію струмопровідників на якор (обертову частину двигуна постійного струму), завдяки чому якор обертається. В залежності від полярності провідників на щітках та колекторі змінюється напрямок обертання валу двигуна. Часто двигуни постійного струму компонуються вентиляторами для охолодження обмоток статора та якоря для запобігання втрати електромагнітних властивостей цих елементів.



Рис. 3.2. Основні елементи двигуна постійного струму

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф10.20 05.01/151.00.*Б/ ОК13-2021
	Екземпляр № 1	Арк 128/4

В сучасних колекторних машинах не використовується двополюсна конструкція через нерівномірність обертання, в момент перемикання напрямку струму сили, що діють на якір, будуть мінімальні. А якщо включити двигун, вал якого зупинився в цьому «перехідному» стані - він може і не почати обертатися зовсім. Тому на колекторі сучасного двигуна постійного струму розташовано значно більше полюсів і секцій обмоток, покладених в пазах шіхтованого сердечника, таким чином досягаються оптимальні плавність руху і момент на валу.

### 3.2 Порядок виконання роботи

#### 1. Створити новий проект circuits (електричні кола) у Tinkercad

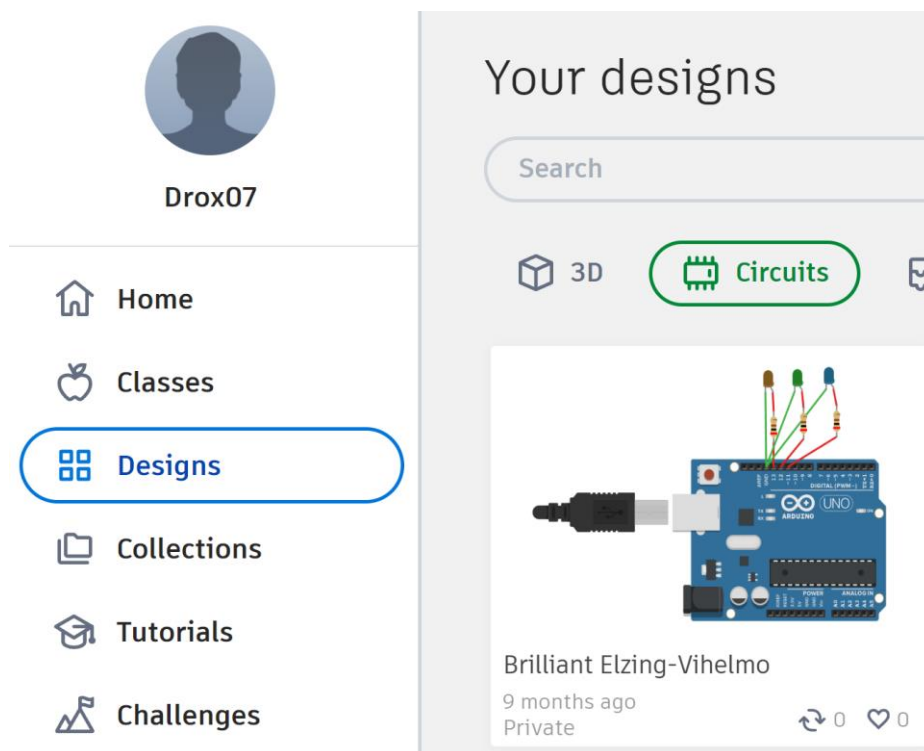


Рис. 3.3 Створення проекту circuits у програмному середовищі Tinkercad

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф10.20 05.01/151.00.*/Б/ OK13-2021
	Екземпляр № 1	Арк 128/5

2. Перейти у розділ «Стартові набори» пункт «Основні» та обрати набір «Двигун постійного струму».

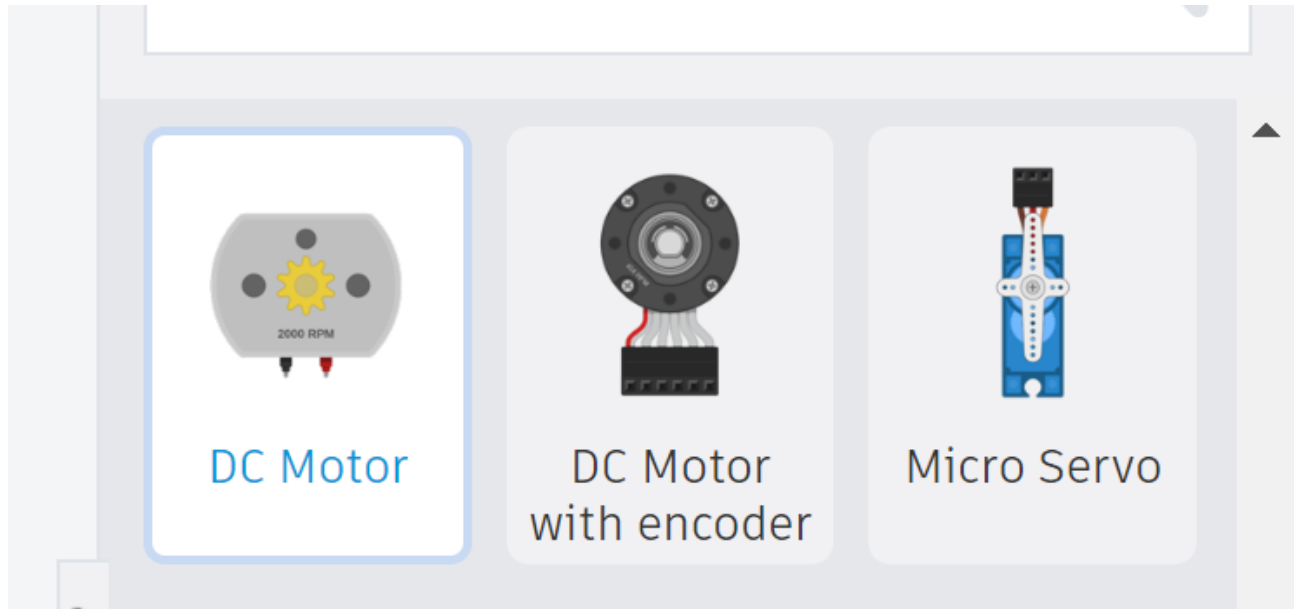


Рис. 3.4 Набір «Двигун постійного струму»

3. Промоделювати схему керування двигуна постійного струму на базі фоторезистора. Мануально змінити параметр опору фоторезистора. Виявити залежність швидкості обертання валау двигуна (rpm) від опору фоторезистора.

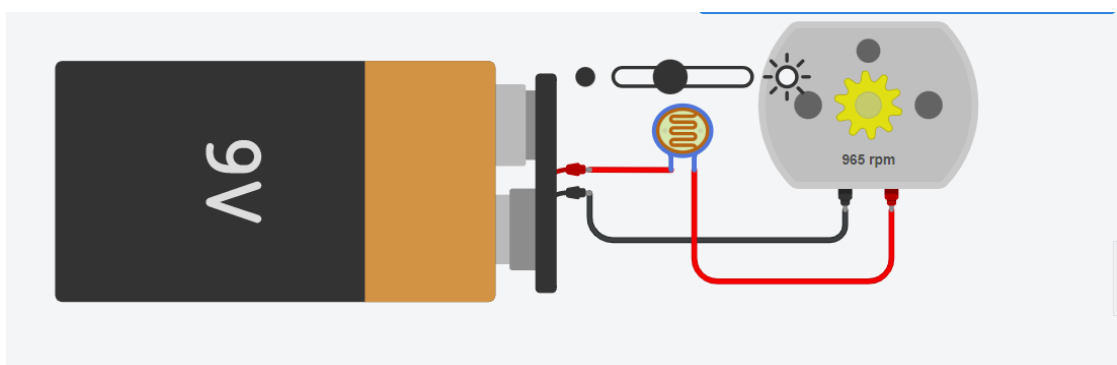


Рис. 3.5 Моделювання схеми керування двигуна постійного струму на базі фоторезистора

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф10.20 05.01/151.00.*/Б/ ОК13-2021
	Екземпляр № 1	Арк 128/6

4. Створити нище приведену схему в TinkerCad.

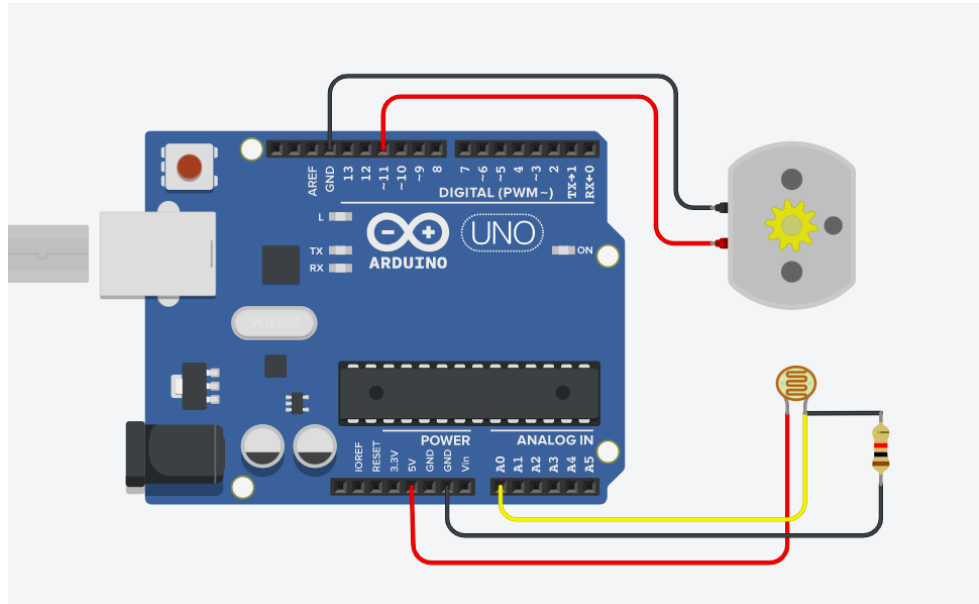


Рис. 3.6 Схема контролю двигуна постійного струму на базі плати Arduino

5. Написати нище приведений код для попередньої схеми в TinkerCad.

```

1 void setup()
2 {
3   Serial.begin(9600);
4   pinMode(11, OUTPUT);
5   pinMode(A0, INPUT);
6 }
7
8 void loop()
9 {
10  int a = analogRead(A0);
11  Serial.println(a);
12  if(a<200)
13  {
14    digitalWrite(11,0);
15  }
16  else
17  {
18    analogWrite(11,a);
19  }
20 }

```

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф10.20 05.01/151.00.*Б/ ОК13-2021
	Екземпляр № 1	Арк 128/7

6. Промоделювати створене електричне коло з кодом. Відкрити монітор порта та відслідкувати змінюване значення опору фоторезистора. Зафіксувати пропорційне значення  $r_{пр}$  до значення з монітору порта.

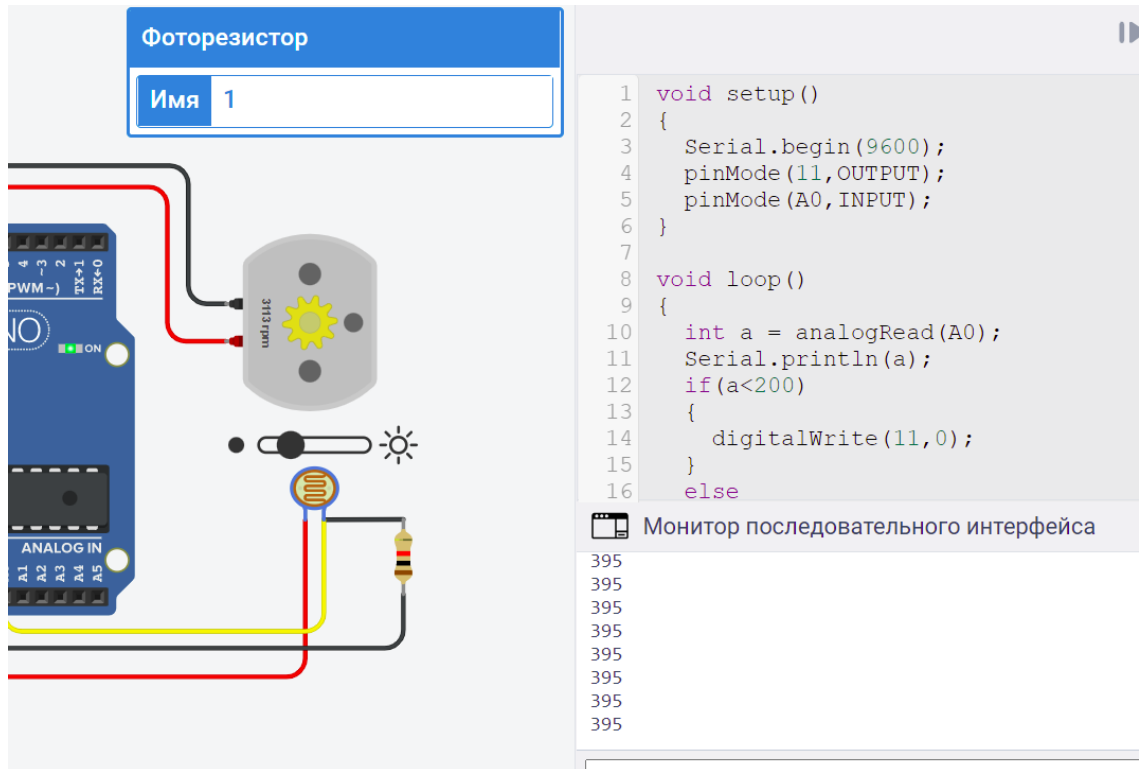


Рис. 3.7 Моделювання схеми керування двигуна постійного струму на базі Arduino

7. Створити нище приведену схему. Порядок створення схеми:

- Підключити нуль живлення Arduino GND до мінусової шини макетної плати.
- Підключити один з проводів двигуна до плюса живлення +5V плати контролера. Якщо потрібна більша потужність, тоді необхідно використовувати зовнішнє джерело живлення, такий як наприклад батарея.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф10.20 05.01/151.00.*/Б/ ОК13-2021
	Екземпляр № 1	Арк 128/8

- Інший дріт двигуна з'єднуємо з колектором транзистора прп. За специфікацією на транзистор визначити який з трьох його виводів являється колектором, який базою та який емітером.
- Підключити емітер транзистора до мінуса живлення GND, використовуючи мінусову шину живлення макетної плати.
- Встановити резистор між базою транзистора та дискретним виходом плати Arduino.
- Увімкнути захисний діод паралельно до двигуна. Мінус діода повинний бути підключений до плюса живлення 5В.

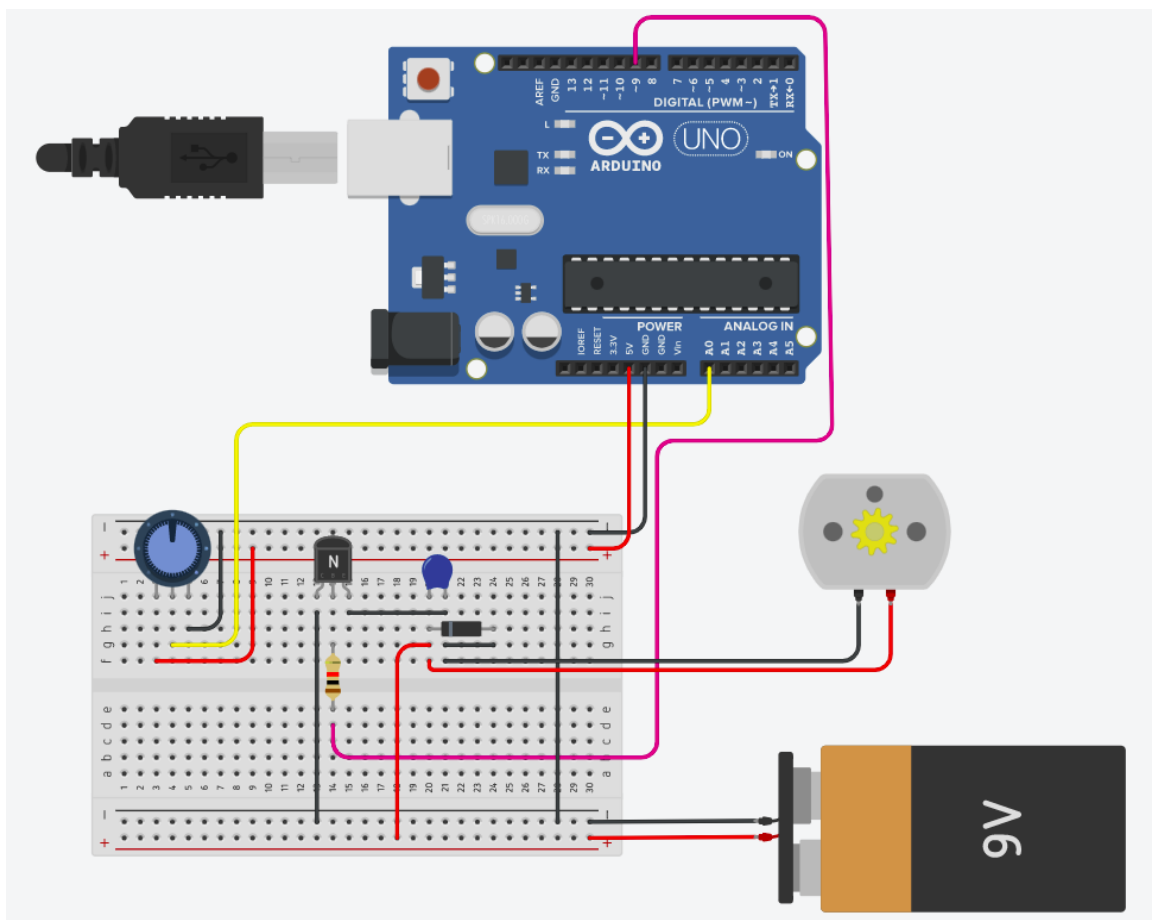


Рис. 3.8 Схема керування двигуна на базі Arduino та потенціометра



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф10.20 05.01/151.00.*/Б/ ОК13-2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 128/9</i>

8. **Самостійне завдання.** Створити програму керування двигуном постійного струму на базі Arduino та потенціометра (рис. 3.8). Відкрити вікно монітору порту. Письмово описати (показати скріншот) та пояснити виникаючі значення потенціометра та `tmp`.