

Лабораторна робота №2

Вивчення методів управління двигунами постійного струму на базі контролера Arduino

Мета роботи: Ознайомитись із особливостями взаємодії контролера сімейства Arduino з двигунами постійного струму, визначити їх можливості та базові принципи їх програмування для побудови систем малої автоматизації.

2.1. Теоретичні відомості

2.1.1. 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

					ІКАТ.420.011.037-ЗЛЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системах автоматички 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 (рис. 3). 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.

2.1.2. Короткий опис крокових електродвигунів

Кроковий двигун – електричний двигун, в якому імпульсне живлення електричним струмом призводить до того, що його ротор не обертається неперервно, а виконує щоразу обертальний рух на заданий кут. Завдяки цьому, кут повороту ротора залежить від числа поданих імпульсів струму, а кутова швидкість ротора точно рівна частоті імпульсів помноженій на кут повороту ротора за один цикл роботи двигуна.

Кут повороту двигуна під впливом одного імпульсу може мати різні значення, залежні від конструкції двигуна, — як правило це значення в діапазоні від декількох градусів до декілька десятків градусів. Крокові двигуни, залежно від призначення пристосовані до виконання від частки оберту на хвилину, до декількох тисяч обертів на хвилину.

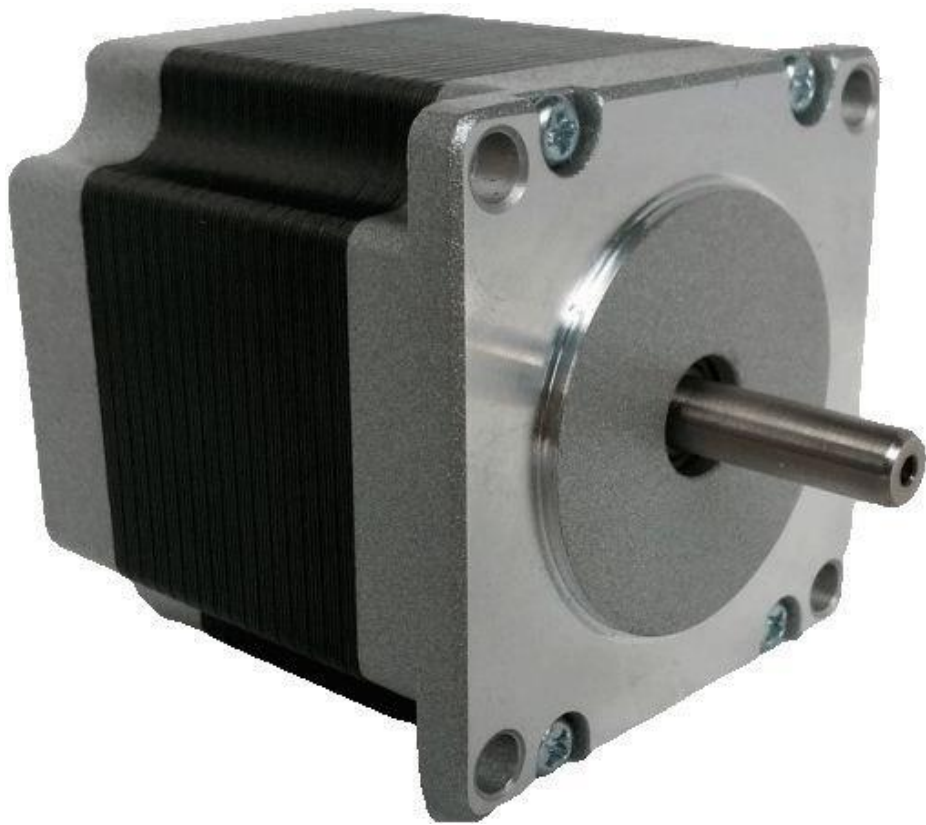


Рис.3.2. Загальний вигляд крокового двигуна

Кроковий двигун має значно більшу надійність і, що зовсім важливо для цілого ряду практичних застосувань, він, на відміну від колекторного двигуна, практично не збільшує рівень паразитних електромагнітних радіоперешкод. Причина криється саме у відсутності рухомого контакту струмознімача. Однак

										Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ІКАТ.420.011.037-ЗЛЗ					

відсутність колектора, який перемикає, для формування моменту обертання напрямку струму в обмотках, вимагає зовнішнього управління - комутатора. Тут, повторю французьке прислів'я - «За кожне задоволення потрібно платити».

Ще одна тонкість - крокові двигуни, на відміну від всіх інших типів двигунів, можуть давати не тільки звичний обертальний рух ротора, але й кроковий лінійно – зворотно поступальний, що використовується, наприклад, в приводах дисководів і принтерів, а також у актуаторах - керованих точних клапанах.

Але головна перевага крокових двигунів - це точність позиціонування ротора і можливість його тривалого утримання в потрібному положенні без перевантаження двигуна. Момент утримання у крокових двигунів перевищує момент обертання, тому утримувати ротор можна струмом меншого рівня. Практична реалізація цієї можливості буде продемонстрована на конкретних прикладах. Оскільки момент обертання таких двигунів максимальний на малих швидкостях (до цього ми ще повернемося), то в цілому ряді застосувань можна відмовитися від дорогих редукторів. Перераховане вище і є найхарактерніша особливість і відмінність крокових двигунів від колекторних двигунів постійного струму. Це робить крокові двигуни незамінними в системах точних приводів, коли потрібно виконувати умови з позиціонування, а це - робототехніка, верстати, автомати та ін. Справедливості ради відзначимо і основні недоліки. Їх три: висока ціна, відносна складність управління порівняно з колекторними двигунами і низька швидкість обертання.

В даний час є три основних типи крокових двигунів.

Двигуни з змінним магнітним опором

Обертаючий момент створюється магнітними потоками статора і ротора, які відповідним чином орієнтовані одна відносно одної. Статор такого двигуна виготовлений з матеріалу з високою магнітною проникністю і має декілька полюсів. Полюса мають як статор, так і ротор. Цей тип двигуна нечутливий до напрямку струму в обмотках. Обертаючий момент пропорційний величині магнітного поля, яке пропорційне струму в обмотці і кількості витків. Таким

					ІКАТ.420.011.037-ЗЛЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чином, момент, що розвивається двигуном, залежить тільки від параметрів обмоток. Такі двигуни використовуються для роботи на відносно високих швидкостях.

Двигуни з постійними магнітами

Двигуни з постійними магнітами складаються з статора, який має обмотки, і ротора, що містить постійні магніти. Чергуються полюса ротора мають прямолінійну форму і розташовані паралельно осі двигуна. Завдяки намагніченості ротора в таких двигунах забезпечується більший магнітний потік і, як наслідок, більший момент, ніж у двигунів з змінним магнітним опором. Цей тип двигунів схильний до впливу зворотної ЕРС (електричної рушійної сили) з боку ротора, що обмежує їх максимальну швидкість. Крім того, через конструктивні особливості двигуни цього типу мають великий крок, зазвичай 18° або 7.5° , тому в ряді застосувань використовується редуктор, часто вже інтегрований з двигуном.

Гібридні двигуни

Є найбільш дорогими, проте забезпечують значно меншу початкову величину кроку, більший момент і більшу швидкість, ніж двигуни з постійними магнітами. Ці двигуни поєднують в собі кращі риси перших двох різновидів. Ротор такого двигуна має зубці, розташовані в осьовому напрямку. Конструкція і внутрішній устрій типового гібридного крокового двигуна показані на малюнку 2. Типове число зубців гібридного двигуна від 100 до 400 (кут кроку 3.6° - 0.9°). Статор гібридного двигуна також має зубці, забезпечуючи більшу кількість еквівалентних полюсів на яких розташовані обмотки. Зазвичай використовуються 4 основних полюси для 3.6° і 8 основних полюсів для 1.8° або 0.9° . Більшість двигунів цього типу має 100 полюсів (50 пар), і з урахуванням двофазного виконання повна кількість полюсів одно 200, а кут кроку дорівнює 1.8° ($360/200$).

					<i>ІКАТ.420.011.037-ЗЛЗ</i>	Арк.
<i>Змін.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2.2. Виконання роботи

2.2.1. Керування двигуном постійного струму через потенціометр

Ми звичайно можемо керувати мініатюрним двигуном безпосередньо підключивши його до виходу Arduino; однак, дискретний вихід не потягне двигуни, що споживають більше 40 мА. Вихід виявляється у використанні простого підсилюючого пристрою, транзистора, щоб мати можливість керувати двигунами постійного струму будь-якої потужності.

Необхідні електронні компоненти:

1. Плата Arduino, підключена до USB-порту комп'ютера
2. Моторчик постійного струму
3. Резистор з опором між 220 Ом та 10 кОм
4. npn транзистор(BC547, 2N3904, N2222A, TIP120)
5. Діод (1N4148, 1N4001, 1N4007)
6. Потенціометр

Нижче наведені кроки, по підключенню двигуна за допомогою транзистора:

1. Підключити нуль живлення Arduino GND до мінусової шини макетної плати.
2. Підключити один з проводів двигуна до плюса живлення +5В плати контролера. Якщо потрібна більша потужність, тоді необхідно використовувати зовнішнє джерело живлення, такий як наприклад батарея.
3. Інший дріт двигуна з'єднуємо з колектором транзистора npn. За специфікацією на транзистор визначити який з трьох його виводів являється колектором, який базою та який емітером.
4. Підключити емітер транзистора до мінуса живлення GND, використовуючи мінусову шину живлення макетної плати.
5. Встановити резистор між базою транзистора та дискретним виходом плати Arduino.
6. Увімкнути захисний діод паралельно до двигуна. Мінус діода повинний бути підключений до плюса живлення 5В.

									Арк.	
ІКАТ.420.011.037-ЗЛЗ										
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

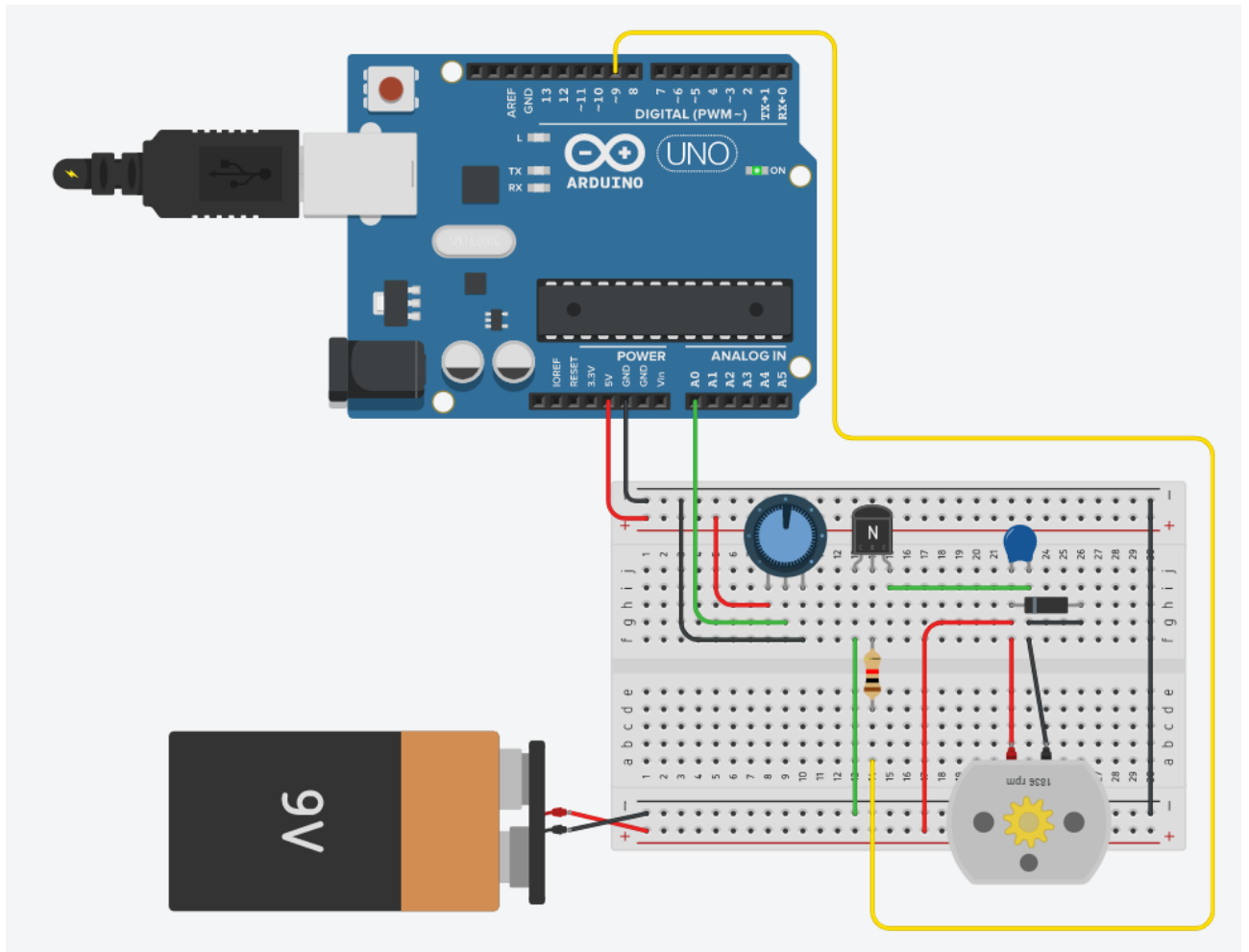


Рис.3.2. Загальна схема підключення мотора постійного струму

Коли ми подаємо логічну одиницю на вихід Arduino, струм проходить від вивода через базу транзистора NPN, що змушує струм проходити і через інші дві ноги транзистора. Коли ми виставляємо нуль на виході, струм не іде через базу та не буде проходити через інші дві ноги.

Транзистори цікаві тим, що з дуже малим струмом бази, ми можемо контролювати дуже великий струм через колектор до емітера. Звичайний коефіцієнт підсилення позначається h_b і для транзистора складає наприклад 200. Це значить, що для струму бази 1 мА, транзистор через колектор до емітера пропустить 200 мА. Важливим компонентом проекту є діод, про котрий не варто забувати. Як вже було сказано, двигун має індуктивну складову, яка може генерувати великі сплески напруги, небезпечні для транзистора. Діод гарантує, що всі паразитні збурення від двигуна згаснуть на ньому, а не на транзисторі.

					Арк.
<i>ІКАТ.420.011.037-ЗЛЗ</i>					
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

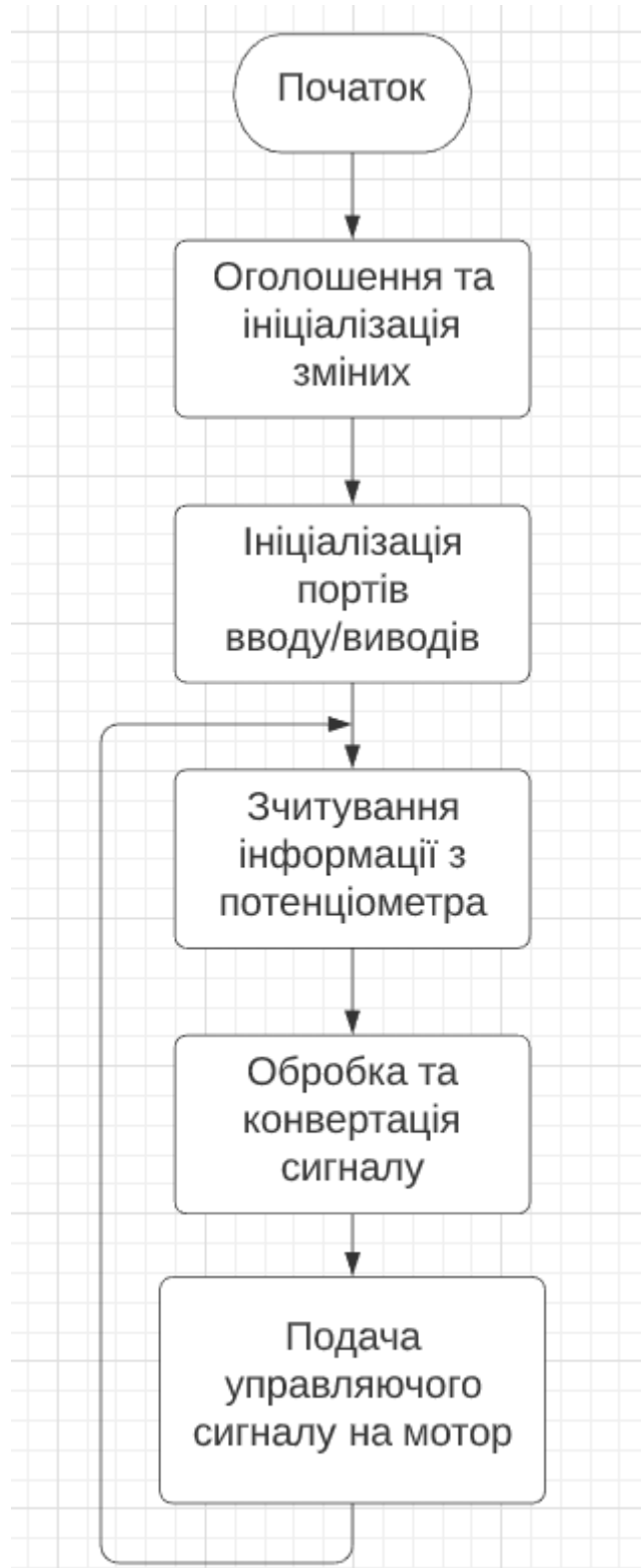


Рис.3.3. Алгоритм роботи з мотором

Код програми управління:

```
#define MOTOR 9
```

```
#define POT 0
```

					ІКАТ.420.011.037-ЗЛЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		


```

int val = 0;
void setup()
{
  pinMode (MOTOR, OUTPUT);
}
void loop()
{
  val = analogRead(POT);
  val = map(val, 0, 1023, 0, 255);
  analogWrite(MOTOR, val);
}

```

Висновок: В ході лабораторної роботи я ознайомився із особливостями взаємодії контролера сімейства Arduino з двигунами постійного струму, визначити їх можливості та базові принципи їх програмування для побудови систем малої автоматизації.

					<i>ІКАТ.420.011.037-ЗЛЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змін.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		