



เครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ
EMERGENCY GENERATOR USING AIR BUOYANCY IN WATER

นนทวัฒน์ ดวงทอง
พิทักษ์พงษ์ โมทอง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2021

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG PRINCE OF
CHUMPHON CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานปีการศึกษา 2564

หลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เรื่อง เครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ

EMERGENCY GENERATOR USING AIR BUOYANCY IN WATER

ผู้จัดทำ

1. นายณนทวัฒน์ ดวงทอง รหัสนักศึกษา 62201206
2. นายพิทักษ์พงษ์ โมทอง รหัสนักศึกษา 62201208



[Handwritten Signature]

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สั๊กกะพันธ์ คล้ายดอกจันทร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อรายงาน	เครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ
นักศึกษา	นายณนทวัฒน์ ดวงทอง รหัสนักศึกษา 62201206
	นายพิทักษ์พงษ์ โมทอง รหัสนักศึกษา 62201208
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สักระพันธ์ คล้ายดอกจันทร์
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ปีการศึกษา	2564

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการออกแบบเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ ซึ่งตัวเครื่องจะประกอบไปด้วยสองส่วนคือ ส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องจ่ายลมเข้าสู่กระบอกเก็บลมและส่วนที่ทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้า โดยส่วนการควบคุมการทำงานของเครื่องจะเริ่มต้นการทำงานเมื่อไฟฟ้าดับ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้วาล์วลมเปิดจ่ายลมเข้าไปในกระบอกลมแต่ละกระบอกทำให้เกิดการหมุนของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ จะทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนไปด้วย เมื่อต่อกับวงจรเรียงกระแสให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง จะนำไปต่อกับวงจรอินเวอร์เตอร์เพื่อให้ใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ และไมโครคอนโทรลเลอร์ปล่อยลมเข้าไปในกระบอกเก็บลมแต่ละกระบอก จนกว่าแรงดันลมในถังลมมีต่ำกว่า 2 บาร์จะหยุดจ่ายลม

ผลการทดลองของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ การจ่ายลมเข้าไปในกระบอกเก็บลม ทำให้เครื่องหมุนไปปั่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีความเร็วที่หมุนได้ 0.069 เมตรต่อวินาที และได้แรงดันไฟฟ้าที่ผ่านวงจรเรียงกระแสจะมีแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้ 5.62 โวลต์ แต่วงจรอินเวอร์เตอร์ต้องการแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงไฟอินพุตอย่างน้อย 11 โวลต์ ดังนั้นแรงดันจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจึงไม่สามารถขับวงจรอินเวอร์เตอร์ได้

Project Title	Emergency Generator using Air Buoyancy in Water	
Student	Mr.Nontawat dounghong	ID 62201206
	Mr.Pitakphong Mothong	ID 62201208
Advisor	Mr.Sakapan Klaydokjan	
Degree	Bachelor of Engineering	
Program in	Electronics Engineering	
Academic Year	2021	

ABSTRACT

This thesis presents the design of an Emergency Generator using Air Buoyancy in Water. which the machine will consist of two parts: The control part of the supply of air to the air cylinder and the part that produces electricity. The work control will start working when the power is off. The microcontroller will order the air valve to open the air supply to each cylinder. cause the rotation of Emergency Generator using Air Buoyancy in Water. will cause the generator to spin as well. when connected to a rectifier circuit to be direct current will be connected to the inverter circuit for use with electrical appliances and the microcontroller releases air into each air cylinder. Until the air pressure in the air tank is lower than 2 bar, the air supply will be stopped.

Experimental results of Emergency Generator using Air Buoyancy in Water Supplying air into the air reservoir Make the machine spin to spin the generator with a rotation speed of 0.069 meters per second. And the voltage through the rectifier will have a DC voltage of 5.62 volts. But the inverter circuit requires a DC input voltage of at least 11 volts. Therefore, the voltage from the generator cannot drive the inverter circuit.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความกรุณา และความช่วยเหลือจากบุคคลหลาย ๆ ท่าน ซึ่งผู้เขียนต้องขอขอบพระคุณทุก ๆ ท่าน ดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์สักระพันธ์ คล้ายดอกจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำแนะนำแนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอด จนรายงานเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้ศึกษาจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณผู้ปกครอง ที่ให้ค่าปรึกษาในเรื่องต่าง ๆ โดยเฉพาะค่าใช้จ่ายในการทำโครงการชิ้นนี้ รวมทั้งเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ คอยช่วยเหลือเสมอมา และขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ ที่ช่วยให้คำแนะนำดี ๆ จนทำให้โครงการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นนทวัฒน์ ดวงทอง
พิทักษ์พงษ์ โมทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการทำโครงการ.....	1
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา.....	2
1.4 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน.....	2
1.7 โครงสร้างปริญญานิพนธ์.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ (Arduino).....	6
2.1.1 ส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์.....	6
2.1.2 คุณสมบัติทางเทคนิคของบอร์ดอาดูโน่.....	7
2.1.3 แหล่งจ่ายไฟฟ้า.....	7
2.1.4 ขบวนการต่อการใช้งาน.....	7
2.1.5 ภาษาที่ใช้การเขียนโปรแกรมควบคุม.....	7
2.2 เซ็นเซอร์วัดสีจีวาย 31 (GY-31).....	8
2.2.1 คุณสมบัติของเซ็นเซอร์วัดสีจีวาย 31.....	10
2.2.2 ขาสัญญาณในการใช้งาน.....	10
2.3 แรงลอยตัว.....	11
2.3.1 กรณีวัตถุจมทั้งก้อน.....	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.3.2 กรณีวัตถุลอยอยู่ระหว่างของไหล 2 ชนิด.....	13
2.3.3 กรณีวัตถุลอยอยู่บนผิว (มีบางส่วนจมในของไหล).....	14
2.4 วาล์วควบคุม (Control Valve).....	15
2.5 เซ็นเซอร์วัดแรงดันลม (Pressure sensor).....	16
2.6 รีเลย์ (Relay).....	17
2.6.1 ส่วนประกอบของรีเลย์.....	18
2.6.2 จุดต่อใช้งานของรีเลย์.....	18
2.6.3 ประเภทของรีเลย์.....	18
2.6.4 ชนิดของรีเลย์.....	18
2.7 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส.....	19
บทที่3 การออกแบบ.....	21
3.1 บล็อกไดอะแกรม.....	22
3.2 โพล์ชาร์ตการทำงานของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ...22	
3.3 การออกแบบวงจร.....	23
3.3.1 วงจรรวมของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ.....23	
3.3.2 วงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับ.....	24
3.3.3 วงจรชาร์จแบตเตอรี่.....	25
3.3.4 วงจรรีเลย์.....	26
3.4 การออกแบบโครงสร้างเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ.....27	
3.4.1 การออกแบบโครงสร้างเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ.....	27
3.4.2 ชุดควบคุมการทำงาน.....	31
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....	32
4.1 การทดลองการทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับ.....	32
4.2 การทดลองการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจวัดสี.....	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.3 การทดลองการทำงานเซ็นเซอร์วัดแรงดันลม.....	37
4.4 การทดสอบจับเวลาและวัดแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อนหมุน 1 รอบ.....	40
4.5 การทดลองวัดแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง.....	43
4.6 การทดลองปริมาณลมที่เข้าไปในกระบอกลมโดยจ่ายลมของวาล์วลม.....	49
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	51
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	51
5.1.1 การทดลองการทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับ.....	51
5.1.2 การทดลองการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจวัดสี.....	51
5.1.3 การทดลองการทำงานเซ็นเซอร์วัดแรงดันลม.....	51
5.1.4 การทดสอบการแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อการหมุน 1 รอบ.....	51
5.1.5 การทดลองวัดแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง.....	51
5.1.6 การทดลองปริมาณลมที่เข้าไปในกระบอกลมโดยจ่ายลมของวาล์วลม.....	52
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	52
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	52
เอกสารอ้างอิง.....	53
ภาคผนวก ก โปรแกรมของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ.....	54
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งานเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ.....	59
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ (Datasheet).....	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 1.....	3
1.2 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 2.....	3
2.1 การกำหนดระดับความถี่เอาต์พุตของขา S0 และ S1.....	10
2.2 การกำหนดชนิดของฟิลเตอร์ของโฟโต้ไดโอดที่ต้องการวัดสัญญาณ.....	11
4.1 ผลทดสอบการทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับ.....	32
4.2 ผลการทดสอบการทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับเมื่อไฟฟ้ากลับมาใช้งานได้ปกติ.....	33
4.3 ผลการทดลองการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับกระแสบอกลม.....	36
4.4 ผลการทดลองการทำงานของเซ็นเซอร์วัดแรงดันลม.....	38
4.5 ผลการทดลองการตัดการทำงานเมื่อแรงดันลมต่ำกว่า 2 บาร์.....	38
4.6 ผลการทดสอบจับเวลาและวัดแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อการหมุน 1 รอบ.....	42
4.7 ผลการทดสอบการวัดแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ.....	44
4.8 ผลการทดลองสอบการวัดแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยผ่านวงจรเรียงกระแสเป็นไฟฟ้ากระแสตรง.....	47
4.9 ผลการทดลองปริมาณลมที่เข้าไปในกระบอกลมโดยจ่ายลมของวาล์วลม.....	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 รูปร่างของไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน้อยูโน.....	6
2.2 โปรแกรมอาดูโนไอดีอี.....	8
2.3 รูปร่างของโมดูลตรวจสอบสีของวัตถุ.....	8
2.4 เซ็นเซอร์ TCS230.....	9
2.5 เมื่อวัตถุจมในของไหลทั้งก้อน.....	12
2.6 วัตถุจมในของไหล 2 ชนิด.....	14
2.7 วัตถุจมในของไหลบางส่วน.....	14
2.8 รูปร่างของโซลินอยด์วาล์ว.....	16
2.9 รูปร่างของเซ็นเซอร์วัดความดันลม.....	16
2.10 รีเลย์.....	17
2.11 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส.....	19
3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ.....	21
3.2 โพล์ชาร์ตการทำงานของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ.....	22
3.3 วงจรรวมของระบบ.....	23
3.4 วงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับ.....	24
3.5 วงจรชาร์จแบตเตอรี่.....	25
3.6 วงจรรีเลย์.....	26
3.7 โมเดลเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ.....	27
3.8 โครงสร้างภายนอกของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ.....	28
3.9 เครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ.....	28
3.10 ชิ้นงานขณะต่อการใช้งานสมบูรณ์.....	29
3.12 ถังลมขนาด 30 ลิตร.....	29
3.11 การเชื่อมต่อจากถังลมไปยังกระบอกลมเก็บลม.....	30
3.13 ชุดควบคุมการทำงาน.....	31
4.1 วงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับภายในกล่องควบคุม.....	34
4.2 การทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับเมื่อไฟฟ้าใช้งานได้ปกติ.....	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.3 การทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับเมื่อไฟฟ้าใช้งานได้ปกติ.....	35
4.4 การทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับเมื่อไฟฟ้าดับ.....	35
4.5 การทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับเมื่อไฟฟ้าดับ.....	36
4.6 เซ็นเซอร์ตรวจวัดสี.....	37
4.7 เซ็นเซอร์วัดแรงดันลม.....	39
4.8 แรงดันลมที่วัดได้จากโปรแกรมขณะเครื่องหยุดการทำงาน.....	40
4.9 เกจวัดแรงดันลม.....	40
4.10 ตำแหน่งของโซ่ที่ยึดติดกระบอบกลม.....	41
4.11 การวัดแรงดันที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยผ่านวงจรเรียงกระแสต่อการหมุน 1 รอบ.....	43
4.12 การวัดแรงดันกระแสสลับจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า.....	45
4.13 การวัดแรงดันกระแสสลับจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจัมปีเตอร์วัดสายสีดำและสีเทา.....	46
4.14 การวัดแรงดันกระแสสลับจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจัมปีเตอร์วัดสายสีดำและสีเหลือง.....	46
4.15 การวัดแรงดันกระแสสลับจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจัมปีเตอร์วัดสายสีเหลืองและสีเทา.....	47
4.16 การวัดแรงดันกระแสตรงจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผ่านวงจรเรียงกระแส.....	48
4.17 การวัดแรงดันกระแสตรงจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผ่านวงจรเรียงกระแส.....	49
4.18 ปริมาณลมที่เข้าไปในกระบอบกลม.....	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ สมมุติฐานของการศึกษา ขอบเขตของการศึกษา ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงการ ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน รวมถึงโครงสร้างปริญญานิพนธ์

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร เป็นปัจจัยสำคัญที่กระตุ้นให้เกิดการใช้พลังงานมากขึ้นในปัจจุบันเพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจและตอบสนองความต้องการต่าง ๆ การใช้พลังงานไฟฟ้ามีความจำเป็นอย่างมากต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน [1] แต่เนื่องด้วยในชนบทหรือพื้นที่ต่าง ๆ มีการเกิดไฟฟ้าตกและดับอยู่บ่อยครั้งและบางครั้งปรากฏการณ์ภัยธรรมชาติเช่น ฝนตก พายุ ฯลฯ จึงทำให้เกิดไฟฟ้าดับอยู่บ่อยครั้งไม่สามารถใช้ไฟฟ้า ซึ่งทำให้เกิดผลเสียต่ออุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ได้ทราบถึงปัญหานี้จึงได้ศึกษาและหาระบบช่วยสำรองไฟฟ้าโดยเห็นการใช้แรงดันอากาศมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เนื่องด้วยการใช้แรงดันอากาศเป็นพลังงานที่ไม่เกิดผลเสียต่อสภาพแวดล้อม ดังนั้นผู้จัดทำโครงการจึงมีความคิดที่จะสร้างเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ โดยมีหลักการคือเก็บแรงดันของอากาศไว้ในถังลม โดยจะนำแรงดันอากาศมาใช้ในตอนไฟฟ้าดับ โดยจะมีวงจรที่ตรวจสอบไฟฟ้าดับ ชุดควบคุมการปล่อยอากาศเพื่อทำการปล่อยอากาศเข้ากระบอกที่อยู่ภายในน้ำทำให้เกิดการหมุนเพื่อนำไปปั่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อีกทั้งยังเป็นทางเลือกให้การผลิตเครื่องสำรองไฟฟ้าอีกรูปแบบหนึ่งขึ้นมา

1.2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการทำโครงการ

1. เพื่อสร้างเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ
2. เพื่อสร้างไฟฟ้าสำรองไว้ใช้งาน
3. เพื่อให้ถังลมเก็บอากาศไว้ใช้เป็นพลังงานสำรองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

การสำรองไฟฟ้าซึ่งโดยเก็บพลังงานสำรองไว้ในถังลม แล้วนำอากาศออกไปใช้เป็นตัวขับเคลื่อนให้เกิดการหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งพลังงานไฟฟ้าที่จะได้ขึ้นอยู่กับอากาศที่ปล่อยเข้าไปสู่ระบบลอย อาจจะสามารถหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1. เครื่องมีขนาดความกว้าง 70 เซนติเมตร ความยาว 70 เซนติเมตร ความสูง 200 เซนติเมตร
2. ถังลมสามารถบรรจุลมได้ 30 ลิตร แรงดันลม 8 บาร์ เก็บไว้ใช้เป็นพลังงานสำรองได้
3. เครื่องสามารถควบคุมการเปิด-ปิด ของวาล์วลมได้
4. เครื่องสามารถควบคุมการจ่ายลมเข้าไปในตัวระบายลมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และหยุดจ่ายลมเมื่อแรงดันลมต่ำกว่า 2 บาร์
5. เครื่องสามารถตรวจเช็คเมื่อไฟฟ้าดับได้
6. เครื่องสำรองไฟฟ้าจะทำงานเมื่อตอนไฟฟ้าดับ และหยุดการทำงานเมื่อไฟฟ้ากลับมาใช้งานได้ปกติ
7. เครื่องมีแบตเตอรี่สำรองสำหรับชุดควบคุมขนาด 12 โวลต์ 12 แอมป์
8. เครื่องสามารถผลิตไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสตรงได้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ
2. มีไฟฟ้าสำรองไว้ใช้งาน
3. ถังลมเก็บลมไว้ใช้เป็นพลังงานสำรองได้

1.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานที่ผู้จัดทำได้วางแผนไว้แบ่งออกเป็น 2 ช่วงใหญ่ๆ คือแผนการดำเนินงานในภาคเรียนที่ 1 แผนการดำเนินงานในภาคเรียนที่ 2 ซึ่งได้แจกแจงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 1.1 และตารางที่ 1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 1

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน															
	กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธันวาคม			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.คิดหัวโครงการนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา	←→															
2.ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับโครงการ			←→													
3.ศึกษาโครงสร้างและหลักการ					←→											
4.จัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์					←→											
5.สร้างโครงสร้างภายในของเครื่องสำรองไฟฟ้า					←→											
6.ทดสอบระบบและแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น									←→							

ตารางที่ 1.2 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 2

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน																			
	มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม				เมษายน				พฤษภาคม			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.ทดสอบการทำงานของการทำงานของกรให้อากาศแทนที่น้ำของเครื่องสำรองไฟฟ้า	←→																			
2.ทำวงจรตรวจเช็คไฟฟ้้าดับ	←→																			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 ในบทนี้จะกล่าวถึง บทสรุปในการทดลองจากบทที่ 4 ในหัวข้อ การทดลองการทดสอบปริมาณลมที่เข้าไปในกระบอกลมต่อการเปิดวาล์วที่เวลาต่าง ๆ ปัญหาและอุปสรรค และข้อเสนอแนะ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

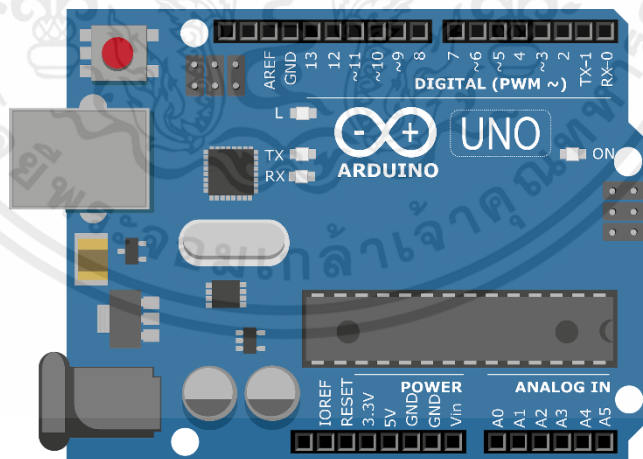
ในบทนี้จะกล่าวถึงการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำด้วยการประมวลผลและอุปกรณ์ ได้แก่ ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ เช่น เซอร์วัต สี่จีวาย 31 (GY-31) เซ็นเซอร์วัดความดันลม วาล์วควบคุม รีเลย์ (Relay) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า กระแสสลับ 3 เฟส รวมไปถึงความรู้และทฤษฎีต่าง ๆ เป็นต้น

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ (Arduino)

อาดูโน่ [2] คือ แพลตฟอร์มสาธารณะ โดยมีบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลเออาร์วี (Automatic Voltage Regulator: ARV) สำหรับการสร้างต้นแบบทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ง่ายต่อการใช้งาน โดยประกอบด้วย

2.1.1 ส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller Unit: MCU) เป็นการรวมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ประกอบเป็นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กทำให้ง่ายต่อการใช้งาน หรือเรียกว่า บอร์ดอาดูโน่ ในรูปที่ 2.1 โดยบอร์ดอาดูโน่ยูโน (Uno)



รูปที่ 2.1 รูปร่างของไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ยูโน

(ที่มา: <https://pixabay.com> , Seven_au)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 คุณสมบัติทางเทคนิคของบอร์ดอาดูโน้

1. ใช้ชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328
2. แรงดันไฟฟ้าที่ต้องการในการทำงาน คือ 5 โวลต์
3. ย่านแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟที่เหมาะสม คือ 7 ถึง 12 โวลต์
4. ย่านแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟที่รองรับได้ คือ 6 ถึง 20 โวลต์
5. ขาอินพุตแบบอนาล็อกจำนวน 6 ขา
6. กระแสไฟฟ้ากระแสตรงสูงสุดต่อขาสัญญาณอินพุตเอาต์พุต 40 มิลลิแอมป์
7. กระแสไฟฟ้ากระแสตรงของขาจ่ายแรงดัน 3.3 โวลต์ 50 มิลลิแอมป์
8. หน่วยความจำแฟลช 32 กิโลไบต์ ใช้บรรจุกู้ตโหลดเดอร์ 0.5 กิโลไบต์
9. หน่วยความจำสแตติกแรม 2 กิโลไบต์
10. หน่วยความจำอีอีพรอม 1 กิโลไบต์
11. ความเร็วสัญญาณนาฬิกา 16 ล้านรอบต่อวินาที

2.1.3 แหล่งจ่ายไฟ

อาดูโน้สามารถใช้พลังงานไฟฟ้าได้จากพอร์ตยูเอสบีซีหรือจากแหล่งจ่ายไฟภายนอก โดยบอร์ดสามารถเลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าได้โดยอัตโนมัติ แหล่งไฟจากภายนอกที่ไม่ใช่ยูเอสบีซีสามารถใช้ได้ทั้งแบบอะแดปเตอร์หรือแบตเตอรี่ โดยขั้วไฟฟ้าของอะแดปเตอร์สามารถเชื่อมต่อด้วยการเสียบปลั๊กขนาด 2.1 มิลลิเมตร เข้ากับแจ๊คเพาเวอร์ของบอร์ดหรือต่อจากแบตเตอรี่เข้าที่ขั้วกราวด์และไฟเลี้ยงได้เลย โดยบอร์ดอาดูโน้ต้องการแรงดันไฟฟ้า 6 โวลต์ ถึง 20 โวลต์ แต่ถ้าแรงดันของแหล่งจ่ายไฟฟ้าน้อยกว่า 12 โวลต์ อาจทำให้ไอซีที่ควบคุมแรงดันไฟฟ้าวอร์มมากเกินไป และเกิดความเสียหายต่อบอร์ดได้ ดังนั้นช่วงแรงดันของแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่แนะนำคือ 7 โวลต์ ถึง 12 โวลต์

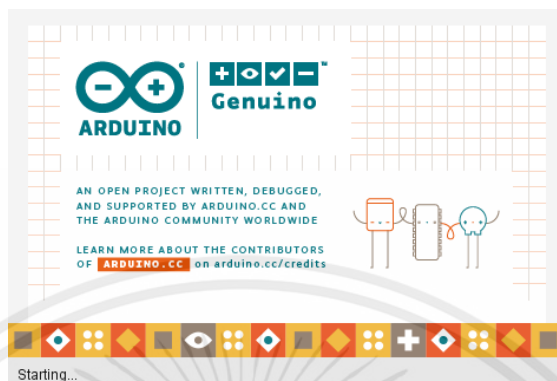
2.1.4 ขาการต่อใช้งาน

1. ขา Vin คือขารับแรงดันไฟฟ้าเลี้ยงบอร์ดอาดูโน้จากแหล่งจ่ายไฟภายนอก
2. ขา 5 V คือขาจ่ายแรงดันไฟ 5 โวลต์ ที่ได้จากวงจรเรกกูเลเตอร์ภายในบอร์ด
3. ขา 3.3 V คือขาจ่ายแรงดันไฟฟ้า 3.3 โวลต์ ที่ได้จากวงจรเรกกูเลเตอร์ภายในบอร์ด จ่ายกระแสสูงสุดที่ 50 มิลลิแอมป์
4. ขา GND คือขากราวด์

2.1.5 ภาษาที่ใช้การเขียนโปรแกรมควบคุม

ภาษาที่ใช้ในการควบคุมเป็นภาษาซีหรือซีพลัสพลัส (C/C++) เป็นภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมที่ใช้งานกับอาดูโน้ดีอี (Arduino IDE) ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรม

ด้วยภาษาอาduinoใช้ในการคอมไพล์โปรแกรม (Compile) และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด (Upload) ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 โปรแกรมอาduinoไอดีอี

(ที่มา: <http://www.arduino-indy.com/article/3>)

2.2 เซ็นเซอร์วัดสีจีวาย 31 (GY-31)

เซ็นเซอร์วัดสีจีวาย 31 [3] โมดูลตรวจสอบสีของวัตถุ โดยใช้แสงจากแอลอีดี สะท้อนไปที่วัตถุ และใช้ซีปทีซีเอส 230 (TCS230) เพื่อตรวจสอบสีที่สะท้อนกลับ โดยให้ค่าเป็นอาร์จีบี 0 ถึง 256 (RGB 0 ถึง 256) มีไฟสำหรับตรวจจับสีวัตถุในที่มืด สามารถส่งควบคุมเปิดปิดไฟได้จากโปรแกรม พื้นหลังเป็นสีขาวมีกระบอกพลาสติกสีดำกันไม่ให้สีอื่นไปรบกวน ดังแสดงในรูป 2.3



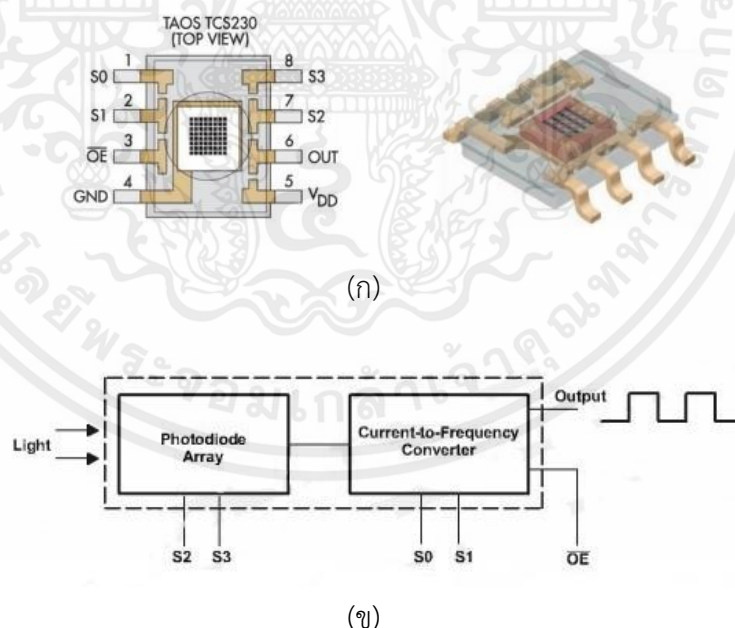
รูปที่ 2.3 รูปร่างของโมดูลตรวจสอบสีของวัตถุ

(ที่มา: <https://www.arduitronics.com>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชิปทีซีเอส 230 ซึ่งอุปกรณ์ตัวดังกล่าวนี้สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของสีที่มากระทบตัวมันให้ออกมาเป็นสัญญาณความถี่เอาต์พุตสี่เหลี่ยม (Square wave) โดยมีค่าความกว้างพัลส์(Duty - cycle) เป็น 50 เปอร์เซ็นต์ซึ่งความถี่เอาต์พุตดังกล่าวจะมีผลความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าความสว่างของสีที่มาตกกระทบตัวเซ็นเซอร์ โดยโครงสร้างของทีซีเอส 3200 นั้นจะประกอบไปด้วยโฟโตไดโอดขนาด 8x8 ตัว ซึ่งมีการจัดเรียงกันแบบ อาร์เรย์ โดยโฟโตไดโอดเหล่านี้จะแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มด้วยกัน คือ โฟโตไดโอดที่มีฟิลเตอร์ สีแดง (Red) เขียว (Green) น้ำเงิน (Blue) และแบบไม่มีฟิลเตอร์ (Clear) จำนวนชุดละ 16 ตัว ซึ่งแต่ละกลุ่มจะตอบสนองต่อความสว่างของสีที่แตกต่างกันไปตามแต่ละชนิดของสีของฟิลเตอร์นั้น ๆ

แสงจะเข้ามาตกกระทบที่โฟโตไดโอด ซึ่งเราสามารถเลือกชนิดฟิลเตอร์ของโฟโตไดโอด ได้จากขาสัญญาณ S2 และ S3 โดยผลที่ได้จะอยู่ในรูปของกระแสไฟฟ้าและจะส่งไปยังภาคเปลี่ยนกระแสเป็นความถี่ (Current-to-Frequency Converter) เพื่อทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณความถี่ออกไปหาสัญญาณเอาต์พุต โดยมี S0 และ S1 เป็นตัวกำหนดช่วงสัญญาณความถี่ที่ต้องการ ส่วนขาสัญญาณ OE ทำหน้าที่ควบคุมการเปิดใช้งานและปิดการใช้งานของสัญญาณเอาต์พุต ซึ่งจะตอบสนองที่สัญญาณลอจิก “0” โดยแสดงการทำงานดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 เซ็นเซอร์ TCS230

(ก) โครงสร้างของไอซีของเซ็นเซอร์ TCS230 (ข) บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเซ็นเซอร์ TCS230
(ที่มา: http://www.ett.co.th/product/robot/tcs230/ET_TCS230_Manual)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 คุณสมบัติของเซ็นเซอร์วัดสีจีวาย 31

1. ให้ค่าความละเอียดของผลลัพธ์สูง (ค่าจากการแปลงความเข้มของแสงไปเป็นความถี่ fo (Frequency Output))
2. สามารถโปรแกรมเลือกตรวจวัดสีจากฟิลเตอร์ตามต้องการ และ กำหนดระดับสัญญาณเอาต์พุต fo (Frequency Output) ได้
3. สามารถทำการเชื่อมต่อสัญญาณต่าง ๆ เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรง
4. ทำงานที่แรงดัน 2.7 โวลต์ ถึง 5.5 โวลต์
5. TCS230 เป็นชิปที่มีคุณสมบัติใช้กำลังทางไฟฟ้าต่ำ
6. ค่าความคลาดเคลื่อน 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่ความถี่ 50 กิโลเฮิร์ต
7. มีหลอดไฟแอลอีดีสำหรับการสะท้อนสีของวัตถุ

2.2.2 ขาสัญญาณในการใช้งาน

1. ขา VCC คือ ขาสัญญาณไฟเลี้ยงแรงดันไฟบวก 5 โวลต์
2. ขา OUT คือ ขาสัญญาณเอาต์พุต โดยให้ค่าความถี่ออกมาเป็นความถี่ (fo) เป็นรูปคลื่น-สี่เหลี่ยม ความกว้างพัลส์ 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าความถี่จะแปรผันตามค่าของแสงที่ตกกระทบชนิดของฟิลเตอร์
3. ขา S0 และขา S1 เป็นขาสัญญาณเลือกระดับของสัญญาณความถี่เอาต์พุตเพื่อที่เลือกใช้งานให้เหมาะสมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยสามารถเลือกได้ 4 ระดับ ตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 การกำหนดระดับสัญญาณความถี่เอาต์พุตของขา S0 และ S1

ปรับสัญญาณที่ขา		Output frequency scaling
S0	S1	
0	0	Power down (ไม่ผลิตสัญญาณความถี่)
0	1	2 เปอร์เซ็นต์
1	0	20 เปอร์เซ็นต์
1	1	100 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 2.1 โดยปกติจากเซ็นเซอร์วัดสีที่เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนที่ใช้ในโปรเจกต์นี้ โดยการปรับค่าเป็น 20 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงตั้งค่าไว้ในโปรแกรมให้ขา S0 เป็น 1 และขา S1 เป็น 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ขา S2 และขา S3 เป็นขาสัญญาณที่ใช้เลือกชนิดของฟิลเตอร์ของโฟโต้ไดโอดที่ต้องการอ่านค่าดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 การกำหนดชนิดของฟิลเตอร์ของโฟโต้ไดโอดที่ต้องการวัดสัญญาณ

ปรับสัญญาณที่ขา		ประเภทโฟโต้ไดโอด
S2	S3	
0	0	แดง
0	1	น้ำเงิน
1	0	ไม่มีฟิลเตอร์
1	1	เขียว

จากตารางที่ 2.2 การใช้งานของเซ็นเซอร์วัดสีในโปรเจกต์นี้ วัดแค่สีแดงเฉพาะเมื่อเจอเทปสีแดงที่ติดอยู่กับกระบอกเก็บลม ดังนั้นในการตั้งค่าในโปรแกรมจึงเลือกใช้ขา S2 เป็น 0 และขา S3 เป็น 0

5. ขา LED เป็นขาสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมหลอดไฟแอลอีดีให้ติดสว่าง หรือ ดับ ทั้งนี้หากต้องการที่จะควบคุมการทำงานของแอลอีดีจากขาสัญญาณนี้จะต้องทำการเลือกจัมเปอร์ มาอยู่ที่ตำแหน่งซีพี (PC) อยู่ด้วยจึงจะสามารถทำการควบคุมการทำงานของหลอดแอลอีดีได้

2.3 แรงลอยตัว

แรงลอยตัว [4] ในการออกแบบสร้างวัสดุให้ลอยตัวในของไหลได้ เช่น เรือ เรือดำน้ำ จะต้องคำนึงถึงความมีเสถียรภาพด้วยไม่เช่นนั้นอาจเกิดการพลิกคว่ำได้ ดังนั้นจะต้องเข้าใจถึงหลักการพื้นฐานในเรื่องเกี่ยวกับแรงลอยตัว จุดศูนย์กลางของแรงพุง และความสูงเมตาเซนตริก เป็นต้น

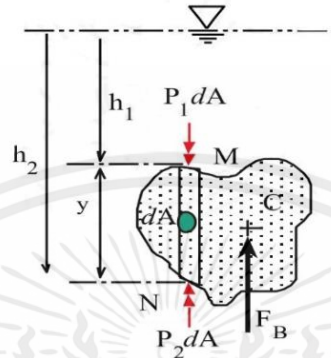
จะเห็นได้ว่าเมื่อวัตถุจมเพียงบางเพียงบางส่วนหรือจมทั้งหมดในของไหล จะเกิดแรงมากระทำที่วัตถุ ในแนวตั้งฉากกับผิวของเป็นแรงที่พยายามพุงหรือยกวัตถุให้ลอยขึ้น ในทิศทางสวนทางกับแรงดึงดูดของโลก เราเรียกว่า แรงลอย (Buoyant Force) และตำแหน่งที่แรงลอยตัวกระทำกับวัตถุนั้น เรียกว่า จุดศูนย์กลางของแรงตัว (Center of Bouyancy)

ผู้ที่ค้นพบแรงลอยตัว คือ อาร์คิมิดีส กล่าวไว้ว่า “เมื่อวัตถุใด ๆ จมอยู่ในของไหลไม่ว่าจะเป็นทั้งหมดหรือบางส่วน จะมีแรงลอยตัวมากระทำกับวัตถุนั้นและจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของไหลที่ถูกวัตถุนั้นแทนที่” เรียกว่า หลักการของอาร์คิมิดีส (Archimedes Principle)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 กรณีวัตถุจมทั้งก้อน

จากรูปที่ 2.5 ถ้าให้วัตถุจมในของไหลที่มีน้ำหนักจำเพาะเท่ากับ γ แรงลัพธ์ของแรงในแนวราบ (Horizontal) จะมีค่าเท่ากับศูนย์



รูปที่ 2.5 เมื่อวัตถุจมในของไหลทั้งก้อน

(ที่มา: สุนทร สุทธิบาก, กลศาสตร์ของไหล(2558), อุดรธานี)

ส่วนในแนวตั้ง (Vertical) ถ้าเราพิจารณา แท่ง MN ที่มีพื้นที่หน้าตัด dA

ด้านบน ตำแหน่ง M จะมีแรงดันของของเหลว มีค่าเท่ากับ $P_1 dA$

ด้านล่าง ตำแหน่ง N จะมีแรงดันของของเหลว มีค่าเท่ากับ $P_2 dA$

ซึ่งความดัน P มีค่าเท่ากับ γh

และถ้า P_2 มากกว่า P_1 ; ความแตกต่างของความดัน จะทำให้เกิดแรงดันลอยตัวขึ้น

F_B ซึ่งมีค่าเท่ากับโดยการเปรียบเทียบจากความแตกต่างของแรงดันของของเหลวที่ตำแหน่ง M และ N ได้ ดังสมการที่ 2.1 และสมการที่ 2.2

$$dF_B = P_2 dA - P_1 dA \quad (2.1)$$

$$dF_B = \gamma(h_2 - h_1)dA$$

$$dF_B = \gamma y dA \quad (2.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้ dV คือ ปริมาตรของแท่ง MN ที่กำลังพิจารณา เท่ากับ ydA ในสมการที่ 2.3

$$dF_B = \gamma dV \quad (2.3)$$

ดังนั้น แรงลอยตัวรวม ทั้งหมดที่กระทำกับวัตถุจึงเป็นดังสมการที่ 2.4

$$F_B = \int dF_B$$

$$F_B = \int \gamma dV$$

$$F_B = \gamma V \quad (2.4)$$

จากสมการอธิบายได้ว่าถ้า V เป็นปริมาตรของวัตถุทั้งก้อนที่จมในของไหลแล้วแรงลอยตัว F_B จะเท่ากับน้ำหนักของไหลที่ถูกวัตถุทั้งก้อนแทนที่ (γV) และแรงนี้จะกระทำผ่านจุดศูนย์กลาง (centroid) ของวัตถุที่จมในของไหล

2.3.2 กรณีวัตถุลอยอยู่ระหว่างของไหล 2 ชนิด

จากรูปที่ 2.6 ถ้าวัตถุจมในของไหลที่มีน้ำหนักจำเพาะชั้นบนและล่างมีค่าเท่ากับ γ_1 และ γ_2 ตามลำดับ ซึ่งพิจารณาได้ จากสมการที่ 2.5 และสมการที่ 2.6

$$dF_B = P_2 dA - P_1 dA \quad (2.5)$$

$$dF_B = [\gamma_1(h_1 + y_1) + (\gamma_2 y_2) - (\gamma_1 h_1)] dA$$

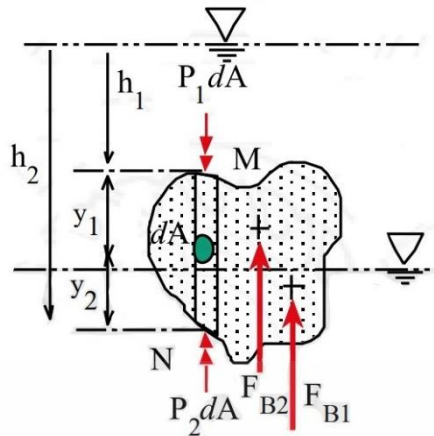
$$dF_B = (\gamma_1 y_1 + \gamma_2 y_2) dA$$

$$dF_B = (\gamma_1 dV_1 + \gamma_2 dV_2)$$

$$F_B = \int dF_B = \int (\gamma_1 dV_1 + \gamma_2 dV_2)$$

$$F_B = \gamma_1 V_1 + \gamma_2 V_2 \quad (2.6)$$

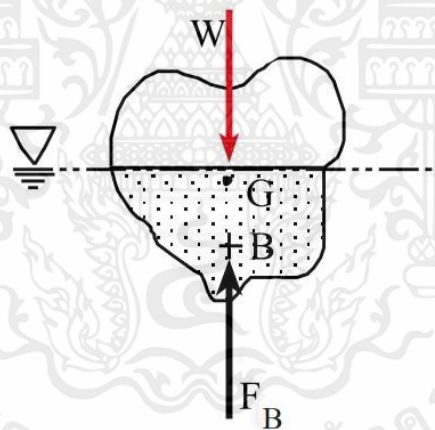
จากสมการอธิบายได้ว่าถ้า V_1 และ V_2 เป็นปริมาตรของวัตถุที่จมในของไหล ด้านบนและด้านล่าง ตามลำดับแรงลอยตัว F_B รวมจะเท่ากับน้ำหนักรวมของของไหลที่ถูกแทนที่ด้วยวัตถุและตำแหน่งจุดศูนย์กลางของแรงลอยตัว จะอยู่ที่ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของปริมาตรของของไหล แต่ละชนิดที่ถูกวัตถุแทนที่ และจะเป็นอิสระซึ่งกันและกัน



รูปที่ 2.6 วัตถุจมในของไหล 2 ชนิด

(ที่มา: สุนทร สุทธิบาก, กลศาสตร์ของไหล(2558), อุดรธานี)

2.3.3 กรณีวัตถุลอยอยู่เหนือผิว (มีบางส่วนจมในของไหล)



รูปที่ 2.7 วัตถุจมในของไหลบางส่วน

(ที่มา: สุนทร สุทธิบาก, กลศาสตร์ของไหล(2558), อุดรธานี)

จากรูปที่ 2.7 ถ้าให้วัตถุลอยอยู่เหนือผิวหรือมีบางส่วนจมอยู่ในของไหล จะพบว่า การพิจารณาใช้หลักเดียวกันกับการจมอยู่ระหว่างของไหล 2 ชนิด เพราะอากาศก็เป็นของไหลเช่นเดียว

แต่เนื่องจากน้ำหนักจำเพาะของอากาศเมื่อเปรียบเทียบกับของเหลวแล้ว จะแตกต่างกันมาก จึงไม่นำมาพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นแรงลอยตัวของเหลวกระทำต่อวัตถุจะมีค่าเท่ากับวัตถุ จะมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูวัตถุส่วนที่จมแทนที่(เฉพาะส่วนที่จม) แล้วยังเท่ากับน้ำหนักของวัตถุทั้งก้อนอีกด้วย เขียนเป็นสมการที่ 2.7 ได้ดังนี้

$$F_B = W = \gamma V \quad (2.7)$$

เมื่อ V คือ ปริมาตรของวัตถุในส่วนที่จมของเหลว (m^3)

2.4 วาล์วควบคุม (Control Valve)

วาล์วควบคุม [5] วาล์วควบคุมทิศทาง วาล์วลมเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมทิศทางการไหลของลมอัดไปทิศทางที่ต้องการ เช่นการใช้ควบคุมการเคลื่อนที่ของก้านสูบของกระบอกลม ในอุปกรณ์ลมระบบนิวเมติกส์ ซึ่งมีการเรียกชื่อตามลักษณะของวาล์ว ได้ดังนี้

1. โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) คือวาล์วที่ควบคุมทิศทางลม มีแบบทำงานด้วยการเปิด-ปิดวาล์ว หรือแบบวาล์วควบคุมทิศทาง มีแบบ 2/2, 3/2, 4/2, 5/2, 5/3 ทาง สักงานด้วยคอยล์ไฟฟ้า (ขดลวดไฟฟ้าโซลินอยด์)

2. โซลินอยด์วาล์วควบคุมการไหล (Flow control Valve) คือวาล์วที่ควบคุมทิศทางลมหรือของไหล แบบ 2/2 ทาง สักงานด้วยคอยล์ไฟฟ้า (ขดลวดไฟฟ้าโซลินอยด์) ทำหน้าที่เปิด-ปิดวาล์ว

3. วาล์วควบคุมด้วยแรงลม (Air Control Valve) หรือวาล์วลม คือวาล์วที่ควบคุมทางลม สักงานด้วยลม เปิด-ปิดวาล์ว

4. วาล์วควบคุมด้วยกลไก (Mechanical Valve) ขึ้นกับประเภทการใช้งาน เช่น วาล์วควบคุมด้วยมือ วาล์วควบคุมด้วยเท้า วาล์วควบคุมด้วยกลไกทางแมคคานิค และวาล์วประเภทอื่น ๆ

โดยวาล์วที่จะใช้ในโปรเจกต์นี้ แสดงดังรูปที่ 2.4 คือโซลินอยด์วาล์ว โดยทำการควบคุมการเปิด-ปิดวาล์วสั่งการด้วยคอยล์ไฟฟ้า



รูปที่ 2.8 รูปร่างของโซลินอยด์วาล์ว

2.5 เซ็นเซอร์วัดแรงดันลม (Pressure sensor)

เซ็นเซอร์วัดแรงดันลม [6] คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดแรงดันและแปลงสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณมาตรฐานที่มีทั้งสัญญาณอนาล็อก 4-20 มิลลิแอมป์ 0-10 โวลต์เพื่อนำสัญญาณไปควบคุมที่ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้ในการวัดแรงดันลมในถังลมและเมื่อแรงดันลมภายในถังลมต่ำกว่า 2 บาร์ จะสั่งให้วาล์วหยุดจ่ายลม โดยลักษณะของเซ็นเซอร์วัดแรงดันลมที่ใช้ในโปรเจกต์มีลักษณะ ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 รูปร่างของเซ็นเซอร์วัดความดันลม
(ที่มา: <http://www.electsensor.com>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเซ็นเซอร์วัดแรงดันลมแบ่งประเภทย่อยตามหลักการทำงานได้ดังนี้

1. สเตรนเกจ (Strain Gauge) หลักการทำงานคืออาศัยการยืดหดตัวของ Strain gauge ที่ยึดติดอยู่กับแผ่นไดอะแฟรมและต่อวงจรไปยังวงจร วิทสโตนบริดจ์ (Wheatstone Bridge) เพื่อแปลงความดัน (pressure) ไปเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า

2. ฟิล์มบาง (Thin Film) เป็นเซ็นเซอร์ลักษณะแผ่นฟิล์มบาง ๆ ที่จะรับแรงกดแล้วแสดงค่าแรงดันออกมา นิยมใช้กับงานที่มีแรงดันต่ำ

3. ฟิล์มหนา (Thick Film) ไดอะแฟรมจะผลิตจากวัสดุ เช่น เซรามิก เหมาะกับงานที่มีแรงดันสูง มีความแข็งแรงมากกว่าประเภทฟิล์มบาง นิยมใช้ในงานไฮดรอลิก

2.6 รีเลย์ (Relay)

รีเลย์ [7] เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสถานะโดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมาย



รูปที่ 2.10 รีเลย์

(ที่มา: <https://www.psptech.co.th>)

จากรูปที่ 2.6 ในโปรเจกต์นี้ รีเลย์ไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ ถูกนำมาใช้ในการเป็นสวิตช์เปิด-ปิดตัววาล์วลม ที่จะจ่ายลมเข้าไปในกระบอกหากเซ็นเซอร์วัดสีเจอเทปสีแดงที่อยู่ที่กระบอก และรีเลย์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ถูกนำมาใช้ควบคุมการทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับ เมื่อไฟฟ้าดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำให้วงจรไฟฟ้าส่งสัญญาณแรงดันไฟฟ้า 3 โวลต์ ไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นสัญญาณสั่งให้การทำงานเริ่มต้นของเครื่องสำรองไฟฟ้าทำงาน

2.6.1 ส่วนประกอบของรีเลย์

ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลัก คือ

1. ส่วนของขดลวด (coil) ทำหน้าที่รับแรงดันไฟฟ้า มาเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้ามาสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในการทำให้ดึงดูดหน้าสัมผัสให้ต่อกัน (ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่คุณผลิตกำหนด)

2. ส่วนของหน้าสัมผัส (contact) ทำหน้าที่เหมือนกับสวิตช์ที่กำหนดการเปิด-ปิดการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์

2.6.2 จุดต่อใช้งานของรีเลย์

จุดต่อใช้งานมาตรฐานประกอบด้วย

1. จุดต่อ NC ย่อมาจาก normal close หมายความว่าปกติปิด หรือ หากยังไม่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลา

2. จุดต่อ NO ย่อมาจาก normal open หมายความว่าปกติเปิด หรือหากยังไม่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิด-ปิด

3. จุดต่อ C ย่อมาจาก common คือจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ

2.6.3 ประเภทของรีเลย์

รีเลย์เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้าแบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. รีเลย์กำลัง (Power Relay) หรือเรียกว่าคอนแทกเตอร์ (Contractor or Magneticcontactor) ใช้ในการควบคุมไฟฟ้าที่มีกำลังสูง จะมีลักษณะขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ทั่วไป

2. รีเลย์ควบคุม (Control Relay) ใช้ในการควบคุมทั่วไปที่มีการใช้กำลังไฟฟ้าไม่สูงมาก หรือใช้ควบคุมรีเลย์กำลังอีกทีหนึ่ง จะมีลักษณะขนาดเล็ก

2.6.4 ชนิดของรีเลย์

รีเลย์ที่นิยมใช้งานและรู้จักกันแพร่หลาย 4 ชนิด

1. อาร์เมเจอร์รีเลย์ (Armature Relay) หรือรีเลย์แคลปเปอร์ (Clapper Relay) เป็นรีเลย์ที่นิยมใช้กันมากที่สุด

2. โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid-State Relay) เป็นรีเลย์ที่มีขั้วต่อ 2 ขั้ว ขั้วต่ออินพุตเป็นขั้วสำหรับป้อนสัญญาณควบคุม เพื่อบังคับขั้วเอาต์พุตในการเปิด-ปิดวงจร ซึ่งรีเลย์ชนิดนี้ไม่มีโครงสร้างทางกลอยู่ภายใน แต่จะมีการแยกกันทางไฟฟ้าระหว่างขั้วอินพุตและเอาต์พุต

3. รีดรีเลย์ (Reed Relay) เป็นรีเลย์ที่มีลักษณะคล้ายกับแคปซูลขนาดเล็ก ตัวรีดรีเลย์ประกอบด้วยแผ่นเหล็กบาง 2 แผ่น บรรจุอยู่ในหลอดแก้วที่มีขดลวดพันอยู่รอบ ๆ เมื่อเกิดกระแสไหลผ่านขดลวดจะเกิดสนามแม่เหล็ก โดยสนามแม่เหล็กจะดันให้แผ่นเหล็กทั้งสองสัมผัสกัน

4. รีดสวิตช์ (Reed Switch) เป็นรีเลย์ที่ไม่มีขดลวดสำหรับการสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้า แต่จะใช้การควบคุมการเปิด-ปิดหน้าสัมผัสของสวิตช์จากสนามแม่เหล็กภายนอกมาควบคุมหน้าสัมผัส

2.7 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) [8] คือ อุปกรณ์ที่แปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยการหมุนวนของขดลวดตัดกับสนามแม่เหล็ก หรืออาศัยการหมุนวนของสนามแม่เหล็กตัดกับขดลวดโดยแบ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

1. เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
2. เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง



รูปที่ 2.11 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

(ที่มา: <https://www.indiamart.com>)

จากรูปที่ 2.11 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ในโปรเจกต์นี้ คือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟสมีแรงดัน 12 โวลต์ กำลังไฟฟ้า 100 วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

1. เครื่องต้นกำลัง เป็นส่วนกำเนิดพลังงานกลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าออกมา
2. ตัวผลิตพลังงานมีหลักการทำงานคือ การอาศัยการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็ก เพื่อให้กำเนิดพลังงานในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยมี 3 รูปแบบ ดังนี้

1. แบบหมุนหมุน (Revolving Armature Type (Ra Type)) มีหลักการทำงานโดยการอาศัยการหมุนของขดลวดทองแดง ซึ่งมีการพันอยู่บริเวณเส้นแกนเพลลาหมุนตัดบริเวณเส้นแรงแม่เหล็ก ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าขึ้นที่ปลายของขดลวดทองแดง

2. แบบขั้วแม่เหล็กหมุน (Revolving Field Type (Rf Type)) มีหลักการทำงานโดยการอาศัยการหมุนของขั้วแม่เหล็กที่อยู่บนเพลลา ซึ่งจะทำให้เส้นแรงแม่เหล็กตัดบริเวณขดลวดทองแดงที่ติดอยู่ตรงเปลือก ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าบริเวณขดลวดทองแดงขึ้น

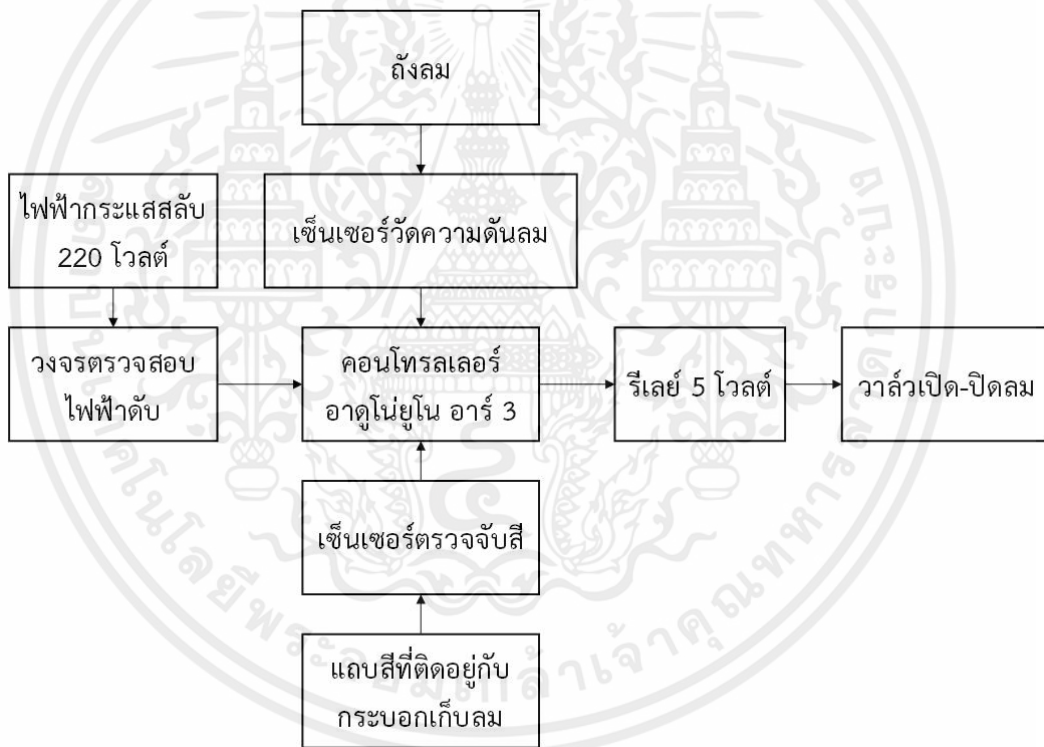
3. แบบไม่มีการใช้แปรงถ่าน (Brushless Type (Bl Type)) มีหลักการทำงานเพื่อให้กำเนิดพลังงานในเครื่องปั่นไฟโดยเฉพาะ ซึ่งจะไม่มีการใช้แปรงถ่านเพื่อเหนี่ยวนำพลังงานของสนามแม่เหล็ก อันจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่สม่ำเสมอและสามารถควบคุมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 3

การออกแบบ

ในบทนี้กล่าวถึงการออกแบบระบบการทำงานของ โดยมีบล็อกอะแกรมการทำงานของชิ้นงาน การออกแบบวงจร การออกแบบโพล์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำและการออกแบบโครงสร้างของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ

3.1 บล็อกไดอะแกรม

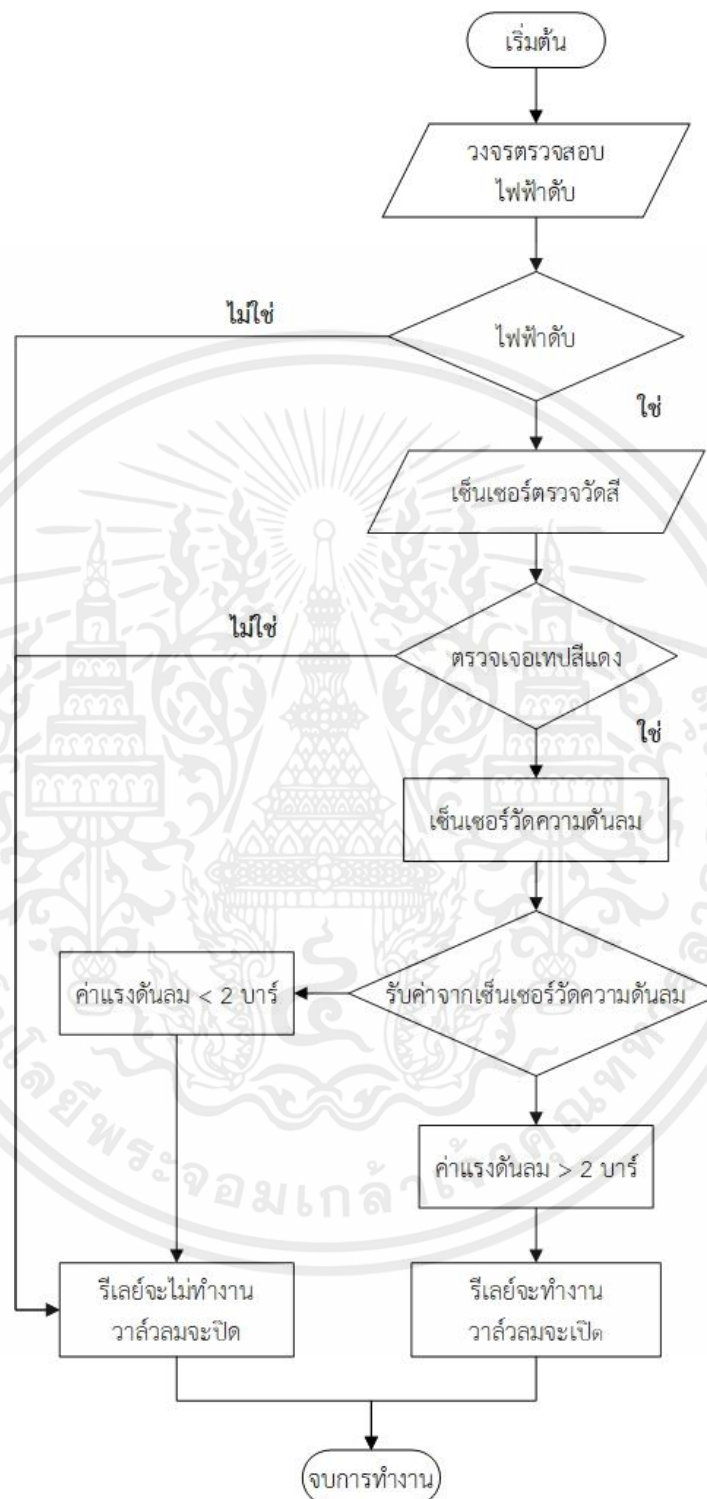


รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ

จากรูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ผ่านวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไมโครโพรเซสเซอร์ อาร์ 3 เป็นตัวประมวลผลรับอินพุตจากเซ็นเซอร์วัดความดันลมของถังลม เซ็นเซอร์ตรวจวัดของถังลมที่ติดอยู่กับกระบอกลมและเป็นเอาต์พุตให้รีเลย์ 5 โวลต์ เพื่อให้วาล์วเปิด-ปิดลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ



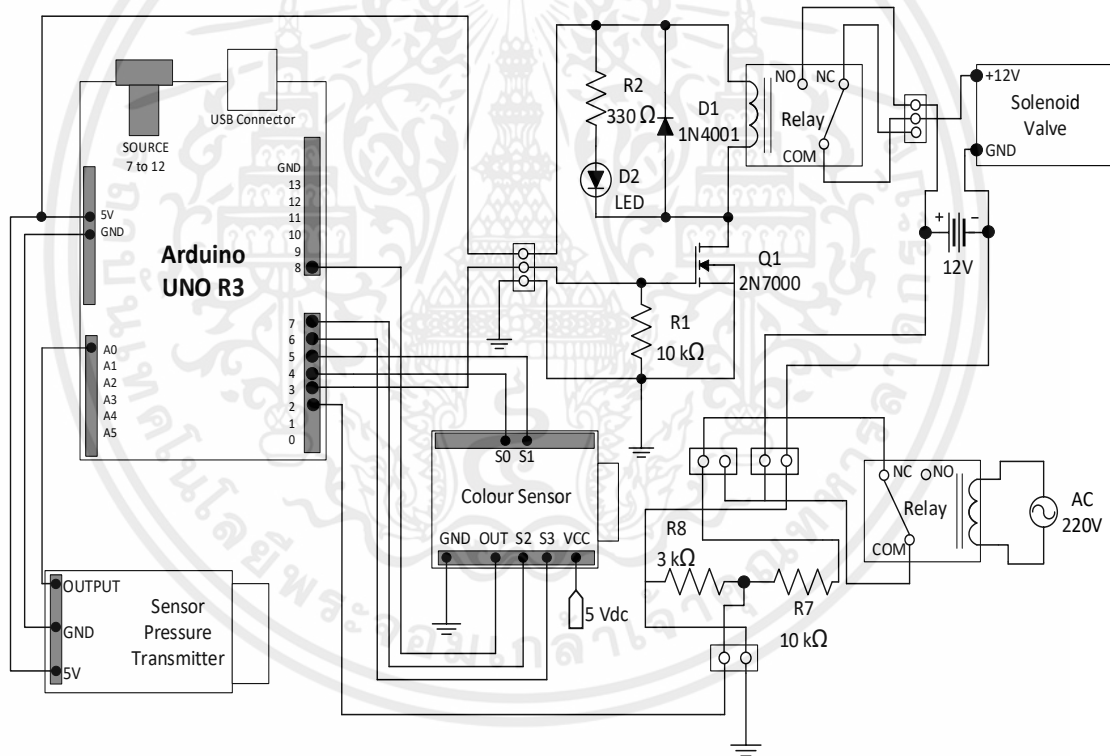
รูปที่ 3.2 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.2 เป็นโพล์ชาร์ตการทำงานของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ จะรับค่ามาจากวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับว่าไฟฟ้าติดอยู่หรือดับใช่หรือไม่ ถ้าใช่จะให้เซ็นเซอร์ตรวจจับสีเมื่อเจอสีแดงที่ติดอยู่ที่ตัวกระบอกเก็บลมจากนั้นจะมาเช็คค่าแรงดันลมที่รับมาจากเซ็นเซอร์วัดแรงดันลมว่ามีแรงดันมากกว่า 2 บาร์ หรือไม่ถ้ามากกว่า 2 บาร์ จะสั่งให้รีเลย์ทำงานเพื่อจะทำการเปิดวาล์วลมจากนั้นก็จะวนกลับไปรับค่าจากเซ็นเซอร์ตรวจจับสีอีกครั้ง และจะจ่ายลมเข้าไปในกระบอกลม แต่ถ้าน้อยกว่า 2 บาร์ รีเลย์จะไม่ทำงานวาล์วลมจะไม่ปิด จากนั้นจะจบการทำงาน

3.3 การออกแบบวงจร

3.3.1 วงจรรวมของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ



รูปที่ 3.3 วงจรรวมของระบบ

จากรูปที่ 3.3 วงจรรวมของระบบประกอบด้วย 3 ส่วนดังนี้

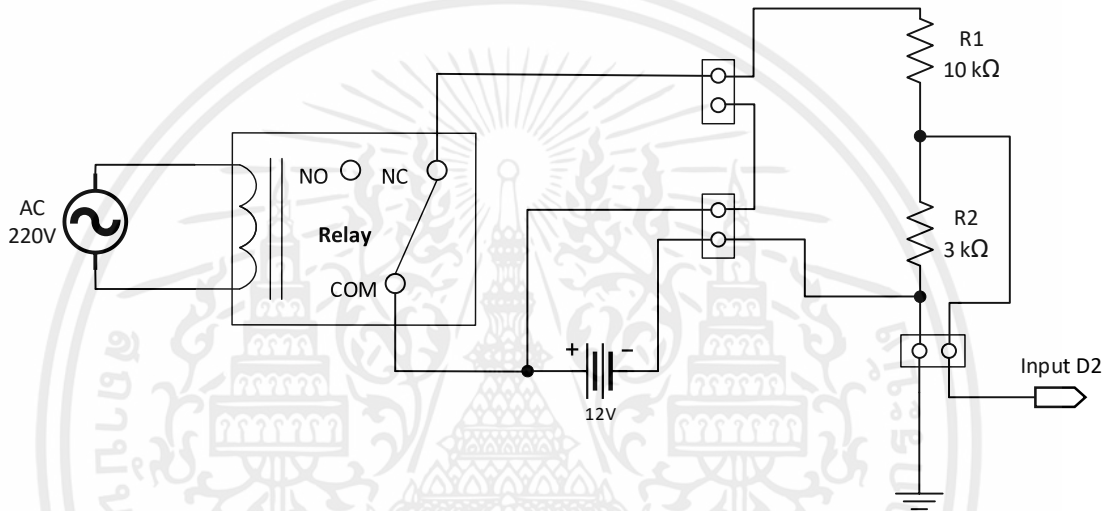
1. ส่วนอินพุต (Input) ประกอบด้วยวงจรตรวจจับไฟฟ้าดับส่งสัญญาณแบบดิจิทัล (Digital) เชื่อมต่อกับขา D2 เซ็นเซอร์ตรวจจับสีส่งสัญญาณแบบดิจิทัลเชื่อมต่อกับขา S0 กับขา D4, ขา S1 กับขา D5, ขา S2 กับขา D6, ขา S3 กับขา D7, ขา OUT กับขา D8 โดยการตั้งค่าของการส่งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณของเซ็นเซอร์วัดสีจะปรับการตั้งค่าในโปรแกรมตามตารางที่ 2.1 และ ตารางที่ 2.2 ที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 และเซ็นเซอร์วัดความดันลมส่งสัญญาณแบบอนาล็อก (Analog) เชื่อมต่อกับขา A0

2. ส่วนประมวลผล (Process) ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนยูโน่ อาร์ 3 เป็นตัวควบคุมที่รับค่าอินพุตและควบคุมรีเลย์เปิด-ปิดโซลินอยด์วาล์ว

3. ส่วนเอาต์พุต (Output) ประกอบด้วยรีเลย์ควบคุมการเปิด-ปิดของโซลินอยด์วาล์วเชื่อมต่อกับขา 3

3.3.2 วงจรไฟฟ้าดับ



รูปที่ 3.4 วงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับ

จากรูปที่ 3.4 เป็นวงจรตรวจสอบไฟฟ้า เมื่อต่อวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับเข้ากับรีเลย์เมื่อไฟฟ้าดับรีเลย์ต่อไปยังขา NC เพื่อนำไฟจากแบตเตอรี่ 12 โวลต์ มาผ่านตัวต้านทาน R_1 และ R_2 ที่ต่อแบบขนานเพื่อลดแรงดันที่จะส่งเป็นสัญญาณให้ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนยูโน่ อาร์ 3 ทำงาน

โดยหาแรงดัน V_{OUT} ที่ลดแรงดันลงเพื่อจะส่งเป็นสัญญาณไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนยูโน่ อาร์ 3 ทำงาน จากสมการที่ 3.1

$$V_{OUT} = V_{in} \times (R_2/R_1+R_2) \quad (3.1)$$

$$V_{OUT} = 12 \text{ V} \times (3 \text{ k}\Omega/10 \text{ k}\Omega+3\Omega)$$

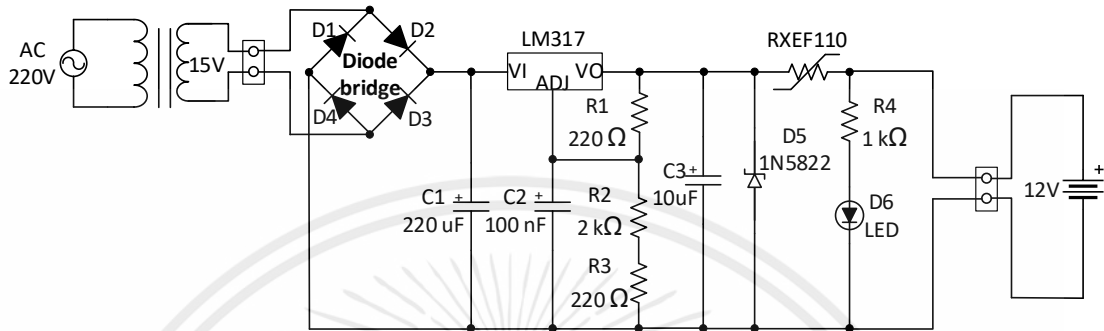
$$V_{OUT} = 2.76 \text{ V}$$

เมื่อ V_{OUT} คือ แรงดันที่เป็นสัญญาณให้ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนยูโน่ อาร์ 3 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R_1 คือ ความต้านทานของตัวต้าน R_1

R_2 คือ ความต้านทานของตัวต้าน R_2

3.3.3 วงจรชาร์จแบตเตอรี่



รูปที่ 3.5 วงจรชาร์จแบตเตอรี่

จากรูปที่ 3.5 เป็นวงจรชาร์จแบตเตอรี่ของชุดควบคุมการทำงานของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ เมื่อไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ใช้งานได้ปกติ วงจรชาร์จจะชาร์จไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ 12 โวลต์ เพื่อที่จะให้แบตเตอรี่จ่ายแรงดันให้ชุดควบคุมการทำงานของเครื่องเมื่อตอนไฟฟ้าดับ โดยวงจรชาร์จแบตเตอรี่จะมี ไอซี LM317 เป็นไอซีรักษาระดับแรงดัน โดยจะมีแรงดันตกคร่อมที่ตัวต้านทาน R_1 เป็นแรงดันอ้างอิง V_{REF} มีค่าเท่ากับ 1.25 โวลต์ ซึ่งเป็นแรงดันผลต่างค่ากระหว่างแรงดันเอาต์พุตกับแรงดันที่ขาปรับค่า และกระแส I_{ADJ} ของ ไอซี LM317 มีค่า 50 ไมโครแอมป์

หาค่าแรงดันเอาต์พุตของไอซี LM317 ที่จะไปชาร์จแบตเตอรี่ได้ จากสมการที่ 3.2

$$\begin{aligned} V_{OUT} &= V_{REF} \left(1 + \frac{R_2 + R_3}{R_1} \right) + I_{ADJ}(R_2 + R_3) \quad (3.2) \\ &= 1.25 \text{ V} \left(1 + \frac{2 \text{ k}\Omega + 220 \Omega}{220 \Omega} \right) + 50 \mu\text{A}(2 \text{ k}\Omega + 220 \Omega) \\ &= 13.97 \text{ V} \end{aligned}$$

เมื่อ V_{OUT} คือ แรงดันเอาต์พุตของไอซี LM317

V_{REF} คือ แรงดันอ้างอิงระหว่างขาเอาต์พุตกับขาปรับค่า

R_1 คือ ค่าความต้านทานของตัวต้านทาน R_1

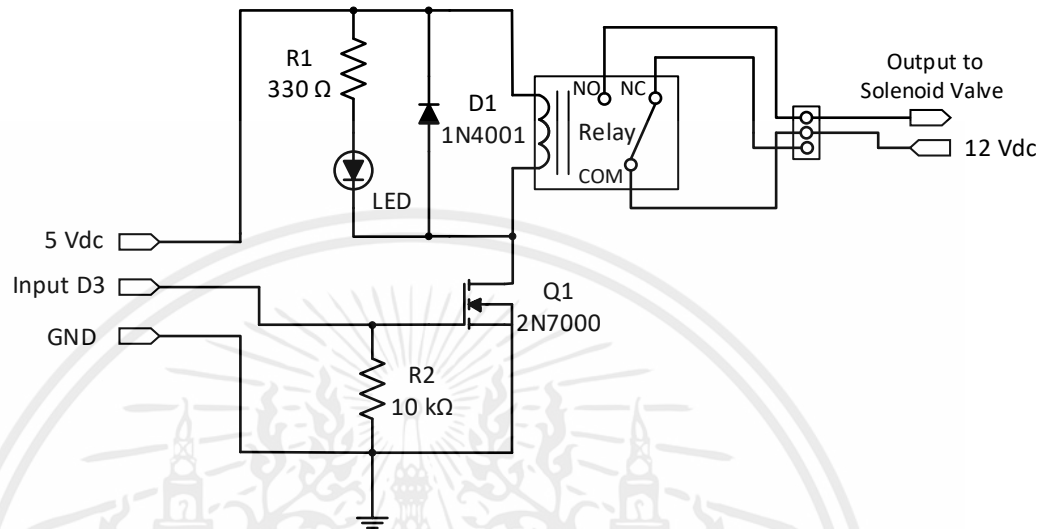
R_2 คือ ค่าความต้านทานของตัวต้านทาน R_2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R_3 คือ ค่าความต้านทานของตัวต้านทาน R_3

I_{ADJ} คือ กระแสของไอซี LM317

3.3.4 วงจรรีเลย์



รูปที่ 3.6 วงจรรีเลย์

ในการสร้างเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำได้มีการออกแบบไว้ โดยการเลือกใช้รีเลย์ 5 โวลต์ เพื่อใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดวาล์วลม 12 โวลต์ โดยผ่านวงจรมอเตอร์คอนโทรลเลอร์อาดูโนโน อาร์ 3

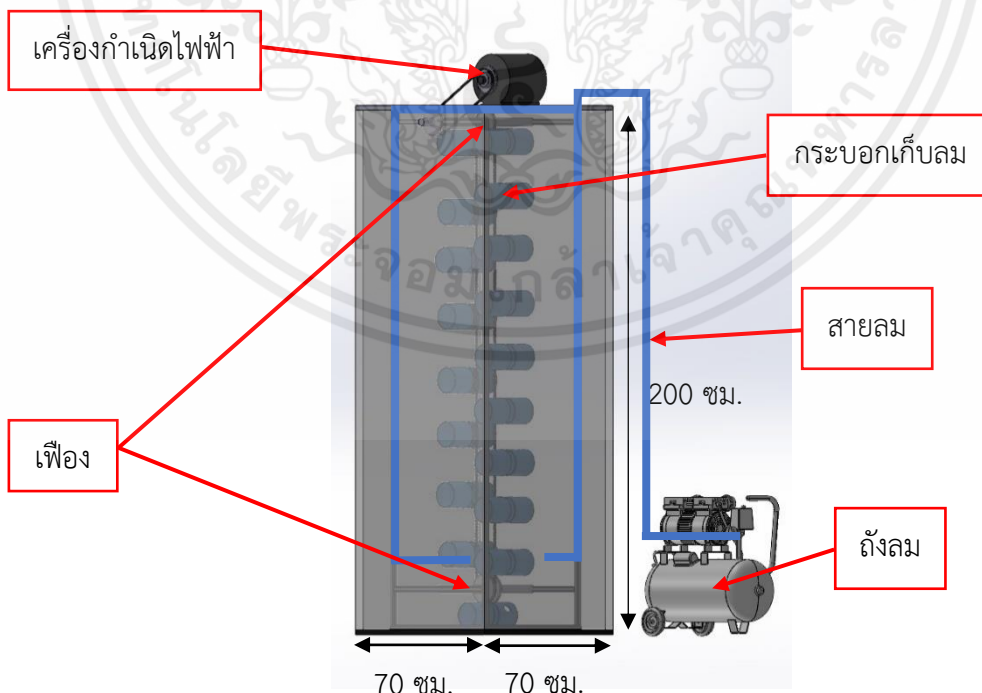
จากรูปที่ 3.6 เมื่อมีเอาต์พุตออกมาจากพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนโน อาร์ 3 ผ่านตัวต้านทาน 330 โอห์ม มาเพื่อลดกระแสให้มอสเฟส 2N7000 เมื่อมอสเฟสมีกระแสไหลผ่านจึงทำงานเหมือน สวิตช์จะทำให้รีเลย์ทำงานครบวงจรแอลอีดี แสดงสถานะการทำงานของรีเลย์ ไดโอด 1N4007 ที่ไว้ ป้องกันกระแสไหลย้อนกลับของรีเลย์ เอาต์พุตจะนำไปควบคุมการเปิด-ปิดวาล์วลม

3.4 การออกแบบโครงสร้างเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ

3.4.1 การออกแบบโครงสร้างเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ

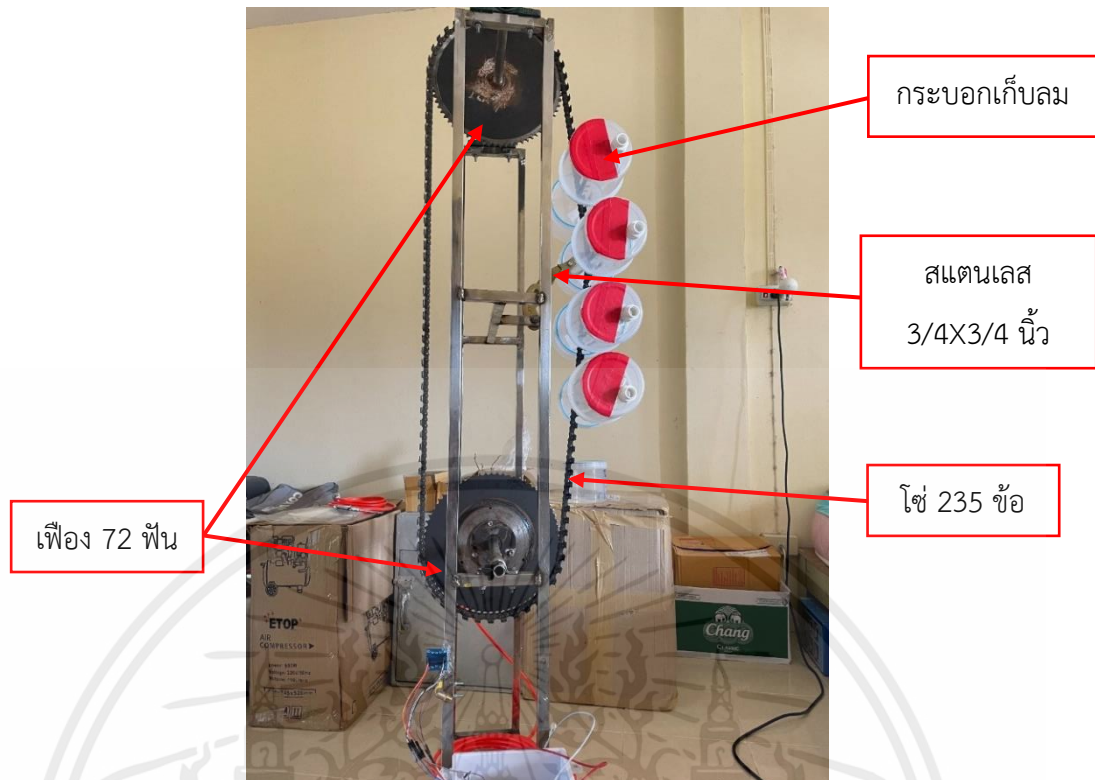
ตัวเครื่องมีความกว้าง 70 เซนติเมตร ความยาว 70 เซนติเมตร และความสูง 200 เซนติเมตร โครงสร้างของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ ดังแสดงรูปที่ 3.7 ซึ่งจะประกอบไปด้วย

1. โครงภายในของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำมีขนาดความกว้าง 18 เซนติเมตร ความยาว 52 เซนติเมตร และความสูง 150 เซนติเมตร ที่แสดงดังรูปที่ 3.8
2. โซ่มีขนาด 235 ข้อ คิดเป็นความยาว 298.45 เซนติเมตร ที่แสดงดังรูปที่ 3.8
3. เฟืองมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 29.5 เซนติเมตร จำนวน 72 ฟัน ที่แสดงดังรูปที่ 3.8
4. แผ่นเหล็กเป็นตัวถังมีความหนา 3 มิลลิเมตร และแผ่นอะคริลิกเป็นแผ่นด้านหน้ามีความหนา 5 มิลลิเมตร ที่แสดงดังรูปที่ 3.9
5. สแตนเลสกล่องแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด $3/4 \times 3/4$ นิ้วกั้นด้านหน้า ดังรูปที่ 3.9
6. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ด้านบนของตัวโครงภายในของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ ที่แสดงดังรูปที่ 3.7 และรูปที่ 3.9
7. ถังลมเก็บลมขนาด 30 ลิตร แรงดันลม 8 บาร์ ที่แสดงที่รูปที่ 3.11

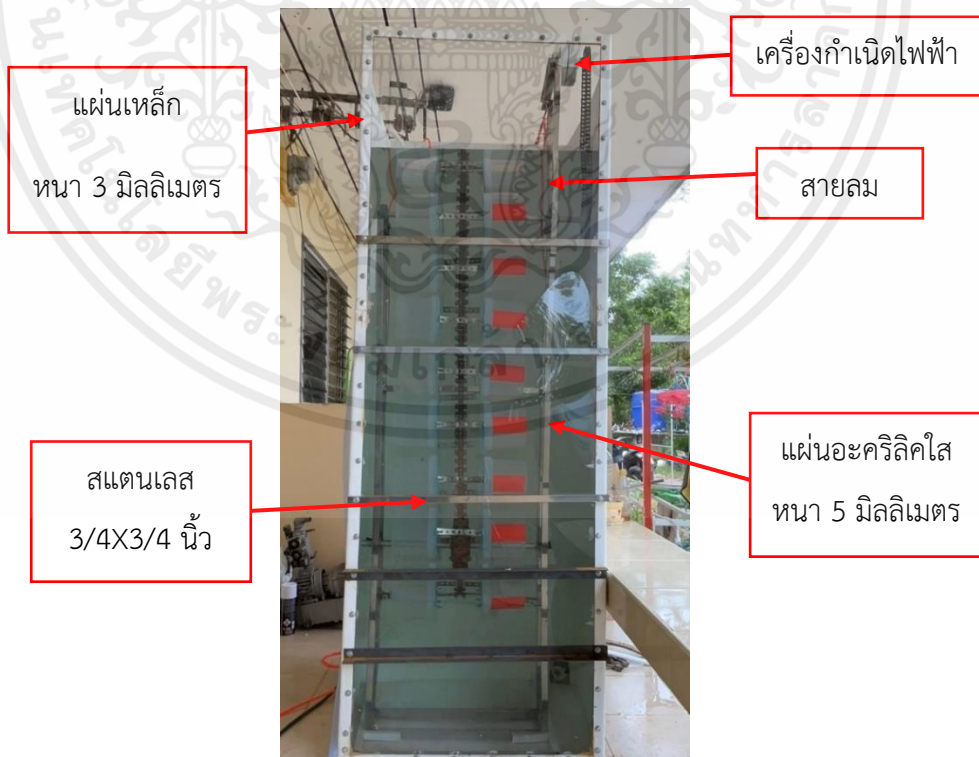


รูปที่ 3.7 โมเดลเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 โครงสร้างภายในของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ



รูปที่ 3.9 เครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

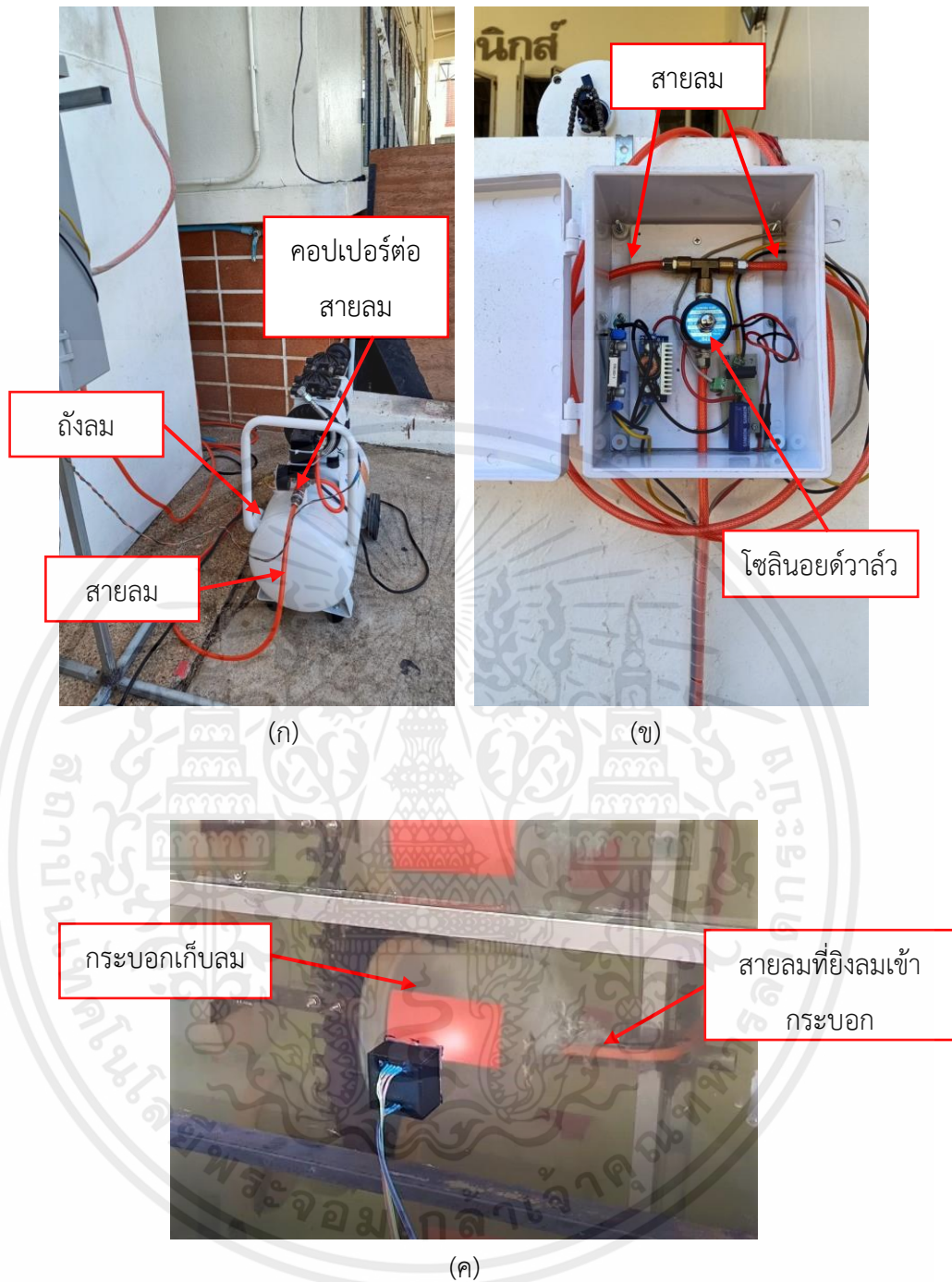


รูปที่ 3.10 ชิ้นงานขณะต่อใช้งานสมบูรณ์



รูปที่ 3.11 ถังลมขนาด 30 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 การเชื่อมต่อจากถังลมไปยังกระจบอกเก็บลม

(ก) สายลมที่ต่อจากถังลม

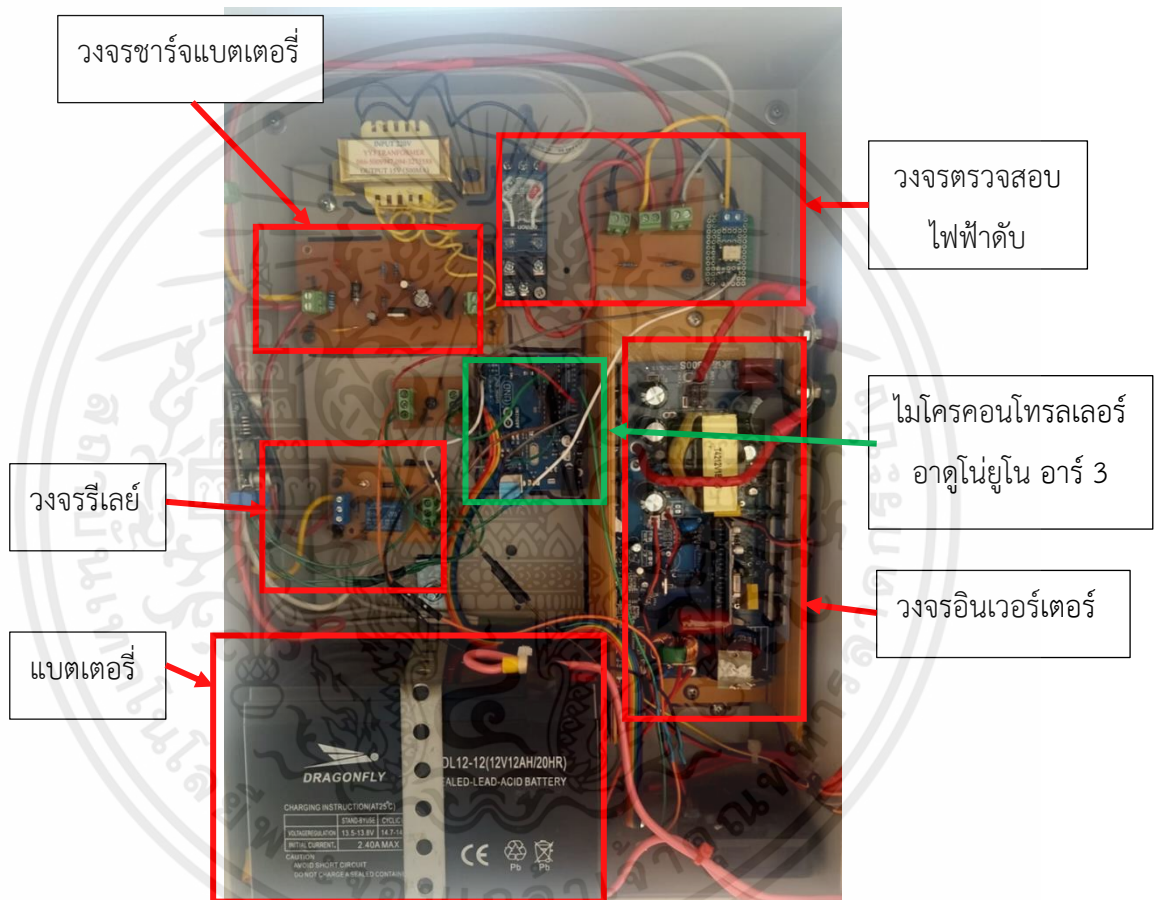
(ข) สายลมต่อเข้ากับโขลินอยด์วาล์ว

(ค) การจ่ายลมเข้าสู่กระจบอกเก็บลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ชุดควบคุมการทำงาน

ชุดควบคุมการทำงานจะถูกออกแบบไว้สำหรับเก็บวงจรและไมโครคอนโทรลเลอร์ โดย การทำตัวกล่องทำมาจากพลาสติกมีขนาดความกว้าง 16 เซนติเมตร ความยาว 33 เซนติเมตร และความสูง 42.4 เซนติเมตร ซึ่งจะประกอบไปด้วย 1) ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน้อยูเอ อาร์ 3 2) วงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับ 3) วงจรรีเลย์ 4) วงจรชาร์จแบตเตอรี่ 5) แบตเตอรี่ 6) วงจรอินเวอร์เตอร์ ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 ชุดควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองการทำงานของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ วิธีการทดลองการศึกษา ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 การทดลองการทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับ

ในการทดลองนี้จะทำการทดลองในส่วนของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับ โดยจะทำการตัดไฟฟ้าเพื่อที่จะทำให้เกิดสถานการณ์สมมุติว่าเกิดไฟฟ้าดับขึ้นมา เพื่อที่จะให้วงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับจะส่งสัญญาณเข้าไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนอยู่โน เพื่อที่จะให้เครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำทำงาน

4.1.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. นำปลั๊กของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ มาเสียบกับปลั๊กไฟฟ้าของที่บ้าน
2. ทำการตัดไฟฟ้าเพื่อทำให้เกิดสถานการณ์สมมุติว่าไฟฟ้าดับ
3. ทดสอบว่าเกิดสถานการณ์ว่าไฟฟ้าดับทั้งหมด 10 ครั้ง และทดสอบสถานการณ์ไฟฟ้ากลับมาใช้งานได้ทั้งหมด 10 ครั้ง
4. บันทึกผลการทดลองในแต่ละครั้งลงในตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2

4.1.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ตารางผลทดสอบการทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับ

ทดสอบ (ครั้งที่)	การตอบสนอง
1	เครื่องทำงาน
2	เครื่องทำงาน
3	เครื่องทำงาน
4	เครื่องทำงาน
5	เครื่องทำงาน
6	เครื่องทำงาน
7	เครื่องทำงาน
8	เครื่องทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ตารางผลทดสอบการทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับ(ต่อ)

ทดสอบ (ครั้งที่)	การตอบสนอง
9	เครื่องทำงาน
10	เครื่องทำงาน

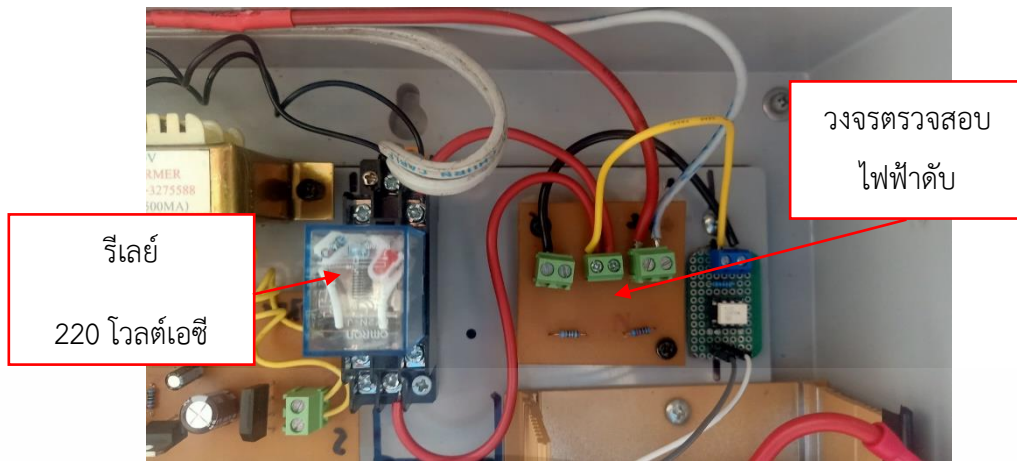
จากผลการทดลองตารางที่ 4.1 ได้ดังนี้ การทดลองการทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับทั้งหมด 10 ครั้ง นั้นวงจรสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องไม่มีข้อผิดพลาด

ตารางที่ 4.2 ตารางผลทดสอบการทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับเมื่อไฟฟ้ากลับมาใช้งานได้ปกติ

ทดสอบ (ครั้งที่)	การตอบสนอง
1	เครื่องตัดการทำงาน
2	เครื่องตัดการทำงาน
3	เครื่องตัดการทำงาน
4	เครื่องตัดการทำงาน
5	เครื่องตัดการทำงาน
6	เครื่องตัดการทำงาน
7	เครื่องตัดการทำงาน
8	เครื่องตัดการทำงาน
9	เครื่องตัดการทำงาน
10	เครื่องตัดการทำงาน

จากผลการทดลองตารางที่ 4.2 ได้ดังนี้ การทดลองการทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับเมื่อไฟฟ้ากลับมาใช้งานได้ปกติทั้งหมด 10 ครั้งนั้น วงจรสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องไม่มีข้อผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

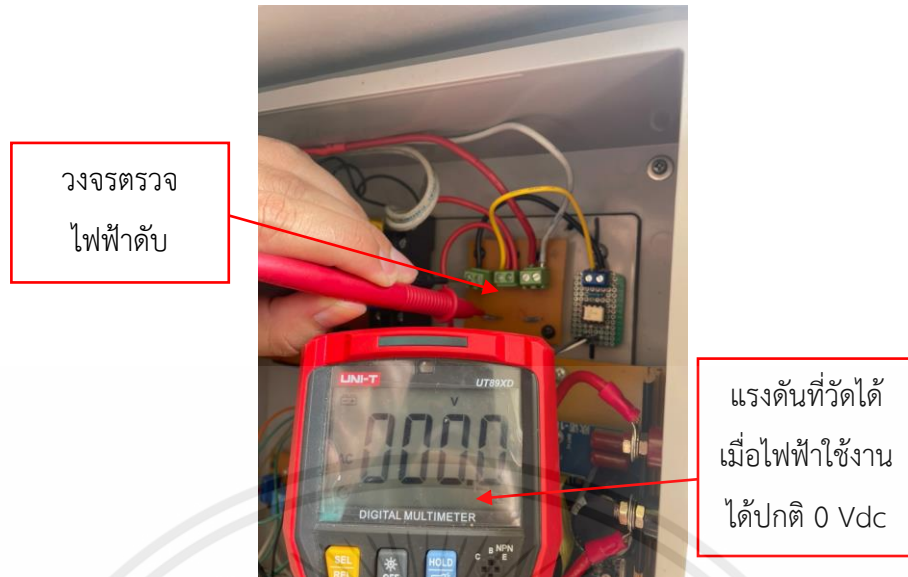


รูปที่ 4.1 วงจรถวายสอบไฟฟ้าดับภายในกล่องควบคุม

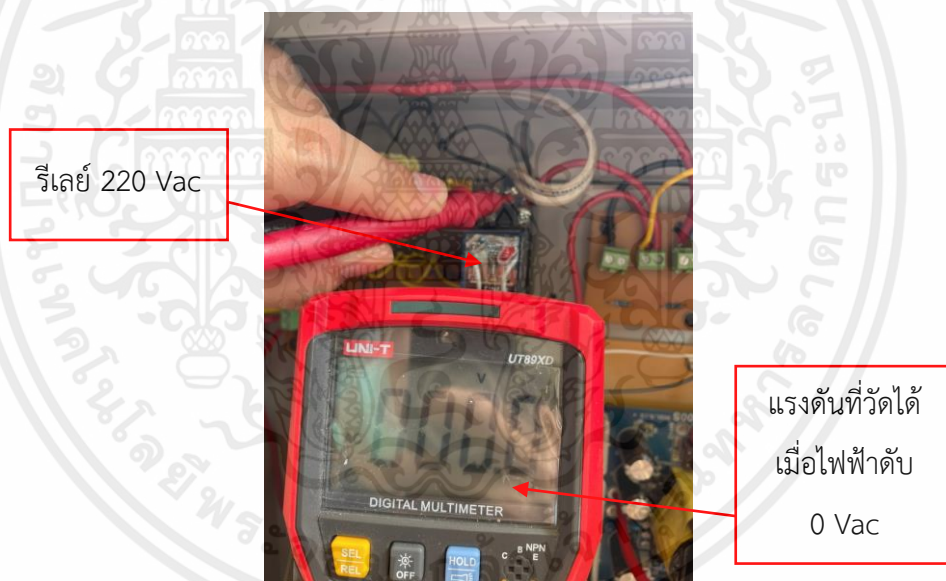


รูปที่ 4.2 การทำงานของวงจรถวายสอบไฟฟ้าดับเมื่อไฟฟ้าใช้งานได้ปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

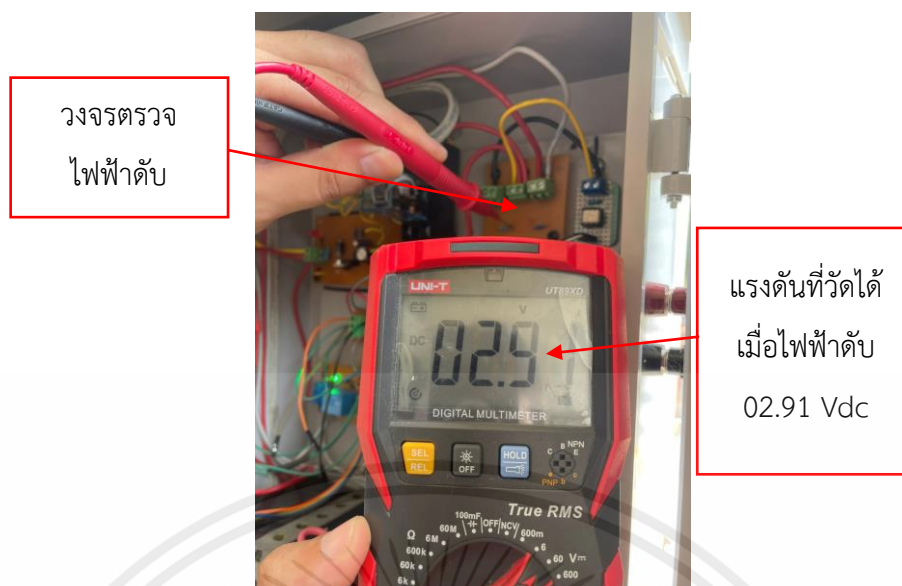


รูปที่ 4.3 การทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้ดับเมื่อไฟฟ้าใช้งานได้ปกติ



รูปที่ 4.4 การทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้ดับเมื่อไฟฟ้าดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 การทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับเมื่อไฟฟ้าดับ

4.2 การทดลองการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับไฟ

เซ็นเซอร์ตรวจจับไฟ จะทำหน้าที่ตรวจจับเมื่อกระบอกเก็บลมผ่านมายังที่หน้าเซ็นเซอร์โดยที่ตัวกระบอกลมจะติดเทปสีแดงเพื่อระบุตำแหน่ง เมื่อตัวกระบอกผ่านจะสั่งให้รีเลย์เปิดวาล์วลมจ่ายลมเข้ากระบอกลมโดยจะเป็นการทดลองหลังจากเมื่อไฟฟ้าดับแล้ว

4.2.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. เริ่มจากการทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับ เมื่อเกิดไฟฟ้าดับ
2. เซ็นเซอร์จับเริ่มจับและรีเลย์เปิดวาล์วเพื่อจ่ายลมเข้าไปในกระบอกลม จนครบรอบของกระบอกที่ติดอยู่กับโซ่
3. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.3

4.2.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.3 ตารางผลการทดลองการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับไฟตรวจจับกระบอกลม

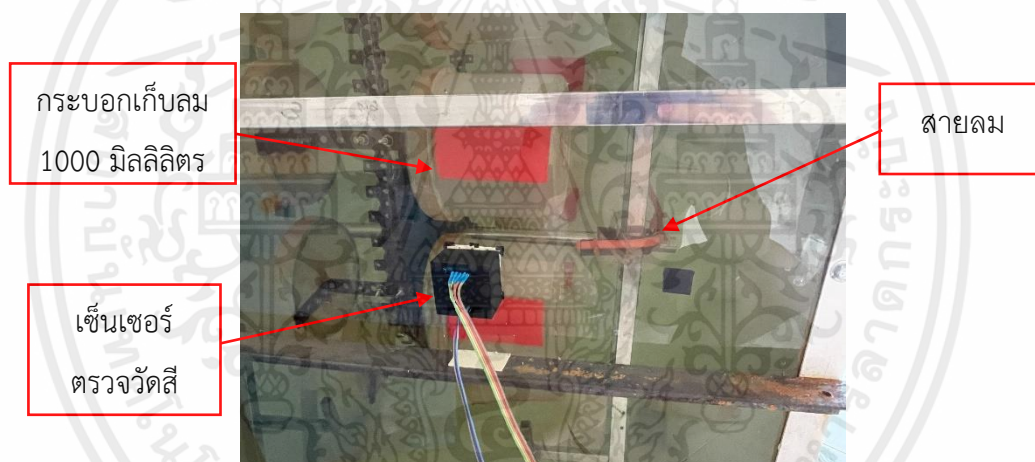
ครั้งที่	จำนวนกระบอกลมต่อการหมุน 1 รอบ	ตรวจจับได้	ตรวจจับไม่ได้	% ค่าผิดพลาด
1	19	18	1	5.26 %
2	19	19	0	0 %
3	19	19	0	0 %
4	19	18	1	5.26 %
5	19	19	0	0 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ตารางผลการทดลองการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจวัดสีตรวจจับกระบอกลม(ต่อ)

ครั้งที่	จำนวนกระบอกลมต่อการหมุน 1 รอบ	ตรวจจับได้	ตรวจวัดไม่ได้	% ค่าผิดพลาด
6	19	19	0	0 %
7	19	18	1	5.26 %
8	19	19	0	0 %
9	19	19	0	0 %
10	19	18	1	5.26 %

จากผลการทดลองตารางที่ 4.3 ได้ดังนี้ พบว่าเซ็นเซอร์ตรวจวัดค่าสียังมีความผิดพลาดอยู่ โดยค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดคือ 0 เปอร์เซ็นต์ และค่าผิดพลาดมากที่สุดคือ 5.26 เปอร์เซ็นต์ โดยที่สังเกตเมื่อเวลากระบอกลมหมุนเร็ว ๆ เซ็นเซอร์จะไม่ตรวจจับเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว



รูปที่ 4.6 เซ็นเซอร์ตรวจวัดสี

4.3 การทดลองการทำงานของเซ็นเซอร์วัดแรงดันลม

เซ็นเซอร์วัดแรงดันลมทำหน้าที่ในการตรวจสอบว่าแรงดันลมที่อยู่ภายในถังลม ว่ามีค่าเท่าไร เมื่อมีค่าต่ำกว่า 2 บาร์จะสั่งให้รีเลย์จะปิดวาล์วลมตามที่ได้ตั้งไว้โปรแกรม โดยการทดลองจะทดลองโดยการวัดค่าแรงดันจาก 8 บาร์ถึง 2 บาร์ และเทียบกับเกจวัดแรงดันลมที่อยู่ถึงลมและทดลองการตัดการทำงานเมื่อแรงดันลมถึง 2 บาร์

4.3.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. ทำการเสียบปลั๊กเปิดใช้งานเครื่องปั๊มลม ให้เครื่องปั๊มลมจนเต็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จากนั้นให้เครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำทำงาน จ่ายลมเข้ากระบอกลมโดยจากนั้นดูระดับแรงดันลมจากโปรแกรมเปรียบเทียบเกจวัดแรงดันลม และทดลองการตัดการทำงานของเซ็นเซอร์วัดแรงดันลมเมื่อแรงดันลมถึง 2 บาร์

3. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5

4.3.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.4 ตารางผลการทดลองการทำงานเซ็นเซอร์วัดแรงดันลม

แรงดันลมที่วัดได้จากเกจวัดลม (บาร์)	แรงดันลมที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ (บาร์)					เฉลี่ย	% ค่าผิดพลาด
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5		
8	6.96	6.50	6.85	7.00	6.99	6.86	14.25 %
7	6.57	6.15	6.18	6.47	6.39	6.35	9.29 %
6	5.91	5.87	5.37	5.67	5.81	5.73	4.50 %
5	4.90	4.80	5.11	4.59	4.65	4.81	3.80 %
4	3.51	3.49	3.80	3.88	3.61	3.66	8.50 %
3	2.64	2.94	2.93	2.94	2.76	2.84	5.33 %
2	1.98	1.99	1.98	1.99	1.98	1.98	1.00 %

จากผลการทดลองตารางที่ 4.4 ได้ดังนี้ จะเห็นได้ว่าที่แรงดันลมสูงนั้นมีค่าความผิดพลาด ที่มากที่สุดคือ 14.25 เปอร์เซ็นต์ที่แรงดัน 8 บาร์ และค่าเปอร์เซ็นต์ที่น้อยที่สุดคือ 1.00 เปอร์เซ็นต์ที่แรงดัน 2 บาร์

ตารางที่ 4.5 ตารางผลการทดลองการตัดการทำงานเมื่อแรงดันลมต่ำกว่า 2 บาร์

ทดสอบ (ครั้งที่)	แรงดันลมที่วัดได้จากโปรแกรมเมื่อเครื่องตัดการทำงานที่ 2 บาร์ (บาร์)
1	1.97
2	1.96
3	1.99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ตารางผลการทดลองการตัดการทำงานเมื่อแรงดันลมถึง 2 บาร์(ต่อ)

ทดสอบ (ครั้งที่)	แรงดันลมที่วัดได้จากโปรแกรมเมื่อเครื่องตัดการทำงานที่ 2 บาร์ (บาร์)
4	1.97
5	1.96
6	1.98
7	1.99
8	1.97
9	1.97
10	1.97
เฉลี่ย	1.973

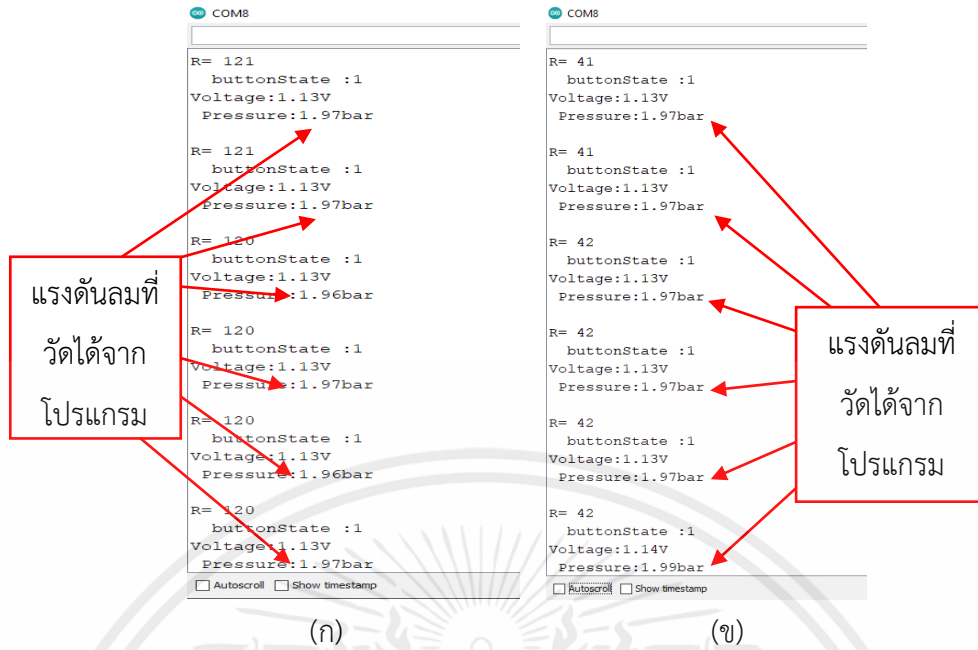
จากผลการทดลองตารางที่ 4.5 ได้ดังนี้ จะเห็นได้ว่าการทำงานของเซ็นเซอร์วัดแรงดันลมตัดการทำงานของเครื่องเมื่อแรงดันลมถึง 2 บาร์ นั้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.973 บาร์

จะเห็นได้ว่าที่แรงดันลม 2 บาร์ นั้นเซ็นเซอร์จะมีค่าความผิดพลาดน้อย โดยทำให้จุดที่เครื่องจะหยุดจ่ายลมที่ต่ำกว่า 2 บาร์ จึงไม่มีผลต่อการทำงานของเครื่อง



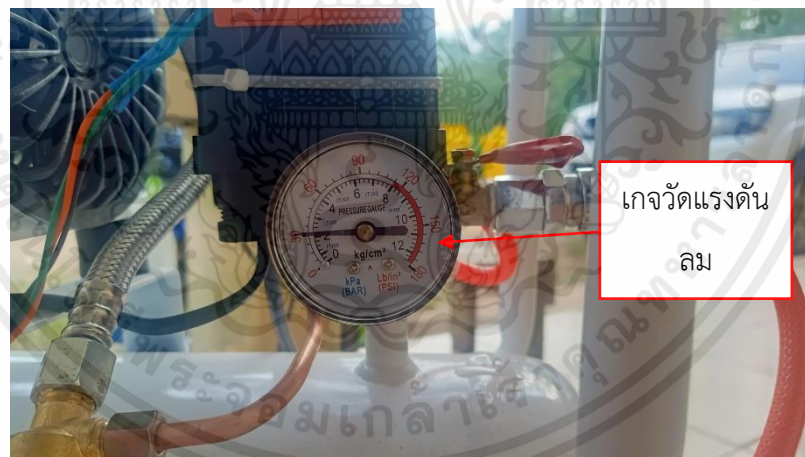
รูปที่ 4.7 เซ็นเซอร์วัดแรงดันลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แรงดันลมที่วัดได้จากโปรแกรมขณะเครื่องหยุดการทำงาน

(ก) แรงดันลมที่วัดได้ 1.97 บาร์ (ข) แรงดันลมที่วัดได้ 1.99 บาร์



รูปที่ 4.9 เกจวัดแรงดันลม

4.4 การทดสอบจับเวลาและวัดแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อการหมุน 1 รอบ

ในการทดลองนี้จะเป็นทดลองการหมุน 1 รอบของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำเพื่อให้ได้ระยะเวลาและแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยที่เครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ เริ่มทำงานเมื่อตอนไฟฟ้าดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. เริ่มจากการทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับ เมื่อเกิดไฟฟ้าดับ
2. เซ็นเซอร์ตรวจวัดค่าสีเปิดวาล์วลมและจ่ายลมเข้าไปในกระบอกลม
3. เมื่อตัวเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำเริ่มหมุนทำการจับเวลา 1 รอบของการหมุนโดยดูจากตำแหน่งของโซ่ที่ยึดติดกับกระบอกลมที่กลับมายังตำแหน่งเดิมตรงที่เริ่มจับเวลา ที่แสดงในรูปที่ 4.10 และวัดแรงดันที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ผ่านวงจรเรียงกระแส



4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.6 ตารางผลการทดสอบจับเวลาและวัดแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อการหมุน 1 รอบ

ครั้งที่	เวลาในการหมุนของ เครื่องต่อ 1 รอบ (วินาที (s))	อัตราเร็ว (เมตรต่อวินาที)	แรงดันที่ได้จากเครื่องกำเนิด ไฟฟ้าโดยผ่านวงจรเรียงกระแส (Vdc)
1	21.85	0.066	6.06
2	24.84	0.058	5.09
3	24.15	0.060	6.21
4	19.39	0.075	5.45
5	16.93	0.086	5.62
เฉลี่ย	21.43	0.069	5.69

จากผลการทดลองตารางที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าใช้เวลาต่อรอบน้อยลงแรงดันที่ได้ก็จะเพิ่มขึ้นด้วยเมื่อเปรียบเทียบกับ 1 รอบที่ความเร็วต่อรอบที่ 24.84 วินาที จะได้แรงดัน 5.09 โวลต์ และ 1 รอบที่ความเร็วต่อรอบที่ 16.93 วินาที จะได้แรงดัน 5.62 โวลต์ โดยอัตราเร็ว [9] มีสูตรดังสมการที่ 4.1

$$v = \frac{s}{t} \quad (4.1)$$

v คือ อัตราเร็ว มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที

s คือ ระยะทาง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

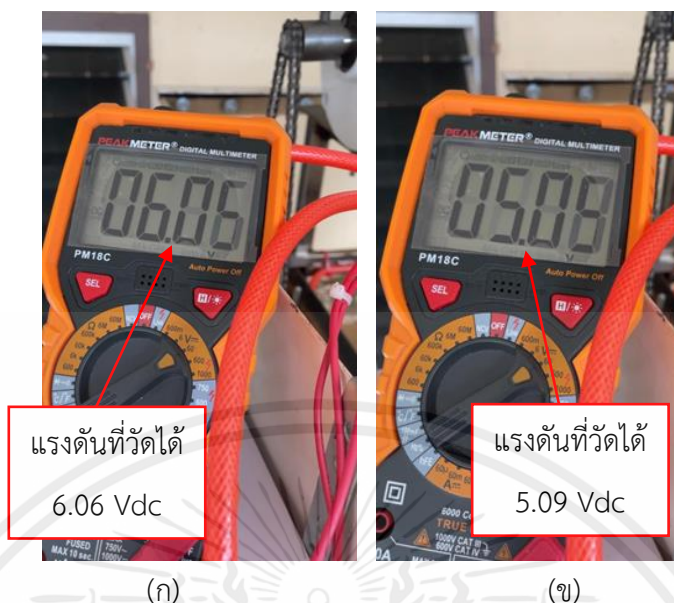
t คือ เวลา มีหน่วยเป็น วินาที (s)

โดยคิดอัตราเร็วได้จากความยาวของโซ่ 1.4478 เมตร และระยะเวลาที่ครบของโซ่ที่หมุนกลับมาตำแหน่งเดิม 21.85 วินาที

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad v &= \frac{s}{t} \\ \text{จะได้} \quad v &= \frac{1.4478 \text{ m}}{21.85 \text{ s}} \\ v &= 0.066 \text{ m/s} \end{aligned}$$

ดังนั้น อัตราเร็วจะอยู่ที่ 0.066 เมตรต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 การวัดแรงดันที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยผ่านวงจรเรียงกระแสต่อการหมุน 1 รอบ
(ก) แรงดันที่วัดได้ 6.06 โวลต์ (ข) แรงดันที่วัดได้ 5.09 โวลต์

4.5 การทดลองวัดแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

ในการทดลองนี้จะเป็นการทดลองการหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำเพื่อให้ได้แรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ เริ่มทำงานเมื่อตอนไฟฟ้าดับ

4.5.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. เริ่มจากการทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับ เมื่อเกิดไฟฟ้าดับ
2. เซ็นเซอร์ตรวจวัดค่าสีเปิดวาล์วลมและจ่ายลมเข้าไปในกระบอกกลม
3. เมื่อตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำเริ่มหมุน ทำการวัดแรงดันกระแสสลับจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมดมีสามเส้นโดยการจับคู่สองเส้นจะวัดสลับกันได้สามคู่ที่แสดงในรูปที่ 4.11 และวัดแรงดันที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ผ่านวงจรเรียงกระแสที่แสดงในรูปที่ 4.15
4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.7 และตารางที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

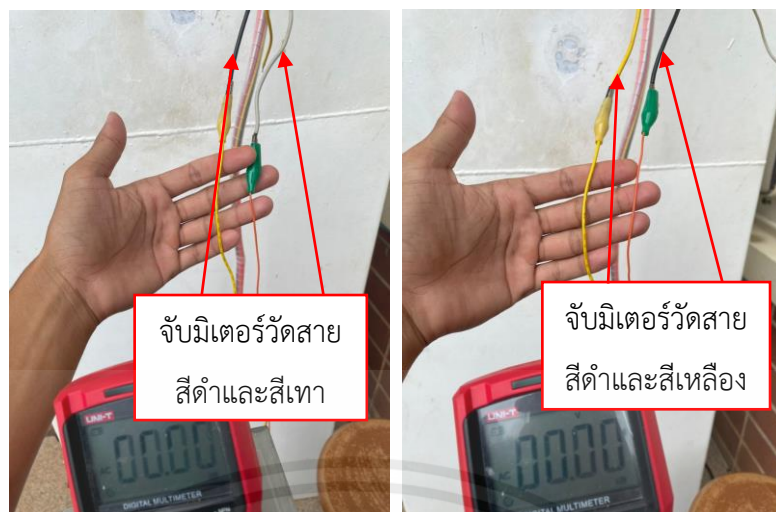
4.5.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.7 ตารางผลการทดสอบการวัดแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

ทดสอบ (ครั้งที่)	แรงดันที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ		
	จับคู่วัดแรงดันสายสีดำ และสีเทา (Vac)	จับคู่วัดแรงดันสายสีดำ และสีเหลือง (Vac)	จับคู่วัดแรงดันสายสีเหลือง และสีเทา (Vac)
1	11.55	11.59	11.87
2	11.39	10.91	11.46
3	10.96	9.44	11.92
4	9.98	10.25	9.41
5	7.19	9.59	6.46
6	9.27	8.05	8.77
7	11.29	7.58	7.79
8	8.89	10.23	8.69
9	8.04	9.02	10.55
10	7.75	10.63	8.88
เฉลี่ย	9.63	10.75	9.58

จากผลการทดลองตารางที่ 4.7 จะเห็นได้ว่าแรงดันกระแสสลับของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเมื่อจับคู่วัดแรงดันสายสีดำและสีเทามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 9.63 โวลต์ เมื่อจับคู่วัดแรงดันสายสีดำและสีเหลืองมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 10.75 โวลต์ เมื่อจับคู่วัดแรงดันสายสีเหลืองและสีเทามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 9.58 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

(ข)

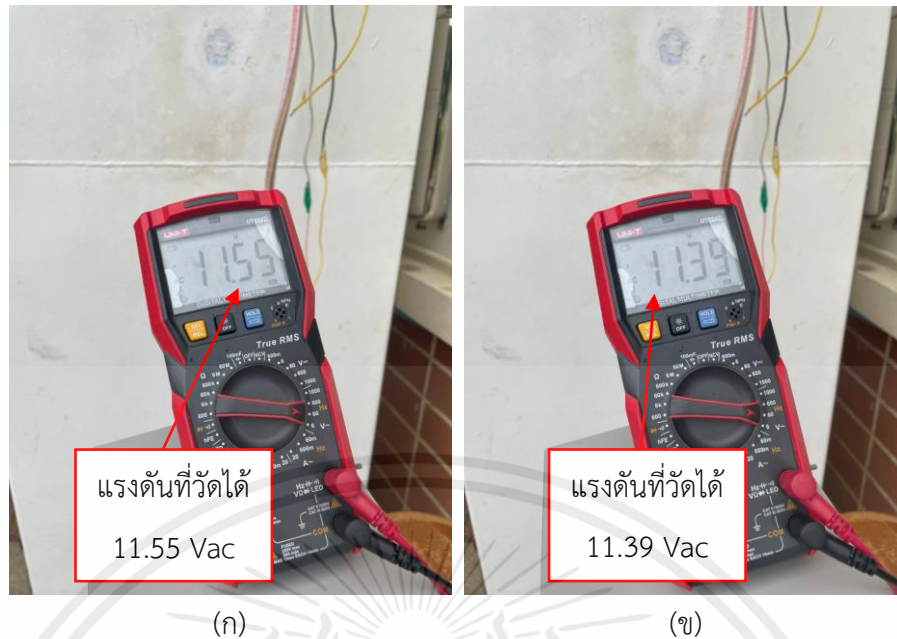


(ค)

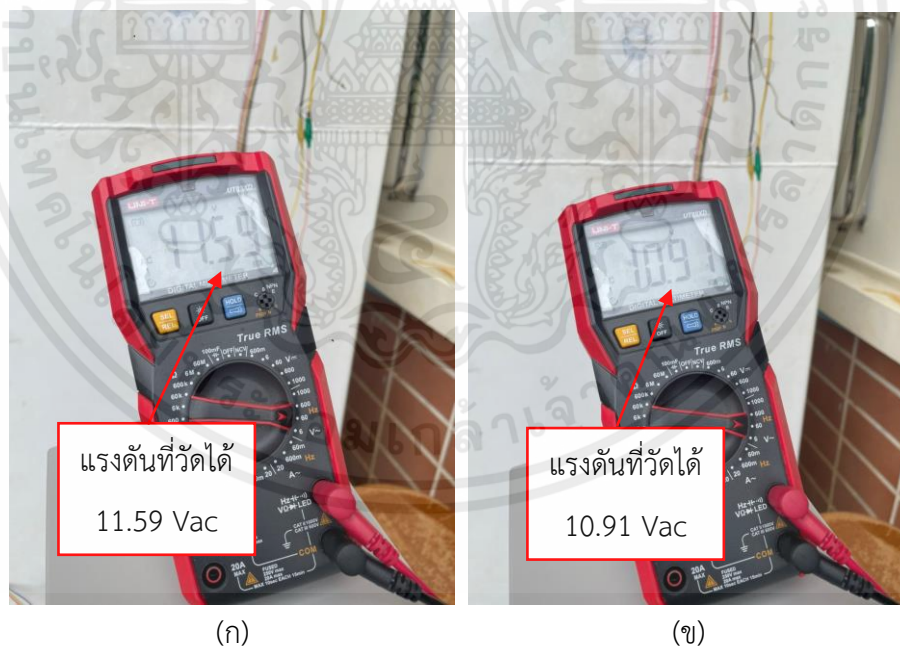
รูปที่ 4.12 การวัดแรงดันกระแสสลับจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

- (ก) การวัดแรงดันกระแสสลับจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจับมิเตอร์วัดสายสีดำและสีเขียว
- (ข) การวัดแรงดันกระแสสลับจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจับมิเตอร์วัดสายสีดำและสีเหลือง
- (ค) การวัดแรงดันกระแสสลับจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจับมิเตอร์วัดสายสีเหลืองและสีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 การวัดแรงดันกระแสสลับจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจذبมีเตอร์วัดสายสีดำและสีเทา
(ก) แรงดันที่วัดได้ 11.55 โวลต์ (ข) แรงดันที่วัดได้ 11.39 โวลต์



รูปที่ 4.14 การวัดแรงดันกระแสสลับจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจذبมีเตอร์วัดสายสีดำและสีเหลือง
(ก) แรงดันที่วัดได้ 11.59 โวลต์ (ข) แรงดันที่วัดได้ 10.91 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 การวัดแรงดันกระแสสลับจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจับมิเตอร์วัดสายสีเหลืองและสีเทา
(ก) แรงดันที่วัดได้ 11.87 โวลต์ (ข) แรงดันที่วัดได้ 11.46 โวลต์

ตารางที่ 4.8 ตารางผลการทดสอบการวัดแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

ทดสอบ (ครั้งที่)	แรงดันที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยผ่านวงจรเรียงกระแส (Vdc)
1	11.29
2	10.54
3	7.88
4	6.51
5	9.69
6	9.08
7	11.20
8	8.71
9	9.28

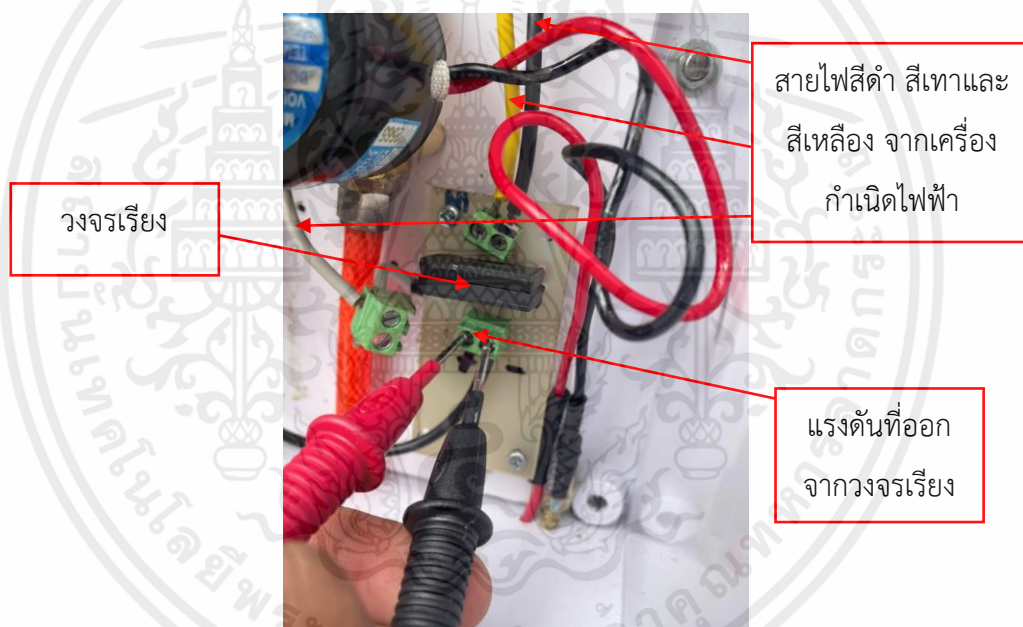
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ตารางผลการทดสอบการวัดแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง(ต่อ)

ทดสอบ (ครั้งที่)	แรงดันที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยผ่านวงจรรีจกกระแส (Vdc)
10	8.50
เฉลี่ย	9.27

จากผลการทดลองตารางที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าแรงดันกระแสตรงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 9.27 โวลต์

ทำให้ทราบว่าแรงดันที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตออกมายังไม่เพียงพอต่อการนำไปต่อกับอินเวอร์เตอร์เนื่องจากอินเวอร์เตอร์ต้องใช้แรงดันอย่างน้อย 11 โวลต์ มาเลี้ยงจึงจะทำงานได้



รูปที่ 4.16 การวัดแรงดันกระแสตรงจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยผ่านวงจรรีจกกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 การวัดแรงดันกระแสตรงจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยผ่านวงจรรีจิงกระแส

(ก) แรงดันที่วัดได้ 11.29 โวลต์ (ข) แรงดันที่วัดได้ 8.50 โวลต์

4.6 การทดลองปริมาณลมที่เข้าไปในกระบอกลมโดยจ่ายลมของวาล์วลม

ในการทดลองนี้จะเป็นการทดลองการจ่ายลมของวาล์วลมที่เข้าไปในกระบอกลมว่าได้ปริมาณที่เข้าไปให้กระบอกลมเท่าไรโดยที่ปริมาณความจุของกระบอกมี 1000 มิลลิลิตร

4.6.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. เริ่มจากการทำงานของวงจรถ่วงสอบไฟฟ้าดับ เมื่อเกิดไฟฟ้าดับ
2. เซ็นเซอร์ตรวจวัดค่าสีเปิดวาล์วลมและจ่ายลมเข้าไปในกระบอกลม
3. ดูปริมาณลมที่เข้าไปในกระบอกลม จากนั้นนำมาวัดดูว่าปริมาณน้ำที่ลดยังเป็นเท่าไรของปริมาณความจุทั้งหมด

4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.9

4.6.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.9 ตารางผลการทดลองปริมาณลมที่เข้าไปในกระบอกลมโดยจ่ายลมของวาล์วลม

กระบอกที่	ปริมาณลมที่เข้าไปในกระบอก (ml)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)
1	300	30 %
2	280	28 %
3	250	25 %

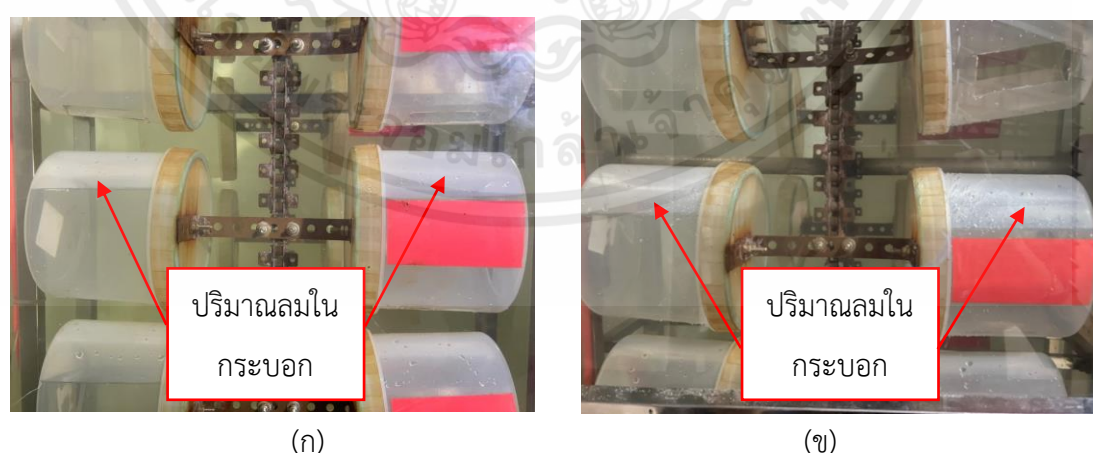
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ตารางผลการทดลองปริมาณลมที่เข้าไปในกระบอกลมโดยจ่ายลมของวาล์วลม (ต่อ)

กระบอกที่	ปริมาณลมที่เข้าไปในกระบอก (ml)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)
4	300	30 %
5	230	23 %
6	240	24 %
7	220	22 %
8	300	30 %
9	280	28 %
10	300	30 %
เฉลี่ย	270	27 %

จากผลการทดลองตารางที่ 4.9 จะเห็นได้ว่าปริมาณของลมที่เข้าไปในกระบอกลมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 270 มิลลิลิตร โดยคิดเป็นปริมาณทั้งหมดของกระบอกลมที่มี 1000 มิลลิลิตร คิดเป็น 27 เปอร์เซ็นต์ของกระบอกลม

ทำให้ทราบว่าปริมาณลมที่เข้าไปในกระบอกมีปริมาณที่น้อยกว่าที่ต้องการไว้คือ 50 เปอร์เซ็นต์ของกระบอกลม เนื่องจากความเร็วในการหมุนของเครื่องทำให้ลมที่ยิ่งเข้าไปในกระบอกมีปริมาณน้อย ถ้าเครื่องหมุนเร็วลมที่เข้าไปในกระบอกจะน้อยแต่ถ้าเครื่องหมุนช้าทำให้ลมเข้าไปในกระบอกได้มาก



รูปที่ 4.18 ปริมาณลมที่เข้าไปในกระบอกลม

(ก) ปริมาณลมในกระบอก 27 เปอร์เซ็นต์ (ข) ปริมาณลมในกระบอก 30 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึง บทสรุปในการทดลองจากบทที่ 4 ในหัวข้อ การทดลองการทดสอบ ปริมาณลมที่เข้าไปในกระบอกลมต่อการเปิดวาล์วที่เวลาต่าง ๆ ปัญหาและอุปสรรค และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การทดลองการทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับ

จากการทดลองการทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับทั้งหมด 10 ครั้งนั้น วงจรสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องโดยไม่มีข้อผิดพลาด

จากการทดลองการทำงานของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับเมื่อไฟฟ้ามืดกลับมาใช้งานได้ปกติทั้งหมด 10 ครั้งนั้น วงจรสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องโดยไม่มีข้อผิดพลาด

5.1.2 การทดลองการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับ

จากการทดลองพบว่าเซ็นเซอร์ตรวจจับค่าสียังมีความผิดพลาดอยู่ โดยค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดคือ 0 เปอร์เซ็นต์ และค่าผิดพลาดมากที่สุดคือ 5.26 เปอร์เซ็นต์ โดยที่สังเกตถ้าเวลากระบอกหมุนเร็ว ๆ เซ็นเซอร์จะไม่ตรวจจับเนื่องจากค่ามีการเปลี่ยนแปลงโดยรวดเร็ว

5.1.3 การทดลองการทำงานของเซ็นเซอร์วัดแรงดันลม

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าที่แรงดันลมสูงนั้นมีค่าความผิดพลาด ที่มากที่สุดคือ 14.25 เปอร์เซ็นต์ที่แรงดัน 8 บาร์ และค่าเปอร์เซ็นต์ที่น้อยที่สุดคือ 1.00 เปอร์เซ็นต์ที่แรงดัน 2 บาร์

จะเห็นได้ว่าที่แรงดันลม 2 บาร์ นั้นเซ็นเซอร์จะมีค่าความผิดพลาดน้อย โดยทำให้จุดที่เครื่องจะหยุดจ่ายลมที่ต่ำกว่า 2 บาร์ จึงไม่มีผลต่อการทำงานของเครื่อง

5.1.4 การทดสอบจับเวลาและวัดแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อการหมุน 1 รอบ

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าใช้เวลาต่อรอบน้อยลงแรงดันที่ได้ก็จะเพิ่มขึ้นด้วยเมื่อเปรียบเทียบกับที่ 1 รอบที่ความเร็วต่อรอบที่ 24.84 วินาที จะได้แรงดัน 5.09 โวลต์ และ 1 รอบที่ความเร็วต่อรอบที่ 16.93 วินาที จะได้แรงดัน 5.62 โวลต์

5.1.5 การทดลองวัดแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าแรงดันกระแสสลับของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเมื่อจับคู่วัดแรงดันสายสีดำและสีเทามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 9.63 โวลต์ เมื่อจับคู่วัดแรงดันสายสีดำและสีเหลืองมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 10.75 โวลต์ เมื่อจับคู่วัดแรงดันสายสีเหลืองและสีเทามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 9.58 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าแรงดันกระแสตรงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 9.27 โวลต์

ทำให้ทราบว่าแรงดันที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตออกมายังไม่เพียงพอต่อการนำไปต่อกับอินเวอร์เตอร์เนื่องจากอินเวอร์เตอร์ต้องใช้แรงดันอย่างน้อย 11 โวลต์ มาเลี้ยงจึงจะทำงานได้

5.1.6 การทดลองปริมาณลมที่เข้าไปในกระบอกลมโดยจ่ายลมของวาล์วลม

จากผลการทดลองตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าปริมาณของลมที่เข้าไปในกระบอกลมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 270 มิลลิลิตร โดยคิดเป็นปริมาณทั้งหมดของกระบอกลมที่มี 1000 มิลลิลิตร คิดเป็น 27 เปอร์เซ็นต์ของกระบอกลม

ทำให้ทราบว่าปริมาณลมที่เข้าไปในกระบอกมีปริมาณที่น้อยกว่าที่ต้องการไว้คือ 50 เปอร์เซ็นต์ของกระบอกลม เนื่องจากความเร็วในการหมุนของเครื่องทำให้ลมที่ยังเข้าไปในกระบอกมีปริมาณน้อย ถ้าเครื่องหมุนเร็วลมที่เข้าไปในกระบอกจะน้อยแต่ถ้าเครื่องหมุนช้าทำให้ลมเข้าไปในกระบอกได้มาก

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. ที่ชุดเฟือง โซ่ และลูกปืนเมื่ออยู่ในน้ำเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้เกิดสนิมเป็นอุปสรรคต่อการทดลองในครั้งถัดไปจะทำให้โซ่ฝืดและติดขัดในช่วงของการทำงาน ทำให้ความเร็วรอบไม่สม่ำเสมอ
2. เซ็นเซอร์ตรวจวัดสียู่ห่างจากเทปสีที่ติดอยู่กับตัวกระบอกลมมากเกินไป จึงทำให้ต้องปรับค่าอยู่บ่อยครั้งและเมื่อค่าของแสงเปลี่ยนไปจึงต้องปรับค่าด้วยเซ็น
3. ถังลมมีความจุไม่เพียงพอต่อการจ่ายลมได้เป็นเวลานาน จึงทำให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่คงที่ในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรใช้ชุดเฟืองและโซ่ เป็นวัสดุที่ไม่ทำให้เกิดสนิมได้ง่าย
2. ควรหาเซ็นเซอร์แบบอื่นหรือวิธีการอย่างอื่นเพื่อที่จะทำให้การจ่ายลมเข้าไปในตัวกระบอกได้ดียิ่งขึ้น
3. ควรใช้ถังลมที่มีปริมาณความจุมากขึ้น เพื่อที่จะจ่ายลมได้เป็นเวลานานกว่าเดิม

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, “แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2561 – 2580”, ใน *กระทรวงพลังงาน*, 2563, หน้า 1-2
- [2] จีราวุธ วารินทร์, *Arduino Uno พื้นฐานสำหรับงาน IoT*, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ, สนพ. บริษัท รีโวว่า จำกัด, 2561.
- [3] ศุภชัย บุศราทิจ, “อุปกรณ์ตรวจวัดค่าสี (color light-to-frequency converter)”, *การใช้งาน ET-TCS230*, 2549, หน้า 1-3.
- [4] สุนทร สุทธิบาท, *กลศาสตร์ของไหล*, อุดรธานี, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, 2558.
- [5] “วาล์วควบคุม” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <https://www.airboyshop.com>, เข้าถึงครั้งสุดท้าย 13 พฤศจิกายน 2564.
- [6] “เซ็นเซอร์วัดความดันลม” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <http://www.elecsensor.com>, เข้าถึงครั้งสุดท้าย 13 พฤศจิกายน 2564.
- [7] “รีเลย์” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <http://www.psptech.co.th>, เข้าถึงครั้งสุดท้าย 19 พฤศจิกายน 2564.
- [8] “เครื่องกำเนิดไฟฟ้า” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <http://www.siamgenerator.com>, เข้าถึงครั้งสุดท้าย 14 พฤษภาคม 2565.
- [9] ศรีธน วรศักดิ์โยธิน, *ฟิสิกส์ทั่วไป 1*, พิมพ์ครั้งที่ 4, ปทุมธานี, สนพ.บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด, 2553.



ภาคผนวก ก

โปรแกรมของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมของเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ

```
#define data_pin A1 //ประกาศขาเซนเซอร์วัดแรงดันลม
int valvepin = 3; //ประกาศขารีเลย์ของวาล์วลม
int buttonPin = 2; //ประกาศขาของวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับ
//เซนเซอร์RGB ตรวจจับตำแหน่งกระบอก
#define S0 4 //ประกาศขาของเซ็นเซอร์ตรวจวัดสี
#define S1 5 //ประกาศขาของเซ็นเซอร์ตรวจวัดสี
#define S2 6 //ประกาศขาของเซ็นเซอร์ตรวจวัดสี
#define S3 7 //ประกาศขาของเซ็นเซอร์ตรวจวัดสี
#define sensorOut 8 //ประกาศขาของเซ็นเซอร์ตรวจวัดสี
int frequency = 0;

int buttonState = 0;
int i=0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode (valvepin,OUTPUT); //รีเลย์เปิดปิดวาล์วลม
  //RGB
  pinMode(S0, OUTPUT); //เซ็นเซอร์ตรวจวัดสี
  pinMode(S1, OUTPUT); //เซ็นเซอร์ตรวจวัดสี
  pinMode(S2, OUTPUT); //เซ็นเซอร์ตรวจวัดสี
  pinMode(S3, OUTPUT); //เซ็นเซอร์ตรวจวัดสี
  pinMode(sensorOut, INPUT); //เซ็นเซอร์ตรวจวัดสี
  pinMode(2,INPUT); //วงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับ
  digitalWrite(2,LOW);
  digitalWrite(S0,HIGH); //เซ็นเซอร์ตรวจวัดสีกำหนดให้รับค่าของสีแดง
  digitalWrite(S1,LOW); //เซ็นเซอร์ตรวจวัดสีกำหนดให้รับค่าของสีแดง
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

void loop() {

  buttonState = digitalRead(buttonPin);

  Serial.print("buttonState :");

  Serial.println(buttonState);

  if(buttonState == HIGH){ //ถ้าไฟฟ้าดับจะรับสัญญาณวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับ

```

ส่วนการทำงานของเซ็นเซอร์วัดแรงดันลม

```

int sensorVal = analogRead(data_pin);
float voltage = (sensorVal*5.0)/1024.0;
float pressure_pascal = (3.0*((float)voltage-0.475))*1000000.0;
float pressure_bar = pressure_pascal/10e5;
Serial.print("Voltage:");
Serial.print(voltage);
Serial.println("V");
Serial.print(" Pressure:");
Serial.print(pressure_bar);
Serial.println("bar");
Serial.println();

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจวัดสี

```

//RGB

digitalWrite(S2,LOW);

digitalWrite(S3,LOW);

frequency = pulseIn(sensorOut, LOW);

Serial.print("R= ");//printing name

Serial.println(frequency);//printing RED color frequency

Serial.print(" ");

if(i==0){

digitalWrite(valvepin,HIGH);

delay(2000);

i=1;

}

if(frequency <= 170) //ถ้าเจอสีแดงมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 170

{

if(pressure_bar > 2.00) //ถ้าแรงดันลมมีค่ามากกว่า 2.00 บาร์

{

digitalWrite(valvepin,HIGH); //สั่งให้รีเลย์ทำงานวาล์วลมจะเปิด

delay(250); //หน่วงเวลา 250 มิลลิวินาที

}

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if(pressure_bar < 2.00)           //ถ้าแรงดันลมมีค่าต่ำกว่า 2.00 บาร์
{
    digitalWrite(valvepin,LOW);   //สั่งให้รีเลย์ไม่ทำงานวาล์วลมจะปิด
}
}
else
if(frequency > 170)             //ถ้าไม่เจอสีแดงมีค่ามากกว่า 170
{
    digitalWrite(valvepin,LOW);   //สั่งให้รีเลย์ไม่ทำงานวาล์วลมจะปิด
}
}
else if(buttonState == LOW)     //ถ้าไฟฟ้าติดจะรับสัญญาณวงจรตรวจสอบไฟฟ้าดับ
{
    digitalWrite(valvepin,LOW);   //สั่งให้รีเลย์ไม่ทำงานวาล์วลมจะปิด
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The seal of Rajabhat Buriram University is a circular emblem. It features a central five-tiered stupa with a sunburst above it. The stupa is flanked by two smaller three-tiered stupas. The entire emblem is surrounded by a decorative border. The text 'ภาคผนวก ข' is centered above the emblem, and 'คู่มือการใช้งานเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ' is centered below it. The university's name in Thai is written around the bottom of the seal.

ภาคผนวก ข
คู่มือการใช้งานเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คู่มือการใช้งานเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำ

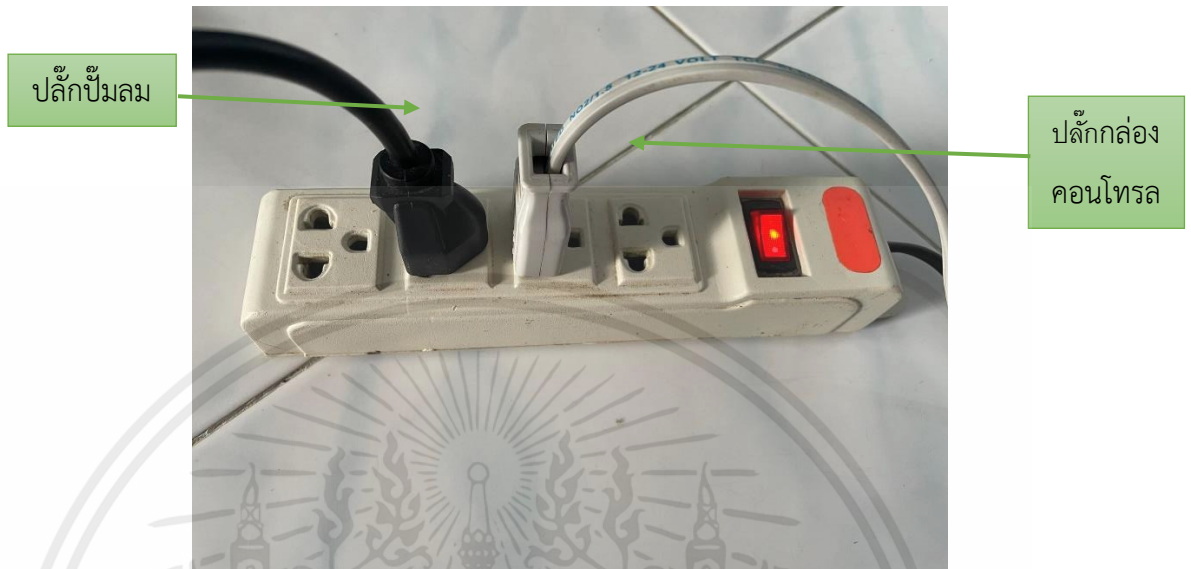


สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
 ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

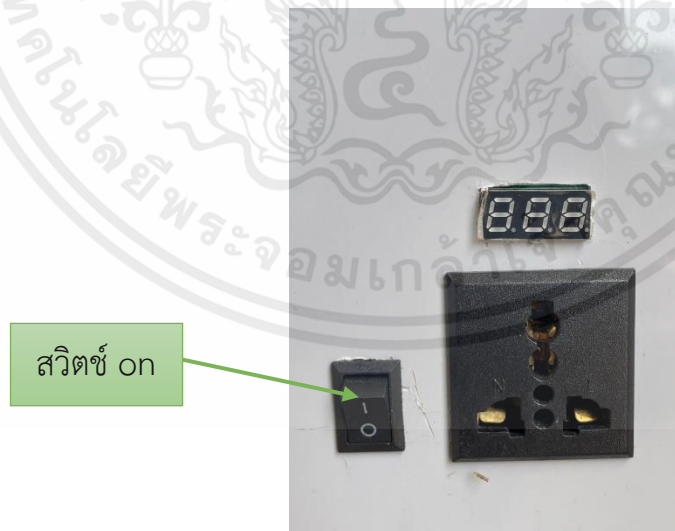
ขั้นตอนการใช้งาน

1. ทำการเสียบปลั๊กไฟ โดยมีปลั๊กไฟของปั๊มลม และปลั๊กไฟของกล่องคอนโทรล ดังรูปที่ ข.1



รูปที่ ข.1 เสียบปลั๊กไฟ

2. กดสวิตช์ ON ที่กล่องคอนโทรล



รูปที่ ข.2 กดสวิตช์ ON ที่กล่องคอนโทรล

3. ระบบจะทำงานอัตโนมัติ ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ถังลมจะทำการบีบลมเก็บไว้ในถังจนเต็มขณะที่ไฟฟ้ายังไม่ดับ

3.2 เมื่อไฟดับเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำทำการปล่อยลมเข้า ไปในกระบอก โดยใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับสีเป็นตัวตรวจจับในการยิงเข้าไปในกระบอกทำให้เครื่องหมุน

3.3 เครื่องสำรองไฟฟ้าโดยใช้แรงลอยตัวของอากาศภายในน้ำจะหยุดการทำงานเมื่อลมในถังลมเหลือ 2 บาร์

4. ทำการเสียบปลั๊กไฟ เพื่อใช้ไฟสำรองขณะไฟฟ้าดับ



รูปที่ ข.3 ปลั๊กไฟเพื่อใช้ไฟสำรองขณะไฟฟ้าดับ

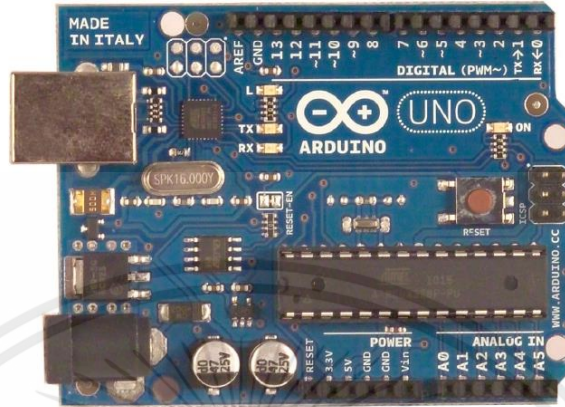
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค
คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ (Datasheet)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arduino UNO



Product Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

Index

Technical Specifications

Page 2

How to use Arduino
Programming Enviroment, Basic Tutorials

Page 6

Terms & Conditions

Page 7

Enviromental Policies
half sqm of green via Impatto Zero®

Page 7



radiospares RADIONICS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Technical Specification

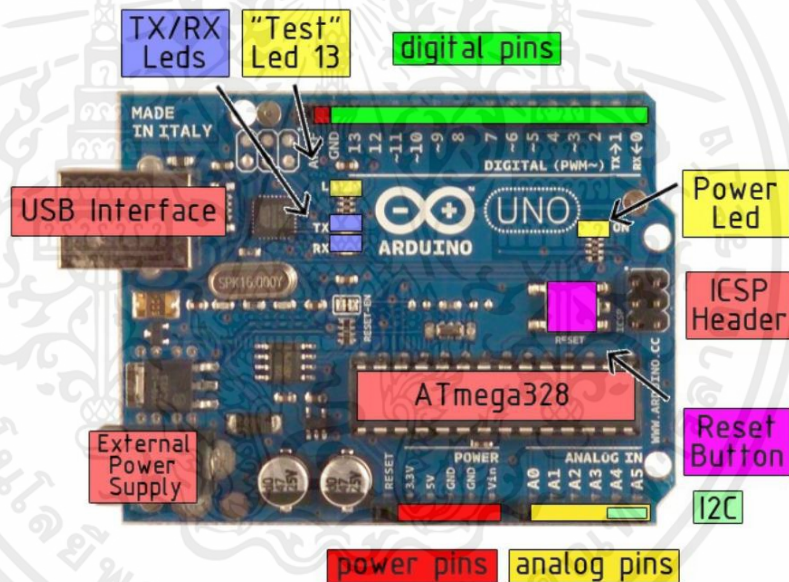


EAGLE files: [arduino-duemilanove-uno-design.zip](#) Schematic: [arduino-uno-schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



radiospares RADIONICS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The Atmega328 has 32 KB of flash memory for storing code (of which 0,5 KB is used for the bootloader); It has also 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip .
- **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.



radiospares RADIONICS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Uno has 6 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **I²C: 4 (SDA) and 5 (SCL).** Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#).

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and Atmega328 ports](#).

Communication

The Arduino Uno has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega8U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to software on the computer. The '8U2 firmware uses the standard USB COM drivers, and no external driver is needed. However, on Windows, an *.inf file is required..

The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Uno's digital pins.

The ATmega328 also support I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega328 datasheet.

Programming

The Arduino Uno can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Uno w/ ATmega328" from the **Tools > Board** menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega328 on the Arduino Uno comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

The ATmega8U2 firmware source code is available . The ATmega8U2 is loaded with a DFU bootloader, which can be activated by connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then resetting the 8U2. You can then use [Atmel's FLIP software](#) (Windows) or the [DFU programmer](#) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader).



radiospares RADIONICS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Uno is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2 is connected to the reset line of the ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Uno is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Uno. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Uno contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

USB Overcurrent Protection

The Arduino Uno has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Physical Characteristics

The maximum length and width of the Uno PCB are 2.7 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Three screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.



radiospares **RADIONICS**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

How to use Arduino



Arduino can sense the environment by receiving input from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors, and other actuators. The microcontroller on the board is programmed using the [Arduino programming language](#) (based on [Wiring](#)) and the Arduino development environment (based on [Processing](#)). Arduino projects can be stand-alone or they can communicate with software on running on a computer (e.g. Flash, Processing, MaxMSP).

Arduino is a cross-platform program. You'll have to follow different instructions for your personal OS. Check on the [Arduino site](http://arduino.cc/en/Guide/HomePage) for the latest instructions. <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>

Linux Install

Windows Install

Mac Install

Once you have downloaded/unzipped the arduino IDE, you can Plug the Arduino to your PC via USB cable.

Blink led

Now you're actually ready to "burn" your first program on the arduino board. To select "blink led", the physical translation of the well known programming "hello world", select

**File>Sketchbook>
Arduino-0017>Examples>
Digital>Blink**

Once you have your skech you'll see something very close to the screenshot on the right.

In **Tools>Board** select

Now you have to go to **Tools>SerialPort** and select the right serial port, the one arduino is attached to.

```

Blink | Arduino 0017
File Edit Sketch Tools Help
Einks
int ledPin = 13; // LED connected to digital pin 13
// The setup() method runs once, when the sketch starts
void setup() {
  // initialise the digital pin as an output:
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}
// the loop() method runs over and over again,
// as long as the Arduino has power
void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // set the LED on
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW); // set the LED off
  delay(1000); // wait for a second
}
  
```



Done compiling.

Press Compile button
(to check for errors)



Upload



TX RX Flashing



Blinking Led!

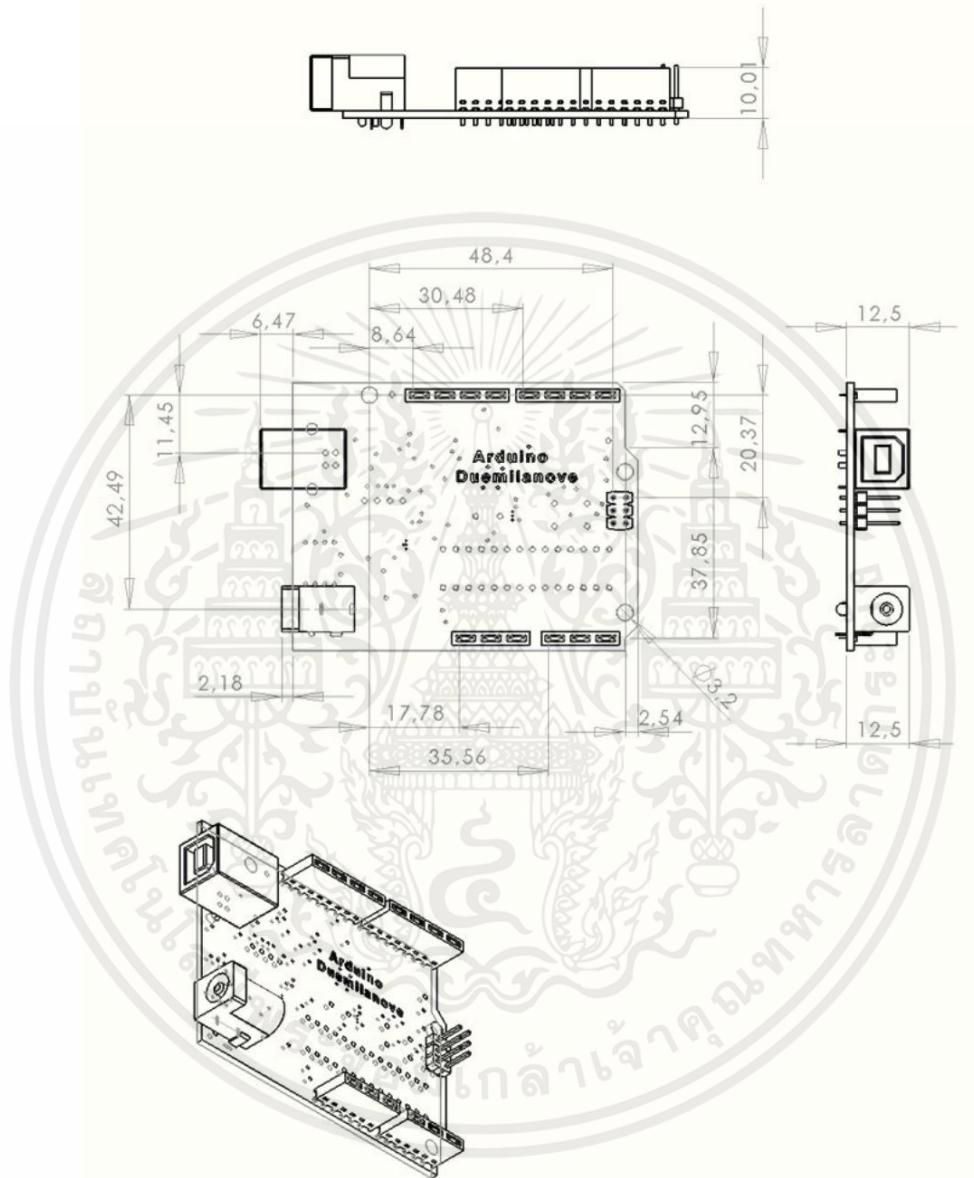


radiospares **RADIONICS**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dimensioned Drawing



radiospares RADIONICS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Terms & Conditions



1. Warranties

1.1 The producer warrants that its products will conform to the Specifications. This warranty lasts for one (1) years from the date of the sale. The producer shall not be liable for any defects that are caused by neglect, misuse or mistreatment by the Customer, including improper installation or testing, or for any products that have been altered or modified in any way by a Customer. Moreover, The producer shall not be liable for any defects that result from Customer's design, specifications or instructions for such products. Testing and other quality control techniques are used to the extent the producer deems necessary.

1.2 If any products fail to conform to the warranty set forth above, the producer's sole liability shall be to replace such products. The producer's liability shall be limited to products that are determined by the producer not to conform to such warranty. If the producer elects to replace such products, the producer shall have a reasonable time to replacements. Replaced products shall be warranted for a new full warranty period.

1.3 EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, PRODUCTS ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS." THE PRODUCER DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE

1.4 Customer agrees that prior to using any systems that include the producer products, Customer will test such systems and the functionality of the products as used in such systems. The producer may provide technical, applications or design advice, quality characterization, reliability data or other services. Customer acknowledges and agrees that providing these services shall not expand or otherwise alter the producer's warranties, as set forth above, and no additional obligations or liabilities shall arise from the producer providing such services.

1.5 The Arduino | products are not authorized for use in safety-critical applications where a failure of the product would reasonably be expected to cause severe personal injury or death. Safety-Critical Applications include, without limitation, life support devices and systems, equipment or systems for the operation of nuclear facilities and weapons systems. Arduino | products are neither designed nor intended for use in military or aerospace applications or environments and for automotive applications or environment. Customer acknowledges and agrees that any such use of Arduino | products which is solely at the Customer's risk, and that Customer is solely responsible for compliance with all legal and regulatory requirements in connection with such use.

1.6 Customer acknowledges and agrees that it is solely responsible for compliance with all legal, regulatory and safety-related requirements concerning its products and any use of Arduino | products in Customer's applications, notwithstanding any applications-related information or support that may be provided by the producer.

2. Indemnification

The Customer acknowledges and agrees to defend, indemnify and hold harmless the producer from and against any and all third-party losses, damages, liabilities and expenses it incurs to the extent directly caused by: (i) an actual breach by a Customer of the representation and warranties made under this terms and conditions or (ii) the gross negligence or willful misconduct by the Customer.

3. Consequential Damages Waiver

In no event the producer shall be liable to the Customer or any third parties for any special, collateral, indirect, punitive, incidental, consequential or exemplary damages in connection with or arising out of the products provided hereunder, regardless of whether the producer has been advised of the possibility of such damages. This section will survive the termination of the warranty period.

4. Changes to specifications

The producer may make changes to specifications and product descriptions at any time, without notice. The Customer must not rely on the absence or characteristics of any features or instructions marked "reserved" or "undefined." The producer reserves these for future definition and shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to them. The product information on the Web Site or Materials is subject to change without notice. Do not finalize a design with this information.



Environmental Policies



The producer of Arduino | has joined the Impatto Zero® policy of LifeGate.it. For each Arduino board produced is created / looked after half squared Km of Costa Rica's forest's.



radiospares

RADIONICS

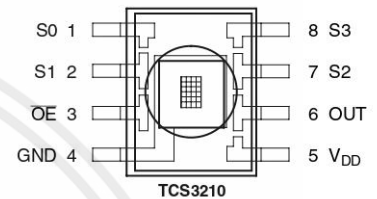
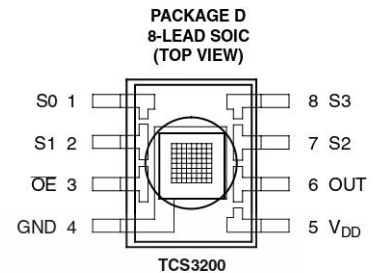


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TCS3200, TCS3210
PROGRAMMABLE
COLOR LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTER
 TAOS099 – JULY 2009

- High-Resolution Conversion of Light Intensity to Frequency
- Programmable Color and Full-Scale Output Frequency
- Communicates Directly With a Microcontroller
- Single-Supply Operation (2.7 V to 5.5 V)
- Power Down Feature
- Nonlinearity Error Typically 0.2% at 50 kHz
- Stable 200 ppm/°C Temperature Coefficient
- Low-Profile Lead (Pb) Free and RoHS Compliant Surface-Mount Package



Description

The TCS3200 and TCS3210 programmable color light-to-frequency converters that combine configurable silicon photodiodes and a current-to-frequency converter on a single monolithic CMOS integrated circuit. The output is a square wave (50% duty cycle) with frequency directly proportional to light intensity (irradiance).

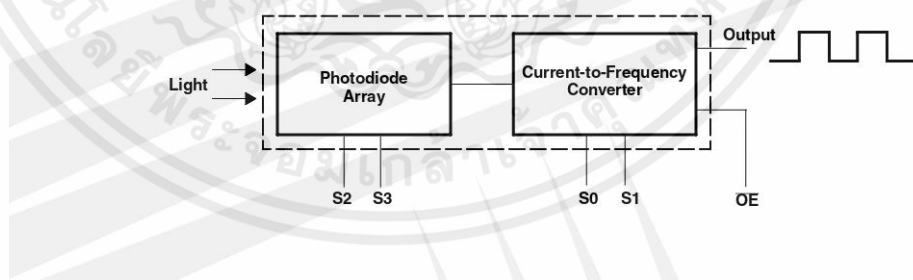
The full-scale output frequency can be scaled by one of three preset values via two control input pins. Digital inputs and digital output allow direct interface to a microcontroller or other logic circuitry. Output enable (OE) places the output in the high-impedance state for multiple-unit sharing of a microcontroller input line.

In the TCS3200, the light-to-frequency converter reads an 8 x 8 array of photodiodes. Sixteen photodiodes have blue filters, 16 photodiodes have green filters, 16 photodiodes have red filters, and 16 photodiodes are clear with no filters.

In the TCS3210, the light-to-frequency converter reads a 4 x 6 array of photodiodes. Six photodiodes have blue filters, 6 photodiodes have green filters, 6 photodiodes have red filters, and 6 photodiodes are clear with no filters.

The four types (colors) of photodiodes are interdigitated to minimize the effect of non-uniformity of incident irradiance. All photodiodes of the same color are connected in parallel. Pins S2 and S3 are used to select which group of photodiodes (red, green, blue, clear) are active. Photodiodes are 110 μm x 110 μm in size and are on 134-μm centers.

Functional Block Diagram



The LUMENOLOGY® Company

Copyright © 2009, TAOS Inc.

Texas Advanced Optoelectronic Solutions Inc.

1001 Klein Road • Suite 300 • Plano, TX 75074 • (972) 673-0759

www.taosinc.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TCS3200, TCS3210
PROGRAMMABLE
COLOR LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTER

TAOS099 – JULY 2009

Terminal Functions

TERMINAL NAME	NO.	I/O	DESCRIPTION
GND	4		Power supply ground. All voltages are referenced to GND.
OE	3	I	Enable for f_0 (active low).
OUT	6	O	Output frequency (f_0).
S0, S1	1, 2	I	Output frequency scaling selection inputs.
S2, S3	7, 8	I	Photodiode type selection inputs.
V _{DD}	5		Supply voltage

Table 1. Selectable Options

S0	S1	OUTPUT FREQUENCY SCALING (f_0)	S2	S3	PHOTODIODE TYPE
L	L	Power down	L	L	Red
L	H	2%	L	H	Blue
H	L	20%	H	L	Clear (no filter)
H	H	100%	H	H	Green

Available Options

DEVICE	T _A	PACKAGE – LEADS	PACKAGE DESIGNATOR	ORDERING NUMBER
TCS3200	-40°C to 85°C	SOIC-8	D	TCS3200D
TCS3210	-40°C to 85°C	SOIC-8	D	TCS3210D

Copyright © 2009, TAOS Inc.



The LUMENOLOGY® Company

2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TCS3200, TCS3210
PROGRAMMABLE
COLOR LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTER
TAOS099 – JULY 2009

Absolute Maximum Ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

Supply voltage, V_{DD} (see Note 1)	6 V
Input voltage range, all inputs, V_I	-0.3 V to $V_{DD} + 0.3$ V
Operating free-air temperature range, T_A (see Note 2)	-40°C to 85°C
Storage temperature range (see Note 2)	-40°C to 85°C
Solder conditions in accordance with JEDEC J-STD-020A, maximum temperature (see Note 3)	260°C

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

- NOTES: 1. All voltage values are with respect to GND.
 2. Long-term storage or operation above 70°C could cause package yellowing that will lower the sensitivity to wavelengths < 500nm.
 3. The device may be hand soldered provided that heat is applied only to the solder pad and no contact is made between the tip of the solder iron and the device lead. The maximum time heat should be applied to the device is 5 seconds.

Recommended Operating Conditions

		MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{DD}		2.7	5	5.5	V
High-level input voltage, V_{IH}	$V_{DD} = 2.7$ V to 5.5 V	2		V_{DD}	V
Low-level input voltage, V_{IL}	$V_{DD} = 2.7$ V to 5.5 V	0		0.8	V
Operating free-air temperature range, T_A		-40		70	°C

Electrical Characteristics at $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 5$ V (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
V_{OH} High-level output voltage	$I_{OH} = -2$ mA	4	4.5		V
V_{OL} Low-level output voltage	$I_{OL} = 2$ mA		0.25	0.40	V
I_{IH} High-level input current				5	μA
I_{IL} Low-level input current				5	μA
I_{DD} Supply current	Power-on mode		1.4	2	mA
	Power-down mode			0.1	μA
Full-scale frequency (See Note 4)	$S_0 = H, S_1 = H$	500	600		kHz
	$S_0 = H, S_1 = L$	100	120		kHz
	$S_0 = L, S_1 = H$	10	12		kHz
Temperature coefficient of responsivity	$\lambda \leq 700$ nm, $-25^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$		± 200		ppm/°C
k_{SYS} Supply voltage sensitivity	$V_{DD} = 5$ V $\pm 10\%$		± 0.5		%/V

NOTE 4: Full-scale frequency is the maximum operating frequency of the device without saturation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TCS3200, TCS3210
PROGRAMMABLE
COLOR LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTER

TAOS099 – JULY 2009

Operating Characteristics at $V_{DD} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $S_0 = \text{H}$, $S_1 = \text{H}$ (unless otherwise noted)
(See Notes 5, 6, 7, and 8). Values for TCS3200 (TCS3210) are below.

PARAMETER	TEST CONDITIONS	CLEAR PHOTODIODE S2 = H, S3 = L			BLUE PHOTODIODE S2 = L, S3 = H			GREEN PHOTODIODE S2 = H, S3 = H			RED PHOTODIODE S2 = L, S3 = L			UNIT
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
f_O Output frequency (Note 9)	$E_e = 47.2\ \mu\text{W}/\text{cm}^2$, $\lambda_p = 470\ \text{nm}$	12.5	15.6	18.7	61%	84%	22%	43%	0%	6%			kHz	
	$E_e = 40.4\ \mu\text{W}/\text{cm}^2$, $\lambda_p = 524\ \text{nm}$	(4.7)	(5.85)	(7)	8%	28%	57%	80%	9%	27%				
	$E_e = 34.6\ \mu\text{W}/\text{cm}^2$, $\lambda_p = 640\ \text{nm}$	(4.9)	(6.15)	(7.4)	5%	21%	0%	12%	84%	105%				
R_e Irradiance responsivity (Note 10)	$\lambda_p = 470\ \text{nm}$		331		61%	84%	22%	43%	0%	6%			Hz/ ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	
	$\lambda_p = 524\ \text{nm}$		386		8%	28%	57%	80%	9%	27%				
	$\lambda_p = 640\ \text{nm}$		474		5%	21%	0%	12%	84%	105%				
Saturation irradiance (Note 11)	$\lambda_p = 470\ \text{nm}$		1813		—	—	—	—	—	—			$\mu\text{W}/\text{cm}^2$	
	$\lambda_p = 524\ \text{nm}$		1554		—	—	—	—	—	—				
	$\lambda_p = 640\ \text{nm}$		1266		—	—	—	—	—	—				
f_D Dark frequency	$E_e = 0$		2	10	2	10	2	10	2	10			Hz	
Nonlinearity (Note 12)	$f_O = 0$ to 5 kHz		± 0.1		± 0.1		± 0.1		± 0.1		± 0.1		% F.S.	
	$f_O = 0$ to 50 kHz		± 0.2		± 0.2		± 0.2		± 0.2		± 0.2			
	$f_O = 0$ to 500 kHz		± 0.5		± 0.5		± 0.5		± 0.5		± 0.5			
Recovery from power down			100		100		100		100		100		μs	
Response time to output enable (OE)			100		100		100		100		100		ns	

- NOTES: 5. Optical measurements are made using small-angle incident radiation from a light-emitting diode (LED) optical source.
6. The 470 nm input irradiance is supplied by an InGaN light-emitting diode with the following characteristics: peak wavelength $\lambda_p = 470\ \text{nm}$, spectral halfwidth $\Delta\lambda_{1/2} = 35\ \text{nm}$, and luminous efficacy = 75 lm/W.
7. The 524 nm input irradiance is supplied by an InGaN light-emitting diode with the following characteristics: peak wavelength $\lambda_p = 524\ \text{nm}$, spectral halfwidth $\Delta\lambda_{1/2} = 47\ \text{nm}$, and luminous efficacy = 520 lm/W.
8. The 640 nm input irradiance is supplied by a AlInGaP light-emitting diode with the following characteristics: peak wavelength $\lambda_p = 640\ \text{nm}$, spectral halfwidth $\Delta\lambda_{1/2} = 17\ \text{nm}$, and luminous efficacy = 155 lm/W.
9. Output frequency Blue, Green, Red percentage represents the ratio of the respective color to the Clear channel absolute value.
10. Irradiance responsivity R_e is characterized over the range from zero to 5 kHz.
11. Saturation irradiance = (full-scale frequency)/(irradiance responsivity) for the Clear reference channel.
12. Nonlinearity is defined as the deviation of f_O from a straight line between zero and full scale, expressed as a percent of full scale.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL CHARACTERISTICS

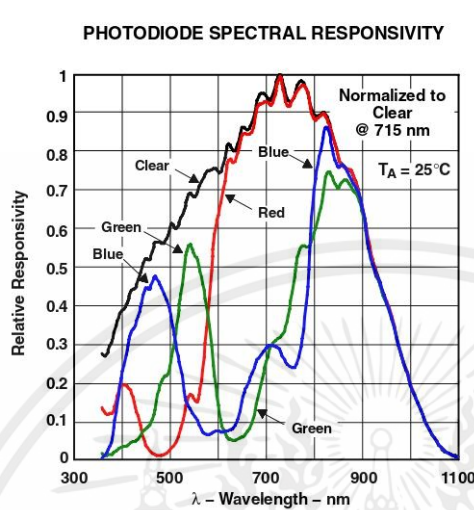


Figure 1

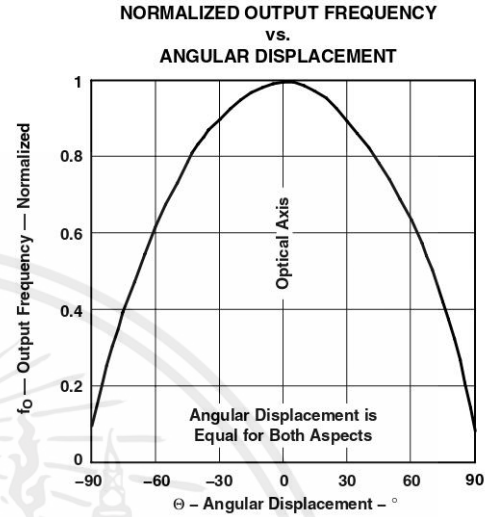


Figure 2

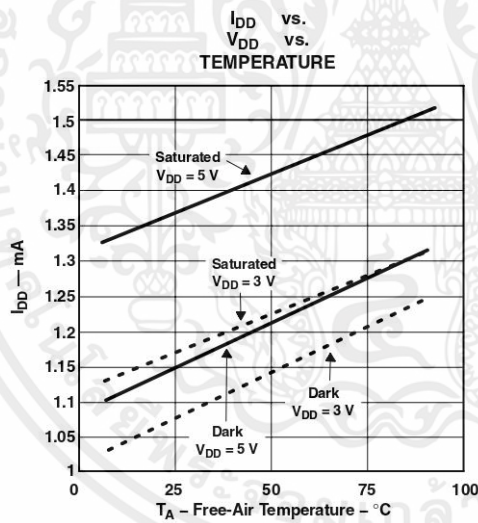


Figure 3

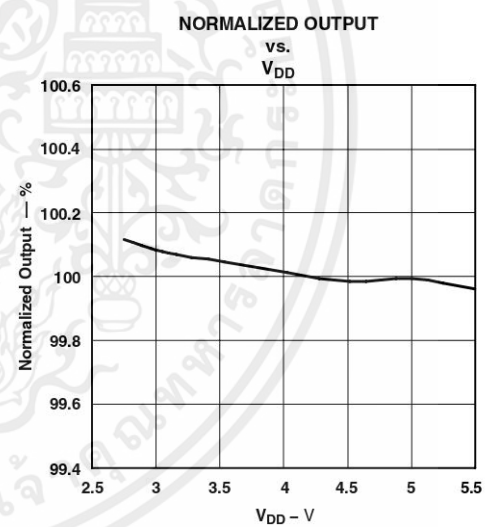


Figure 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TCS3200, TCS3210
PROGRAMMABLE
COLOR LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTER
 TAOS099 – JULY 2009

TYPICAL CHARACTERISTICS

PHOTODIODE RESPONSIVITY TEMPERATURE COEFFICIENT
vs.
WAVELENGTH OF INCIDENT LIGHT

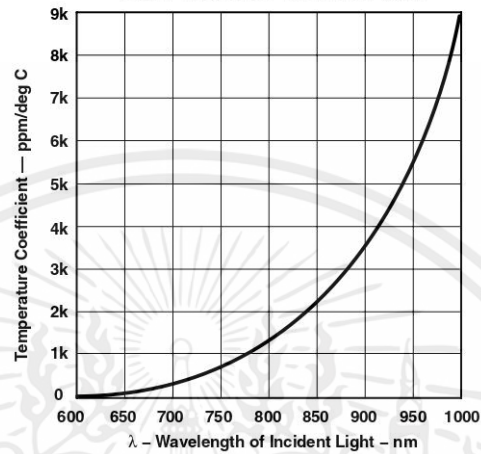


Figure 5

APPLICATION INFORMATION

Power supply considerations

Power-supply lines must be decoupled by a 0.01- μ F to 0.1- μ F capacitor with short leads mounted close to the device package.

Input interface

A low-impedance electrical connection between the device $\overline{\text{OE}}$ pin and the device GND pin is required for improved noise immunity. All input pins must be either driven by a logic signal or connected to VDD or GND — they should not be left unconnected (floating).

Output interface

The output of the device is designed to drive a standard TTL or CMOS logic input over short distances. If lines greater than 12 inches are used on the output, a buffer or line driver is recommended.

A high state on Output Enable (OE) places the output in a high-impedance state for multiple-unit sharing of a microcontroller input line.

Power down

Powering down the sensor using S0/S1 (L/L) will cause the output to be held in a high-impedance state. This is similar to the behavior of the output enable pin, however powering down the sensor saves significantly more power than disabling the sensor with the output enable pin.

Photodiode type (color) selection

The type of photodiode (blue, green, red, or clear) used by the device is controlled by two logic inputs, S2 and S3 (see Table 1).

Output frequency scaling

Output-frequency scaling is controlled by two logic inputs, S0 and S1. The internal light-to-frequency converter generates a fixed-pulsewidth pulse train. Scaling is accomplished by internally connecting the pulse-train output of the converter to a series of frequency dividers. Divided outputs are 50%-duty cycle square waves with relative frequency values of 100%, 20%, and 2%. Because division of the output frequency is accomplished by counting pulses of the principal internal frequency, the final-output period represents an average of the multiple periods of the principle frequency.

The output-scaling counter registers are cleared upon the next pulse of the principal frequency after any transition of the S0, S1, S2, S3, and $\overline{\text{OE}}$ lines. The output goes high upon the next subsequent pulse of the principal frequency, beginning a new valid period. This minimizes the time delay between a change on the input lines and the resulting new output period. The response time to an input programming change or to an irradiance step change is one period of new frequency plus 1 μ s. The scaled output changes both the full-scale frequency and the dark frequency by the selected scale factor.

The frequency-scaling function allows the output range to be optimized for a variety of measurement techniques. The scaled-down outputs may be used where only a slower frequency counter is available, such as low-cost microcontroller, or where period measurement techniques are used.

TCS3200, TCS3210
PROGRAMMABLE
COLOR LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTER
 TAOS099 – JULY 2009

APPLICATION INFORMATION

Measuring the frequency

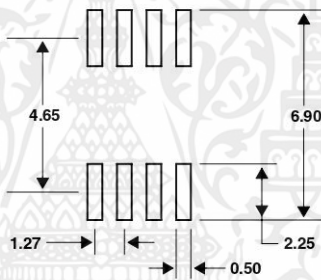
The choice of interface and measurement technique depends on the desired resolution and data acquisition rate. For maximum data-acquisition rate, period-measurement techniques are used.

Output data can be collected at a rate of twice the output frequency or one data point every microsecond for full-scale output. Period measurement requires the use of a fast reference clock with available resolution directly related to reference clock rate. Output scaling can be used to increase the resolution for a given clock rate or to maximize resolution as the light input changes. Period measurement is used to measure rapidly varying light levels or to make a very fast measurement of a constant light source.

Maximum resolution and accuracy may be obtained using frequency-measurement, pulse-accumulation, or integration techniques. Frequency measurements provide the added benefit of averaging out random- or high-frequency variations (jitter) resulting from noise in the light signal. Resolution is limited mainly by available counter registers and allowable measurement time. Frequency measurement is well suited for slowly varying or constant light levels and for reading average light levels over short periods of time. Integration (the accumulation of pulses over a very long period of time) can be used to measure exposure, the amount of light present in an area over a given time period.

PCB Pad Layout

Suggested PCB pad layout guidelines for the D package are shown in Figure 6.



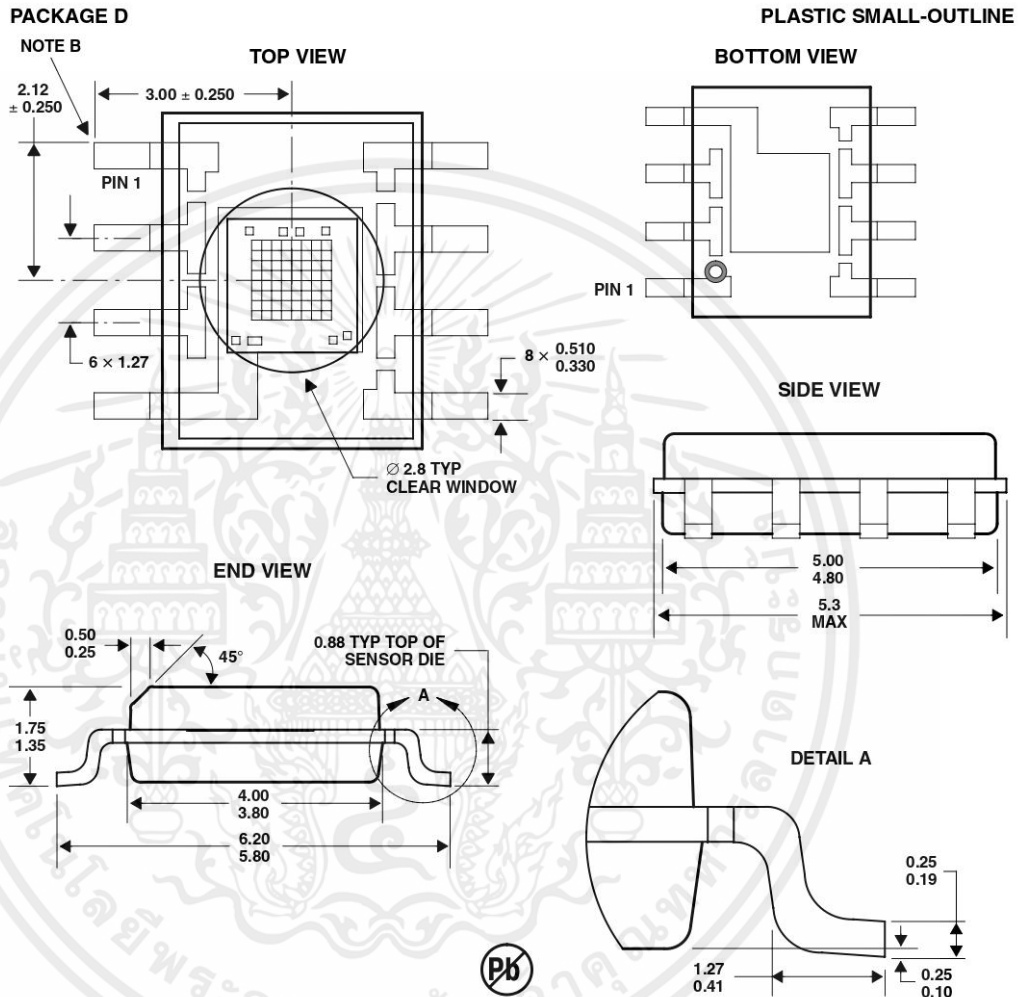
- NOTES: A. All linear dimensions are in millimeters.
 B. This drawing is subject to change without notice.

Figure 6. Suggested D Package PCB Layout

**TCS3200, TCS3210
PROGRAMMABLE
COLOR LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTER**
TAOS099 – JULY 2009

MECHANICAL INFORMATION

This SOIC package consists of an integrated circuit mounted on a lead frame and encapsulated with an electrically nonconductive clear plastic compound. The TCS3200 has an 8 × 8 array of photodiodes with a total size of 1 mm by 1 mm. The photodiodes are 110 μm × 110 μm in size and are positioned on 134 μm centers.



- NOTES: A. All linear dimensions are in millimeters.
 B. The center of the 1-mm by 1-mm photo-active area is referenced to the upper left corner tip of the lead frame (Pin 1).
 C. Package is molded with an electrically nonconductive clear plastic compound having an index of refraction of 1.55.
 D. This drawing is subject to change without notice.

Figure 7. Package D — TCS3200 Plastic Small Outline IC Packaging Configuration

The LUMENOLOGY® Company



Copyright © 2009, TAOS Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TCS3200, TCS3210
PROGRAMMABLE
COLOR LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTER

TAOS099 – JULY 2009

MECHANICAL INFORMATION

This SOIC package consists of an integrated circuit mounted on a lead frame and encapsulated with an electrically nonconductive clear plastic compound. The TCS3210 has a 4×6 array of photodiodes with a total size of 0.54 mm by 0.8 mm. The photodiodes are $110 \mu\text{m} \times 110 \mu\text{m}$ in size and are positioned on $134 \mu\text{m}$ centers.

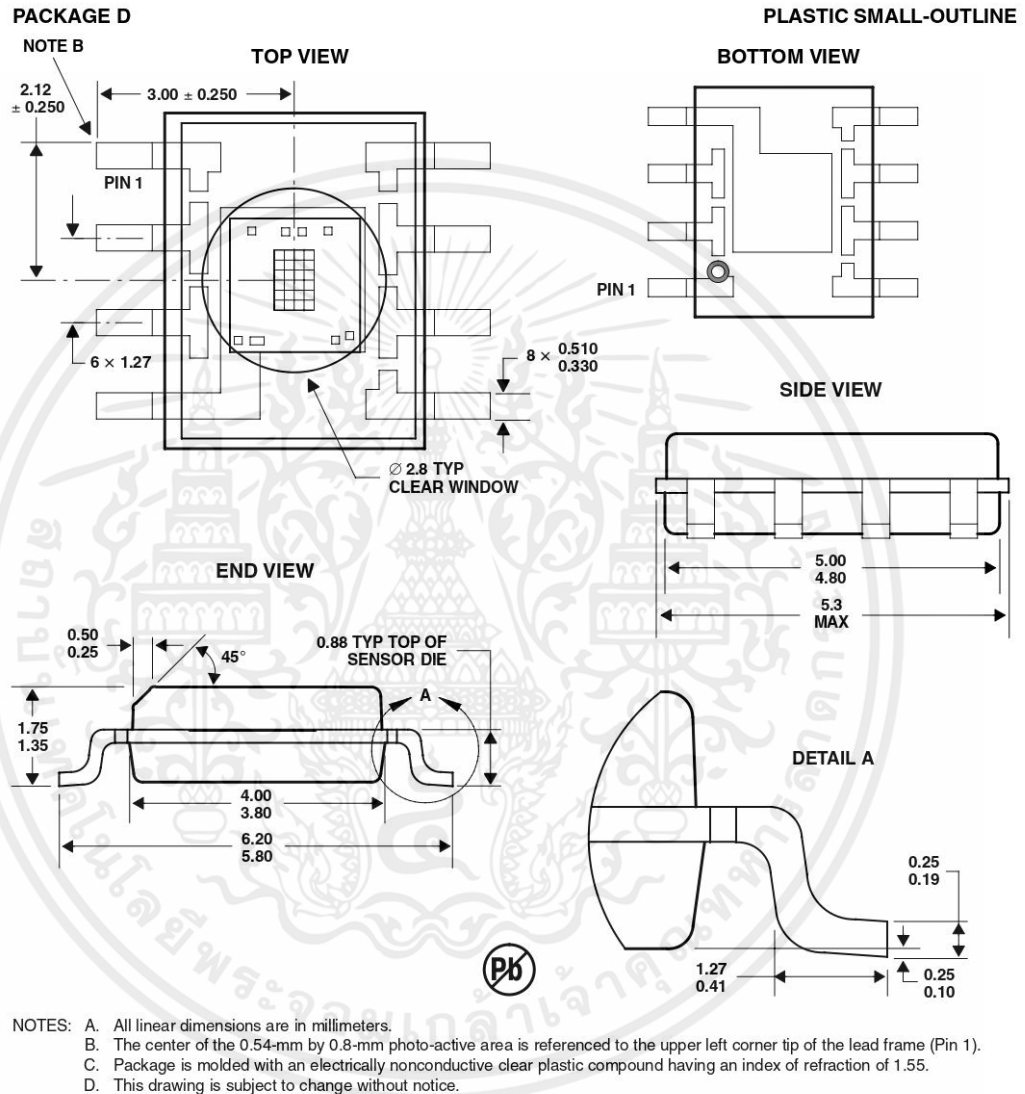


Figure 8. Package D — TCS3210 Plastic Small Outline IC Packaging Configuration

Copyright © 2009, TAOS Inc.



The LUMENOLOGY® Company

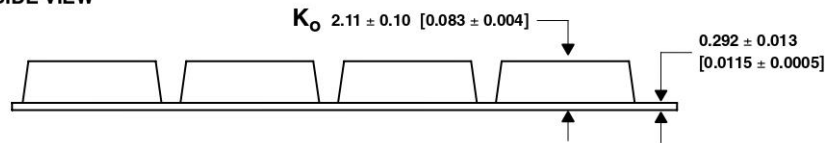
10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

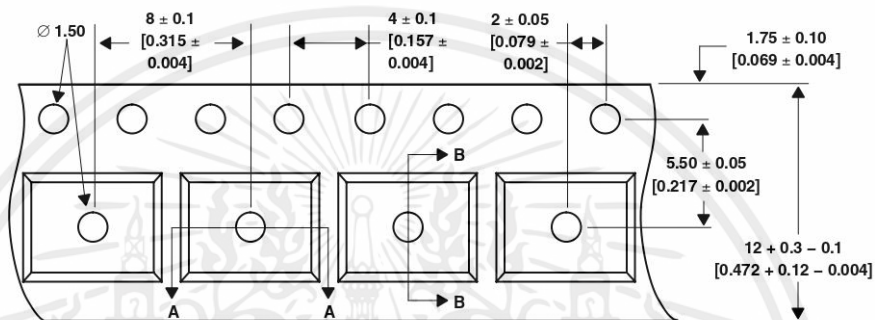
TCS3200, TCS3210
 PROGRAMMABLE
 COLOR LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTER
 TAOS099 – JULY 2009

MECHANICAL INFORMATION

SIDE VIEW



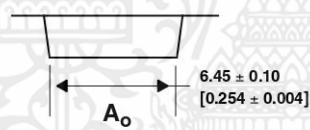
TOP VIEW



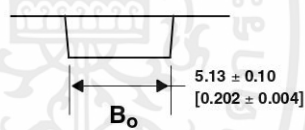
END VIEW



DETAIL A



DETAIL B



- NOTES: A. All linear dimensions are in millimeters [inches].
 B. The dimensions on this drawing are for illustrative purposes only. Dimensions of an actual carrier may vary slightly.
 C. Symbols on drawing A_o , B_o , and K_o are defined in ANSI EIA Standard 481-B 2001.
 D. Each reel is 178 millimeters in diameter and contains 1000 parts.
 E. TAOS packaging tape and reel conform to the requirements of EIA Standard 481-B.
 F. This drawing is subject to change without notice.

Figure 9. Package D Carrier Tape

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TCS3200, TCS3210
PROGRAMMABLE
COLOR LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTER
 TAOS099 – JULY 2009

MANUFACTURING INFORMATION

The Plastic Small Outline IC package (D) has been tested and has demonstrated an ability to be reflow soldered to a PCB substrate.

The solder reflow profile describes the expected maximum heat exposure of components during the solder reflow process of product on a PCB. Temperature is measured on top of component. The component should be limited to a maximum of three passes through this solder reflow profile.

Table 2. TCS3200, TCS3210 Solder Reflow Profile

PARAMETER	REFERENCE	TCS32x0
Average temperature gradient in preheating		2.5°C/sec
Soak time	t_{soak}	2 to 3 minutes
Time above 217°C	t_1	Max 60 sec
Time above 230°C	t_2	Max 50 sec
Time above $T_{\text{peak}} - 10^\circ\text{C}$	t_3	Max 10 sec
Peak temperature in reflow	T_{peak}	260°C (-0°C/+5°C)
Temperature gradient in cooling		Max -5°C/sec

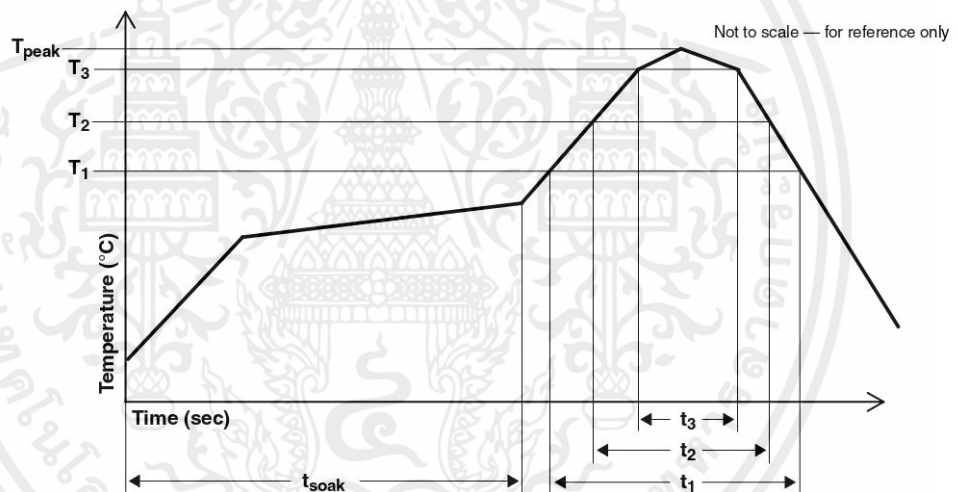


Figure 10. TCS3200, TCS3210 Solder Reflow Profile Graph

TCS3200, TCS3210
PROGRAMMABLE
COLOR LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTER
TAOS099 – JULY 2009

Moisture Sensitivity

Optical characteristics of the device can be adversely affected during the soldering process by the release and vaporization of moisture that has been previously absorbed into the package molding compound. To prevent these adverse conditions, all devices shipped in carrier tape have been pre-baked and shipped in a sealed moisture-barrier bag. No further action is necessary if these devices are processed through solder reflow within 24 hours of the seal being broken on the moisture-barrier bag.

However, for all devices shipped in tubes or if the seal on the moisture barrier bag has been broken for 24 hours or longer, it is recommended that the following procedures be used to ensure the package molding compound contains the smallest amount of absorbed moisture possible.

For devices shipped in tubes:

1. Remove devices from tubes
2. Bake devices for 4 hours, at 90°C
3. After cooling, load devices back into tubes
4. Perform solder reflow within 24 hours after bake

Bake only a quantity of devices that can be processed through solder reflow in 24 hours. Devices can be re-baked for 4 hours, at 90°C for a cumulative total of 12 hours (3 bakes for 4 hours at 90°C).

For devices shipped in carrier tape:

1. Bake devices for 4 hours, at 90°C in the tape
2. Perform solder reflow within 24 hours after bake

Bake only a quantity of devices that can be processed through solder reflow in 24 hours. Devices can be re-baked for 4 hours in tape, at 90°C for a cumulative total of 12 hours (3 bakes for 4 hours at 90°C).

TCS3200, TCS3210
PROGRAMMABLE
COLOR LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTER
 TAOS099 – JULY 2009

PRODUCTION DATA — information in this document is current at publication date. Products conform to specifications in accordance with the terms of Texas Advanced Optoelectronic Solutions, Inc. standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

LEAD-FREE (Pb-FREE) and GREEN STATEMENT

Pb-Free (RoHS) TAOS' terms *Lead-Free* or *Pb-Free* mean semiconductor products that are compatible with the current RoHS requirements for all 6 substances, including the requirement that lead not exceed 0.1% by weight in homogeneous materials. Where designed to be soldered at high temperatures, TAOS Pb-Free products are suitable for use in specified lead-free processes.

Green (RoHS & no Sb/Br) TAOS defines *Green* to mean Pb-Free (RoHS compatible), and free of Bromine (Br) and Antimony (Sb) based flame retardants (Br or Sb do not exceed 0.1% by weight in homogeneous material).

Important Information and Disclaimer The information provided in this statement represents TAOS' knowledge and belief as of the date that it is provided. TAOS bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TAOS has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TAOS and TAOS suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

NOTICE

Texas Advanced Optoelectronic Solutions, Inc. (TAOS) reserves the right to make changes to the products contained in this document to improve performance or for any other purpose, or to discontinue them without notice. Customers are advised to contact TAOS to obtain the latest product information before placing orders or designing TAOS products into systems.

TAOS assumes no responsibility for the use of any products or circuits described in this document or customer product design, conveys no license, either expressed or implied, under any patent or other right, and makes no representation that the circuits are free of patent infringement. TAOS further makes no claim as to the suitability of its products for any particular purpose, nor does TAOS assume any liability arising out of the use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages.

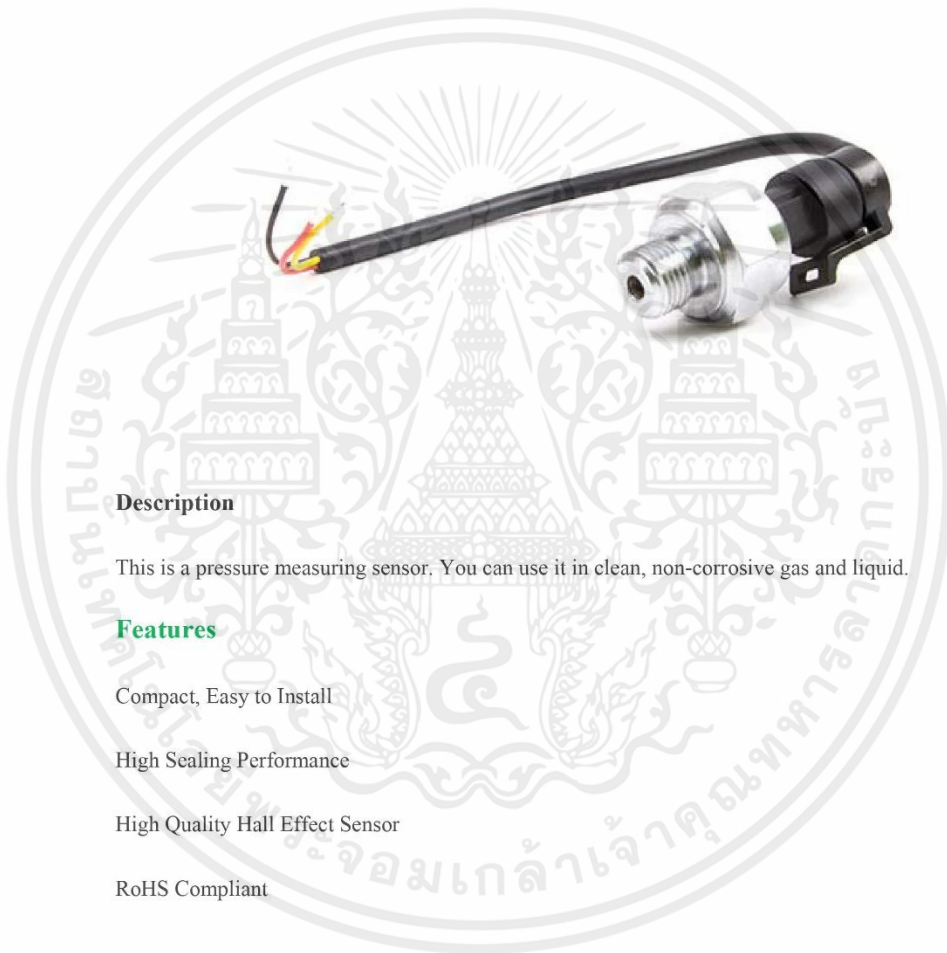
TEXAS ADVANCED OPTOELECTRONIC SOLUTIONS, INC. PRODUCTS ARE NOT DESIGNED OR INTENDED FOR USE IN CRITICAL APPLICATIONS IN WHICH THE FAILURE OR MALFUNCTION OF THE TAOS PRODUCT MAY RESULT IN PERSONAL INJURY OR DEATH. USE OF TAOS PRODUCTS IN LIFE SUPPORT SYSTEMS IS EXPRESSLY UNAUTHORIZED AND ANY SUCH USE BY A CUSTOMER IS COMPLETELY AT THE CUSTOMER'S RISK.

LUMENOLOGY, TAOS, the TAOS logo, and Texas Advanced Optoelectronic Solutions are registered trademarks of Texas Advanced Optoelectronic Solutions Incorporated.



Water Pressure Sensor G1/4 1.2Mpa

SKU 114991178



Description

This is a pressure measuring sensor. You can use it in clean, non-corrosive gas and liquid.

Features

Compact, Easy to Install

High Sealing Performance

High Quality Hall Effect Sensor

RoHS Compliant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Specifications

Working Voltage: DC 5±0.5V

Working Current: ≤10mA (DC 5V)

Working Voltage: DC 0.5~4.5V

Working Pressure Rate Range: 0~1.2Mpa

Max. Pressure: 2.4Mpa

Destructive pressure: 3.0Mpa

Working Temperature: -20~+ 105°C

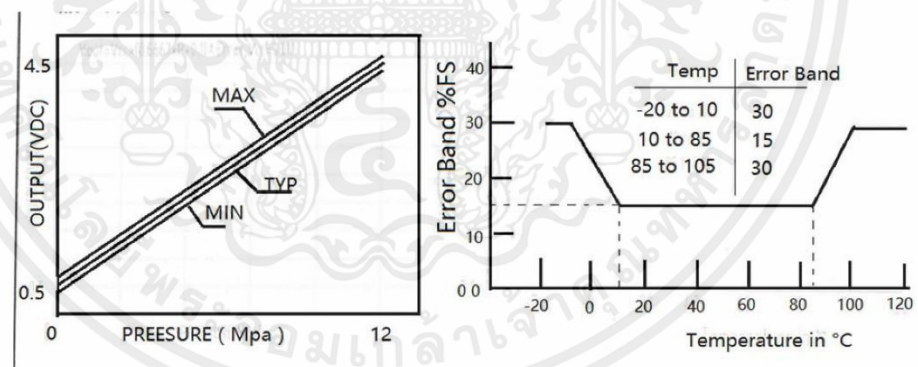
Storage Temperature: -20~+ 105°C

Measurement Accuracy: ±1.5%FS

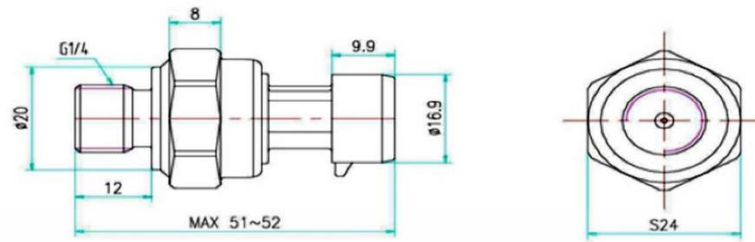
Response Time: ≤2.0ms

IP65

Cycle Life: 1,000,000 pcs



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



引线定义:

VCC: RED (电源+)

OUT: BLUE (信号输出)

GND: BLACK (电源-)

Partlist

1 x Water Pressure Sensor

Technical Details

Weight G.W 52g

Battery Exclude

<https://www.seedstudio.com/Water-Pressure-Sensor-G1%2F4-1.2MPa-p-2887.html> 6-26-17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SONGLE RELAY

	RELAY ISO9002	SRD
---	---------------	-----



1. MAIN FEATURES

- Switching capacity available by 10A in spite of small size design for highdensity P.C. board mounting technique.
- UL,CUL,TUV recognized.
- Selection of plastic material for high temperature and better chemical solution performance.
 - Sealed types available.
- Simple relay magnetic circuit to meet low cost of mass production.

2. APPLICATIONS

- Domestic appliance, office machine, audio, equipment, automobile, etc.
(Remote control TV receiver, monitor display, audio equipment high rushing current use application.)

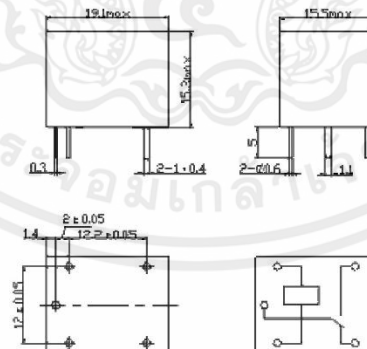
3. ORDERING INFORMATION

SRD	XX VDC	S	L	C
Model of relay	Nominal coil voltage	Structure	Coil	Contact form
SRD	03 05 06 09 11 2 24 48VDC	S: Sealed type F: Flux free type	L: 0.36W D: 0.45W	A: 1 form A B: 1 form B C: 1 form C

4. RATING

CCC	FILE NUMBER: CQC03001003729	7A/240VDC
CCC	FILE NUMBER: CQC03001003731	10A/250VDC
UL/CUL	FILE NUMBER: E167996	10A/125VAC 28VDC
TUV	FILE NUMBER: R50056114	10A/250VAC 30VDC

5. DIMENSION (unit:mm) DRILLING (unit:mm) WIRING DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. COIL DATA CHART (AT20 ° C)

Coil Sensitivity	Coil Voltage Code	Nominal Voltage (VDC)	Nominal Current (mA)	Coil Resistance (Ω) □ 10%	Power Consumption (W)	Pull-In Voltage (VDC)	Drop-Out Voltage (VDC)	Max-Allowable Voltage (VDC)
SRD (High Sensitivity)	03	03	120	25	abt. 0.36W	75%Max.	10% Min.	120%
	05	05	71.4	70				
	06	06	60	100				
	09	09	40	225				
	12	12	30	400				
	24	24	15	1600				
	48	48	7.5	6400				
SRD (Standard)	03	03	150	20	abt. 0.45W	75% Max.	10% Min.	110%
	05	05	89.3	55				
	06	06	75	80				
	09	09	50	180				
	12	12	37.5	320				
	24	24	18.7	1280				
	48	48	10	4500				

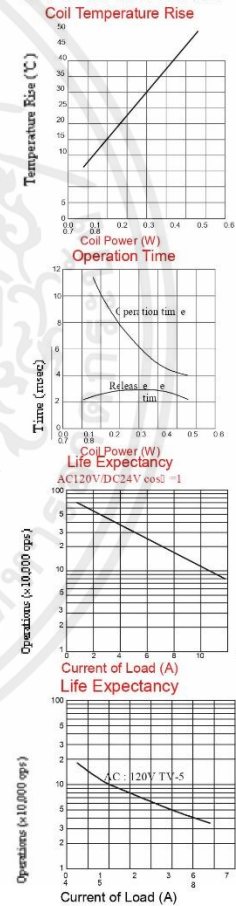
7. CONTACT RATING

Item	Type	SRD
		FORM C
		FORM A
Contact Capacity		7A
Resistive Load (cosφ =1)		30VDC 10A 125VAC
Inductive Load (cosφ =0.4 L/R=7msec)		10A 250VAC 3A 120VAC 3A 28VDC
Max. Allowable Voltage		250VAC/110VDC
Max. Allowable Power Force		800VAC/240W 1200VA/300W
Contact Material		AgCdO

8. PERFORMANCE (at initial value)

Item	Type	SRD
Contact Resistance		100mΩ Max.
Operation Time		10msec Max.
Release Time		5msec Max.
Dielectric Strength		
Between coil & contact		1500VAC 50/60HZ (1 minute)
Between contacts		1000VAC 50/60HZ (1 minute)
Insulation Resistance		100 MΩ Min. (500VDC)
Max. ON/OFF Switching		
Mechanically		300 operation/min
Electrically		30 operation/min
Ambient Temperature		-25°C to +70°C
Operating Humidity		45 to 85% RH
Vibration		
Endurance		10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
Error Operation		10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
Shock		
Endurance		100G Min.
Error Operation		10G Min.
Life Expectancy		
Mechanically		10 ⁷ operations Min. (no load)
Electrically		10 ⁵ operations. Min. (at rated coil voltage)
Weight		abt. 10grs.

9. REFERENCE DATA



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-นามสกุล

นายณนทวัฒน์ ดวงทอง

วัน เดือน ปีเกิด

10 สิงหาคม 2541

ที่อยู่

64/1 หมู่ที่ 6 ต.คลองท่อม อ.คลองหอยโข่ง

จ.สงขลา 90115

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2562 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

สาขาเทคโนโลยีระบบโทรคมนาคม

วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

Tel. 081-6787593

Email. 62201206@kmitl.ac.th



ชื่อ-นามสกุล

นายพิทักษ์พงษ์ โม้ทอง

วัน เดือน ปีเกิด

9 ตุลาคม 2541

ที่อยู่

167 ม.6 ต.ชุมพล อ.ศรีนครินทร์

จ.พัทลุง 93000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2562 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง จังหวัดพัทลุง

Tel. 087-2724900

Email. 62201208@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้