บทที่1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

จากการศึกษาข้อมูลในปัจจุบันผักและผลไม้ที่เป็นปัจจัยหลักของสารอาหารของเรามีสารพิษตกค้างจำนวนมากโดยการสำรวจของมูลนิธิต่างๆทำการสุ่มตรวจผักและผลไม้พบสารกำจัดวัชพืชหรือยาฆ่าแมลงตกค้างในผักและผลไม้ในระดับสูงถึง 55% จากจำนวนตัวอย่างที่ส่งตรวจทั้งหมด7ตัวอย่างเนื่องจากกระบวนการเพาะปลูก จึงมีการรณรงค์ของมูลนิธิต่างๆให้ปลูกผักและผลไม้ปลอดสารพิษบริโภคในครัวเรือนซึ่งคนที่อาศัยในเมืองที่มีพื้นที่จำกัดสามารถควบคุมคุณภาพเกี่ยวกับการเพาะปลูกได้

จึงมีแนวคิดที่จะสร้างอุปกรณ์ที่สามารถปลูกเห็ดนางฟ้าหรือพืชพันธ์ต่างๆที่มีลักษณะคล้ายกันที่มีราคาถูกปลอดสารพิษได้ในบริเวณ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อสร้างตู้ปลูกเห็ดกึ่งอัตโนมัติ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 สามารถควบคุม อุณหภูมิ,ความชื้นสัมพัทธ์,แสงสว่าง

1.3.2 ตู้เพาะเห็ดสามารถควบคุมกระบวนการปลูกเป็นระบบกึ่งอัตโนมัติ

1.3.3 สามารถใส่แท่งเพาะเห็ดจำนวน 28 ก้อน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถเป็นตู้เพาะเห็ดที่ใช้ได้จริงและสามารถพัฒนาต่อได้

1.5 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

1.5.1 ศึกษาค้นคว้าเก็บข้อมูลทฤษฎี
1.5.2 ศึกษากระบวนการและวิธีการเพาะปลูกของเห็ด
1.5.3 กำหนดขอบเขตของโครงงาน
1.5.4 ออกแบบโครงสร้างและองค์ประกอบต่าง ๆ
1.5.5 เลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้
1.5.6 สรุปประมาณราคา
1.5.7 ดำเนินการสร้าง
1.5.8 ทดลองการทำงานเบื้องต้นและบันทึกข้อบกพร่อง
1.5.9 ดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องและทดลองซ้ำ
1.5.10 สรุปผลการจัดทำ การดำเนินงาน และจัดทำรูปเล่ม

1.6 แผนการดำเนินของโครงงาน

ลำดับที่	รายละเอียด	IEG491					IEG492				
		ส.ค.	ก.ย	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ค.	พ.ค.
1.	เก็บรวบรวมข้อมูล	■	■								
2.	ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง			■	■						
3.	ออกแบบโครงสร้าง				■	■					
4.	การจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์						■	■	■		
5.	ผลการทดลองและแก้ไข							■	■	■	
6.	สรุปผลการทดลอง										■

1.7 งบประมาณของโครงงาน

โครงสร้างโต๊ะเพาะเห็ด	2,000	บาท
ค่าอุปกรณ์และวัสดุ	4,000	บาท
รวม	6,000	บาท

บทที่ 2

ข้อมูลทฤษฎีและที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลการเพาะปลูกเห็ดแต่ละชนิด

2.1.1 ข้อมูลของเห็ดนางฟ้า

นางฟ้าและเก็บข้อมูลของเห็ดเพื่อปรับการปลูกเห็ดที่อยู่ในสกุลเดียวกับเห็ดนางรมและเห็ดเป๋าฮื้อมีลักษณะคล้ายเห็ดนางรมแต่ดอกมีสีขาวนวลถึงน้ำาตาลอ่อนหมวกดอกหนาและเนื้อแน่นกว่าเห็ดนางรม ชื่อ“เห็ดนางฟ้า” ในธรรมชาติเห็ดนางฟ้าชอบเจริญอยู่ตามตอไม้ผุๆในบริเวณที่มีอากาศชื้นและเย็นแต่เมื่อนำมาเพาะเห็ดนางฟ้าสามารถ เจริญเติบโตได้ดีสามารถเพาะได้ง่ายและให้ผลผลิตเร็วประกอบกับเห็ดนางฟ้าเป็นเห็ดที่มีขนาดของดอกปาน กลาง เนื้อแน่น

รสชาติอร่อยมีคุณค่าทางอาหารสูงมีไขมันต่ำปลอดภัยจากสารพิษสามารถเก็บไว้ในตู้เย็นได้หลายวันและสามารถปรุงอาหารได้หลายอย่างเช่นเดียวกับเห็ดชนิดอื่นๆจึงนิยมบริโภคกันมาก เห็ดนางฟ้า เจริญเติบโตได้ดีในช่วงหน้าร้อนประมาณเดือนมีนาคม จะออกดอกในพื้นที่มีอากาศชุ่มชื้นและเย็น การดูแลและเก็บเห็ดนางฟ้าจะใช้เวลาประมาณ 2-4 เดือนหรือจนหมดอายุอาหารในก้อนจึงนำรุ่นใหม่เข้ามาเพาะแทนรวมทั้งก้อนเชื้อบางก้อนที่เน่าเสียไปอย่างรวดเร็วกว่าก้อนอื่น”ให้แยกออกไปแล้วนำรุ่นใหม่เข้ามาแทนเช่นกันก้อนเชื้อที่หมดสภาพหรือหมดอายุแล้วจะมีน้ำหนักเบาบางก้อนจะเละมีสีดำคล้ำถึงระยะนี้อาจนำออกมาทั้งหมดจากนั้นจึงล้างตู้เพาะเห็ดให้สะอาดก่อนนำก้อนเชื้อรุ่นใหม่เข้าไปเพาะต่อไป

ปัจจัยที่ทำให้เกิดดอกเห็ดนอกเหนือไปจากชนิดของวัสดุเพาะความเป็นกรด-ด่างของวัสดุเพาะและคุณภาพของหัวเชื้อเห็ดแล้วสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมก็เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ผู้เพาะควรให้ความสำคัญเช่นกัน ได้แก่ เรื่องของอุณหภูมิ ความชื้น อุณหภูมิเป็นสิ่งที่ส่งผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของเห็ดแต่ละชนิด

2.2 ข้อมูลที่มีต่อการเจริญเติบโตของเห็ด

2.2.1 อุณหภูมิ

มีผลมากต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเห็ดโดยที่อุณหภูมิที่เห็ดแต่ละชนิดใช้สำหรับการเจริญเติบโตของเส้นใยจะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเกิดดอกเห็ดเล็กน้อย

2.2.2 ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์ มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของเห็ดเป็นอย่างมากโดยเฉพาะในระยะเปิดก้อนเห็ด เห็ดต้องการความชื้นค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเปิดก้อนเชื้อภายในโรงเรือนที่เก็บความชื้นได้และรักษาระดับความชื้นในความชื้น (Humidity) คือ ปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ ความชื้นของอากาศมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความดันและอุณหภูมิ

2.2.3 อากาศ ภายในโรงเรือนควรมีอากาศถ่ายเทได้ดี

กรณีที่โรงเรือนเปิดดอกมีการระบายถ่ายเทอากาศไม่ดีจะมีปัญหาคือเห็ดขาดออกซิเจนหากโรงเรือนมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงก็จะทำให้ดอกเห็ดมีลักษณะผิดปกติได้ ทำให้เส้นใยเห็ดไม่สามารถสร้างตุ่มดอกได้ สภาพดอกเห็ดจะผิดปกติทำให้ผลผลิตต่ำ

2.2.4 แสงสว่าง

แม้ว่าเส้นใยเห็ดจะไม่ต้องการแสงในช่วงการบ่มเส้นใยแต่ช่วงเปิดดอกเห็ดต้องการแสงในระดับหนึ่งที่พอเหมาะจึงจะมีพัฒนาการของดอกเห็ดที่สมบูรณ์

ตารางที่ 2.1 อุณหภูมิและระยะเวลาในการบ่มเส้นใยของก้อนเชื้อเห็ดชนิดต่างๆ

ชนิดเห็ด	ระยะบ่ม	
	องศาเซลเซียส	เดือน
เห็ดนางรม	24–32	1-1.5
เห็ดนางฟ้า	22–32	1-1.5
เห็ดภูฐาน	24–30	1-1.5
เห็ดเป๋าฮื้อ	24–28	1.5-2
เห็ดหูหนู	25–32	1.5-2
เห็ดขอนขาว	28–32	28-30 วัน
เห็ดหอม	24–25	4-5
หลินเจือ	28–32	1.5-2
เห็ดหัวลิง	21–25	1.5-2
เห็ดโคนญี่ปุ่น	24-28	1.5-2

ตารางที่ 2.2 วิธีการเปิดดอกอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์และแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต

ชนิดเห็ด	การเปิดก้อน		ออกดอก	เงื่อนไขการเกิดดอก		พักก้อน
			องศาเซลเซียส	ความชื้น	แสง	วัน
เห็ดนางรม	ดึงจุกและสำลีออก	ถอดคอขวด	20-28	70-80	น้อย	3-5
เห็ดนางฟ้า		ถอดคอขวด	28-35	70-80	น้อย	3-5
เห็ดภูฐาน		ถอดคอขวด	25-32	70-80	น้อย	3-5
เห็ดเป๋าฮื้อ		ถอดคอขวด	28-32	70-80	น้อย	10-14
เห็ดหูหนู		รัดจุก, กรีดด้านข้าง	25-35	80-90	น้อย	5-8
เห็ดขอนขาว		ปาดปาก	30-35	70-90	กลาง	7-10
เห็ดหอม		ปาดปาก	10-28	60-90%	กลาง	15-20
เห็ดหลินเจือ		ถอดคอขวด	26-28	85-90	น้อย	-
เห็ดหัวลิง		ถอดคอขวด	15-25	60-70	น้อย	10-14
เห็ดโคนญี่ปุ่น		ไม่ถอดคอขวด	24-30	80-85%	น้อย	18-21

การทดสอบทางสถิติวิศวรรม

2.3 การทดสอบสมมติฐานสำหรับประชากรสองชุด

ส่วนนี้จะเป็นกรณีการเปรียบเทียบพารามิเตอร์ของประชากร 2 ชุด โดยทั่วไปกำหนดให้

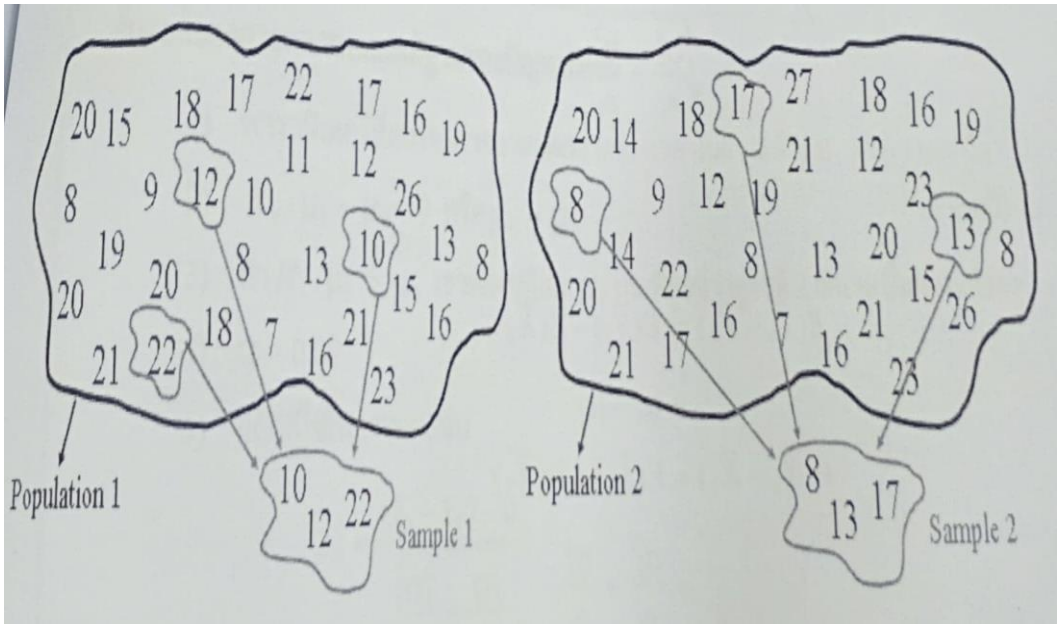
ประชากรชุดที่ 1 มีค่าเฉลี่ย μ_1 และความแปรปรวน σ_1^2

ประชากรชุดที่ 2 มีค่าเฉลี่ย μ_2 และความแปรปรวน σ_2^2

และการอ้างอิงสรุปผลจากตัวอย่างสุ่ม 2 ชุดที่มีขนาด n_1 และ n_2ตามลำดับ นั่นคือ

$x_{11}, x_{12}, x_{13} \ldots, x_{1n1}$ เป็นตัวอย่างจำนวน n_1 จากประชากรชุดที่ 1

$x_{21}, x_{22}, x_{23} \ldots, x_{2n2}$ เป็นตัวอย่างจำนวน n_2 จากประชากรชุดที่ 2



ภาพที่ 2.1 แสดงการสุ่มตัวอย่างจากประชากร 2 ชุด

2.3.1 การทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (กรณีที่ไม่ทราบค่าความแปรปรวน) (Hypothesis Test on Differences in Means, Variance Known)

ในกรณีที่ประชากรทั้ง 2 ชุดมีความเป็นอิสระต่อกัน และประชากรทั้ง 2 ชุดมีการแจกแจงแบบปกติหรือใกล้เคียง (ซึ่งสามารถใช้ทฤษฎีข้อจำกัดในการเข้าสู่ศูนย์กลางมาใช้อธิบายได้) ทฤษฎีข้อจำกัดในการเข้าสู่ศูนย์กลาง (Center Limit Theorem) : ถ้าสุ่มตัวอย่างจากประชากรที่ไม่ทราบการแจกแจงความน่าจะเป็น การแจกแจงของตัวอย่างสุ่มที่เกิดขึ้น เช่น ค่าเฉลี่ยตัวอย่าง จะมีการแจกแจงโดยเป็นแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย μ และความแปรปรวน $\frac{\sigma^2}{n}$ ถ้าขนาดของตัวอย่าง (n) มีค่ามากๆ $(n \geq 30)$

การทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยกำหนดบริเวณวิกฤต (Rejection Region) หรือ เงื่อนไขในการปฏิเสธ H_0ตามเครื่องหมายในสมมติฐานแย้ง(H_1) ได้ดังภาพที่...

$H_0 : \ \mu_1 - \mu_2 = \Delta_0$

Test Statistic : $z_0 = \dfrac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - \Delta_0}{\sqrt{\dfrac{\sigma_1^2}{n_1} + \dfrac{\sigma_2^2}{n_2}}}$

H_1	เงื่อนไขในการปฏิเสธ H_0
$\mu_1 - \mu_2 \neq \Delta_0$	$z_0 > z_{\alpha/2}$ หรือ $z_0 < -z_{\alpha/2}$
$\mu_1 - \mu_2 > \Delta_0$	$z_0 > z_\alpha$
$\mu_1 - \mu_2 < \Delta_0$	$z_0 < -z_\alpha$

ภาพที่ 2.2 แสดงภาพสูตรการทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยกำหนดบริเวณวิกฤต

2.3.2 การหาขนาดที่เหมาะสมของตัวอย่าง (Sample Size Determination)

กรณี Two-Tailed Test: ที่ระดับนัยสำคัญ (α) ขนาดตัวอย่าง $(n_1 = n_2 = n)$ด้วยอำนาจของการทดสอบ (Power of Test, 1-β) เพื่อกำหนดความแตกต่างที่แท้จริงของค่าเฉลี่ย $\Delta(\neq \Delta_0)$ ดังแสดงในภาพที่…

$$n \cong \frac{(z_{\alpha/2} + z_{\beta})^2(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)}{(\Delta - \Delta_0)^2}$$

ภาพที่ 2.3 แสดงการกำหนดความแตกต่างที่แท้จริงของค่าเฉลี่ยในกรณี Two-Tailed Test

กรณีทดสอบทางเดียว (One-Tailed Test: Upper or Lower): ที่ระดับนัยสำคัญ (α) ขนาดตัวอย่าง $(n_1 = n_2 = n)$ ด้วยอำนาจของการทดสอบ (Power of Test,1-β) เพื่อกำหนดความแตกต่างที่แท้จริงของค่าเฉลี่ย $\Delta(\neq \Delta_0)$ ดังแสดงในภาพที่…

$$n \cong \frac{(z_{\alpha} + z_{\beta})^2(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)}{(\Delta - \Delta_0)^2}$$

ภาพที่ 2.4 แสดงการกำหนดความแตกต่างที่แท้จริงของค่าเฉลี่ยในกรณี One-Tailed Test

กรณีถัดไปจะพิจารณาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยที่ไม่ทราบค่าความแปรปรวน อย่างไรก็ตาม ถ้าขนาดตัวอย่าง n_1และ n_2 มากกว่า 30 สามารถทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยระหว่างประชากร 2 ชุดได้และใช้การทดสอบแบบ Z เช่นเดิม แต่ถ้าการทดสอบมีข้อจำกัดโดยมีการใช้ขนาดตัวอย่างที่เล็กจะทำการสมมติว่าประชากรมีการแจกแจงความ

น่าจะเป็นแบบปกติ แต่การทดสอบสมมติฐานและช่วงความเชื่อมั่นจะถูกประมาณโดยการแจกแจงความที (t -Distribution)

2.3.3 การทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (กรณีที่ไม่ทราบค่าความแปรปรวน) (Hypothesis Test on Differences in Means of Two Normal Population, Variances Unknown)

จากข้อกำหนดข้างต้น การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบที (t -Distribution) จึงถูกนำมาใช้ในการทดสอบสมมติฐาน อย่างไรก็ตาม สามารถแบ่งย่อยได้ 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$ (ไม่ทราบความแปรปรวนแต่ทราบว่าเท่ากัน)
ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบ (Test Statistic) ที่ใช้คือ T_0 โดยที่

$$t_0 = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_p\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}: \qquad \text{โดยที่ v} = n_1 + n_2 - 2$$

และ
$$E(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) = E(\bar{X}_1) - E(\bar{X}_2)$$
$$= \mu_1 - \mu_2$$
$$V(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 \qquad \text{แต่ } \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$$
$$= \sigma^2\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)$$

และ
$$S_p^2 = \left(\frac{((n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2)}{n_1 + n_2 - 2}\right)$$

ดังนั้น การทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ดังนี้

$H_0: \ \mu_1 - \mu_2 = \Delta_0$

Test Statistic : $t_0 = \dfrac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - \Delta_0}{S_p\sqrt{\dfrac{1}{n_1} + \dfrac{1}{n_2}}}$

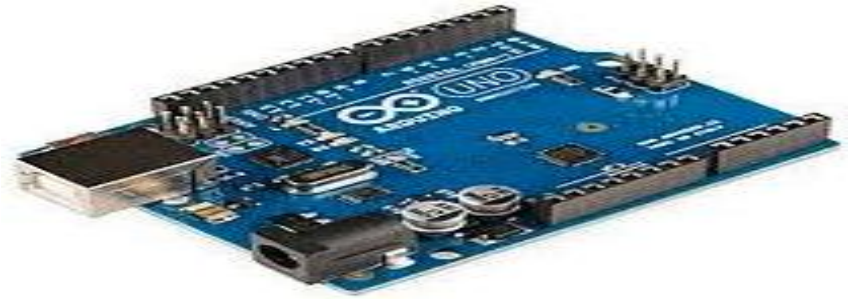
H_1	เงื่อนไขในการปฏิเสธ H_0
$\mu_1 - \mu_2 \neq \Delta_0$	$t_0 > t_{\alpha/2, n_1+n_2} - 2$ หรือ $t_0 < -t_{\alpha/2, n_1+n_2} - 2$
$\mu_1 - \mu_2 > \Delta_0$	$t_0 > t_{\alpha, n_1+n_2-2}$
$\mu_1 - \mu_2 < \Delta_0$	$t_0 < -t_{\alpha, n_1+n_2-2}$

ภาพที่ 2.5 แสดงภาพการทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

2.4 วัสดุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 บอร์ด Arduino UNO R3

เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัว บอร์ดArduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด Arduino และระบบการทำงาน



ภาพที่ 2.6 แสดงลักษณะArduino UNO R3

2.4.2 ปั๊มน้ำแรงดันไฟฟ้า

ปั๊มน้ำDC12 V ความดันสูงสุด: 0.9Mpa อุณหภูมิความร้อน: 80 ถึง 100 ° กำลังไฟ 80 วัตต์ อัตราการไหลสูงสุด: 5.5 ลิตร / นาที ประเภทการควบคุม: สวิตช์ความดันอัจฉริยะ มอเตอร์: การแปลงความถี่แม่เหล็กถาวรความเร็วสูงแบบ dc motor ท่อตรงทั้งสองด้าน: สำหรับท่อขนาด 10 มม. ภายใน

ภาพที่ 2.7 แสดงลักษณะปั๊มน้ำขนาด 12V

2.4.3 พัดลมลดความชื้น

ขนาด 2.5 นิ้ว 12V DC 0.15A ช่วยในการถ่ายเทอากาศภายในตู้เพาะเห็ดนางฟ้า

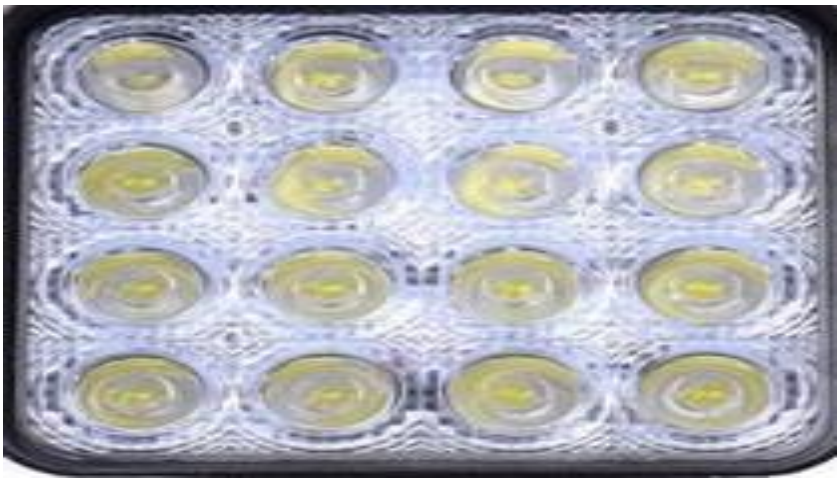
ภาพที่ 2.8 แสดงลักษณะระบบพัดลมระบายอากาศ

2.4.4หัวพ่นน้ำขนาด 0.03 mm แบบทองเหลืองทนต่อแรงดันและไม่ก่อให้เกิดสนิ่ม

ภาพแสดงที่ 2.9 แสดงลักษณะหัวพ่นละอองน้ำ

2.4.5 หลอดไฟ LED เดย์ไลท์

เป็นที่นิยมมากในการนำไปใช้กับการปลูกแบบ ระบบปิด(การปลูกเป็นชั้นๆในแนวตั้ง) เนื่องจากข้อดีในเรื่องของการกระจายแสงได้ดีทั่วๆทั้งตู้เพาะเห็ด ทำให้เห็ดที่ปลูกเจริญเติบโตได้เท่าๆกันโดยไม่ต้องใช้แสงพระอาทิตย์ในการเพาะปลูก

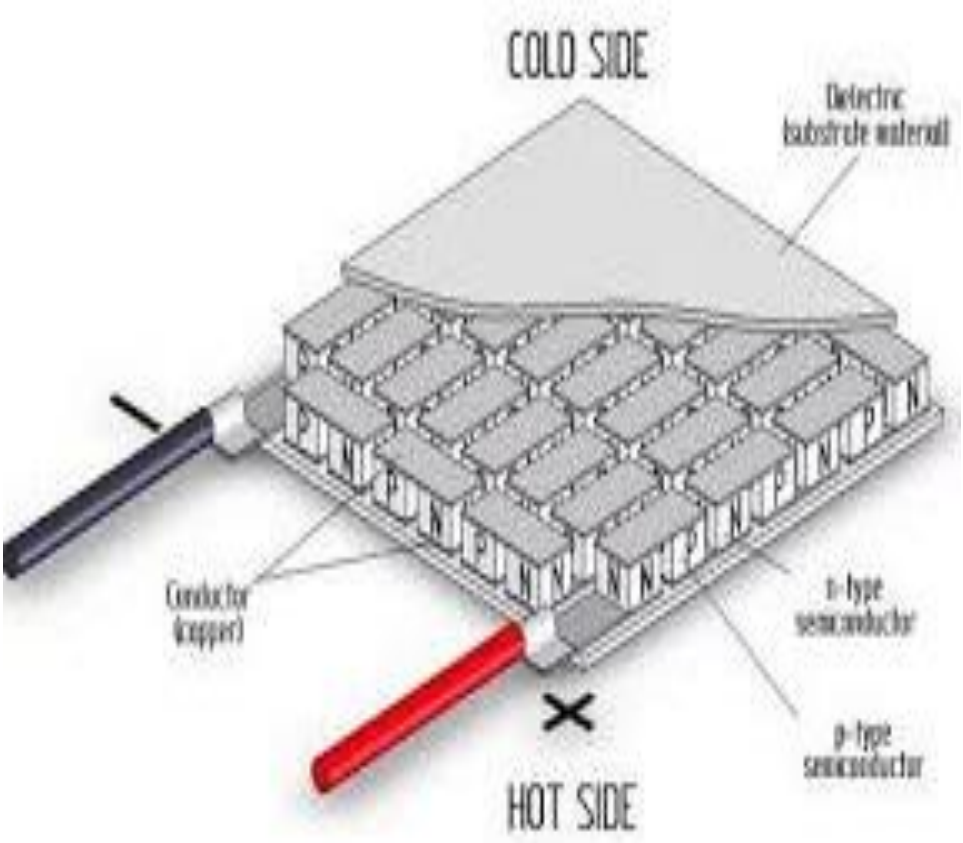


ภาพที่ 2.10 แสดงลักษณะหลอดไฟLED เดย์ไลท์

2.4.6 หลักการทำงานของแผ่นเพลเทียร์

หลักการทำงานของแผ่นทำความเย็นเพลเทียร์นั้น เป็นหลักการที่มีชื่อว่า เทอร์โมอิเล็กทริก (Thermoelectric) หลักการทำความเย็นแบบนี้เกิดขึ้นได้ โดยการใช้สารกึ่งตัวนำแบบ พี-เอ็น (P-N Type) ซึ่งสารกึ่งตัวนำแบบพี-เอ็น คือส่วนประกอบหลักของแผ่นทำความเย็นเพลเทียร์ โดยการทำความเย็นจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ มีการจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง(Direct Current : DC) หรือไฟดีซี ให้กับแผ่นทำความเย็นเพลเทียร์ เพราะเมื่อกระแสไฟฟ้าเดินทางผ่านวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นสารกึ่งตัวนำแล้วก็จะเกิดการทำปฏิกิริยาสารกึ่งตัวนำ แบบพี-เอ็น ซึ่งต่างชนิดกัน เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ก็จะมีการดูดกลืนกันของอิเล็กตรอนที่เคลื่อนจากระดับพลังงานต่ำทางด้านสารกึ่งตัวนำแบบพี ไปสู่ระดับพลังงานที่สูงกว่าทางด้านสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น กระบวนการดังกล่าวส่งผลให้ที่ผิวด้านหนึ่งของแผ่นเพลเทียร์มีการดูดพลังงานความร้อน ซึ่งก็ได้จากความร้อนที่อยู่โดยรอบนั่นเอง เมื่อความร้อนในบริเวณรอบๆถูกดูดเข้ามา ก็จะทำให้ในบริเวณนั้นมีอุณหภูมิที่ต่ำลง ซึ่งด้านนี้ก็คือด้านทำความเย็นนั่นเอง และในขณะเดียวกัน ก็จะเกิดการดูดกลืนของอิเล็กตรอนจากระดับพลังงานที่สูงในสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น สู่ระดับพลังงานที่ต่ำกว่า ในสารกึ่งตัวนำแบบพี ส่งผลให้เกิดการคายความร้อนออกมาที่บริเวณผิวหน้าของอีกด้านหนึ่ง

จากหลักการทำงานที่ได้อธิบายไปข้างต้นนั้น ทำให้สามารถนำแผ่นเพลเทียร์มาประยุกต์ใช้งานได้กับหลายๆสิ่ง ที่โดดเด่นสุดคงหนีไม่พ้น การนำคุณสมบัติในด้านการทำความเย็นมาประยุกต์ใช้งานเพื่อเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับการทำความเย็นหรือลดอุณหภูมิ แบบไม่ต้องพึ่งพาระบบทำความเย็นที่ใช้คอมเพรสเซอร์



ภาพที่ 2.11 แสดงลักษณะพลเทียร์แผ่นทำความร้อนและทำความเย็น

2.4.7 DHT11 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ+ความชื้น Module สำหรับ Arduino Module with PCB II

เป็น Sensor Arduino สำหรับ วัดอุณหภูมิและวัดความชื่น ชนิดเดียวกันกับ DHT11 แต่การใช้งานในรุ่นดังกล่าว จำเป็นต้องต่อ R4.7K ด้วยทำให้เกิดความยุงยาก จึงได้มีการออกแบบเป็น Module PCB ทำให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้นเพียงเสียบสาย ก็สามารถต่อ เซนเซอร์ Module DHT11 และ Arduino ได้ทันที

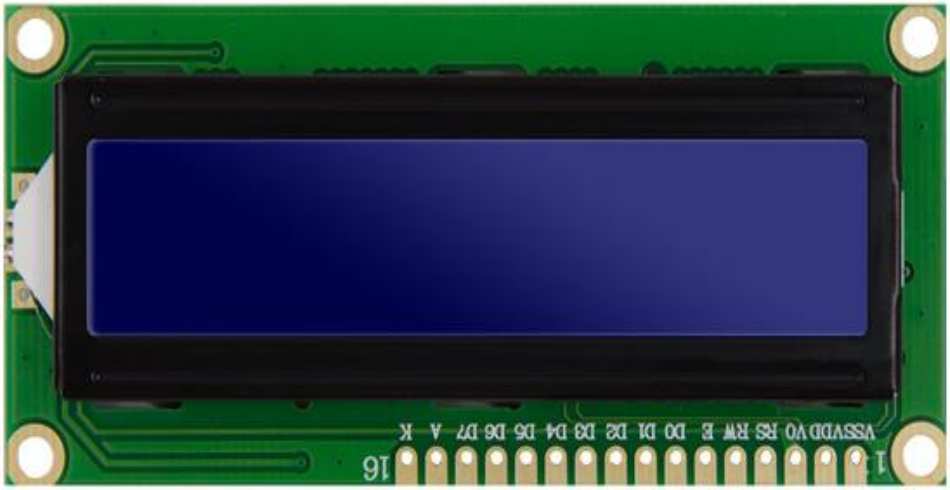
รายละเอียดของ Sensor DHT11 ดังนี้

- 3 to 5V power and I/O
- 2.5mA max current use during conversion (while requesting data)
- เหมาะสำหรับวัดความชื่นระดับ 20-80% โดยมีความผิดพลาดในการวัดไม่เกิน 5%
- เหมาะสำหรับวัดอุณหภูมิ 0-50°C โดยมีความผิดพลาดในการวัดไม่เกิน ±2°C
- ความถี่ในการวัด 1 Hz (อ่านค่าได้วินาทีละครั้ง)
- ขนาด 15.5mm x 12mm x 5.5mm
- 4 pins ใช้พื้นที่ในการวางขา 0.1"

ภาพที่ 2.12 แสดงลักษณะเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ+ความชื้น

2.4.8 จอArduinoแสดงผมการทำงานของระบบ

โดยจะนำค่าที่ตั้งไว้มาแสดงและค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ขณะปัจจุบันภายในตู้มาแสดงที่หน้าจอทำงานที่หน้าจอ



ภาพที่ 2.13 แสดงลักษณะจอArduinoแสดงผล

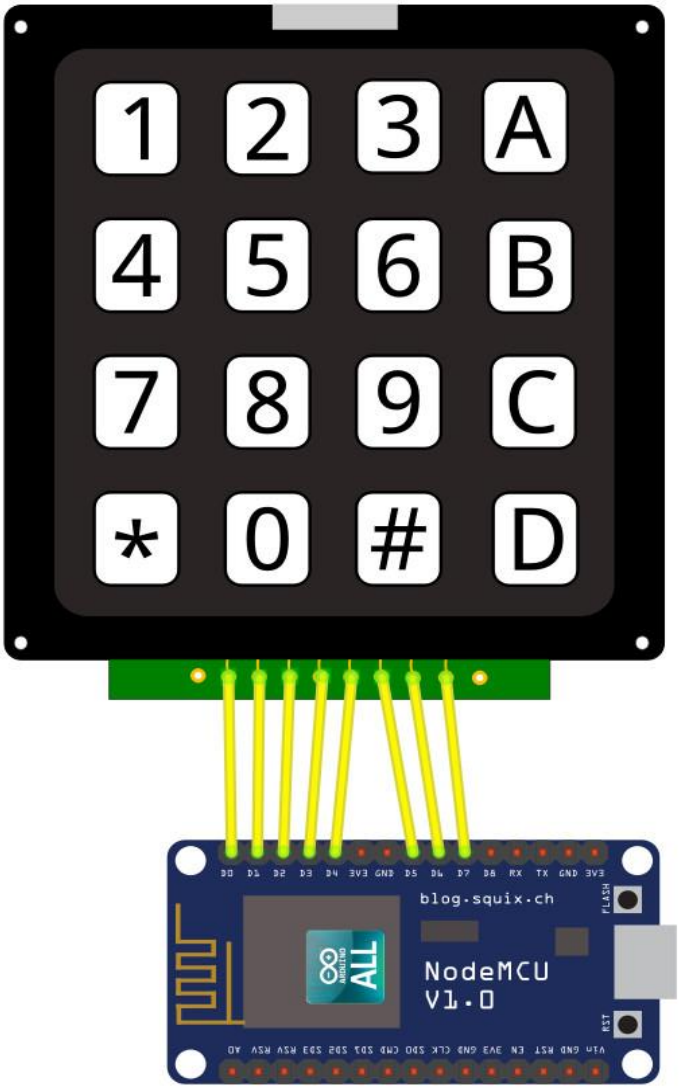
2.4.9 Dimmer ดรีมเมอร์ตัว หรี่ไฟ

TJR สวิตช์ หรี่ไฟ DC 12V-24 8A ตัว ปรับระดับ ความสว่างของแสง สำหรับ หลอดไฟ 12V หลอดไฟ 24V ไฟเส้น LED 12-24V Dimmer Switch สำหรับ หลอดไส้ หลอด LED หลอดจำปา หลอด MR.16 หลอด UFO ไฟเส้น

ภาพแสดงที่ 2.14 แสดงลักษณะ ดรีมเมอร์ตัวหรี่ไฟ

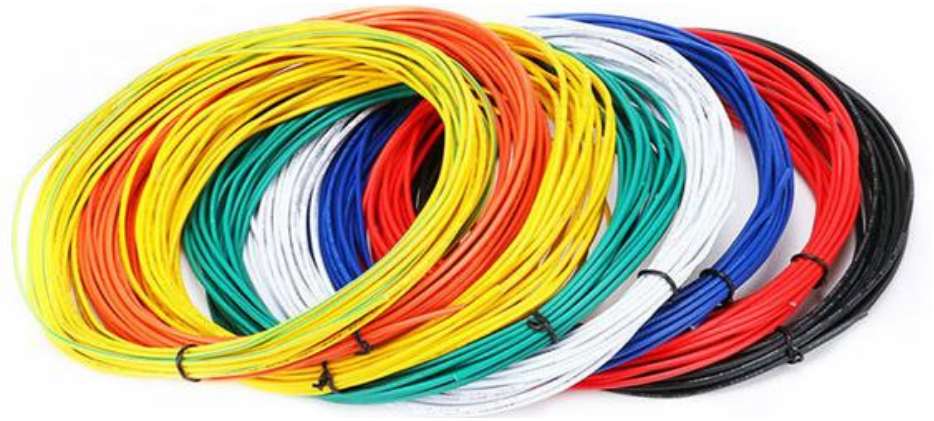
2.4.10 สวิตช์รับค่าจากผู้ใช้แบบ Matrix

ใช้หลักการสแกน row, column จะได้พิกัดของปุ่ม สามารถระบุได้ว่าคือปุ่มอะไร ในรูป Matrix keypad 4x4 การต่อวงจร



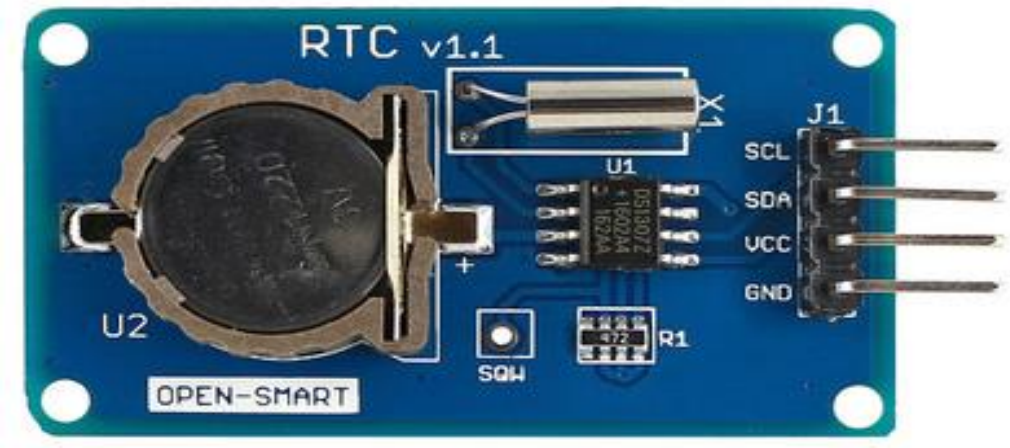
ภาพที่ 2.15 แสดงลักษณะkeypad Matrix 4x4

2.4.11 สายไฟ22AWGสายไฟอ่อน ใส้เต็มยาว 10เมตร



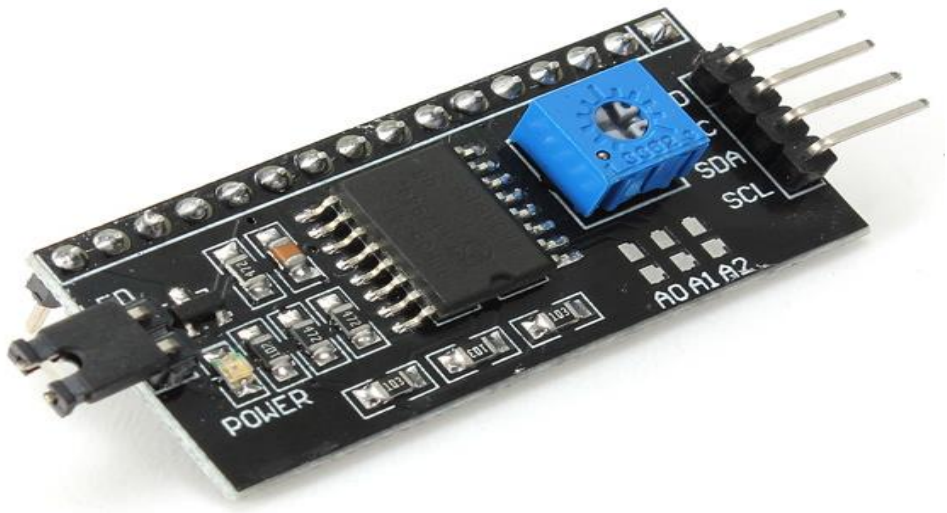
ภาพที่ 2.16 แสดงลักษณะWGสายไฟอ่อน

2.4.12 โมดูลนาฬิกา DS1307 Real Time Clock Module



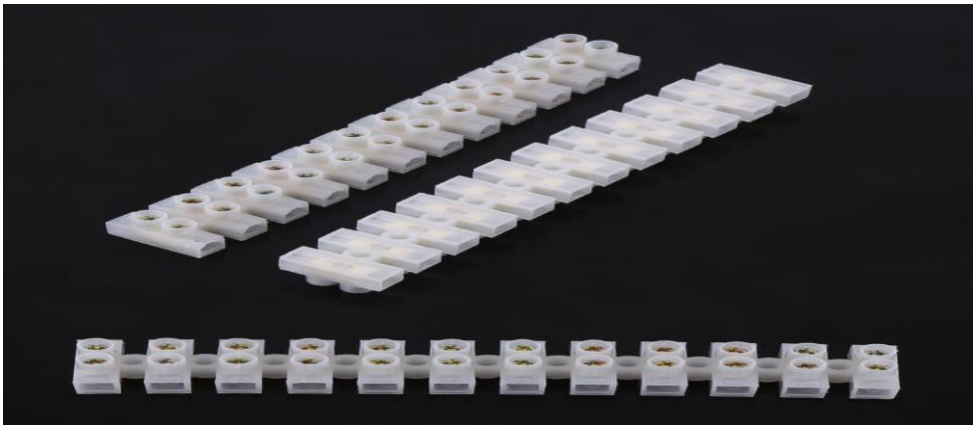
ภาพที่ 2.17 แสดงลักษณะ โมดูลนาฬิกา

2.4.13 ตัวสั่งงานจอLCD 1602 2004 LCD Adapter Plate IIC I2C Interface for Arduino



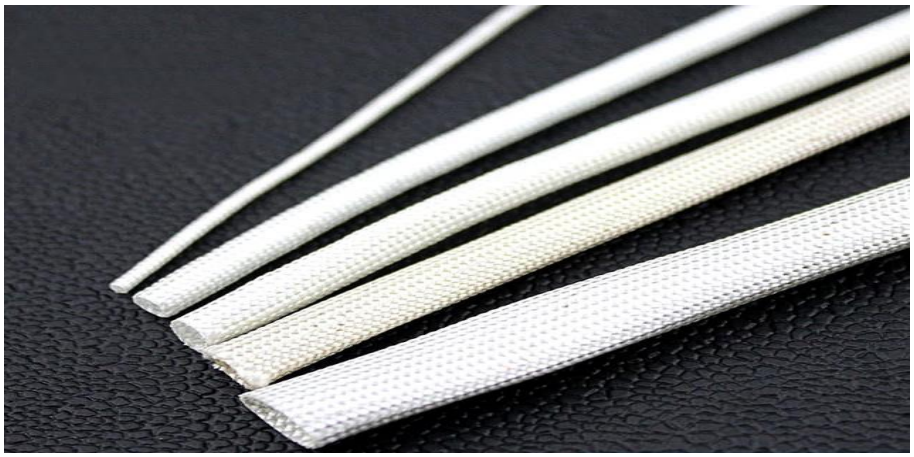
ภาพที่ 2.18 แสดงลักษณะ**ตัวสั่งงานจอLCD**

2.4.14ขั้วต่อสายไฟพลาสติก 12ช่อง 10A



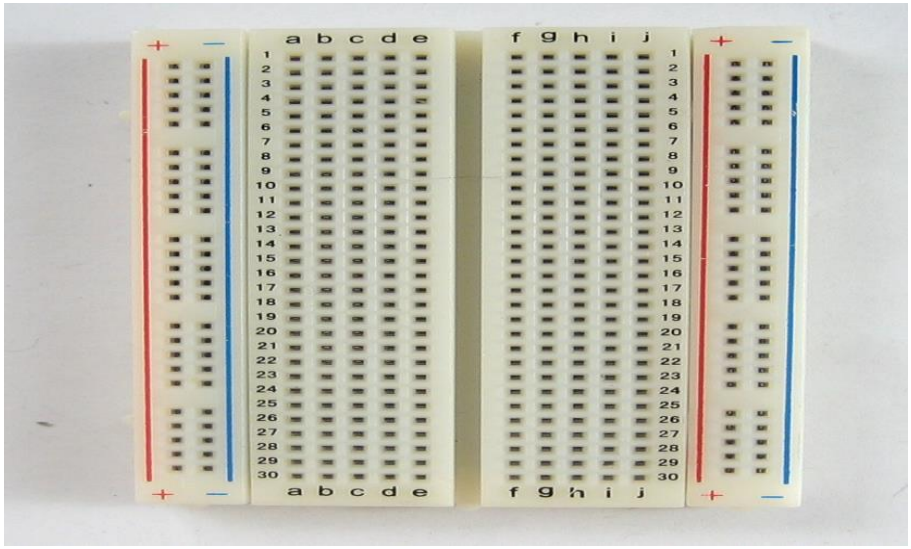
ภาพที่ 2.19 แสดงลักษณะขั้วต่อสายไฟ

2.4.15 ท่อหด ใช้ในการป้องกันรอยต่อสายไฟขนาด 1 - 10 มิลลิเมตร



ภาพที่ 2.20 แสดงลักษณะท่อหด

2.4.16 บอร์ดทดลอง Breadboard 400 holes ใช้ในต่อสายรวม



ภาพที่ 2.21 แสดงลักษณะบอร์ดทดลอง

2.4.17 รี่เลย์Relay 5V 2 ช่อง Relay module 10A 250V Active LOW สำหรับ Arduino

ภาพที่2.22 แสดงลักษณะรี่เลย์Relay 5V 2 ช่อง Relay

2.4.18 พาวเวอร์ซัพพลาย (power supply)

ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ตามบ้านจาก 220 โวลต์ให้เหลือเพียงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) 3 ชุดคือ 3.3V 5 Vและ12V เพื่อจ่ายไฟไปเลี้ยงชิ้นส่วนต่างๆในระบบ

ภาพที่ 2.23 แสดงลักษณะพาวเวอร์ซัพพลาย (Power Supply)

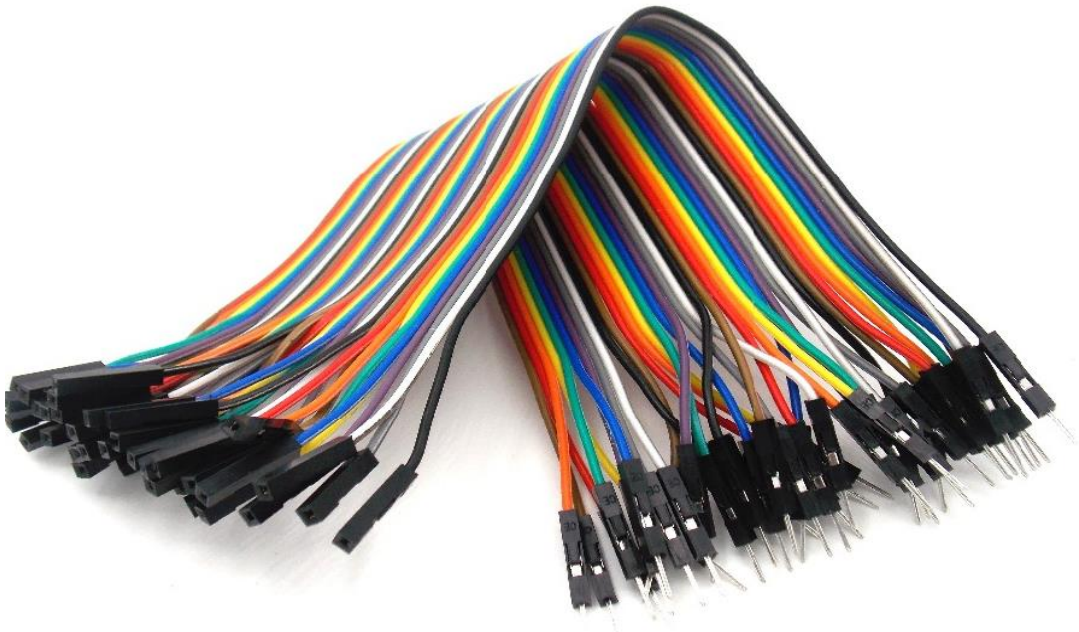
2.4.19 สวิตช์ กดติดปล่อยดับ ขนาด 12x12x9 mm Tact Switch 12X12x9 mm

ภาพที่ 2.24 แสดงลักษณะสวิตช์ กดติดปล่อยดับ

2.4.20 หลอดไฟโดยจะมีสีเคลือบมองเห็นได้ชัดเจน

ภาพที่ 2.25 แสดงลักษณะดอกไฟLEDสีแดง

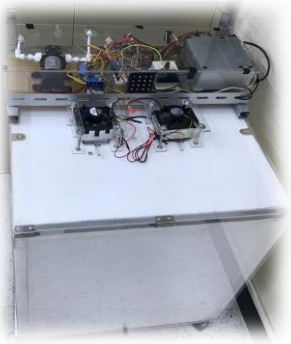
2.4.21 สายเสียบบอร์ดทดลอง สายแพ/สายจัมเปอร์ ผู้-เมีย 40 เส้น ยาว 20 cm



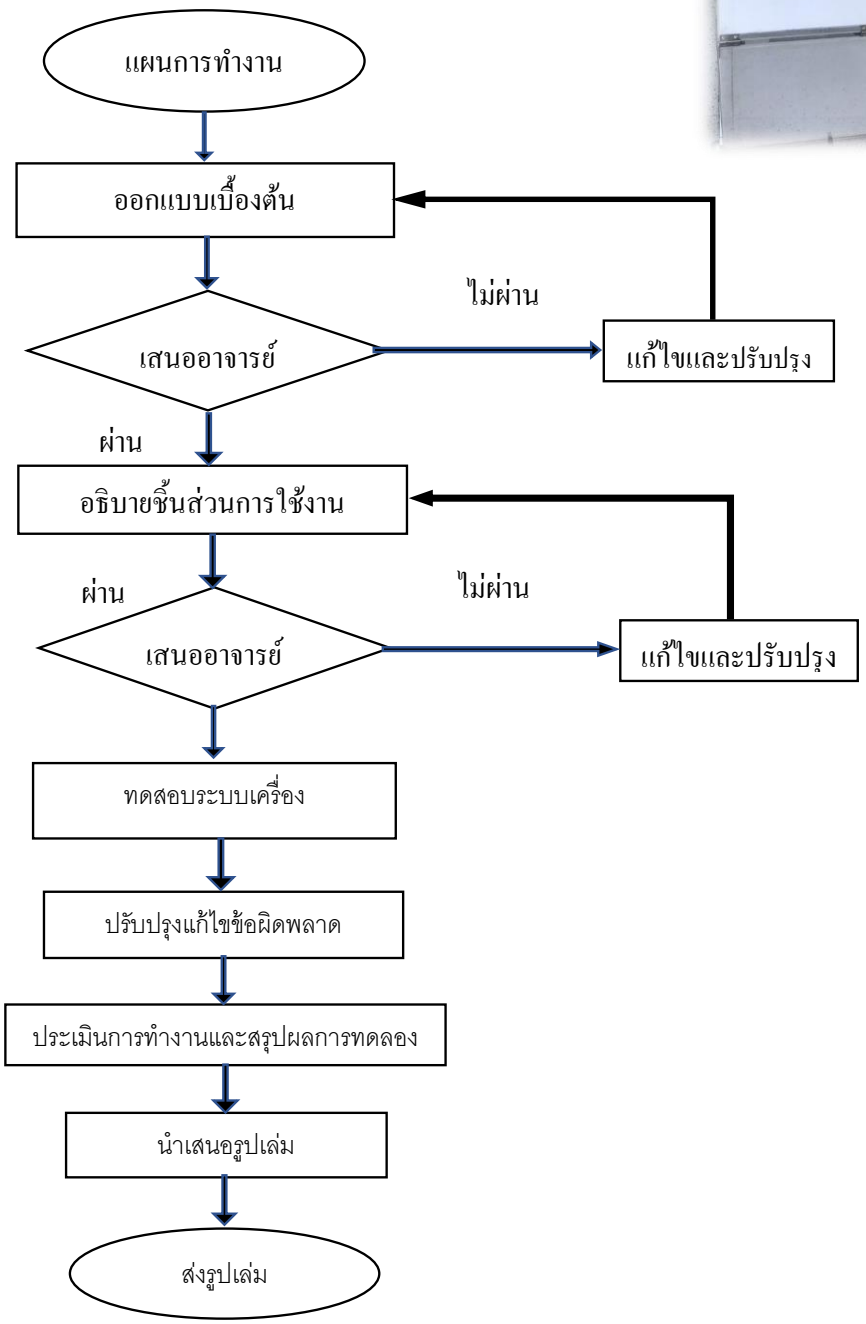
ภาพที่ 2.26 แสดงลักษณะสายแพ/สายจัมเปอร์ ผู้-เมีย

บทที่3

แผนการดำเนินงาน

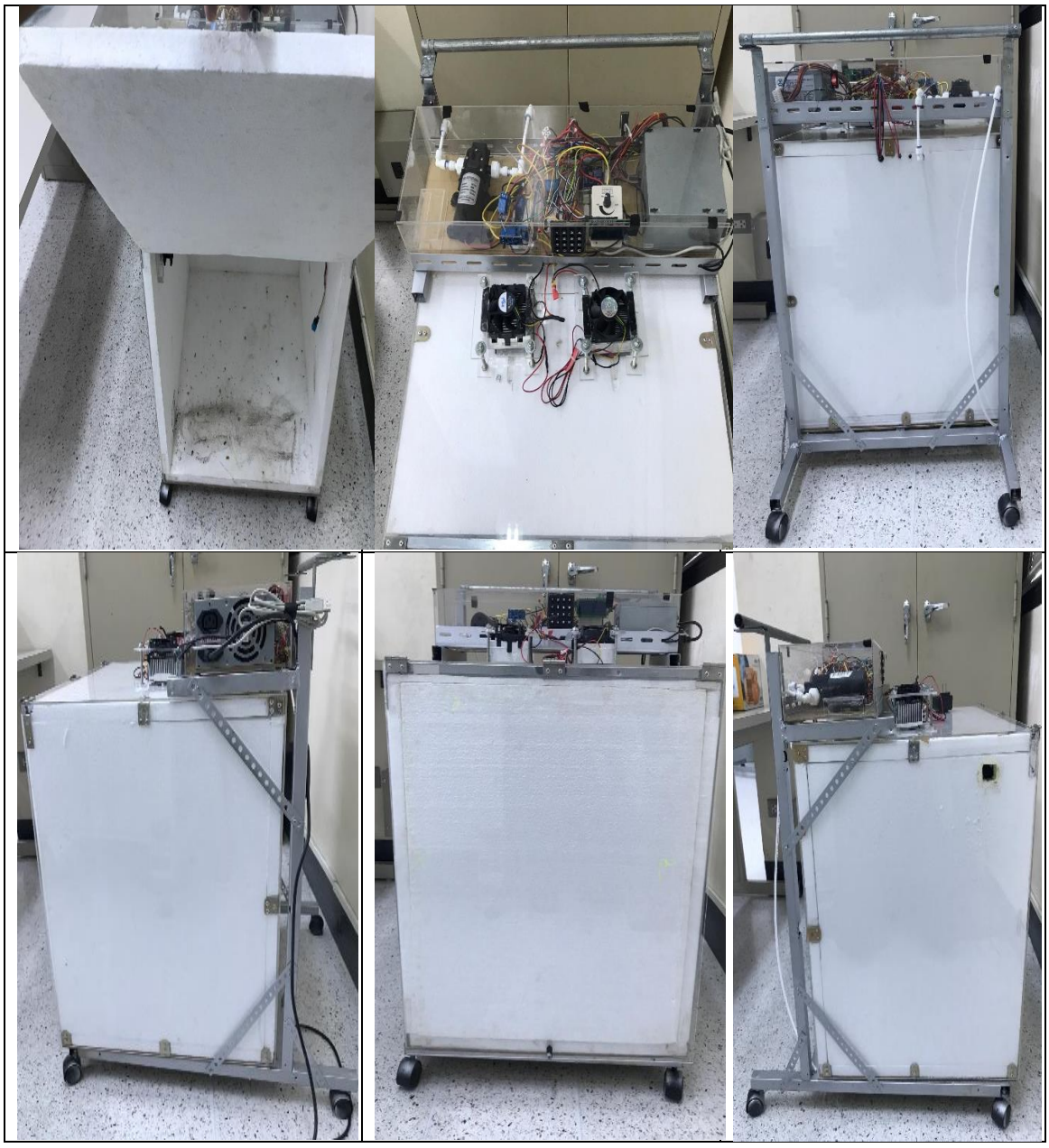


3.1 แผนการดำเนินงาน



ภาพที่ 3.1 แผนการดำเนินงาน

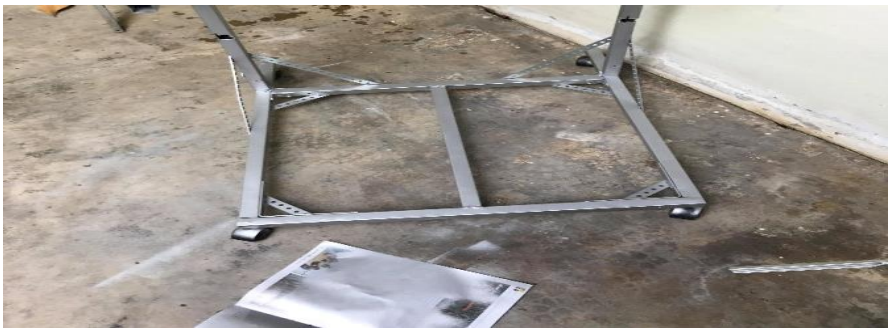
3.2 ขั้นตอนการสร้างตู้เพาะเห็ดกึ่งอัตโนมัติ



ภาพที่ 3.2 ลักษณะตู้ปลูกเห็ดแบบทุกด้าน

3.2.1 การสร้างโครงสร้างตู้

ทำจากเหล็กกล่องขนาด 1 นิ้ว เพื่อรับน้ำหนักทั้งตัวตู้โดยติดล้อเพิ่มเพื่อให้ง่ายต่อการเคลื่อนย้ายตู้ เมื่อมีก้อนเห็ดนางฟ้าตัวตู้จะมีน้ำหนักมาก

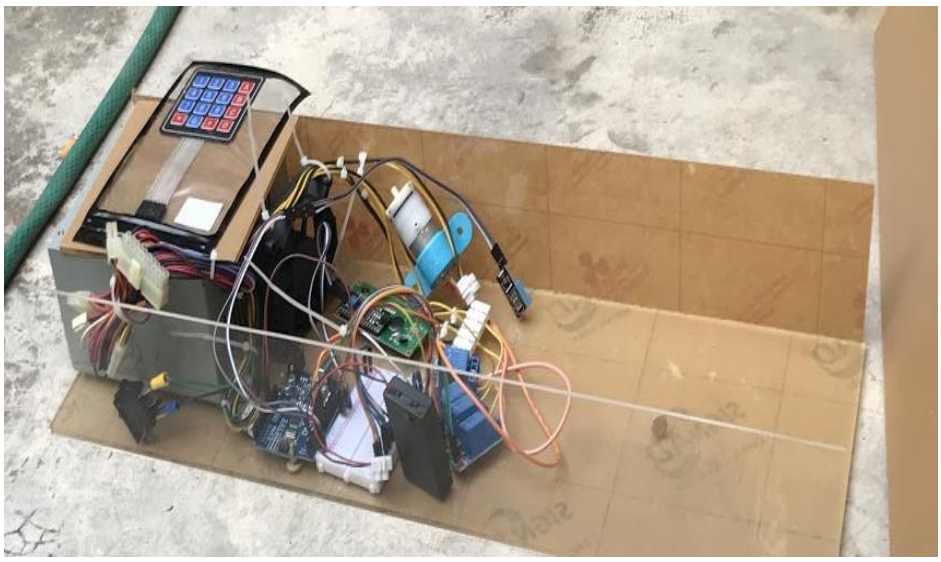


ภาพที่ 3.3 แสดงลักษณะของโครงสร้างเหล็กเพื่อรับน้ำหนักตู้

ภาพที่ 3.4 แสดงลักษณะการประกอบโครงสร้างตัวตู้

3.2.2 โครงเหล็กบนฝาตู้เพื่อรองรับอุปกรณ์ควบคุมการทำงานชองระบบ เพาะเห็ดเพื่อรองรับอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของตู้เพาะเห็ด

ภาพที่ 3.5 แสดงลักษณะที่โครงที่ติดตั้งอุปกรณ์ใส่กล่องควบคุม



ภาพที่ 3.6 แสดงลักษณะการติดตั้งกล่องอุปกรณ์ควบคุม

3.2.3ตัวตู้ทำโดยใช้แผ่นอะคริลิค

เพื่อประกอบเป็นผนังตู้ประกอบขึ้นเป็นรูปกล่อง โดยจะใช้ฉากยึดแผ่นอะคริลิคเข้าด้วยกัน โดยใช้รีเวทยิงเพื่อยึดแผ่นอะคริลิคเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของตู้

ภาพที่ 3.7 แสดงลักษณะฉากยึด

ภาพที่ 3.8 แสดงลักษณะการยึดอะคลิริกเข้ากัน

รูปที่ 3.9 แสดงลักษณะการยึดโดยการใช้ฉากสามจุด

รูปที่ 3.10 แสดงลักษณะการประกอบแผ่นอะคริลิคแบบกล่อง

3.2.4 การใช้โฟมเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อน

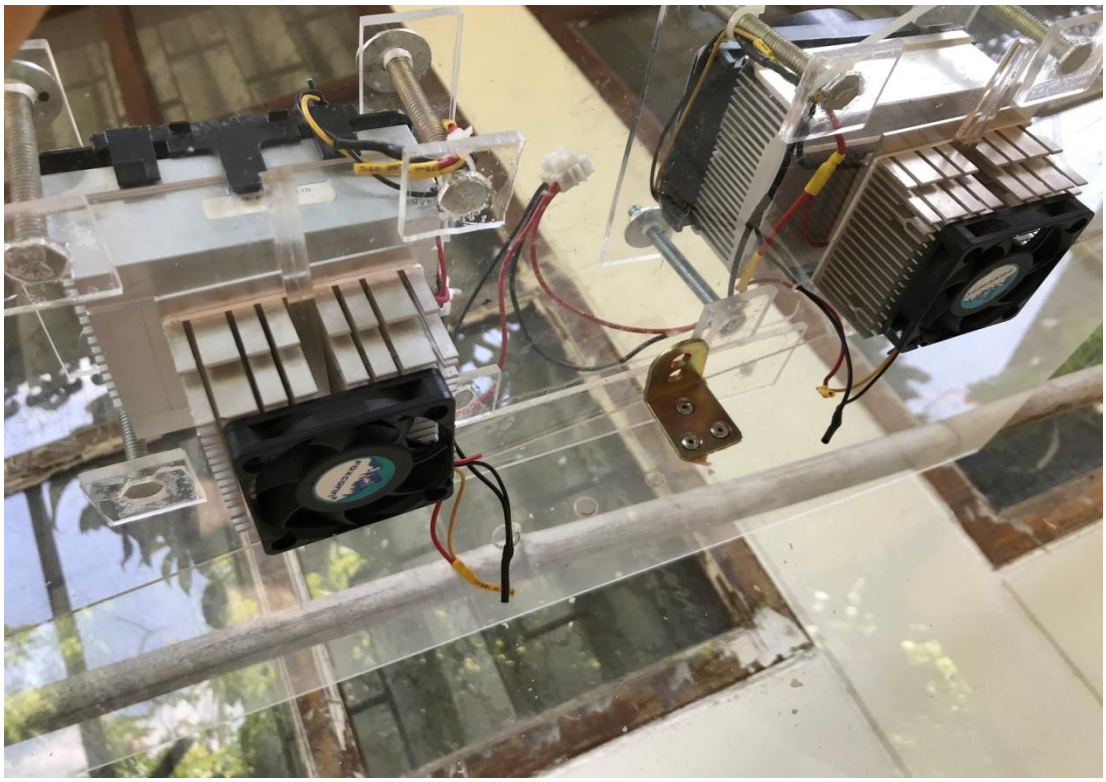
การป้องกันความร้อนและช่วยเก็บอุณหภูมิภายในตัวตู้ทำให้เก็บอุณหภูมิได้ดีขึ้นลดปัญหาเรื่องอุณหภูมิความร้อนจากบริเวณภายนอกของตู้แพร่กระจายเข้ามาภายในตัวตู้

ภาพที่ 3.11 แสดงลักษณะที่โครงที่ติดตั้งอุปกรณ์ใส่กล่องควบคุม

3.2.5 เพลเทียร์ใช้ในการทำความเย็น

โดยใช้เพลเทียร์ในการสร้างความเย็นภายในตู้เพื่อลดความร้อนภายในตู้เพาะเห็ดโดยนำฝั่งความร้อนออกและหันฝั่งความเย็นเข้าภายในตู้โดยจะใช้พัดลมกระจายความเย็นจากซิงค์นำความเย็น

ภาพที่ 3.12 แสดงลักษณะของการประกอบเพลเทียร์เข้ากับอะคริลิก



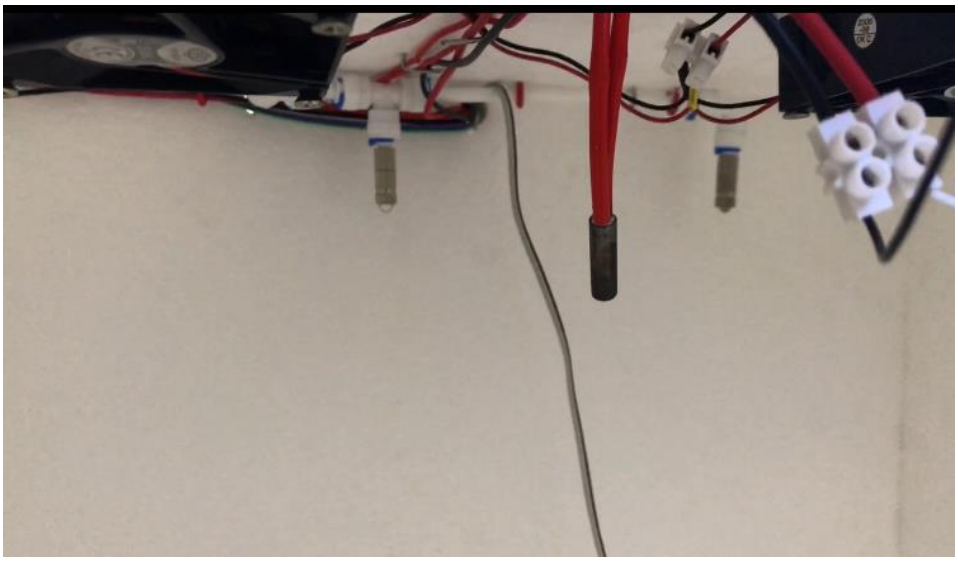
ภาพที่ 3.13 ลักษณะประกอบเพทเทียร์เข้ากับฝาบนตู้

3.2.6 ระบบสร้างความชื้นโดยใช้ปั๊มน้ำในการสร้างความชื้น

โดยใช้การพ่นน้ำเป็นละอองน้ำเพื่อให้เกิดความชื้นสัมพัทธ์เห็ดนางฟ้าจะต้องการความชื้นที่สูงเพื่อทำให้เห็ดเจริญเติบโต

ภาพที่ 3.13 แสดงลักษณะของปั๊มน้ำ

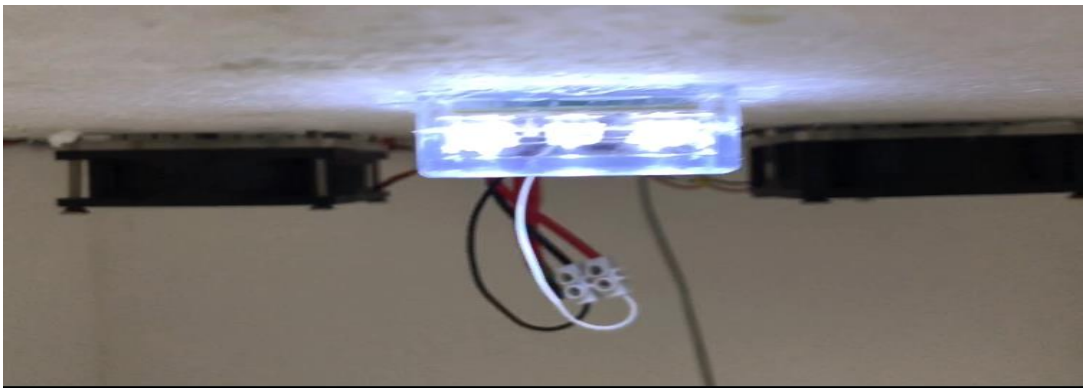
3.2.7 เพื่อสร้างความร้อนภายในตัวตู้ถ้าอุณหภูมิภายในตู้ลดต่ำเกินไประบบฮีตเตอร์จะเริ่มการทำงานเพื่อเพิ่มอุณหภูมิภายในตู้ให้เพิ่มสูงขึ้น



ภาพที่ 3.14 การติดตั้งฮีตเตอร์ไว้ภายในตู้

3.2.8 หลอดไฟ LED

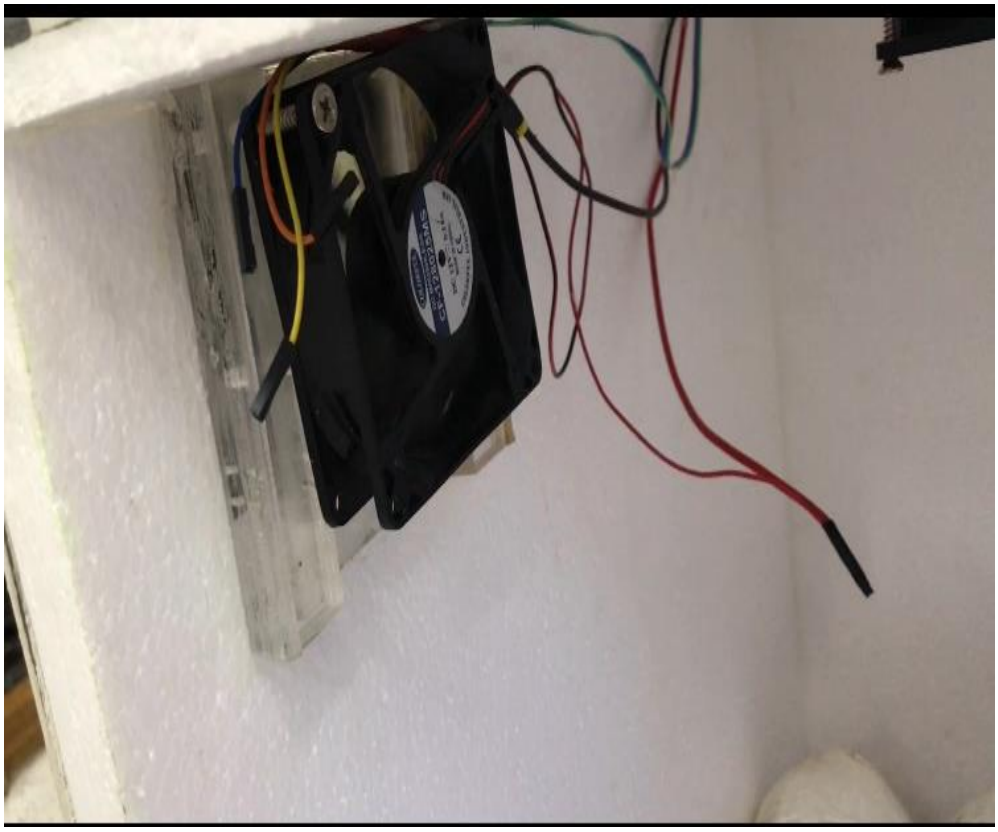
ชนิดแสงเดย์ไลท์ติดตั้งภายในตู้เพื่อใช้แทนแสงสว่างจากแสงพระอาทิตย์



ภาพที่ 3.15 หลอดไฟLED

3.2.9 พัดลมระบบความชื้น

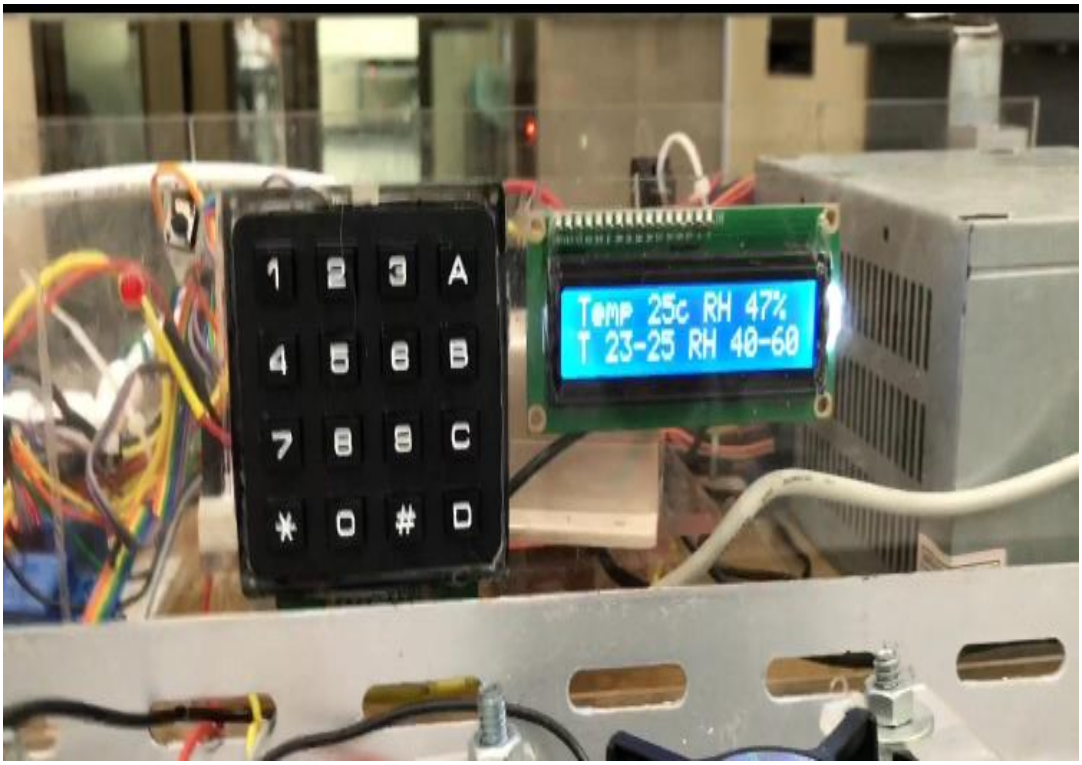
โดยจะดูดลมออกจากภายในตู้เพื่อลดความชื้นภายในเพื่อมีความชื้นที่เหมาะสมในการเพาะปลูกเห็ด



ภาพที่ 3.16 พัดลมระบายความชื้น

3.2.10 Matrix Keypad 4x4 Arduino

ระบบควบคุมการทำงานของระบบต่างๆภายในตู้เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และแสงสว่างโดยการเซ็ตค่าของข้อมูลตามความต้องการในการเพาะเห็ดชนิดต่างๆ



ภาพที่ 3.17 แสดงลักษณะของ Keypad 4x4

3.2.11 Power supply

ใช้ในการจ่ายไฟเลี้ยงให้อุปกรณ์ต่างๆโดยจะแปลงกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ AC 220 ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง DC 3.3V 5V 12V ไปเลี้ยงอุปกรณ์ใช้เลี้ยงอิเล็กทรอนิกส์ทุกตัว

ภาพที่ 3.18 แสดงลักษณะของPower supply

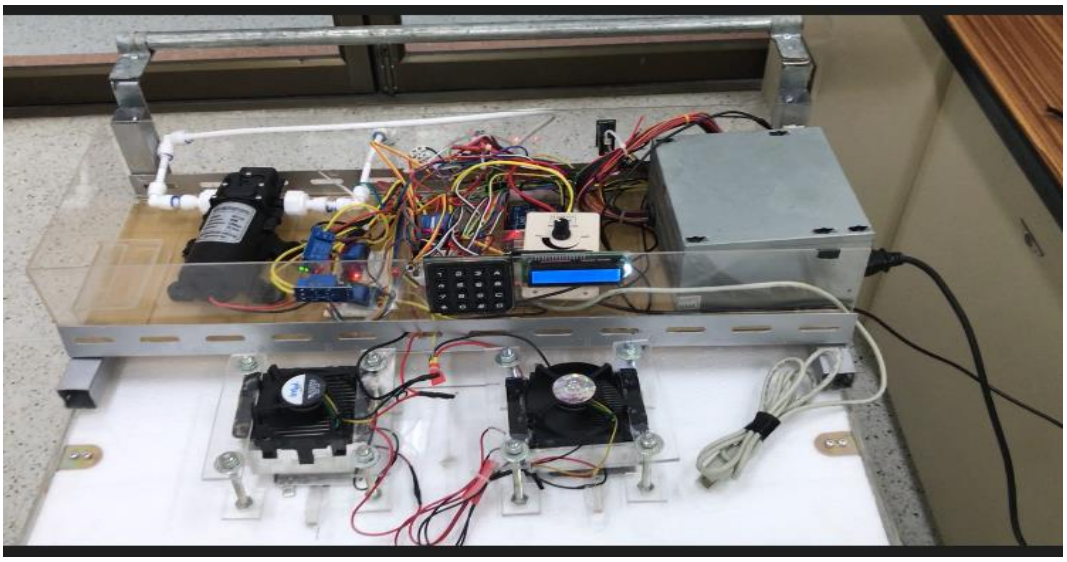
3.2.12กล้องWIFI

ดูภาพทีหลังโดยตัวกล้องจะมีความละเอียดสูงสุดที่ 1080P เลนกล้องกว้าง 120 องศาใช้ไฟฟ้า DC:5V

ภาพที่ 3.19 แสดงลักษณะกล้องWIFI

3.2.13 การติดตั้งอุปกรณ์ภายนอกตู้

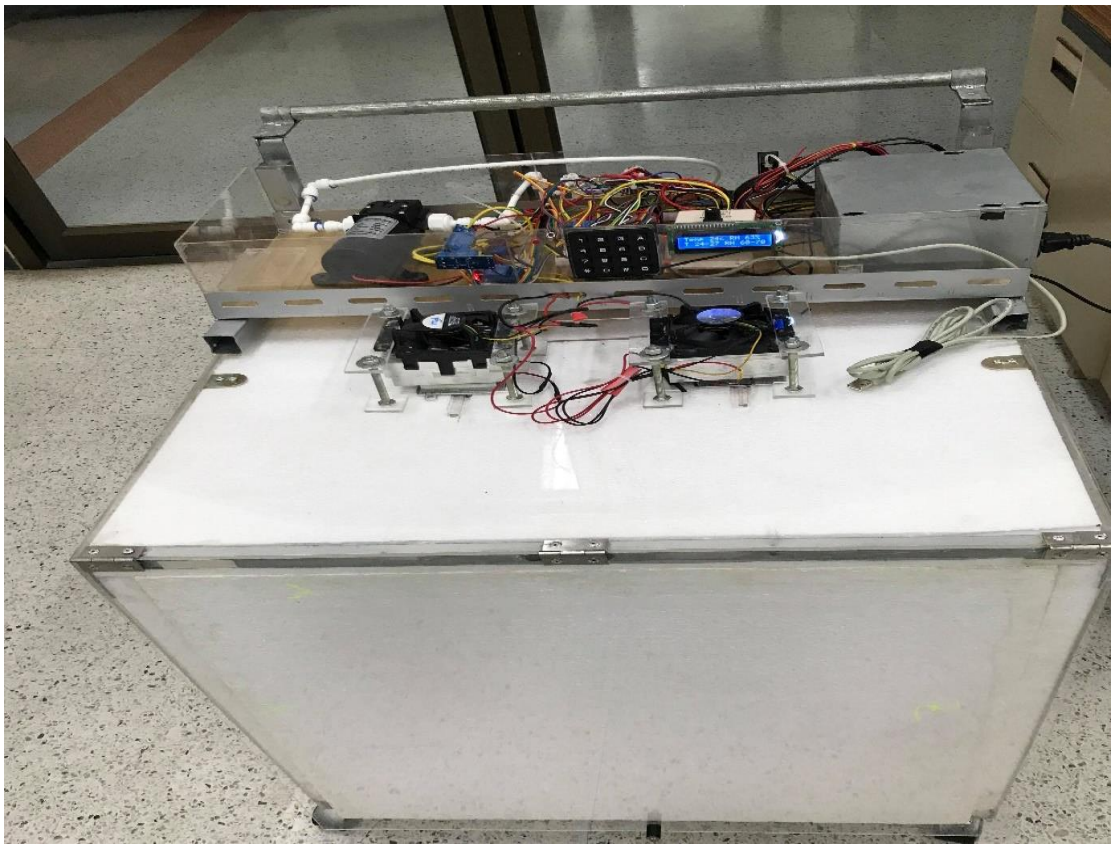
โดยจะตั้งอุปกรณ์ควบคุมการทำงานไว้บนตู้โดยมีโครงเหล็กรับน้ำหนัก



ภาพที่ 3.20 ลักษณะการจัดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการทำงานบนตู้

ภาพที่ 3.21 ลักษณะฝาหน้าตัวตู้

3.2.14 ลักษณะของการปรับปรุงประสิทธิภาพของตู้เพาะเห็ดนางฟ้ากึ่งอัตโนมัติทำการออกแบบ



ภาพที่ 3.22 ลักษณะตัวตู้ที่เสร็จสมบูรณ์

3.3 ขั้นตอนรวบรวมข้อมูล

โดยได้ทำการรวบรวมข้อมูลการเพาะปลูกเห็ดนางฟ้าว่ามีปัจจัยในการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้า

3.3.1 ความชื้นสัมพันธ์ ความชื้นเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างมากในการเจริญเติบโตของเห็ด โดย ความชื้นที่เหมาะสมคืออยู่ระหว่าง 70-90 % ดังนั้นสิ่งที่ควรเข้าใจคือ การรดน้ำเห็ดนั้นเป็นการให้น้ำเพื่อให้เห็ดได้ความชื้น ไม่ใช่เป็นการรดน้ำเพื่อให้เห็ดเจริญเติบโตโดยตรง เพราะเห็ดไม่ได้ต้องการน้ำแต่ต้องการความชื้น

3.3.1 ปั๊มน้ำ มีหน้าที่ให้เพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ให้ระบบโดยใช้หัวพ่นน้ำแบบละอองเพื่อเพิ่มความชื้นภายในเครื่องเพาะเห็ดโดยวัดจากเซ็นเซอร์วัดความชื้นทำงานแบบอัตโนมัติ

3.3.2 พัดลมระบายอากาศ มีหน้าที่ลดความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องเพาะเห็ดถ้ามีความชื้นเกินกว่าค่าที่เรากำหนดไว้พัดลมระบายอากาศจะทำงาน

3.3.3 เพลเทียร์ มีหน้าที่ลดอุณหภูมิโดยจะทำงานก็ต่อเมื่อมีอุณหภูมิสูงเกินกว่าค่าที่กำหนดโดยจะวัดค่าโดยใช้เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิสั่งการทำงาน

3.3.4 ฮีตเตอร์ มีหน้าที่เพิ่มอุณหภูมิโดยให้ความร้อนถ้าระบบมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าค่าที่เรากำหนดไว้ระบบจะทำการสั่งงานไปยังฮีตเตอร์เพื่อเพิ่มอุณหภูมิในระบบจนถึงค่าที่กำหนดจะหยุดการทำงาน

บทที่4

ผลการดำเนินงาน

4.1 ความคิดสร้างสรรค์ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของตู้เพาะเห็ด

ขั้นตอนนี้เป็นการประมวลเอาวัตถุประสงค์ และแผนการดำเนินงานและข้อมูลที่รวบรวมมาตั้งแต่ต้นมาทำการวิเคราะห์ถึงชิ้นส่วนและหน้าที่ของชิ้นส่วนภายในการปรับปรุงประสิทธิภาพของการทำงานของตู้เพาะเห็ดที่สำคัญ

ตารางที่ 4.1 บันทึกความคิดสร้างสรรค์ของการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบความเย็น

Spu_VE **บันทึกความคิดสร้างสรรค์** **หน้าที่การทำงานของระบบทำความเย็น**	**เลขที่ 1**
1.แผ่นเพลเทียร์ (peltier)	
	วันที่ 8/03/62
ทีมงาน IE_VE	**วิศวกรรมคุณค่า**

ระบบการทำงานของเพลเทียร์นำมาใช้ในการลดอุณหภูมิให้เหมาะสมกับการเพาะเห็ดนางฟ้าที่ต้องการอุณหภูมิคงที่ในการเจริญเติบโตจึงต้องนำเพลเทียร์มาปรับใช้ให้เข้ากับการเพาะเห็ดนางฟ้าที่ต้องการอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิในประเทศไทยที่มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง (34-40) องศาเซลเซียส ซึ่งสูงเกินทำให้ไม่เหมาะสมกับการเพาะเห็ดนางฟ้า
ระบบการทำงานของเพลเทียร์โดยแผ่นเพลเทียร์จะมีสองฝั่งคือฝั่งความร้อนและฝั่งความเย็นโดยจะมีฮีตซิงค์ทั้งสองฝั่งโดยนำฝั่งความเย็นไว้ภายในตู้เพาะเห็ดนางฟ้าโดยใช้พัดลมดูดลมผ่านหน้าฮีตซิงค์เพื่อกระจ่ายความเย็นเข้าไปภายในบริเวณ ตู้เพาะเห็ดโดยรอบโดยจะใช้เพลเทียร์สองแผ่นในการลดอุณหภูมิเพื่อลดการทำงานหนักเกินไปอาจก่อให้เกินความเสียหายต่อเพลเทียร์ได้

ตารางที่ 4.2 ตารางบันทึกความคิดสร้างสรรค์หน้าที่การตรวจวัดกระอุณหภูมิ

Spu_VE	เลขที่ 2
บันทึกความคิดสร้างสรรค์	
หน้าที่การตรวจวัดอุณหภูมิ	
1. DHT11โมดูลเซ็นเซอร์ Arduino เป็นเซ็นเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้น	
	วันที่ 8/03/62
ทีมงาน IE_VE	วิศวกรรมคุณค่า

การทำงานเซ็นเซอร์ DHT11 เป็นเซ็นเซอร์สำหรับวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เป็นเซ็นเซอร์ขนาดเล็กจะใช้งานร่วมกับบอร์ด Arduino ใช้ได้ง่ายๆ เพียงแค่จ่ายไฟให้เซ็นเซอร์ และอ่านค่าจาก Arduino โดยใช้ digital pin เพียง 1 pin เท่านั้น

หลักการทำงานของเซ็นเซอร์ DHT11 วัดความชื้นในอากาศ (Humidity) ได้ตั้งแต่ 20%-90%RH มีโอกาศคลาดเคลื่อน ±5%RHจะนำมาใช้ในการวันอุณหภูมิและความชื่นภายในตู้เพาะเห็ดนางฟ้าโดยการคีย์ข้อมูลไปยัง บอร์ดArduino เพื่อนำข้อมูลจากเซ็นเซอร์ที่ตรวจวัดอุณหภูมิมาประมวลผลแล้วส่งต่อไปยัง บอร์ด Arduino ทำการตรวจสอบเงื่อนไข้การทำงานว่าไปตรงกับเงื่อนไขใดระบบจะสั่งงานไปยังอุปกรณ์ตัวนั้น ๆ

ตารางที่ 4.3 ตารางบันทึกความคิดสร้างสรรค์หน้าที่การควบคุมการทำงานของระบบ

Spu_VE	เลขที่ 3
บันทึกความคิดสร้างสรรค์ หน้าที่การควบคุมการทำงานของระบบ	
1. จอแสดงผล (โมดูลจอ LED) 2. Keypad 3.แผ่นบอร์ด Arduino UNO R3	
	วันที่ 8/03/62
ทีมงาน IE_VE	วิศวกรรมคุณค่า

การทำงานของจอLEDจะแสดงข้อมูลการทำงานของระบบโดยจะแสดงข้อมูลการทำงานในขณะปัจจุบันไปเก็บไว้ที่บอร์ด เพื่อประมวลผลการทำงานไปยังบอร์ด Arduino UNO R3และการสั่งงานโดยจะต้องป้อนข้อมูลจากคีย์แพทโดยตรงเราสามารถป้อนของมูลตั้งค่าของอุณหภูมิและความชื่นสัมพัทธ์ตามต้องการเพื่อให้เหมาะกับการเพาะเห็ดแต่ละชนิดจะมีค่าอุณหภูมิและความชื่นที่ไม่เหมือนกันจึงต้องควบคุมการทำงานที่แตกต่างกันออกไป เป็นต้น

ตารางที่ 4.4 บันทึกความคิดสร้างสรรค์หน้าที่การควบคุมการให้แสงไฟส่องสว่าง

Spu_VE **เลขที่ 4** **บันทึกความคิดสร้างสรรค์** **หน้าที่การควบคุมการทำงานของระบบส่องสว่าง**	
1.หลอดไฟแบบ LED เดย์ไลท์ **2.Dimmer สวิตซ์หรี่ไฟ** **วันที่** **8/03/62** **ทีมงาน IE_VE**	**วิศวกรรมคุณค่า**

การทำงานของหลอดไฟชนิดแสงเดย์ไลท์นำมาใช้ภายในตู้เพาะเห็ดนางฟ้าโดยใช้แทนแสงสว่างจากพระอาทิตย์เพราะว่าการเพาะเห็ดนางฟ้าจะต้องใช้แสงสว่างในการเจริญเติบโตซึ่งตู้เพาะเห็ดเป็นแบบระบบปิดซึ่งจะไม่มีแสงสว่างจากภายนอกตัวตู้เข้าไปภายในตู้ได้เลยจึงต้องใช้หลอดไฟเข้ามาช่วยสังเคราะห์แสงเพื่อช่วยในการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าโดยการใช้แสงสว่างเห็ดนางฟ้าต้องการแสงสว่างในปริมาณน้อยมากในการเจริญเติบโตแต่ก็จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้า

ตารางที่ 4.5 ตารางบันทึกความคิดสร้างสรรค์หน้าที่โครงสร้างอุปกรณ์ของตู้

Spu_VE	เลขที่ 5
บันทึกความคิดสร้างสรรค์	
หน้าที่โครงสร้างของตู้	
1. การใช้โครงเหล็กกล่อง 2. อะคริลิค acryic 3.เหล็กฉาก 4. เหล็กแผ่นเจาะรู 5.น็อต 6.Rivet 7. ล้อ	
	วันที่ 8/03/62
ทีมงาน IE_VE	วิศวกรรมคุณค่า

โครงสร้างตู้เพาะเห็ดจะยึดแผ่นอะคริลิคเข้ากับเหล็กฉากในการยึดติดอะคริลิคไว้ด้วยกัน โดยใช้ Rivetp ยึดฉากฝั่งหนึ่งและอีกฝั่งหนึ่งและใช้น็อตยึดเพื่อทำให้สามารถถอดแผ่นอะคริลิคออกจากกันได้ได้เพื่อให้สามารถถอดล้างทำความสะอาดภายในตู้ได้และยังมีโครงเหล็กเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้ตู้จะมีโครงสร้างเหล็กรับกับตัวตู้เพื่อเพิ่มความแข็งแรงในตู้และสะดวกในการขนย้าย โครงสร้างข้างนอกตู้จะมีการติดตั้งล้อให้สามารถเคลื่อนย้ายได้ดีและสะดวกมากที่สุด

ตารางที่ 4.6 ตารางบันทึกความคิดสร้างสรรค์หน้าที่ของระบบความชื้น

Spu_VE	เลขที่ 6
บันทึกความคิดสร้างสรรค์ หน้าที่การควบคุมการทำงานของระบบควบคุมความชื้น	
1.ปั๊มน้ำแบบไดอะแกรม 2.ชุดท่อน้ำ 3.หัวพ่นน้ำแบบไอน้ำ 4.พัดลมดูดอากาศ	
	วันที่ 8/03/62
ทีมงาน IE_VE	วิศวกรรมคุณค่า

ปั๊มน้ำจะเอามาใช้ในการสร้างความชื้นสัมพัทธ์โดยการนำเอาปั๊มน้ำมาปรับใช้แทนเครื่องพ่นหมอกโดยใช้รวมกับเซ็นเซอร์เข้ามาตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์เพื่อให้เหมาะสมกับการทำงาน โดยถ้ามีความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำกว่าค่าที่ต้องการปั๊มน้ำจะเริ่มการทำงานโดยใช้การพ่นน้ำเพื่อให้เกิดเป็นละอองน้ำเพื่อเพิ่มปริมาณความชื้นสัมพัทธ์โดยเมื่อถึงค่าที่กำหนดไว้ระบบจะหยุดการทำงาน แล้วถ้าหากมีความชื้นสัมพัทธ์ที่มากเกินกว่าค่าที่ต้องการไประบบจะสั่งให้พัดลมดูดอากาศทำงานเพื่อลดความชื้นสัมพัทธ์

ตารางที่ 4.7 ตารางบันทึกความคิดสร้างสรรค์หน้าที่ของระบบแหล่งจ่ายไฟฟ้า

Spu_VE	เลขที่ 7
บันทึกความคิดสร้างสรรค์ หน้าที่การควบคุมการทำงานของระบบแหล่งจ่ายไฟฟ้า	
1.Power supply จ่ายไฟ 3V,5V,12V	
	วันที่ 8/03/62
ทีมงาน IE_VE	วิศวกรรมคุณค่า

การนำPower Supply มาปรับใช้งานกับตู้เพาะเห็ดนางฟ้ากึ่งอัตโนมัติมีหน้าที่แปลงไฟฟ้าจากAC : 230V แปลงให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง DC **:**12V,5V เพื่อให้ใช้งานกับอุปกรณ์ต่างๆโดยการนำ Power Supply มาปรับใช้งานพราะ Power Supply จะมีพัดลมภายในตัวเพื่อช่วยในการระบายความร้อนได้ดีเพราะว่าตู้เพาะเห็นต้องเปิดการใช้งานตลอดเวลาซึ่งเหมาะสมกับการนำมาปรับใช้ในระบบตู้เพาะเห็ดนางฟ้ากึ่งอัตโนมัติที่ต้องการใช้งานไฟเลี้ยงตลอดเวลาเพื่อจะได้ใช้งานอย่างมีประสิทธิ์ภาพสูงสุด

ตารางที่ 4.8 ตารางบันทึกความคิดสร้างสรรค์หน้าที่กล้อง Closed Circuit-Camera Wi-Fi

Spu_VE	เลขที่ 8
บันทึกความคิดสร้างสรรค์	
หน้าที่การของกล้อง Wi-Fi	
1.กล้อง Closed Circuit-Camera Wi-Fi	
	วันที่ 8/03/62
ทีมงาน IE_VE	วิศวกรรมคุณค่า

การทำงานของกล้องจะสามารถควบคุมการทำงานผ่านทางสมาร์ทโฟนโดยจะสามารถย้อนดูการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าย้อนหลังได้โดยตัวกล้องจะมีความละเอียดสูงสุดที่ 1080P เลนกล้องกว้าง 120 องศาซึ่งเหมาะสมกับการใช้งานภายในตู้เพาะเห็ดเพราะว่าสามารถดูการเจริญเติบโตของเห็ดภายในตัวตู้ได้อย่างทั่วถึง

4.2 การพัฒนาอุปกรณ์นำมาปรับใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพตู้เพาะเห็ดอัตโนมัติ

อุปกรณ์ที่นำใช้มีดังตารางที่ 4.3หน้าที่หลัก ปรับปรุงประสิทธิภาพตู้เพาะเห็ดนางฟ้ากึ่งอัตโนมัติ

ตารางที่ 4.9 ตารางการพัฒนาหน้าที่หลักของการปรับปรุงตู้เพาะเห็ดกึ่งอัตโนมัติ

		SPU_VE
เลขที่อ้างอิง การพัฒนาหน้าที่ หน้าที่หลัก ปรับปรุงประสิทธิภาพตู้เพาะเห็ดนางฟ้ากึ่งอัตโนมัติ		
หน้าที่	ความคิดและการพัฒนา	ค่าใช้จ่าย (บาท)
1. ระบบเพลเทียร์สร้างความเย็น	ใช้ TEC1-12706 Semiconductor Chilling แผ่น, คุณภาพดี สำหรับใช้ Great Peltier ตัวทำความเย็น สี: ขาว ขนาด: 120*100*90 มม. วัสดุ: อลูมิเนียม การทำงาน: 12VDC 6A 70W รับแรงดันไฟฟ้าเข้ามาด้าน AC output 230V และแปลงเป็นไฟ 5V 12V เพื่อนำมาใช้งาน	600.00
2.ระบบแหล่งจ่ายไฟฟ้า Power Supply	DC : 12V 60W 3 A แรงดัน: 5 bars อัตราการไหลสูงสุด : 5 ลิตร/นาที (240 ลิตร/ชั่วโมง) Heater 12V 40W เครื่อง Delta X 200	650.00
3.เครื่องปั๊มWater pump diagram	DC : 12V 60W 3 A แรงดัน: 5 bars อัตราการไหลสูงสุด : 5 ลิตร/นาที (240 ลิตร/ชั่วโมง)	550.00
4.ชุดสร้างความร้อนแท่งฮีตเตอร์ Heater	Heater 12V 40W เครื่อง Delta X 200	55.00
5.ชุดแสงสว่างหลอดLEDแบบไฟเดย์ไลท์	หลอดไฟ LED ชนิดแบบเดน์ไลย์ DC12Vให้แสงสว่าง 240lm และดริมเมอร์หรี่ไฟสูงสุดอยู่ที่ 8A	200.00
6.ชุดควบคุมการทำงานทั้งหมด	แผ่นบอร์ดArduino UNO R3 ,Relay Module,Matrix Keypad 4x4, โมดูลจอ LCD พร้อม I2C Interface	550.00
7. ชุดอะคริลิค	ขนาด60X60cm ความหนา 2 mm ขนาด20X40 cmความหนา 3 mm	520.00 1,000.00

ตารางที่ 4.10 ตารางการพัฒนาหน้าที่หลักของการปรับปรุงตู้เพาะเห็ดกึ่งอัตโนมัติ(ต่อ)

SPU_VE

เลขที่อ้างอิง

การพัฒนาหน้าที่

หน้าที่หลัก ปรับปรุงประสิทธิภาพตู้เพาะเห็ดนางฟ้ากึ่งอัตโนมัติ

หน้าที่	ความคิดและการพัฒนา	ค่าใช้จ่าย (บาท)
8. เหล็กกล่อง	เหล็กกล่องขนาด 1 นิ้ว	500.00
9.เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น	เซ็นเซอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส	500.00
10.แผ่นโฟม	โฟมหนาขนาด 1 นิ้ว ขนาด60X60 เซนติเมตร แบบเกรดA	550.00
11.กล้องClosed Circuit-Camera	กล้องจะมีความละเอียดสูงสุดที่ 1080P เลนส์กล้องกว้าง 120 องศา ใช้ไฟฟ้า DC:5V	700.00
12. ชุดอุปกรณ์ต่างๆ	น็อต,รีเวท,กาว,ล้อ,บานพับ,สี,ฉากยึดน้ำยาประสานอะคริลิค	500.00
รวมเป็นเงิน		6,875.00

ต้นทุน

ค่าวัสดุ 6,875.00 บาท

ค่าแรงงาน 1,000.00 บาท

รวม 7,875.00 บาท วันที่ มีนาคม 2562

ทีมงาน IE_VE วิศวกรรมคุณค่า

4.3 ลักษณะเด่นของการปรับปรุงตู้เพาะเห็ดนางฟ้ากึ่งอัตโนมัติ

4.3.1 ลักษณะเด่นของการปรับปรุงตู้เพาะเห็ดนางฟ้ากึ่งอัตโนมัติ

1. ตู้เพาะเห็ดนางฟ้ากึ่งอัตโนมัติจะสามารถป้องกันศัตรูเห็ดได้ดีเพราะเป็นระบบตู้แบบปิดสนิททำให้ศัตรูพืชเข้ามาทำลายเห็นางฟ้าไม่ได้

2. ตู้เพาะเห็ดนางฟ้ากึ่งอัตโนมัติจะสามารถควบคุมอุณหภูมิบริเวณภายในตู้ได้อย่างทั่วถึง

3. ตู้เพาะเห็ดนางฟ้ากึ่งอัตโนมัติจะสามารถตั้งเวลาการให้แสงสว่างเพื่อให้เหมาะสมกับเห็ดบ้างชนิดที่ต้องการแสงสว่างในการเจริญเติบโตที่มากกว่าหรือน้อยกว่าตามต้องการ

4. ตู้เพาะเห็ดนางฟ้ากึ่งอัตโนมัติจะมีล้อเพื่อให้ง่ายต่อการเคลื่อนย้ายไปตามจุดต่างๆได้และสามารถทำความสะอาดได้ง่าย

5. ตู้เพาะเห็ดนางฟ้ากึ่งอัตโนมัติสามารถปรับไปใช่ปลูกพืชชนิดอื่นๆได้

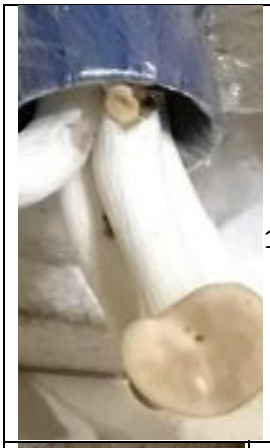
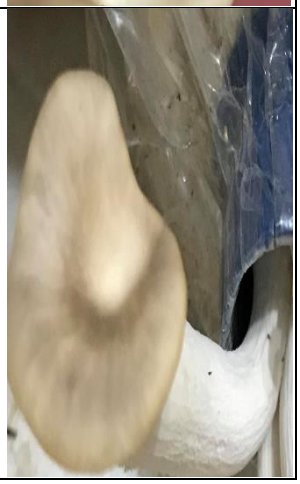
6. โดยตู้เพาะเห็ดนางฟ้ากึ่งอัตโนมัติสามารถเก็บแก้อุณหภูมิได้ทำให้ช่วยลดการใช่พลังงานให้น้อยลง

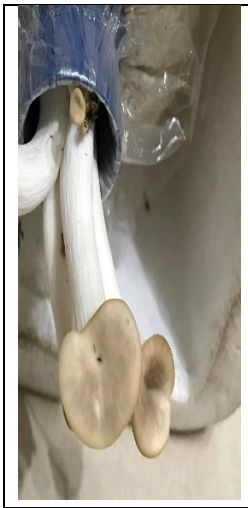
7. เป็นทางเลือกหนึ่งในการพัฒนาเกี่ยวกับการทดลองปลูกพืชเมืองหนาว

4.4 การเก็บข้อมูลเห็ด

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบการปลูกเห็ดภายในตู้และภายนอกตู้โดยการวัดก้าน

ภายในตู้	วัดหน่วย เซนติเมตร	เวลา/ ชั่วโมง	วัดหน่วย เซนติเมตร	ภายนอกตู้
	1.0	00:00	0.5	
	1.2	02:00	1.1	
	1.4	04:00	1.3	

	1.5	04:00	1.4	
	1.7	0.6:00	1.6	
	1.8	08:00	1.8	

	1.8	10:00	1.9	
	1.9	12:00	2.0	
	2.2	14:00	2.3	

	2.2	16:00	23	
	2.5	18.00	2.3	
	2,7	20:00	2.4	

	3.0	22:00	2.5	

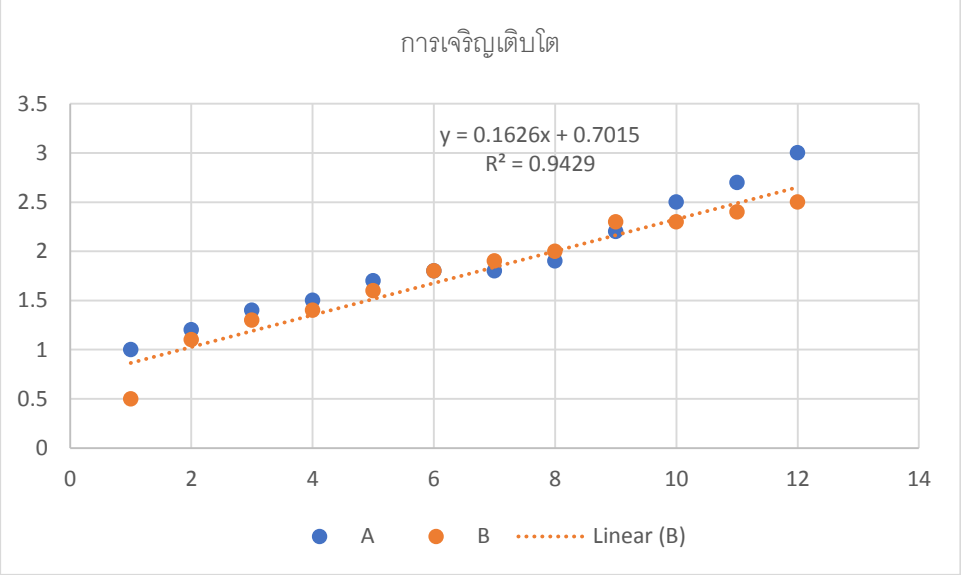
4.5 ทำการทดลองการเจริญเติบโตของเห็ดโดยทดสอบการวัดค่าลำต้นของเห็ดนางฟ้าหน่วยเป็นเซนติเมตรโดยจะวัดทั้ง2แบบคือการวัดการเจริญเติบโตว่าเท่ากันหรือไม่ โดยการทดสอบ 2 แบบ คือการเพาะในตู้เพาะเห็ดและนอกตู้เพาะโดยวัดค่า 2 ชั่วโมงต่อครั้ง โดยจะวัด12ครั้งเป็นเวลา24 ชั่วโมงโดยการนำข้อมูลจากตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.12 การทดลองเปรียบเทียบการเจริญเติบโตนอกตู้กับในตู้

ครั้ง	ตู้เพาะ	นอกตู้
ชั่วโมง	A	B
1	1	0.5
2	1.2	1.1
3	1.4	1.3
4	1.5	1.4
5	1.7	1.6
6	1.8	1.8
7	1.8	1.9
8	1.9	2.0
9	2.2	2.3
10	2.5	2.3
11	2.7	2.4
12	3	2.5

ตารางที่ 4.13 ค่าที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ Excel

t-Test: Assuming Eavaequal Variances		
	A	*B*
Mean	1.891667	1.758333
Variance	0.369924	0.36447
Observatio	12	12
Hypothesiz	0	
df	22	
t Stat	0.53897	
P(T<=t) o	0.29766	
t Critical or	1.717144	
P(T<=t) t	0.59532	
t Critical tw	2.073873	



ภาพที่ 4.1. แสดงการเจริญเติบระหว่างเห็ดในตู้ และนอกตู้

$H_0: \mu_1 - \mu_2 = \Delta_0$

$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \Delta_0$

H_0:หมายถึงการเจริญเติบโตโดยเฉลี่ยของ ทั้งสองลักษณะมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันที่ค่าความเชื่อมั่น 95% $(\alpha: 0.05)$

H_1:หมายถึงการเจริญเติบโตโดยเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน

จากตารางทดสอบt-Testการแจกแจงที่ V=22, $(\alpha: 0.05)$

$t_0 > t_{0,0.25,2}$ =2.074

$t_0 < -t_{0,0.25,22}$ =-2.074

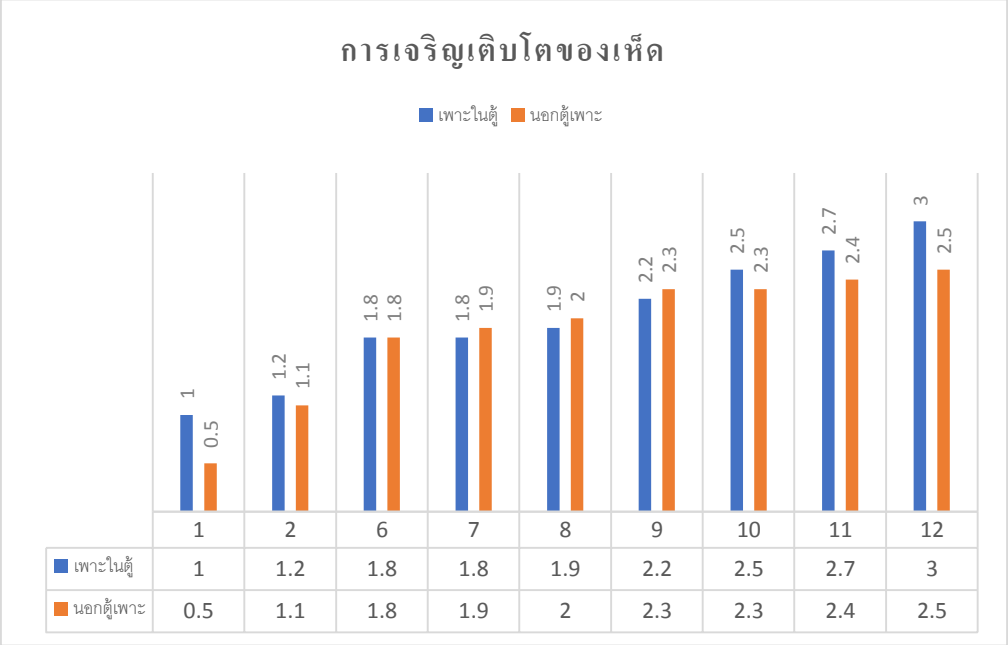
การเจริญเติบโตของเห็ดทั้งสองลักษณะคือการเพาะปลูกภายในตู้เพาะเห็ดและภายนอกตู้เพาะเห็ดพบว่าไม่มีค่าที่แตกต่างกันจากค่าของความเชื่อมั่นที่ 95% $(\alpha: 0.05)$ ไม่สารารถปฏิเสธ H_0

บทที่5

สรุปผลการดำเนินโครงงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

การทดสอบดำเนินงานพบว่าการเพาะปลูกเห็ดภายในตู้เพาะและภายนอกตู้เพาะเห็ดไม่เห็นไม่มีความแตกต่างกันโดยการทดลองปลูกทั้งสองแบบโดยการวัดค่าขนาดของลำต้นของเห็ดนางฟ้าทุกๆ 2ชั่วโมง ในเวลา 1 วันโดยจะเริ่มวัดตอนที่เห็ดเริ่มมีก้านงอกออกมาขนาด 0.5 เซนติเมตรทั้งสองแบบจากการทดสอบดังตารางที่ 5.1พบว่าไม่มีความแตกต่างกันของการเพาะในแต่ละแบบ



	1	2	6	7	8	9	10	11	12
เพาะในตู้	1	1.2	1.8	1.8	1.9	2.2	2.5	2.7	3
นอกตู้เพาะ	0.5	1.1	1.8	1.9	2	2.3	2.3	2.4	2.5

ภาพที่ 5.1 ตารางการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้า

5.2 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานของตู้เพาะเห็ดกึ่งอัตโนมัติ

จากการทดสอบการทำงานของตู้เพาะเห็ดจะพบว่าสามารถเพาะปลูกเห็ดได้จริงทำให้สามารถนำเอาตู้เพาะเห็ดไปตั้งในพื้นที่ ที่จำกัดได้โดยไม่ต้องกังวนว่าจะสามารถนำเห็ดไปเพาะปลูกในพื้นที่ ที่มีความร้อนที่ไม่สามารถเพาะปลูกเห็ดได้เนื่องจากมีอุณหภูมิสูงเกินกว่าที่เห็ดจะเจริญเติบโตได้หรือที่เกินจากปัจจัยอื่นๆที่ไม่สามารถเพาะปลูกเห็ดได้หากตั้งก้อนเห็ดไว้โดยตรงก็สามารถนำตู้ไปเพาะปลูกในพื้นที่ดังกล่าวได้และไม่ต้องเสียพื้นว่างโดยไม่ได้ใช้ประโยชน์ในพื้นที่ที่ดังกล่าว

5.3 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงพื้นที่ตั้ง

การปรับพื้นที่ตั้งภายในตู้เพาะให้เป็นสัดส่วนมากขึ้นเพื่อที่ให้สามารถเปลี่ยนไปเพาะปลูกพืชชนิดอื่นๆได้และเพิ่ม ตะแกรงรองน้ำเพื้อรองน้ำไม่ให้ไปเปื้อนพื้นที่ตั้งตู้เพาะเห็ดอัตโนมัติ

บรรณานุกรม

[1] ประจิน พลังสันติกุล การเขียนโปรแกรมการทำงาน Arduino5090007a

[2] ชัยวัฒน์ วงษ์แสงไพร ข้อมูลการเพาะปลูกเห็ดถุง

[3] รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ ปิ่นปฐมรัฐ การสั่งงาน Arduinoกับเครื่องใช้ไฟฟ้า

[4] อัมพิกา ไกรฤทธิ์ วิศวกรรมคุณค่า - กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540, 231หน้า

[5] อัมพิกา ไกรฤทธิ์. วิศวกรรมคุณค่าเทคนิคการลดต้นทุนอย่างมีระบบ (VALUEENGINEERING) ISBN 9746370111, 9 / 2551

[6] พจนาฎ สุวรรณมณี. เซ็นเซอร์และทรานสดิวเซอร์เบื้องต้น ISBN 9789748329567, สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 9/2553

[7] คู่มือวิศวกรไฟฟ้า. ISBN 974-686-001-1, สำนักพิมพ์ เทคนิค/เอ็มแอนด์อี

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

คู่มือการใช้งาน

คู่มือการใช้งาน

การปรับตั้งค่าการใช้งานและหน้าจอแสดงผล

ภาพที่ 1 การปรับการใช้งานและจอแสดงผล

การตั้งค่าใช้งานของระบบควบคุม

การเลือกโมทการใช้งาน

1. โมท (A) คือระบบควบคุมอุณหภูมิ
2. โมท (B) คือระบบควบคุมความชื้น
3. โมท(C)ระบบควบคุมการให้แสงสว่าง

วิธีการตั้งค่าเพื่อใช้งาน

ขั้นตอนที่ 1

ทำการกดปุ่มสวิตช์กดติดปล่อยดับ จากนั้นสังเกตไฟที่หลอด LED สีแดงติดจากนั้นกดปุ่มที่ keypad โดยเลือกโมทการใช้งาน (A) เพื่อที่จะตั้งค่าอุณหภูมิโดยการกำหนดช่วงระยะของอุณหภูมิเช่น (25 °C - 27 °C) โดยจะกดทีละสองหลัก โดยกดสองหลักหน้าและสองหลักหลัง (2527) โดยไม่ต้องใส่ขีดเมื่อกดเสร็จระบบจะนำค่าไปใช้งานได้เลย

ขั้นตอนที่ 2

ทำการกดปุ่ม สวิตช์กดติดปล่อยดับ จากนั้นสังเกตไฟที่หลอด LED สีแดงติดจากนั้นกดปุ่มที่ keypad โดยเลือกโมทการใช้กดปุ่ม (B) เพื่อตั้งค่าความชื้นสัมพัทธ์โดยการกำหนดช่วงระยะความชื้นสัมพัทธ์เช่น (70% - 80%) โดยจะกดทีละสองหลัก โดยกดสองหลักหน้าและสองหลักหลัง(70:80) โดยไม่ต้องใส่ขีดเมื่อกดเสร็จระบบจะนำค่าไปใช้งานได้เลย

ขั้นตอนที่ 3

ทำการกดปุ่มที่ สวิตช์กดติดปล่อยดับ จากนั้นสังเกตไฟที่หลอด LED สีแดงติดจากนั้นกดปุ่มที่ keypad โดยเลือกโมทการใช้งาน C คือการตั้งค่าแสงสว่างเพื่อกดปุ่ม (C) เพื่อที่จะตั้งค่าการใช้งานแสงสว่างโดยการกำหนดช่วงระยะเวลาการใช้แสงสว่างเช่น (08.00-18.00)

โดยจะกดทีละสี่หลัก โดยจะกดสี่หลักหน้าและสี่หลักหลัง(08:0018:00) โดยไม่ต้องใส่ขีดหรือจุดเมื่อกดเสร็จระบบจะนำค่าไปใช้งานได้เลย

ขั้นตอนที่ 4

ถ้ากรอกข้อมูลผิดให้ทำการกดยกเลิกการใช้งานโดยกดที่ปุ่มดอกจันเพื่อยกเลิกการใช้งาน

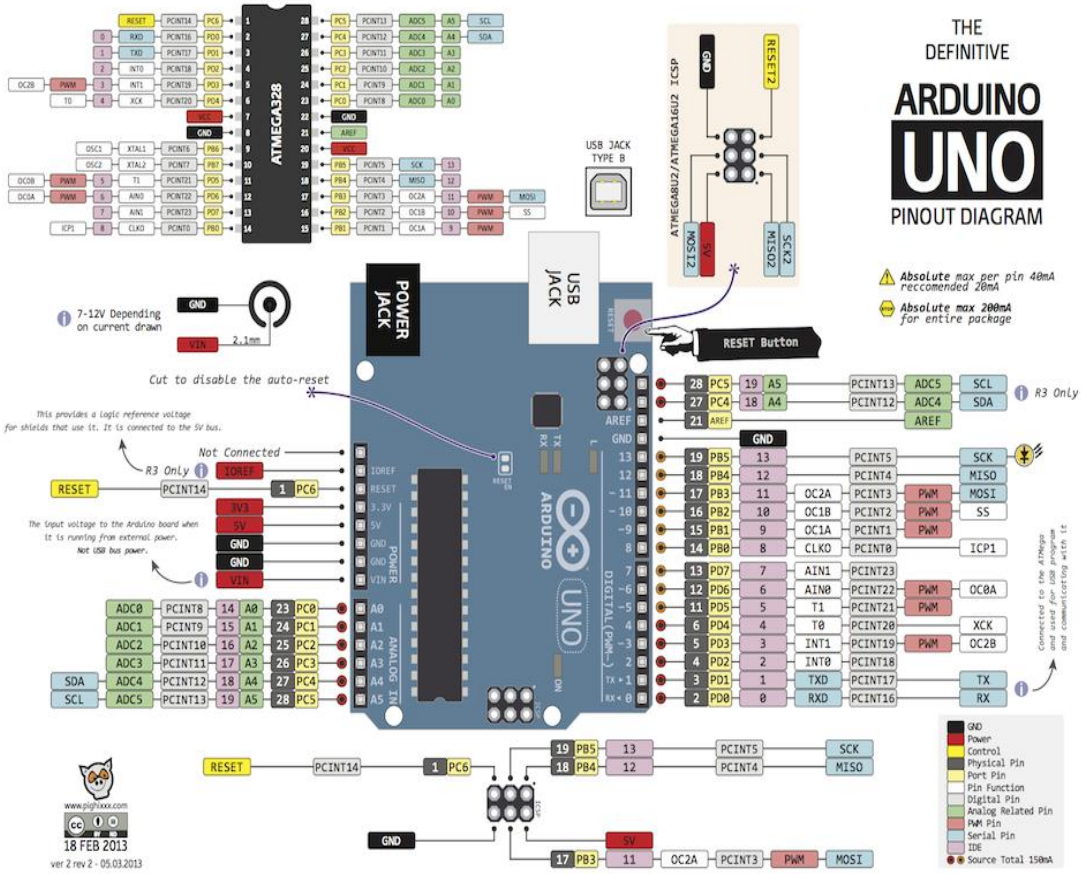
ถ้าไม่ได้กดตั้งค่าระบบจะไปนำเอาข้อมูลจากบอร์ดที่ตั้งค่าไว้มาใช้งานแทนโดยไม่ต้องตั้งค่าเองเพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน

ภาคผนวก ข.

วงจรของอุปกรณ์อิเล็กอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics)

วงจรของอุปกรณ์อิเล็กอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics)

1.วงจรการทำงานบอร์ด Arduino UNO R3



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะวงจรของบอร์ดArduino UNO R3

โปรแกรมแรกที่ผู้เริ่มต้นใช้งานบอร์ด Arduino เกือบทุกคนคือ "Arduino Blink” นอกจากจะเป็นตัวอย่าง แล้ว ยังเป็น Sketch ที่สำคัญในการตรวจสอบการทำงานของบอร์ดที่กำลังใช้งาน มันสามารถตรวจสอบให้รับทราบว่าบอร์ดยังทำงานปกติ หรือ เข้ากับ IDE ที่ว่ากำลังใช้อยู่รึเปล่า ถ้าแค่ Blink ยังไม่ผ่านคงมีอะไรไม่สารารถใช้งานได้หรือเสีย

บอร์ด Arduino UNO R3 มีคุณสมบัติและการใช้งาน

Microcontroller----------ATmega328

Operating Voltage----------5V

Input Voltage (recommended)-----7-12V

Input Voltage (limits)----------6-20V

Digital I/O Pins----------14 (of which 6 provide PWM output)

Analog Input Pins----------6

DC Current per I/O Pin----------40 mA

DC Current for 3.3V Pin----------50 mA

Flash Memory----------32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader

SRAM----------2 KB (ATmega328)

EEPROM----------1 KB (ATmega328)

Clock Speed----------16 MHz

2. บอร์ดรีเลย์ 2 ช่อง 5 โวลต์ 10A 250V สำหรับ arduino และ microcontroller

ควบคุมเปิด/ปิด รีเลย์ได้ 2 ช่อง ใช้ไฟเข้า 5 โวลต์ ส่งสัญญาณควบคุมแบบ Active Low ใช้ง่าย ถ้าต้องการ

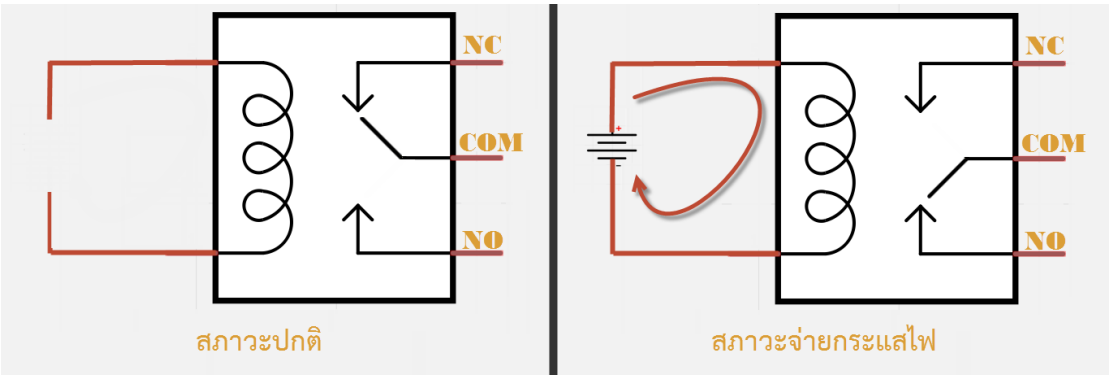
ให้รีเลย์ติดส่งสัญญาณ 0 ไป ถ้าต้องการให้ดับส่งสัญญาณ 1 ไป วงจรเป็นแบบ แยกกราวด์Output isolated Relay ปลอดภัยต่อวงจรไมโครคอนโทรเลอร์

การเชื่อมต่อมาตรฐานที่สามารถใช้ควบคุมได้โดยตรงจากไมโครคอนโทรนเลอร์ เช่น Arduino , 8051, AVR, PIC,DSP,ARM, ARM, MSP430, TTL logic)

- ใช้ไฟฟ้าที่ 5 โวลต์
- สามารถ 5 โวลต์จากบอร์ด arduino ที่มีขา 5 โวลต์ได้
- ใช้ควบคุมไฟฟ้าแรงสูงได้ที่ DC30V 10A , AC250V 10A

- มีไฟบอกสถานะการทำงานของรีเลย์ทุกตัว
- เชื่อมต่อด้วยขั้วสกรู ทำให้ติดตั้งได้ง่ายและสะดวก
- ใช้กระแสขับ relay แต่ละตัวที่ 15-20 mA
- การส่งสัญญาณควบคุมรีเลย์เป็นแบบ Active low
- วงจรขับรีเลย์เป็นแบบแยกกราวด์ Opto isolated Relay ปลอดภัยต่อวงจรไมโครคอนโทรเลอร์

3. ผังของบอร์ด Arduino UNO R3 เป็นดังรูป



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะวงจรรีเลย์

3.โมดูลนาฬิกา DS3231 module ความแม่นยำสูง RTC DS3231 AT24C32 IIC Module Precision Clock Module for Arduino

DS3231 module เป็นโมดูนาฬิกาแบบเวลาจริง RTC (Real Time Clock) ที่มีความถูกต้องแม่นยำสูง เพราะข้างในมีวงจรวัดอุณหภูมิ เพื่อนำอุณหภูมิจากสภาพแวดล้อมมาคำนวนชดเชยความถี่ของ Crystal ที่

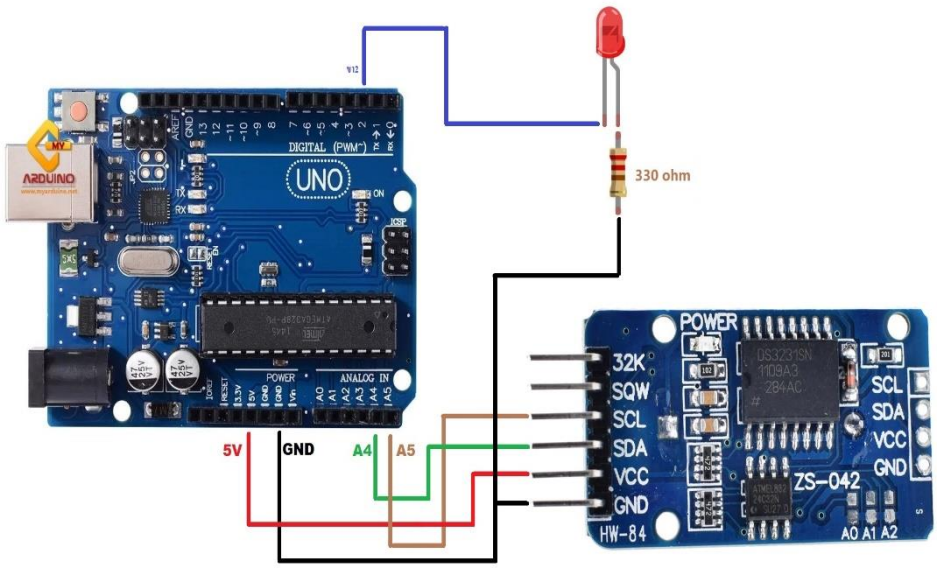
ถูกรบกวนจากอุณหภูมิภายนอก มาพร้อมแบตเตอร์รี่ ใช้งานได้แม้ไม่มีแหล่งจ่ายไฟจากภายนอก สามารถตั้ง

ค่า วัน เวลา ได้อย่างง่าย มีไลย์บารีมาพร้อมใช้งาน สามารถเลือกแสดงผลเวลาแบบ 24 ชั่วโมงหรือแบบ 12

ชั่วโมงก็ได้

นอกจากจะแสดงวันและเวลาได้อย่างแม่นยำแล้ว โมดูลนี้ยังสามารถ แสดงอุณหภูมิภายนอกได้เป็นเหมือน

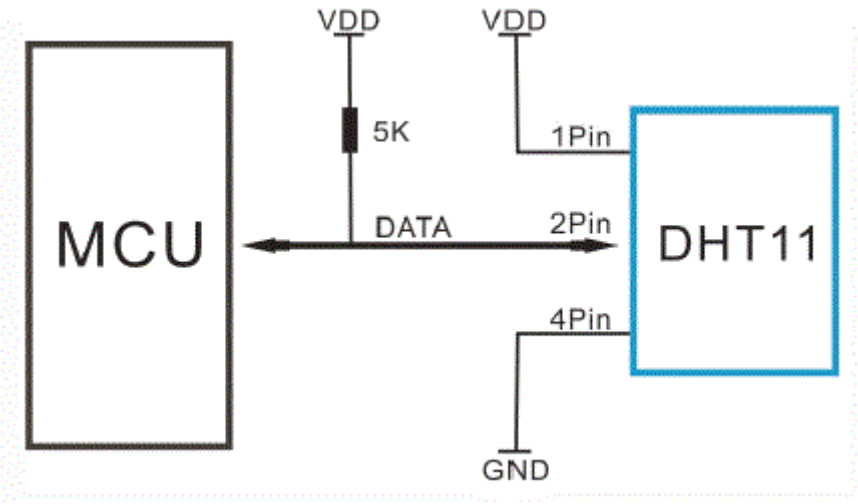
นาฬิกาดิจิตอลที่บอกอุณหภูมิได้ด้วย



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะการโมดูลนาฬิกาต่อเข้าบอร์ดArduino

4.โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT11 Temperature and Humidity Sensor Module)

เป็นโมดูลที่สามารถวัดอุณหภูมิและความชื้น

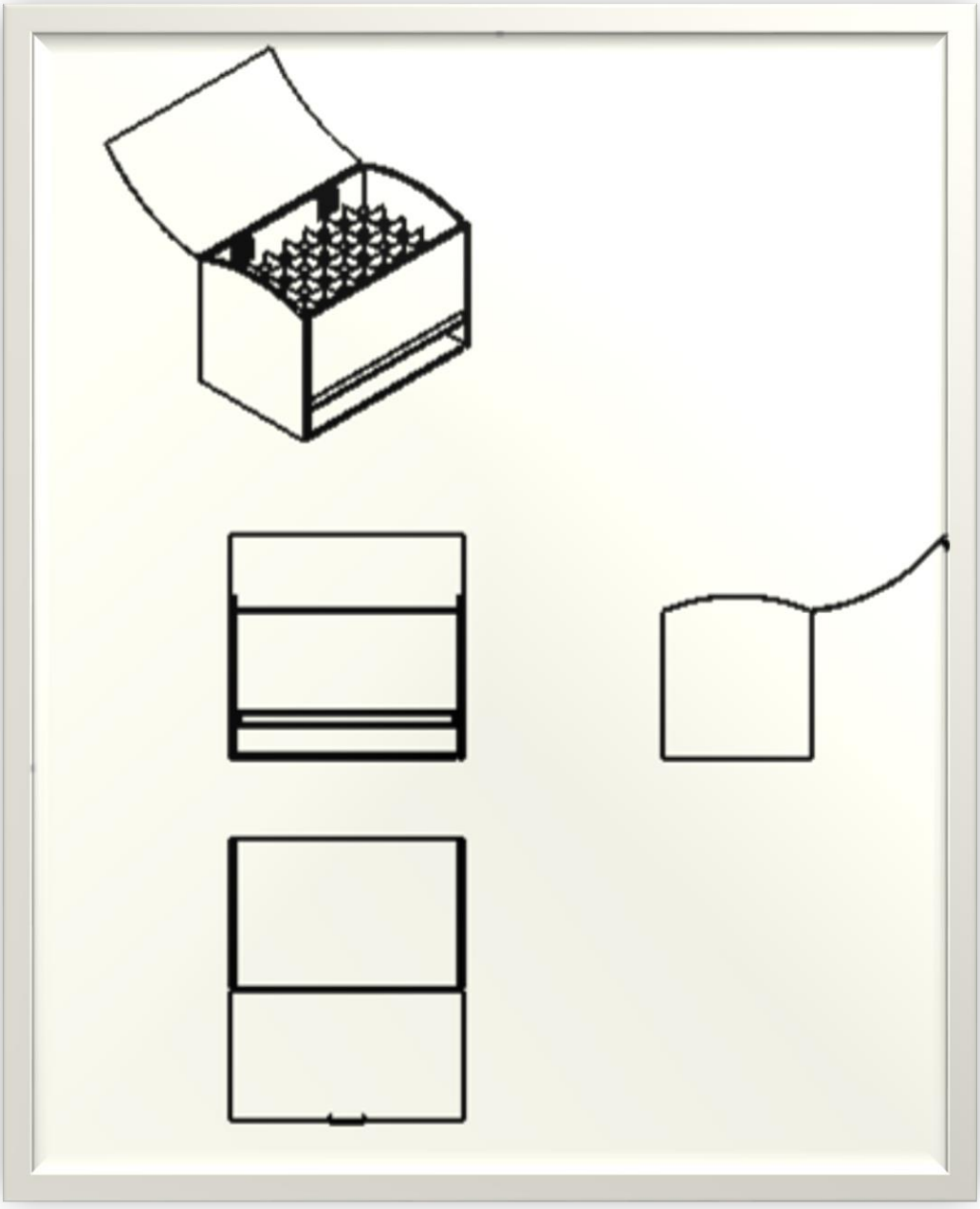


ภาพที่ 3 แสดงลักษณะวงจรเซ็นเซอร์

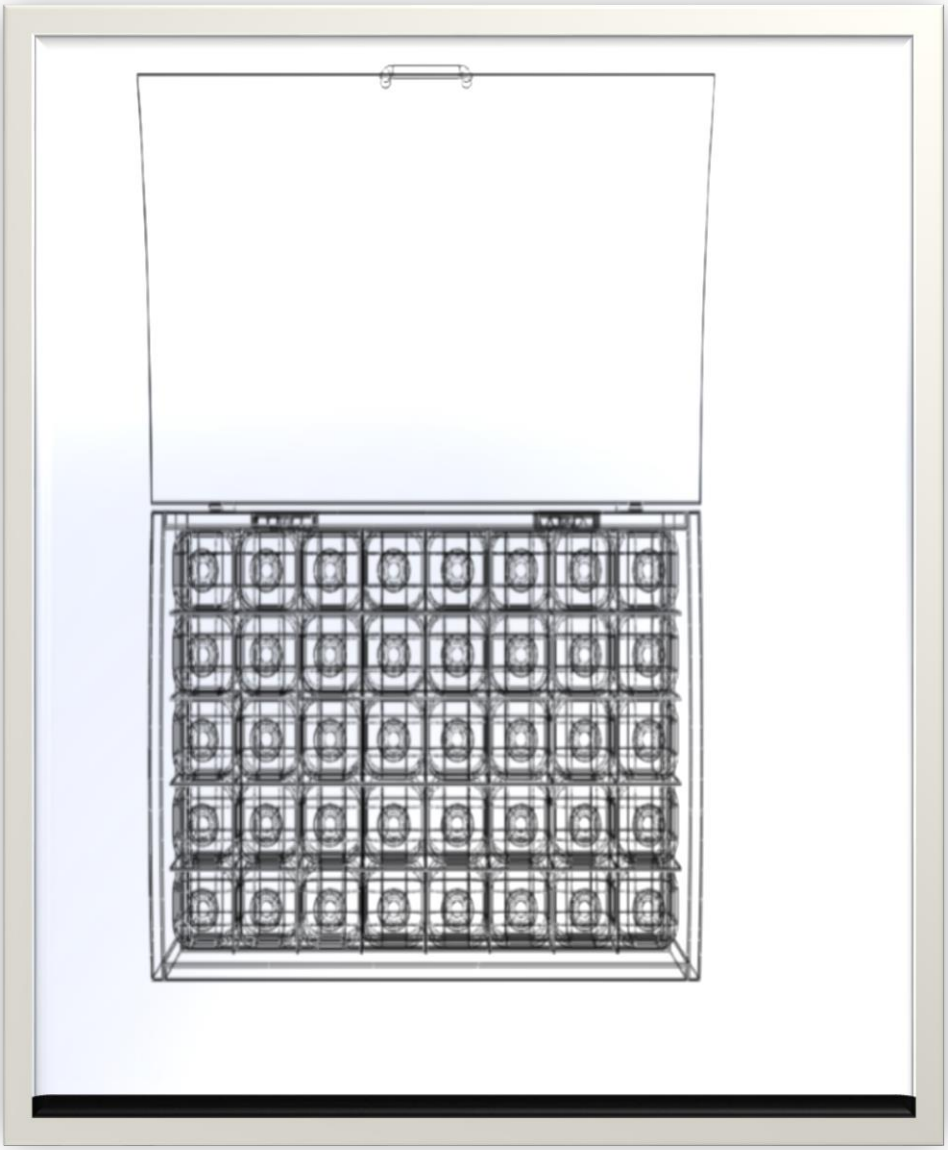
ผนวก ค.

รูปแบบแปลนตู้เพาะเห็ดกึ่งอัตโนมัติ

แปลนตู้เพาะเห็ดทั้ง 4 ด้าน



ด้านหน้าของตู้

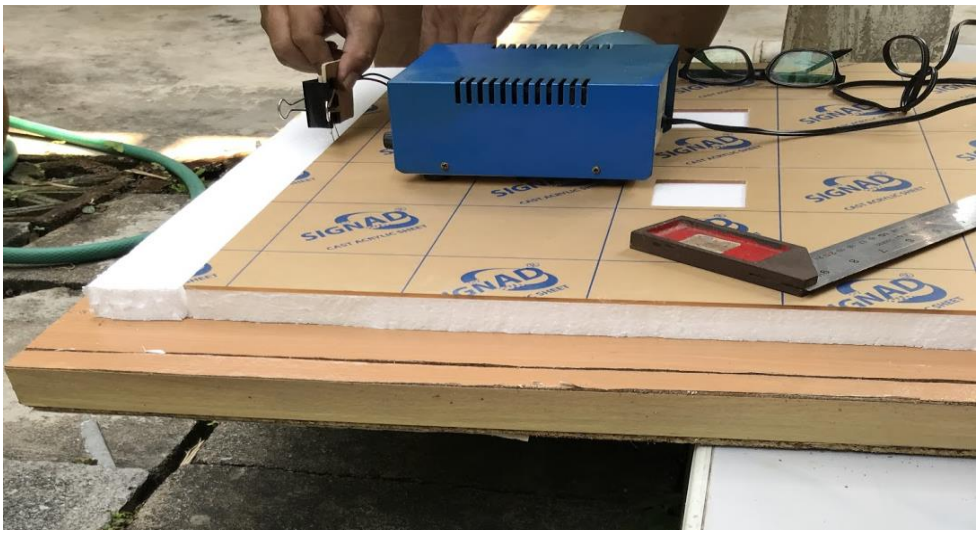


ภาพของตู้จริง

ทุกด้านของตู้เพาะปลูกเห็ด

SIGNAD

SIGNAD


SIGNAD