# Практична реалізація модулю

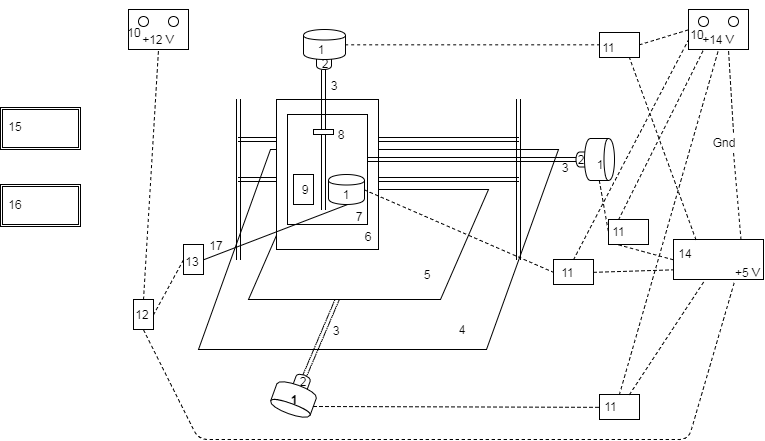
## 1. Апаратна частина

Апаратна частина модулю складається з осей від 3D принтеру, робочої площадки, вертикальної площадки, муфт, крокових двигунів та мікроконтролеру з камерою, насосу, реле, механічних кінцевиків (Endstop Switch Module) джерел живлення, драйверів крокових двигунів, керуючого мікроконтролеру, кріплень (гайок, болтів, ізоляційної стрічки тощо) та проводів.

Загальну схему модулю можна побачити на мал. 1. На даному малюнку 1 – крокові двигуни, 2 – муфти, 3 – осі, 4 – основа, 5 – робоча площадка, 6 – основа для кріплення осі OY, 7 – основа для кріплення осі OZ, 8 – тримач, 9 – модуль отримання зображення (Raspberry Pi та Raspberry Pi Camera Module), 10 – джерела живлення, 11 – драйвери крокових двигунів, 12 – реле, 13 – насос, 14 – керуючий мікроконтролер (Arduino Mega 2560), 15 – маршрутизатор для отримання зображення від Raspberry Pi, 16 – комп’ютер, 17 – трубка.

Послідовність наступна:

1. Мікроконтролер (мал. 1, елемент 14) подає сигнали для установлення всіх площадок в початкове положення. Це положення в якому площадки замикають всі механічні кінцевики і є точкою відліку (координати O(0,0,0)). Сигнали від мікроконтролеру подаються до драйверів крокових двигунів, які в свою чергу живлять двигуни від зовнішнього джерела. Площадки переміщуються кроковими двигунами, що прикріплені до гвинтових осей (мал. 1, елемент 3) за допомогою муфт (мал. 1, елемент 2).



Мал. 1 – Загальна схема модулю

1. Модуль з камерою, закріплений на вертикальній площадці ((мал. 1, елемент 9) з певним часовим інтервалом (напр. 2 секунди) захоплює зображення та передає його. В даній роботі використовувався Raspberry Pi та Raspberry Pi Camera Module. Raspberry Pi – одноплатний комп’ютер, що керується операційною системою. Тому для отримання зображень з інтервалом в 2 секунди був написаний відповідний bash-скрипт (див. додаток 1)//write it.
2. Зображення можна отримати на комп’ютер підключивши Raspberry Pi та комп’ютер до маршрутизатору(мал. 1, елементи 9, 16 та 15) та перейшовши за адресою 192.168.1.100:8080.
3. Зображення оброблюється оператором за необхідності та визначаються координати найближчого елемента.
4. Крокові двигуни повинні перемістити площадки в визначені координати, опустити вертикальну пощадку (мал. 1, елементи 7 і 8), подати дозволяючий сигнал на реле (мал. 1, елемент 12), що живить насос (мал. 1, елемент 13) від зовнішнього джерела (мал. 1, елемент 10), перемістити захоплену деталь, за необхідності позиціонувати її та вимкнути насос (відповідний сигнал реле від мікроконтролеру).
5. Повторити від пункту 2, доки не будуть розставлені всі необхідні деталі, або доки не закінчаться деталі з робочої площадки.

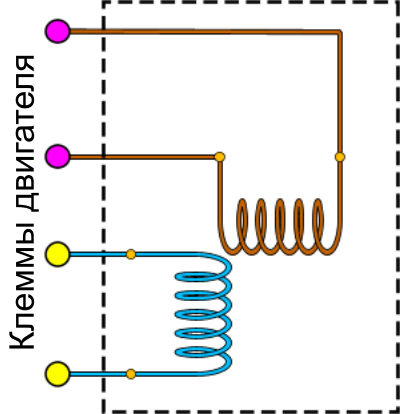
## 1.1 Переміщення по осям

Вертикальна площадка переміщається по осям OY та OZ. Площадка з елементами та платою (горизонтальна площадка) переміщається по OX. Переміщення здійснюється за допомогою крокових двигунів.

Основна відмінність між кроковим двигуном і всіма іншими типами двигунів складається в способі, завдяки якому відбувається обертання. На відміну від інших моторів, крокові двигуни обертаються не безперервно. Замість цього, вони обертаються кроками (звідси і їх назва). Кожен крок є частиною повного обороту. Ця частина залежить, в основному, від механічного пристрою мотора і від обраного способу управління ім. Крокові двигуни також розрізняються способами живлення. На відміну від двигунів змінного або постійного струму, зазвичай вони керуються імпульсами. Кожен імпульс перетворюється в градус, на який відбувається обертання. Наприклад, 1.8º кроковий двигун, повертає свій вал на 1.8° при кожному вступнику імпульсі. Часто, через цю характеристики, крокові двигуни ще називають цифровими.

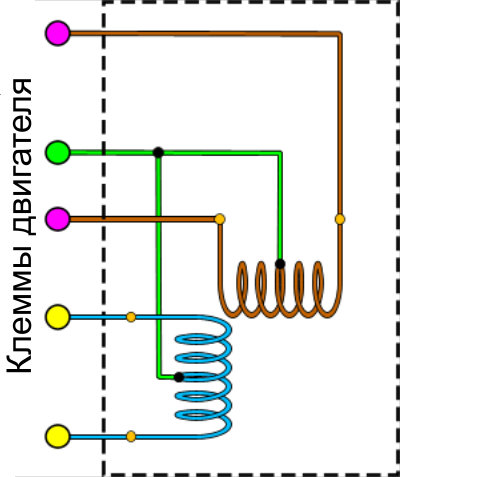
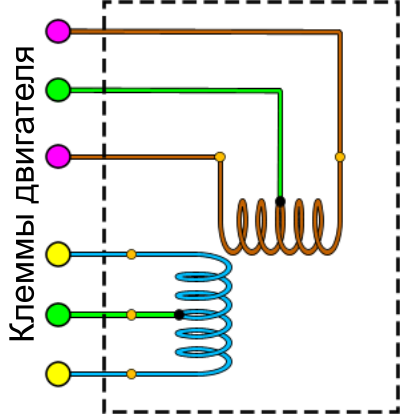
Розрізняють біполярні та уніполярні крокові двигуни.

У біполярного двигуна використовуються 4 проводи для підключення мотора до контролера. Обмотки з'єднуються всередині послідовно або паралельно.



Мал. 2 – Приклад біполярного крокового двигуна

У уніполярному двигуні загальний провід підключений до точки, де дві обмотки з'єднані разом:



Мал. 3 – Приклади уніполярних крокових двигунів

В даній роботі тип двигунів (уніполярні чи біполярні) не є критичною характеристикою модулю, адже уніполярний двигун можна використовувати як біполярний просто залишивши загальний провід непідключеним, обо підключити його до спільної землі. Для переміщення по осям використовувались біполярні двигуни (мал. 4) (бо ці двигуни повинні переміщати навантаження – площадки, а біполярні потужніші за аналогічні уніполярні двигуни).

//pic related

Мал. 4 – Біполярний двигун на осі модулю

Сигнали для переміщення передаються мікроконтролером (в даній роботі використовувався Arduino Mega 2560 (мал. 1, елемент 14)) до драйверу відповідного двигуна (для переміщення по осям використовувались драйвери //which drivers?).

Драйвери відповідно до отриманих сигналів подають на двигуни послідовність сигналів з величиною напруги пропорційною напрузі живлення. Таким чином земля зовнішнього джерела живлення і земля мікроконтролеру повинна бути спільною. В деяких драйверах це вже реалізовано апаратно (зазвичай в них є спеціальні входи для 2-х сигналів землі – один для землі джерела живлення, один для землі мікроконтролеру), в деяких землі потрібно підключати разом (в таких драйверах зазвичай один вхід для землі).

Отримана від драйверів послідовність сигналів повертає вал двигуна. Дані двигуни прикріплені до гвинтових осей за допомогою муфт. Таким чином при повороті валу двигуна повертається відповідна гвинтова вісь, що в свою чергу переміщує відповідну площадку.

## 1.2 Захоплення та позиціонування деталі

Коли робочий носик знаходиться над деталлю це фіксується камерою. Відповідне зображення через маршрутизатор передається до комп’ютеру. Дана ситуація повинна бути зафіксована обробляючою програмою (різка зміна координат найближчої деталі) і керуючому мікроконтролеру повинен бути переданий відповідний сигнал (наприклад по UART). Обробка даного сигналу повинна здійснюватись контролером у перериванні для оперативного реагування. Мікроконтролер у відповідь повинен подати послідовність сигналів до драйверу крокового двигуна що керує переміщенням по осі OZ та опустити кроковий двигун з насадкою (робочим носиком), що прикріплені до вертикальної площадки. Після цього необхідно подати дозволяючий сигнал на реле, що в свою чергу ввімкне живлення насосу від зовнішнього джерела.

Насос трубкою з’єднаний з кроковим двигуном що призначений для позиціонування деталі. Таким чином насос повинен захватити деталь через носик двигуна. Далі мікроконтролер повинен подати сигнали драйверу крокового двигуна що керує переміщенням по осі OZ та підняти кроковий двигун з насадкою (піднімання та опускання вертикальної площадки повинне здійснюватись на невелику, але фіксовану величину). Деталь потрібно перемістити на необхідну позицію. Під час переміщення насос повинен бути ввімкнутим (інакше деталь просто випаде).

Перемістившись до відповідної координати, деталь, за необхідності, позиціонують. В даному випадку позиціонування може здійснюватись поворотом відповідного крокового двигуна (мал. 5). Для позиціонування використовувався уніполярний двигун (мал. 3) (уніполярні крокові двигуни хоч і менш потужні за аналогічні біполярні, проте цей двигун не повинен переміщувати навантаження, а позиціонувати деталь).

//pic related

Мал. 5 – Уніполярний кроковий двигун для позиціонування деталі

Мал. 6 – Драйвер крокового двигуна для позиціонування деталі

Мікроконтролер повинен подати сигнали драйверу крокового двигуна що керує переміщенням по осі OZ та опустити кроковий двигун з насадкою і подати сигнал реле для відключення насосу. Деталь залишиться на місці. Мікроконтролер повинен подати сигнали драйверу крокового двигуна що керує переміщенням по осі OZ та підняти кроковий двигун з насадкою. Далі необхідно знову здійснити пошук найближчої деталі та почати все спочатку доки не закінчаться деталі, або доки не будуть встановлені всі необхідні деталі.

## 2. Програмна частина