รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ

Automatic Solar Cell Cleaner

นายปณิธิ นิสสัยตรง

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา (ภาษาไทย) เครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ
ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายปณิธิ นิสสัยตรง
คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมการวัดและควบคุม
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ผศ. สุธรรม สัทธรรมสกุล
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายนพดล แพร่ภาษา
ชื่อสถานประกอบการ บริษัท บริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทางเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายให้กับครัวเรือน หรืออุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งแผงโซล่าเซลล์ควรมีการทำความสะอาดเป็นประจำเพื่อประสิทธิภาพของการทำงานที่ดีอยู่เสมอ ไม่ควรปล่อยให้สิ่งสกปรกมาทำให้ประสิทธิภาพการรับพลังงานแสงอาทิตย์ลดลง เครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ เป็นการดำเนินการเพื่อขจัดสิ่งสกปรกที่ลดประสิทธิ ภาพของแผงโซล่าเซลล์ โดยการเขียนโปรแกรมลงบนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อสั่งการการเคลื่อนที่ และการทำความสะอาดตามลำดับขั้นตอนอย่างเหมาะสม ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางด้านการเขียนโปรแกรม กลไกขับเคลื่อน และการเขียนแบบทางวิศวกรรมเพื่อสร้างทุกองค์ประกอบให้มีเสถียรภาพ และสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างสมบูรณ์แบบ อีกทั้งยังสามารถสั่งเปิด-ปิดบนเครือข่าย WIFI ผ่าน Blynk Application บนสมาร์ทโฟน เพื่อความสะดวกสบายในการใช้งานมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: เครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ, ล้างแผงโซล่าเซลล์, โซล่าเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Co-operative Title: Automatic Solar Cell Cleaner
Student Intern Name: Mr. Panithi Nissaitrong
Faculty: Engineering **Department:** Instrumentation and Control Engineering
Advisor Name: Asst. Prof. Sutham Satthamsakul
Mentor Name: Mr. Nopphadol Pharepasa
Company: BANGKOK AVIATION FUEL SERVICES PUBLIC COMPANY LIMITED

ABSTRACT

Solar energy is an alternative energy that is environmentally friendly and can save money for the household or various industries. The solar panel should be cleaned regularly for good performance at all times. Should not let dirt to reduce the efficiency of solar cell. Automatic solar cell cleaner is made for remove dirt that reduce the efficiency of solar panels. By programming on the microcontroller board in order to operate and clean in the appropriate sequences. Which requires knowledge of mechanisms and engineering drawing to make machine stable and able to move perfectly. You can also turn on-off on WIFI connection via the Blynk application on your smartphone for greater convenience.

Keyword: Automatic solar cell cleaner, Solar cell cleaning, Solar cell, Solar panel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือของ ผศ. สุธรรม สัทธรรมสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัย อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานอีกด้วย ขอขอบคุณ บริษัท บริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) สำหรับข้อแนะนำและความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านในการทำวิจัย

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ซึ่งเปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนคอยช่วยเหลือและให้กำลังใจผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ปณิธิ นิสสัยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
ABSTRACT	ii
กิตติกรรมประกาศ	iii
คำนำ	iv
สารบัญ	v
สารบัญรูปภาพ	vii
สารบัญตาราง	x
บทที่ 1 : บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของของโครงงาน	1
1.4 วิธีการดำเนินการโครงการ	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 : ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 กล่าวนำ	4
2.2 Arduino	4
2.3 Arduino Mega 2560	5
2.4 NodeMCU	6
2.5 Arduino IDE	9
2.6 Blynk Application	18
2.7 Motor Drive Module BTS7960	21
2.8 Limit switch	22
2.9 ตลับลูกปืนตุ๊กตา	23
2.10 DC Motor	24
2.11 Solar Panel	29
บทที่ 3 : วิธีการดำเนินการ	
3.1 กล่าวนำ	34
3.2 Block diagram	34
3.3 โครงสร้างภายนอกของอุปกรณ์	35
3.4 ออกแบบวงจร	43
3.5 ออกแบบโปรแกรม Arduino Mega 2560	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

เนื่องจากในปัจจุบันมีการใช้พลังงานแสงอาทิตย์จากแผงโซล่าเซลล์กันอย่างแพร่หลาย ทั้งในครัวเรือน หรือ อุตสาหกรรมต่าง ๆ เพื่อเป็นการลดค่าไฟ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ซึ่งแผงโซล่าเซลล์ต้องได้รับการทำความสะอาดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรับแสงจากดวงอาทิตย์ และการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งถูกกำหนดให้ทำความสะอาดทุก 3 เดือน ในปัจจุบันได้มีการทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์โดยใช้แรงงานมนุษย์ในการทำความสะอาด หรือทำการจ้างผู้รับเหมาทำความสะอาดในบางโอกาส ซึ่งทำให้บริษัทต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม เนื่องจากแผงโซล่าเซลล์ทั้งหมดถูกติดตั้งบนหลังคา ทำให้มีความยากลำบากในการทำความสะอาด และมีเสี่ยงอันตรายต่อเจ้าหน้าที่ จึงเป็นที่มาของโครงงานเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ โดยมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อความสะดวกในแผนงานทำความสะอาดโซล่าเซลล์ เพิ่มประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ ลดค่าใช้จ่ายในการจ้างผู้รับเหมา และลดอันตรายในการทำงานในที่สูงของเจ้าหน้าที่ โดยการเขียนโปรแกรมลงบนบอร์ด Microcontroller เพื่อใช้สั่งการกลไกการทำงานของอุปกรณ์ประกอบไปด้วย บอร์ด Arduino, DC motor, motor drive module และ limit switch ให้ทำงานตามลำดับขั้นที่ถูกต้อง และยังต้องใช้ความรู้ทางด้านเครื่องกล เพื่อให้อุปกรณ์สามารถขับเคลื่อนได้อย่างสมบูรณ์แบบ อีกทั้งยังมีการประยุกต์ใช้ การควบคุมการเปิด-ปิด ผ่านทางโทรศัพท์ หรือการควบคุมระยะไกล เพื่อประยุกต์สิ่งประดิษฐ์ให้เข้ากับยุค IoT (Internet of Thing) ซึ่งมีความสำคัญและเป็นที่สนใจเป็นอย่างมากในโลกปัจจุบัน เพราะสร้างความสะดวกสบายต่อผู้ใช้งานเป็นอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ออกแบบโปรแกรม NodeMCU 46
3.7 Blynk Application 47
บทที่ 4 : ผลการดำเนินงาน
4.1 กล่าวนำ 52
4.2 ผลการทดสอบการรับค่าจาก limit switch 52
4.3 ผลการทดสอบการทำงานของ Blynk application 54
4.4 ผลการทดสอบลำดับขั้นตอนการทำงาน 55
4.5 ผลการทดสอบการทำงานของโปรแกรม 59
บทที่ 5 : สรุปผลและข้อเสนอแนะ
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 61
5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไข 61
5.3 ข้อเสนอแนะ 61
ภาคผนวก 62
เอกสารอ้างอิง 69
ประวัติผู้เขียน 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงการต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด	5
2.2 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino	5
2.3 แสดงบอร์ด Arduino Mega 2560	5
2.4 แสดงบอร์ด NodeMCU	7
2.5 แสดงการตั้งค่า Preference	8
2.6 แสดงการ Install ESP8266	8
2.7 แสดงการเลือกใช้งาน ESP8266	9
2.8 แสดง NodeMCU Devkit 0.9 (ESP-12) Version 1	9
2.9 แสดง NodeMCU Devkit 1.0 (ESP-12E) Version 2	10
2.10 แสดงเว็บไซต์สำหรับดาวน์โหลด Arduino IDE	10
2.11 แสดงเลือกระบบปฏิบัติการของเครื่องคอมพิวเตอร์	11
2.12 แสดงการกดดาวน์โหลด Arduino IDE	11
2.13 แสดงการ Unzip ไฟล์ติดตั้ง	11
2.14 แสดงไฟล์ arduino.exe	12
2.15 แสดงหน้าต่างโปรแกรม Arduino	12
2.16 แสดงการสร้าง Shortcut บน Desktop	13
2.17 แสดงไอคอนของโปรแกรม Arduino บน Desktop	13
2.18 แสดงการเลือกบอร์ด Arduino/Genuino Mega or Mega 2560	13
2.19 แสดงการเข้า Device Manager	14
2.20 แสดงหมายเลข COM Port	14
2.21 แสดงการตั้งค่าบอร์ดและหมายเลขพอร์ต	15
2.22 แสดงการคอมไพล์เพื่อตรวจสอบว่าโค้ดที่เขียนไม่มีข้อผิดพลาด	16
2.23 แสดงว่าโค้ดที่เขียนไม่มีข้อผิดพลาด	16
2.24 แสดงการอัพโหลดโค้ดเข้าสู่บอร์ด Arduino Mega 2560	17
2.25 แสดงการอัพโหลดโค้ดเข้าสู่บอร์ด Arduino Mega 2560 เสร็จสมบูรณ์	17
2.26 แสดงสถาปัตยกรรมการทำงานของ BLYNK	18
2.27 แสดงตัวอย่าง BLYNK Application	18
2.28 แสดง APP Blynk ใน Android และ IOS	19
2.29 แสดงการสร้างผู้ใช้งานใหม่	19
2.30 แสดงการสร้างโปรเจคใหม่	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.31 แสดงตัวอย่างอีเมล์ที่ได้รับการ Blynk Server 20
2.32 แสดง Motor Drive Module BTS7960 21
2.33 แสดงการต่อ Motor Drive Module BTS7960 22
2.34 แสดงตัวอย่างของ limit switch 22
2.35 แสดงการแตะหน้าสัมผัส NO และ NC ของ limit switch 23
2.36 แสดงตัวอย่างของตลับลูกปืนตุ๊กตา 24
2.37 แสดงมอเตอร์ไฟตรงที่มีชุดเฟืองขับในแบบต่าง ๆ 24
2.38 แสดงส่วนประกอบและการทำงานของมอเตอร์ไฟตรง 25
2.39 แสดงส่วนประกอบและการทำงานของมอเตอร์ไฟตรงแบบขดลวด 3 ขั้ว 25
2.40 แสดงหลักการของวงจรขับมอเตอร์ไฟตรงที่ใช้สวิตช์ 4 ตัว 26
2.41 แสดงวงจรขับมอเตอร์ไฟตรงที่ใช้รีเลย์ 2 ตัวแทนสวิตช์ 4 ตัว 26
2.42 แสดงขับมอเตอร์ไฟตรงแบบ H-Bridge ใช้ทรานซิสเตอร์ 4 ตัว ทำงานแทนสวิตช์และรีเลย์ 27
2.43 แสดงวงจรขับมอเตอร์ไฟตรงโดยใช้ไอซี L293D 27
2.44 แสดงการเปรียบเทียบค่าแรงดันที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ PWM 28
2.45 แสดงเซลล์แสงอาทิตย์ 29
2.46 แสดงการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ 30
2.47 แสดงอุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ 33
3.1 แสดง Block diagram เครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ 35
3.2 แสดงแบบสั่งทำแปรงทำความสะอาดโซล่าเซลล์ 36
3.3 แสดงตัวอย่างแปรงทำความสะอาดโซล่าเซลล์ 36
3.4 แสดงการคำนวณการเลือกขนาดเฟืองขับ และเฟืองตาม 36
3.5 แสดงแบบ Front View 37
3.6 แสดงแบบ Side View ขณะใส่แปรงทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ 38
3.7 แสดงแบบชุดขับเคลื่อนที่ประกอบด้วยเฟือง 38
3.8 แสดงแบบชุดขับเคลื่อนที่ประกอบด้วยเฟือง 38
3.9 แสดงแบบชุดขับเคลื่อนที่ไม่ประกอบด้วยเฟือง 38
3.10 แสดงชุดขับเคลื่อน 39
3.11 แสดงแบบแผ่นยึดชุดขับเคลื่อน 39
3.12 แสดงแผ่นยึดชุดขับเคลื่อน 39
3.13 แสดงการเขียนแบบเพลาขับเคลื่อน 40
3.14 แสดงแบบเจาะรูแผ่นอลูมิเนียม 40
3.15 แสดงการเจาะรูแผ่นอลูมิเนียม 41
3.16 แสดงแบบล้อประคอง 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.17 แสดงล้อประคอง 41
3.18 แสดงแบบแผ่นยึดล้อประคอง 42
3.19 แสดงการยึดตลับลูกปืนกับแผ่นอลูมิเนียม 42
3.20 แสดงการต๊าฟเกลียวท่ออลูมิเนียม 42
3.21 แสดงการประกอบแผ่นอลูมิเนียมกับท่ออลูมิเนียม 43
3.22 แสดงวงจรของเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ 44
3.23 แสดงการสร้างผู้ใช้งานใหม่ 48
3.24 แสดงอีเมล์ที่ได้รับการ Blynk Server 48
3.25 แสดงการสร้างโปรเจคใหม่ 49
3.26 แสดงหน้าต่างโปรเจค Automatic Solar Cell Cleaner 49
3.27 แสดง Widget Box 50
3.28 แสดงหน้าต่างโปรเจคหลังสร้าง Widget 50
3.29 แสดงการตั้งค่า Widget 51
4.1 แสดงกรณีไม่กด limit switch 52
4.2 แสดงกรณีกด limit switch ด้านขวา 53
4.3 แสดงกรณีกด limit switch ด้านซ้าย 53
4.4 แสดงกรณีกด limit switch ด้านซ้าย และขวา 54
4.5 แสดงกรณี Blynk OFF 54
4.6 แสดงกรณี ON โดยไม่กด limit switch 55
4.7 แสดงกรณี ON โดยกด limit switch 55
4.8 แสดงกรณีไม่กด limit switch 56
4.9 แสดงการเคลื่อนที่ไปทางขวา 56
4.10 แสดงการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่จากขวาไปซ้าย 57
4.11 แสดงการเคลื่อนที่ไปทางซ้าย 57
4.12 แสดงการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่จากซ้ายไปขวา 58
4.13 แสดงกรณีกด limit switch ด้านซ้าย และขวา 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แผนการดำเนินงาน	2
4.1	แสดงการทดสอบการทำงานของโปรแกรมโดยเริ่มต้นจากด้านซ้ายและเคลื่อนที่ทั้งหมด 1 รอบ	59
4.2	แสดงการทดสอบการทำงานของโปรแกรมโดยเริ่มต้นจากด้านซ้ายและเคลื่อนที่ทั้งหมด 2 รอบ	59
4.3	แสดงการทดสอบการทำงานของโปรแกรมโดยเริ่มต้นจากด้านขวาและเคลื่อนที่ทั้งหมด 1 รอบ	60
4.4	แสดงการทดสอบการทำงานของโปรแกรมโดยเริ่มต้นจากด้านขวาและเคลื่อนที่ทั้งหมด 2 รอบ	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันมีความนิยมในการใช้งานแผงโซล่าเซลล์ผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์กันอย่างแพร่หลาย ทั้งในครัวเรือน และอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งเป็นพลังงานสะอาดเพื่อนำมาใช้ทดแทนพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้า และเนื่องจากที่สถานีบริการจัดเก็บน้ำมันอากาศยานสุวรรณภูมิ บริษัท บริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) ได้มีการติดตั้งใช้งานแผงโซล่าเซลล์จำนวนมากด้านบนหลังคาของลานจอดรถ, โรงอาหาร, Sub Station และยังมีแผนที่จะติดตั้งเพิ่มเติมในอนาคตอันใกล้นี้ ซึ่งในแต่ละพื้นที่มีความยากลำบากต่อการทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์เป็นอย่างยิ่ง และยังอาจทำให้เกิดอันตรายต่อบุคคลผู้ที่ขึ้นไปทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ เนื่องจากมีโอกาสเกิดทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ จึงได้คิดค้นที่จะสร้างเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติขึ้นมาเพื่อลดปัญหาดังกล่าว

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาการทำงานของบอร์ด Microcontroller
1.2.2 เพื่อความสะดวกในการทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์
1.2.3 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์
1.2.4 เพื่อไม่เปลืองแรงงานในการทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์
1.2.5 เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการจ้างผู้รับเหมาทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์
1.2.6 เพื่อลดอันตรายที่มีโอกาสเกิดขึ้นจากการทำงานในที่สูง

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ออกแบบโครงสร้างของเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ
1.3.2 เขียนแบบโครงสร้างของเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ
1.3.3 เขียนโค้ดควบคุมการทำงานของ DC Motor ด้วย motor drive module จำนวน 2 ตัว
1.3.4 เขียนโค้ดควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์โดยใช้ บอร์ด Arduino, DC Motor, Motor Drive Module และ Limit Switch ให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4 วิธีการดำเนินการโครงงาน

1.4.1 ศึกษาการออกแบบโครงสร้าง และการขับเคลื่อนทางเครื่องกล
1.4.2 ออกแบบโครงสร้างของเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ
1.4.3 เขียนแบบโครงสร้างของเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ ด้วยโปรแกรม AUTOCAD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.4 ประดิษฐ์บางชิ้นส่วนขึ้นมาด้วยเครื่องมือที่สามารถหาได้เอง

1.4.5 สั่งซื้อ และสั่งผลิตอุปกรณ์ที่เป็นส่วนประกอบของเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ

1.4.6 ประกอบโครงสร้างของเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติทดสอบการเคลื่อนที่ของเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติโดยการต่อตรงแบตเตอรี่เข้ากับ DC Motor เข้ากับ DC Motor

1.4.7 ทบทวน และศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมลงบน บอร์ด Arduino

1.4.8 เขียนโปรแกรมควบคุมการำงานของเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติโดยใช้บอร์ด Arduino เป็นคอนโทรลเลอร์

1.4.9 ลงโปรแกรม และ wiring สายไฟเข้ากับอุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งบนเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ

1.4.10 ทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมด

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงาน	ปี พ.ศ. 2562															
	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.ขั้นตอนออกแบบ																
2.ประกอบแบบจำลองโครงที่ 1 (ยกเลิก)																
3.ประกอบแบบจำลองโครงที่ 2 (ยกเลิก)																
4.เขียนแบบขั้นสุดท้าย																
5.คัดเลือก สั่งซื้อ และรออุปกรณ์																
6.อุปกรณ์บางส่วนพร้อม ติดตั้งบางส่วน																
7.อุปกรณ์ครบพร้อมติดตั้ง																
8.ขั้นตอนติดตั้งตามแบบ																
9.ขั้นตอนการศึกษาโปรแกรมที่ใช้																
10.ขั้นตอนเขียนโปรแกรม																
11.ขั้นตอนการทดลอง และปรับปรุง																

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 หุ่นยนต์สามารถทำความสะอาดได้ดีและมีคุณภาพ

1.5.2 สร้างความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้งาน

1.5.3 ลดการใช้แรงงานคนในการทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์

1.5.4 ลดอันตรายในการทำงานในที่สูงของผู้มีหน้าที่ทำความสะอาดโซล่าเซลล์

1.5.5 ได้รับความรู้การเขียนโปรแกรมลงใน บอร์ด Arduino ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้กับงานอื่นได้

1.5.6 ฝึกการทำงานอย่างเป็นระบบ และสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้

1.5.7 ฝึกตนเองให้เป็นผู้มีความมุ่งมั่น ตั้งใจ อดทนและตรงต่อเวลา ซึ่งตรงกับอัตลักษณ์ของสถาบัน “ซื่อสัตย์ ใฝ่รู้ สู้งาน”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ โดยมีบอร์ด Arduino เป็นคอนโทรลเลอร์จะต้องมีความรู้และความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ เพื่อให้สามารถสร้างเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติที่สามารถใช้งานได้จริง มีเสถียรภาพ และทนทาน ซึ่งความรู้พื้นฐานที่ต้องใช้ประกอบด้วย การใช้โปรแกรม Arduino IDE, Arduino Mega 2560, NodeMCU, Blynk Application, Motor Drive Module BTS7960, Limit switch และตลับลูกปืนตุ๊กตา

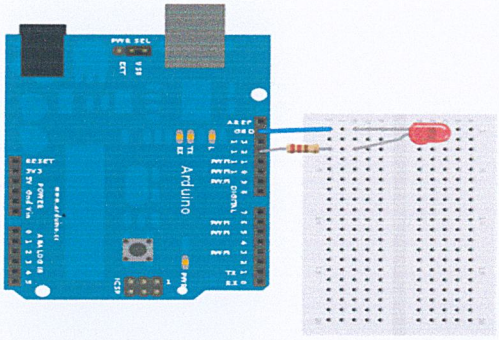
2.2 Arduino

Arduino อ่านว่า (อา-ดู-อิ-โน่ หรือ อาดุยโน่) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งทางด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

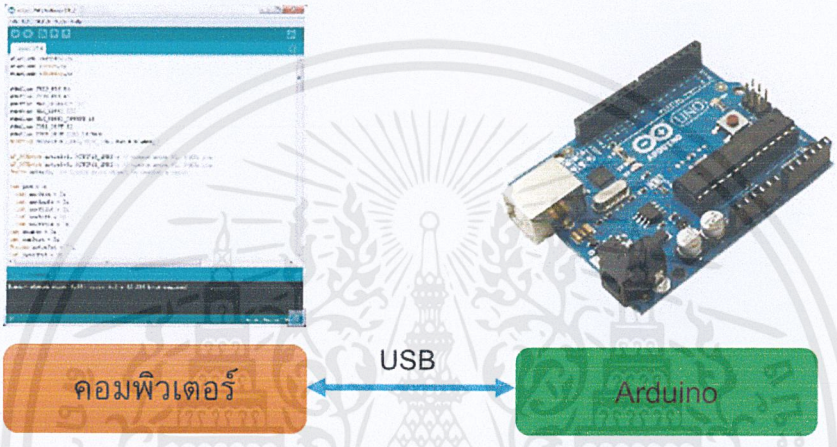
ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด ดูตัวอย่างรูปที่ 2.1 หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่าง ๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย โดยจุดเด่นที่ทำให้บอร์ด Arduino เป็นที่นิยม ได้แก่

1) ง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น
2) มี Arduino Community กลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแรง
3) Open Hardware ทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน
4) ราคาไม่แพง
5) Cross Platform สามารถพัฒนาโปรแกรมบน OS ใดก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

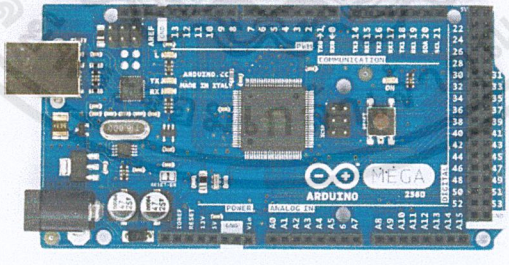


รูปที่ 2.1 การต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด



รูปที่ 2.2 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino

2.3 Arduino Mega 2560



รูปที่ 2.3 บอร์ด Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 คือบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนาจาก ATmega2560 มี 54 digital input/output โดยมี 14 ขา สามารถใช้เป็น output แบบ PWM ได้ มี analog inputs 16 ขา มี UARTs (hardware serial ports) 4 ขา ทำงานที่ความถี่ 16 MHz สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วยสายเคเบิล USB หรือใช้ adaptor AC-to-DC เพื่อเริ่มต้นใช้งาน และมีปุ่ม reset สามารถต่อเข้ากับ shields ที่ออกแบบเพื่อใช้งานกับ Arduino Duemilanove หรือ Diecimila มีหน่วยความจำ 256 KB (8 KB ใช้สำหรับ boot-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

loader) นอกจากนี้ยังมีอีก 8 KB สำหรับ SRAM และ 4 KB สำหรับ EEPROM ในแต่ละ digital pins ทั้ง 54 pins บนบอร์ด Arduino Uno สามารถเป็นได้ทั้ง input และoutput โดยจะทำงานที่แรงดัน 5 V และให้กระแสสูงสุด 40 mA

Pin ทั่วไป

1) VIN เป็น input voltage ของบอร์ด Arduino โดยใช้แหล่งจ่ายจากภายนอก
2) 5V เป็น output pin ที่ควบคุม 5 V จากบอร์ด
3) 3V3 เป็น 3.3-volt supply ที่สร้างจาก regulator บนบอร์ด และให้กระแสได้สูงสุด 50 mA
4) GND เป็น ground pin
5) IOREF เป็น pin ที่ให้ voltage reference กับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อเลือกค่าแรงดันให้กับ shield ที่มาเชื่อมต่อกับบอร์ด

ฟังก์ชันอื่น ๆ

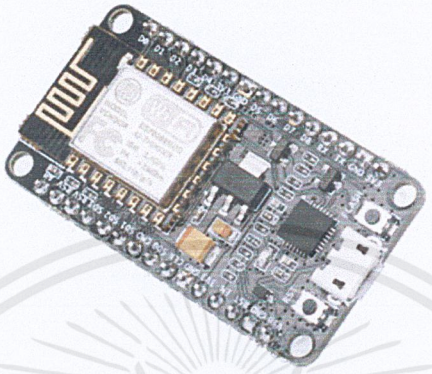
1) External Interrupts: 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), 21 (interrupt 2). pins เหล่านี้สามารถที่จะกำหนดค่าที่เรียก interrupt ในค่าต่ำ ๆ, ขอบขาขึ้นและลง หรือเปลี่ยนแปลงค่า
2) PWM: 2 ถึง 13 และ 44 ถึง 46 ให้ output PWM output 8-bits
3) SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS) ใช้สำหรับรองรับการสื่อสารแบบ SPIโดยที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับ ICSP header ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกับ Uno, Duemilanove และ Diecimila
4) LED 13: เป็น build-in LED ที่เชื่อมต่อกับ digital pin 13 เมื่อ pin มีค่าเป็น HIGH LED จะติด แต่เมื่อ pin เป็น LOW LED จะดับ
5) TWI: 20 (SDA) and 21 (SCL). รองรับการเชื่อมต่อแบบ TWI(I2C)
6) บอร์ด Mega2560 มี 16 analog inputs แต่ละ pins ให้ความละเอียด 10 bits
7) AREF. แรงดันอ้างอิง สำหรับ analog input
8) Reset ใช้ในการ reset ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยทั่วไปจะใช้โดยการเพิ่มปุ่ม reset ไว้บน shield เพื่อป้องกันปุ่มที่อยู่บนบอร์ด

2.4 NodeMCU

NodeMCU คือ แพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสร้างโปรเจค Internet of Things (IoT) ที่ประกอบไปด้วย Development Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware (Software บนบอร์ด) ที่เป็น open source สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Lau ได้ ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น มาพร้อมกับโมดูล WIFI (ESP8266) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตนั่นเอง ตัวโมดูลESP8266นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายรุ่นมาก ตั้งแต่เวอร์ชั่นแรกที่เป็น ESP-01 ไล่ไปเรื่อย ๆจนปัจจุบันมีถึง ESP-12 แล้ว และที่ฝังอยู่ใน NodeMCU version แรกนั้นก็เป็น ESP-12 แต่ใน version2 นั้นจะใช้เป็น ESP-12E แทน ซึ่งการใช้งานโดยรวมก็ไม่แตกต่างกันมากนัก NodeMCU นั้นมีลักษณะคล้ายกับ Arduino ตรงที่มีพอร์ต Input Output built in มาในตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถเขียนโปรแกรมคอนโทรลอุปกรณ์ I/O ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่น ๆ และเมื่อไม่นานมานี้ก็มีนักพัฒนาที่สามารถทำให้ Arduino IDE ใช้งานร่วมกับ Node MCU ได้ จึงทำให้ใช้ภาษา C/C++ ในการเขียนโปรแกรมได้ ทำให้เราสามารถใช้งานมันได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น NodeMCU ตัวนี้สามารถทำอะไรได้หลายอย่างมากโดยเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ IoT ไม่ว่าจะเป็นการทำ Web Server ขนาดเล็ก การควบคุมการเปิดปิดไฟผ่าน WIFI และอื่น ๆอีกมากมาย

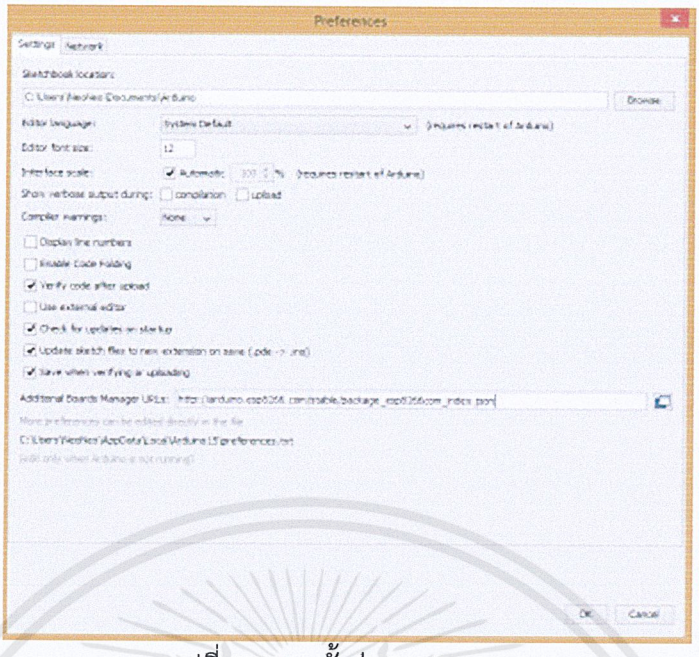


รูปที่ 2.4 บอร์ด NodeMCU

ติดตั้ง Arduino IDE ลงบน ESP8266 NodeMCU

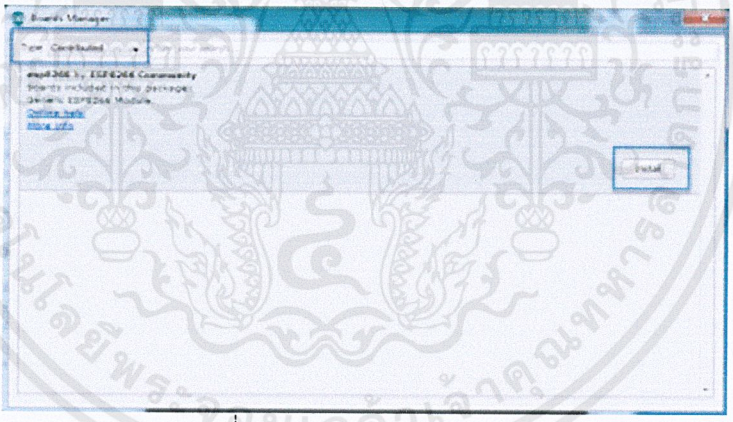
1) ติดตั้ง Arduino IDE เวอร์ชั้น 1.6.4 หรือ ใหม่กว่า โดย Download ตัวติดตั้งได้จาก http://www.arduino.cc/en/main/software
2) เมื่อติดตั้ง Arduino IDE เรียบร้อยแล้ว ให้เปิด Arduino IDE ขึ้นมา
   · ไปที่ Menu File >> Preferences
   · ใส่ URL >> ลงใน Addition Board Manager URLs:
   ดังนี้ http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json
   (สามารถดูข้อมูลเพิ่มเติมหากมีการเปลี่ยนแปลงได้
   จาก https://github.com/esp8266/Arduino)
   · แล้วกด OK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 การตั้งค่า Preference

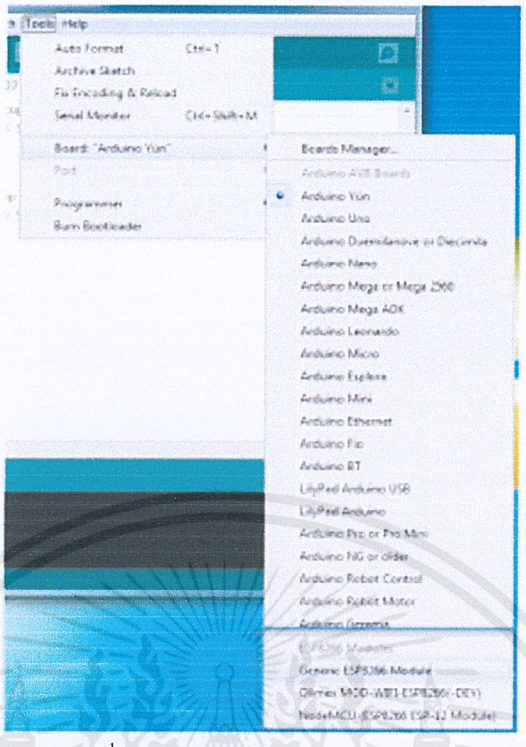
3) จากนั้นไปที่ Menu Tools >> Boar:"xxxxxx" >> Board Manager...
เลือก Type เป็น Contributed ไปที่ ESP8266 และกด Install รอจนติดตั้งเสร็จ ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การ Install ESP8266

4) เมื่อติดตั้ง ESP8266 เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ปิดโปรแกรม Arduino IDE ก่อน แล้วจึงเปิดขึ้นมาใหม่ ให้ลองไปที่ Menu Tools >> Board:"xxxxxx" จะพบว่า มี Menu สำหรับเลือกใช้งาน ESP8266 กับ Arduino IDE ขึ้นมาให้เลือกใช้งานแล้ว ดังรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 การเลือกใช้งาน ESP8266

ESP8266 จะมีบอร์ดให้เลือกใช้งานอยู่ด้วยกัน 3 บอร์ด ได้แก่

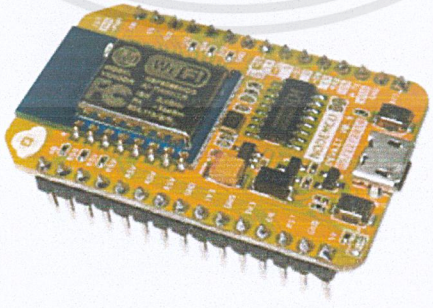
o Generic ESP8266 Module >> บอร์ด ESP8266 ทั้งไปไม่เจาะจง หรือ บอร์ดที่สร้างขึ้นเอง

o Olimex MOD-WIFI-ESP8266 >> บอร์ด ESP8366 ที่บริษัท Olimex เป็นผู้สร้าง

o NodeMCU (ESP8266 ESP-12) >> บอร์ด ESP8266 ที่เป็นบอร์ด NodeMCU ที่เราจะใช้งานนั่นเอง

NodeMCU Development Kit ชุดพัฒนาบอร์ด NodeMCU หรือเรียกสั้นๆว่า NodeMCU DevKit ปัจจุบันมีอยู่ 2 เวอร์ชั่น ได้แก่

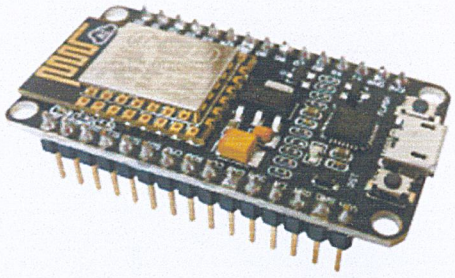
NodeMCU Devkit 0.9 (ESP-12) Version 1



รูปที่ 2.8 NodeMCU Devkit 0.9 (ESP-12) Version 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NodeMCU Devkit 1.0 (ESP-12E) Version 2



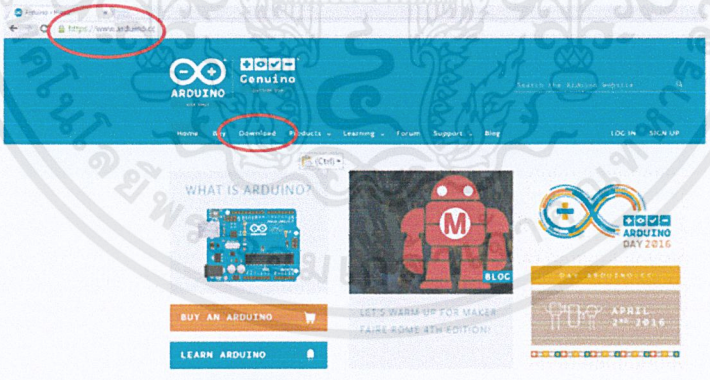
รูปที่ 2.9 NodeMCU Devkit 1.0 (ESP-12E) Version 2

NodeMCU Specification ชุดพัฒนานี้ based on โมดูล WIFI ที่ชื่อ ESP8266 มี GPIO PWM, I2C, 1-Wire และ ADC รวมมาอยู่บนบอร์ดเดียว มี USB-TTL มาในตัว ไม่ต้องซื้อแยกเหมือนกับการใช้ ESP8266 ปกติ ทำให้ใช้งานได้สะดวกขึ้น มีขา GPIO 10 ขา ทุกๆขาสามารถเป็น PWM, I2C และ 1-wire ได้ มี PCB antenna สำหรับรับส่งสัญญาณไร้สาย ใช้ Connector แบบ micro-USB สำหรับจ่ายแรงดันไฟเลี้ยงหรือเท่ากับ +5V และสำหรับดาวน์โหลดเฟิร์มแวร์

2.5 Arduino IDE

ขั้นตอนการปฏิบัติ

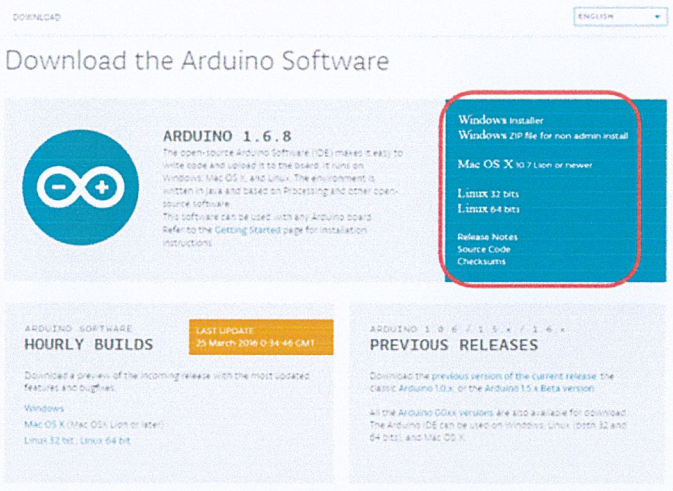
1) ดาวน์โหลด Arduino IDE จาก https://www.arduino.cc โดยคลิกที่เมนู Download ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 เว็บไซต์สำหรับดาวน์โหลด Arduino IDE

2) เลือกระบบปฏิบัติการของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ท่านจะใช้ในการเขียนโปรแกรม Arduino ดังรูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

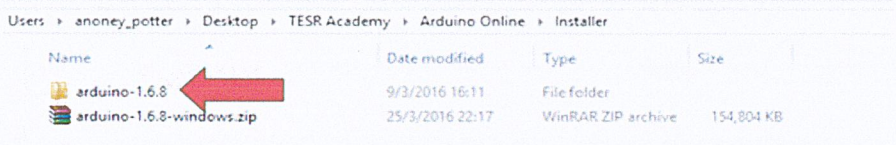


รูปที่ 2.11 เลือกระบบปฏิบัติการของเครื่องคอมพิวเตอร์

3) กด JUST DOWNLOAD (หากต้องการร่วมบริจาคช่วยการพัฒนา Arduino Software สามารถกด CONTRIBUTE & DOWNLOAD) ดังรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.12 การกดดาวน์โหลด Arduino IDE

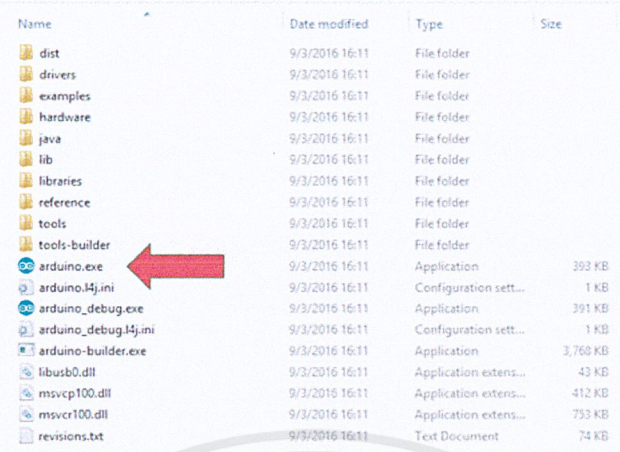
4) Unzip ไฟล์จากไฟล์บีบอัด เพื่อติดตั้งโปรแกรม ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 การ Unzip ไฟล์ติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ดับเบิ้ลคลิกที่ไฟล์ arduino.exe ดังรูปที่ 214



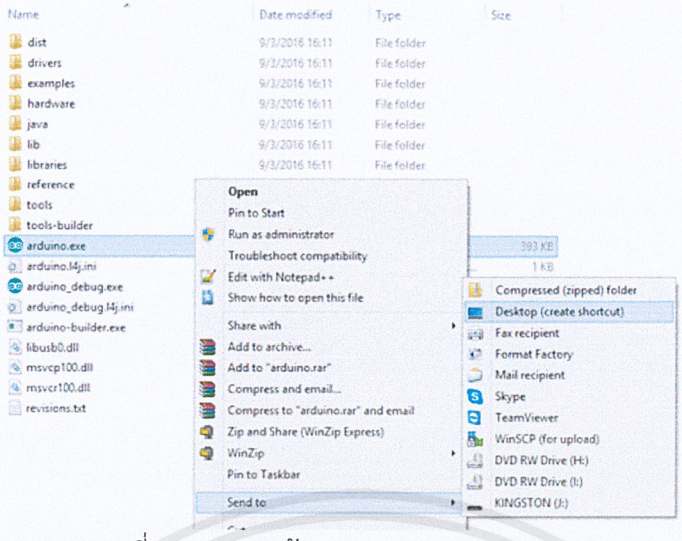
รูปที่ 2.14 ไฟล์ arduino.exe

6) หน้าต่างโปรแกรม Arduino จะปรากฏขึ้น ดังรูปที่ 2.15

รูปที่ 2.15 หน้าต่างโปรแกรม Arduino

7) สร้าง Shortcut บน Desktop เพื่อความสะดวกในการเปิดโปรแกรมในครั้งต่อไป ดังรูปที่ 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

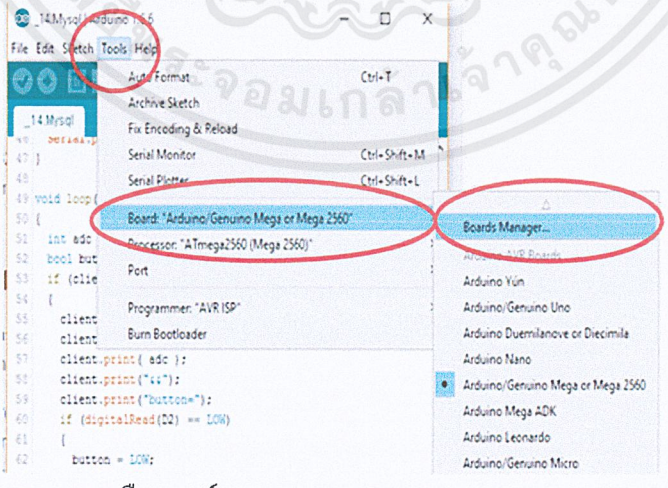


รูปที่ 2.16 การสร้าง Shortcut บน Desktop

8) จะปรากฏไอคอนของโปรแกรม Arduino บน Desktop ดังแสดงในรูปที่ 2.17

รูปที่ 2.17 ไอคอนของโปรแกรม Arduino บน Desktop

9) ในหน้าต่างโปรแกรม Arduino ให้คลิกไปที่เมนู Tools -> Board -> Arduino/Genuino Mega or Mega 2560 ดังรูปที่ 2.18

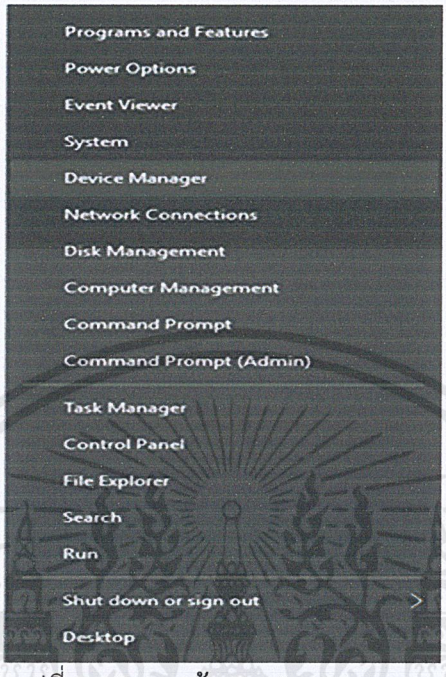


รูปที่ 2.18 การเลือกบอร์ด Arduino/Genuino Mega or Mega 2560

10) เสียบบอร์ด Arduino Mega 2560 เข้ากับคอมพิวเตอร์ จากนั้นไปที่ Device Manager

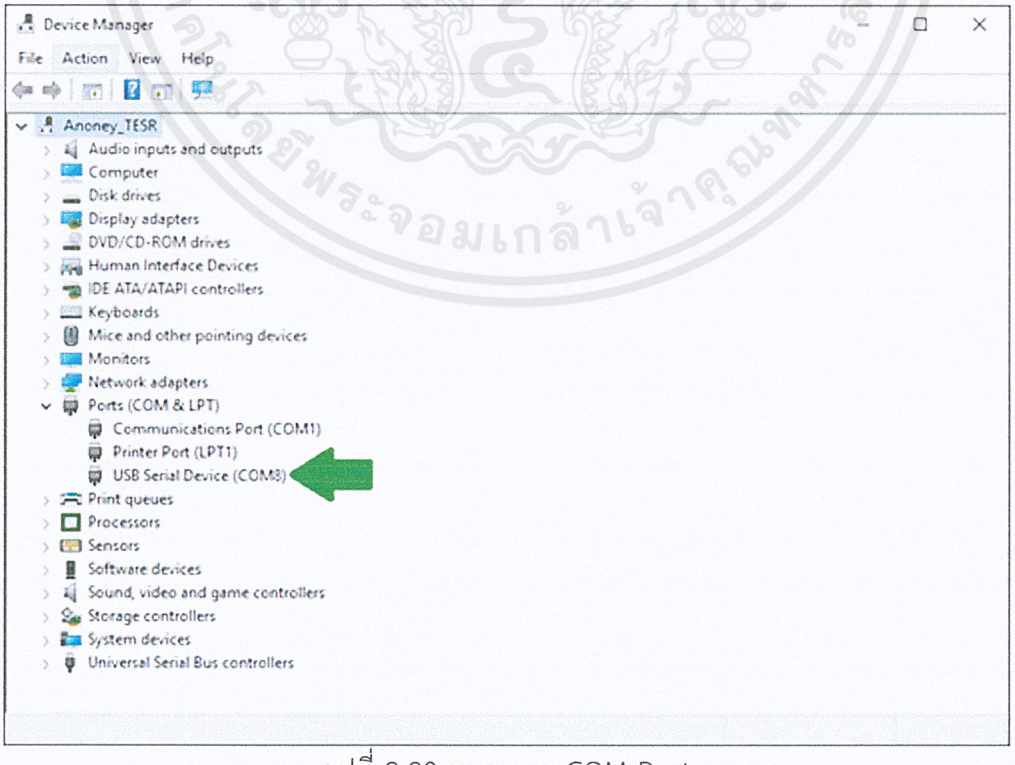
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(หากเป็น Window ให้คลิกขวาที่ไอคอนบน Toolbars) เพื่อดูว่าบอร์ด Arduino Mega 2560 นั้นต่ออยู่กับ COM Port หมายเลขใด ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 การเข้า Device Manager

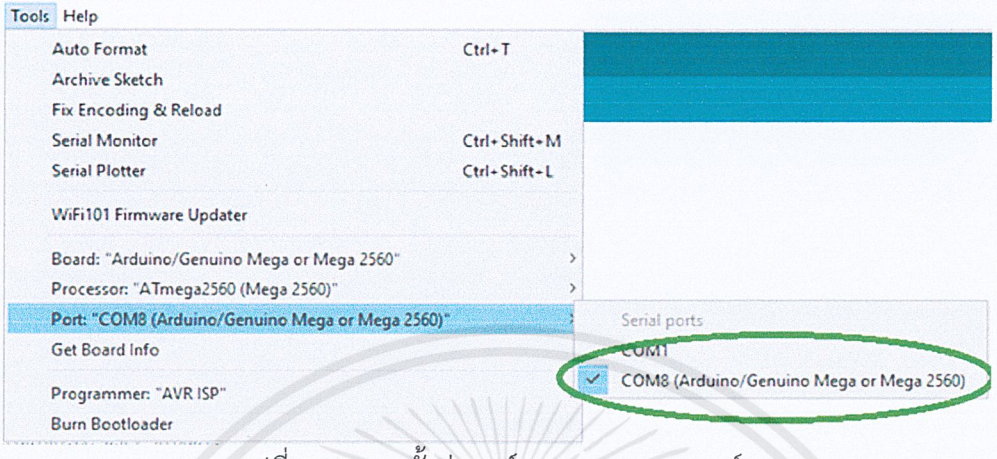
11) ใน Device Manager คลิกที่ Ports เพื่อดูหมายเลข COM Port ดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 หมายเลข COM Port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12) เปิด Arduino IDE ขึ้นมาอีกครั้ง ไปที่เมนู Tools และทำการตั้งค่าบอร์ดและหมายเลขพอร์ตให้ตรงกับที่ได้จากขั้นตอนที่ 11) ซึ่งในตัวอย่างคือ COM8 ดังรูปที่ 2.21



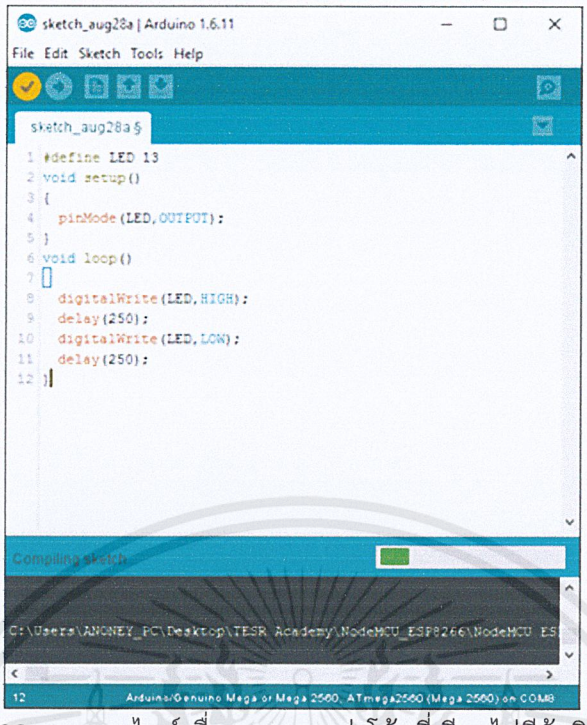
รูปที่ 2.21 การตั้งค่าบอร์ดและหมายเลขพอร์ต

13) ขั้นตอนนี้ เราจะทดลองเขียนโปรแกรมให้หลอดไฟ LED บนบอร์ดกระพริบเพื่อทดสอบการทำงานของบอร์ดเบื้องต้นดังนี้ โดยท่านสามารถคัดลอกโค้ดทั้งหมดข้างล่างไปวางทับลงในหน้าโปรแกรม

```
#define LED 13
voidsetup()
{
  pinMode(LED,OUTPUT);
}
voidloop()
{
  digitalWrite(LED,HIGH);
  delay(250);
  digitalWrite(LED,LOW);
  delay(250);
}
```

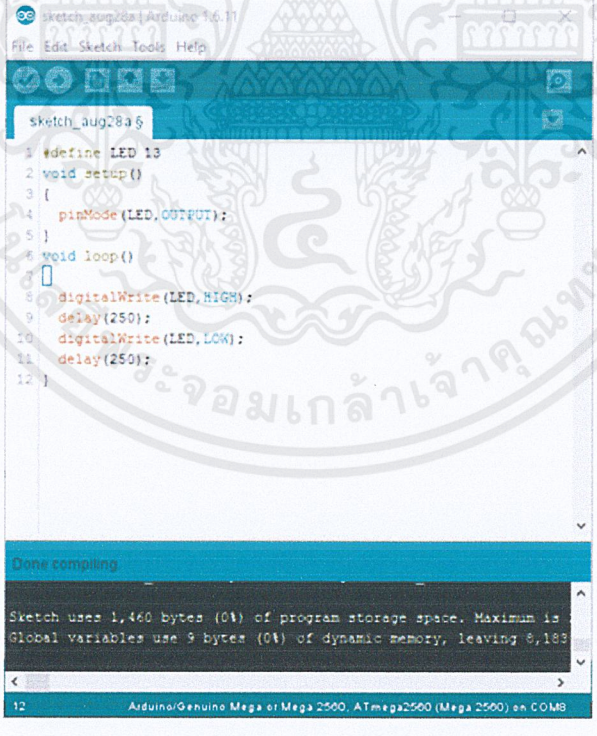
14) คอมไพล์ (Compile) โดยคลิกที่ปุ่ม เพื่อตรวจสอบว่าโค้ดที่เขียนไม่มีข้อผิดพลาด ดังรูปที่ 2.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 การคอมไพล์เพื่อตรวจสอบว่าโค้ดที่เขียนไม่มีข้อผิดพลาด

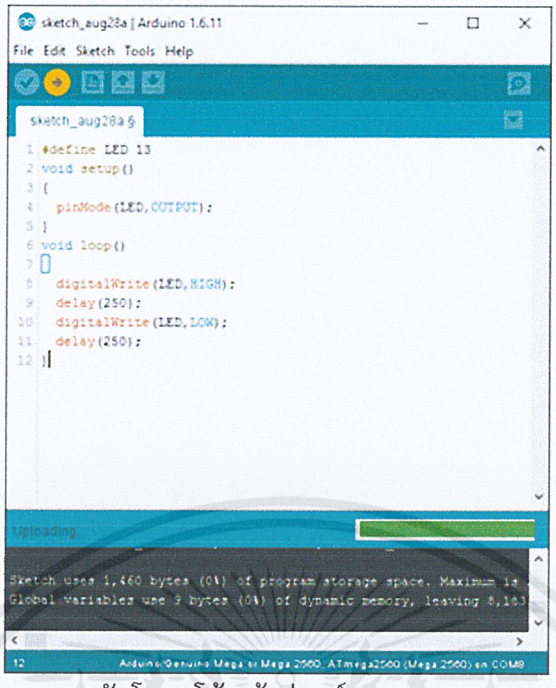
15) หากไม่มีข้อผิดพลาด จะปรากฏข้อความว่า “Done compiling” ดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 โค้ดที่เขียนไม่มีข้อผิดพลาด

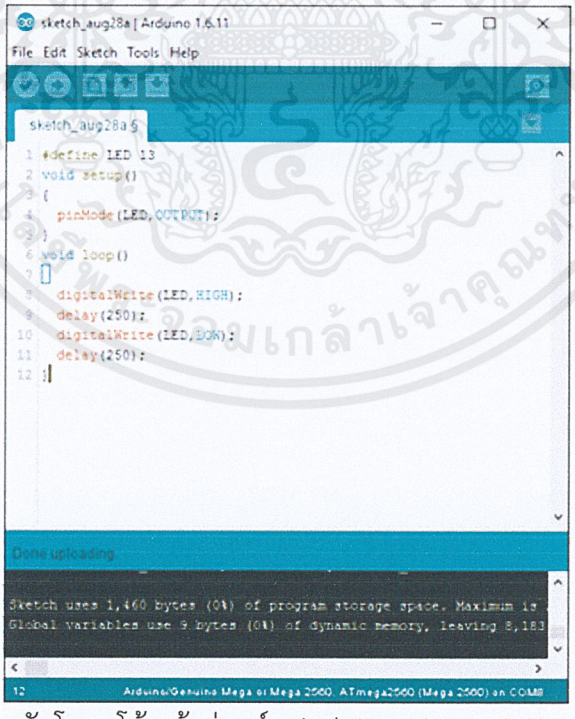
16) จากนั้นให้ทำการคลิกที่ปุ่ม เพื่อทำการอัพโหลดโค้ดเข้าสู่บอร์ด Arduino Mega 2560 ดังรูปที่ 2.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 การอัพโหลดโค้ดเข้าสู่บอร์ด Arduino Mega 2560

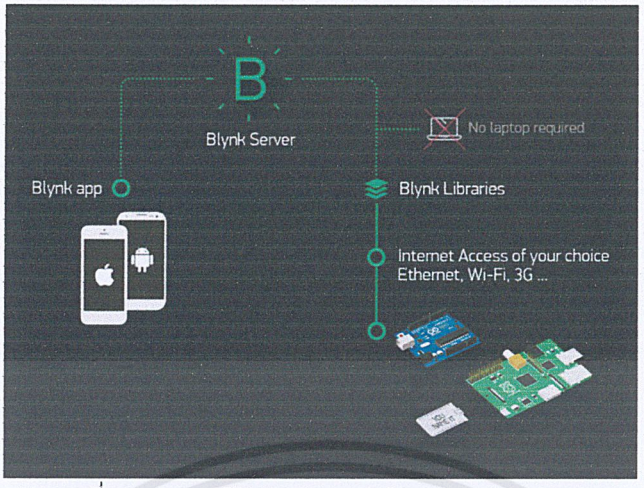
17) หากไม่มีข้อผิดพลาด จะขึ้นคำว่า “Done uploading” ดังภาพ และไฟบนบอร์ดจะกระพริบทุก ๆ 250 ms (2 ครั้งต่อวินาที) ดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 การอัพโหลดโค้ดเข้าสู่บอร์ด Arduino Mega 2560 เสร็จสมบูรณ์

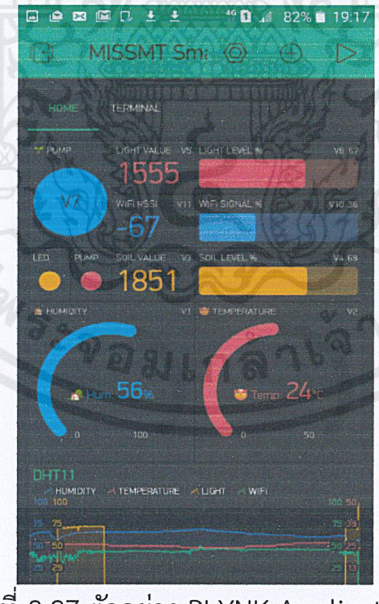
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 Blynk Application



รูปที่ 2.26 สถาปัตยกรรมการทำงานของ BLYNK

จากรูปที่ 2.26 IoT NODE ก็คือ Arduino / ESP8266 / ESP32 หรือ RASPBERRY ที่เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่าน WIFI / 3G / 4G / LoRa หรือสาย LAN การที่จะทำให้ IoT NODE เหล่านี้รู้จัก BLYNK SERVER ได้ก็ต้องติดตั้งไลบรารี่ BLYNK เสียก่อน หรือจะลองเช็คอุปกรณ์ที่ BLYNK รองรับก่อนก็ได้ แต่อุปกรณ์หลักๆ ที่รู้จักส่วนใหญ่ก็รองรับหมดแล้ว โดยมีตัวอย่างแอปพลิเคชั่น ดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 ตัวอย่าง BLYNK Application

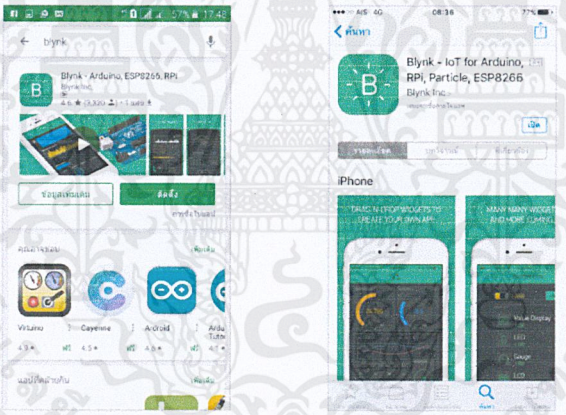
BLYNK SERVER จะใช้รหัส TOKEN ในการแยกแยะอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเข้าหามันว่าเป็นตัวไหน รหัสนี้จะได้มาจากการลงทะเบียนใน BLYNK APP ที่เราติดตั้งไว้บนมือถือ รหัสนี้เปรียบเสมือนรหัสประจำตัวประชาชนของเรา เอาไว้สำหรับยืนยันตัวตนว่าเป็นอุปกรณ์ตัวไหน รหัส TOKEN แต่ละตัวจะไม่ซ้ำกัน เราจะต้องระบุรหัส TOKEN นี้ไว้ในโค้ด Arduino Sketch แล้วแก้ไขชื่อ SSID กับรหัสผ่าน WIFI จากนั้นอัพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

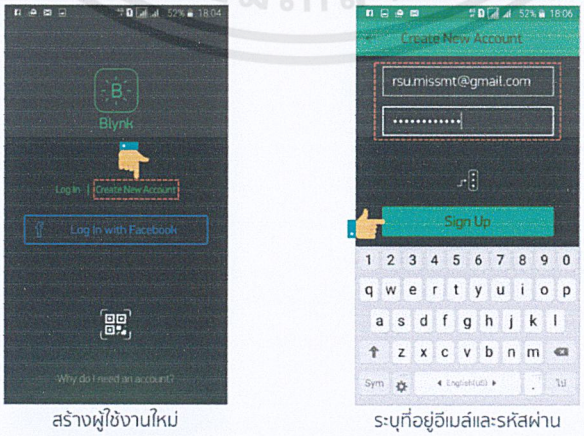
โหลดโปรแกรมเข้า IoT NODE แค่นี้อุปกรณ์ก็สามารถเชื่อมต่อกับ BLYNK SERVER ได้แล้ว จึงเปิด BLYNK APP ที่ติดตั้งไว้บนมือถือ แล้วเพิ่ม WIDGET ปุ่มต่าง ๆ ที่ต้องการแล้วระบุขาใช้งานให้ตรงกับที่เราเขียนโปรแกรมไว้ เช่น V7 เป็นปุ่ม ปิด เปิดไฟ, V10 เป็นค่าเปอร์เซ็นต์สัญญาณ WIFI หรือถ้าต้องการพล็อตกราฟก็ให้เลือก WIDGET superChart แล้วเลือกประเภทของกราฟที่ต้องการแสดง เช่น Bar / Column / Line เป็นต้น จากนั้นสั่ง RUN โปรแกรมโดยคลิ๊กที่รูปสามเหลี่ยมขวาบน แค่นี้ก็เราสามารถควบคุม IoT NODE ได้แล้ว

การติดตั้ง BLYNK APP

BLYNK เป็น APP ฟรี รองรับการทำงานทั้ง Android และ IOS เริ่มด้วยการค้นหา ชื่อ APP ให้พิมพ์คำว่า “blynk” ใน STORE ของแต่ละ OS ก็จะพบกัน BLYNK APP ตามรูปที่ 2.28 หลังจากที่ติดตั้งเสร็จเรียบร้อย ให้เปิด Blynk APP ขึ้นมาเพื่อทำการสร้างผู้ใช้งานใหม่ ท่านสามารถลงทะเบียนใช้งาน Blynk ได้จาก APP ที่ติดตั้งไว้แล้วในมือถือ ให้ท่านเปิด Blynk APP ขึ้นมาแล้วคลิ๊กที่ “Create New Account” แล้วใส่อีเมล์และรหัสผ่าน ระบบจะส่งรหัส TOKEN ไปให้ตามอีเมล์ โดยรูปที่ 2.29 เป็นการลงทะเบียนกับ BLYNK SERVER เพียงแค่ใส่อีเมล์และรหัสผ่านจากนั้นคลิ๊กที่ปุ่ม Sign Up ก็เรียบร้อย เราจะได้ Blynk energy มาใช้งานเริ่มต้น 1,000 energy



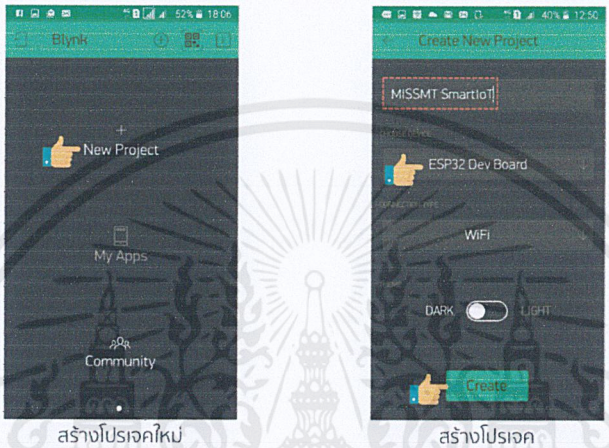
รูปที่ 2.28 APP Blynk ใน Android และ IOS



รูปที่ 2.29 การสร้างผู้ใช้งานใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

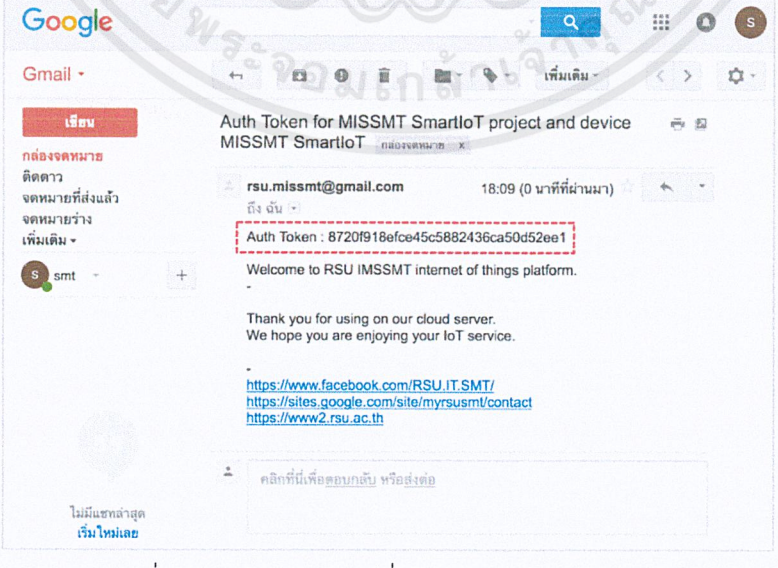
ขั้นตอนต่อจะเป็นการสร้างโปรเจคใหม่ ให้คลิ๊กที่ “New Project” แล้วใส่ชื่อโครงการให้เรียบร้อย จากตัวอย่างจะตั้งชื่อโครงการเป็น “MISSMT SmartIoT” แล้วเลือกประเภทของบอร์ดพัฒนา โดยใช้บอร์ด ESP32 จึงเลือกเป็น “ESP32 Dev Board” ถ้าใครใช้บอร์ด NodeMCU หรือ ESP8266 ก็เลือกบอร์ดให้ถูกรุ่นด้วยนะครับ เพราะจะทำให้ Blynk ทำงานผิดพลาดได้ถ้าเลือกบอร์ดผิดรุ่น บอร์ดแต่ละรุ่นวางตำแหน่งขา GPIO ไม่เหมือนกัน ส่วน THEME ก็คือสีพื้นของ APP ถ้าใครชอบสีแนวออกสว่างสีขาวก็สามารถเลือกเป็น “LIGHT” ส่วนผู้เขียนชอบพื้นสีออกโทนสีดำจึงเลือกเป็น “DARK” จากนั้นคลิ๊กที่ปุ่ม “Create” จะเป็นสร้างโปรเจค ดังรูปที่ 2.30



สร้างโปรเจคใหม่ สร้างโปรเจค

รูปที่ 2.30 การสร้างโปรเจคใหม่

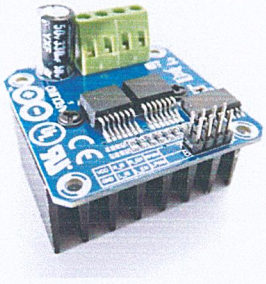
หลังจากที่สร้างโปรเจคเสร็จเรียบร้อย เราจะได้รับรหัส TOKEN ที่ Blynk Server ส่งมาให้ หน้าตาอีเมล์ก็คล้ายๆ ตามรูปตัวอย่างข้างล่าง รหัสนี้ก็คือตัวแทนของบอร์ดพัฒนานั่นเอง Blynk Server จะรู้จักบอร์ดเราได้และรู้ว่าตัวไหนอยู่ที่ไหนก็อาศัยรหัส TOKEN เป็นตัวอ้างอิง ดังรูปที่ 2.31



รูปที่ 2.31 ตัวอย่างอีเมล์ที่ได้รับการ Blynk Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 Motor Drive Module BTS7960



รูปที่ 2.32 Motor Drive Module BTS7960

Specifications

1) ใช้สำหรับขับดีซีมอเตอร์ที่ต้องการกระแสสูง
2) ใช้สัญญาณ PWM ในการควบคุมความเร็ว รองรับความเร็วขากขา PWM
3) สามารถควบคุมมอเตอร์ได้ 1 ตัว และควบคุมหมุนซ้าย ขวา (กลับทาง) ได้
4) แรงดันไฟเลี้ยงมอเตอร์ : 6-27 Vdc
5) กระแสเอาต์พุตสูงสูง: 47A Max (กำหนดจากสเปกของ BTS7960)
6) แรงดันอินพุต (PWM) สำหรับใช้ควบคุม: 5 Vdc
7) ไอซี BTS7960 มีระบบป้องกันดังต่อไปนี้
   - Over temperature protection: ถ้าอุณหภูมิภายในตัวไอซีสูงเกินค่าที่กำหนดไว้ ไอซีจะหยุดทำงาน
   - Current Limitation: มีระบบป้องกันกระแสเกิน 33A

การต่อใช้งานทางเอาต์พุต

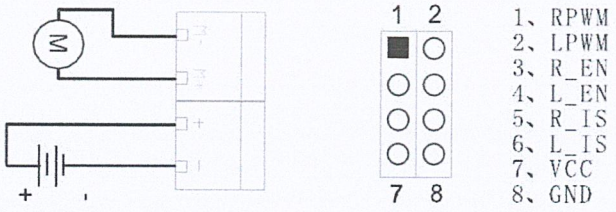
- ขา B+: ขั้วบวกแหล่งจ่ายไฟสำหรับมอเตอร์ (ใช้แรงดัน 6-27Vdc)
- ขา B-: กราวด์ของแหล่งจ่ายไฟสำหรับมอเตอร์
- ขา M+: ขั้วบวกของมอเตอร์
- ขา M-: ขั้วลบของมอเตอร์

การต่อใช้งานทางด้านอินพุต (ขาควบคุม)

- VCC: +5 V
- GND: GND
- R_IS และ L_IS จะเป็นขาเอาต์พุตแสดงสถานะผิดพลาด (Error signal) กรณีที่กระแสทางเอาต์พุตไหลเกิน หรือเกิดการลัดวงจร และตัว IC จะหยุดทำงานเสมอ
- R_EN และ L_EN จะเป็นขาควบคุม Enable (เปิดปิดการทำงานของ Output ทางขวาและซ้ายตามลำดับ) Active High (ต่อ 5V)
- RPWM และ LPWM เป็นขาอินพุตสำหรับต่อสัญญาณ PWM มาควบคุมความเร็วของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงาน

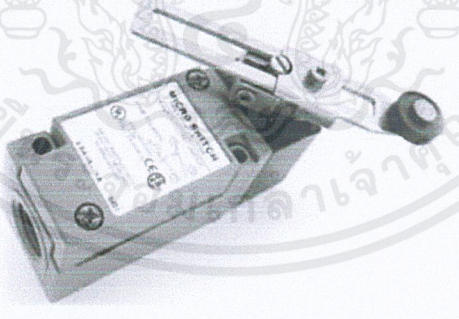


รูปที่ 2.33 การต่อ Motor Drive Module BTS7960

1) จะต้องต่อขา R_EN และ L_EN ด้วย 5V ไว้ (เป็นการ Enable เอาต์พุต)
2) จากนั้นถ้าต้องการให้มอเตอร์หมุนไปทางซ้าย ก็ให้จ่าย PWM (หรือ 5V) ไปที่ขา LPWM โดยที่ขา RPWM ให้ต่อกราวด์ (หรือจ่าย 0V) ไว้ ถ้าต้องการให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา ต้องจ่าย PWM (หรือ 5V) ไปที่ขา RPWM โดยที่ขา LPWM ให้ต่อกราวด์ไว้ (หรือจ่าย 0V)
3) ถ้าจ่าย +5V พร้อมกันไปที่ขา LPWM และ RPWM มอเตอร์จะหยุดหมุน

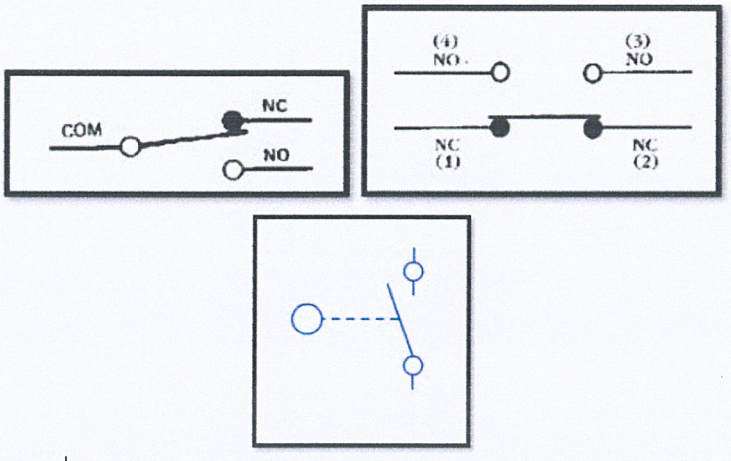
2.8 Limit switch

สวิตช์จำกัดระยะ (Limit switch) เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญมากชนิดหนึ่งที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมในระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติ ลิมิตสวิตช์เป็นสวิตช์ที่จำกัดระยะทาง การทำงานอาศัยแรงกดภายนอกมากระทำ เช่น วางของทับที่ปุ่มกดหรือลูกเบี้ยวมาชนที่ปุ่มกด และเป็นผลทำให้หน้าสัมผัสที่ต่ออยู่กับก้านชนเปิด-ปิด ตามจังหวะของการชน ดังรูปที่ 2.35



รูปที่ 2.34 ตัวอย่างของ limit switch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.35 การแตะหน้าสัมผัส NO และ NC ของ limit switch

ดังนั้น จึงมีการนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมาย เช่น ลิฟต์โดยสาร, ลิฟต์ขนของ, ประตูที่ทำงานด้วยไฟฟ้า, ระบบสายพานลำเลียง เป็นต้น และ ลิมิตสวิตช์สามารถมีคอนแทคได้หลายอันมีคอนแทคปกติปิดและปกติเปิดมี โครงสร้างคล้ายสวิตช์ ปุ่มกด

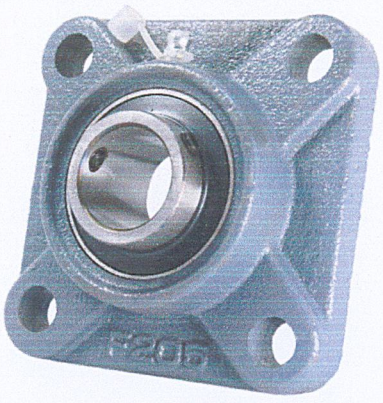
ข้อดีของลิมิตสวิตช์ (Limit switch)

- ติดตั้งง่าย สะดวกต่อการใช้งาน
- ไม่ต้องมีไฟเลี้ยงวงจรในการทำงาน
- การทำงานเชื่อถือได้ มีความแม่นยำในการทำงาน
- ราคาต่ำกว่าอุปกรณ์ตรวจจับชนิดอื่น

2.9 ตลับลูกปืนตุ๊กตา

ตลับลูกปืนตุ๊กตา (Bearing Units) ประกอบด้วย ตลับลูกปืนเม็ดกลมรับแรงในแนวรัศมี ซีลกันฝุ่นและตัวเสื้อที่มีทั้งชนิดเหล็กหล่อคุณภาพสูง และชนิดเหล็กแผ่นปั๊มขึ้นรูป สำหรับโครงสร้างและลักษณะรูปร่างนั้น มีมากมายหลายชนิด สามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม ผิวด้านนอกของตลับลูกปืน และผิวด้านในของตัวเสื้อตุ๊กตา ออกแบบให้มีลักษณะโค้งมนเพื่อทำให้ตลับลูกปืนภายในสามารถปรับแนวในการรับภาระได้ อุปกรณ์กันฝุ่นที่ติดตั้งอยู่กับตลับปืนประกอบด้วยแผ่นซีล 2 ชั้น ชั้นในเป็นยางสังเคราะห์เสริมด้วยแผ่นเหล็ก ชั้นนอกเป็นฝาเหล็กที่มีการปั๊มนูน เพื่อให้ประโยชน์ในการตีกระจายฝุ่น เป็นการป้องกันไม่ให้ฝุ่นหลุดลอดเข้ามาในตลับลูกปืน คุณสมบัติพิเศษ คือ การออกแบบตัวสกรูสำหรับยึดตลับลูกปืนให้แน่นกับเพลา โดยใช้ BALL-END SET SCREW ประสิทธิภาพของชิ้นส่วนดังกล่าวได้ผ่านการทดสอบการใช้งาน ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าตัวล็อคชนิดอื่นๆ และยังสามารถใช้งานได้ดีในสภาวะที่มีแรงสั่นสะเทือนและแรงกระชากสูง ๆ ดังรูปที่ 2.36

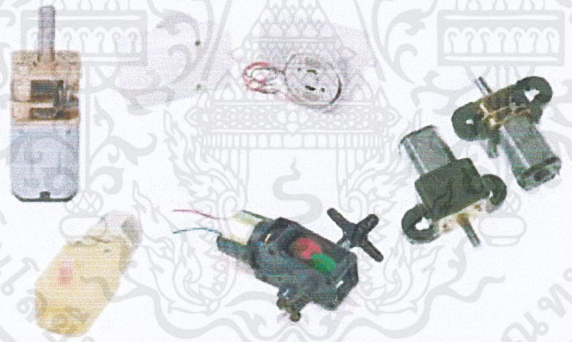
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.36 ตัวอย่างของตลับลูกปืนตุ๊กตา

2.10 DC Motor

มอเตอร์ไฟตรง (DC motor) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โดยเมื่อจ่ายไฟให้แก่มอเตอร์จะทำให้แกนของมอเตอร์หมุน จึงสามารถนำการหมุนของแกนมอเตอร์ไปใช้ในการขับเคลื่อนวัตถุให้เกิดการเคลื่อนที่ มอเตอร์ไฟตรงมีขนาดและพิกัดแรงดันให้เลือกใช้มากมาย ในบทความนี้จะเน้นไปที่มอเตอร์ขนาดเล็กที่ใช้แรงดันในย่าน +1.5 ถึง +12V ซึ่งมีการใช้งานในหุ่นยนต์หรือสิ่งประดิษฐ์ที่มีกลไกเคลื่อนไหว ในรูปที่ 2.37 แสดงหน้าตาของมอเตอร์ไฟตรงในแบบต่าง ๆ

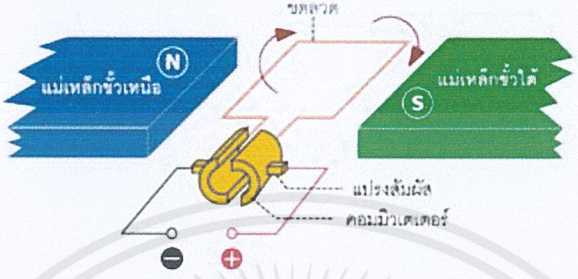


รูปที่ 2.37 มอเตอร์ไฟตรงที่มีชุดเฟืองขับในแบบต่าง ๆ

โดยปกติมอเตอร์ไฟตรงจะถูกสร้างขึ้นให้สามารถหมุนแกนด้วยความเร็วสูงมาก ตั้งแต่ 1,000 รอบขึ้นไป แต่แรงบิดที่ความเร็วรอบสูงมีน้อยมาก จนไม่สามารถนำไปขับกลไกเคลื่อนไหวได้ จึงต้องมีการทดจำนวนรอบด้วยการใช้เฟือง เพื่อให้เกิดแรงบิดมากขึ้น นั่นคือ ยิ่งมีอัตราทดสูงเท่าใด ความเร็วรอบของแกนมอเตอร์จะลดลงแต่จะมีแรงบิดมากขึ้น ดังนั้นการกำหนดอัตราทดที่เหมาะสมจะทำให้สามารถใช้งานมอเตอร์ไฟตรงเพื่อขับเคลื่อนกลไกเคลื่อนที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การทำงานของมอเตอร์ไฟตรงคือการขับหรือทำให้มอเตอร์ไฟตรงทำงานเพื่อหมุนแกนนั้นง่ายมาก เพียงจ่ายไฟเข้าที่ขั้วของมอเตอร์เท่านั้น และเมื่อกลับขั้วของการจ่ายไฟมอเตอร์ก็จะหมุนกลับทิศทาง สำหรับการอธิบายการทำงานของมอเตอร์โดยทั่วไปจะอ้างถึงมอเตอร์แบบ 2 ขั้ว ดังในรูปที่ 2.38 เมื่อจ่ายไฟให้แก่มอเตอร์ผ่านทางแปรงสัมผัสซึ่งต่ออยู่กับคอมมิวเตเตอร์และขดลวด เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้น และเกิดแรงดูดจากแม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กถาวร ทำให้ขดลวดสามารถหมุนได้ แต่ด้วยการใช้ขดลวดเพียง 2 ขั้ว การหมุนของมอเตอร์จะขาดเสถียรภาพ เพราะในความเป็นจริงเมื่อคอมมิวเตเตอร์หมุนไป 90 องศาจะทำให้เกิดการลัดวงจรคอมมิวเตอร์ทั้ง 2 ชิ้น ทำให้กระแสไฟฟ้าหยุดไหล แต่แกนของมอเตอร์ยังหมุนไปได้ด้วยแรงเฉื่อย ทำให้จังหวะการทำงานนั้นไม่ต่อเนื่อง และทำให้อัตราเร็วในการหมุนไม่คงที่ ซึ่งทางแก้ไขนั้นจะใช้มอเตอร์แบบมีขดลวด 3 ขั้ว ที่มีการพันในทิศทางที่สลับกัน



รูปที่ 2.38 ส่วนประกอบและการทำงานของมอเตอร์ไฟตรง

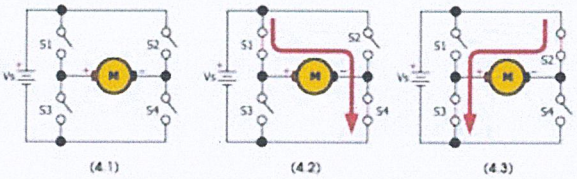
ในมอเตอร์ไฟตรงที่ใช้งานจริงนั้น จะเป็นมอเตอร์แบบขดลวด 3 ขั้ว ดังนั้นคอมมิวเตเตอร์ที่ใช้ในการกำหนดจังหวะการจ่ายกระแสให้แก่ขดลวดจะมี 3 ชิ้น ดังแสดงโครงสร้างและการทำงานของมอเตอร์ไฟตรงแบบ 3 ขั้วในรูปที่ 3 ด่วยการใช้ขดลวด 3 ชุดนี้ช่วยให้การหมุนของมอเตอร์มีเสถียรภาพมากขึ้น เพราะแม้ว่าจะเกิดจังหวะที่คอมมิวเตเตอร์ 2 ชิ้นจะถูกลัดวงจร ดังในขั้นตอนที่ 2 และ 4 ของรูปที่ 3 แต่เนื่องจากมีคอมมิวเตเตอร์ 3 ชิ้น เมื่อลัดวงจร 2 ชิ้น ก็เสมือนกับรวมกันเป็นคอมมิวเตเตอร์ 1 ชิ้น จึงสามารถทำงานกับคอมมิวเตเตอร์อีก 1 ชิ้นที่เหลือ เพื่อกำหนดจังหวะการจ่ายกระแสไฟฟ้าต่อไปได้ ทำให้ไม่เกิดภาวะกระแสไฟฟ้าหยุดไหลดังที่เกิดในมอเตอร์แบบขดลวด 2 ขั้ว

รูปที่ 2.39 ส่วนประกอบและการทำงานของมอเตอร์ไฟตรงแบบขดลวด 3 ขั้ว

วงจรขับมอเตอร์ไฟตรงอย่างง่ายด้วยสวิตช์ แสดงวงจรในรูปที่ 2.40 ประกอบไปด้วย สวิตช์ 4 ตัว นั่นก็คือ S1, S2, S3 และ S4 ซึ่งในรูปตัวอย่างมอเตอร์จะเคลื่อนที่ทิศทางใด ขึ้นอยู่กับการต่อ สวิตช์ทั้ง 4 ตัวนั่นเอง ในสภาวะเริ่มต้น ยังไม่มีการเปิดสวิตช์ที่ตัวใดเลย มอเตอร์จึงไม่ทำงาน เมื่อต้องการให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา ให้ทำการต่อวงจร S1 และ S4 ตามรูปที่ 4.2 จะเห็นว่า แรงดัน +V จากแหล่งจ่ายไฟจะถูกต่อเข้ากับขั้วบวกของมอเตอร์ และขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟต่อเข้ากับขั้วลบของมอเตอร์ ทำให้เกิดกระแสไหล

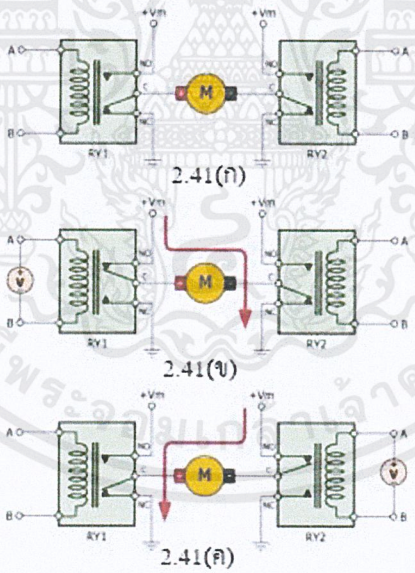
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านมอเตอร์ มอเตอร์จึงหมุนตามเข็มนาฬิกา (CW: Clock wise) และเมื่อต้องการให้มอเตอร์หมุนกลับทิศทางหรือหมุนทวนเข็มนาฬิกา (CCW: Counterclockwise) ให้ทำการต่อสวิตช์ S2 และ S3 แทน ในขณะที่ S1 และ S4 เปิดวงจร มอเตอร์ก็จะได้รับแรงดันกลับขั้ว ทำให้กระแสไหลในทิศทางตรงข้าม มอเตอร์จึงหมุนกลับทิศทางกับในตอนแรก



รูปที่ 2.40 หลักการของวงจรขับมอเตอร์ไฟตรงที่ใช้สวิตช์ 4 ตัว

วงจรขับมอเตอร์ไฟตรงอย่างง่ายด้วยรีเลย์ จากวงจรในรูปที่ 2.41 เปลี่ยนสวิตช์เป็นรีเลย์ 2 ตัว คือ RY1 และ RY2 โดยขั้วบวก (+) ของมอเตอร์ต่อกับขาร่วมของรีเลย์ RY1 และขั้วลบ (-) ของมอเตอร์ต่อกับขาร่วมของรีเลย์ RY2 ส่วนที่ขา NO ของทั้งรีเลย์ RY1 และ RY2 ต่ออยู่กับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟ +Vm ที่จะจ่ายให้มอเตอร์ และขา NC ของทั้งรีเลย์ RY1 และ RY2 ต่อลงกราวด์ จะได้เป็นวงจรขับมอเตอร์ตามรูปที่ 2.41(ก)

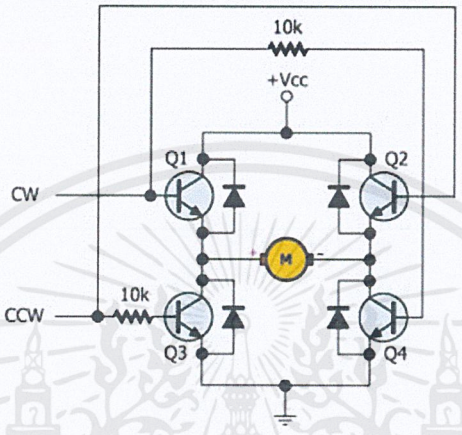


รูปที่ 2.41 วงจรขับมอเตอร์ไฟตรงที่ใช้รีเลย์ 2 ตัวแทนสวิตช์ 4 ตัว

เมื่อจ่ายไฟเพื่อกระตุ้นให้รีเลย์ RY1 ทำงาน จะทำให้หน้าสัมผัสที่ขา NO และ C ของรีเลย์ RY1 ต่อกัน เกิดกระแสไฟฟ้าไหลจาก +Vm เข้าสู่ขั้วบวก (+) ของมอเตอร์ผ่านไปยังขาร่วม (C) ของรีเลย์ RY2 ต่อกับขา NC และลงกราวด์ ทำให้ครบวงจร มอเตอร์จึงทำงานและหมุนในทิศตามเข็มนาฬิกา ดังในรูปที่ 2.41(ข) พิจารณารูปที่ 2.41(ค) เมื่อจ่ายไฟเพื่อกระตุ้นให้รีเลย์ RY2 ทำงาน จะทำให้หน้าสัมผัสที่ขา NO และ C ของ

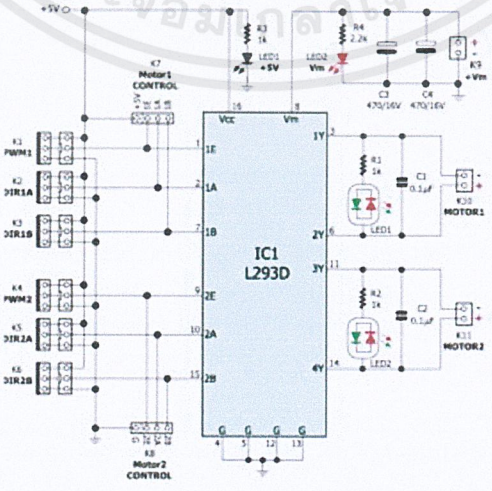
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีเลย์ RY2 ต่อกัน เกิดกระแสไฟฟ้าไหลจาก +Vm เข้าสู่ขั้วลบ (-) ของมอเตอร์ผ่านไปยังขาร่วม (C) ของรีเลย์ RY1 ซึ่งต่อกับขา NC และลงกราวด์ ทำให้ครบวงจร มอเตอร์จึงทำงานและหมุนในทิศทวนเข็มนาฬิกา วงจรขับมอเตอร์แบบ H-Bridge ลักษณะของวงจรขับมอเตอร์ทั้งในรูปที่ 2.40 และ 2.41 มีชื่อเรียกว่า วงจรขับแบบ H-Bridge เนื่องจากลักษณะของวงจรคล้ายกับตัวอักษร H ในภาษาอังกฤษ และมีการใช้อุปกรณ์ควบคุม 4 ตัว นอกจากนั้นยังสามารถใช้ อุปกรณ์ที่เรียกว่า ทรานซิสเตอร์ มาทดแทนรีเลย์ ดังแสดงวงจรในรูปที่ 2.42 ด้วย การใช้ทรานซิสเตอร์จะทำให้ขนาดของวงจรเล็กลง



รูปที่ 2.42 ขับมอเตอร์ไฟตรงแบบ H-Bridge ใช้ทรานซิสเตอร์ 4 ตัว ทำงานแทนสวิตช์และรีเลย์

เมื่อส่งสัญญาณลอจิก “1” มาที่อินพุต CW จะทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q4 ทำงาน เกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมอเตอร์ ทำให้มอเตอร์หมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ถ้าหากส่งสัญญาณลอจิก “1” มาที่อินพุต CCW จะทำให้ทรานซิสเตอร์ Q2 และ Q3 ทำงานแทน เกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมอเตอร์ในอีกทิศทางหนึ่ง ทำให้มอเตอร์หมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา นอกจากนั้นยังมีการใช้ไอซีขับมอเตอร์โดยเฉพาะนั่นคือ ไอซีเบอร์ L293D ซึ่งภายในบรรจุวงจรขับแบบ H-Bridge 2 ชุด จึงทำให้สามารถขับมอเตอร์ไฟตรงได้ 2 ตัว ในรูปที่ 2.43 เป็นวงจรขับมอเตอร์ที่ใช้ไอซี L293D



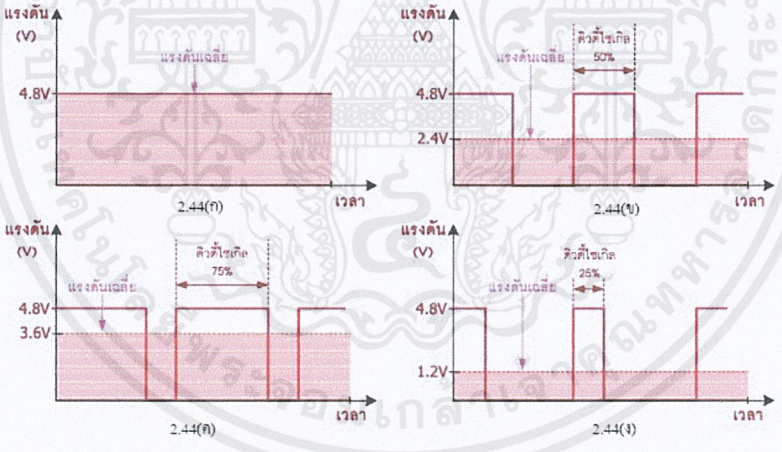
รูปที่ 2.43 วงจรขับมอเตอร์ไฟตรงโดยใช้ไอซี L293D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขับมอเตอร์แต่ละตัวใช้สายสัญญาณ 3 เส้น เนื่องจากต้องการ ควบคุมทิศทางของมอเตอร์ไปพร้อมๆ กับการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ด้วยสัญญาณ PWM สำหรับมอเตอร์ช่องที่ 1 จะใช้อินพุต DIR1A และ DIR1B ในการกำหนดทิศทางการหมุน ส่วนอินพุตรับสัญญาณเพื่อควบคุมความเร็วจะเป็นขา 1E ส่วนมอเตอร์ช่องที่ 2 ใช้อินพุต DIR2A และ DIR2B ส่วนอินพุตควบคุมความเร็วคือขา 2E กำหนดเงื่อนไขในการขับมอเตอร์ของ L293D เป็นดังนี้

1) DIRxA = 0, DIRxB = 1 มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา
2) DIRxA = 1, DIRxB = 0 มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา

โดยที่ x คือ 1 หรือ 2 และไอซี L293D จะสามารถทำงานได้เมื่อมีสัญญาณลอจิก “1” ส่งมาที่อินพุต 1E สำหรับมอเตอร์ช่อง 1 และ 2E สำหรับมอเตอร์ช่อง 2 ที่เอาต์พุตของวงจรขับมอเตอร์มี LED สองสีแสดงขั้วแรงดันที่จ่าย ให้กับมอเตอร์ ถ้า LED ติดเป็นสีเขียว หมายถึงการจ่ายแรงดันตรงขั้วให้กับมอเตอร์ ถ้าแรงดันที่จ่ายให้กลับขั้ว LED จะติดเป็นสีแดง ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ ในการขับมอเตอร์โดยปกติจะป้อนแรงดันไฟตรงให้โดยตรง มอเตอร์จะทำงานเต็มกำลัง ซึ่งอาจมีความเร็วมากเกินไป ดังนั้นการปรับความเร็วของมอเตอร์จึงใช้วิธีลดแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับมอเตอร์ วิธีที่นิยมคือ การป้อนพัลส์ไปขับมอเตอร์แทน แล้วปรับความกว้างพัลส์ช่วงบวก เพื่อให้ได้ค่าแรงดันเฉลี่ยตามต้องการ วิธีการนี้เรียกว่า พัลส์วิดธ์มอดูเลเตอร์ (PWM)



รูปที่ 2.44 การเปรียบเทียบค่าแรงดันที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ PWM

(ก) ป้อนสัญญาณไฟตรง

(ข) PWM มีดิวตี้ไซเกิล 50%

(ค) PWM มีดิวตี้ไซเกิล 75%

(ง) PWM มีดิวตี้ไซเกิล 25%

โดยความกว้างพัลส์ช่วงบวกเมื่อเทียบกับความกว้างพัลส์ทั้งหมดเรียกว่า ดิวตี้ไซเกิล (duty cycle) โดยจะคิดค่าดิวตี้ไซเกิลเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าความกว้างพัลส์ทั้งหมด ตัวอย่างจากรูปที่ 8.2 มีค่าดิวตี้ไซเกิล 50% หมายถึง ความกว้างของพัลส์ช่วงบวกมีความกว้างเป็น 50% ของความกว้างทั้งหมด ดังนั้นแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลี่ยที่ได้เท่ากับ (50 x 4.8) /100 = 2.4V สำหรับรูปที่ 8.3 และ 8.4 เป็นการกำหนดค่าดิวตี้ไซเกิล 75% และ 25% ตามลำดับ

2.11 Solar Panel

Solar Cell หรือ PV มีชื่อเรียกกันไปหลายอย่าง เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์สุริยะ หรือเซลล์ photovoltaic ซึ่งต่างก็มีที่มาจากคำว่า Photovoltaic โดยแยกออกเป็น photo หมายถึง แสง และ volt หมายถึง แรงดันไฟฟ้า เมื่อรวมคำแล้วหมายถึง กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากการตกกระทบของแสงบนวัตถุที่มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง แนวความคิดนี้ได้ถูกค้นพบมาตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1839 แต่เซลล์แสงอาทิตย์ก็ยังไม่ถูกสร้างขึ้นมา จนกระทั่งใน ปี ค.ศ. 1954 จึงมีการประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ และได้ถูกนำไปใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับดาวเทียมในอวกาศ เมื่อ ปี ค.ศ. 1959 ดังนั้น สรุปได้ว่า เซลล์แสงอาทิตย์ คือ สิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน (Silicon), แกลเลี่ยม อาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide), อินเดียม ฟอสไฟด์ (Indium Phosphide), แคดเมียม เทลเลอไรด์ (Cadmium Telluride) และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ (Copper Indium Diselenide) เป็นต้น ซึ่งเมื่อได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงก็จะเปลี่ยนเป็นพาหะนำไฟฟ้า และจะถูกแยกเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อนำขั้วไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่อุปกรณ์เหล่านั้น ทำให้สามารถทำงานได้ ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์แบ่งตามวัสดุที่ใช้เป็น 3 ชนิดหลักๆ ได้แก่

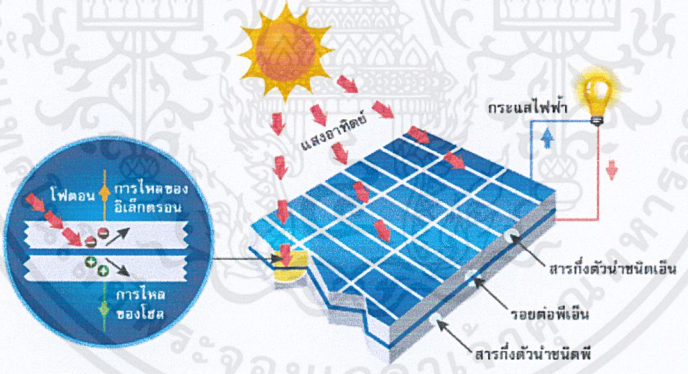
รูปที่ 2.45 เซลล์แสงอาทิตย์

1) เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอน ชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline Silicon Solar Cell) หรือที่รู้จักกันในชื่อ Monocrystalline Silicon Solar Cell และชนิดผลึกรวม (Polycrystalline Silicon Solar Cell) ลักษณะเป็นแผ่นซิลิคอนแข็งและบางมาก
1) เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell) ลักษณะเป็นฟิล์มบางเพียง 0.5 ไมครอน (0.0005 มม.) น้ำหนักเบามาก และประสิทธิภาพเพียง 5-10%
2) เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำอื่นๆ เช่น แกลเลี่ยม อาร์เซไนด์, แคดเมียม เทลเลอไรด์ และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ เป็นต้น มีทั้งชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline) และผลึกรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Polycrystalline) เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากแกลเลี่ยม อาร์เซไนด์ จะให้ประสิทธิภาพสูงถึง 20-25%

โครงสร้างที่นิยมมากที่สุด ได้แก่ รอยต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำ สารกึ่งตัวนำที่ราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนโลก คือ ซิลิคอน จึงถูกนำมาสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ โดยนำซิลิคอนมาถลุง และผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ จนกระทั่งทำให้เป็นผลึก จากนั้นนำมาผ่านกระบวนการแพร่ซึมสารเจือปนเพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็น โดยเมื่อเติมสารเจือฟอสฟอรัส จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (เพราะนำไฟฟ้าด้วยอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบ) และเมื่อเติมสารเจือโบรอน จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดพี (เพราะนำไฟฟ้าด้วยโฮลซึ่งมีประจุบวก) ดังนั้นเมื่อนำสารกึ่งตัวนำชนิดพีและเอ็นมาต่อกัน จะเกิดรอยต่อพีเอ็นขึ้น โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอน อาจมีรูปร่างเป็นแผ่นวงกลมหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส ความหนา 200-400 ไมครอน (0.2-0.4 มม.) ผิวด้านรับแสงจะมีชั้นแพร่ซึมที่มีการนำไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าด้านหน้าที่รับแสงจะมีลักษณะคล้ายก้างปลาเพื่อให้ได้พื้นที่รับแสงมากที่สุด ส่วนขั้วไฟฟ้าด้านหลังเป็นขั้วโลหะเต็มพื้นผิว เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ จะเกิดการสร้างพาหะนำไฟฟ้าประจุลบและบวกขึ้น ได้แก่ อิเล็กตรอนและ โฮล โครงสร้างรอยต่อพีเอ็นจะทำหน้าที่สร้างสนามไฟฟ้าภายในเซลล์ เพื่อแยกพาหะนำไฟฟ้าชนิดอิเล็กตรอนไปที่ขั้วลบและพาหะนำไฟฟ้าชนิดโฮลไปที่ขั้วบวก (ปกติที่ฐานจะใช้สารกึ่งตัวนำชนิดพี ขั้วไฟฟ้าด้านหลังจึงเป็นขั้วบวก ส่วนด้านรับแสงใช้สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น ขั้วไฟฟ้าจึงเป็นขั้วลบ) ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าแบบกระแสตรงที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสอง เมื่อต่อให้ครบวงจรไฟฟ้าจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลขึ้น ดังรูปที่ 2.46



รูปที่ 2.46 การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

ขั้นตอนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอนชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystal) หรือ Monocrystalline มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

1) นำซิลิคอนที่ถลุงได้มาหลอมเป็นของเหลวที่อุณหภูมิประมาณ 1400 °C แล้วดึงผลึกออกจากของเหลว โดยลดอุณหภูมิลงอย่างช้าๆ จนได้แท่งผลึกซิลิคอนเป็นของแข็ง แล้วนำมาตัดเป็นแว่นๆ
2) นำผลึกซิลิคอนที่เป็นแว่น มาแพร่ซึมด้วยสารเจือปนต่างๆ เพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็นภายในเตาแพร่ซึมที่มีอุณหภูมิประมาณ 900-1000 °C แล้วนำไปทำชั้นต้านการสะท้อนแสงด้วยเตาออกซิเดชั่นที่มีอุณหภูมิสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ทำขั้วไฟฟ้าสองด้านด้วยการฉาบไอโลหะภายใต้สุญญากาศ เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องนำไปทดสอบประสิทธิภาพด้วยแสงอาทิตย์เทียม และวัดหาคุณสมบัติทางไฟฟ้า

เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอนชนิดผลึกรวม (Polycrystalline) มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

1) นำซิลิคอนที่ถลุงและหลอมละลายเป็นของเหลวแล้วมาเทลงในแบบพิมพ์ เมื่อซิลิคอนแข็งตัว จะได้เป็นแท่งซิลิคอนเป็นแบบผลึกรวม แล้วนำมาตัดเป็นแว่นๆ
2) จากนั้นนำมาแพร่ซึมด้วยสารเจือปนต่างๆ และทำขั้วไฟฟ้าสองด้านด้วยวิธีการเช่นเดียวกับที่สร้างเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอนชนิดผลึกเดี่ยว

เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

1) ทำการแยกสลายก๊าซไซเลน (Silane Gas) ให้เป็นอะมอร์ฟัสซิลิคอน โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่าเครื่อง Plasma CVD (Chemical Vapor Deposition) เป็นการผ่านก๊าซไซเลนเข้าไปในครอบแก้วที่มีขั้วไฟฟ้าความถี่สูง จะทำให้ก๊าซแยกสลายเกิดเป็นพลาสมา และอะตอมของซิลิคอนจะตกลงบนฐานหรือสแตนเลสสตีลที่วางอยู่ในครอบแก้ว เกิดเป็นฟิล์มบางขนาดไม่เกิน 1 ไมครอน (0.001 มม.)
2) ขณะที่แยกสลายก๊าซไซเลนจะผสมก๊าซฟอสฟีนและไดโบเรนเข้าไปเป็นสารเจือปนเพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็นสำหรับใช้เป็นโครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์
3) การทำขั้วไฟฟ้า มักใช้ขั้วไฟฟ้าโปร่งแสงที่ทำจาก ITO (Indium Tin Oxide)

เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากแกลเลี่ยม อาร์เซไนด์ มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

1) ขั้นตอนการปลูกชั้นผลึก ใช้เครื่องมือ คือ เตาปลูกชั้นผลึกจากสถานะของเหลว (LPE; Liquid Phase Epitaxy)
2) ขั้นตอนการปลูกชั้นผลึกที่เป็นรอยต่อเอ็นพี ใช้เครื่องมือ คือ เครื่องปลูกชั้นผลึกด้วยลำโมเลกุล (MBE; Molecular Beam Epitaxy)

ลักษณะเด่นของเซลล์แสงอาทิตย์

ใช้พลังงานจากธรรมชาติ คือ แสงอาทิตย์ ซึ่งสะอาดและบริสุทธิ์ ไม่ก่อปฏิกิริยาที่จะทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษเป็นการนำพลังงานจากแหล่งธรรมชาติมาใช้อย่างคุ้มค่าและไม่มีวันหมดไปจากโลกนี้ สามารถนำไปใช้เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ทุกพื้นที่บนโลก และได้พลังงานไฟฟ้าใช้โดยตรง ไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงอื่นใดนอกจากแสงอาทิตย์ รวมถึงไม่มีการเผาไหม้ จึงไม่ก่อให้เกิดมลภาวะด้านอากาศและน้ำไม่เกิดของเสียขณะใช้งาน จึงไม่มีการปล่อยมลพิษทำลายสิ่งแวดล้อมไม่เกิดเสียงและไม่มีการเคลื่อนไหวขณะใช้งาน จึงไม่เกิดมลภาวะด้านเสียง เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ และไม่มีชิ้นส่วนใดที่มีการเคลื่อนไหวขณะทำงาน จึงไม่เกิดการสึกหรอ ต้องการการบำรุงรักษาน้อยมาก อายุการใช้งานยืนยาวและประสิทธิภาพคงที่ มีน้ำหนักเบาติดตั้งง่าย เคลื่อนย้ายสะดวกและรวดเร็ว เนื่องจากมีลักษณะเป็นโมดูล จึงสามารถประกอบได้ตามขนาดที่ต้องการ ช่วยลดปัญหาการสะสมของก๊าซต่างๆ ในบรรยากาศ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์, ซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ไฮโดรคาร์บอน และก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ฯลฯ ซึ่งเป็นผลจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจำพวกน้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ ล้วนแล้วแต่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เกิดปฏิกิริยาเรือนกระจก ทำให้โลกร้อนขึ้น เกิดฝนกรด และอากาศเป็นพิษ ฯลฯ

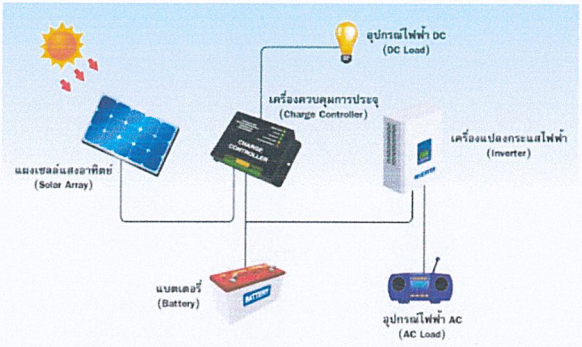
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง จึงนำกระแสไฟฟ้าไปใช้ได้เฉพาะกับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น หากต้องการนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับหรือเก็บสะสมพลังงานไว้ใช้ต่อไป จะต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ อีก โดยรวมเข้าเป็นระบบที่ผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์สำคัญๆ มีดังนี้

1) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสตรงและมีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt) มีการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์หลายๆ เซลล์มาต่อกันเป็นแถวหรือเป็นชุด (Solar Array) เพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าใช้งานตามที่ต้องการ โดยการต่อกันแบบอนุกรม จะเพิ่มแรงดันไฟฟ้า และการต่อกันแบบขนาน จะเพิ่มพลังงานไฟฟ้า หากสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์แตกต่างกัน ก็จะมีผลให้ปริมาณของค่าเฉลี่ยพลังงานสูงสุดในหนึ่งวันไม่เท่ากันด้วย รวมถึงอุณหภูมิก็มีผลต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า หากอุณหภูมิสูงขึ้น การผลิตพลังงานไฟฟ้าจะลดลง
2) เครื่องควบคุมการประจุ (Charge Controller) ทำหน้าที่ประจุกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้าสู่แบตเตอรี่ และควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าให้มีปริมาณเหมาะสมกับแบตเตอรี่ เพื่อยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ รวมถึงการจ่ายกระแสไฟฟ้าออกจากแบตเตอรี่ด้วย ดังนั้น การทำงานของเครื่องควบคุมการประจุ คือ เมื่อประจุกระแสไฟฟ้าเข้าสู่แบตเตอรี่จนเต็มแล้ว จะหยุดหรือลดการประจุกระแสไฟฟ้า (และมักจะมีคุณสมบัติในการตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า กรณีแรงดันของแบตเตอรี่ลดลงด้วย) ระบบพลังงานแสงอาทิตย์จะใช้เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าในกรณีที่มีการเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่เท่านั้น
3) แบตเตอรี่ (Battery) ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไว้ใช้เวลาที่ต้องการ เช่น เวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์ เวลากลางคืน หรือนำไปประยุกต์ใช้งานอื่นๆ แบตเตอรี่มีหลายชนิดและหลายขนาดให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสม
4) เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) ทำหน้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าจากกระแสตรง (DC) ที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เพื่อให้สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ Sine Wave Inverter ใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับทุกชนิด และ Modified Sine Wave Inverter ใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ไม่มีส่วนประกอบของมอเตอร์และหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เป็น Electronic ballast
5) ระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection) ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายที่เกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อฟ้าผ่า หรือเกิดการเหนี่ยวนำทำให้ความต่างศักย์สูง ในระบบทั่วไปมักไม่ใช้อุปกรณ์นี้ จะใช้สำหรับระบบขนาดใหญ่และมีความสำคัญเท่านั้น รวมถึงต้องมีระบบสายดินที่มีประสิทธิภาพด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.47 อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการ

3.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติที่สามารถใช้ได้จริงนั้น จะต้องมีการศึกษาโครงสร้างทั้งทางด้านโครงสร้างภายนอกของอุปกรณ์ และโครงสร้างของการเขียนโปรแกรม ซึ่งมีบอร์ด Arduino เป็นคอนโทรลเลอร์ โดยมีการออกแบบ ทดสอบ และปรับปรุง ซึ่งสามารถอธิบายได้ตามขั้นตอนดังนี้

3.2 Block diagram

จากหลักการของเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติที่กำหนดไว้ คือ จะตรวจสอบคำสั่งเปิด-ปิดจาก Blynk Application ก่อน แล้วจึงตรวจสอบตำแหน่งของอุปกรณ์จากลอจิกของลิมิตสวิตช์ 2 ตัว ทั้งซ้าย และขวา โดยทำการแบ่งเป็น 3 กรณี ได้แก่

1) อุปกรณ์เริ่มต้นจากด้ายซ้าย

เมื่อเริ่มต้นด้วย limitswitch_left = 0 & limitswitch_right = 1 จะสั่งการให้อุปกรณ์เคลื่อนที่ไปทางขวา และแปรงทำความสะอาดโซล่าเซลล์หมุนตามเข็มนาฬิกา เมื่อเริ่มเคลื่อนที่ทำให้ลิมิตสวิตล์ด้านซ้ายขึ้นมาแตะกับแผงโซล่าเซลล์ ทำให้ limitswitch_left = 1 & limitswitch_right = 1 เคลื่อนที่แบบเดิม และเมื่อเคลื่อนที่ไปสุดขอบแผงโซล่าเซลล์ทำให้ลิมิตสวิตช์ด้านขวาตกจากขอบ limitswitch_left = 1 & limitswitch_right = 0 จะทำการเคลื่อนที่กลับไปทางเดิม และแปรงทำความสะอาดโซล่าเซลล์หมุนทวนเข็มนาฬิกา

2) อุปกรณ์เริ่มต้นจากด้ายขวา

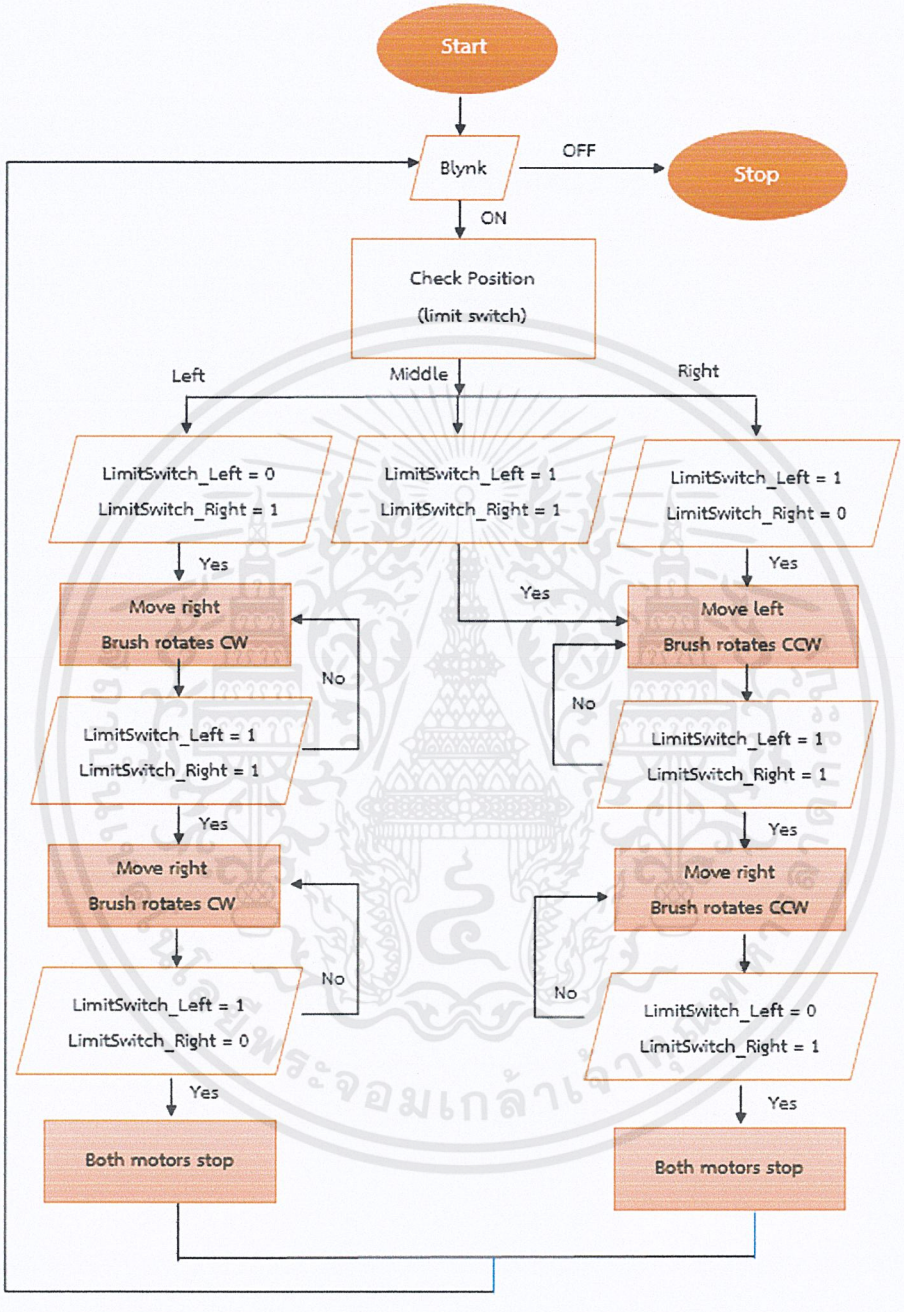
เมื่อเริ่มต้นด้วย limitswitch_left = 1 & limitswitch_right = 0 จะสั่งการให้อุปกรณ์เคลื่อนที่ไปทางซ้าย และแปรงทำความสะอาดโซล่าเซลล์หมุนทวนเข็มนาฬิกา เมื่อเริ่มเคลื่อนที่ทำให้ลิมิตสวิตล์ด้านขวาขึ้นมาแตะกับแผงโซล่าเซลล์ ทำให้ limitswitch_left = 1 & limitswitch_right = 1 เคลื่อนที่แบบเดิม และเมื่อเคลื่อนที่ไปสุดขอบแผงโซล่าเซลล์ทำให้ลิมิตสวิตช์ด้านซ้ายตกจากขอบ limitswitch_left = 0 & limitswitch_right = 1 จะทำการเคลื่อนที่กลับไปทางเดิม และแปรงทำความสะอาดโซล่าเซลล์หมุนตามเข็มนาฬิกา

3) อุปกรณ์เริ่มต้นจากกึ่งกลาง

เมื่อเริ่มต้นด้วย limitswitch_left = 1 & limitswitch_right = 1 จะสั่งการให้อุปกรณ์ทำงานตามกรณีที่ 1) นั่นคือกำหนดให้เคลื่อนที่ทางขวา และแปรงทำความสะอาดโซล่าเซลล์หมุนตามเข็มนาฬิกาก่อนจนสุดขอบ แล้วจึงกลับเข้า loop ตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเมื่อสั่งปิดอุปกรณ์จาก Blynk Application แล้วอุปกรณ์จะไม่หยุดทันทีเนื่องจากจะค้างอยู่ระหว่างกลางของแผงโซล่าเซลล์ทำให้บังแสงอาทิตย์ จึงกำหนดให้เคลื่อนที่ไปสุดฝั่งใดฝั่งหนึ่งก่อนแล้วจึงหยุดทำงาน เขียน Block diagram ได้ดังรูป 3.1



รูปที่ 3.1 Block diagram เครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ

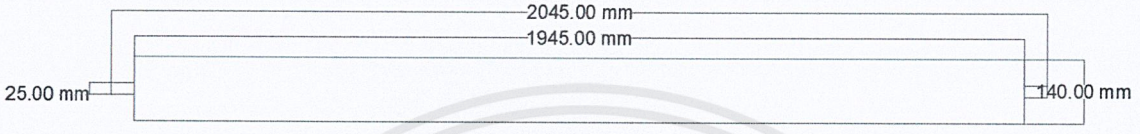
3.3 โครงสร้างภายนอกของอุปกรณ์

3.3.1 แปรงทำความสะอาดโซล่าเซลล์

ออกแบบแปรงทำความสะอาดโซล่าเซลล์จาก Specification ของแผงโซล่าเซลล์ที่จะทำความสะอาดโดยใช้เครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ ซึ่งได้ค่าความกว้างรวมของแผงโซล่าเซลล์รวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับขอบ คือ 2005 mm. และความกว้างเฉพาะส่วนที่เป็นโซล่าเซลล์ คือ 1945 mm. จึงกำหนดขนาดแปรงทำความสะอาดโซล่าเซลล์ให้มีความยาว (L) 1945 mm. มีความยาวรวมเพลา (TL) 2045 mm. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทั้งหมด (OD) 140 mm. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลา 25 mm. และใช้ขนแปรงชนิดไนลอน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 mm ดังรูปที่ 3.2 ซึ่งมีความเหมาะสมกับการทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ ไม่นิ่มหรือแข็งจนเกินไป ต่อไปเป็นการคัดเลือกอุปกรณ์ที่จะนำมาติดตั้งในเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ เพื่อนำขนาดมาทำการออกแบบขั้นต่อไป

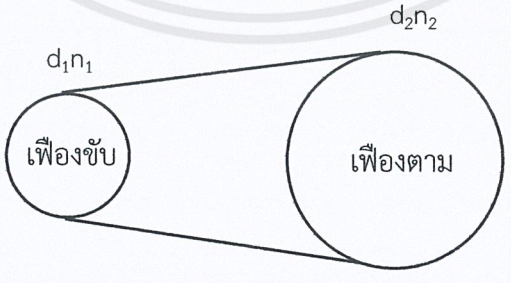


รูปที่ 3.2 แบบสั่งทำแปรงทำความสะอาดโซล่าเซลล์

รูปที่ 3.3 ตัวอย่างแปรงทำความสะอาดโซล่าเซลล์

3.3.2 ล้อ เฟืองขับ และเฟืองตาม

เลือกใช้ล้อขนาด 2 นิ้วเส้นรอบวง = $2\pi r$



รูปที่ 3.4 การคำนวณการเลือกขนาดเฟืองขับ และเฟืองตาม

โดย d_1 = เส้นผ่านศูนย์กลางเฟืองขับ

d_2 = เส้นผ่านศูนย์กลางเฟืองตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

n_1 = ความเร็วรอบเฟืองขับ

n_2 = ความเร็วรอบเฟืองตาม

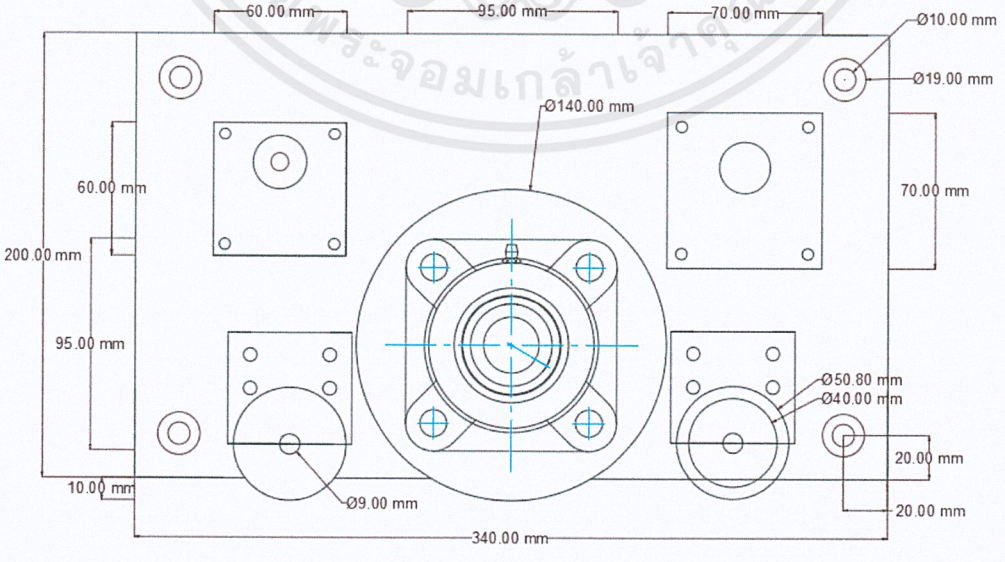
เมื่อต้องการให้เฟืองตามหมุนด้วยความเร็ว 37.5 rpm จึงเลือกใช้มอเตอร์ความเร็วรอบ 50 rpm คำนวณจาก $d_1n_1 = d_2n_2$ (3.1)

เพราะฉะนั้นจึงเลือกใช้เฟืองตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 cm. และเฟืองขับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 cm. อ้างอิงจากขนาดล้อ ไม่ให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเฟืองตามใหญ่กว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อ ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.08 cm. และต้องการให้เฟืองตามหมุนด้วยความเร็ว 250 rpm จึงเลือกใช้มอเตอร์ความเร็วรอบ 500 rpm คำนวณจาก สมการที่ (3.1) เพราะฉะนั้นจึงเลือกใช้เฟืองตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 cm. และเฟืองขับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 cm. อ้างอิงจากที่ขายในท้องตลาด หลังจากทำการคัดเลือก Specification ของอุปกรณ์ที่จะนำมาติดตั้งในเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ ต่อมาเป็นการวัดขนาดของอุปกรณ์ที่จะนำมาติดตั้งในเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ เพื่อนำไปเขียนแบบเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติต่อไป

3.3.4 Front View

จัดตำแหน่งอุปกรณ์ที่ผ่านการคัดเลือก และทราบขนาดเรียบร้อยแล้ว ลงบนแผ่นเพลทสำหรับยึดเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ ดังรูปที่ 3.5 โดยมีอุปกรณ์ ได้แก่

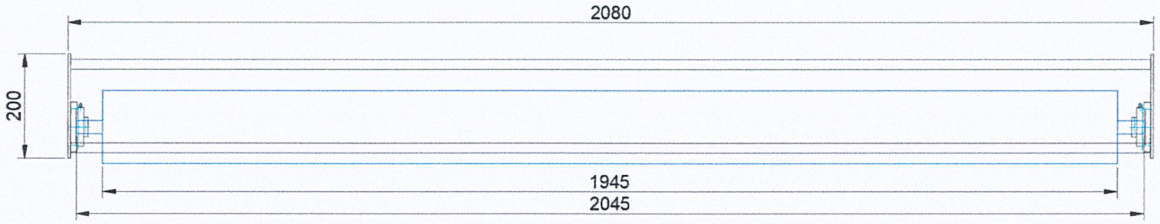
1) มอเตอร์เกียร์ 12V 15W 500 rpm
2) มอเตอร์เกียร์ 12V 36W 50 rpm
3) เฟืองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 , 4 และ 8 cm.
4) ล้อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.08 cm.
5) ลูกปืนตุ๊กตา (Bearing Unit) SKF UCF205 25mm.
6) แปรงทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ OD 140 mm. เส้นผ่านศูนย์กลางเพลา 25 mm.



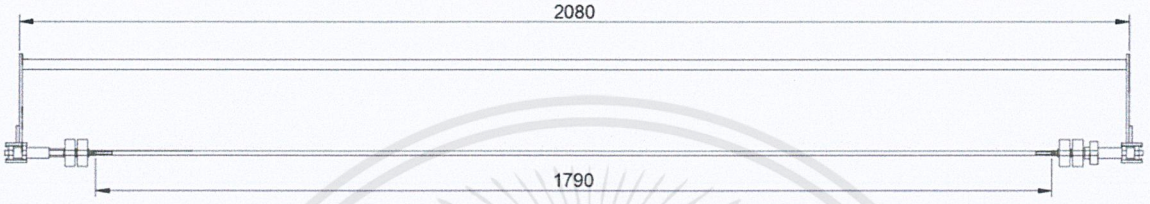
รูปที่ 3.5 แบบ Front View

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 Side View

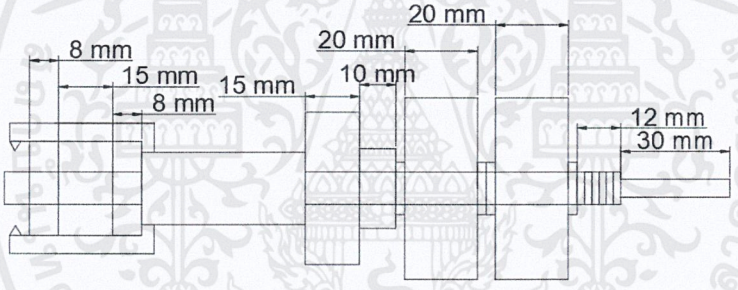


รูปที่ 3.6 แบบ Side View ขณะใส่แปรงทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์

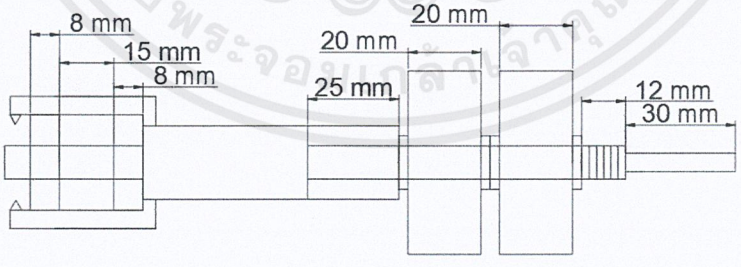


รูปที่ 3.7 แบบชุดขับเคลื่อนที่ประกอบด้วยเฟือง

3.3.6 ชุดขับเคลื่อน

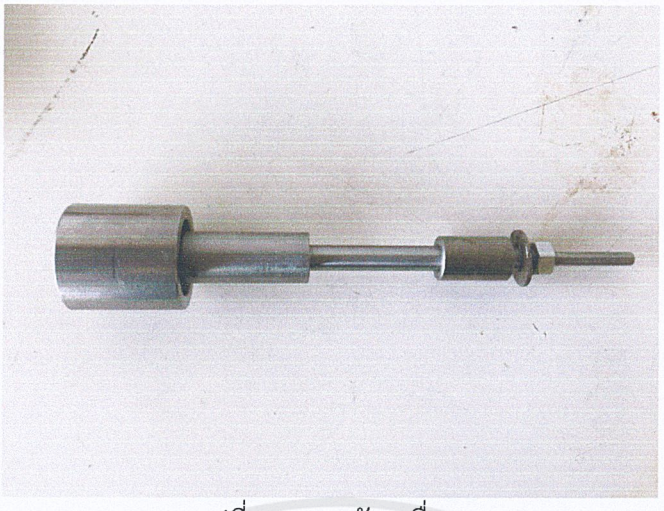


รูปที่ 3.8 แบบชุดขับเคลื่อนที่ประกอบด้วยเฟือง

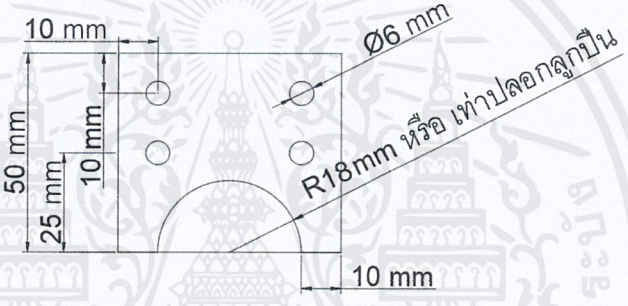


รูปที่ 3.9 แบบชุดขับเคลื่อนที่ไม่ประกอบด้วยเฟือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ชุดขับเคลื่อน



รูปที่ 3.11 แบบแผ่นยึดชุดขับเคลื่อน

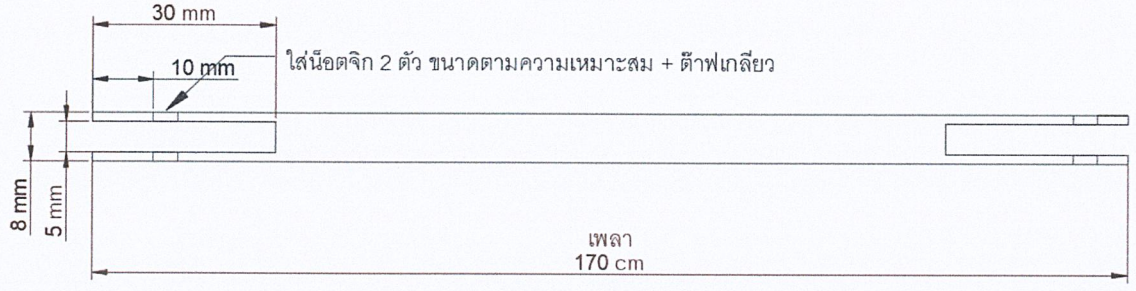
รูปที่ 3.12 แผ่นยึดชุดขับเคลื่อน

3.3.7 เขียนแบบเพลาขับเคลื่อน

จากรูปที่ 3.13 ทำการเขียนแบบเพลาขับเคลื่อนของเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ โดยคำนวณจากความยาวทั้งหมดของอุปกรณ์ และความยาวของชุดขับเคลื่อน พบว่าต้องการเพลาที่มีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

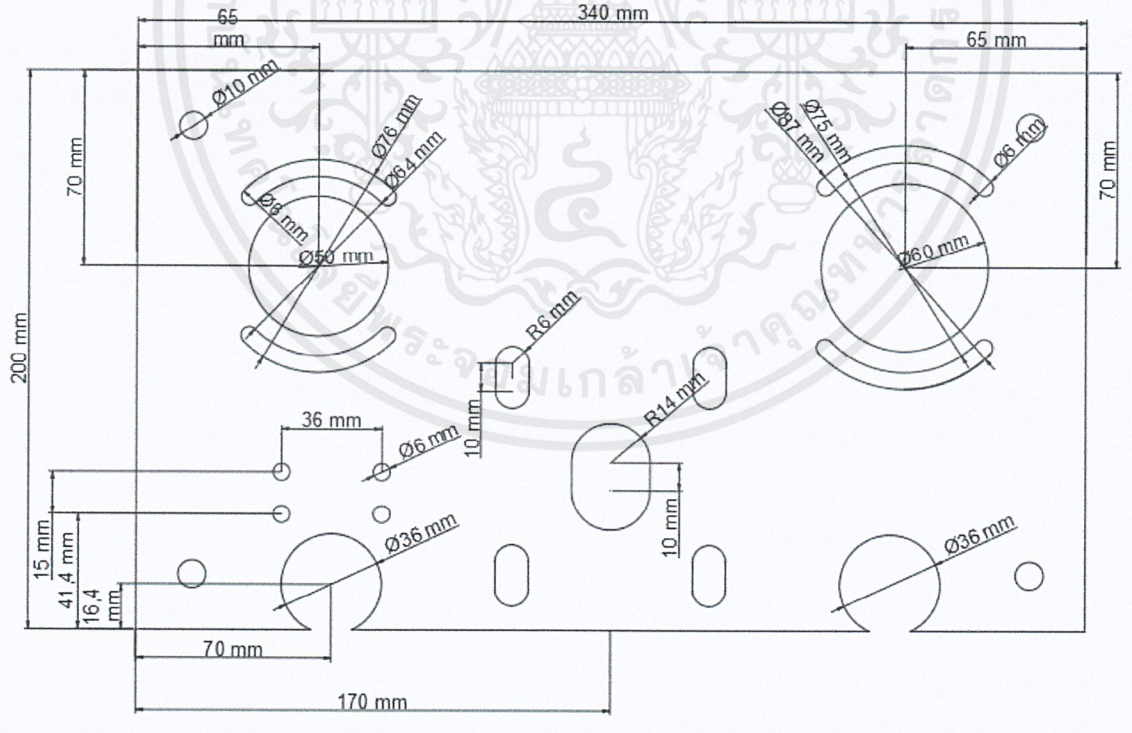
ยาว 179 เซนติเมตร ซึ่งใช้เพลาเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร คว้านรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร เพื่อใส่เดือยที่หัว และท้ายของเพลา เจาะรูแนวตั้งฉากทะลุแกนเพลาเพื่อใส่ น็อตจิกเพลา ซึ่งเป็นตัวยึดไม่ให้เพลาหมุนอย่างอิสระ



รูปที่ 3.13 การเขียนแบบเพลาขับเคลื่อน

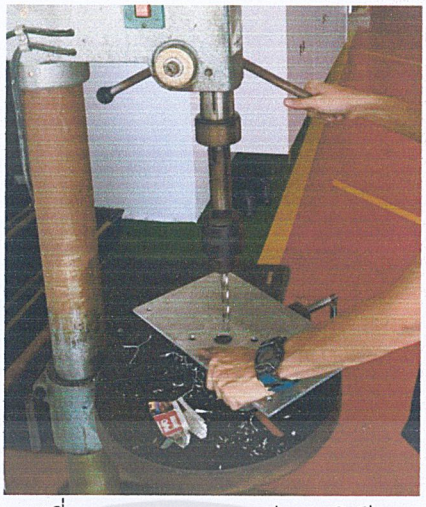
3.3.8 เขียนแบบเพื่อเจาะรูแผ่นอลูมิเนียมยึดอุปกรณ์

หลังจากได้แบบที่แน่นอน จึงทำการรววัดขนาดรูเพื่อเจาะแผ่นอลูมิเนียม เพื่อนำอุปกรณ์ทั้งหมดมายึดกับแผ่นอลูมิเนียมให้พอดีกัน เซาะร่องเพื่อจะได้สามารถปรับระดับของแปรงทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ให้สัมผัสลงพื้นมากหรือน้อยตามต้องการ และเซาะร่องน็อตสำหรับยึดมอเตอร์เกียร์เพื่อให้สามารถตั้งสายพาน หรือเปลี่ยนสายพานได้ตามความเหมาะสม ดังรูปที่ 3.14 และ 3.15



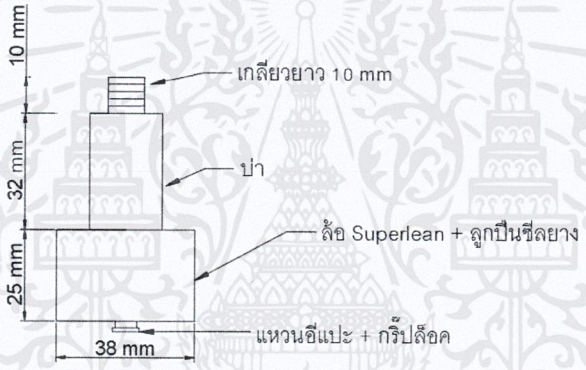
รูปที่ 3.14 แบบเจาะรูแผ่นอลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 การเจาะรูแผ่นอลูมิเนียม

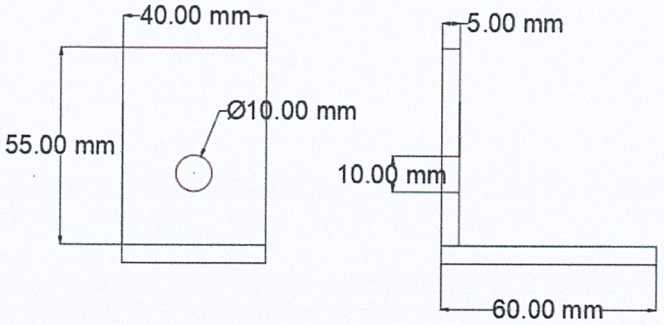
3.3.9 ล้อประคอง และแผ่นยึดล้อประคอง



รูปที่ 3.16 แบบล้อประคอง

รูปที่ 3.17 ล้อประคอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 แบบแผ่นยึดล้อประคอง

3.3.10 ประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์

1) ประกอบตลับลูกปืนตุ๊กตาเข้ากับแผ่นอลูมิเนียมโดยใช้น็อตตัวผู้ แหวนรอง แหวนอีแปะ และน็อตตัวเมียทั้ง 2 ด้าน ดังรูปที่ 3.19

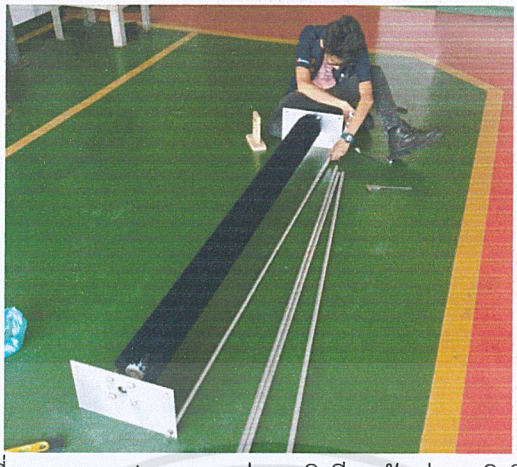
รูปที่ 3.19 การยึดตลับลูกปืนกับแผ่นอลูมิเนียม

2) ต๊าฟเกลียวท่ออลูมิเนียมเพื่อยึดแผ่นอลูมิเนียมทั้งหัว และท้าย ดังรูปที่ 3.20

รูปที่ 3.20 การต๊าฟเกลียวท่ออลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ประกอบแผ่นอลูมิเนียมเข้ากับท่ออลูมิเนียมเพื่อค้ำโครงสร้างให้แข็งแรง ดังรูป 3.21



รูปที่ 3.21 การประกอบแผ่นอลูมิเนียมกับท่ออลูมิเนียม

4) ประกอบชุดขับเคลื่อน และมอเตอร์กับแผ่นอลูมิเนียม

5) ประกอบล้อประคอง และแผ่นยึดล้อประคอง

3.3.11 คำนวณขนาดของแบตเตอรี่

กำหนดให้เครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติเคลื่อนที่ 6 m. / 1 นาที จากการคำนวณความเร็วรอบของล้อ 37.5 rpm เครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติประกอบด้วย

1) มอเตอร์เกียร์ 12 V 15 W จำนวน 1 ตัว

2) มอเตอร์เกียร์ 12 V 36 W จำนวน 1 ตัว

กำลังไฟฟ้ารวม = 15 W + 36 W = 51 W

โดยเลือกใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 V 20 Ah

กำลังไฟฟ้าของแบตเตอรี่ = IV = 20x12 = 240 W

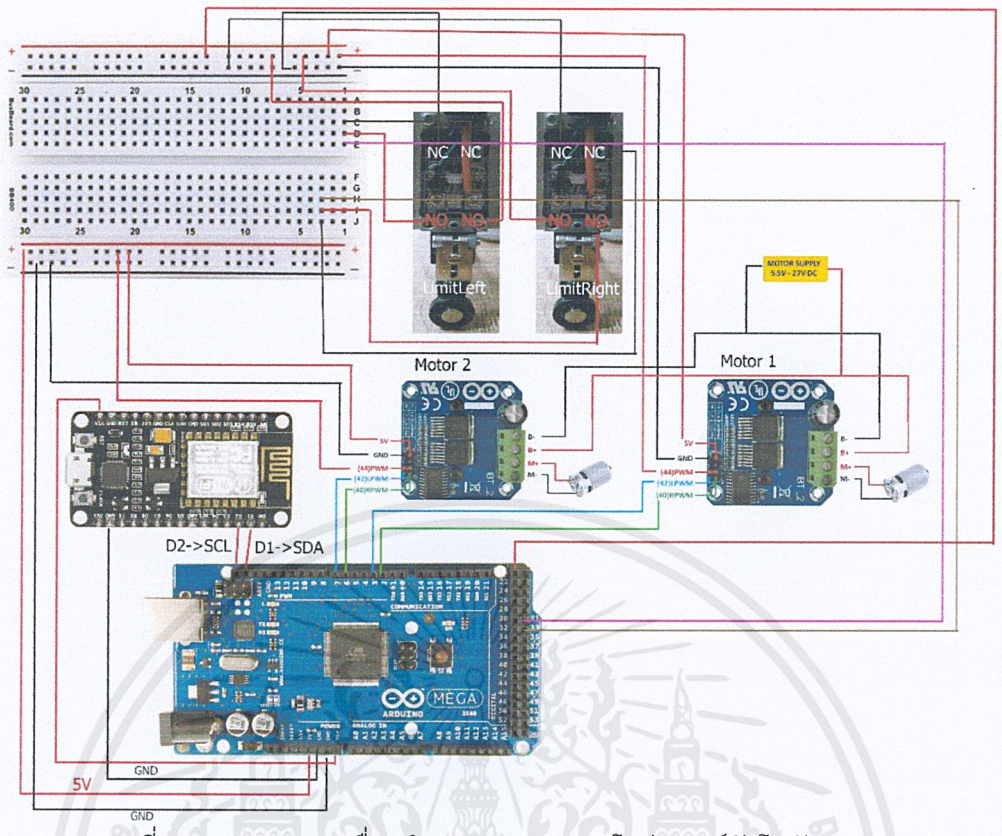
แบตเตอรี่จะสามารถใช้งานได้ 240/51 = 4.71 ชั่วโมง หรือ 4 ชั่วโมง 42 นาที

ซึ่งถ้าคิดจากความจุแบตเตอรี่ 70% จะใช้งานได้ 3 ชั่วโมง 18 นาที หรือ 1,188 เมตร

3.4 ออกแบบวงจร

นำอุปกรณ์ทั้งหมดที่เตรียมไว้ ได้แก่ บอร์ด Arduino Mega 2560, NodeMCU, Motor Drive Module BTS7960, DC Motor, Limit Switch, Battery และ บอร์ดทดลอง มาต่อเป็นวงจรดังรูปที่ 3.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 วงจรของเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ

3.5 ออกแบบโปรแกรม Arduino Mega 2560

I2C เป็นโปรโตคอลที่ใช้การสื่อสารแบบซิงโคนัส โดยอาจมีการใช้ชื่ออื่นในการเรียก เช่น 2-wire สำหรับในประเทศไทยมักใช้คำว่า ไอ-สแควร์-ซี (I-squared-C) หรือ ไอ-ทู-ซี (I-two-C) ใช้สายจำนวน 2 เส้น ในการสื่อสาร ได้แก่ Serial Data (SDA) – เป็นขาที่ใช้รับ-ส่งข้อมูล และ Serial Clock (SCL) – เป็นขาที่ใช้ควบคุมการรับ-ส่งข้อมูลของอุปกรณ์ปลายทาง โดยโปรโตคอลแบบ I2C รองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ตัวลูก (ไมโครคอนโทรลเลอร์ถือเป็นตัวแม่) มากกว่า 1 ตัว โดยแต่ละตัวจะมีเลขประจำตัวที่เรียกว่า Address เป็นตัวกำหนด หากต้องการคุยกับอุปกรณ์ตัวลูกต้องมีการอ้างอิง Address ก่อนเสมอ โดยได้ออกแบบวงจรของเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ ให้มีบอร์ด Arduino Mega 2560 และ NodeMCU จึงให้ NodeMCU เป็นตัวลูก (I2C Slave) เพื่อรับสัญญาณ WIFI ให้ตัวแม่ (I2C Master) ซึ่งจำเป็นต้องเปิดการเชื่อมต่อแบบ I2C โดยใช้คำสั่ง #include<Wire.h> และกำหนด PIN และตัวแปร โดยเลือกใช้ตัวแปรดังนี้

1) uint8_t หรือ unsigned char เป็นชนิดตัวแปรพื้นฐาน สำหรับเก็บข้อมูลตัวเลข แบบจำนวนเต็มเก็บค่าได้ 0-255
2) const uint8_t เป็นค่าคงที่สัญลักษณ์ (Symbolic Constant) สามารถแทนด้วย #define แล้วตามด้วยค่าคงที่ที่ต้องการ ได้เช่นกัน
3) boolean หรือ bool ใช้สำหรับเก็บข้อมูลที่เป็นตรรกะ คือ True และ False
4) String ใช้สำหรับเก็บข้อมูลที่เป็นข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งค่าโดยใช้คำสั่ง Wire.begin เป็นการกำหนดหมายเลขประจำตัวของอุปกรณ์ที่จะสื่อสาร ซึ่งในกรณีนี้จะกำหนด address = 8 โดยต่อไปจึงใช้คำสั่งWire.begin(8) และ ใช้คำสั่ง Wire.onReceive (recieveEvent) เมื่อมีการรับข้อมูลให้ทำในฟังก์ชั่น recieveEvent และ ใช้คำสั่ง Wire.onRequest (requestEvent) เมื่อมีส่งข้อมูลให้ทำในฟังก์ชั่น requestEvent ต่อไปจะกล่าวถึงฟังก์ชั่นย่อยของโปรแกรม

void readSW()

- limitSwitch_Left1 เก็บค่าลอจิกที่ได้จาก limitSwitch_Pin_Left1 ซึ่งต่อจากขา 31
- limitSwitch_Right1 เก็บค่าลอจิกที่ได้จาก limitSwitch_Pin_Right1 ซึ่งต่อจากขา 33

void toIndexLeft()

- สั่งให้ขา MBrush_Left และ MWheel_Left ทำงานที่ 255
- เมื่อเคลื่อนที่สุดขอบด้านซ้ายให้หยุดเคลื่อนที่

void toIndexRight()

- สั่งให้ขา MBrush_Right และ MWheel_Right ทำงานที่ 255
- เมื่อเคลื่อนที่สุดขอบด้านขวาให้หยุดเคลื่อนที่

void startLeft()

- สั่งให้ทำตามฟังก์ชั่น toIndexRight ก่อนแล้วจึง toIndexLeft

void startRight()

- สั่งให้ทำตามฟังก์ชั่น toIndexLeft ก่อนแล้วจึง toIndexRight

void recieveEvent(int howmany)

ฟังก์ชั่น Wire.available() ใช้ตรวจสอบว่ามีข้อมูลจากตัวลูกส่งเข้ามาเท่าใด มีหน่วยเป็นไบต์ และมีรูปแบบการใช้งาน คือ int Wire.available(); ไม่มีค่าพารามิเตอร์ และมีการตอบกลับมาเป็นความยาวข้อมูลที่ส่งเข้ามา มีหน่วยเป็นไบต์ และฟังก์ชั่น Wire.read() ใช้อ่านค่าที่อุปกรณ์ตัวลูกส่งเข้ามา โดยอ่านได้ครั้งละ 1 ไบต์ มีรูปแบบการใช้งาน คือ byte Wire.read(); ไม่มีพารามิเตอร์ และตอบกลับเป็นข้อมูลที่อ่านได้จำนวน 1 ไบต์ ในกรณีนี้เป็นฟังก์ชั่นอ่านข้อมูลจากอีกบอร์ด กำหนดตัวแปร c เป็นตัวรับค่า โดยจะรับมาทีละ 1 ไบต์ โดยเราต้องการนำมาต่อเป็นประโยคจึงนำไปเก็บไว้ใน strNode จากนั้นแปลงกลับเป็น int โดยใช้คำสั่ง .toInt() มาเก็บในตัวแปร as จากนั้นทำเงื่อนไข ถ้า as==1 เขียน statusBlynk = false และถ้า as==0 statusBlynk = false ลงใน loop ของ if ทางด้านบน

void requestEvent()

- สั่งให้ส่งค่า 1 เมื่อ statustoNode = 1
- สั่งให้ส่งค่า 0 เมื่อ statustoNode = 0

void loop()

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดเงื่อนไขการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ โดยแบ่งเป็น 3 กรณี ได้แก่

1) อุปกรณ์เริ่มต้นจากด้ายซ้าย

เมื่อเริ่มต้นด้วย limitswitch_left = 0 & limitswitch_right = 1 จะสั่งการให้อุปกรณ์เคลื่อนที่ไปทางขวา และแปรงทำความสะอาดโซล่าเซลล์หมุนตามเข็มนาฬิกา เมื่อเริ่มเคลื่อนที่ทำให้ลิมิตสวิตล์ด้านซ้ายขึ้นมาแตะกับแผงโซล่าเซลล์ ทำให้ limitswitch_left = 1 & limitswitch _right = 1 เคลื่อนที่แบบเดิม และเมื่อเคลื่อนที่ไปสุดขอบแผงโซล่าเซลล์ทำให้ลิมิตสวิตช์ด้านขวาตกจากขอบ limitswitch_left = 1 & limitswitch_right = 0 จะทำการเคลื่อนที่กลับไปทางเดิมและแปรงทำความสะอาดโซล่าเซลล์หมุนทวนเข็มนาฬิกา

2) อุปกรณ์เริ่มต้นจากด้ายขวา

เมื่อเริ่มต้นด้วย limitswitch_left = 1 & limitswitch_right = 0 จะสั่งการให้อุปกรณ์เคลื่อนที่ไปทางซ้าย และแปรงทำความสะอาดโซล่าเซลล์หมุนทวนเข็มนาฬิกา เมื่อเริ่มเคลื่อนที่ทำให้ลิมิตสวิตล์ด้านขวาขึ้นมาแตะกับแผงโซล่าเซลล์ ทำให้ limitswitch_left = 1 & limitswitch _right = 1 เคลื่อนที่แบบเดิม และเมื่อเคลื่อนที่ไปสุดขอบแผงโซล่าเซลล์ทำให้ลิมิตสวิตช์ด้านซ้ายตกจากขอบ limitswitch_left = 0 & limitswitch_right = 1 จะทำการเคลื่อนที่กลับไปทางเดิมและแปรงทำความสะอาดโซล่าเซลล์หมุนตามเข็มนาฬิกา

3) อุปกรณ์เริ่มต้นจากกึ่งกลาง

เมื่อเริ่มต้นด้วย limitswitch_left = 1 & limitswitch_right = 1 จะสั่งการให้อุปกรณ์ทำงานตามกรณีที่ 1) นั่นคือกำหนดให้เคลื่อนที่ทางขวา และแปรงทำความสะอาดโซล่าเซลล์หมุนตามเข็มนาฬิกาก่อนจนสุดขอบ แล้วจึงกลับเข้า loop ตามปกติ

3.6 ออกแบบโปรแกรม NodeMCU

โดยทำการเปิดใช้ Library ทั้ง I2C, ESP8266 และ BLYNK นำ TOKEN ที่ได้รับจากอีเมลล์, USER, PASSWORD ของ WIFI ใส่ลงไป และตั้งให้ LED ใน BLYNK Application รับ Input จากขา Vitual V0 ให้ตัวแปร sw เก็บค่า BLYNK_WRITE จากขา Vitual V1 และแสดงค่า sw ตั้งค่าโดยการเริ่มต้นสื่อสารจะต้องเรียกใช้ Wire.begin() เพื่อกำหนดขาที่จะใช้เป็น SCL และ SDA ซึ่งมีรูปแบบการใช้งานคือ void Wire.begin (int sda=xx, int scl=xx); โดย (int) sda คือ หมายเลขขา GPIO ที่ต้องการใช้เป็นขา SDA และ (int) scl คือ หมายเลขขา GPIO ที่ต้องการใช้เป็นขา SCL และไม่มีการส่งค่ากลับ หากไม่มีการกำหนดค่าในพารามิเตอร์ sda และ scl โปรแกรมจะไปใช้ขาตาม Pinout ซึ่งใน NodeMCU จะใช้ขา GPIO22 เป็น SCL และขา GPIO21 เป็น SDA โดยในโปรแกรมนี้จะกำหนดให้ SDA และ SCL เป็น D1 และ D2 ตามลำดับ

Void loop()

การส่งข้อมูลใน I2C จะมีฟังก์ชั่นที่เกี่ยวข้องหลาย ๆ ฟังก์ชั่น เนื่องจากการสื่อสารแบบ I2C เป็นแบบกึ่ง 2 ทาง การรับ-ส่งข้อมูลจะต้องรัดกุมเพื่อไม่ให้อุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูลชนกันภายในสาย ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

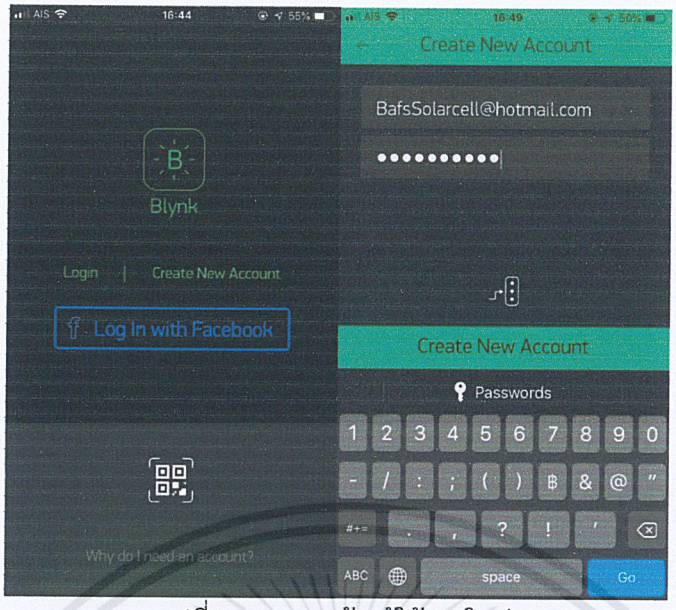
- ฟังก์ชั่น Wire.beginTransmission() ใช้เริ่มการส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ที่มี Address ที่กำหนด มีรายละเอียดการใช้งาน คือ Wire.beginTransmission(address); ซึ่งมีพารามิเตอร์ตัวเดียว นั่นคือ address หมายเลขประจำตัวของอุปกรณ์ที่จะสื่อสารด้วยและไม่มีการส่งค่ากลับ
- ฟังก์ชั่น Wire.write() ใช้ส่งข้อมูลขนาด 1 ไบต์ หรือ 8 บิตออกไป โดยก่อนจะใช้ฟังก์ชั่นนี้จะต้องใช้ Wire.beginTransmission() ก่อนฟังก์ชั่น Wire.write() มีรูปแบบการใช้งาน นั่นคือ Wire.write (data); ซึ่งมีพารามิเตอร์ตัวเดียว คือ (byte) data ข้อมูลที่ต้องการส่งขนาด 1 ไบต์ หรือ 8 บิตและไม่มีการตอบกลับ
- ฟังก์ชั่น Wire.endTransmission() ใช้จบการส่งข้อมูล
  โดยในกรณีนี้ ถ้า sw==0 สั่งให้ส่ง 0 ไปที่ Arduino Mega 2560 หรือ sw==1 สั่งให้ส่ง 1 ไปที่ Arduino Mega 2560 เช่นกัน การรับข้อมูลโดยปกติแล้วหากจะรับข้อมูลได้ต้องมีการส่งตำแหน่งของข้อมูลที่ต้องการออกไปก่อน จากนั้นจึงจะใช้คำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการร้องขอข้อมูลเพื่ออ่านข้อมูลได้ ซึ่งฟังก์ชั่นที่เกี่ยวข้องกับการรับข้อมูลมีดังนี้
- ฟังก์ชั่น Wire.requestFrom() ใช้ในการร้องขอข้อมูลไปยังอุปกรณ์ตัวลูกตาม Address และความยาวของข้อมูลตามที่กำหนด ซึ่งมีรูปแบบการใช้งานคือ Int Wire.requestFrom (byte address, int quantity); โดยมีพารามิเตอร์ (byte) address – หมายเลขประจำตัวของอุปกรณ์ที่จะขอข้อมูล และ (int) quantity – ความยาวของข้อมูลที่ต้องการร้องขอ มีหน่วยเป็นไบต์ และมีการตอบกลับเป็นความยาวของข้อมูลที่อุปกรณ์ตัวลูกส่งกลับมา

ในกรณีนี้เราใช้ while loop เช็คค่า เมื่อมีค่าส่งเข้ามา กำหนดตัวแปร c เป็นตัวรับค่า โดยจะรับมาทีละ 1 ไบต์ โดยเราต้องการนำมาต่อเป็นประโยคจึงนำไปเก็บไว้ใน strNode จากนั้นแปลงกลับเป็น int โดยใช้คำสั่ง .toInt() มาเก็บในตัวแปร status จากนั้นทำเงื่อนไข ถ้า statusB==1 ให้ led ใน Blynk ติด และถ้า statusB==0 ให้ led ใน Blynk ดับ

3.7 Blynk Application

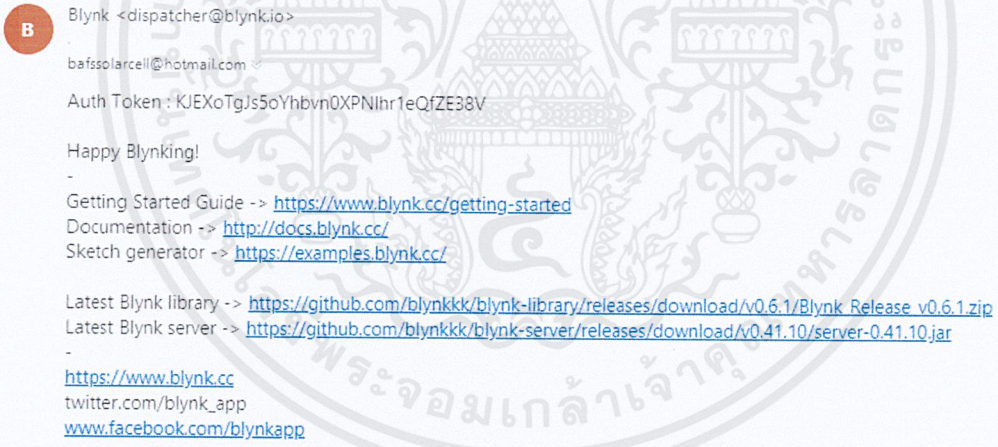
ลงทะเบียนใช้งาน Blynk ได้จาก APP ที่ติดตั้งไว้แล้วในมือถือ ให้ท่านเปิด Blynk APP ขึ้นมาแล้วคลิ๊กที่ “Create New Account” แล้วใส่อีเมล์และรหัสผ่าน ระบบจะส่งรหัส TOKEN ไปให้ตามอีเมล์ ดังรูปที่ 3.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 การสร้างผู้ใช้งานใหม่

หลังจากที่สร้างโปรเจคเสร็จเรียบร้อย เราจะได้รับรหัส TOKEN ที่ Blynk Server ส่งมาให้ Blynk Server จะรู้จักบอร์ดเราได้โดยอาศัยรหัส TOKEN เป็นตัวอ้างอิง ดังรูปที่ 3.24


Blynk <dispatcher@blynk.io>

bafssolarcell@hotmail.com

Auth Token : KJEXoTgJs5oYhbvn0XPNIhr1eQfZE38V

Happy Blynking!

Getting Started Guide -> https://www.blynk.cc/getting-started
Documentation -> http://docs.blynk.cc/
Sketch generator -> https://examples.blynk.cc/

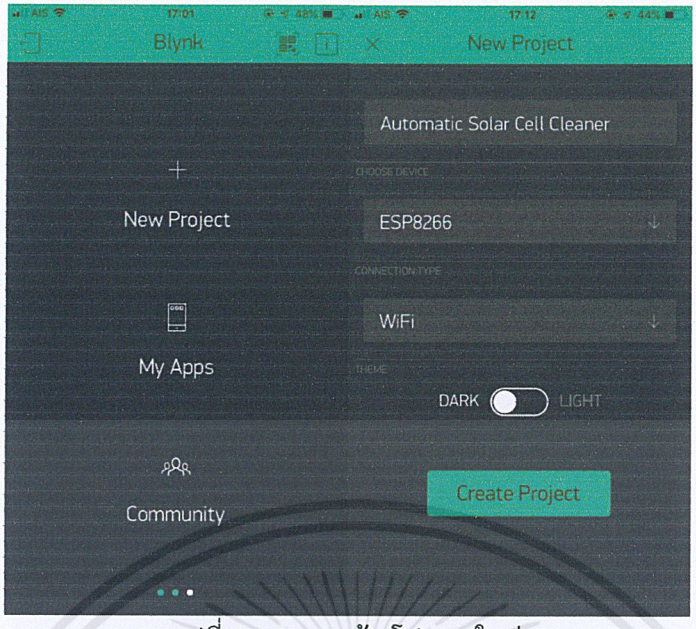
Latest Blynk library -> https://github.com/blynkkk/blynk-library/releases/download/v0.6.1/Blynk_Release_v0.6.1.zip
Latest Blynk server -> https://github.com/blynkkk/blynk-server/releases/download/v0.41.10/server-0.41.10.jar

https://www.blynk.cc
twitter.com/blynk_app
www.facebook.com/blynkapp

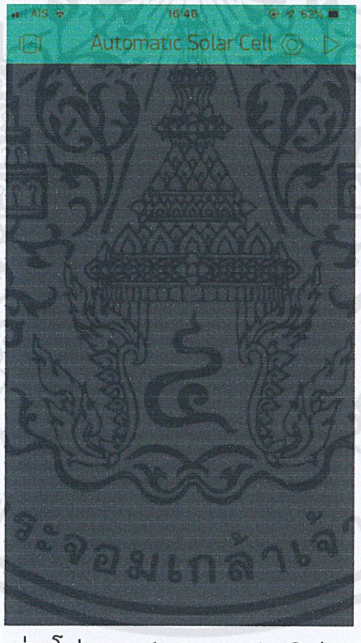
รูปที่ 3.24 อีเมล์ที่ได้รับการ Blynk Server

ขั้นตอนต่อจะเป็นการสร้างโปรเจคใหม่ ให้คลิ๊กที่ “New Project” แล้วใส่ชื่อ “Automatic Solar Cell Cleaner” แล้วเลือกประเภทของบอร์ด โดยใช้เชื่อมต่อกับ NodeMCU จึงเลือกเป็น “ESP8266” จากนั้นคลิ๊กที่ปุ่ม “Create” จะเป็นสร้างโปรเจค ดังรูปที่ 3.25 และเมื่อสร้างโปรเจคแล้ว จะเข้ามาพบกับหน้าว่างเปล่า สามารถใส่ widget เข้าไปได้ตามที่ต้องการ ดังรูปที่ 3.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



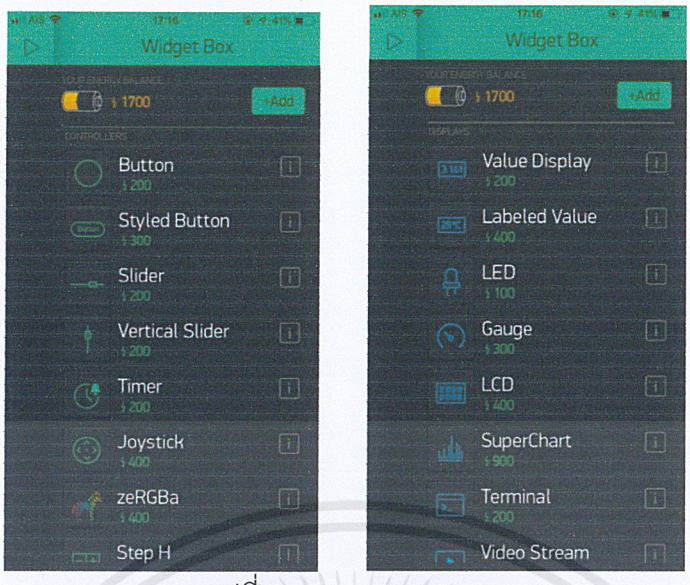
รูปที่ 3.25 การสร้างโปรเจคใหม่



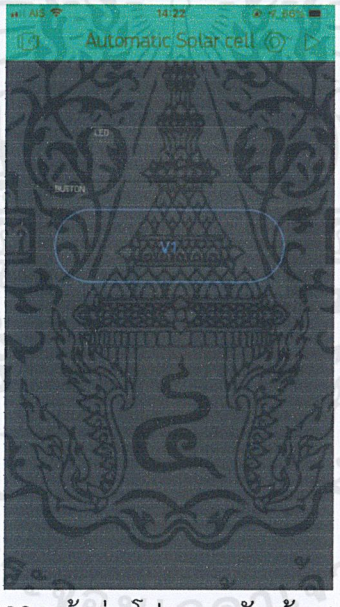
รูปที่ 3.26 หน้าต่างโปรเจค Automatic Solar Cell Cleaner

ต่อมาทำการเลือก Widget ที่ต้องการใช้งาน ได้แก่ Button เป็นปุ่ม ON-OFF และ LED เป็นตัวแสดงสถานะ ON-OFF ของเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ ดังรูปที่ 3.27 และเมื่อสร้าง widget ทั้งสองแล้ว จะได้หน้าต่างดังรูปที่ 3.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



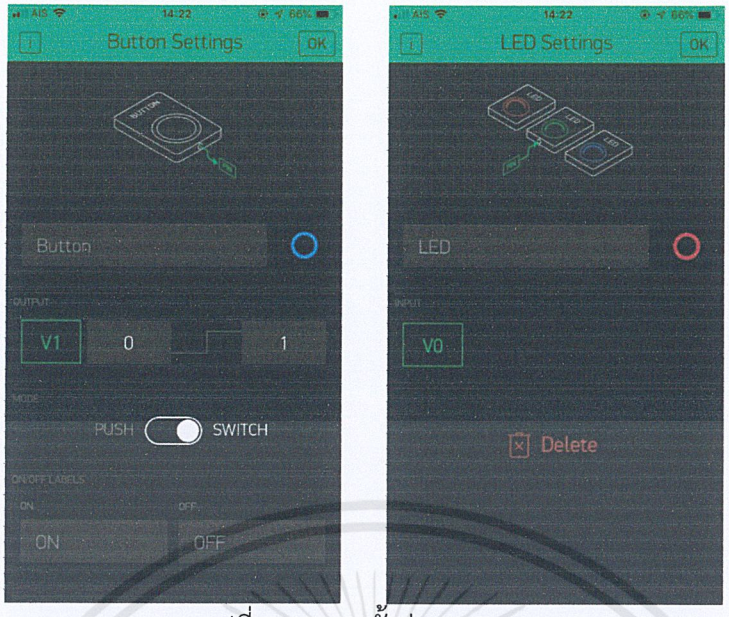
รูปที่ 3.27 Widget Box



รูปที่ 3.28 หน้าต่างโปรเจคหลังสร้าง Widget

ต่อมาเป็นการกำหนดขาของ output pin และ input pin ให้ตรงกับโค้ดที่เขียนใน Arduino IDE ในส่วนของ NodeMCU โดย Output pin -> V1 และ Input pin -> V0 แล้วจึงกด Run ที่อยู่มุมบนขวาของหน้าต่างโปรเจค ดังรูปที่ 3.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.29 การตั้งค่า Widget

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดสอบเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติในแต่ละขั้นตอนตามลำดับ

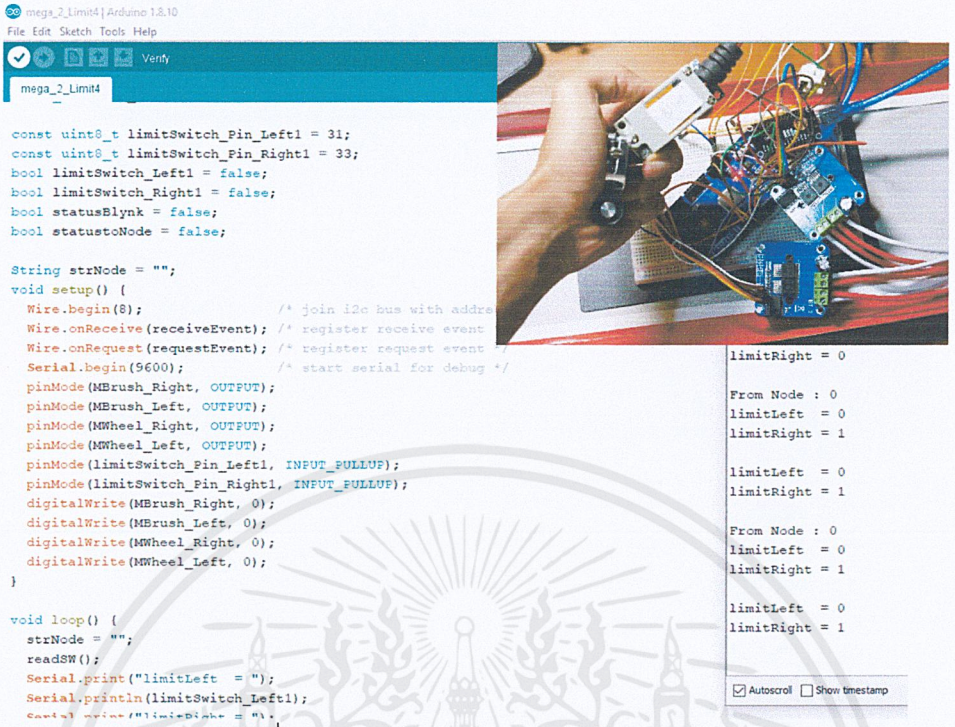
4.2 ผลการทดสอบการรับค่าจาก limit switch

<u>กรณีที่ 1</u> : ไม่กด limit switch

รูปที่ 4.1 กรณีไม่กด limit switch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ 2 : กด limit switch ด้านขวา



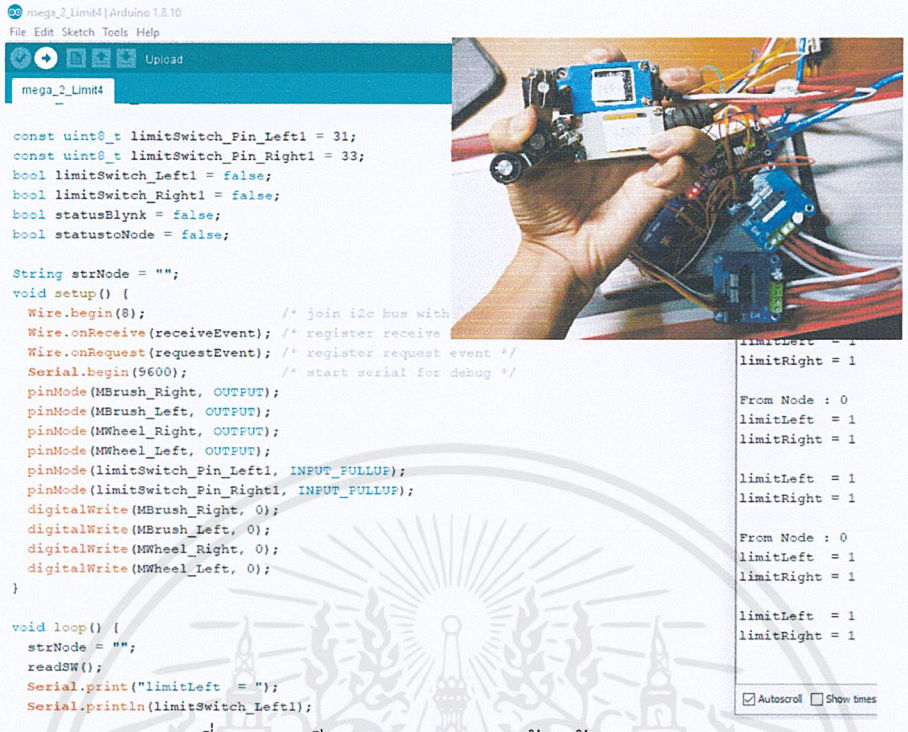
รูปที่ 4.2 กรณีกด limit switch ด้านขวา

กรณีที่ 3 : กด limit switch ด้านซ้าย

รูปที่ 4.3 กรณีกด limit switch ด้านซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

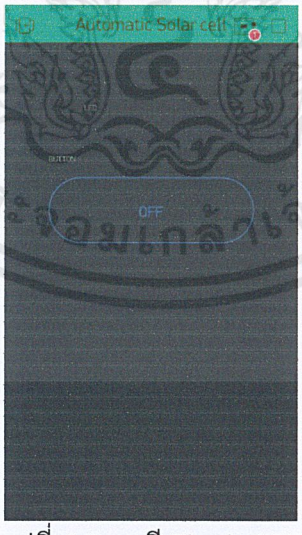
<u>กรณีที่ 4</u> : กด limit switch ด้านซ้าย และขวา



รูปที่ 4.4 กรณีกด limit switch ด้านซ้าย และขวา

4.3 ผลการทดสอบการทำงานของ Blynk application

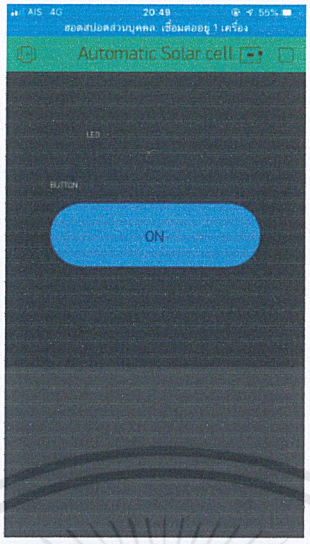
<u>กรณีที่ 1</u> : Blynk OFF



รูปที่ 4.5 กรณี Blynk OFF

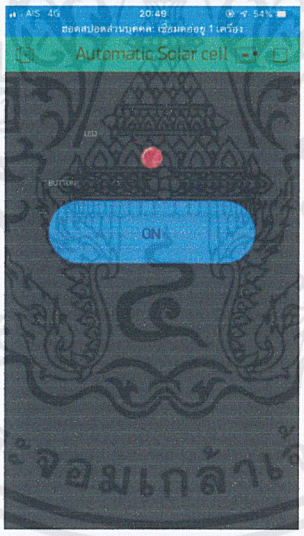
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ 2 : Blynk ON โดยที่ไม่ได้กด limit switch



รูปที่ 4.6 กรณี ON โดยไม่กด limit switch

กรณีที่ 3 : Blynk ON โดยที่กด limit switch



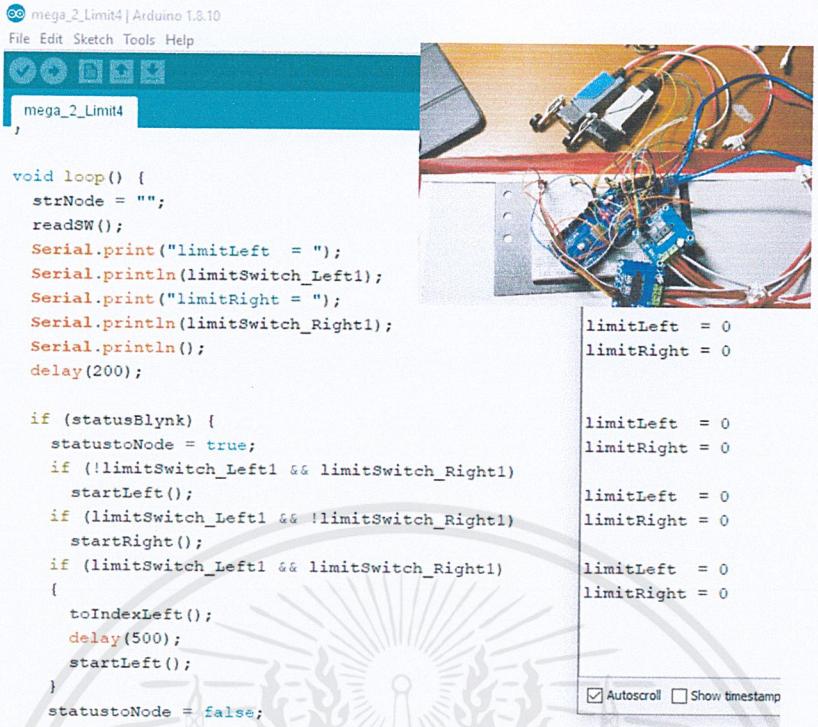
รูปที่ 4.7 กรณี ON โดยกด limit switch

4.4 ผลการทดสอบลำดับขั้นตอนการทำงาน และความถูกต้องของโปรแกรม

เมื่อการทดสอบทุกกรณีในหัวข้อ 4.4 ได้ทำการ ON จาก Blynk application ทั้งหมด

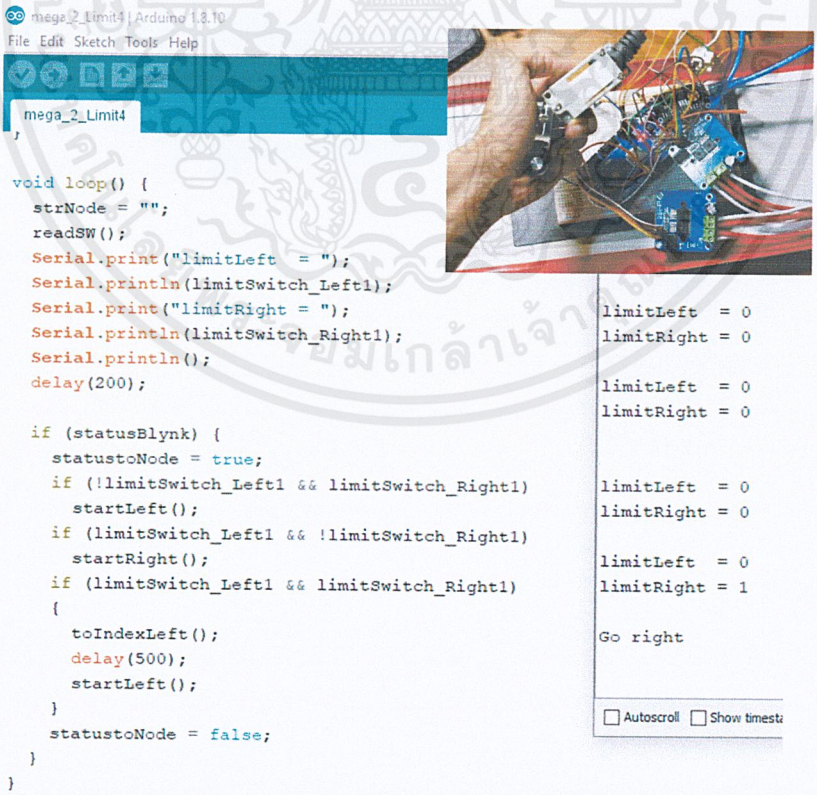
กรณีที่ 1 : ไม่กด limit switch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



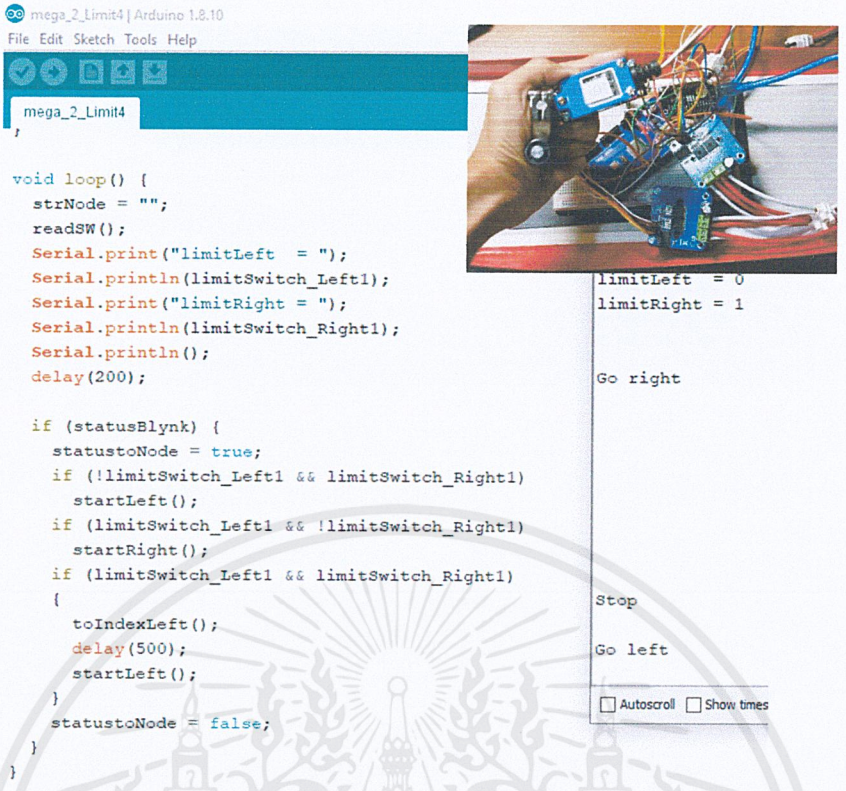
รูปที่ 4.8 กรณีไม่กด limit switch

<u>กรณีที่ 2</u> : เริ่มต้นจากทางซ้ายสุด



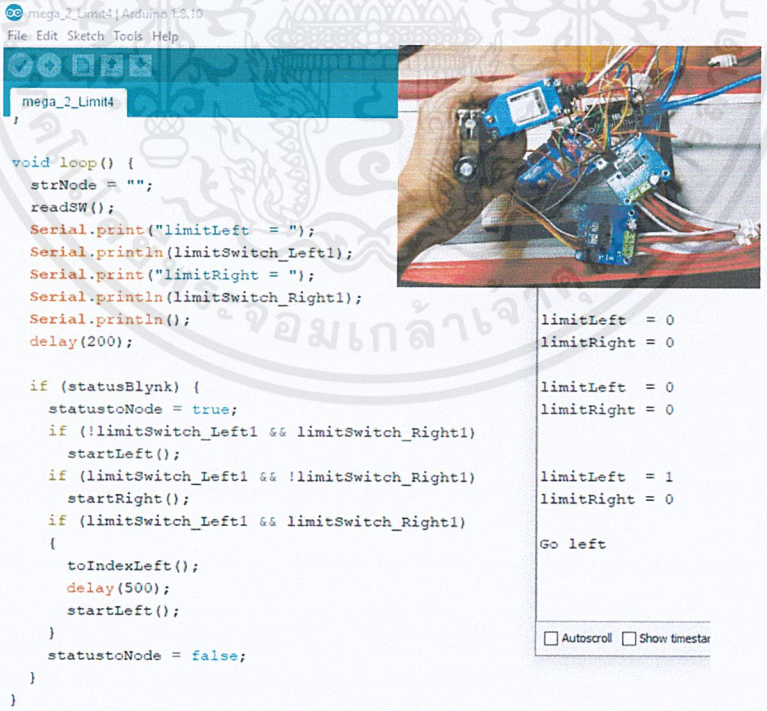
รูปที่ 4.9 การเคลื่อนที่ไปทางขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



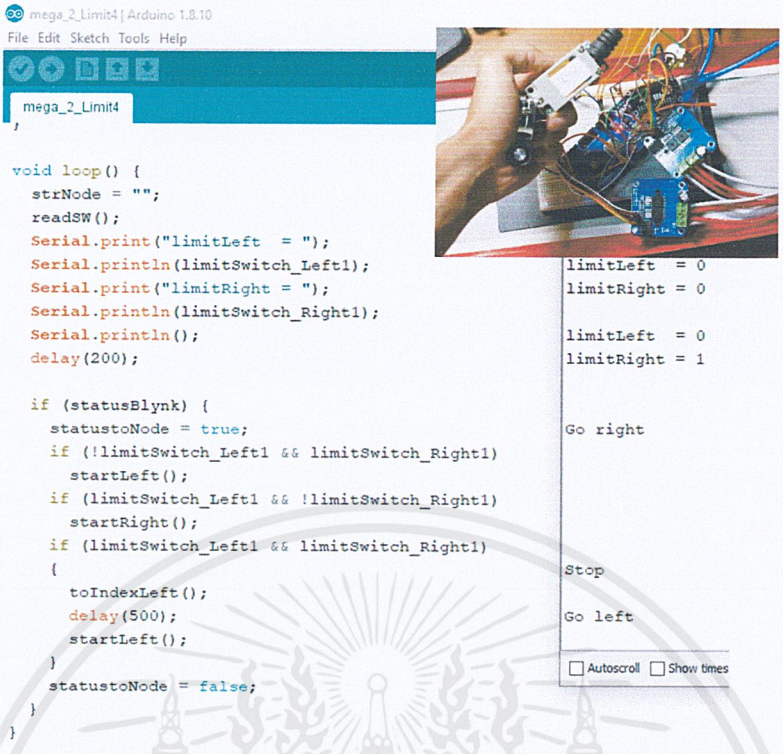
รูปที่ 4.10 การเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่จากขวาไปซ้าย

<u>กรณีที่ 3</u> : เริ่มต้นจากทางซ้ายสุด



รูปที่ 4.11 การเคลื่อนที่ไปทางซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 การเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่จากซ้ายไปขวา

<u>กรณีที่ 4</u> : ไม่เริ่มต้นจากทางใดทางหนึ่ง

รูปที่ 4.13 แสดงกรณีกด limit switch ด้านซ้าย และขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการทดสอบการทำงานของโปรแกรม

ทำการทดสอบแต่ละขั้นตอนของการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ และแปรงทำความสะอาด โดยจะสังเกตความถูกต้องของลำดับขั้นตอนการทำงาน

ตารางที่ 4.1 การทดสอบการทำงานของโปรแกรมโดยเริ่มต้นจากด้านซ้าย และเคลื่อนทีทั้งหมด 1 รอบ

ครั้งที่	เริ่มจากซ้าย		ผลการทดสอบ
	LimitSwitch_Left	LimitSwitch_Right	
1	0	1	ถูกต้อง
	1	1	ถูกต้อง
	1	0	ถูกต้อง
	1	1	ถูกต้อง
	0	1	ถูกต้อง

ตารางที่ 4.2 การทดสอบการทำงานของโปรแกรมโดยเริ่มต้นจากด้านซ้าย และเคลื่อนที่ทั้งหมด 2 รอบ

ครั้งที่	เริ่มจากซ้าย		ผลการทดสอบ
	LimitSwitch_Left	LimitSwitch_Right	
2	0	1	ถูกต้อง
	1	1	ถูกต้อง
	1	0	ถูกต้อง
	1	1	ถูกต้อง
	0	1	ถูกต้อง
	0	1	ถูกต้อง
	1	1	ถูกต้อง
	1	0	ถูกต้อง
	1	1	ถูกต้อง
	0	1	ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 การทดสอบการทำงานของโปรแกรมโดยเริ่มต้นจากด้านขวา
และเคลื่อนที่ทั้งหมด 1 รอบ

ครั้งที่	เริ่มจากขวา		ผลการทดสอบ
	LimitSwitch_Left	LimitSwitch_Right	
3	1	0	ถูกต้อง
	1	1	ถูกต้อง
	0	1	ถูกต้อง
	1	1	ถูกต้อง
	1	0	ถูกต้อง

ตารางที่ 4.4 การทดสอบการทำงานของโปรแกรมโดยเริ่มต้นจากด้านขวา
และเคลื่อนที่ทั้งหมด 2 รอบ

ครั้งที่	เริ่มจากขวา		ผลการทดสอบ
	LimitSwitch_Left	LimitSwitch_Right	
4	1	0	ถูกต้อง
	1	1	ถูกต้อง
	0	1	ถูกต้อง
	1	1	ถูกต้อง
	1	0	ถูกต้อง
	1	0	ถูกต้อง
	1	1	ถูกต้อง
	0	1	ถูกต้อง
	1	1	ถูกต้อง
	1	0	ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินการสร้างเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติพบว่า เครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการรับพลังงานแสงอาทิตย์ของแผงโซล่าเซลล์ก่อนการทำความสะอาด ลดอันตรายของเจ้าหน้าที่ และลดค่าใช้จ่ายได้เป็นอย่างดี การขับเคลื่อนเป็นไปอย่างมั่นคง วงจรสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ ได้แก่ การเคลื่อนที่จากซ้ายไปขวา และจากขวาไปซ้ายเป็นไปตามเงื่อนไขของโปรแกรม เมื่อเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติไปถึงขอบแผงโซล่าเซลล์อีกด้านหนึ่ง ควบคุมโดยการส่งลอจิกของ limit switch ทั้งซ้ายและขวา ไปที่บอร์ด Arduino และเขียนโปรแกรมลง motor drive module เพื่อให้ไปสั่งการมอเตอร์ขับแปรงทำความสะอาด และมอเตอร์ขับเคลื่อนด้วยขา PWM ที่มีช่วงสัญญาณ 0-255 เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่เพื่อกลับมาจุดเริ่มต้นอีกครั้ง โดยสามารถสั่งเปิด-ปิดบนเครือข่าย WIFI ผ่าน Blynk Application บนสมาร์ทโฟน โดยที่ บอร์ด Arduino สามารถรับสัญญาณ WIFI ได้เนื่องจากใช้ NodeMCU เป็นตัวรับสัญญาณ และเชื่อมต่อกับ Arduino Mega 2560

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไข

5.2.1 ปัญหาที่พบ

1) การสั่งอุปกรณ์ในรูปแบบบริษัทมีหลายขั้นตอน และล่าช้า
2) มีเวลาไม่เพียงพอต่อการศึกษาอย่างละเอียดทั้งทางด้านการเขียนโปรแกรมลงบน บอร์ด Arduino และการขับเคลื่อน
3) ความรู้ด้านการออกแบบทางเครื่องกลไม่เพียงพอ

5.2.2 แนวทางการแก้ปัญหา

1) หมั่นฝึกฝนตนและพัฒนาตนเองให้มีความพร้อมอยู่เสมอ
2) ศึกษาวิธีการใช้งานโปรแกรมจากอินเตอร์เน็ต สอบถามเทคนิคในการใช้งานเพิ่มเติมและความรู้ต่าง ๆ จากพนักงานที่ปรึกษา หรือบุคลากรในบริษัท

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติ จำเป็นต้องรู้เงื่อนไขการทำงานของการเขียนโปรแกรมลงบนบอร์ด Arduino และต้องมีความรู้ทางเครื่องกล กลไกในการขับเคลื่อนของอุปกรณ์ มิเช่นนั้นจะไม่สามารถเป็นเครื่องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์อัตโนมัติที่สมบูรณ์แบบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arduino Mega Code

```
#include <Wire.h>
uint8_t MBrush_Right = 2;
uint8_t MBrush_Left = 3;
uint8_t MWheel_Right = 9;
uint8_t MWheel_Left = 10;
const uint8_t limitSwitch_Pin_Left1 = 31;
const uint8_t limitSwitch_Pin_Right1 = 33;
bool limitSwitch_Left1 = false;
bool limitSwitch_Right1 = false;
bool statusBlynk = false;
bool statustoNode = false;
String strNode = "";

void setup() {
  Wire.begin(8);                /* join i2c bus with address 8 */
  Wire.onReceive(receiveEvent); /* register receive event */
  Wire.onRequest(requestEvent); /* register request event */
  Serial.begin(9600);
  pinMode(MBrush_Right, OUTPUT);
  pinMode(MBrush_Left, OUTPUT);
  pinMode(MWheel_Right, OUTPUT);
  pinMode(MWheel_Left, OUTPUT);
  pinMode(limitSwitch_Pin_Left1, INPUT_PULLUP);
  pinMode(limitSwitch_Pin_Right1, INPUT_PULLUP);
  digitalWrite(MBrush_Right, 0);
  digitalWrite(MBrush_Left, 0);
  digitalWrite(MWheel_Right, 0);
  digitalWrite(MWheel_Left, 0);
}


void loop() {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    strNode = "";
    readSW();
    Serial.print("limitLeft  = ");
    Serial.println(limitSwitch_Left1);
    Serial.print("limitRight = ");
    Serial.println(limitSwitch_Right1);
    Serial.println();
    delay(200);

    if (statusBlynk) {
      statustoNode = true;
      if (!limitSwitch_Left1 && limitSwitch_Right1)
        startLeft();
      if (limitSwitch_Left1 && !limitSwitch_Right1)
        startRight();
      if (limitSwitch_Left1 && limitSwitch_Right1)
      {
        toIndexLeft();
        delay(500);
        startLeft();
      }
      statustoNode = false;
    }
}

void readSW()
{
  limitSwitch_Left1 = digitalRead(limitSwitch_Pin_Left1);
  limitSwitch_Right1 = digitalRead(limitSwitch_Pin_Right1);
}


void toIndexLeft()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 {
   analogWrite(MBrush_Left, 255);
   analogWrite(MWheel_Left, 255);
   Serial.println("Go left");
   delay(500);
   while (1)
   {
     readSW();
     if (!limitSwitch_Left1 && limitSwitch_Right1)
     {
       analogWrite(MBrush_Left, 0);
       analogWrite(MWheel_Left, 0);
       Serial.println("Stop");
       delay(500);
       break;
     }
   }
}

void toIndexRight()
{
  analogWrite(MBrush_Right, 255);
  analogWrite(MWheel_Right, 255);
  Serial.println("Go right");
  delay(500);
  while (1)
  {
    readSW();
    if (limitSwitch_Left1 && !limitSwitch_Right1)
    {
      analogWrite(MBrush_Right, 0);
      analogWrite(MWheel_Right, 0);
      Serial.println("Stop");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        delay(500);
        break;
      }
    }
  }
  void startLeft()
  {
    toIndexRight();
    toIndexLeft();
  }
  void startRight()
  {
    toIndexLeft();
    toIndexRight();
  }
  void receiveEvent(int howMany)
  {
    while (0 < Wire.available())
    {
      char c = Wire.read();
      strNode += c;
    }
    int as = strNode.toInt();
    if (as == 0)
      statusBlynk = false;
    if (as == 1)
      statusBlynk = true;
    Serial.println();
  }
  void requestEvent()
  {

  if (statustoNode)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Wire.write("1");
  if (!statustoNode)
    Wire.write("0");
}
```

NodeMCU Code

```
#include <Wire.h>
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
char auth[] = "KJEXoTgJs5oYhbvn0XPNlhr1eQfZE38V";
char ssid[] = "SauSage";
char pass[] = "Panithi555";
int sw;
String strNode;
WidgetLED led(V0);

BLYNK_WRITE(V1) {
  sw = param.asInt();
  Serial.println(sw);
}

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Wire.begin(D1, D2);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
  led.off();
}

void loop() {
  strNode = "";
  int statusB;
  Blynk.run();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if (sw == 0) {
      Wire.beginTransmission(8);
      Wire.write("0");
      Wire.endTransmission();
    }
    else if (sw == 1) {
      Wire.beginTransmission(8);
      Wire.write("1");
      Wire.endTransmission();
    }

    Wire.requestFrom(8, 13);
    while (Wire.available()) {
      char c = Wire.read();
      strNode += c;
      statusB = strNode.toInt();
    }

    Serial.print("From Mega : ");
    Serial.print(statusB);
    Serial.println();
    if (statusB == 1)
      led.on();
    if (statusB == 0)
      led.off();
    delay(500);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ArduinoAll. 2559. “สอนใช้งาน Arduino สื่อสารส่งข้อมูลกันแบบ I2C Arduino 3 บอร์ด”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.arduinoall.com/article/242/42 (10 พฤศจิกายน 2562)

[2] IOXhop. 2561. “บทที่ 7 การสื่อสารแบบอนุกรม”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.ioxhop.com/article/68/ (10 พฤศจิกายน 2562)

[3] ThaiEasyElec. 2562. “บทความ Arduino คืออะไร ตอนที่1 แนะนำเพื่อนใหม่ที่ชื่อ Arduino”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/latest-blogs/what-is-arduino-ch1.html (10 พฤศจิกายน 2562)

[4] นายอานนท์ ณ หนองคาย. 2558. “ESP8266 NodeMCU คืออะไร? และการติดตั้ง ESP8266 NodeMCU บนArduino IDE”.[ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา: https://embeddedsystem2558.wordpress.com/ (10 พฤศจิกายน 2562)

[5] วิสิทธิ์ เวียงนาค. 2561. “ใส่ใจ 7. เตรียมความพร้อมก่อนการใช้ Blynk App”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://medium.com/@visitwnk/ (10 พฤศจิกายน 2562)

[6] FON engineering. 2559. “สวิตช์จำกัดระยะ ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch)”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.fonengineering.com/limit-switch/ (10 พฤศจิกายน 2562)

[7] แบริ่งเซ็นเตอร์.2556. “ตลับลูกปืนตุ๊กตา”.[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://bearingscenter.brandexdirectory.com/Store/ProductDetail/14479/12956 (10 พฤศจิกายน 2562)

[8] LEONICS. 2561. “ความรู้เกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/solar_knowledge.php (10 พฤศจิกายน 2562)

[9] Editorial. 2561. “การทำงานของมอเตอร์ไฟตรงและการใช้งาน”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.inventor.in.th/home/การทำงานของมอเตอร์ไฟตรงและการใช้งาน (10 พฤศจิกายน 2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล นายปณิธิ นิสสัยตรง

วัน เดือน ปีเกิด 15 กรกฎาคม 2541

ที่อยู่ 1068 ซ.เคหะร่มเกล้า 64 แขวงคลองสองต้นนุ่น เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

E-mail panithi.nis@hotmail.com

โทรศัพท์ 064 7246999

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2556 - 2558 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า จังหวัดกรุงเทพมหานคร
- พ.ศ. 2559 - ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต หลักสูตรวิศวกรรมการวัดคุม ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์

- นักศึกษาฝึกงาน แผนก Control Room & Maintenance บริษัท บริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน)
- นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษา แผนก Control Room & Maintenance บริษัท บริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้