

ชุดควบคุมการให้แสงสว่างและน้ำสำหรับการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ในอาคารที่ร่วมใช้พลังงานแสงอาทิตย์

นายธนพงศ์พันธ์ ชูพงศ์

นายชัยณรงค์ คล้าสุข

นายอับดุลราเสบ ยะโกบ

สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ เป็นการนำเสนอชุดควบคุมการให้แสงสว่างและน้ำ สำหรับการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ ภายในอาคารที่มีแสงสว่างน้อย เพื่อทำการทดลองการเจริญเติบโตของผักไฮโดรโปนิคส์ที่ปลูกด้วยวิธีตามธรรมชาติกับผักไฮโดรโปนิคส์ที่ปลูกด้วยชุดทดลอง ซึ่งชุดทดลองที่กล่าวมานี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ ๆ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1.แปลงปลูกผัก 2.ชุดควบคุม(การประจุแบตเตอรี่จากแสงอาทิตย์, เวลา เปิด-ปิด บั๊มน้ำ, เวลา เปิด-ปิด หลอดไฟแอลอีดี) รูปแบบการทดลอง คือ ทำการจดบันทึกการเจริญเติบโตของผักที่ปลูกด้วยวิธีตามธรรมชาติ กับ ชุดทดลอง โดยที่เราจะใช้ชุดควบคุมที่สร้างขึ้นเป็นตัวควบคุมการทำงานของชุดทดลองให้ใกล้เคียงกับวิธีตามธรรมชาติ โดยการควบคุมการไหลของน้ำ และการให้แสง ผลการทดลองที่ได้จากการจดบันทึกจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า ผักที่ปลูกด้วยวิธีตามธรรมชาติมีการเจริญเติบโตกว่าผักที่ปลูกด้วยชุดทดลองเนื่องจากแสงสว่างจากหลอดไฟ แอลอีดี ที่ไม่เพียงพอกับการเจริญเติบโตของผัก ดูได้จากค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของผัก 1.จำนวน กิ่ง 2.จำนวนใบ 3.ความสูง และ 4.ขนาดของใบ

1. บทนำ

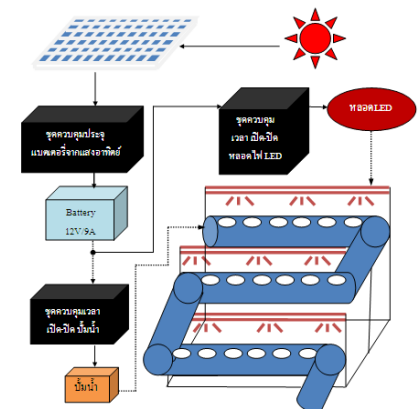
การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินนับเป็นวิธีการใหม่ในการปลูกพืชโดยเฉพาะพืชที่ใช้เป็นอาหาร เนื่องจากประหยัดพื้นที่และไม่ปนเปื้อนกับสารเคมีต่างๆในดินทำให้ได้พืชผักที่สะอาดเป็นอาหารในดินทำให้ได้พืชผักที่สะอาดเป็นอาหาร ในปัจจุบันมีความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษมากขึ้น แต่เนื่องด้วยผักปลอดสารพิษมีราคาสูง ทางกลุ่มผู้วิจัยจึงได้คิดค้นการจัดทำชุดควบคุมการให้แสงสว่างและน้ำสำหรับการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ แทนการปลูกโดยวิธีธรรมชาติ ยนต์ในประเทศแล้วยังถือว่าอยู่ในปริมาณที่น้อยมาก

2. โครงสร้างของระบบ

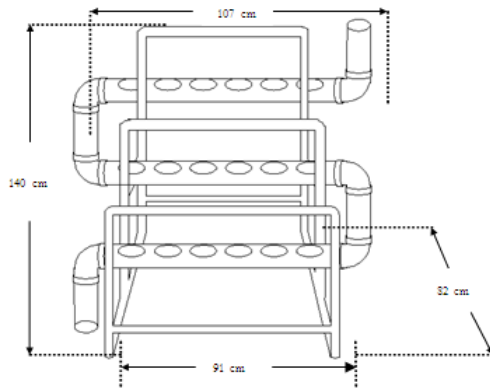
การออกแบบและขั้นตอนการดำเนินงานระบบควบคุมสำหรับการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ใน

ที่ร่วมโดยใช้แสงจากแอลอีดี ได้ดำเนินการวิจัย แบ่งเป็น 2 ข้อ คือ

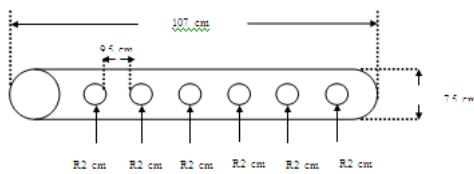
1. การออกแบบชุดควบคุมการประจุแบตเตอรี่ การให้แสงและบั๊มน้ำ
2. การทดลองเปรียบเทียบการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ตามวิธีธรรมชาติกับการให้แสงจากหลอด แอล อี ดี



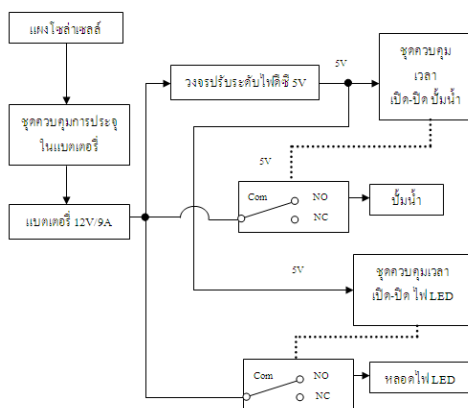
รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างชุดควบคุมการให้แสงสว่างและน้ำที่ใช้สำหรับการปลูกผัก



รูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างแปลงปลุกผัก



รูปที่ 2.3 แสดงขนาดของรางปลุกผัก



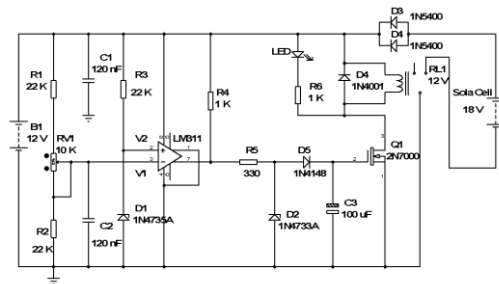
รูปที่ 2.4 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ

เมื่อมีแสงแดด โซลาร์เซลล์จะผลิตพลังงานไฟฟ้าส่งไปให้วงจรชาร์จเพื่อทำการชาร์จแบตเตอรี่ 12 โวลต์ 9 แอมป์ ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานทั้งหมดที่ใช้จ่ายไฟให้ชุดทดลอง แต่เนื่องจากบางช่วงเวลาที่ไม่มีแสงแดดแบตเตอรี่จะไม่มีการชาร์จทำให้แรงดันในแบตเตอรี่ลดลงทำให้ไม่พอที่จะส่งไปเลี้ยงวงจรและอุปกรณ์ต่างๆ จึงได้สร้างวงจรปรับระดับโวลติจี้ ปรับจาก 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์ วงจรก็ยังสามารถทำงานได้ปกติแต่จะไม่เพียงพอไปสั่งให้ ปั๊มน้ำและหลอดไฟแอลอีดี ทำงานต้องอาศัย

อุปกรณ์ตัดต่อไฟรีเลย์ 12 โวลต์ ที่ต่อไฟตรงมาจากแบตเตอรี่ รีเลย์ จะทำงานตามคำสั่งของชุดควบคุมเวลา เปิด-ปิด ทั้งปั๊มน้ำและหลอดไฟแอลอีดี

2.1 วงจรประจุแบตเตอรี่จากแสงอาทิตย์

วงจรประจุแบตเตอรี่จากแสงอาทิตย์เพื่อเก็บพลังงานไว้ใช้ในชุดควบคุมโดยมีเงื่อนไขในการออกแบบว่าเมื่อแบตเตอรี่ถูกประจุจนเต็มแล้ววงจรจะต้องตัดการทำงานและทำงานเมื่อแบตเตอรี่มีแรงดันต่ำกว่าที่กำหนด



รูปที่ 2.5 วงจรประจุแบตเตอรี่จากแสงอาทิตย์

การทำงานของวงจร ไอซีออปแอมป์ เบอร์ LM311 ซึ่งนำมาต่อเป็นวงจรเปรียบเทียบแรงดันแรงไฟที่ขา 2 จะได้จาก R3 และถูกรักษาระดับให้คงที่ 6 โวลต์ ด้วยซีเนอร์ไดโอด D1 เพื่อเป็นแรงไฟอ้างอิง ส่วนแรงไฟที่ขา 3 จะได้จากการแบ่งแรงดันไฟฟ้า ประกอบด้วย R1 VR1 และ R2 เมื่อแรงดันไฟฟ้าที่แบตเตอรี่เต็ม จะปรับ VR1 ให้แรงไฟที่ขา 3 สูงกว่าแรงไฟที่ขา 2 ทำให้เอาพุตที่ขา 7 ของไอซีมีค่าต่ำลงเกือบเป็น "0" มอสเฟต Q1 จะไม่ทำงาน แต่เมื่อแรงดันไฟฟ้าที่แบตเตอรี่ลดลงแรงดันไฟฟ้าที่ขา 3 ก็จะลดลงต่ำกว่าขา 2 Output ที่ขา 7 ก็จะเป็นบวกป้อนไปที่ขาเกต ของมอสเฟต Q1 ก็จะทำงานรีเลย์ (RL1) ก็จะทำงาน คอนแทกเตอร์ทำหน้าที่เป็นสะพานไฟฟ้าไปต่อประจุเข้าแบตเตอรี่จนกระทั่งเต็มแรงไฟที่ขา 3 ก็จะสูงกว่าแรงไฟที่ขา 2 อีกครั้งหนึ่งวงจรจะตัดไฟฟ้าที่ชาร์จแบตเตอรี่ออกทันที

เมื่อ $V2 < V1$; $V_o = 1$

$V2 > V1$; $V_o = 0$

จากสูตร

$$V_{ref} = I = \frac{12V}{400\Omega}$$

∴ คำนวณแรงดันที่ขาอ้างอิง V1 หรือ Vref ในกรณีที่ปรับ R ปรับค่า ประมาณ 50 %

$$R = \frac{10k\Omega}{2}$$

$$R = 5k\Omega$$

ต้องการหาแรงดันขาอ้างอิง (Vref)

$$V_{ref} = I = \frac{12V}{400\Omega}$$

แทนค่า

$$V_{ref} = I = \frac{12V}{400\Omega}$$

$$V_{ref} = I = \frac{12V}{400\Omega}$$

$$V_{ref} = 9.83 V$$

สูตรคำนวณกระแสที่ผ่านรีเลย์

จากกฎของโอห์ม

$$V = I \times R$$

V = แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับรีเลย์

R = ความต้านทานภายในขดลวดของรีเลย์

I = กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับรีเลย์

ต้องการหาค่ากระแส (I)

$$I = I = \frac{V}{R}$$

แทนค่า

$$I = \frac{12V}{720\Omega} I = \frac{12V}{400\Omega}$$

$$I = 16mA$$

คำนวณภาคขั้วรีเลย์ด้วยมอสเฟต

จากสูตร

$$I_D = I_{DSS} \times \left[1 - \frac{V_{GS}}{V_p}\right]^2$$

I_{DSS} = กระแสเปรียบเทียบขา Drain-Source

V_{GS} = แรงดันเปรียบเทียบที่ขา Gate-Source

V_p = ช่วงกระแสต่ำสุดที่ MOSFET ไม่ทำงาน

แทนค่า

$$I_D = 30mA \times \left[1 - \frac{4V}{2V}\right]^2$$

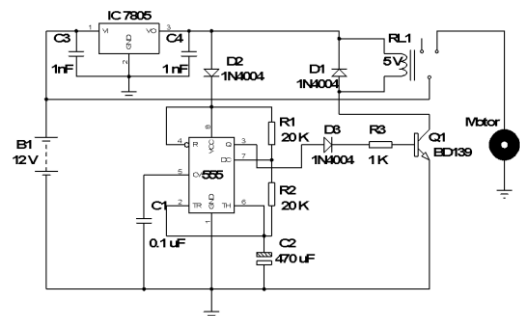
$$I_D = 30mA \times [1 - 2]^2$$

$$I_D = 30mA \times 1$$

$$I_D = 30mA$$

2.2 วงจรควบคุมเวลา เปิด-ปิด ป้มน้ำ

การออกแบบวงจรนี้เพื่อจุดประสงค์ที่จะใช้ควบคุมการทำงานของปั้มน้ำด้วยวงจรสร้างสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมด้วยไอซีเบอร์ 555 โดยมีเงื่อนไขในการออกแบบให้มีค่าคาบเวลา $T1 \leq 3$ นาที และ $T2 \leq 3$ นาทีโดยการต่อใช้งานวงจรแบบอะอสเตเบิลมัลติไวเบอร์



รูปที่ 2.6 วงจรควบคุมเวลา เปิด-ปิด ป้มน้ำ

การทำงานของวงจร ใช้หลักการเก็บประจุและคายประจุของคาปาซิเตอร์ C2 โดยการเก็บประจุผ่าน R1 R2 และจะคายประจุผ่าน R2 และ Tr ภายในลงกราวด์ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้วงจรคาปาซิเตอร์ C2 จะทำการเก็บประจุจากแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าผ่าน R1 R2 คาปาซิเตอร์จะทำการเก็บประจุจนมีแรงดันคร่อมประมาณ $2V_{cc}/3$ ทำให้มีแรงดันเอาพุตออกมาส่งไปทำให้อทรานซิสเตอร์ Q1ทำงาน จะมีกระแสไหลผ่านขดลวดรีเลย์ RL1 ก็จะทำงาน ส่งกระแสและแรงดันไปควบคุมปั้มน้ำให้ทำงานตามเวลาที่ได้คำนวณไว้ให้ปั้มน้ำทำงานเป็นเวลาประมาณ 3 นาทีเมื่อครบแล้วคาปาซิเตอร์ C2 จะทำการคายประจุ

ผ่าน R2 และ Tr ลงกราวด์ เมื่อคาปาซิเตอร์ C2 มีแรงดันตกคร่อมต่ำกว่า $2V_{cc}/3$ ก็จะทำให้ เอาพุทต์ออกมาเป็น “0” บั๊มน้ำจะหยุดทำงาน

การคำนวณเวลา

เวลาเก็บประจุ T1

T1 = เวลาเก็บประจุหน่วยเป็นวินาที

R = ค่าความต้านทาน

C = ค่าตัวเก็บประจุ

$$T1 = 0.7 \times (R1 + R2) \times C$$

$$T1 = 0.7 \times (20k\Omega + 510k\Omega) \times 470\mu F$$

$$T1 = 174.37 \text{ วินาที} = 2.9 \text{ นาที}$$

เวลาคายประจุ T2

T2 = เวลาคายประจุหน่วยเป็นวินาที

R = ค่าความต้านทาน

C = ค่าตัวเก็บประจุ

$$T2 = 0.7 \times (R2) \times C$$

$$T2 = 0.7 \times (510k\Omega) \times 470\mu F$$

$$T2 = 167.79 \text{ วินาที} = 2.7 \text{ นาที}$$

เวลารวมการเก็บและคายประจุ

T = เวลาเก็บประจุหน่วยเป็นวินาที

R = ค่าความต้านทาน

C = ค่าตัวเก็บประจุ

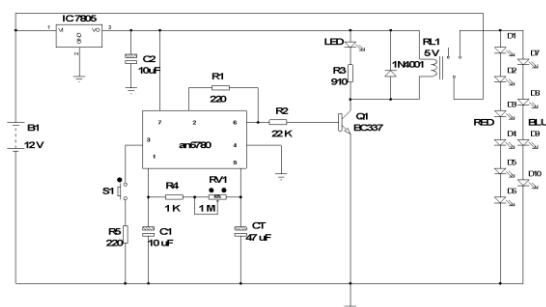
$$T = 0.7 \times (R1 + 2R2) \times C$$

$$T = 0.7 \times (20k\Omega + (2 \times 510k\Omega)) \times 470\mu F$$

$$T = 342.16 \text{ se} = 5.7 \text{ นาที}$$

2.3 วงจรควบคุมเวลา เปิด-ปิด หลอดไฟ LED

การออกแบบวงจรนี้เพื่อจุดประสงค์ที่จะใช้ควบคุมการทำงานการให้แสงของหลอดไฟแอลอีดี ด้วยการสร้างสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมด้วย ไอซีเบอร์ AN6780 โดยมีเงื่อนไขการออกแบบให้มีคาบเวลา T1 = 12 ชั่วโมง และ T2 = 12 ชั่วโมงและจะต้องวนลูปรการทำงานตลอดจนกว่าจะมีการรีเซ็ตค่าหรือเคลียค่าในวงจร



รูปที่ 2.7 วงจรควบคุมเวลา เปิด-ปิด หลอดไฟ LED

การทำงานของวงจรนี้ใช้ไอซี AN6780 ซึ่งเป็นไอซีที่ถูกออกแบบมาเพื่อหน้าที่นี้โดยเฉพาะ ไอซี เบอร์ AN6780 นี้คือวงจรฟลิปฟลอปที่อยู่ภายในถึง 15 ภาคทำหน้าที่เป็นตัวหารความถี่จากสัญญาณคล็อกกลอง 32,768 เท่าเวลาในการทำงานสามารถกำหนดโดยค่าของ R และ CT โดยสามารถคำนวณได้จาก $T = 11 \times R \times CT$ เมื่อเอาพุทต์ออกที่ขา 6 จะเป็นบวกป้อนให้กับขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q1 ทำงาน รีเลย์ก็ทำงานเพื่อต่อหรือตัดไฟให้กับโหลดได้ตามต้องการ

สูตรการคำนวณเวลา

จากสูตร

$$T = 11 \times R \times Ct$$

T = เวลาที่ต้องการหน่วยเป็นวินาที

R = ค่าความต้านทาน R4 + VR1

Ct = ค่าคาปาซิเตอร์

แทนค่า

$$T = 11 \times (R + VR1) \times Ct$$

$$T = 11 \times (1k\Omega + 82.5k\Omega) \times 47\mu F$$

$$T = 43.1695 \text{ sec}$$

∴ เวลาที่คำนวณได้ คือ สัญญาณเพียง 1 รูปคลื่น หากหากจะรู้ว่าต้องใช้กี่รูปคลื่นถึงจะวนครบตามเวลาที่เรากำลังต้องการให้นำเวลาที่ต้องการมาแปลงให้มีหน่วยเป็น วินาที(s) แล้วนำไปหารกับคำตอบที่ได้จากสูตรคำนวณด้านบน

ตัวอย่าง

ต้องการตั้งเวลา 12 ชั่วโมง

1 นาที = 60 วินาที

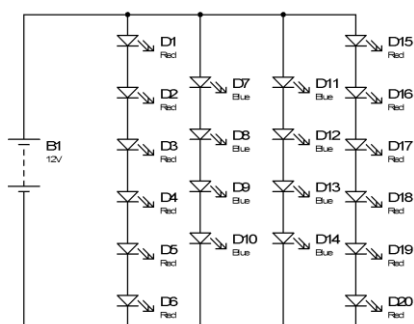
60 นาที = 60 x 60 = 3600 วินาที

$$\frac{12 \times 3600 \text{ sec}}{43.1695 \text{ sec}} = \frac{43,200 \text{ sec}}{43.1695 \text{ sec}}$$

$$= 1000.7 \text{ รอบ}$$

2.4 วงจรแสงสว่างจากหลอดไฟ LED

วงจรแสงสว่างจากหลอดไฟแอลอีดี มีจุดประสงค์ในการออกแบบเพื่อใช้แทนแสงอาทิตย์ที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสงโดยมีเงื่อนไขว่าต้องไม่ให้กระแสไปเลี้ยงหลอดไฟแอลอีดี มากเกินไป เพราะจะทำให้หลอดขาด



รูปที่ 2.8 วงจรหลอดไฟ LED

การทำงานเมื่อเราไปอัดตรงให้กับหลอดไฟแอลอีดี ตัวนำแอนโนจะไปดันขั้วประจุบวก และตัวนำแคโทดไปดันขั้วประจุลบให้มาชนกัน เมื่อประจุบวกและประจุลบมาชนกันที่รอยต่อของสารกึ่งตัวนำทั้งสองชนิด ก็จะจับตัวกันและคายพลังงานออกมาในรูปของแสงสว่าง

คำนวณหาแรงดันตกคร่อม

∴ จากทฤษฎีกำหนดให้แรงดันตกคร่อมหลอดไฟแอลอีดีสีน้ำเงิน $V_D = 2V$ กระแสผ่านแต่ละหลอดประมาณ 10mA

$$B1 = V_{D1} + V_{D2} + V_{D3} + V_{D4} + V_{D5} + V_{D6}$$

$$12V = 6[2V]$$

$$12V = 12V$$

∴ จากทฤษฎีกำหนดให้แรงดันตกคร่อมหลอดไฟแอลอีดีสีน้ำเงิน $V_D = 3V$ กระแสผ่านแต่ละหลอดประมาณ 13mA

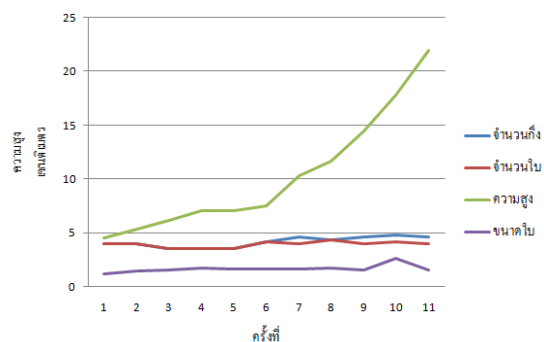
$$B1 = V_{D7} + V_{D8} + V_{D9} + V_{D10}$$

$$12V = 4[3]$$

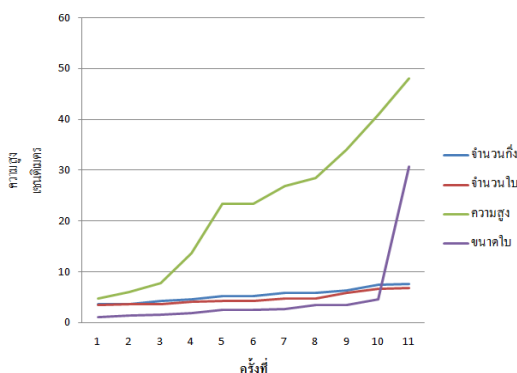
$$12V = 12V$$

3. ผลการทดลอง

ในการทดลองการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ ในอาคารที่ร่มโดยให้แสงจากหลอด แอลอีดี ใช้พลังงานจากอาทิตย์ซึ่งการทดลองดังกล่าวจะต้องศึกษาเปรียบเทียบการปลูกผักจากเครื่องมือให้แสงจากหลอดแอลอีดีใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ กับการปลูกในพื้นที่โล่งรับแสงจากธรรมชาติ เพื่อสังเกตการณ์เจริญเติบโตของพืช



รูปที่ 3.1 แสดงกราฟการเจริญเติบโตของผักใน อาคารที่ร่ม



รูปที่ 3.2 แสดงกราฟการเจริญเติบโตของผักที่ปลูกด้วยแสงอาทิตย์

4. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า การปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ในอาคารที่ร่ม เจริญเติบโตได้น้อยกว่า การปลูกผักไฮโดรโปนิคส์โดยใช้แสงธรรมชาติ ซึ่ง สาเหตุการปลูกในอาคารที่ร่ม เจริญเติบโตได้น้อยกว่า เพราะ แสงสว่างหลอดไฟ แอลอีดี ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของผักไฮโดรโปนิคส์ จะเห็นได้จากการแสดงกราฟแสดงผล รูปที่ 3.1 และ รูปที่ 3.2

4.1 สรุปผลการดำเนินการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ชุดควบคุมการให้แสงสว่างและน้ำสำหรับการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ในอาคารที่ร่มใช้พลังงานแสงอาทิตย์

1. สามารถให้ควบคุมการให้แสงสว่างจากหลอดแอลอีดี สีแดงและสีน้ำเงิน โดยใช้ พลังงานไฟฟ้าที่ได้มาจากแสงอาทิตย์ได้
2. ชุดควบคุมการเปิดปิดแผงหลอดไฟฟ้า แอลอีดี สามารถควบคุมการเปิดได้ภายในเวลา 12 ชั่วโมง และ ปิดภายในเวลา 12 ชั่วโมง
3. ชุดควบคุมปั้มน้ำหมุนเวียนสามารถควบคุมให้ทำการสูบน้ำภายในระยะเวลา 3 นาที และหยุดการสูบน้ำในระยะเวลา 3 นาที

4.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. ช่วงที่ทำการทดลองอยู่ในช่วงฤดูฝนทำให้แสงอาทิตย์ค่อนข้างน้อยแบตเตอรี่ทำให้การเก็บพลังงานของแบตเตอรี่ไม่เพียงพอที่จะใช้ในระบบ
2. จากปัญหาที่ 1 ทำให้วงจรภายในชุดควบคุมทั้งหมดที่ใช้ไฟเลี้ยง 12 โวลต์เกิดปัญหาการทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพเนื่องจากแรงดันในแบตเตอรี่มีไม่ถึง 12 โวลต์
3. แสงสว่างแอลอีดีไม่เพียงพอ
4. วงจรตั้งเวลาแอลอีดีมีการคลาดเคลื่อนไม่ตรงตามที่กำหนด

5. ข้อเสนอแนะ

1. เพิ่มขนาดแบตเตอรี่เพื่อให้เก็บพลังงานได้มากขึ้นในช่วงที่มีแสงแดด
2. วงจรแปลงไฟเลี้ยงวงจรให้น้อยลงแต่ต้องเพียงพอที่จะไปเลี้ยงไอซี
3. แสงสว่างไม่เพียงพอเนื่องจากกระแสที่แอลอีดีน้อยไปเพราะจำนวนแอลอีดีแต่ละแถวมากเกินไป
4. ปรับปรุงวงจรตั้งเวลา

5.1 แนวทางการพัฒนา

1. พัฒนาความสว่างแสงจากแอลอีดีให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช
2. พัฒนาชุดตั้งเวลาให้มีความเที่ยงตรงและแม่นยำ