

# หุ่นยนต์เพื่อการเกษตร AGRICULTURE ROBOT

เสนอ

อาจารย์ปัญญา เหล่าอนันต์ธนา

โดย

นายสิรภัทร บุญจันทร์ 5910501127

นายอัศววิทย์ พงศ์วิรัตน์ 5910501178

นายสุทธิพงศ์ สว่าง 5910503341

# STATEMENT OF THE PROBLEMS

# SIGNIFICANCE OF THE RESEARCH



## หุ่นยนต์เพื่อการเกษตร

จัดทำขึ้นเพื่อช่วยในการเก็บเกี่ยวและยกระดับการเกษตรให้กับบุคลากรทางการเกษตร เช่น

- ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการทางการเกษตร
- ลดระยะเวลาที่ใช้ในการเกษตร
- ลดการใช้แรงงานคน

# OBJECTIVES

1. เพื่อพัฒนาระบบการเกษตรให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
2. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยวผลผลิตและดูแลรักษา
3. อำนวยความสะดวกให้กับเกษตรกรด้วยเทคโนโลยีที่มีอยู่

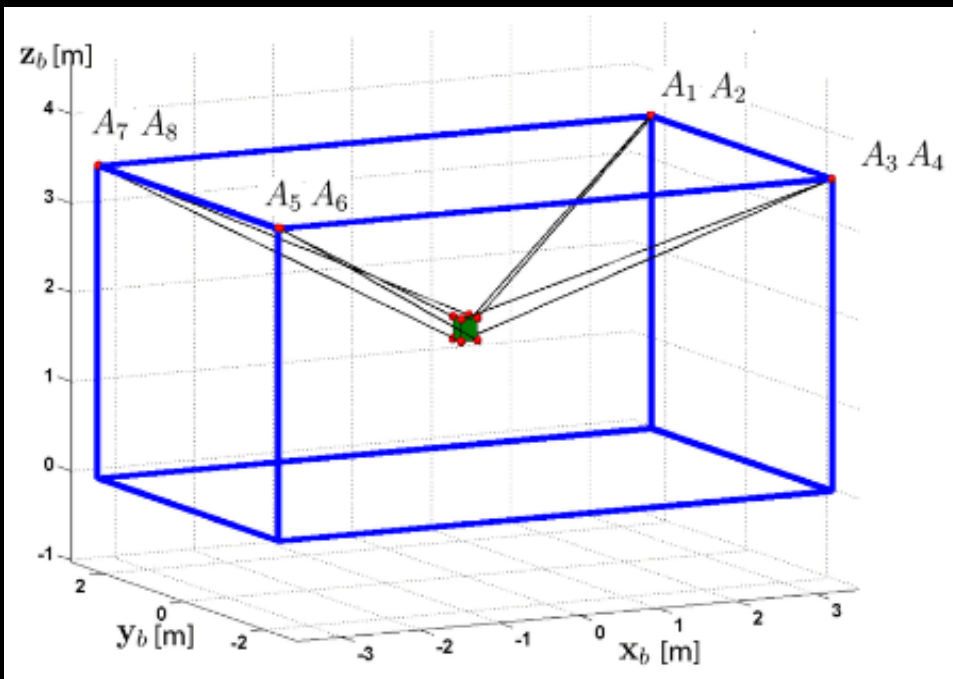


# SCOPE OF STUDY

1. สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตในพื้นที่ราบได้
2. แสดงผลจากข้อมูลที่ป้อนได้อย่างถูกต้อง
3. อุปกรณ์สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างราบรื่นและสอดคล้อง

# THEORY

## ข้อมูลเบื้องต้นของหุ่นยนต์เพื่อการเกษตร



- เคลื่อนที่ได้อย่างอิสระในแนว 3 มิติ
- มีหลากหลายฟังก์ชันการใช้งาน เช่น รดน้ำ ตัดแต่งกิ่ง ฯลฯ
- ใช้ระบบควบคุมแบบเชิงเส้น (Linear Control)

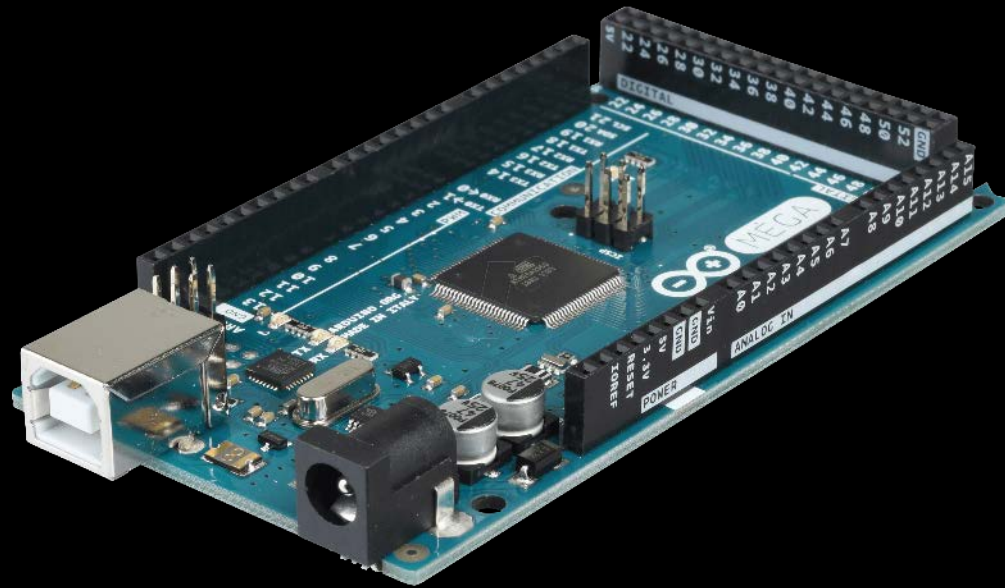
# โครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพของหุ่นยนต์



- เสาหลัก
- ระบบส่งกำลัง
- ชุดเครื่องมือทางการเกษตร
- เชือกสลิง
- แผงควบคุม

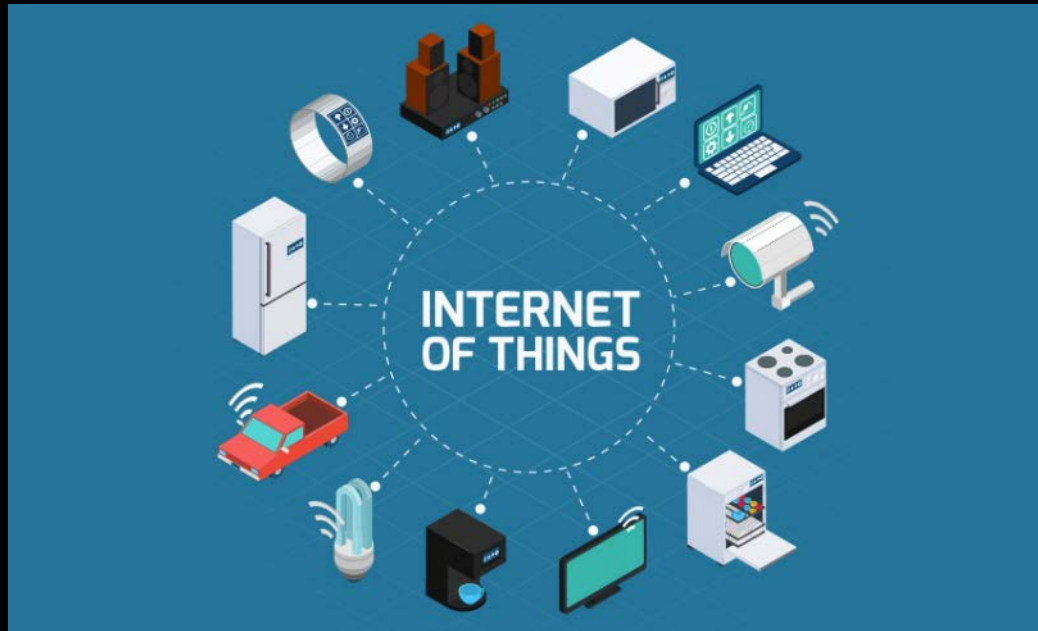


# MICRO CONTROLLER



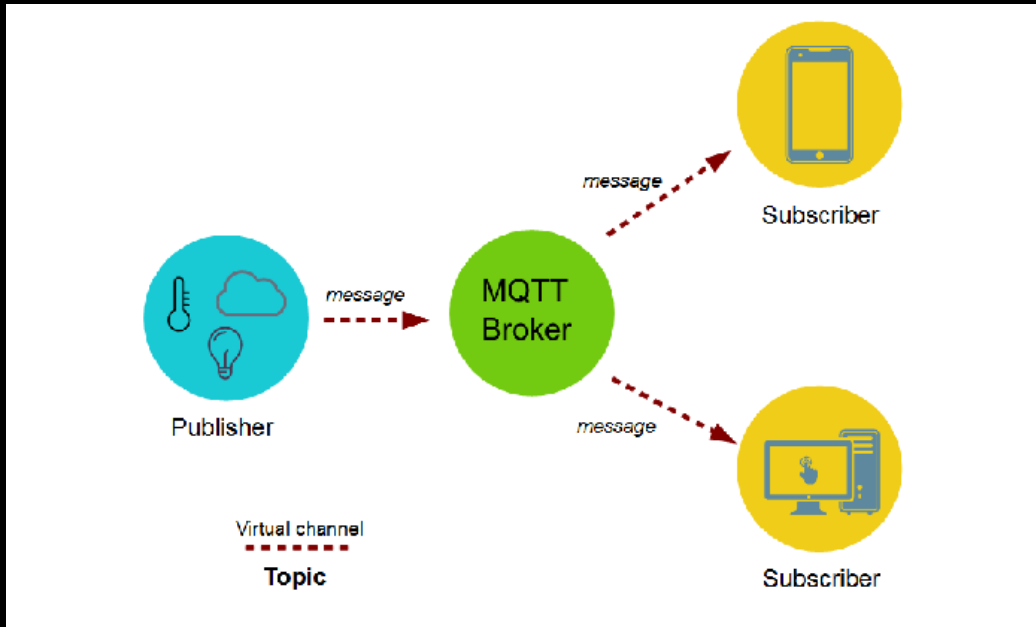
- ตัวควบคุมขนาดเล็กใช้ในการประมวลผลการทำงาน
- โครงการนี้เลือกใช้ Arduino เนื่องจากใช้งานง่าย
- มีขาที่ใช้งานได้หลายขาไว้รับและส่งข้อมูล
- เขียนโปรแกรมด้วยภาษา C ควบคุมการทำงานได้ง่าย มีความยืดหยุ่น

# INTERNET OF THINGS



- Internet of Things หรือ IOT คือการที่อุปกรณ์ สิ่งต่างๆ ได้ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้สามารถสั่งการควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ตได้
- ในโครงการนี้ใช้ในขั้นตอนการส่งข้อมูลผ่านทาง MQTT Protocol

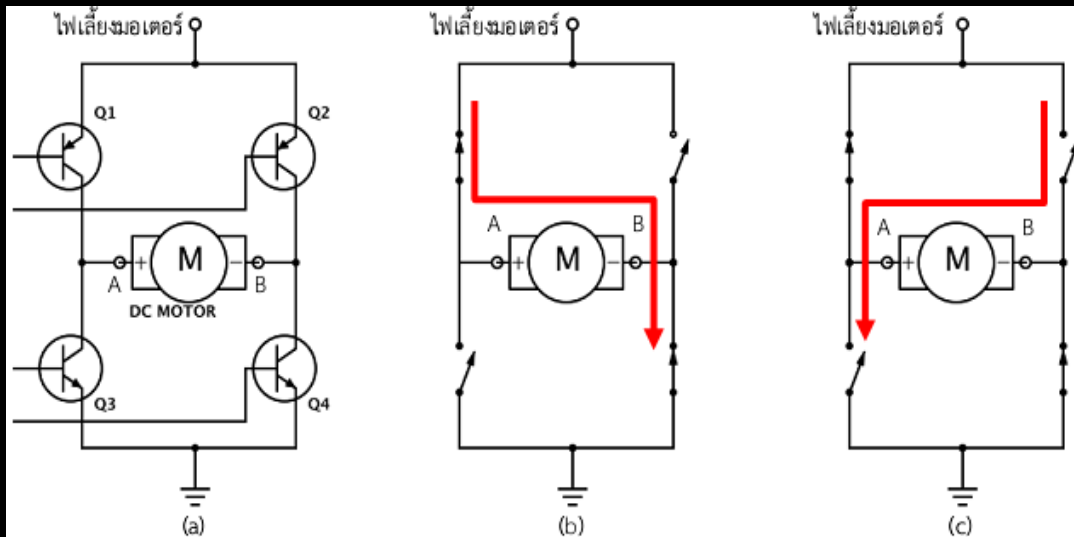
# MQTT PROTOCOL



- เส้นทาง (Topic) คือ ห้องสนทนาที่จะคุยกัน
- คุณภาพข้อมูล (QoS) เป็นลักษณะของการส่งข้อมูล
- การส่งข้อมูล (Public) เป็นการส่งข้อมูลไปยัง Topic ที่ได้กำหนดไว้
- การรับข้อมูล (Subscribe) จะรับข้อมูลได้เฉพาะเมื่อมีการเรียก Subscribe ไปยัง Topic ที่กำหนด

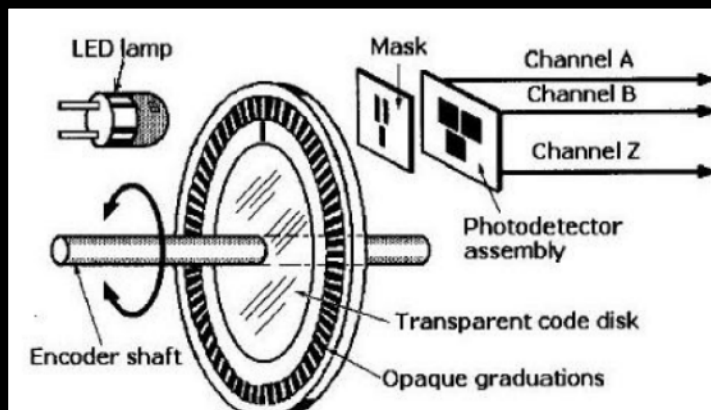
# DC MOTOR

- เป็นอุปกรณ์ที่แปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล
- อุปกรณ์ที่ควบคุมให้มอเตอร์ทำงาน คือ ชนิด H-Bridge โดยทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิดปิด และควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์





# ENCODER

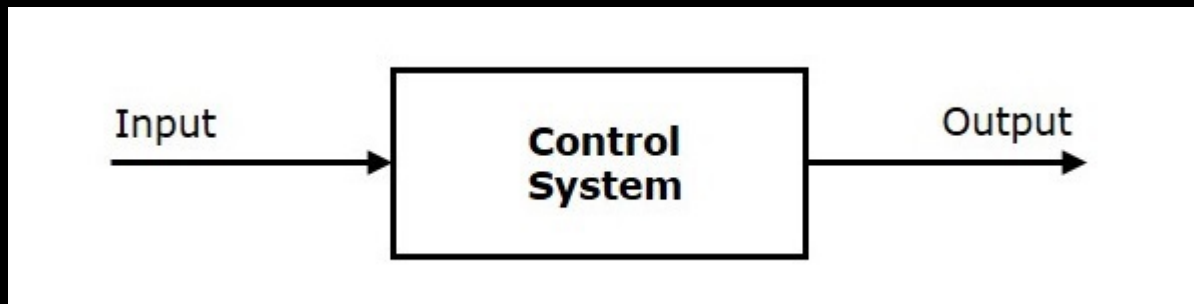


- เซ็นเซอร์ ใช้วัดระยะทางการหมุนรอบตัวเอง และแปลงออกมาเป็นรหัสในรูปแบบของสัญญาณไฟฟ้า
- สามารถนำเอารหัสมาแปลง เพื่อหาค่าที่ต้องการ เช่น ความเร็วรอบ ก็นำระยะทางที่ได้มาหารด้วยเวลาใน 1 รอบ เป็นความเร็วรอบของ RPM

# CONTROL SYSTEM

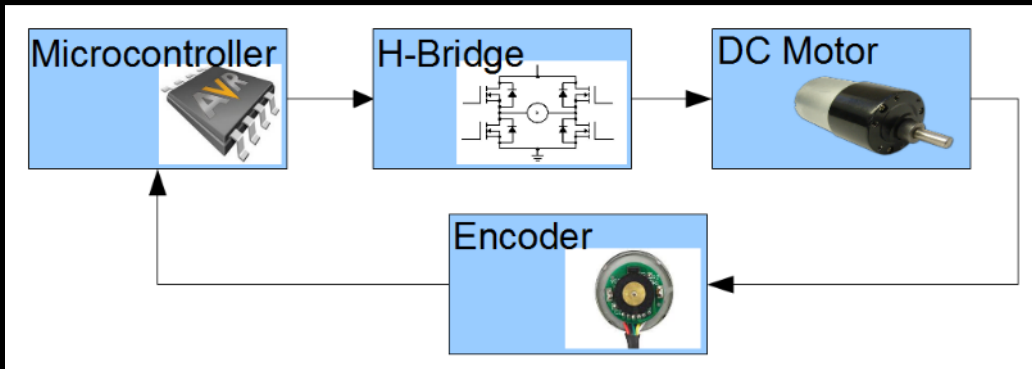
ระบบควบคุมมีดังนี้

1. อินพุต (Input)
2. ระบบ (System)
3. เอาท์พุต(Output)



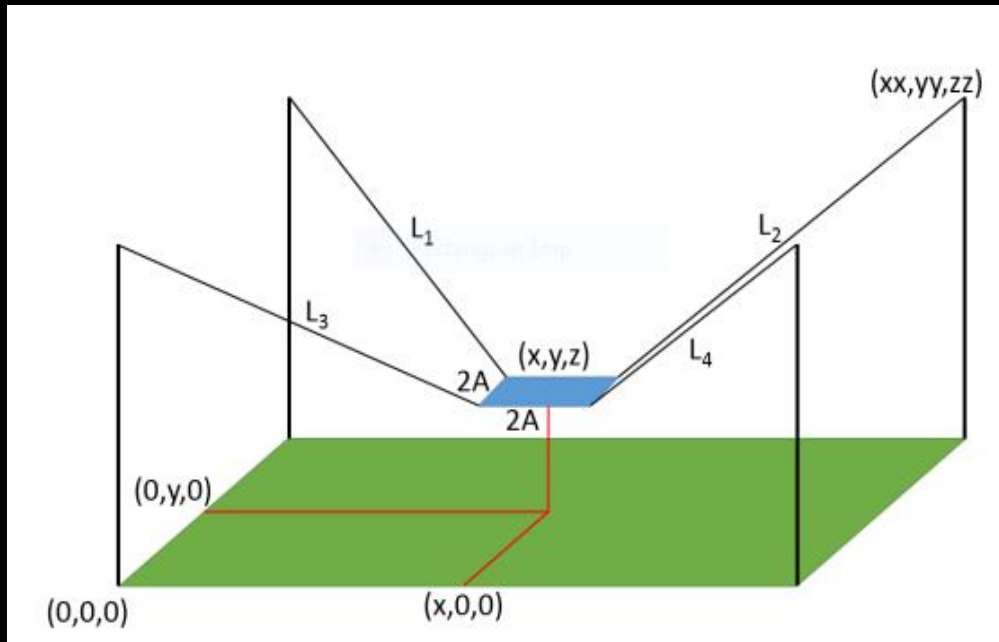
# PID CONTROLLER

$$u(t) = MV(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{d}{dt} e(t)$$



- ระบบควบคุมแบบป้อนกลับ คำนวณจากค่าความผิดพลาดของตัวแปรและค่าที่ต้องการจะควบคุมให้เหลือน้อยที่สุด
- นำมาใช้เพื่อควบคุมการหมุนของมอเตอร์ให้เป็นไปตามที่ต้องการ

# MATH MODEL



- $L1 = \sqrt{(x - A)^2 + (yy - y - A)^2 + (zz - z)^2}$
- $L2 = \sqrt{(xx - x - A)^2 + (yy - y - A)^2 + (zz - z)^2}$
- $L3 = \sqrt{(x - A)^2 + (yy - A)^2 + (zz - z)^2}$
- $L4 = \sqrt{(xx - x - A)^2 + (yy - A)^2 + (zz - z)^2}$
- L1 L2 L3 L4 คือ ความยาวสลิงจากยอดเสาไปที่อุปกรณ์
- A คือ พื้นที่หน้าตัดของอุปกรณ์
- xx คือ ความกว้างของโครงเหล็ก = 560 cm
- yy คือ ความยาวของโครงเหล็ก = 560cm
- zz คือ ความสูงของโครงเหล็ก = 400 cm
- X Y Z คือ ตำแหน่งพิกัดตามแกน x y z ของอุปกรณ์



# EQUIPMENT

# OVERALL EQUIPMENT



ส่วนประกอบของโครงการนี้ประกอบไปด้วย

- DC motor
- กล่องเก็บอุปกรณ์ (BOX)
- Encoder
- Switching hub
- DC supply
- โครงเสาเหล็ก

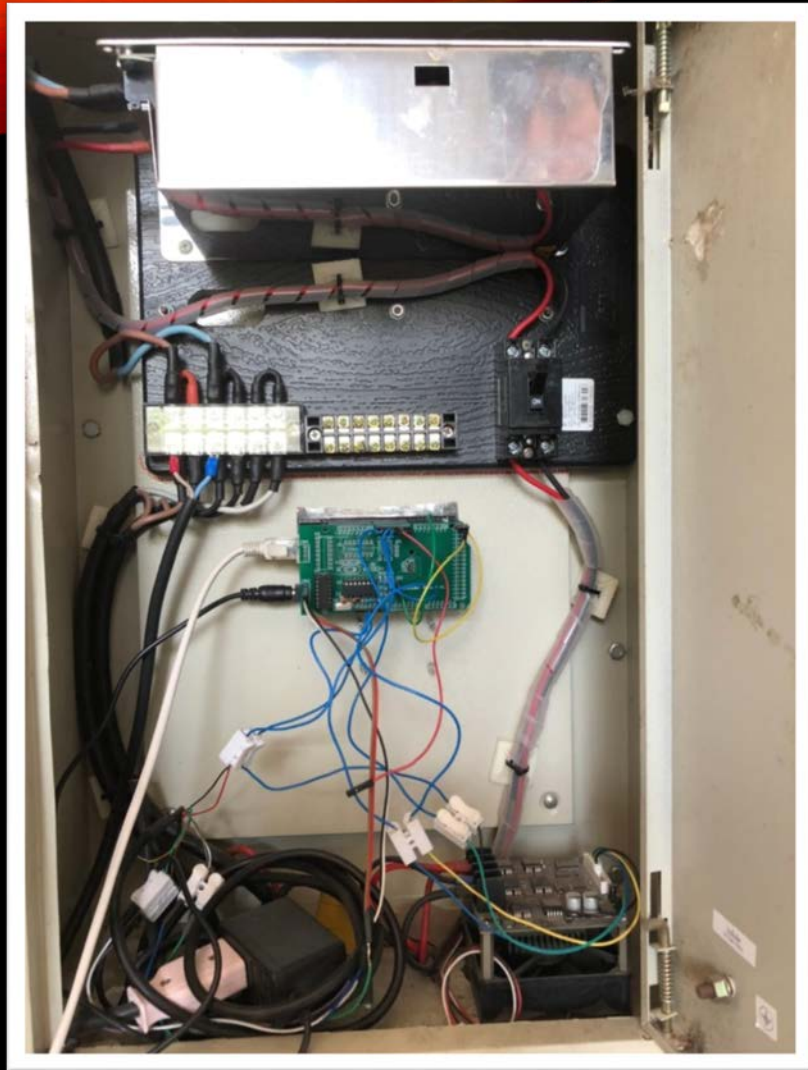


# DC MOTOR



ใช้เป็นกำลังหลักในการขับเคลื่อนแกนกลาง  
ผ่านรอกโดยใช้เกียร์ทด  
เพื่อเพิ่มแรงบิด Output

โดยการทำงานทั้งหมดจะถูกควบคุม  
ผ่าน Arduino



# EQUIPMENT IN BOX

ประกอบไปด้วย

- Arduino
- Ethernet shield
- Encoder shield
- Motor Driver



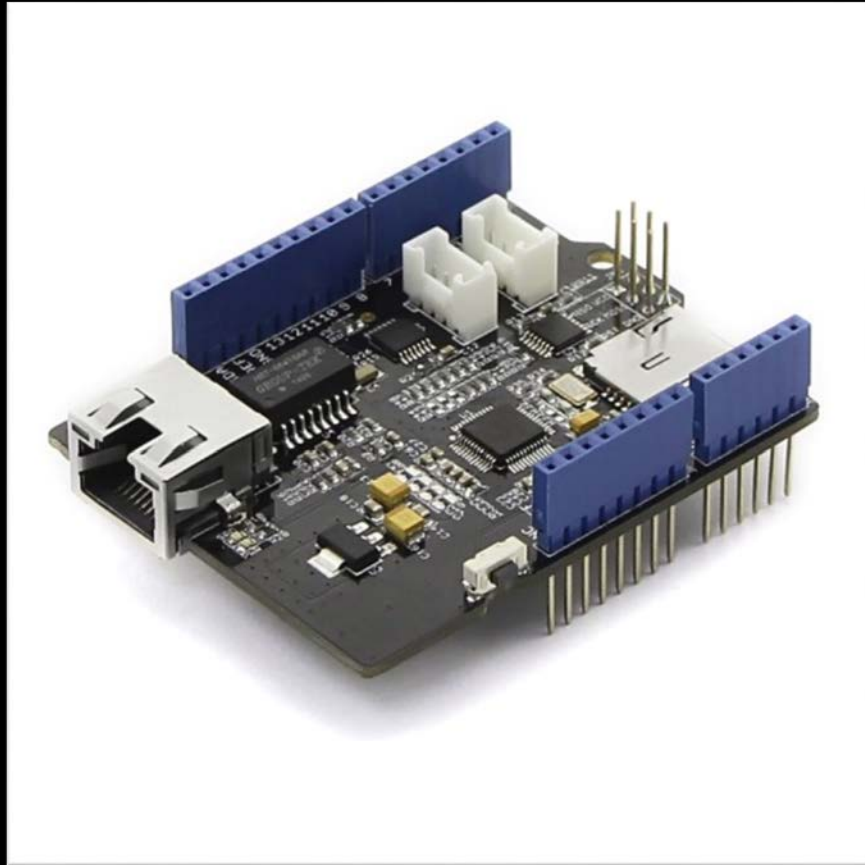
# ARDUINO

Arduino เปรียบเสมือนสมองที่คอยสั่งการและควบคุม  
การทำงานทั้งหมด โดยโครงงานนี้เลือกใช้ รุ่น MEGA2560



Arduino จะใช้ควบคุมการทำงานของMotor ผ่าน  
Driver และรับค่า Encoder เป็นFeedback

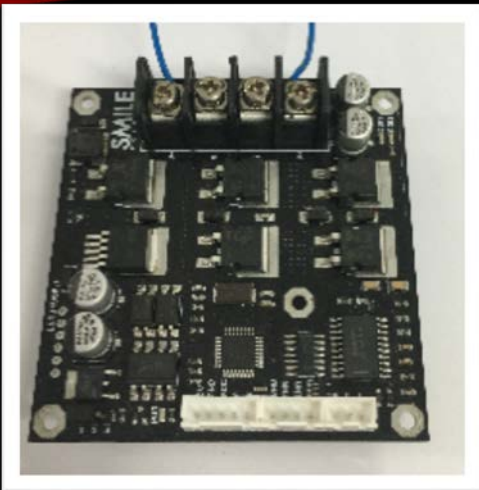
# ETHERNET SHIELD



Ethernet shield ใช้เพื่อสื่อสารระหว่างArduino  
โดยเลือกใช้รุ่น w5500

Ethernet shield จะเป็นตัวสื่อสาร  
ผ่าน MQTT Protocol เพื่อให้Motor แต่ละตัวทำงาน  
สอดคล้องกัน

# MOTOR DRIVER



รุ่น EVO24V50 และ  
EVO24X9 Brushed DC Motor Driver  
ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของ Motor โดยรับคำสั่งมาจาก  
Arduino



# ENCODER



รุ่น M40SB-3600 บริษัท  
Maxwell ใน 1 รอบของการหมุนสามารถ  
นับได้ 14400 Pulse



ทำหน้าที่ Feedback ค่า เพื่อนำไป  
คำนวณและสั่งการ Motor



# SWITCHING HUB

รุ่น TL-SF1008D บริษัท TP-LINK มี 8 port ที่  
ความเร็ว 10/100Mbps

ใช้เพื่อเชื่อมต่อแต่ละบอร์ดเข้าด้วยกัน และสื่อสาร  
กันผ่าน MQTT Protocol



# DC SUPPLY

ใช้เป็นแหล่งพลังงานให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งมีขนาด  
ต่างๆกันไป

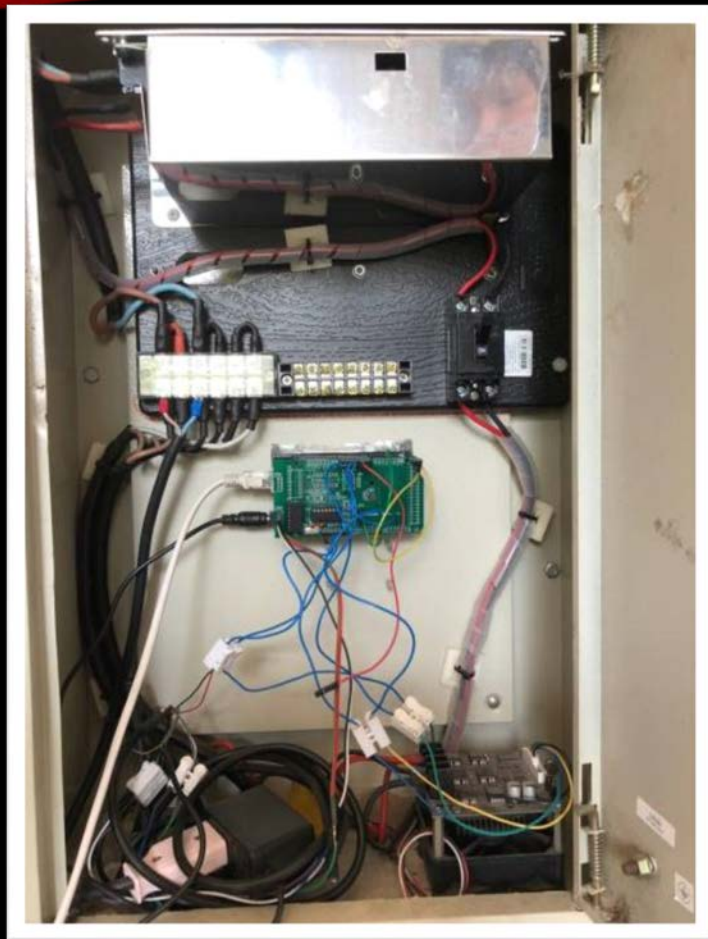
แต่ในโครงการนี้ใช้ ดังนี้

- 5 V ให้ Arduino และ Encoder
- 12 V ให้ Motor Driver และ Motor

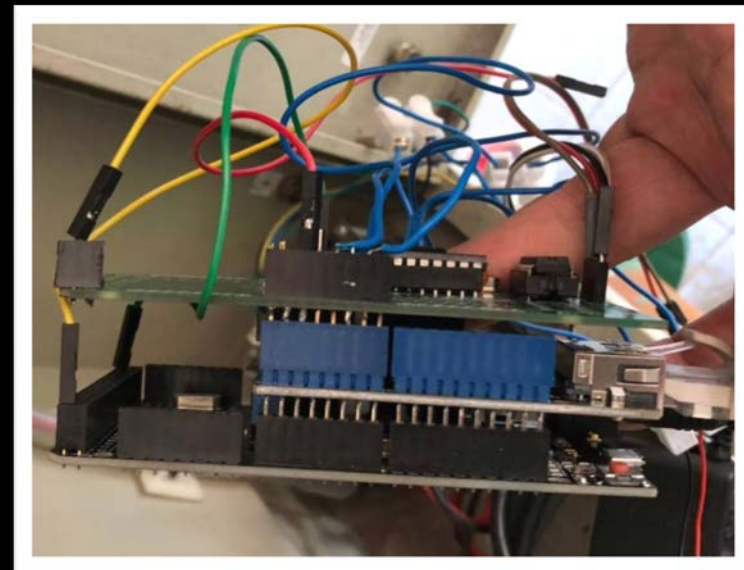


# INSTALLATION





การติดตั้งอุปกรณ์ในกล่องเก็บอุปกรณ์นั้น จะใช้Arduinoเป็นฐาน ติดกับกล่อง Mount on top ด้วย Ethernet shield และ Encoder shield ตามลำดับ และมี DC supply Motor Driver สำหรับMotor



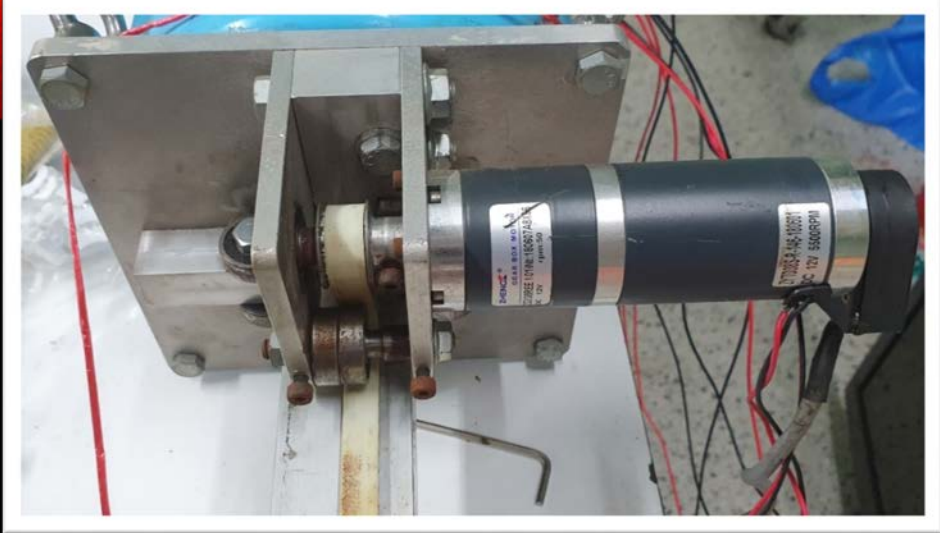


# Z-AXIS



แกนกลางที่เราเลือกใช้สามารถเคลื่อนที่ได้ 4 แกน

- เลื่อนขึ้นลง
- หมุนอุปกรณ์
- กดหรืองดยอุปกรณ์
- หมุนใบมีด



แกนที่ 1 เลื่อนขึ้นลง มีมอเตอร์ 1 ตัว  
ควบคุมผ่าน Arduino





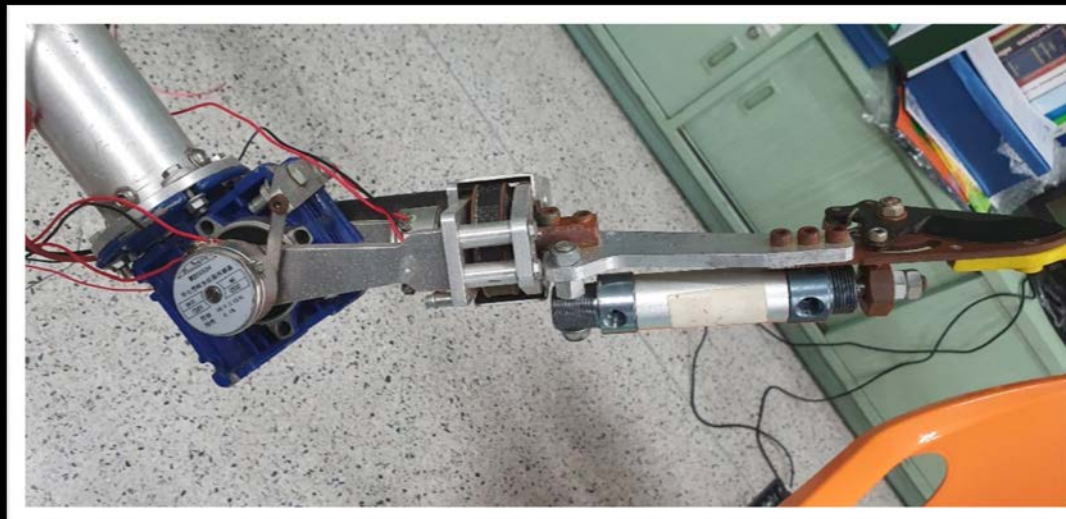
แกนที่ 2 หมุนอุปกรณ์ มีมอเตอร์ 1 ตัว  
ควบคุมผ่าน Arduino



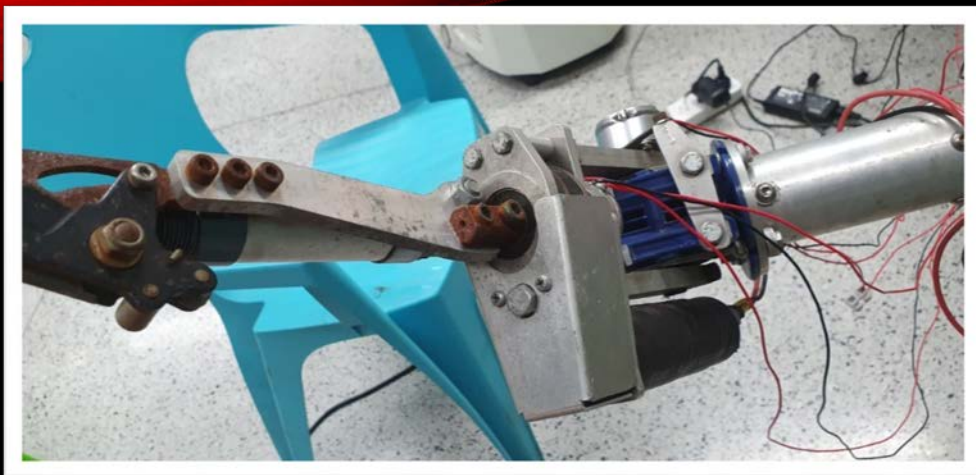




แกนที่ 3 กดหรืองดยอุปกรณ์ มีมอเตอร์ 1 ตัว  
ควบคุมผ่าน Arduino



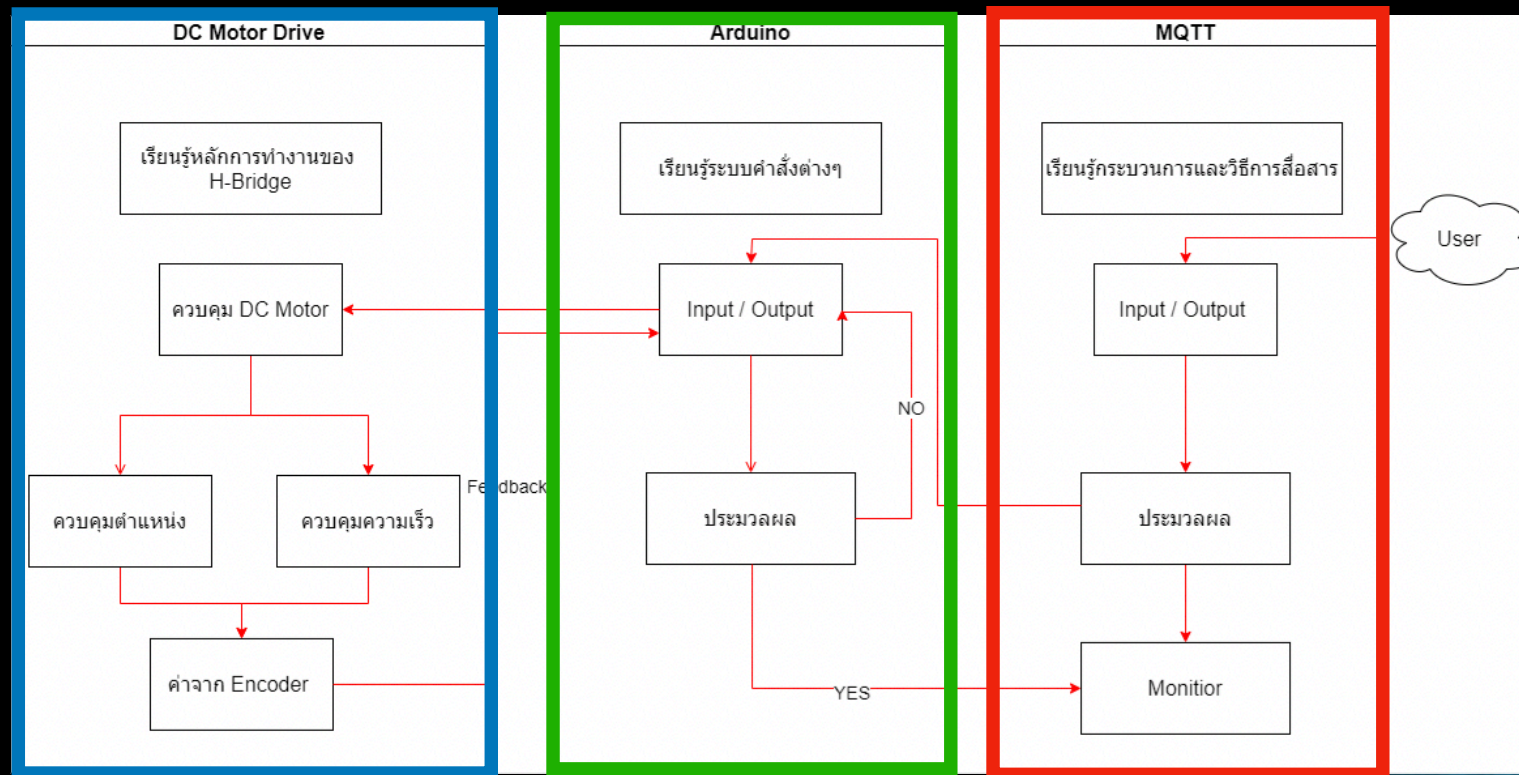




แกนที่ 4 หมุนใบมีด มีมอเตอร์ 1 ตัว  
ควบคุมผ่าน Arduino



# แบ่งการทำงานเป็น 3 ส่วนสำคัญ



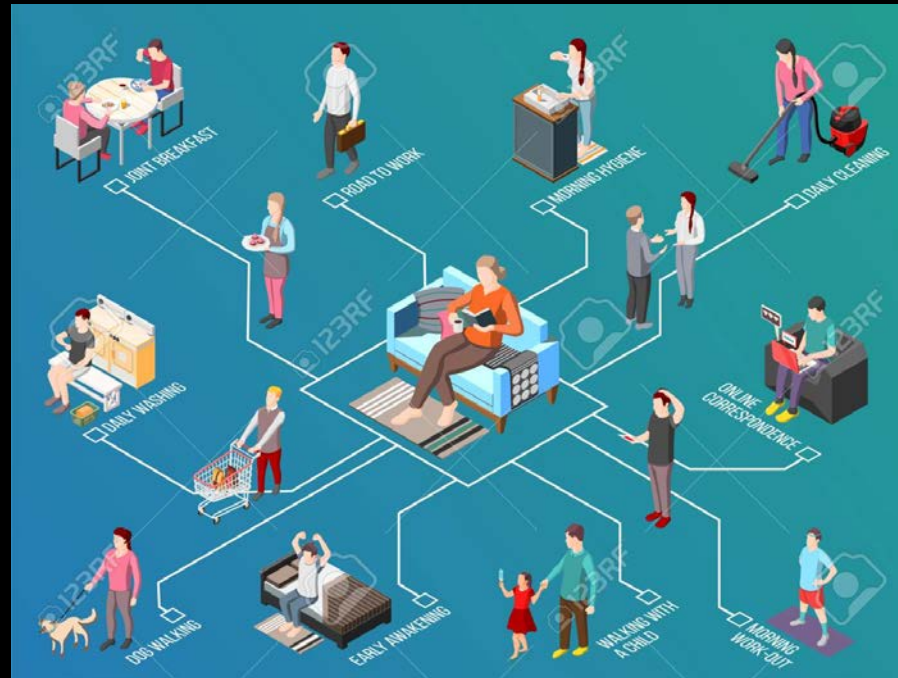
3

2

1



# ขั้นตอนการเริ่มใช้งานหุ่นยนต์ เพื่อการเกษตร



# หาพิกัด X, Y, Z ที่เราต้องการให้ หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไป



X= 130 cm  
Y= 130 cm  
Z= 250 cm



# นำค่า X Y Z ที่ได้ไปกรอกลงใน EXCEL

ขอบเขตพิกัด				ใส่พิกัดที่ต้องการ			
XX	YY	ZZ	A	X	Y	Z	
560	560	400	8.5	130	130	250	cm
						ค่า pulse	cm
ความยาวสลิง	ความยาวสลิง	ความยาวสลิง	ความยาวสลิง		วัดได้	5886	50
L1	L2	L3	L4			pulse/1cm	117.72
464	615	228	464	cm			
Setpoint1_	54575	:Setpoint2_	72359	:Setpoint3_	26851	:Setpoint4_	54575

1

X= 130 cm

Y= 130 cm

Z= 250 cm

2

นำค่า Setpoint ที่ได้ไปใส่ใน MQTT

เพื่อที่จะส่งข้อมูลไปที่ บอร์ด Arduino แต่ละตัว

# นำค่า SETPOINT ใส่ลงในช่อง PAYLOAD

MQTT

Topic to publish

Test1

QoS

0 - Almost Once

Retain ☐

Payload Type

Strings / JSON / XML / Characters

e.g. {"hello":"world"}

Payload

```
Setpoint1_ 55942 :Setpoint2_ 55942 :Setpoint3_ 55942 :Setpoint4_ 55942
```

Publish

1

Setpoint1\_54575: Setpoint2\_72359  
Setpoint3\_26851: Setpoint4\_54575

2 กด Publish เพื่อส่งข้อมูล

# ส่วนของ CONTROLLER

Arduino

ฟังก์ชันชื่อ callback มีหน้าที่ในการรับข้อมูลจาก MQTT

```
void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length)
{
    mData = "";

    for (int i = 0; i < length; i++)
    {
        mData += (char)payload[i];
    }
    if (String(topic) == "Test2")
    {
        Init_PID_Control();
        setpoint = mqttQueryString("Setpoint1_", mData).toInt();
        pulse = setpoint - currentPos;
        mMode = 0;
    }
}
```

บอร์ดแต่ละตัวจะทำการรับค่าเฉพาะ Setpoint ของตัวเองแล้วนำมาประมวลผล



# PID-CONTROL

Arduino

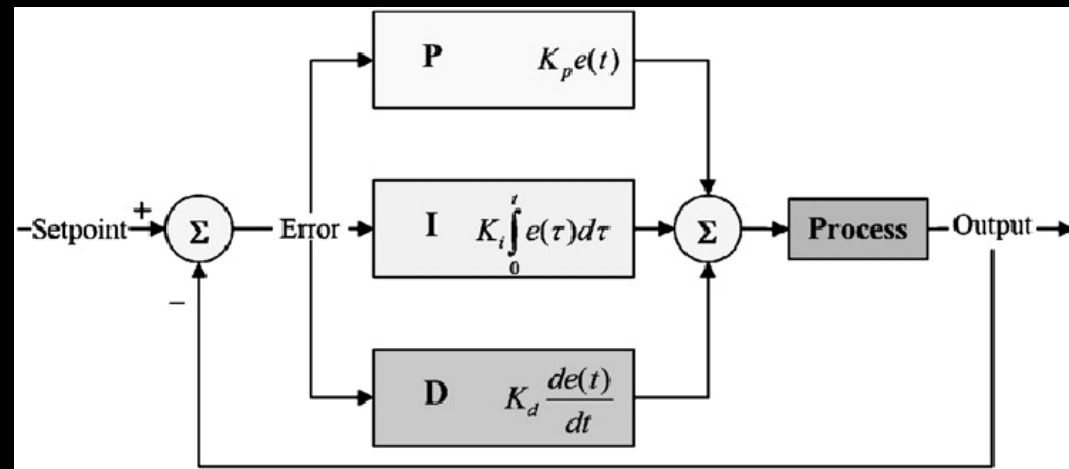
ฟังก์ชันนี้มีหน้าที่กำหนดค่า  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$

```
void Init_PosPID()
{
  Rn = setpoint;

  Kp = 0.1;
  Ki = 0.003;
  Kd = 0.0001;
}

void Init_PID_Gain()
{
  K0 = Kp + (Ki * T) + (Kd / T);
  K1 = (-Kp) - (2 * Kd / T);
  K2 = (Kd / T);
}
```

มีการปรับจูนค่า Parameter ต่างๆ เพื่อใช้ในการควบคุม





# คำนวณค่า PWM

Arduino

ฟังก์ชันนี้มีหน้าที่ในการคำนวณสัญญาณ PWM

```
void PID_Control_Run()
{
    deltaTime = CalculateDeltaTime();
    deltaPos = CalculateDeltaPos();
    Velocity = ((deltaPos / deltaTime) * 1000 * 60) / 4096.0;

    Init_PID_Gain();
    En = Rn - Cn;
    Mn = Mn1 + (K0 * En) + (K1 * En1) + (K2 * En2) ;

    if ( abs(En) <= 100 && mMode == 1 )
    {
        Mn = 0;
    }

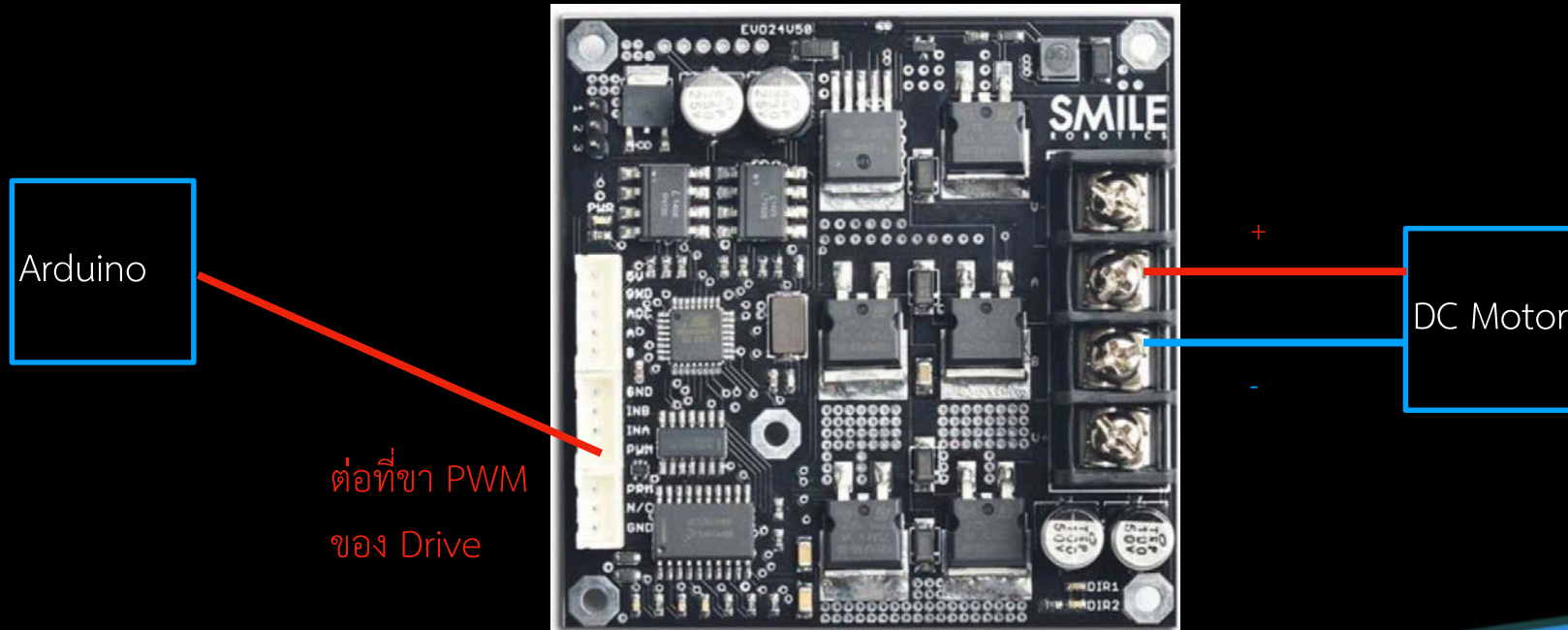
    PWM();

    // Update Parameters-----
    En2 = En1;
    En1 = En;
    Mn2 = Mn1;
    Mn1 = Mn;
    counter ++;
}
```

จะได้สัญญาณ PWM เพื่อนำไป  
ควบคุม motor drive

# การทำงานของ DC MOTOR DRIVE

DC Motor Drive





# ชุดเครื่องมือทางเกษตร

- เคลื่อนไหวได้ 4 แกน
- เป็นอิสระต่อกัน
- ใช้ DC Motor ควบคุม
- สื่อสารไร้สาย
- มีผลตอบสนองเร็ว



# สิ่งที่ได้รับจากการทำโครงการ

- ได้นำความรู้และความเข้าใจที่ได้จากการศึกษาในห้องเรียนมาประยุกต์ใช้
- ได้ประสบการณ์การทำงานเป็นทีม
- มีส่วนร่วมในการพัฒนาเกษตรกรรมของประเทศไทย

