

การออกแบบและการสร้างระบบหลังคาเลื่อนอัตโนมัติ ด้วยแพลตฟอร์มไอโอที

Design and Implementation of Automatic Sliding Roof system using IoT Platform

ณัฐพงศ์ แพน้อย พงศ์ศิริ ชัมเจริญ และ พัชรพล ภาวศรี

สาขาวิศวกรรมระบบวัดคุมและแมคคาทรอนิกส์ สถาบันวิศวกรรมมหานคร

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพฯ 10530

Email: nattapong@mut.ac.th

Manuscript Received June 11, 2023

Revised June 19, 2023

Accepted June 20, 2023

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอการออกแบบและการสร้างต้นแบบระบบหลังคาเลื่อนอัตโนมัติเพื่ออำนวยความสะดวกในการเปิด - ปิดหลังคาผ่านไอโอทีด้วยแพลตฟอร์ม IoT โดยใช้โหนดเอ็มซียู อีเอสพี8266 เป็นระบบควบคุมการทำงานของมอเตอร์ ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ ส่วนการออกแบบเซ็นเซอร์ตรวจจับแสงและเซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝนสำหรับการเปิด - ปิดหลังคาอัตโนมัติ โดยการทำงานของระบบเป็นการทำงานแบบอัตโนมัติ 2 โหมด ได้แก่ โหมดที่ 1 ระบบจะทำการปิดหลังคาในเวลากลางวันและเปิดหลังคาในเวลากลางคืน โหมดที่ 2 ระบบจะทำการเปิด-ปิดหลังคาอัตโนมัติตามการตรวจจับของเซ็นเซอร์น้ำฝน โดยความเร็วการหมุนของมอเตอร์ขึ้นอยู่กับค่าน้ำฝนที่เซ็นเซอร์ตรวจจับได้ จากผลการทดลองพบว่า หลังคาจะเปิดเมื่อเซ็นเซอร์ตรวจจับแสงทำงานเมื่อค่าความสว่างน้อยกว่า 100 ลักซ์และหลังคาจะปิดเมื่อค่าความสว่างมากกว่า 100 ลักซ์

คำสำคัญ: ระบบหลังคาเลื่อน ระบบไอโอที โหนดเอ็มซียู

ABSTRACT

This paper presents the design and prototype of an automatic sliding roof system to facilitate the opening and closing of the roof with an IoT platform using the NodeMCU ESP8266. The design of the photo sensor and the rain sensor is described for an automatic sliding roof system. The operation of the system consists of 2 modes as mode 1: the system closes the roof during the day and opens the roof at night; mode 2: the system automatically opens and closes the roof according to the detection of the rain sensor. The rotational speed of the motor depends on the rainwater value that the sensor detects. From the experimental results, it was found that the roof can open when the light sensor is activated and when the illuminance is less than 100 lux. The roof will be closed when the illuminance is greater than 100 lux.

Keywords: Automatic sliding system, IoT system, NodeMCU

1. บทนำ

ระบบหลังคาเลื่อนอัตโนมัติ (automatic sliding roof system) มีความจำเป็นกับการใช้งานหลากหลายทั้งในที่พักอาศัย ร้านค้า และทางการเกษตร ได้แก่ การจัดวางสินค้าและทำงานกลางแจ้ง ศูนย์กีฬากลางแจ้ง ซึ่งหลังคาเลื่อนอัตโนมัติมีความสะดวกในการเปิด-ปิดอัตโนมัติเมื่อมีฝนตก ทำให้สามารถดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างปลอดภัย

บทความ [1] ได้นำเสนอระบบหลังคาเลื่อนอัตโนมัติสำหรับสนามกีฬาขนาดใหญ่เพื่อป้องกันลม ฝนและหิมะ ระบบการตรวจสอบสภาพอากาศ รวมถึงระบบควบคุมเซ็นเซอร์ เครื่องวัดความลาดเอียง เซ็นเซอร์การโค้งตัว และสถานีตรวจอากาศซึ่งสามารถถ่ายโอนผลการตรวจสอบไปยังศูนย์ดูแลสถานการณ์ ซึ่งจะเพิ่มระดับความปลอดภัยและลดความเสี่ยงในกรณีฉุกเฉินที่มีการวินิจฉัยและตรวจพบความผิดปกติ สำหรับบทความ [2] นำเสนอการตรวจสอบประสิทธิภาพการต้านทานแรงลมของระบบหลังคาแบบล้อคตะเข็บแนวตั้ง 360° เสริมด้วยส่วนรองรับแบบเลื่อนและแผงแซนวิช ซึ่งช่วยปกป้องการทำงานในขณะที่หิมะตกลงสู่บริเวณที่เครื่องจักรและผู้คนกำลังทำงาน

จากสภาพอากาศที่มีการกระจายตัวของหิมะที่ไม่สม่ำเสมอและหิมะที่เลื่อนลงมาจากขอบหลังคาทำให้หลังคาเกิดการทรุดตัวบ่อยครั้ง ซึ่งคุกคามชีวิตและทรัพย์สินของผู้คน บทความที่ [3] นำเสนอการใช้โครงสร้างหลังคาอัตโนมัติที่มีระบบละลายหิมะอัตโนมัติ เพื่อป้องกันการพังทลายของโครงสร้างหลักและความแข็งแรงของหลังคา

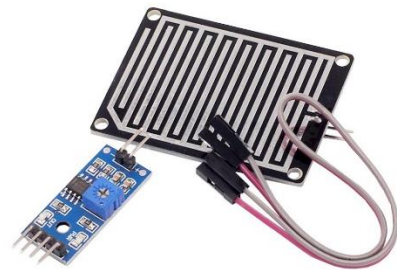
จากการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีทำให้มีการประดิษฐ์อุปกรณ์ต่าง ๆ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการสร้างนวัตกรรมการใช้ทำงานในชีวิตประจำวันเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ตัวอย่างเช่น การออกแบบหุ่นยนต์ต้นแบบสำหรับหยอดเมล็ดพืช [4] การออกแบบพัฒนาหุ่นยนต์คัดแยกขนาดไข่ [5] โดยการศึกษาการใช้งานบอร์ดอาดูโน การเขียนโปรแกรม เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาการแปลงสัญญาณแอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล การออกแบบลายวงจร การทำงานของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์และการทำงานของมอเตอร์

วัตถุประสงค์ของบทความนี้ คือการนำเสนอการสร้างต้นแบบระบบหลังคาเลื่อนอัตโนมัติขนาดเล็กเพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ ประกอบด้วยการออกแบบการใช้งานเซ็นเซอร์ ระบบควบคุมการทำงาน ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยการใช้โหนดเอ็มซียู (NodeMCU) ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มไอโอทีที่ประกอบไปด้วยชุดบอร์ดพัฒนา (Development Kit) และเฟิร์มแวร์ (Firmware) ที่เป็น open source พร้อมกับโมดูล WiFi (ESP8266) และนำมาใช้ในควบคุมการเปิด - ปิดของหลังคาผ่านสมาร์ตโฟน ซึ่งการนำมาประยุกต์ใช้งานเพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้งานและสามารถที่นำหลักการทำงานไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมได้

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝน

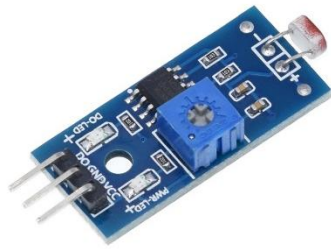
เซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝนจะใช้หลักการทำกระแสไฟฟ้าเมื่อมีน้ำหยดลงบนแผ่นวงจรที่ใช้ตรวจจับ ดังแสดงในรูปที่ 1 จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านน้ำ แล้วเข้าไปในวงจรเปรียบเทียบกับแรงดันเพื่อให้สัญญาณออกมาเป็นแบบดิจิทัล เมื่อตรวจจับน้ำฝนได้ จะให้สัญญาณออกมาเป็น 'HIGH' และเมื่อแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลจะมีค่าในช่วง 0 - 1023



รูปที่ 1 เซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝน

2.2 เซ็นเซอร์ตรวจจับแสง

เซ็นเซอร์ตรวจจับแสง (Light Dependent Resistor: LDR) ดังแสดงในรูปที่ 2 เป็นความต้านทานชนิดที่ไวต่อแสง กล่าวคือ ความต้านทานนี้สามารถเปลี่ยนสภาพทางความนำไฟฟ้า ได้เมื่อมีแสงมาตกกระทบ



รูปที่ 2 เซ็นเซอร์ตรวจจับแสง

2.3 การวัดปริมาณน้ำฝน

เครื่องวัดปริมาณน้ำฝน (Rain Gauge หรือ Udometer) ดังแสดงในรูปที่ 3 เป็นอุปกรณ์ที่นักอุตุนิยมวิทยาและนักอุทกวิทยาใช้ งานเพื่อจัดเก็บและวัดปริมาณของน้ำฝนในช่วงระยะเวลานั้น ๆ ในพื้นที่ที่ต้องการสำรวจปริมาณน้ำฝน แล้วจึงนำข้อมูลที่วัดได้มาวิเคราะห์ เพื่อใช้ในการพยากรณ์ว่า จะมีปริมาณน้ำฝนมากหรือน้อย ซึ่งเครื่องวัดค่าปริมาณน้ำฝนมีทั้งแบบ อนาล็อก และดิจิตอล หน่วยของการวัดปริมาณน้ำฝนส่วนใหญ่แล้วใช้หน่วยในการเรียกเป็น มิลลิเมตร และหน่วยเป็นนิ้ว ขึ้นอยู่กับแต่ละประเทศ แต่ในประเทศไทยเราใช้หน่วยวัดเป็น มิลลิเมตร



รูปที่ 3 เครื่องวัดปริมาณน้ำฝน มาตรฐาน National Oceanic and Atmospheric Administration [7]

ปริมาณน้ำฝนที่วัดได้สำหรับประเทศไทย จะใช้หน่วยวัดเป็น มิลลิเมตร กำหนดดังนี้ [6]

- 1) เมื่อมีปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 0.1 มิลลิเมตร ถึง 10.0 มิลลิเมตร หรือ ตั้งแต่ 0.1 ลิตร ถึง 10.0 ลิตร ต่อตารางเมตร จะเปรียบได้ว่า ปริมาณน้ำฝนน้อย (Light Rain)
- 2) เมื่อมีปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 10.1 มิลลิเมตร ถึง 35.0 มิลลิเมตร หรือ ตั้งแต่ 10.1 ลิตร ถึง 35.0 ลิตร ต่อตารางเมตร จะเปรียบได้ว่า ปริมาณน้ำฝนปานกลาง (Moderate Rain)
- 3) เมื่อมีปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 35.1 มิลลิเมตร ถึง 90.0 มิลลิเมตร หรือ ตั้งแต่ 35.1 ลิตร ถึง 90.0 ลิตร ต่อตารางเมตร จะเปรียบได้ว่า ปริมาณน้ำฝนมาก (Heavy)

3. การออกแบบและการสร้างระบบหลังคาเลื่อนอัตโนมัติ

3.1 โครงสร้างต้นแบบของหลังคาเปิด-ปิดอัตโนมัติ

โครงสร้างต้นแบบของหลังคาเปิด-ปิดอัตโนมัติ มีขนาด กว้าง 50 ซม. ยาว 100 ซม. และสูง 50 ซม. ดังแสดงในรูปที่ 4 ประกอบด้วย

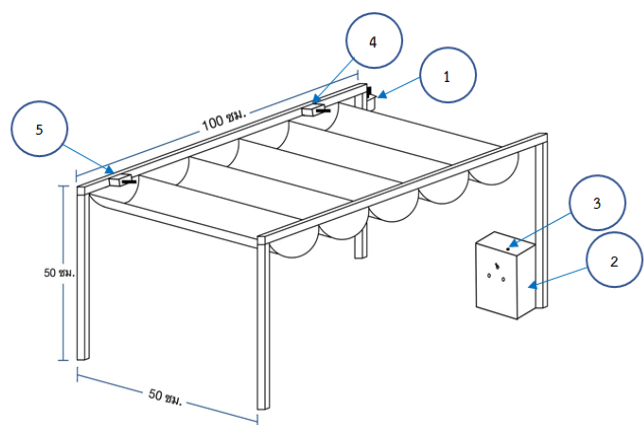
หมายเลข 1 แสดงตำแหน่งติดตั้ง มอเตอร์

หมายเลข 2 แสดงตำแหน่งติดตั้งกล่องควบคุมการเปิด-ปิด หลังคาอัตโนมัติ

หมายเลข 3 แสดงตำแหน่งติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจจับแสง

หมายเลข 4 แสดงตำแหน่งติดตั้ง Limit switch ตัวที่ 1

หมายเลข 5 แสดงตำแหน่งติดตั้ง Limit switch ตัวที่ 2

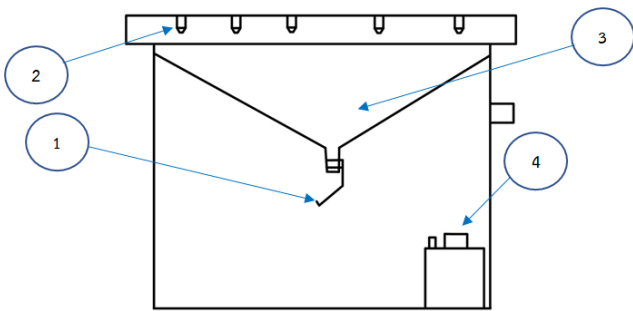


รูปที่ 4 โครงสร้างของต้นแบบระบบหลังคาเลื่อนอัตโนมัติ

3.2 โครงสร้างแบบจำลองฝน

โครงสร้างแบบจำลองฝน เพื่อใช้ทดสอบการทำงานของระบบ หลังคาเลื่อนอัตโนมัติ ดังแสดงในรูปที่ 5 ประกอบด้วย

- หมายเลข 1 แสดงตำแหน่งติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝน
- หมายเลข 2 แสดงตำแหน่งติดตั้งหัวพ่นน้ำ
- หมายเลข 3 แสดงตำแหน่งติดตั้งกรวยรวมน้ำ
- หมายเลข 4 แสดงตำแหน่งติดตั้งปั้มน้ำ



รูปที่ 5 โครงสร้างแบบจำลองฝน

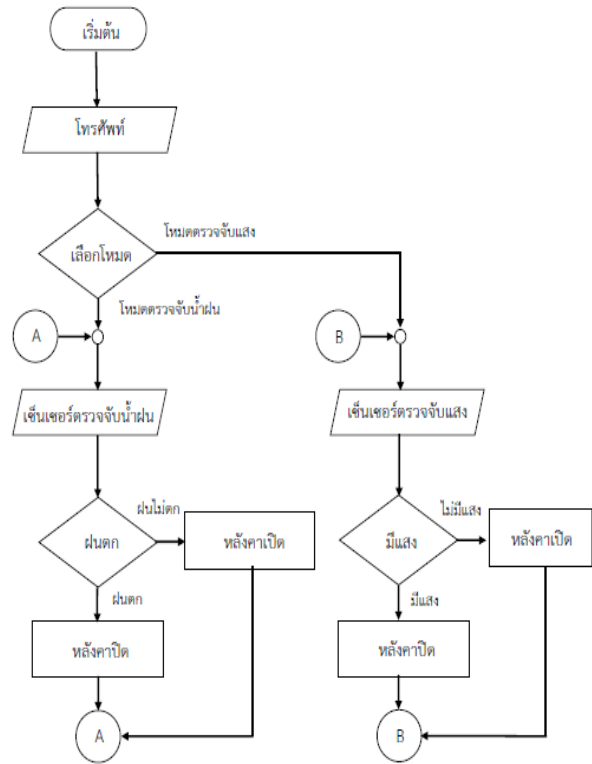
3.3 โพลีชาร์ตการทำงาน

โพลีชาร์ตการทำงาน ดังแสดงบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 6 โดยมีการทำงาน 2 โหมดได้แก่ 1) โหมดตรวจจับน้ำฝน ผ่านการใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝน และ 2) โหมดตรวจจับแสง ผ่านการใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับแสง โดยระบบหลังคาเลื่อนอัตโนมัติจะทำงานโดยการเลื่อนเปิดหลังคาเมื่อฝนไม่ตกหรือไม่มีแสง และจะเลื่อนปิดหลังคาเมื่อฝนตกหรือมีแสง

3.4 การทำงานของระบบหลังคาเลื่อนเปิด-ปิดอัตโนมัติ

การทำงานของระบบหลังคาเลื่อนเปิด-ปิดอัตโนมัติ จากรูปที่ 6 จะมี 2 โหมดการทำงาน ได้แก่

- 1) โหมดแมนนวล โดยจะสั่งงานผ่านกล่องควบคุมการทำงานที่แสดงตำแหน่งติดตั้งในรูปที่ 2
- 2) โหมดอัตโนมัติ โดยจะสั่งงานผ่านสมาร์ตโฟน ซึ่งมี 2 ระบบได้แก่ การทำงานผ่านเซ็นเซอร์ LDR ที่ใช้ตรวจจับแสง และการทำงานผ่านเซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝน

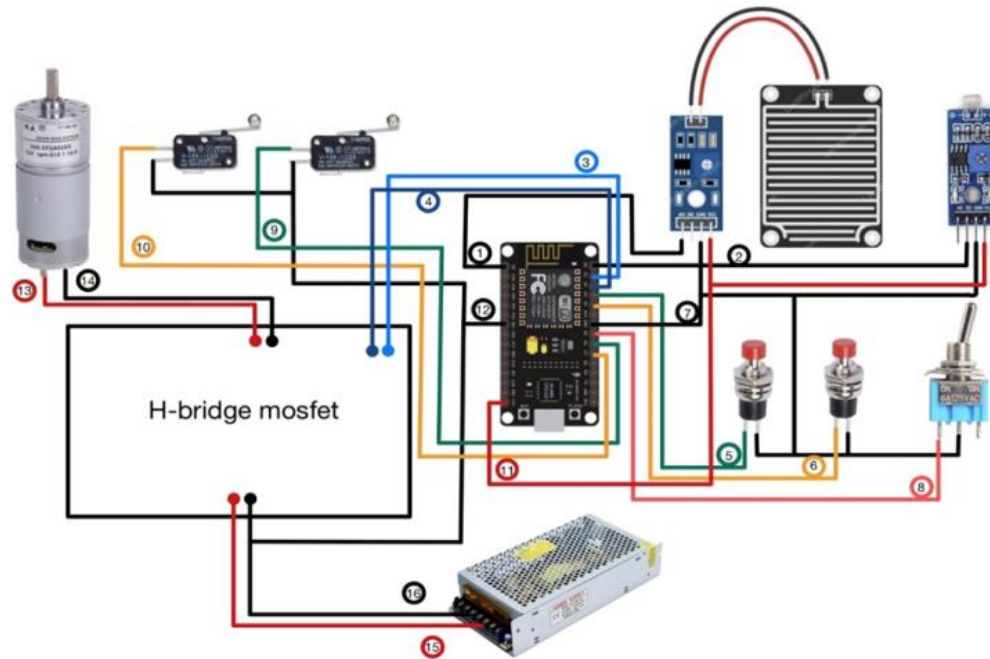


รูปที่ 6 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน

3.5 การออกแบบวงจรควบคุมการเปิด-ปิด หลังคา

รูปที่ 7 แสดงการต่อวงจรของอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับบอร์ด NodeMCU ประกอบด้วยเซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝน เซ็นเซอร์ตรวจจับแสง Limit switch 2 ตัว ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ H-bridge MOSFET และมอเตอร์ที่ใช้งาน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- หมายเลข 1: ต่อสายจาก Rain sensor ขา A0 (สายสีดำ) เข้าสู่ช่อง A0 ในบอร์ด NodeMCU ESP8266
- หมายเลข 2 : ต่อสายจากเซ็นเซอร์ตรวจจับแสง ขา D0 (สายสีดำ) เข้าสู่ช่อง D0 ในบอร์ด NodeMCU ESP8266
- หมายเลข 3 : ต่อสายจาก H-bridge MOSFET (สายสีฟ้า) เข้าสู่ช่อง D1 ในบอร์ด NodeMCU ESP8266
- หมายเลข 4 : ต่อสายจาก H-bridge mosfet (สายสีน้ำเงิน) เข้าสู่ช่อง D2 ในบอร์ด NodeMCU ESP8266

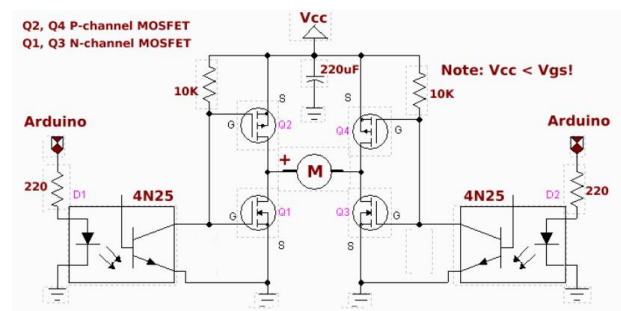


รูปที่ 7 การต่อวงจรควบคุมการเปิด-ปิดระบบหลังคาเลื่อน

- หมายเลข 5 : ต่อสายจาก Switch (สายสีเขียว) เข้าสู่ช่อง D3 ในบอร์ด NodeMCU ESP8266
- หมายเลข 6 : ต่อสายจาก Switch (สายสีส้ม) เข้าสู่ช่อง D4 ในบอร์ด NodeMCU ESP8266
- หมายเลข 7 : ต่อสาย GND จาก Rain sensor (สายสีดำ) เข้าสู่ช่อง GND ในบอร์ด NodeMCU ESP8266
- หมายเลข 8 : ต่อสายจาก Switch คั่นโยก (สายสีแดง) เข้าสู่ช่อง D5 ในบอร์ด NodeMCU ESP8266
- หมายเลข 9 : ต่อสายจาก Limit switch (สายสีเขียว) เข้าสู่ช่อง D6 ในบอร์ด NodeMcu ESP8266
- หมายเลข 10 : ต่อสายจาก Limit switch (สายสีส้ม) เข้าสู่ช่อง D7 ในบอร์ด NodeMCU ESP8266
- หมายเลข 11 : ต่อสายจาก Rain sensor ขา Vcc เข้าสู่ช่อง Vin ในบอร์ด NodeMCU ESP8266
- หมายเลข 12 : ต่อ GND (สายสีดำ) จาก NodeMCU EsP8266 เข้าสู่ขา GND ของ Limit switch ทั้ง 2 ตัว และเข้าสู่ GND ของ H-bridge MOSFET
- หมายเลข 13 : ต่อสายจาก Motor (สายสีแดง) เข้าสู่ H-bridge MOSFET

- หมายเลข 14 : ต่อสายจาก Motor (สายสีดำ) เข้าสู่ H-bridge MOSFET
- หมายเลข 15 : ต่อสายจาก H-bridge MOSFET (สายสีดำ) เข้าสู่ไฟลบของสวิตซ์ 12V
- หมายเลข 16 : ต่อสายจาก H-bridge MOSFET (สายสีแดง) เข้าสู่ไฟบวกของสวิตซ์ 12V

3.6 การออกแบบชุดขับเคลื่อนมอเตอร์



รูปที่ 8 วงจรชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ H-Bridge [8]

จากรูปที่ 8 วงจรชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ เพื่อสั่งหลังคาเปิด-ปิด กำหนดให้มีความเร็วมอเตอร์ 3 ระดับ ได้แก่ ช้า ปานกลาง และ เร็ว โดยมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

- 1) D1, D2 เป็นทรานซิสเตอร์แสง (Phototransistor) เบอร์ 4N25
- 2) Q1, Q3 เป็น MOSFET power เบอร์ IRFZ44N ชนิด N-channel
- 3) Q2, Q4 เป็น MOSFET power เบอร์ IRF9Z34 ชนิด P-channel

2) เมื่อ D1 ต่อไปที่โพลของ Vcc และ D2 ไปที่ไฟบวกของ Vcc ทำให้ Q2 และ Q3 ได้รับไบอัสตรง ซึ่ง Q1 และ Q4 ได้รับไบอัสกลับ ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลจากไฟบวกของ Vcc ผ่าน Q2 ผ่านมอเตอร์ และผ่าน Q3 ส่งผลให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา

3) เมื่อ D1 และ D2 สลับการทำงานไปที่ขั้วลบของแบตเตอรี่ ทำให้ Q2 และ Q4 ได้รับไบอัสตรง ส่วน Q1 และ Q3 ได้รับไบอัสกลับ ทำให้ Q2 และ Q4 นำกระแส แต่ไม่เกิดความต่างศักย์ขึ้นที่ขั้วทั้งสองของมอเตอร์ ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมอเตอร์ ส่งผลให้มอเตอร์ค่อย ๆ หมุนช้าลง จนหยุดหมุนในที่สุด



(ก) ขณะปิดหลังคา



(ข) ขณะเปิดหลังคา

รูปที่ 9 ระบบหลังคาเลื่อนอัตโนมัติต้นแบบ

3.6.1 หลักการทำงานของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์

หลักการทำงานของวงจรถัดขับเคลื่อนมอเตอร์ มี 3 สถานะ มีดังนี้

1) เมื่อ D1 ทำงาน จะทำให้ Q1 ได้รับการไบอัสตรง ทำให้ Q1 ทำงาน ในขณะที่เดียวกัน Q2 ได้รับไบอัสกลับ ทำให้ Q2 ไม่ทำงาน ส่วนทางด้านของ Q3 และ Q4 นั้น D2 จะต่อไปที่ขั้วลบ ทำให้ Q4 ได้รับไบอัสตรง และ Q3 ได้รับไบอัสกลับ ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลจากไฟบวกของ Vcc ผ่าน Q4 ผ่านมอเตอร์ และผ่าน Q1 จนส่งผลให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา

4. การทดสอบการทำงานและผลการทดลอง

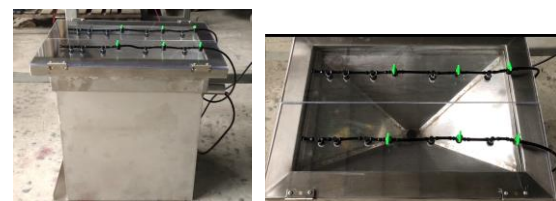
การทดสอบการทำงานของระบบหลังคาเลื่อนอัตโนมัติต้นแบบที่มีขนาดกว้าง 50 ซม ยาว 100 ซม. และ สูง 50 ซม. ดังแสดงในรูปที่ 9 โดยรูปที่ 9(ก) แสดงสถานะหลังคาปิด และรูปที่ 9(ข) แสดงสถานะหลังคาขณะเปิด รูปที่ 10 แสดงภายในกล่องควบคุมการทำงาน โดยรูปที่ 10(ก) แสดงกล่องควบคุมภายนอก ส่วนรูปที่ 10(ข) แสดงการติดตั้งบอร์ดควบคุมภายในกล่องควบคุมการทำงาน และแบบจำลองน้ำฝน ดังแสดงในรูปที่ 11 โดยรูปที่ 11(ก) แสดงภาพการติดตั้งหัวสปริงเกอร์จ่ายน้ำ



(ก) กล่องควบคุม

(ข) การติดตั้งบอร์ดควบคุมภายใน

รูปที่ 10 กล่องควบคุมการทำงานระบบหลังคาเลื่อนอัตโนมัติต้นแบบ



(ก) ด้านข้าง

(ข) ด้านข้าง

รูปที่ 11 โครงสร้างแบบจำลองน้ำฝนที่ได้สร้างขึ้น

4.1 การทดสอบการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝน

การวัดปริมาณน้ำฝนแบบทั่วไป (manual) โดยการใช้ถ้วยตวงหรือบีกเกอร์ มีหน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร โดยน้ำฝนในบีกเกอร์ 1 มิลลิเมตร จะเทียบเท่ากับปริมาณน้ำฝน 1 ลิตรต่อตารางเมตร

ส่วนการทดสอบเซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝน เริ่มจากการทดสอบการอ่านค่าเลขดิจิทัลที่วัดได้จากปริมาณน้ำฝนโดยการเปิดน้ำจากแบบจำลองฝน ผ่านเซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝน โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) เปิดน้ำ 3 ระดับ ได้แก่ น้อย ปานกลาง และ มาก จากแบบจำลองน้ำฝน ดังแสดงในรูปที่ 5
- 2) ใช้บีกเกอร์ในการวัดปริมาณน้ำฝนที่ไหลผ่านเซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝน
- 3) อ่านค่า Serial monitor เพื่อวัดปริมาณการตรวจจับของเซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝน
- 4) บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 1 – 3

ตารางที่ 1 การทดลองการตรวจจับเซ็นเซอร์น้ำฝนในปริมาณน้ำฝนน้อย

ปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 0.1-10.0 มิลลิเมตร (ปริมาณน้ำฝนน้อย)		
ครั้งที่	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	ค่า Serial monitor
1	5.2	90
2	5.1	75
3	5.3	110
4	5.2	96
5	5.1	77
6	5.4	120
7	5.2	99
8	5.3	115
9	5.4	125
10	5.1	80
11	5.2	93
12	5.2	97
13	5.3	117
14	5.5	140
15	5.1	72
ค่าเฉลี่ย	5.24	100

4.2 การทดสอบการวัดปริมาณน้ำฝน

การทดสอบการวัดปริมาณน้ำฝนด้วยบีกเกอร์ ดังนี้

1. เมื่อมีปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 0.1 มิลลิเมตร ถึง 10.0 มิลลิเมตร จะสมมติว่าเป็น ระดับปริมาณน้ำฝนน้อย (Light Rain)
2. เมื่อมีปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 10.1 มิลลิเมตร ถึง 35.0 มิลลิเมตร จะสมมติว่าเป็น ระดับปริมาณน้ำฝนปานกลาง (Moderate Rain)
3. เมื่อมีปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 35.1 มิลลิเมตร ถึง 90.0 มิลลิเมตร จะสมมติว่าเป็นระดับปริมาณน้ำฝนมาก (Heavy)

ตารางที่ 2 การทดลองตรวจจับเซ็นเซอร์น้ำฝนในปริมาณน้ำฝนปานกลาง

ปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 10.1-35.0 มิลลิเมตร (ปริมาณน้ำฝนปานกลาง)		
ครั้งที่	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	ค่า Serial monitor
1	15.0	198
2	15.3	243
3	15.5	281
4	15.2	229
5	15.3	246
6	15.1	220
7	15.3	250
8	15.2	232
9	15.4	261
10	15.2	225
11	15.3	253
12	15.1	216
13	15.4	267
14	15.2	230
15	15.1	215
ค่าเฉลี่ย	15.24	238

ตารางที่ 3 การทดลองการตรวจจับเซ็นเซอร์น้ำฝนในปริมาณน้ำฝนมาก

ปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 35.1-90 มิลลิเมตร (ปริมาณน้ำฝนมาก)		
ครั้งที่	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	ค่า Serial monitor
1	50.2	624
2	50.4	660
3	50.3	645
4	50.1	612
5	50.0	588
6	50.4	665
7	50.2	629
8	50.0	580
9	50.5	688
10	50.3	651
11	50.2	632
12	50.1	601
13	50.3	655
14	50.4	672
15	50.1	609
ค่าเฉลี่ย	50.23	634

4.3 การทดลองเปิด-ปิด หลังคาเลื่อนอัตโนมัติผ่านสมาร์ทโฟน

จากตารางที่ 4 ทำการทดลองเปิด-ปิด หลังคาผ่านสมาร์ทโฟนภายในอาคาร (พื้นที่ปิด) สามารถ เปิด-ปิด หลังคาได้ในระยะห่างจากหลังคา ตั้งแต่ 0-70 เมตร สามารถสั่งการผ่านสมาร์ทโฟนได้ ในระยะห่างตั้งแต่ 80 เมตรขึ้นไป ไม่สามารถสั่งการเปิด-ปิดหลังคาได้

จากตารางที่ 5 ทำการทดลองเปิด-ปิด หลังคาผ่านสมาร์ทโฟนในอาคาร(พื้นที่โล่งแจ้ง) สามารถ เปิด-ปิด หลังคาได้ในระยะห่างจากหลังคา ตั้งแต่ 0-250 เมตร สามารถสั่งการได้ ในระยะห่างตั้งแต่ 270 เมตรขึ้นไป ไม่สามารถสั่งการเปิด-ปิดหลังคาได้

ตารางที่ 4 ผลการทดลองเปิด - ปิด หลังคาผ่านโทรศัพท์ในอาคาร

ระยะห่างจากหลังคา (เมตร)	สถานะการทำงาน
5	√
8	√
10	√
20	√
30	√
40	√
50	√
60	√
70	√
80	X
90	X
100	X
110	X
120	X
130	X

หมายเหตุ √ หลังคาทำงาน และ X หลังคาไม่ทำงาน

ตารางที่ 5 ผลการทดลองเปิด - ปิด หลังคาผ่านโทรศัพท์นอกอาคาร

ระยะห่างจากหลังคา (เมตร)	สถานะการทำงาน
5	√
8	√
10	√
50	√
70	√
110	√
130	√
150	√
170	√
190	√
210	√
230	√
250	√
270	X
300	X

หมายเหตุ √ หลังคาทำงาน และ X หลังคาไม่ทำงาน

4.4 การทดลองความเร็วในการเปิด-ปิด หลังคา

การทดลองความเร็วในการเปิด-ปิด หลังคา โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1) ทดลองเวลาที่ใช้สำหรับความเร็วในการเปิด-ปิดหลังคาจากเซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝน โดยมีความเร็ว 3 ระดับ ดังนี้

1.1 เวลาที่ใช้เมื่อสถานะความเร็วในการเปิด-ปิดหลังคาเป็นแบบ “ช้า” ภายใน 70 วินาที

1.2 เวลาที่ใช้เมื่อสถานะความเร็วในการเปิด-ปิดหลังคา เป็นแบบ “ปานกลาง” ภายใน 50 วินาที

1.3 เวลาที่ใช้เมื่อสถานะความเร็วในการเปิด-ปิดหลังคา เป็นแบบ “เร็ว” ภายใน 30 วินาที

2) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 6

3) ทดลองความเร็วในการเปิด-ปิดหลังคา จากเซ็นเซอร์ตรวจจับแสง ด้วย ความเร็วในการเปิด-ปิดหลังคา ภายใน 30 วินาที

4) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 7

5) ทดลองความเร็วในการเปิด-ปิดหลังคา แบบ Manual ด้วยความเร็วในการเปิด-ปิดหลังคา ภายใน 30 วินาที

6) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 7

จากตารางที่ 6 ทำการทดลองเวลาที่ใช้สำหรับความเร็วในการเปิด - ปิดหลังคาจากเซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝนในระดับน้ำฝนน้อย หลังคาสามารถเปิด-ปิด ในความเร็วระดับช้าได้ โดยมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการเปิด-ปิดหลังคาคือ 61.13 วินาที ในความเร็วระดับปานกลางได้ โดยมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการเปิด-ปิดหลังคาคือ 45.13 วินาที และในความเร็วระดับเร็วได้ โดยมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการเปิด-ปิดหลังคาคือ 27.86 วินาที

จากตารางที่ 7 การทดลองเวลาที่ใช้ในการทดสอบการเปิด-ปิดหลังคาจากเซ็นเซอร์ตรวจจับแสง พบว่า เมื่อเซ็นเซอร์ตรวจจับแสงพบว่าไม่มีแสง สถานะหลังคาเปิด โดยใช้เวลาเฉลี่ยในการเปิดหลังคาอยู่ที่ 28.13 วินาที และเมื่อเซ็นเซอร์ตรวจจับแสง ตรวจจบบัวว่ามีแสง สถานะหลังคาปิด โดยใช้เวลาเฉลี่ยที่ใช้ 24.13 วินาที จะเห็นได้ว่าเมื่อเซ็นเซอร์ตรวจจับแสง ตรวจจบบัวว่ามีแสง สถานะหลังคาเปิด จะช้ากว่าสถานะหลังคาปิด

จากตารางที่ 7 การทดลองเวลาที่ใช้ในการเปิด-ปิดหลังคา แบบ Manual สถานะหลังคาเปิด ความเร็วเฉลี่ยอยู่ที่ 28.26 วินาทีและสถานะหลังคาปิด ความเร็วเฉลี่ยอยู่ที่ 24 วินาที จะเห็นได้ว่าเมื่อสั่งเปิดหลังคาจะช้ากว่าสั่งปิดหลังคา

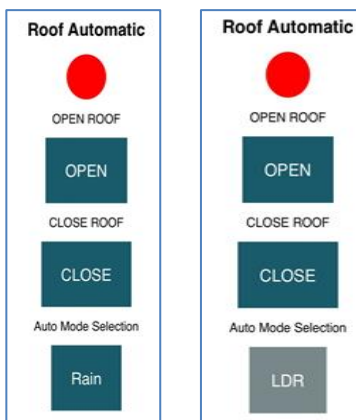
ตารางที่ 6 ผลการทดลองเวลาที่ใช้เมื่อความเร็วในการเปิด-ปิดหลังคา จากเซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝน 3 ระดับ

ครั้งที่	เวลาที่ใช้สำหรับความเร็วในการเปิด-ปิดหลังคาระดับน้ำฝนน้อย “ช้า” (วินาที)	เวลาที่ใช้สำหรับความเร็วในการเปิด-ปิดหลังคาระดับน้ำฝนปานกลาง “ปานกลาง” (วินาที)	เวลาที่ใช้สำหรับความเร็วในการเปิด-ปิดหลังคาระดับน้ำฝนมาก “เร็ว” (วินาที)
1	60	45	27
2	62	46	26
3	61	44	27
4	60	45	30
5	63	45	28
6	62	46	27
7	60	46	26
8	61	44	27
9	61	46	28
10	62	44	30
11	60	45	29
12	62	45	28
13	61	46	27
14	60	45	28
15	62	45	30
ค่าเฉลี่ย	61.13	45.13	27.86

ตารางที่ 7 ผลการทดลองเวลาที่ใช้ในการเปิด - ปิด หลังคาแบบอัตโนมัติจากเซ็นเซอร์ตรวจจับแสง และแบบแมนนวล

ครั้งที่	เวลาในการเปิด-ปิดหลังคาแบบอัตโนมัติ (วินาที)		เวลาในการเปิด-ปิดหลังคาแบบแมนนวล (วินาที)	
	ไม่มีแสง (หลังคาเปิด)	มีแสง (หลังคาปิด)	เปิด	ปิด
1	27	25	27	23
2	28	24	30	25
3	27	23	29	24
4	26	23	28	24
5	27	24	27	23
6	29	25	28	25
7	30	24	29	25
8	27	24	27	23
9	28	23	30	24
10	28	25	28	23
11	30	24	27	25
12	29	24	29	23
13	27	25	28	24
14	29	25	29	24
15	30	24	28	25
ค่าเฉลี่ย	28.13	24.13	28.26	24

4.4 การทดลองระบบ Auto สำหรับเปิด-ปิด หลังคาแบบอัตโนมัติผ่านสมาร์ทโฟน



ก) สถานะ Rain Mode ข) สถานะ LDR Mode รูปที่ 12 สถานะการทำงานบนสมาร์ทโฟน

ตารางที่ 8 ผลการทดลองระบบ Auto สำหรับเปิด-ปิด หลังคา แบบ Rain Mode

ระดับน้ำฝน	สถานะเปิด-ปิด หลังคา				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
น้อย	ไม่ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด
ปานกลาง	ปิด	ปิด	ผิดพลาด	ปิด	ปิด
มาก	ปิด	ปิด	ปิด	ผิดพลาด	ปิด
ไม่มีฝน	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด

จากตารางที่ 8 เมื่อทดลองระบบ Auto สำหรับเปิด-ปิด หลังคาอัตโนมัติ แบบ Rain Mode ผ่านสมาร์ทโฟน ดังแสดงในรูปที่ 12(ก) พบว่ามีการผิดพลาดในครั้งที่ 1 ในระดับน้ำฝนน้อย เพราะ สลิ่งไม่ถึง จึงทำให้ผ้าใบไม่เคลื่อนที่ สำหรับการผิดพลาดในครั้งที่ 3 ในระดับน้ำฝนปานกลางเพราะ เซ็นเซอร์ตรวจจับได้ในปริมาณที่มาก มอเตอร์จึงสั่งการด้วยความเร็ว ในครั้งที่ 4 ในระดับน้ำฝนมาก มีความผิดพลาด เพราะ เพลาคควบคุมสลิ่งบังคับทิศทางการทำงานของหลังคาหลุดจากลูกปืน ทำให้หลังคาไม่เลื่อน ส่วนที่เหลือมีการทำงานได้ถูกต้อง และจากตารางที่ 9 การทดลองระบบ Auto สำหรับเปิด-ปิด หลังคาอัตโนมัติ แบบ LDR Mode พบว่าหลังคาสามารถเปิด-ปิด ตามแสงได้ปกติ

ตารางที่ 9 ผลการทดลองระบบ Auto สำหรับเปิด-ปิด หลังคาอัตโนมัติ แบบ LDR Mode

สถานะหลังคาและการตรวจจับแสง	สถานะเปิด-ปิด หลังคา									
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10
มีแสง หลังคาเปิด	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ไม่มีแสง หลังคาปิด	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ ✓ หลังคาทำงาน X หลังคาไม่ทำงาน

4.5 การทดลองการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับแสง LDR

ทำการทดลองการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับแสง LDR ที่ค่าความสว่างต่าง ๆ แล้วบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลการทดลองการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับแสง LDR

ค่าความสว่าง (Lux)	สถานะเปิด-ปิด หลังคา									
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10
0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
100	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
1000	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
10000	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

หมายเหตุ √ หลังคาทำงาน X หลังคาไม่ทำงาน

จากตารางที่ 10 การทดลองการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับแสง LDR พบว่า หลังคาเปิดเมื่อเซ็นเซอร์ตรวจจับแสงที่ค่าความสว่างน้อยกว่า 100 Lux และหลังคาปิดเมื่อเซ็นเซอร์ตรวจจับแสงที่ค่าความสว่างมากกว่า 100 Lux ขึ้นไป

5. สรุปผล

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างระบบหลังคาเลื่อนเปิด-ปิดต้นแบบอัตโนมัติที่ใช้แพลตฟอร์มไอโอที มีขนาดไม่เกิน 100x50x50 ซม. สามารถใช้บอร์ด NodeMCU ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องได้ และสามารถสั่งการเปิด-ปิดหลังคาเลื่อนผ่านสมาร์ตโฟนทางไวไฟในระยะไกลได้ สามารถควบคุมการเปิด-ปิด แบบแมนนวลและแบบอัตโนมัติ โดยในแบบอัตโนมัติสามารถสั่งปิดหลังคาในตอนกลางวันและสามารถสั่งเปิดหลังคาในตอนกลางคืนได้ สามารถเปิด - ปิดหลังคาตามการตรวจจับน้ำฝนได้ โดยสามารถแสดงสถานะเปิด - ปิด และแจ้งเตือนบนสมาร์ตโฟนได้ สามารถปรับความเร็วสำหรับการเปิด-ปิดหลังคาได้ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับช้า ระดับปานกลาง และระดับเร็ว ตามปริมาณน้ำฝนที่ตรวจจับได้ ทำการออกแบบชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าในการเปิด-ปิด หลังคาได้

สรุปการทำงานได้ว่า เวลาที่ใช้สำหรับความเร็วในการเปิด-ปิด หลังคาจากเซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝนในระดับน้ำฝนน้อยหลังคาสามารถเปิด-ปิด ในความเร็วระดับช้าได้ โดยมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ใน

การเปิด - ปิดหลังคาค่าอยู่ที่ 61.13 วินาที ในความเร็วระดับปานกลางได้ โดยมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการเปิด-ปิดหลังคาค่าอยู่ที่ 45.13 วินาที และในความเร็วระดับเร็วได้ โดยมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการเปิด - ปิดหลังคาค่าอยู่ที่ 27.86 วินาที สำหรับการทดลองเวลาที่ใช้ในการทดสอบการเปิด-ปิดหลังคาจากเซ็นเซอร์ตรวจจับแสง พบว่า เมื่อเซ็นเซอร์ตรวจจับแสง พบว่าไม่มีแสง สถานะหลังคาเปิด โดยใช้เวลาเฉลี่ยในการเปิดหลังคาค่าอยู่ที่ 28.13 วินาที และเมื่อเซ็นเซอร์ตรวจจับแสง ตรวจจับได้ว่ามีแสง สถานะหลังคาปิด โดยเวลาเฉลี่ยที่ใช้ 24.13 วินาที จะเห็นได้ว่าเมื่อเซ็นเซอร์ตรวจจับแสง ตรวจจับได้ว่าไม่มีแสง สถานะหลังคาเปิดจะช้ากว่าสถานะหลังคาปิด จากผลการทดลองพบว่า หลังคาจะเปิดเมื่อเซ็นเซอร์ตรวจจับแสงทำงานเมื่อค่าความสว่างน้อยกว่า 100 ลักซ์และหลังคาจะปิดเมื่อค่าความสว่างมากกว่า 100 ลักซ์

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สุชาติ ลิทธิจงสถาพร สำหรับคำแนะนำและความช่วยเหลือสำหรับการเขียนบทความ

เอกสารอ้างอิง

- [1] A. Belyi, G. Osadchy, D. Efanov and D. Shestovitskiy, "Implementation of the Continuous Monitoring System for Technical Condition of the St. Petersburg Arena Stadium Sliding Roof," 2018 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS), Kazan, Russia, 2018, pp. 1-10, DOI: 10.1109/EWDTS.2018.8524680.
- [2] Q. Lu, M. Li, M. Zhang, X. Min, Y. Zhang, X. Liu, "Wind-resistance performance investigation of 360° vertical seam-locked roof system reinforced by sliding support and sandwich panel", Journal of Building Engineering, Volume 45, 2022, DOI:10.1016/j.job.2021.103689.
- [3] J. Zou, X. Sun, H. Zhou, "Sensitivity analysis and practical application of an automatic snow-melting membrane roof", Cold Regions Science and Technology, Volume 206, 2023, DOI:10.1016/j.coldregions.2022.103754.
- [4] ณัฐพงษ์ แพน้อย, สุชาติ ลิทธิจงสถาพร, เศรษฐกุล โปรงนุช, "การศึกษาและสร้างหุ่นยนต์หยอดเมล็ดพืชขนาดเล็กด้วยบอร์ดพัฒนาอาคูโน", Engineering Transactions: A Research Publication of Mahanakorn University of Technology, ปีที่ 25, ฉบับที่ 1, หน้า 29-38, ม.ค. - มิ.ย. 2565.
- [5] กรณิการ์ มูลโพธิ์, "หุ่นยนต์คัดแยกไข่", การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 11 (ECTI-CARD), อุบลราชธานี, หน้า 1-4, 2562.

- [6] “การวัดปริมาณน้ำฝน”, 2560, ออนไลน์.
https://rainweather.blogspot.com/2017/07/blog-post_20.html
สืบค้นเมื่อ 10 มิ.ย. 2566.
- [7] “Rain gauge”, https://en.wikipedia.org/wiki/Rain_gauge,
Retrieved from 10/06/2023.
- [8] <https://electronics.stackexchange.com/questions/241028/isolated-high-voltage-h-bridge>



ณัฐพงศ์ แพน้อย จบการศึกษาระดับปริญญาตรี และปริญญาโท วิศวกรรมไฟฟ้า สาขาย่อย วิศวกรรมระบบวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ปัจจุบันเป็น อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สาขา ย่อยวิศวกรรมระบบวัดคุม สถาบันนวัตกรรม มหานคร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร งานวิจัยที่สนใจ ได้แก่ อัลกอริธึมพันธุกรรม

(Genetic algorithm) ระบบ PID

พงศ์ศิริ ชัมเจริญ จบการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมไฟฟ้า สาขาวิชา วิศวกรรมระบบวัดคุมและแมคคาทรอนิกส์ สถาบันนวัตกรรมมหานคร คณะ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

พัชรพล ถาวรศรี จบการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมไฟฟ้าสาขาวิชา วิศวกรรมระบบวัดคุมและแมคคาทรอนิกส์ สถาบันนวัตกรรมมหานคร คณะ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร