การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการจาลองกรณีศึกษาของระบบไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

สมเกียรติ ทองแก้ว
ณัฐพงศ์ พันธุนะ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายได้ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2561
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง	การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการจาลอง กรณีศึกษาของระบบไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้แต่ง	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมเกียรติ ทองแก้ว ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ พันธุนะ
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นสือการเรียนการสอนระบบการทางานของเครื่องปรับอากาศ และการจาลองการวิเคราะห์ปัญหาระบบภายในเครื่องปรับอากาศทีมีอยู่ในปัจจุบันโดยโครงงานนี้ได้ทาการจาลองแบบระบบการทางานของเครื่องปรับอากาศจริงและนาไปปรับปรุงแก้ไขบางส่วนเพื่อให้เหมาะกับการนาไปใช้ในการสอน

ผู้จัดทำงานวิจัยนี้ได้นาไมโครคอนโทรลเลอร์ arduino มาใช้ในการควบคุมระบบการทางานต่าง ๆ โดยการเริ่มจากการศึกษาระบบการทางานของเครื่องปรับอากาศอย่างละเอียด จนเข้าใจแล้วจึงทาการเขียนไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทางานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เหมือนกับระบบการทางานเครื่องปรับอากาศ เมื่อระบบเกิดปัญหาทางานผิดปกติ ก็จะให้ผู้ใช้งานวิเคราะห์ปัญหาอาการเสียของเครื่องปรับอากาศเบื้องต้น ชุดทดลองจะมีการแสดงผลจากแรงดันและกระแส ตามจุดต่อต่าง ๆ ของชุดวิเคราะห์ปัญหาเครื่องปรับอากาศ เมือวิเคราะห์อาการเสียเรียบร้อย จะให้ผู้วิเคราะห์แก้ไขปัญหาทีผิดปกติโดยการต่อสายหรือกดปุ่มเปลี่ยนอุปกรณ์ของเครื่องปรับอากาศ

ผลการทาโครงงานชุดวิเคราะห์ปัญหาเครื่องปรับอากาศ โดยการทดสอบจะให้ทาการวัดจุดๆต่างของชุดวิเคราะห์เครื่องปรับอากาศ และอ่านปริมาณแรงดัน กระแส และปริมาณน้ายาในระบบ เพื่อนาไปวิเคราะห์อาการผิดปกติและเลือกใช้วิธีการแก้ไข้ปัญ หาจากชุดระบบทีจัดทาขึ้นโดยสามารถแสดงการแก้ปัญหาได้ว่าผู้วิเคราะห์ตอบถูกหรือไม่โดยมีหลอดไฟ LED บอกสถานะความถูกต้อง

จากการทดลองประสิทธิภาพโดยนาชุดสาธิตการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการจาลองกรณีศึกษาของระบบไฟฟ้าในระบบปรับอากาศให้ผู้ที่มีประสบการณ์ด้านเครื่องปรับอากาศมาทดสอบจานวน 10 คน สามารถวิเคราะห์ขอบเขตการแก้ปัญหาได้ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80 ของจานวนปัญหา ซึ่งได้ความเชื่อมั่นของชุดสาธิตการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการจาลองกรณีศึกษาของระบบไฟฟ้าในระบบปรับอากาศยอมรับได้

Project Reprot Air Conditioner Simulation Design and Effective Estimation
Asst.Prof.Somkieat Thongkeaw
Asst.Prof.Dr.Nattapng Phanthuna
Degree of Bachelor of Engineering
Department of Electrical Engineering
Academic Year 2018

Abstract

This project is intended as a teaching medium, air conditioning system, and simulation of air conditioning system problems. Some of them have been modified to suit their teaching needs.

Arduino microcontrollers are used to control the system. By starting the study of the air conditioning system thoroughly. The microcontroller is written to control the operation of devices like the air conditioning system when the system malfunction. It will be used to analyze the problems of air conditioning. The experimental set will display the voltage and current. The connection points of the air conditioning problem analysis. When the symptoms are bad. The analyst can solve the problem by connecting or pressing the button of the device.

The results of the project. The test will measure the difference of the air conditioning unit. And read the amount of current and volume in the system. To diagnose abnormalities and choose a solution to the problem from the kit system that can be displayed to solve the problem that the analyst was correct or not, with the LED status light.

Based on the performance test, a demonstration kit for the demonstration of efficiency of the air conditioning system was provided to 10 experienced air conditioning technicians. 80's of issues. The reliability of the demonstration set, and the efficiency of the simulator case study of the electrical system in air conditioning systems is acceptable.

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	I
กิตติกรรมประกาศ	IV
สารบัญ	V
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูปภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนา	
1.1 ความเป็นมาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 นิยายศัพท์	2
1.6 แผนการดาเนินงาน	3
1.7 กรอบแนวความคิด	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 บทนา	4
2.2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	4
2.3 ประวัติและที่มาเครื่องปรับอากาศ	5
2.4 ส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศ	7
2.5 หลักการทางานของเครื่องปรับอากาศ	8
2.6 ชนิดของเครื่องปรับอากาศ	10
2.7 เครื่องปรับอากาศเบอร์ 5	10
2.8 ประวัติ วิวัฒนาการ ของสารทาความเย็น น้ายาแอร์ที่เราใช้กัน	14
2.9 Arduino	16
2.10 ประวัติของ Arduino	25
2.11 ผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 วิธีดาเนินการ	
3.1 บทนา	30
3.2.ระบบการทางาน	47
3.3 การทางาน	48
3.4 วงจรการทางาน	50
บทที่4 ผลการทดลอง	
4.1 บทนา	54
4.2 การทดสอบการทางานของอุปกรณโครงงานเบื้องต้น	54
4.3 สุ่มการทดสอบการวิเคราะห์ระบบสร้างปัญหา	55
บทที่ 5 สรุปผลโครงงานและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	56
5.2 จุดเด่นของโครงการ	56
5.3 ปัญหาและอุปสรรค	56
5.4 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา	57
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ข้อมูลอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในโครงงาน	
ภาคผนวก ข การใช้งานโปรแกรม ARDUINO เวอร์ชั่น 1.8.5	
ภาคผนวก ค โค้ดที่ใช้ในการเขียนระบบใน Arduino	
ประวัติผู้จัดทำ	

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1.1 แผนการดาเนินงาน	3
ตาราง 2.1 ระดับประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 ชนิด Fixed speed	11
ตาราง 2.2 ระดับประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 ชนิด Variable speed/Inverter	11
ตาราง 2.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพ	12
ตาราง 2.4 เลือกเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับขนาดของห้อง	13
ตารางที่ 2.5 เปรียบเทียบคุณสมบัติของบอร์ด Arduino แต่ละรุ่น	25
ตาราง 3.1 แสดงอาการเสียในระบบ	47-48
ตารางที่ 4.1 บันทึกการทดลอง	53
ตารางที่ 4.2 สุ่มการทดสอบการวิเคราะห์ระบบสร้างปัญหา	54

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	**หน้า**
รูปที่ 2.1 เครื่องปรับอากาศเครื่องแรกของโลก	5 รูป
ที่ 2.2 Willis Haviland Carrier	6 รูป
ที่ 2.3 ส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศ	7 รูป
ที่ 2.4 การทางานของเครื่องปรับอากาศ	9 รูป
ที่ 2.5 ตัวอย่างเครื่องปรบอากาศเบอร์ 5	13
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างสารทาความเย็นแต่ละชนิด	14
รูปที่ 2.7 ODP (Ozone Depletion potential)	14
รูปที่ 2.8 สัญลักษณ์ การงดใช้สาร CFC	15
รูปที่ 2.9 บอร์ด arduino ต่อกับ LED	16
รูปที่ 2.10 บอร์ด arduino ต่อกับ XBee Shield	16
รูปที่2.11 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino	17
รูปที่ 2.12 เลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการ upload	17
รูปที่ 2.12 เลือกหมายเลข Comport ของบอร์ด	18
รูปที่ 2.14 ส่วนประกอบของบอร์ด Arduino	18
รูปที่ 2.15 ตัวอย่างบอร์ด Arduino แต่ละชนิด	19
รูปที่ 2.16 ตัวอย่างบอร์ด Arduino Uno R3	19
รูปที่ 2.17 ตัวอย่างบอร์ด Arduino Uno SMD	20
รูปที่ 2.18 ตัวอย่างบอร์ด Arduino Mega 2560 R3	20
รูปที่ 2.19 ตัวอย่างบอร์ด Arduino Mega ADK	21
รูปที่ 2.20 ตัวอย่างบอร์ด Arduino Leonardo	22
รูปที่ 2.21 ตัวอย่างบอร์ด Arduino Mini 05	22
รูปที่ 2.22 ตัวอย่างบอร์ด Arduino Pro Mini 328 3.3V	23
รูปที่ 2.23 ตัวอย่างบอร์ด Arduino Ethernet with PoE module	23
รูปที่ 2.24 ตัวอย่างบอร์ด Arduino Ethernet without PoE module	24
รูปที่ 2.25 ตัวอย่างบอร์ด Arduino Due	24
รูปที่ 2.26 ตัวอย่าง arduino รุ่นแรก	26
รูปที่ 2.27 ภาพแสดงการวิวัฒนาการของ arduino	27

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	**หน้า**
รูปที่ 3.1 การออกแบบขนาดโปรเจคเริ่มต้น	30
รูปที่ 3.2 การวางอุปกรณ์ตามแบบ	31
รูปที่ 3.3 เหล็กฉากเอนกประสงค์	31
รูปที่ 3.4 สว่าน	32
รูปที่ 3.5 อะคริลิค	33
รูปที่ 3.6 แสดงการดาเนินงาน	33
รูปที่ 3.7 แสดงการดาเนินงาน	34
รูปที่ 3.8 แสดงการดาเนินงาน	34
รูปที่ 3.9 แสดงการดาเนินงาน	35
รูปที่ 3.10 แสดงการดาเนินงาน	35
รูปที่ 3.11 แสดงการดาเนินงาน	36
รูปที่ 3.12 แสดงการดาเนินงาน	36
รูปที่ 3.13 ภาพแสดงการต่อวงจร	37
รูปที่ 3.14 ภาพแสดงการต่อวงจร	37
รูปที่ 3.15 ภาพแสดงการต่อวงจร	38
รูปที่ 3.16 ภาพแสดงการต่อวงจร	38
รูปที่ 3.17 ภาพแสดงการต่อวงจร	39
รูปที่ 3.18 ภาพแสดงการต่อวงจร	39
รูปที่ 3.19 ภาพแสดงการต่อวงจร	40
รูปที่ 3.20 ภาพแสดงการต่อวงจร	40
รูปที่ 3.21 ภาพแสดงการต่อวงจร	41
รูปที่ 3.22 ภาพแสดงการต่อวงจร	41
รูปที่ 3.23ภาพแสดงการต่อวงจร	42
รูปที่ 3.24 ภาพแสดงการต่อวงจร	42
รูปที่ 3.25 ภาพแสดงการต่อวงจร	43
รูปที่ 3.26 ภาพแสดงการต่อวงจร	43
รูปที่ 3.27 ภาพแสดงการต่อวงจร	44

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	**หน้า**
รูปที่ 3.28 ภาพแสดงการต่อวงจร	45
รูปที่ 3.29 ภาพแสดงการต่อวงจร	46
รูปที่ 3.30 ภาพแสดงการต่อวงจร	46
รูปที่ 3.31 ภาพแสดงการทางานflowchart	47
รูปที่ 3.32 วงจรเครื่องปรับอากาศ	50
รูปที่ 3.33 แสดงหน้าตู้สาธิตกรณีศึกษา	50
รูปที่ 3.34 ส่วนประกอบของหน้าตู้สาธิตกรณีศึกษา	51
รูปที่ 3.35 ส่วนประกอบของหน้าตู้สาธิตกรณีศึกษา	52
รูปที่ 3.36 ส่วนประกอบของหน้าตู้สาธิตกรณีศึกษา	52
รูปที่ 3.37 วงจรการทางานของโครงงานชุดวิเคราะห์เครื่องปรับอากาศ	53

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

ปัจจุบันการนาเทคโนโลยีสือต่างๆ เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนทีเริมมีบทบาทสาคัญ โดยการนาเสนอผ่านการเขียน การพูด เครืองฉาย แต่การเรียนการสอนปัจจุบันการศึกษามีการเคลือนไหวทั้งในด้านการพัฒนาคิดค้นสิงประดิษฐ์เครืองมืออุปกรณ์สือวิธีการต่างๆ และการนาเทคโนโลยีเข้ามาช่วยผู้สอนสร้างแรงจูงใจกับการถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียนให้บรรลุถึงจุดหมายได้อย่างรวดเร็วให้มีประสิทธิภาพอย่างหนึงก็คืออุปกรณ์ชุดสาธิตการจาลองกรณีศึกษา ซึ่งเป็นสือกลางนาความรู้ไปสู่ผู้เรียน ทาให้การเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

โครงการนี้ได้มีแนวความคิดในการสร้างชุดสาธิตการจาลองกรณีศึกษา เพื่อนาเสนอเป็นสื่อการเรียนรู้และวิเคราะห์แก้ไขปัญหาต่างๆ ทีเกิดขึนได้อย่างมีประสิทธิภาพในการเรียนการสอน ซึงหลักการทางานของวงจรไฟฟ้าและวัฏจักรการทางานของเครื่องปรับอากาศนั้นมีความสลับซับซ้อนในระบบ ประกอบด้วยอุปกรณ์การทางานจานวนมากทั้งในระบบไฟฟ้าและระบบทางกล การทีจะสร้างกรณีศึกษาของปัญหาให้เกิดขึนกับระบบปรับอากาศจริง อาจจะทาให้อุปกรณ์เกิดความเสียหายและเกิดอันตรายแก่ผู้เรียนได้ ดังนั้นชุดวิเคราะห์ปัญหาเครืองปรับอากาศจึงเป็นสือการเรียนการสอนทีเหมาะสมทีจะนาไปใช้กับนักศึกษาทั้งระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพและระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่ต้องการความรู้และทักษะขั้นพื้นฐาน

ดังนั้นด้วยเหตุผลทีได้กล่าวมาข้างต้นทางคณะผู้จัดทาจึงได้ สร้างชุดวิเคราะห์ปัญหาเครื่องปรับอากาศโดยจะมีการสาธิตจาลองปัญหาทีเกิดขึนในระบบการทางานของเครืองปรับอากาศและวงจรไฟฟ้าในเครืองปรับอากาศ เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้และวิเคราะห์ปัญหาทีเกิดขึนในระบบของเครืองปรับอากาศและฝึกปฏิบัติซ่อมแซมและวิเคราะห์ปัญหาทีจะเกิดขึนในชุดจาลองทีเกียวกับเครืองปรับอากาศ โดยในชุดสาธิตการจาลองกรณีศึกษา ดังกล่าวจะมุ่งเน้นให้นักศึกษาเรียนรู้หลักการวิเคราะห์ระบบการทางานของเครืองปรับอากาศและเสริมสร้างทักษะในการตรวจซ่อมและแก้ไขข้อขัดข้องในระบบต่าง ๆ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1 เพื่อสร้างชุดสาธิตการจาลองกรณีศึกษา

2 เพื่อศึกษาการจาลองกรณีศึกษาของการทางานในเครื่องปรับอากาศ

3 เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอนสาหรับนักศึกษาและผู้ทีสนใจ

1.3 ขอบเขต

1. สร้างชุดสาธิตการจาลองกรณีศึกษาของระบบไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ
2. ศึกษาวิเคราะห์ปัญหาการผิดปกติที่เกิดในระบบปรับอากาศ
3. ศึกษาวิธีการแก้ไขอาการผิดปกติที่เกิดในระบบปรับอากาศ

1.4 ประโยชน์ที่คำดว่าจะได้รับ

1 ได้ชุดวิเคราะห์สาธิตการจาลองกรณีศึกษาของระบบไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

2 ได้เรียนรู้วิธีการตรวจซ่อมแก้ไขข้อขัดข้องในระบบต่างๆของระบบปรับอากาศ

3 ได้ข้อมูลและแนวทางในการแก้ไขปัญหาในระบบปรับอากาศ

1.5 นิยำยศัพท์

1. EVAPPORATOR คือเครื่องระเหย ภาษาช่างเรียกวา คอยล์เย็น การทางานของมันคือ ดูดความร้อน จากภายในห้อง โดยมีมอเตอร์พัดลมเป็นตัวดูดเข้ามา ผ่านช่องทีเรียกว่า RetumAir ซึงมี Filter เป็นตัวกรองฝุ่นให้ก่อน

2. COMPRESSOR คือเครืองอัดไอ การทางานหรือหน้าทีของมันคือ ดูดไอ (แรงดันต่า) ซึงเกิดจากการระเหยภายในคอยล์เย็น

3. CONDENSER คือเครืองควบแน่น ภาษาช่างเรียกว่า คอยล์ร้อน หน้าทีของมันคือรับไอร้อนทีถูก COMPRESSOR อัดจนร้อนและมีอุณหภูมิสูง เข้ามาในแผงพื้นทีของมันจากไอทีมีอุณหภูมิสูง เมื่อมาเจอกับอากาศภายในห้อง ซึงมีอุณหภูมิต่ากว่าความร้อนจึงถูกถ่ายเทออกไป

4. CAPILLARY TUBE คือ ท่อลดแรงดันหรือท่อรูเข็ม หรือภาษาช่างเรียกวา แคปทิว ทาหน้าทีของมันคือลดแรงดันของน้ายาแอร์ (ของเหลว) จากทีถูกระบายความร้อนแล้ว ยังมีอุณหภูมิสูง-แรงดันสูง เมื่อมาเจอท่อรูเข็มทาให้ของเหลวอันผ่านได้น้อย ทาให้ของเหลวนั้นมีอุณหภูมิลดลง และแรงดันลดลง

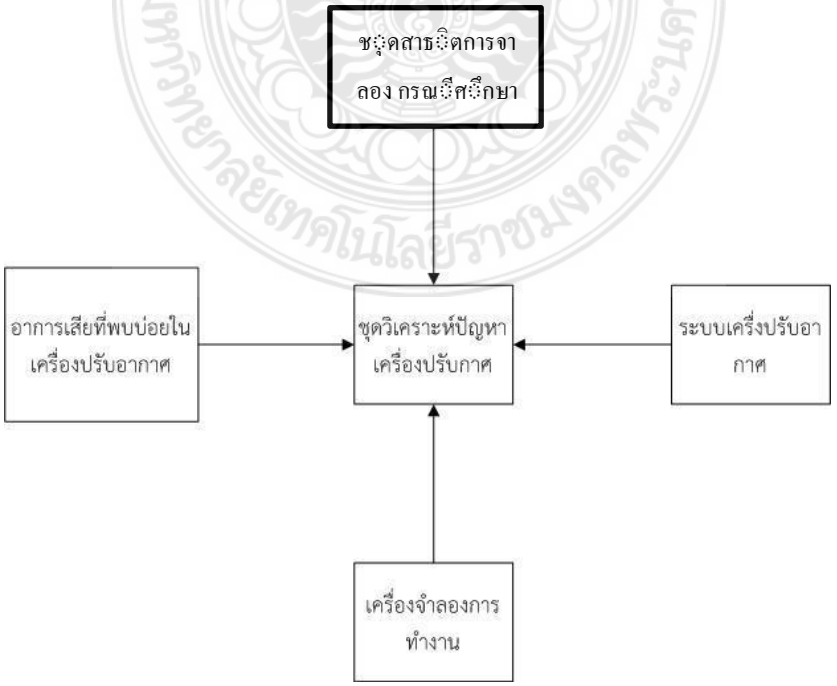
5. คอมเพรสเซอร์คือ เครืองอัด อุปกรณ์ทีเพิ่มความดันของสารความเย็นทีอยู่ในสภาวะทีเป็นไอ คอมเพรสเซอร์จะดูดน้ายา ทีเป็น ซูเปอร์ฮีตแก๊สความดันต่า และอุณหภูมิต่าจากอีวาพอเรเตอร์ผ่านเข้ามาทางท่อซักชัน เข้ายังทางดูดของคอมเพรสเซอร์แล้วอัดแก๊สนีให้มีความดันสูง

1.6 แผนกำรดำเนินงำน

รายละเอียดกิจกรรม	ความก้าวหน้าของโครงการ / เดือน									
	พ.ค	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1.ศึกษาเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	←	→								
2.ออกแบบการวิจัย		←	→							
3.สร้างเครื่องและทดลองใช้งาน			←	—	—	—	—	—	—	→
4.เก็บและรวบรวมข้อมูล						←	→			
5.ประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล							←	→		
6.เขียนรายงานการวิจัย								←	→	
7.จัดทาเป็นรูปเล่ม									←	→

ตารางที่ 1.1 แผนการดาเนินงาน

1.7 กรอบแนวควำมคิด



บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนา

ในปัจจุบันทฤษฎีและหลักการทางานของอุปกรณ์ต่าง ๆมีส่วนให้ศึกษาหาความรู้ในด้านต่าง ๆเป็นอย่างมากในวิชาเครื่องปรับอากาศยังมีอุปกรณ์ทีเกียวกับการศึกษาในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ เพือให้นักศึกษาได้หาความรู้ในอุปกรณ์และเข้าใจหลักการทางานและการซ่อมแซมแก้ไขอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในเครื่องปรับอากาศจะช่วยให้นักศึกษาได้รับความรู้และความเข้าใจอย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การทาความเย็น หมายถึง กระบวนการในการดึงความร้อนออกจากสิ่งใดสิ่งหนึ่งมีผลให้อุณหภูมิลดลง โดยปกติจะหมายถึง ขบวนการเก็บรักษาอาหารการขจัดความร้อนจากวัตถุในอุตสาหกรรม ทางเคมีปิโตรเลียม ปิโตรเคมีและการทาความเย็นและการทาความเย็นในรูปแบบอืนๆ ในวงการอุตสาหกรรม เช่น การแช่แข็ง เป็นต้น

การปรับอากาศ หมายถึง การปรับสภาวะอากาศให้ได้ตามเงื่อนไขที่ต้องการ โดยปกติจะมีความหมายกินความมากกวาการทาให้อากาศเย็น แต่จะหมายรวมถึงการควบคุมอุณหภูมิ และ ความชื้น การควบคุมคุณภาพและความสะอาดของอากาศ การควบคุมการไหลเวียนของอากาศระดับเสียง ในพื้นที่ปรับอากาศ ทังนี้เพื่อจุดประสงค์เฉพาะอย่าง ได้แก่

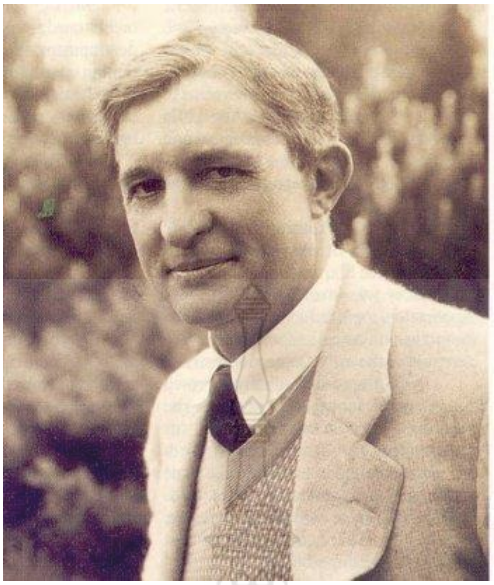
1. เพื่อความสุขสบายต่อผู้อาศัยหรือปฏิบัติงานในบริเวณนั้น ๆ โดยความสุขสบายที่กล่าวถึงนี้จะหมายถึงความสุขสบายของคนส่วนใหญ่ทั้งนี้เพราะแต่ละคนจะรู้สึกสบายในสภาวะอากาศแตกต่างกัน
2. เพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์บางชนิดต้องการความเที่ยงตรงสูงจะมีการนาระบบปรับอากาศมาช่วย เช่น อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรมสิ่งทออุตสาหกรรมผลิตลูกกวาด เป็นต้น
3. เพื่อวัตถุประสงค์พิเศษ เช่น การผลิต และเก็บรักษายา การปรับอากาศในห้องผ่าตัดและ ICU ที่ต้องการความสะอาดสูง การปรับอากาศ ในห้องดมยาสลบที่ต้องการการหมุนเวียนอากาศที่ดี

2.3 ประวัติและที่มาเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศถือเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งภายในบ้าน , สานักงาน, โรงงานอุตสาหกรรม ฯลฯ ที่จาเป็นสาหรับการปรับอุณหภูมิในพื้นทีนั้นๆให้คนทีอยู่อาศัยเกิดความสบายและสามารถอาศัย , ทางาน, พักผ่อน อยู่ได้ และพัฒนาสู่การรักษาอุณหภูมิสาหรับสิ่งของ, ยา, อาหาร หรืออืนๆที่ต้องการยืดอายุให้นานขึ้น ย้อนกลับเมือปี ค.ศ.1902 หรือเมือกว่าร้อยกว่าปีทีแล้วทีเป็นจุดกาเนิดของเครื่องปรับอากาศเครื่องแรกของโลก

รูปที่ 2.1 เครื่องปรับอากาศเครื่องแรกของโลก

Willis Haviland Carrier คือวิศวกรเครื่องกลผู้ทีประดิษฐ์คิดค้นเครื่องปรับอากาศขึ้นเป็นครั้งแรกในโลกในปี ค.ศ.1902 เมือเขาได้รับหมอบหมายให้แก้ไขปัญหาเครื่องพิมพ์ภาพสีของโรงพิมพ์ Sackett-Wilhelms Lithographing & Publishing (ตั้งอยู่ในเมือง Buffalo รัฐ New York ประเทศสหรัฐอเมริกา) ที่ไม่สามารถพิมพ์ภาพสีให้ออกมาได้สีตามทีต้องการเพราะในโรงพิมพ์ความชื้นสูงดังนั้นหน้าทีของ Carrier ก็คือจะต้องกาจัดความชื้นนั้นออกไปซะ



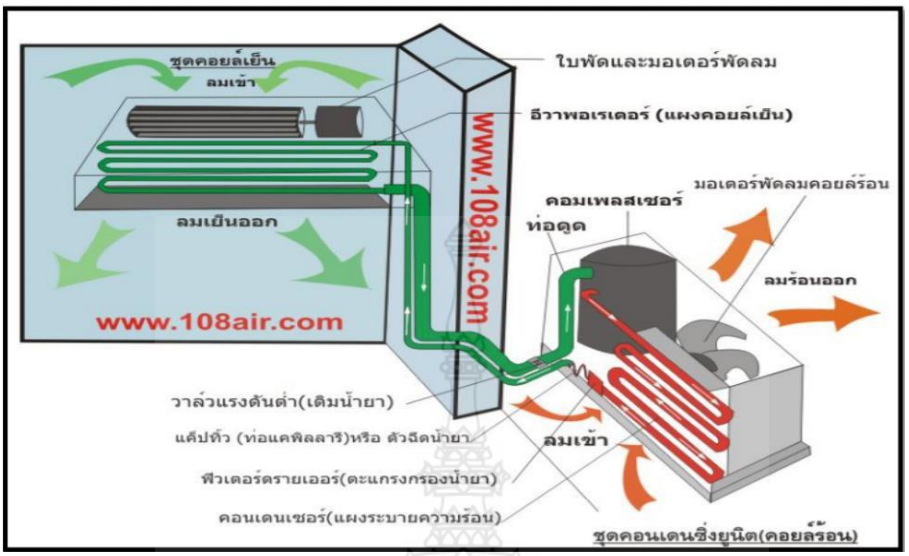
รูปที่ 2.2 Willis Haviland Carrier

Carrier พยายามคิดหาวิธีอยู่นานและเขาก็คิดออก เมื่อยืนอยู่ที่สถานีท่ามกลางอากาศหนาวเย็นและหมอกลงจัดในฤดูหนาว “หมอกก็คือไอน้ำที่จับตัวกัน” เมื่ออากาศเย็นนั้นเอง ดังนั้นการจะลดความชื้นหรือลดไอน้ำในอากาศก็ต้องทาให้มันจับตัวกันและกลั่นเป็นน้ำ คิดได้ดังนั้น Carrier จึงรู้ได้ว่าจะต้องทาให้อากาศเย็นลงแล้วดึงเอาไอน้ำมาควบแน่นให้เป็นน้ำ และส่งอากาศเย็นที่มีความชื้นที่ลดลงเข้าในโรงพิมพ์ เพื่อเครื่องพิมพ์จะสามารถพิมพ์ภาพสีออกมาได้ตามสีที่ต้องการ Carrier “เครื่องปรับอากาศ” หรือ “Air conditioning” และสร้างมันขึ้นมาเพื่อการนี้โดยเฉพาะ โดยทางานของเครื่องปรับอากาศเครื่องนี้ก็มีพื้นฐานที่อยู่ 4อย่างที่จะต้องทาให้ได้คือ

สามารถควบคุมความชื้นได้(Control Humidity) สามารถควบคุมอุณหภูมิได้(Control temperature) สามารถควบคุมการไหลเวียนของอากาศได้(Control air circulation and ventilation) สามารถควบคุมความสะอาดของอากาศได้(Control air quality)

หลังจากการติดตั้ง และทดสอบเดินเครื่องปรับอากาศเครื่องแรกของโลกที่โรงพิมพ์ภาพสี Sackett-Wilhelms Lithographing & Publishing แล้วสิ่งประดิษฐ์ของ Carrier ได้รับการจดสิทธิบัตรในปี คศ.1906 และมีชื่อเรียกว่า “Apparatus for Treating Air” หรือเครื่องสาหรับรักษาอากาศ นั้นแหละเป็นที่มาของเครื่องปรับอากาศเครื่องแรกของโลกและหลังจากนั้น Willis Haviland Carrier ก็ได้คิดค้นทฤษฎีเกี่ยวกับการปรับอากาศความชื้น ให้วิศวกรรุ่นหลังได้ศึกษาเล่าเรียน และเขาได้ประดิษฐ์สิ่งอื่นๆอีกมากมายจนก่อตั้งบริษัทเป็นของตัวเองชื่อว่า Carrier Engineering Corporation และผลิตเครื่องปรับอากาศยี่ห้อ Carrier (แคร์เรียร์) สาหรับติดตั้งในบ้านเรือน, ที่อยู่อาศัย, สานักงาน, มียอดจาหน่ายสูงสุดในอเมริกาและส่งออกไปทั่วโลก

2.4 ส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศ เครื่องปรับอากาศมี

ส่วนประกอบสาคัญ 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนประกอบภายนอกเครื่อง คือ ส่วนทีเรามองเห็นโดยทีไม่ได้ถอดชิ้นส่วนของเครื่องปรับอากาศและ ส่วนประกอบภายในเครื่อง คือ ส่วนทีจะเห็นเมือถอดชิ้นส่วนของเครื่องปรับอากาศออก

ส่วนประกอบภายนอก ส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศจะแตกต่างกันตามแบบและรุ่นของเครื่องปรับอากาศนั้นๆในหน่วยการเรียนนีจะอธิบายเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดติดผนัง ดังนี้

1. ฝาครอบเครื่องปรับอากาศมีลักษณะเป็นตะแกรงเพื่อให้อากาศที่ดูดจากใบพัดส่งลมเย็นไหลผ่าน

2.แผงกรองอากาศติดตั้งอยู่ด้านหลังฝาครอบเครื่องปรับอากาศ ใช้เพื่อกรองฝุ่น ละอองที่ปะปนอยู่ในอากาศ เครื่องปรับอากาศบางรุ่นจะมีสารฟอกอากาศอยู่ที่แผงกรองอากาศนี้

3. แผ่นเกล็ดกระจายลมเป็นอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนของเครื่องปรับอากาศที่สามารถปรับเปลี่ยนทิศทางลมขึ้น ลง ด้านซ้าย และด้านขวาได้ เพื่อกาหนดทิศทางของลมเย็นที่ออกมาจากเครื่องปรับอากาศ

4. สวิตช์เปิดและปิดส่วนใหญ่เครื่องปรับอากาศจะเปิดสวิตช์นี้ค้างไว้เพื่อรับคาสั่งการเปิดและปิดจากรีโมทคอนโทรล ดังนั้นสวิตช์เปิดและปิดจึงมักติดตั้งอยู่หลังฝาครอบเครื่องปรับอากาศ

5. ตัวรับสัญญาณรีโมทคอนโทรลเครื่องปรับอากาศส่วนใหญ่ในปัจจุบันสั่งงานด้วยสัญญาณจากรีโมทคอนโทรลเพือให้สะดวกในการสังงาน ตัวรับสัญญาณรีโมทคอนโทรลจึงเป็นอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนของเครื่องปรับอากาศที่สาคัญชิ้นหนึ่ง

6. ไฟแสดงการทางาน ลักษณะไฟจะแตกต่างกันไปตามประเภทและรุ่นของเครื่องปรับอากาศ ปกติแล้วจะมี 3 ดวง คือไฟสีแดงแสดงสภาวะเครื่องทางาน (Power) ไฟสีส้มแสดงสภาวะในขณะที่

คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศไม่ทางานแต่ใบพัดส่งลมเย็นทางานอยู่ (Sleep) และไฟสีเหลืองแสดงสภาวะการตั้งเวลาของเครื่องปรับอากาศ (Time)

7. ช่องอากาศออก มีลักษณะเป็นตะแกรงอยู่ที่เครื่องปรับอากาศภายนอกอาคารเป็นช่องระบายอากาศที่ถูกพัดลมดูดอากาศจากอีกด้านหนึ่งพัดผ่านแผงท่อระบายความร้อนออกมา

8. ท่อระบายน้าทิ้งเมื่อเครื่องปรับอากาศดูดอากาศและความชื้นภายในห้องเข้ามาความชื้นเหล่านั้นจะกลั่นตัวจนกลายเป็นหยดน้าและถูกระบายออกทางท่อระบายน้าทิ้ง

ส่วนประกอบภายใน ภายในของเครื่องปรับอากาศจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนที่สาคัญดังนี้

1. ท่อนาสารทาความเย็น (Refrigerant Pipe) แบ่งออกเป็น 2 ท่อ ทาหน้าที่ ส่งสารทาความเย็นเข้าสู่แผงทาความเย็นของเครื่องปรับอากาศส่วนทีอยู่ภายในอาคาร และนาสารจากแผงทาความเย็นไปยังคอมเพรสเซอร์ที่อยู่ภายนอกอาคาร

2. แผงท่อทาความเย็น(Cooling coil) มีลักษณะเป็นตะแกรงติดตั้งอยู่ด้านหน้าของเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร ภายในแผงท่อทาความเย็นจะมีสารทาความเย็นไหลเวียนอยู่เพื่อรับลมจากใบพัดส่งลมเย็นและส่งไปยังแผ่นเกล็ดกระจายลม

3. มอเตอร์(Motor) มีหน้าที่หมุนใบพัดส่งลมเย็นเพื่อให้เกิดแรงลม

4. ใบพัดส่งลมเย็น(Blower) ต่อเชื่อมกับมอเตอร์สาหรับพัดส่งลมเย็นไปยังแผงท่อทาความเย็น

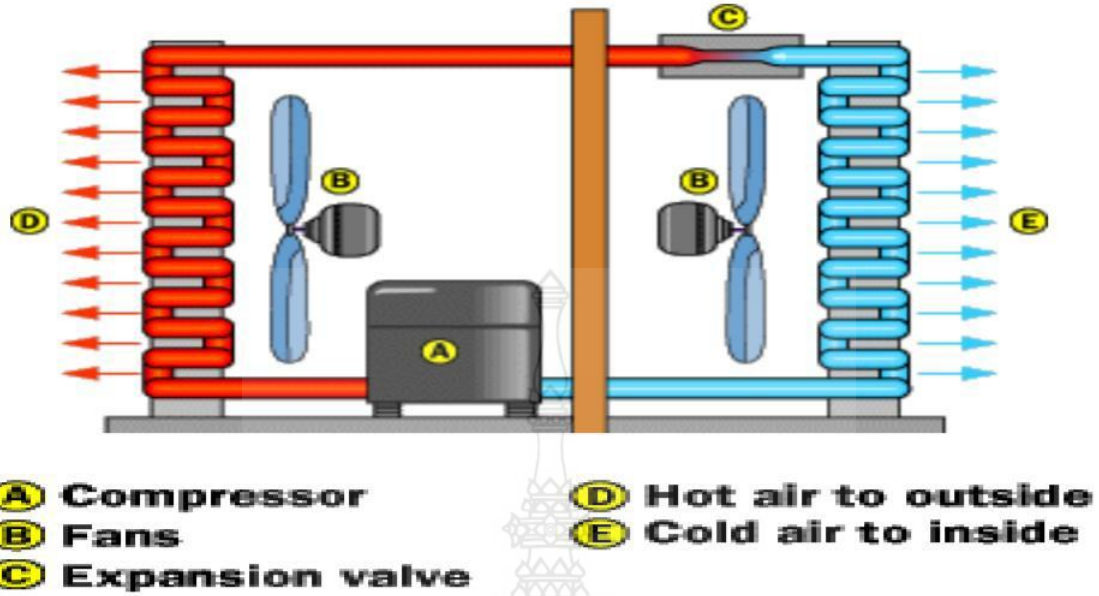
5.คอมเพรสเซอร์(Compressor) ติดตั้งอยู่ทีเครื่องปรับอากาศภายนอกอาคารทาหน้าทีรับสารทาความเย็นที่อยู่ในสภาพเป็นไอจากเครื่องปรับอากาศภายในอาคารและอัดไอจากสารทาความเย็นไปยังแผงท่อระบายความร้อนต่อไป

6. แผงท่อระบายความร้อน(Condensing coil) ต่อเชื่อมกับคอมเพรสเซอร์มีลักษณะเป็นท่อตะแกรง ภายในมีสารทาความเย็นที่ส่งมาจากคอมเพรสเซอร์ไหลเวียนอยู่

7. พัดลมระบายความร้อน(Condensing fan) อยู่ด้านหลังแผงท่อระบายความร้อนทาหน้าทีดูดอากาศภายนอกอาคารเข้ามาผ่านผ่านแผงท่อระบายความร้อนเพื่อให้สารทาความเย็นเย็นลงและกลันตัวกลายเป็นของเหลวอีกครั้งหนึ่ง

2.5 หลักการทางานของเครื่องปรับอากาศ

การนาเอาความร้อนจากที่ที่ต้องการทาความเย็น(โดยทั่วไปคือภายในอาคาร)ถ่ายเทไปสู่ที่ทีไม่ต้องการทาความเย็น (นอกอาคาร) โดยผ่านตัวกลางคือสารทาความเย็นหรือทีเรียกกันว่าน้ายา ซึงจะมีลักษณะการทางานดังรูป



รูปที่ 2.4 การทางานของเครื่องปรับอากาศ

เมือทาการเปิดเครื่องปรับอากาศ สารทาความเย็นซึงเป็นของเหลวในปริมาณทีพอเหมาะจะไหลผ่านอุปกรณ์ป้อนสารทาความเย็นเข้าไปยังแผงท่อทาความเย็นซึงติดตั้งอยู่ภายในห้องพัดลมส่งลมเย็นจะดูดอากาศร้อนและชืนภายในห้องผ่านแผ่นกรองอากาศ ซึงติดตั้งอยู่ด้านหน้าของแผงท่อทาค วามเย็น เพือกรองเอาฝุนละอองขนาดใหญ่ออกไป จากนันอากาศร้อนชื้นจะคายความร้อนให้แก่สารทาความเย็นภายในแผงท่อทาความเย็น ทาให้มีอุณหภูมิและความชื้นลดลงและถูกพัดลมส่งลมเย็นกลับเข้ามาสู่ห้องอีกครั้งหนึ่ง โดยผ่านแผ่นเกล็ดกระจายลม เพื่อให้ลมเย็นแพร่ไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของห้องอย่างทั่วถึง สาหรับสารทาความเย็นเหลวภายในแผงท่อทาความเย็นเมื่อได้รับความร้อนจากอากาศภายในห้องจะระเหยกลายเป็นไอ และไหลเข้าสู่คอมเพรสเซอร์ ซึงไอที่ได้นี้จะถูกส่งต่อไปยังแผงท่อระบายความร้อนซึ่งติดตั้งอยู่นอกอาคาร พัดลมระบายความร้อนจะดูดอากาศภายนอกมาระบายความร้อนออกจากสารทาความเย็น ทาให้ไอสารทาความเย็นกลันตัวกลับเป็นของเหลวอีกครั้งหนึ่ง และไหลออกจากแผงท่อระบายความร้อนไปสู่อุปกรณ์ป้อนสารทาความเย็นวนเวียนเป็นวัฏจักรเช่นนี้ตลอดเวลาจนกว่าอุณหภูมิในห้องจะถึงระดับทีต้งไว้ อุปกรณ์ ควบคุม อุณหภูมิก็จะส่งสัญ ญาณให้เครืองคอมเพรสเซอร์หยุดทางานชัวขณะหนึง จึงประหยัดไฟฟ้าส่วนทีป้อนให้คอมเพรสเซอร์ทางานได้ แต่พัดลมส่งลมเย็นยังคงทาหน้าทีส่งลมให้ภายในห้อง จนเมืออุณหภูมิในห้องให้คอมเพรสเซอร์ทางานโดยอัดสารทาความเย็นป้อนเข้าไปในแผงท่อทาความเย็นใหม่ดังนันถ้าเพิมสูง กว่าระดับทีตั้งไว้อุปกรณ์ควบคุมก็จะส่งสัญญาณไม่ให้เย็นจนเกินไป ก็จะช่วยประหยัดค่าไฟได้ ซึ่งตามปกติควรตั้งไว้ที่ 25 C

2.6 ชนิดของเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศที่ใช้ตามบ้านทั่วไป มักมีขนาดการทาความเย็นระหว่าง 9,000 - 30,000 บีทียู/ชม. (Btu/h) หรือ 0.75-2.5 ตันความเย็น (1 ตันความเย็น = 12,000 บีทียู/ชม.) เครื่องปรับอากาศที่นิยมใช้กันมี 2 ชนิด คือ

2.6.1 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (split Type) ตัวเครื่องแบ่ง เป็น 2 ส่วน คือ

1.) ส่วนที่อยู่ภายในห้องเรียกว่า แฟนคอยล์ยูนิต (Fan Coil Unit) มีหน้าทีทาความเย็น ประกอบด้วยพัดลมส่งลมเย็น แผ่นกรองอากาศ หน้ากากพร้อมเกล็ด กระจายลมเย็น

2.) อุปกรณ์ควบคุมทีติดตั้งภายนอกห้อง เรียกว่า คอนเดนซิงยูนิต(Condensing Unit) ประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์แผงท่อระบายความร้อนและพัดลมระบายความร้อนทั้งสองส่วนเชื่อม ต่อกันด้วยท่อสารทาความเย็น

2.6.2 เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง (Window Type) มีขนาดตั้งแต่ 9,000-24,000 บีทียู/ชม. เหมาะสาหรับอาคารทีเป็นตึกแถว หรือทาวน์เฮาส์ซึงไม่อาจติดตั้งคอนเดนซิงยูนิตได้เพราะไม่มีสถานทีติดตั้ง หรือสถานทีนั้นไม่เพียงพอ เช่น ความกว้างของกันสาดแคบเกินไป มักติดเครืองปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง ที่วงกบช่องแสงเหนือบานหน้าต่างห้อง

2.7 เครื่องปรับอากาศเบอร์ 5

จากความสาเร็จในการติดฉลากแสดงระดับประสิทธิภาพเบอร์ 5 บนตู"เย็นประหยัดไฟฟ้า กฟผ.ได้ใช้วิธีเดียวกันผลักดันให"เกิดเครืองปรับอากาศประหยัดไฟฟ้า เนืองจากเครื่องปรับอากาศเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าทีมีการเติบโตสูงและใช้พลังงานไฟฟ้ามากทีสุดโดยเฉพาะในช3วงฤดูร้อนทั้งในภาคทีอยู่อาศัยและภาคธุรกิจ โดยเริ่มเปิดตัวโครงการฯ เมื่อวันที่ 20 กันยายน 2538 ด้วยความร่วมมือจากบริษัทผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศ ในการกาหนดระดับประสิทธิภาพและพัฒนาเครืองปรับอากาศ เพือติดฉลากแสดงระดับประสิทธิภาพเบอร์ 5 โดยสถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (สฟอ.) เป็นหน่วยงานทดสอบค่าประสิทธิภาพ มาตรฐานที่เกี่ยวข้องในการทดสอบ

เครื่องปรับอากาศ ชนิด Fixed speed

- มอก. 1155-2557 เครื่องปรับอากาศสาหรับห้อง แบบแยกส่วน (ทดสอบ)
- มอก. 2134-2553 เครื่องปรับอากาศสาหรับห้อง : ประสิทธิภาพพลังงาน

เครื่องปรับอากาศ ชนิด Variable speed/Inverter

ISO 5151 : 2010 Non - ducted air conditioners and heat pumps – Testing and rating for performance (ทดสอบ)

ISO 16358-1 : 2013 Air-cooled air conditioners and air-to-air heat pumps –Testing and calculating methods for seasonal performance factors – part 1 :Cooling seasonal performance factor (ขอบข่ายการทดสอบและวิธีการคานวณ) ข้อกาหนดโครงการฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 ผลิตภัณฑ์ เครื่องปรับอากาศ เกณฑ์ระดับประสิทธิภาพพลังงาน

กฟผ. กาหนดระดับประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ โดยแบ่งเกณฑตามชนิดเครื่องปรับอากาศ ดังนี้

เครื่องปรับอากาศ ชนิด Fixed speed กาหนดระดับประสิทธิภาพ โดยใช้เกณฑอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (ENERGY EFFICIENCY RATIO : EER) มีหน่วยเป็น บีทียู/ชั่วโมง/วัตต์

ตาราง 2.1 ระดับประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 ชนิด Fixed speed เกณฑพลังงาน ปี ค.ศ. 2011 (พ.ศ. 2554)

ขนาดเครื่องปรับอากาศ	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (บีทียู/ชั่วโมง/วัตต์)		
	เบอร์ 3	เบอร์ 4	เบอร์ 5
ไม่เกิน 800วัตต์ (< 27296 – 409944 บีทียู / ชั่วโมง)	10.60-10.99	11.00-11.59	>11.60
มากกว่า 8000-12000 วัตต์ (>27296-40944บีทียู/ชั่วโมง)	9.60 – 10.59	10.60 -10.99	> 11.00

เครื่องปรับอากาศ ชนิด Variable speed/Inverter กาหนดระดับประสิทธิภาพ โดยใช"ประสิทธิภาพพลังงานตามฤดูกาล (SEASONAL ENERGY EFFICIENCY RATIO : SEER) มีหน่วยเป็น บีทียู/ชั่วโมง/วัตต์

ตาราง 2.2 ระดับประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 ชนิด Variable speed/Inverter ปี ค.ศ. 2015 (พ.ศ. 2558)

ขนาด เครื่องปรับอากาศ	ประสิทธิภาพพลังงานตามฤดูกาล SEER (บีทียู/ชม./วัตต์)				
	เบอร์ 1	เบอร์ 2	เบอร์ 3	เบอร์ 4	เบอร์ 5
ไม่เกิน 8000วัตต์ < 27296 บีทียู/ ชม)	12.00-12.59	12.60-13.59	13.40-14.19	14.20-14.99	>15.00
มากกว่า 8000-12000วัตต์ (> 27296 -40944 บีทียู /ชม.)	11.00-11.69	11.70-12.39	12.40-1319	13.20-12.99	>14.00

หมายเหตุ การคานวณอัตราส3วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) และ ประสิทธิภาพพลังงานตามฤดูกาล (SEER) สาหรับเครื่องปรับอากาศ ชนิด Fixed speed และ Variable speed/Inverter ตามลาดับคานวณดังนี้

- อัตราส3วนประสิทธิภาพพลังงาน Energy Efficiency Ratio (EER)

EER = ขีด ความส ามาร ถท า ความเย็น ของ เครื่อง ป ร ับอากาศ

(Btu/hr) จานวนกาลังไฟฟ้าที่เครื่องใช้ (W)

= 12,000 Btu/hr = 12 Btu/hr/W

1,000 W

- ประสิทธิภาพพลังงานตามฤดูกาล Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER)

SEER = ขี ดความ สามาร ถ ทา ความ เย็น ร วมทั้ง หมด : CSTL (kBtu/hr)

พลังงานที่ใช้ทั้งหมด : CSEC (kW)

ตาราง 2.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพ

เครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 คุ้มค่ากว่า					
ขนาด		เปรียบเทียบประสิทธิภาพ (บีทียู/ชม./วัตต์)		ผลการประหยัดที่ได้ต่อปี	
บีทียู/ชม.	ตันความเย็น	เบอร์ 5	มอก. 2134-2553	หน่วย (kwh) ประมาณ	บาทประมาณ
12000	1	12.24	9.6	787.25	3117.51
18000	1.5	11.84	9.6	1035.81	4101.81
24000	2	11.76	9.6	1340.82	5309.65
28000	2.33	11.50	9.6	1407.10	5572.17

หมายเหตุ – ตามตารางข้างต้นเป็นข้อมูลเครื่องปรับอากาศ ชนิด Fixed speed

เปรียบเทียบเครื่องปรับอากาศที่มีค3าประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์เบอร์ 5 และเครื่องปรับอากาศทีผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำตาม มอก. 2134-2553 คือ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องปรับอากาศสาหรับห้อง เฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม : ประสิทธิภาพพลังงาน

- การคานวณค่าไฟฟ้าต่อปีหน้าฉลากฯ คานวณจากจานวนการใช้งานให้เครื่องปรับอากาศ 8 ชั่วโมง/วัน

ดังนั้น ใน 1 ปี จานวนการใช้งานให้เครื่องปรับอากาศ เท่ากับ 2,920 ชั่วโมง/ปีอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย = 3.96 บาท / หน่วย โดยสูตรการคานวณค่าไฟฟ้าต่อปี (บาท/ปี) ดังนี้

= กาลังไฟฟ้า* (กิโลวัตต) x จานวนชั่วโมงการใช้งานเครื่องปรับอากาศต่อปี x อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย*สาหรับเครื่องปรับอากาศ ชนิด Fixed speed ใช้กาลังไฟฟ้าที่ได้จากการทดสอบ เครื่องปรับอากาศ ชนิด Variable speed/ Inverter ใช้กาลังไฟฟ้าที่ได้จากการคานวณ SEER

การบารุงรักษาเครื่องปรับอากาศประหยัดไฟฟ้า

การใชเครื่องปรับอากาศอย่างถูกวิธี จะทาให้เครื่องปรับอากาศทางานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงานดังนั้นก่อนซื้อเครื่องปรับอากาศ ควรพิจารณาดังนี้

1. เลือกเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับขนาดของห้อง

ขนาดห้อง (ตารางเมตร)	ห้องนอน		ห้องทางาน/ห้องรับแขก	
	ไม่โดนแดด (บีทียู/ชม)	โดนแดด (บีทียู/ชม)	ไม่โดนแดด (บีทียู/ชม)	โดนแดด (บีทียู/ชม)
9-12	7000	8000	8000	9000
13-14	8000	9000	9000	11000
15-17	9500	11000	11000	13500
18-20	12000	13500	13500	16500
21-24	15000	16500	16500	20000
25-33	18000	20000	20000	26500
34-44	24000	26500	26500	30000

ตาราง 2.4 เลือกเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับขนาดของห้อง

2. การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ควรใช้ช่างผู้ชานาญงาน และควรวางเครื่องในจุดที่เครื่องจ่ายความเย็นได้ดีเพื่อให้เครื่องปรับอากาศทางานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

3. หมั่นทาความสะอาดแผ่นกรองฝุ่นทุก ๆ เดือนหรือมากกว่าถ้าจาเป็น และทาความสะอาดใหญ่ปีละครั้ง เพื่อยืดอายุการใช้งาน

4. ตั้งอุณหภูมิให"เหมาะสมที่ 25- 26 องศาเซลเซียส เพราะอุณหภูมิที่ลดลง 1 องศาจะทาให้ต้องเสียค่าไฟฟ้าเพิ่มประมาณ 10 %

5. ปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้งเมื่อไม่ใช้งาน

6. ถ้าต้องออกจากห้องเป็นเวลามากกว่าครึ่งชั่วโมงควรปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้ง

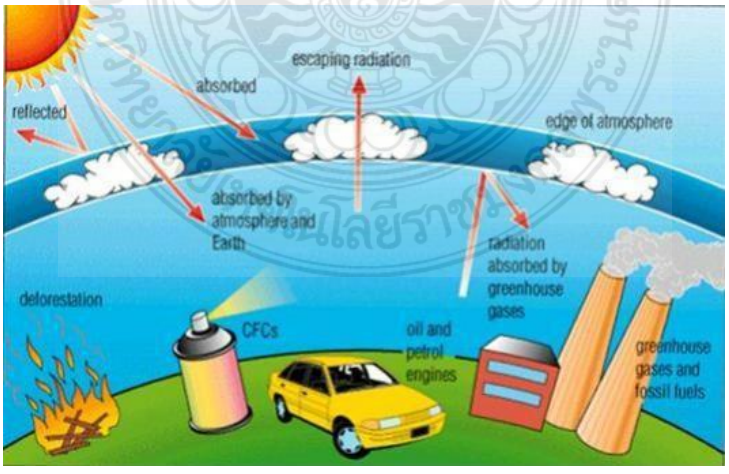
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างเครื่องปรบอากาศเบอร์ 5

2.8 ประวัติ วิวัฒนาการ ของสารทาความเย็น นายาแอร์ที่เราใช้กัน

ในอดีตสารทาความเย็นทีนิยมใช้กันได้แก่ R-11, R-12, R-22, R-502 โดย R-11, R-12 จะใช้กับเครืองปรับอากาศขนาดใหญ่ R-12 ใช้ในเครืองปรับอากาศติดรถยนต์ส่วน R-22 จะใช้กับเครืองปรับอากาศขนาดเล็กและ R-502 จะใช้ในเครื่องเย็น

รูปที่ 2.6 ตัวอย่างสารทาความเย็นแต่ละชนิด

ปัจจุบันมีการพบว่าสารเหล่านี้ ก่อให้เกิดปัญหากับโอโซนในชั้นบรรยากาศ ซึงห่อหุ้มโลกนี้ให้พ้นจากรังสีอัลตราไวโอเลต เป็นช่องโหว่ที่บริเวณขั้วโลก จึงมีข้อตกลงระหว่างประเทศที่เรียกว่า Montreal Protocal เพื่อจากัดการใช้สารนี้ โดยเฉพาะสารทีมีองค์ประกอบของคลอรีน (Cl), ฟลูออ-วรีน (F) และคาร์บอน (C) หรือที่เรียกกันว่า CFC (Chlorofluoro Carbon) เนืองจากสารตัวนี้สามารถตกค้างอยู่ในชั้นบรรยากาศได้ยาวนาน ในขณะเดียวกันก็จะทาลายโอโซนไปได้เรือย ๆ นอกจากนียังกล่าวกันว่าทาให้ความร้อนจากแสงอ าทิตย์ที่เข้ามายังโลกสะท้อนกลับออกไปสู่นอกโลกได้น้อยลงทาให้บรรยากาศของโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น



รูปที่ 2.7 ODP (Ozone Depletion potential)

การกาหนดค่าความสามารถในการทาลายโอโซน เรียกว่า ODP (Ozone Depletion potential) และความสามารถในการทาให้โลกร้อนขึ้น เรียกว่า GWP (Global Warming Potential)

สาร CFC ที่จะต้องถูกกาจัดให้หมดไปได้แก่ R-11, R-12, R-502 เป็นต้น

ส่วน R-22 เป็นพวกทีมีองค์ประกอบของไฮโดรเจน (H) เป็นหลักด้วย จึงอยู่ในพวกทีเรียกว่า HCFC (Hydro chlorofluoro Carbon) ซึ่งจะมีค่า ODP และ GWP ต่ากว่าและเนื่องจากใช้อยู่กับเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กทีมีจานวนเครืองมหาศาล จึงยังคงให้อยู่ได้ต่อไปอีกระยะหนึง หรือไม่เกิน ปี ค.ศ. 2030 และมีแนวโน้มว่าอาจจะถูกกาจัดไปเร็วกว่านี้

รูปที่ 2.8 สัญลักษณ์ การงดใช้สาร CFC

จากเรือง CFC นี้ ทาให้เกิดปฏิวัติในวงการปรับอากาศขนานใหญ่ กล่าวคือ ผู้ผลิตเครืองปรับอากาศต้องวิจัยและออกแบบเครืองปรับอากาศกันใหม่ เพือให้เหมาะสมกับสารทาความเย็นใหม่ที่ไม่ใช่ CFC รวมทั้งผู้ผลิตสารทาความเย็นต้องพัฒนาผลิตสารทาความเย็นตัวใหม่ ทีมีผลกระทบกับสภาวะแว ดล้อมน้อยลง โดยการสร้างโรงงานใหม่ เพื่อผลิตสารทาความเย็นนี้

สารทาความเย็น ที่นามาใช้ทดแทนสารทาความเย็นแบบเก่าได้แก่

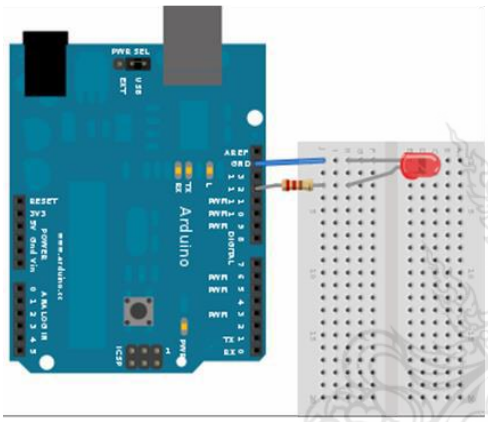
R-123 ซึ่งเป็นสารทาความเย็นความดันต่าจะนามาใช้ทดแทน R-11

R-134a นามาใช้แทน R-12 ในเครื่องปรับอากาศสาหรับติดรถยนต์และเครืองปรับอากาศขนาดใหญ่ นอกจากนี้ยังมีสารทาความเย็น ตัวใหม่ คือ R-407C ซึงจะนามาใช้แทน R-22 ในเครืองปรับอากาศขนาดกลางและ R-410A จะนามาใช้ทดแทน R-22 ในเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก ๆ ที่ใช้ตามบ้าน

2.9 Arduino

Arduino อ่านว่า (อา-ดู-อิ-โน่ หรือ อาดุยโน่) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัว บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสาหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่าง ๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด (ดูตัวอย่างรูปที่ 2.9) หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่าง ๆ (ดูตัวอย่างรูปที่ 2.10) เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย



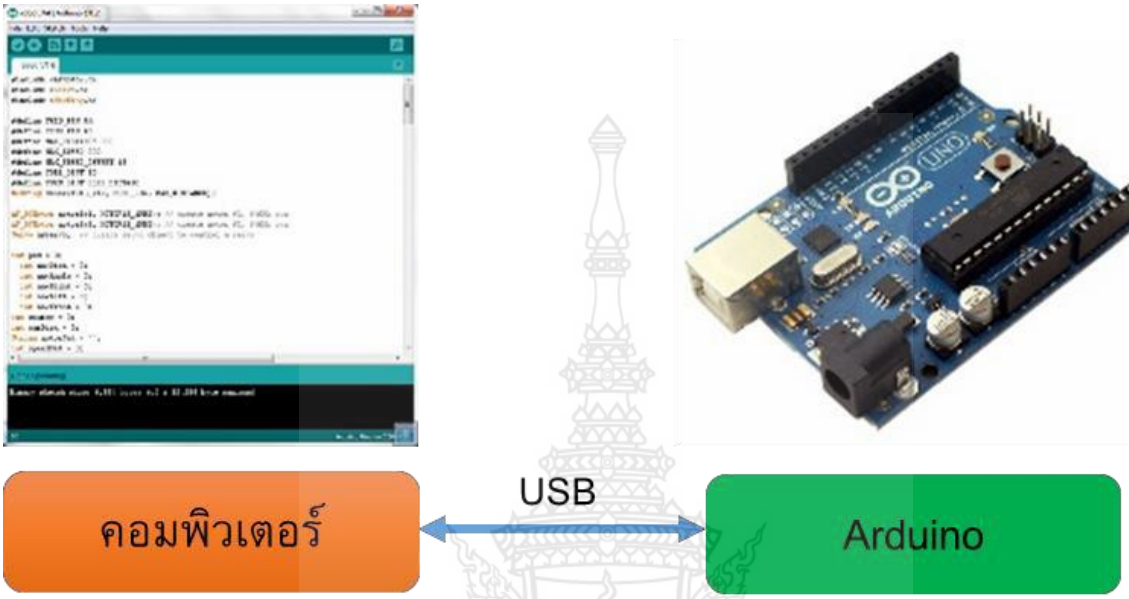
รูปที่ 2.9 บอร์ด arduino ต่อกับ LED

รูปที่ 2.10 บอร์ด arduino ต่อกับ XBee Shield

2.9.1 จุดเด่นทีทาให้บอร์ด Arduino เป็นที่นิยม

- ง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคาสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อนเหมาะสาหรับผู้เริ่มต้น
- มี Arduino Community กลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแรง
- Open Hardware ทาให้ผู้ใช้สามารถนาบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน
- ราคาไม่แพง
- Cross Platform สามารถพัฒนาโปรแกรมบน OS ใดก็ได้

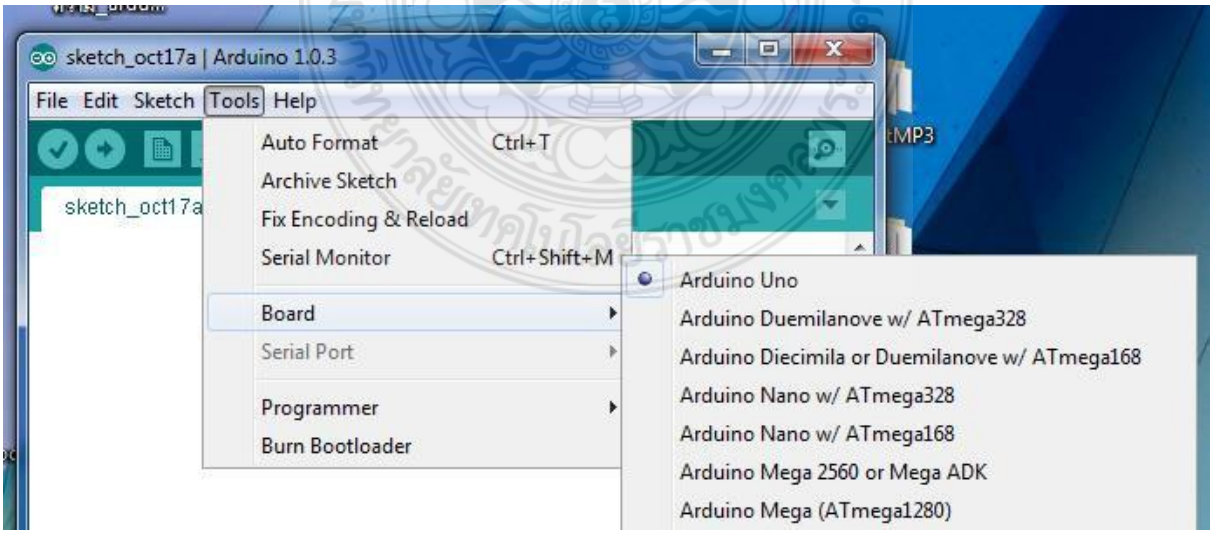
2.9.2 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino



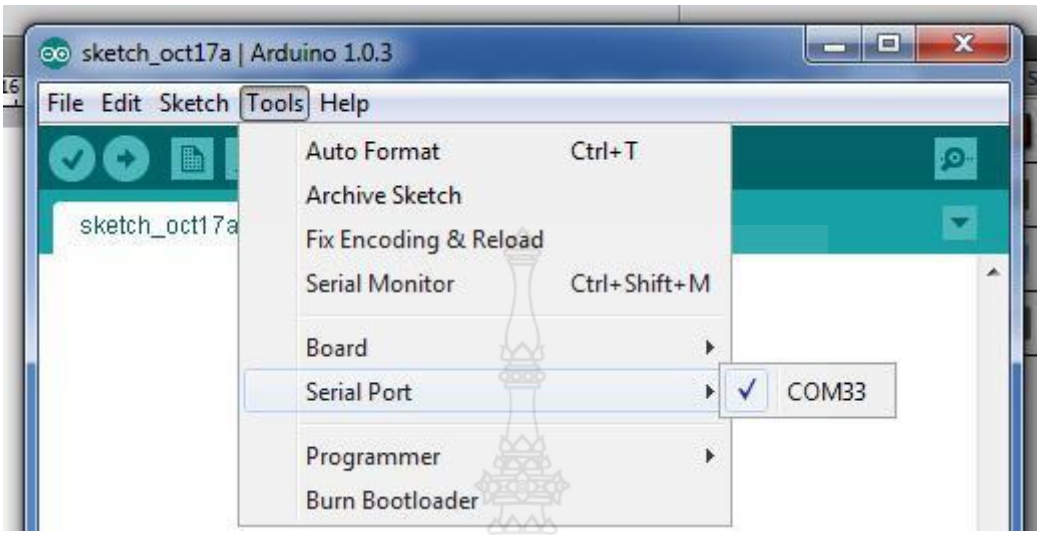
รูปที่2.11 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino

1. เขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ ผ่านทางโปรแกรม ArduinoIDE ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จาก Arduino.cc/en/main/software

2. หลังจากทีเขียนโค้ดโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้งานเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ใช้และหมายเลข Com port



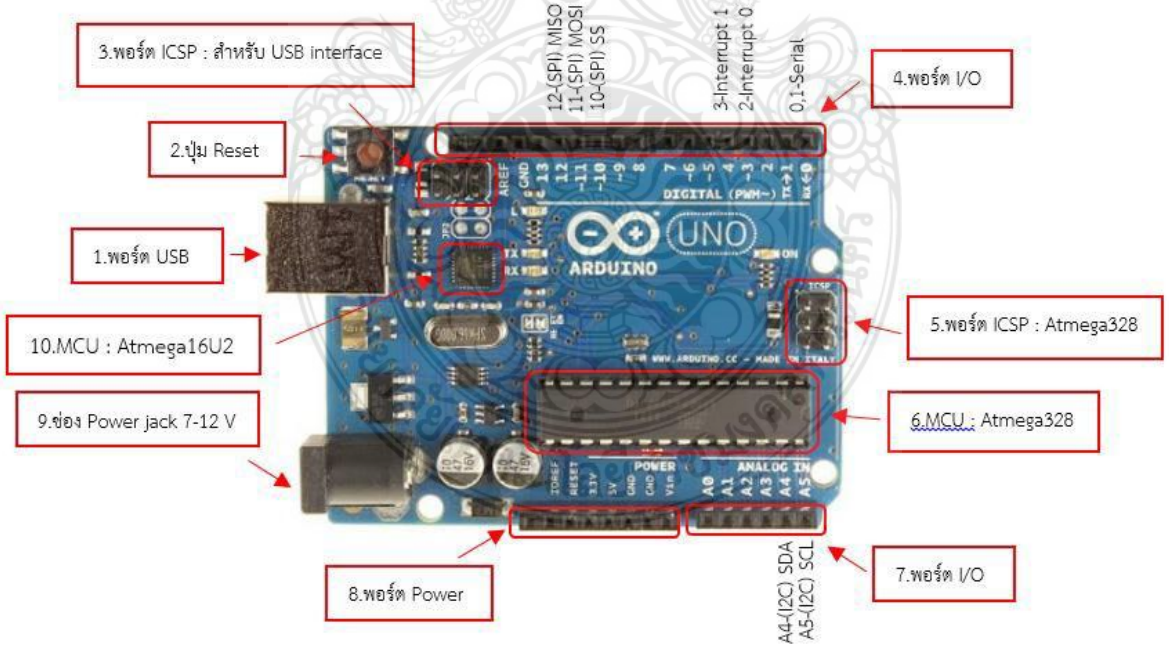
รูปที่ 2.12 เลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการ upload



รูปที่ 2.12 เลือกหมายเลข Comport ของบอร์ด

ayout & Pin out Arduino Board (Model: Arduino UNO R3)

2.9.3 ส่วนประกอบของบอร์ด Arduino



รูปที่ 2.14 ส่วนประกอบของบอร์ด Arduino

1.USBPort: ใช้สาหรับต่อกับ Computer เพื่ออับโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด

.Reset Button: เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทางานใหม่

3.ICSP Port ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2

. I/OPort:Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บาง Pin จะทาหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0,1 เป็นขา Tx,Rx Serial, Pin3,5,6,9,10 และ 11 เป็นขา PWM

5.ICSP Port: Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader

6. MCU: Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino

7. I/OPort: นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็น ช่องรับสัญญาณอนาล็อก ตั้งแต่ขา A0-A5

8.Power Port: ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V, GND, Vin

9. Power Jack: รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V

10. MCU ของ Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทาหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega16U2

รูปที่ 2.15 ตัวอย่างบอร์ด Arduino แต่ละชนิด

2.9.4 การเลือกใช้ Arduino Board (Official from Arduino.cc) ตามความเหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งมีดังนี้

1. Arduino Uno R3 เป็นบอร์ด Arduino ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากราคาไม่แพง ส่วนใหญ่โปรเจคและ Library ต่าง ๆ ที่พัฒนาขึ้นมา Support จะอ้างอิงกับบอร์ดนี้เป็นหลัก และข้อดีอีกอย่างคือ กรณีที่ MCU เสีย ผู้ใช้งานสามารถซื้อมาเปลี่ยนเองได้ง่าย

รูปที่ 2.16 ตัวอย่างบอร์ด Arduino Uno R3

จากภาพ Arduino Uno R3 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ Open-source บนแพลตฟอร์ม Arduino ของแท้จากผู้ผลิต arduino.cc ประเทศอิตาลี ออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ใช้ชิพ ATmega328 รันที่ความถี่ 16 MHz หน่วยความจาแฟลช 32 KB แรม 2 KB บอร์ดใช้ไฟเลี้ยง 7 ถึง 12 V มีระดับแรงดันไฟฟ้าในการทางานและขาสัญญาณอยู่ที่ 5 V (TTL) มี Digital Input / Output 14 ขา (เป็น PWM ได้ 6 ขา) มี Analog Input 6 ขา Serial UART 1 ชุด I2C 1 ชุด SPI 1 ชุด เขียนโปรแกรมบนซอฟท์แวร์ Arduino IDE และโปรแกรมผ่านพอร์ต USB เหมาะสาหรับผู้ที่สนใจเริ่มต้นเรียนรู้การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์หรือแม้แต่ ผู้ที่ไม่เคยเรียนรู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์มาก่อนก็สามารถนามาสร้างต้นแบบที่เกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ได้

2. Arduino Uno SMD เป็นบอร์ดที่มีคุณสมบัติและการทางานเหมือนกับบอร์ด Arduino UNO R3 ทุกประการ แต่จะแตกต่างกับที่ Package ของ MCU ซึ่งบอร์ดนี้จะมี MCU ที่เป็น Package SMD (Arduino UNO R3 มี MCU ที่เป็น Package DIP)

รูปที่ 2.17 ตัวอย่างบอร์ด Arduino Uno SMD

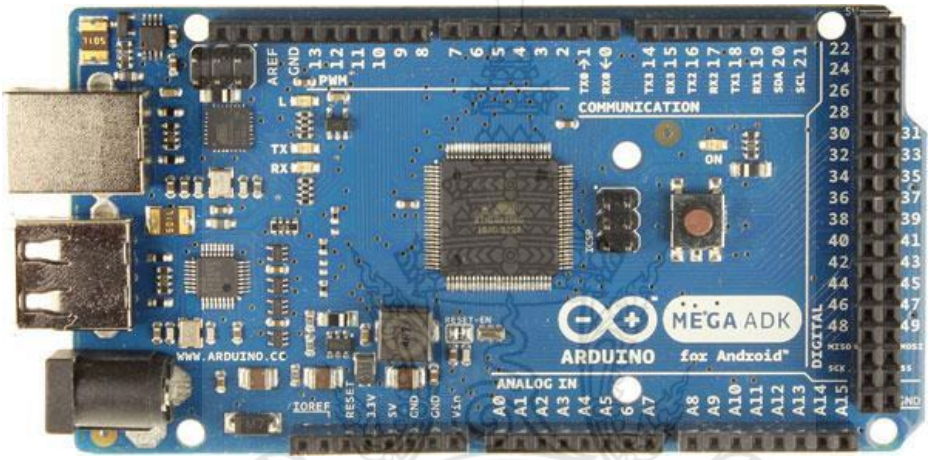
จากภาพ Arduino UNO SMD เป็นบอร์ดที่มีคุณสมบัติและการทางานเหมือนกับบอร์ด Arduino UNO R3 ทุกประการ แต่จะแตกต่างกันที่ Package ของ MCU ซึ่งบอร์ดนี้จะมี MCU ที่เป็น Package SMD (Arduino UNO R3 มี MCU ทีเป็น Package DIP)

3. Arduino Mega 2560 R3 เป็นบอร์ด Arduino ที่ออกแบบมาสาหรับงานที่ต้องใช้ I/O มากกว่า Arduino Uno R3 เช่น งานที่ต้องการรับสัญญาณจาก Sensor หรือควบคุมมอเตอร์ Servo หลายๆ ตัว ทาให้ Pin I/O ของบอร์ด Arduino Uno R3 ไม่สามารถรองรับได้ ทั้งนี้บอร์ด Mega 2560 R3 ยังมีความ หน่วยความจาแบบ Flash มากกว่า Arduino Uno R3 ทาให้สามารถเขียนโค้ดโปรแกรมเข้าไปได้มากกว่า ในความเร็วของ MCU ที่เท่ากัน

รูปที่ 2.18 ตัวอย่างบอร์ด Arduino Mega 2560 R3

จากภาพ Arduino Mega 2560 บอร์ดรุ่นใหญ่ในของตระกูล Arduino มีคุณสมบัติต่าง ๆ เพิ่มขึ้นจาก Arduino Uno R3 ใช้ชิพ ATmega2560 ทีมีหน่วยความจาแฟลช 256 KB แรม 8 KB ใช้ไฟเลี้ยง 7 ถึง 12 V แรงดันของระบบอยู่ที่ 5 V มี Digital Input / Output มากถึง 54 ขา (เป็น PWM ได้ 14 ขา) มี Analog Input 16 ขา Serial UART 4 ชุด I2C 1 ชุด SPI 1 ชุด เขียนโปรแกรมบน Arduino IDE และโปรแกรมผ่าน USB เหมาะสาหรับผู้ทีสนใจเริ่มต้นเรียนรู้การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ต้องการบอร์ด Arduino ที่มีหน่วยความจาและขาสัญญาณต่าง ๆ ให้ต่อใช้งานมากขึ้น

4. Arduino Mega ADK เป็นบอร์ดที่ออกแบบมาให้บอร์ด Mega 2560 R3 สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ Android Deviceผ่านพอร์ต USB Host ของบอร์ดได้

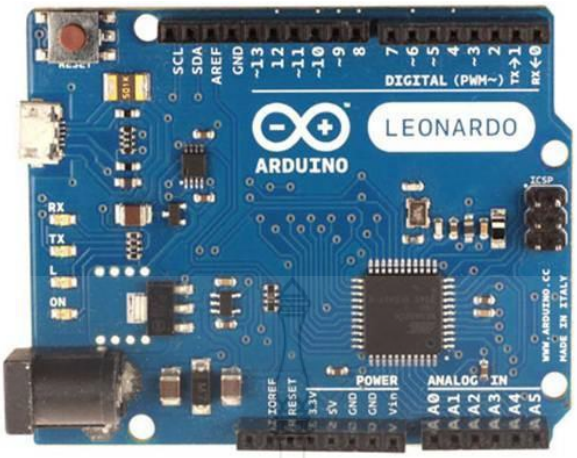


รูปที่ 2.19 ตัวอย่างบอร์ด Arduino Mega ADK

จากภาพ Arduino Leonardo เป็นบอร์ด microcontroller board ในตระกูลของ Arduino ทีใช้ ATmega32u4 เป็นตัวประมวลผลพร้อม built-in USB communication

5. Arduino Leonardo การทางานจะคล้ายกับบอร์ด Arduino Uno R3 แต่มีการเปลี่ยน MCU ตัวใหม่เป็น ATmega32U4 ซึ่งมีโมดูลพอร์ต USB มาด้วยบนชิป (แตกต่างจากบอร์ด Arduino UNO R3 หรือ Arduino Mega 2560 ทีต้องใช้ชิป ATmega16U2 ร่วมกับ Atmega328 ในการเชื่อมต่อกับพอร์ต USB)

ข้อควรระวัง: เนื่องจาก MCU เป็นคนละเบอร์กับ Arduino Uno R3 อาจะทาให้บอร์ด Shield บางตัวหรือ Library ใช้ร่วมกันกับบอร์ด Arduino Leonardo ไม่ได้ ผู้ใช้งานจาเป็นต้องตรวจสอบก่อนใช้งาน



รูปที่ 2.20 ตัวอย่างบอร์ด Arduino Leonardo

Arduino Leonardo เป็นบอร์ด microcontroller board ในตระกูลของ Arduino ที่ใช้ ATmega32u4 เป็นตัวประมวลผลพร้อม built-in USB communication

6. Arduino Mini 05 เป็นบอร์ด Arduino ขนาดเล็กที่ใช้ MCU เบอร์ ATmega328 เบอร์เดียวกับบอร์ด Arduino UNO R3

ข้อแตกต่าง: บอร์ด Arduino Mini 05 จะไม่มีพอร์ต USB มาให้ ผู้ใช้งานต้องต่อกับบอร์ด USB to Serial Converter เพิ่มเมื่อต้องการโปรแกรมบอร์ด

รูปที่ 2.21 ตัวอย่างบอร์ด Arduino Mini 05

7. Arduino Pro Mini 328 3.3V เป็นบอร์ด Arduino ขนาดเล็ก ที่ใช้ MCU เบอร์ ATmega328 ซึ่งจะคล้ายกับบอร์ด Arduino Mini 05 แต่บนบอร์ดจะมี Regulator 3.3 V ชุดเดียวเท่านั้น ระดับแรงดันไฟที่ขา I/O คือ 3.3V

รูปที่ 2.22 ตัวอย่างบอร์ด Arduino Pro Mini 328 3.3V

Arduino Pro Mini 328 - 3.3V/8MHz เป็นบอร์ด Arduino ขนาดเล็กที่ใช้ IC Atmega328 ออกแบบให้ใช้ไฟ 3.3 Volt ที่ Clock 8MHz (ต่างจากบอร์ดที่ออกแบบบให้ใช้ไฟ 5 Volt ที่ Clock 16Mhz)

9. Arduino Ethernet with PoE module เป็นบอร์ด Arduino ที่ใช้ MCU เบอร์เดียวกับ Arduino Uno SMD ในบอร์ดมีชิป Ethernet และช่องสาหรับเสียบ SD Card รวมทั้งโมดูล POE ทาให้บอร์ดนี้สามารถใช้แหล่งจ่ายไฟจากสาย LAN ได้โดยตรง โดยไม่ต้องต่อ Adapter เพิ่ม แต่บอร์ด Arduino Ethernet with PoE module นี้จะไม่มีพอร์ต USB ทาให้เวลาโปรแกรมต้องต่อบอร์ด USB toSerial Converter เพิ่มเติม

รูปที่ 2.23 ตัวอย่างบอร์ด Arduino Ethernet with PoE module

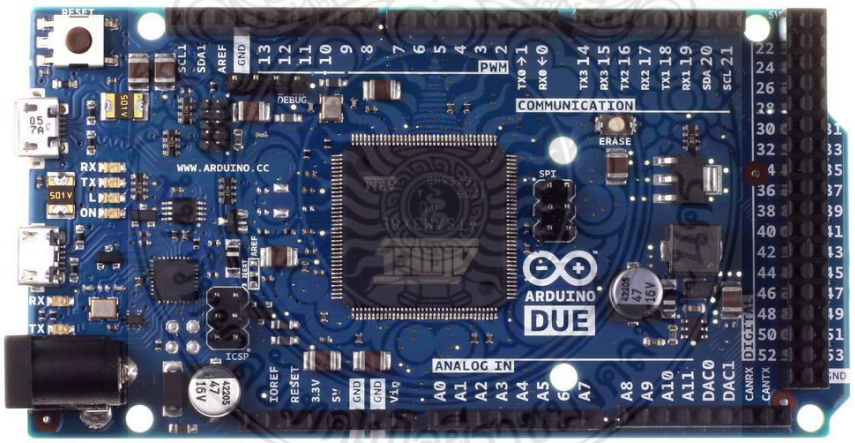
Arduino Leonardo ETH with PoE เป็นบอร์ดจาก Arduino.org ที่มี ATmega32U4 พร้อมกับโมดูล Ethernet ในตัว เหมาะสาหรับผู้ที่ต้องการใช้งานควบคุมผ่าน Network (TCP/IP)

10. Arduino Ethernet without PoE module บอร์ดนี้จะตัดโมดูล POE ออกไป ต้องใช้ไฟจากพอร์ต Power Jack เท่านั้น คุณสมบัติอื่น ๆ จะเหมือนกับบอร์ด Arduino Ethernet with PoE module

รูปที่ 2.24 ตัวอย่างบอร์ด Arduino Ethernet without PoE module

Arduino Leonardo ETH เป็นบอร์ดจาก Arduino.org ที่มี ATmega32U4 พร้อมกับโมดูล Ethernet ในตัว เหมาะสาหรับผู้ทีต้องการใช้งานควบคุมผ่าน Network (TCP/IP)

11. Arduino Due เป็นบอร์ด Arduino ที่เปลี่ยนชิป MCU ใหม่ ซึ่งจากเดิมเป็นตระกูล AVR เปลี่ยนเป็นเบอร์ AT91SAM3X8E (ตระกูล ARM Cortex-M3) แทน ทาให้การประมวลผลเร็วขึ้น แต่ยังคงรูปแบบโค้ดโปรแกรมของ Arduino ที่ง่ายอยู่ ข้อควรระวัง: เนื่องจาก MCU เป็นคนละเบอร์กับ Arduino Uno R3 อาจะทาให้บอร์ด Shield บางตัวหรือ Library ใช้ร่วมกันกับบอร์ด Arduino Leonardo ไม่ได้ ผู้ใช้งาน จาเป็นต้องตรวจสอบก่อนใช้งาน



รูปที่ 2.25 ตัวอย่างบอร์ด Arduino Due

ตารางที่ 2.5 เปรียบเทียบคุณสมบัติของบอร์ด Arduino แต่ละรุ่น

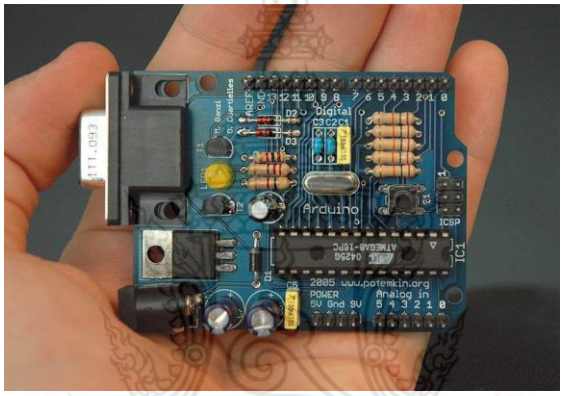
	Processor					Input / Output							Power				Connectivity				
	Family	SRAM	FLASH	EEPROM	Clock	Digital I/O	Analog In	ADC Bits	PWM	UART	Analog Out	DAC Bits	VCC	Vin Range	5V	3V3	USB-Serial	I2C	Ethernet	USB-Host	SD Card
Arduino UNO R3	ATmega328	2k	32k	1k	16MHz	14	6	10	6	1	N/A	N/A	5V	7-12V	Yes	Yes	ATmega16U2	1	No	No	No
Arduino UNO SMD	ATmega328	2k	32k	1k	16MHz	14	6	10	6	1	N/A	N/A	5V	7-12V	Yes	Yes	ATmega16U2	1	No	No	No
Arduino Mega 2560 R3	ATmega2560	8k	256k	4k	16MHz	54	16	10	14	4	N/A	N/A	5V	7-18V	Yes	Yes	ATmega16U2	1	No	No	No
Arduino Mega ADK	ATmega2560	8k	256k	4k	16MHz	54	16	10	14	4	N/A	N/A	5V	7-18V	Yes	Yes	ATmega16U2	1	MAX3421E	No	No
Arduino Leonardo	ATmega32U4	2.5k	32k	1k	16MHz	25	12	10	7	1	N/A	N/A	5V	7-12V	Yes	Yes	Built-In	1	No	No	No
Arduino Mini 05	ATmega328	2k	32k	1k	16MHz	14	6	10	6	1	N/A	N/A	5V	7V-9V	Yes	No	N/A	1	No	No	No
Arduino Pro Mini 328 - 3.3V	ATmega328	2k	32k	1k	8MHz	14	6	10	6	1	N/A	N/A	3.3V	5V-12V	No	Yes	N/A	1	No	No	No
Arduino Pro Mini 328 – 5V	ATmega328	2k	32k	1k	16MHz	14	6	10	6	1	N/A	N/A	5V	7V-12V	Yes	No	N/A	1	No	No	No
Arduino Ethernet with PoE module	ATmega328	2k	32k	1k	16MHz	9	6	10	4	1	N/A	N/A	5V	6-18V	Yes	Yes	N/A	1	No	No	No
Arduino Ethernet without PoE module	ATmega328	2k	32k	1k	16MHz	9	6	10	4	1	N/A	N/A	5V	6-18V	Yes	Yes	N/A	1	No	No	No
Arduino DUE	SAM3X8E	96kb	512k	N/A	84MHz	70	12	12	12	4	2	12	3.3V	7-12V	No	VCC	Built-In	2	No	Yes	No

2.10 ประวัติของ Arduino

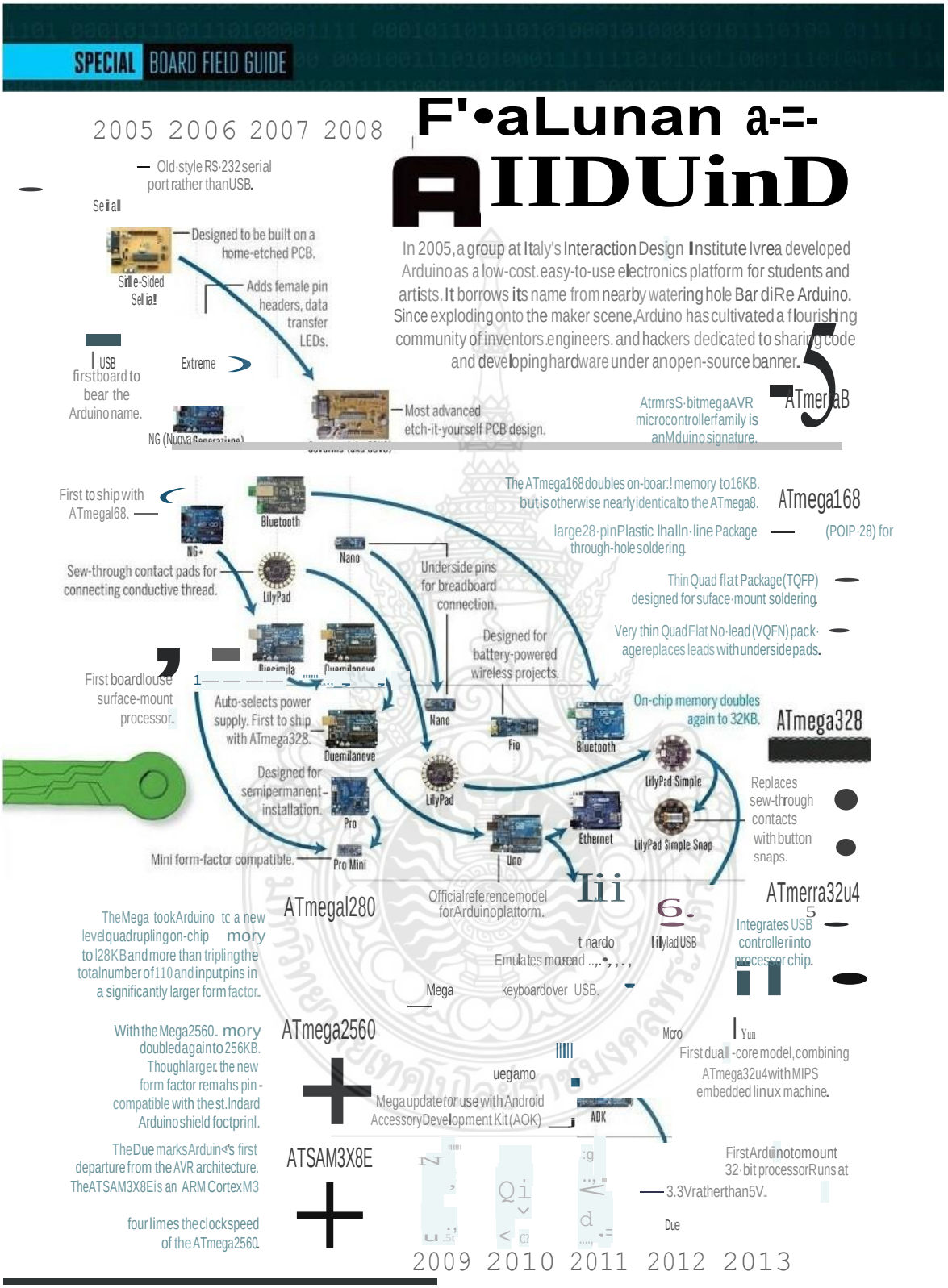
Arduino ไม่ได้ถูกสร้างหรือถูกคิดค้นมาจากบริษัทอิเล็กทรอนิกส์ที่มีชื่อเสียงหรือกลุ่มวิศวกรคอมพิวเตอร์หลักๆ กลับกัน ตัวArduino ถูกสร้างและถูกออกแบบมาจากกลุ่มนักศึกษาและอาจารย์ผู้สอน ที่ต้องการวิธีการในการแสดงโครงงานศิลปะของพวกเขา

โครงการแสดงศิลปะสมัยใหม่ บ่อยครั้งที่ต้องการให้มีส่วนแสดงที่เคลื่อนไหวได้ ซึ่งจาเป็นที่จะต้องมีระบบควบคุมอัตโนมัติที่แม่นยา ซึ่งนั่นเองทาให้มีความต้องการระบบไมโครคอนโทรเลอร์ (Microcontroller) บางอย่างขึ้นมาเพื่อนามาใช้ในการควบคุม เพราะว่านักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ได้ถนัดทางด้านการเขียนโปรแกรม ไม่ว่าจะเป็นการสั่งซื้อไมโครคอนโทรเลอร์ และการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อที่จะทาให้ได้การ เคลื่อนไหวศิลปะทีต้องการ ซึ่งก็ค่อนข้างจะเป็นอะไรที่ท้าทายและยุ่งยากไม่น้อย จึงเริ่มมีกลุ่มนักศึกษาใน สถาบัน Interaction Design Institute Ivera (IDII) ในประเทศอิตาลีได้เริมทาโปรเจคสาหรับการลดปัญหาใน เรื่องของการเขียนโค้ดต่าง ๆ ที่นักศึกษาต้องเขียนเองเพื่อให้ได้ระบบอัตโนมัติในโครงงานศิลปะของพวกเขา ซึ่งการคิดค้นนี้ก็นาไปสู่โครงการที่ชื่อว่า Wiring project นั่นเอง ซึ่งได้สร้างมาตรฐานของวงจรของบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ขึ้น และรวมไปถึงมาตรฐานต่าง ๆ ในการส่วนของการเขียนโปรแกรม ซึ่งถูกเรียกว่า Processing project และในปี2003 ทั้ง Wiring และ Processing project ก็ได้รับการยอมรับมากขึ้น แต่ก็ยัง

ติดปัญหาในเรื่องของราคาทีคงค่อนข้างที่จะสูง สาหรับนักศึกษาที่จะนาไปใช้งาน หลังจากนั้นไม่กี่ปีในการพัฒนาและปรับปรุง Wiring project ปี2005 กลุ่มนักออกแบบและพัฒนาที่นาโดย Massimo Banzi และ David Cuartielles ก็ได้สร้างโปรเจคที่เรียกว่า Arduino project ขึ้นมานั่นเอง โดยที่ Arduino project ได้ถูกสร้างขึ้นมาด้วยคุณสมบัติพื้นฐานต่าง ๆ ของ Wiring project ซึ่งนั่นทาให้ราคาของบอร์ดถูกลง และเหมาะสมกับนักศึกษามากขึ้น ทุก ๆ ส่วนของระบบ Arduino นั้นถูกออกแบบมาเพื่อให้ใช้งานง่ายสาหรับทุกคน ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ โดยสามารถใช้งานได้แม้แต่กับคนที่ไม่มีความรู้ในเชิงเทคนิคอล และเนื่องจากโปรแกรมนี้ถูกสร้างและออกแบบมาจากทีมงานศิลปะ คุณจะเห็นว่าตัวโปรแกรมที่เราเขียนใน Arduino จะถูกเรียกว่า สเก็ต(Sketches) และโฟลเดอร์ที่ใช้สาหรับเก็บสเก็ต เราจะเรียกว่า สเก็ตบุ๊ค (Sketchbooks)



รูปที่ 2.26 ตัวอย่าง arduino รุ่นแรก



รูปที่ 2.27 ภาพแสดงการวิวัฒนาการของ arduino

2.11 ผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.11.1 นายนิติพงษ์ รอดชีวิต,นายศราวุฒิ ผาสุข.นายนันทพล อุปัชฌาย์,นายจิราวัฒน์ ทรัพย์อร่าม, นายสุรพงษ์ อยู่สุข เรื่อง ชุดฝึกแสดงการทางานของเครื่องปรับอากาศรถยนต์ R–134a ของวิทยาลัย เทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค)

โครงงานนี้มีชื่อว่า ชุดฝึกแสดงการทางานของเครื่องปรับอากาศรถยนต์ R–134a มีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุงแก้ไขระบบปรับอากาศรถยนต์ R-134a โดยดาเนินการออกแบบและสร้างชุดฝึกแสดงการทางานของเครื่องปรับอากาศรถยนต์ R-134a นามาใช้งานบริการของระบบปรับอากาศรถยนต์ R-134a และนามาเป็นสือการเรียนการสอนเพื่อเรียนรู้เกียวกับอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบปรับอากาศรถยนต์ R-134a ในวิชางานปรับอากาศยานยนต์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ให้มีความรู้ความเข้าใจในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติอย่างมีประสิทธิภาพ หลังจากสร้างชุดฝึกแสดงการทางานของเครื่องปรับอากาศรถยนต์ R-134a เสร็จ โดยทาการทดสอบ 6 เรื่อง กับผู้เรียนจานวน 20 คน และทดสอบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์หลังเรียนดีกว่าก่อนเรียนด้วยคะแนนเฉลียเท่ากับ 5.11 คะแนน คิดเป็น 51.1 เปอร์เซ็นต์ จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทีเกิดขึ้น เป็นสิงบ่งบอกว่า ชุดฝึกแสดงการทางานของเครื่องปรับอากาศรถยนต์ R-134a สามารถใช้เป็นสือการเรียนการสอนในวิชางานปรับอากาศรถยนต์ได้เป็นอย่างดี

2.11.2 นายวัชรากร ฐิติเวศน์,นายไตรรงค์ นามวงศ์,นายอเนชา กุลจิตติโภคิน เรื่อง ระบบระบายความร้อนเครื่องปรับอากาศ ของวิทยาลัย เทคโนโลยีปัญญาภิวัฒน์

โครงการปืมน้า ระบายความร้อนเครื่องปรับอากาศ มีจุดประสงค์เพื่อลดอุณหภูมิและระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศวิธีการดาเนินการศึกษารายละเอียดเพื่อจัดทา โครงการ นาเสนอกับครูที่ปรึกษาและได้หัวข้อ โครงการและจัดทาโครงการทดสอบชินงานทาสื่อนาเสนอโครงการแก้ไข้ชินงานและนาเสนอประเมินชินงานจากการนาไปใช้จริงจากการทดลองตอนทีปิด ระบบระบายความร้อนเครื่องปรับอากาศอุณหภูมินอกห้อง 41องศาอุณหภูมิคอยล์ร้อน 45 องศาอุณหภูมิภายในห้อง 28 องศาและกระแสคอมเพรสเซอร์ 17-20 แอมแปร์ตอนทีเปิดระบบระบายความร้อนเครื่องปรับอากาศอุณหภูมินอกห้อง 40 องศาอุณหภูมิคอยล์ร้อน 38 องศาอุณหภูมิภายในห้อง 25 องศาและกระแสคอมเพรสเซอร์ 12-14 แอมแปร์

2.11.3 นายอภิสิทธิ์ สุมาลี เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกวงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ของวิทยาลัย เทคโนโลยีปัญญาภิวัฒน์

การวิจัยมีวัตถุประสงค์ เพื่อการพัฒนาชุดฝึกวงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนใช้ในการเรียนการสอน วิชาเครื่องทาความเย็นและปรับอากาศ 2 และหาประสิ ทธิภาพชุดฝึกวงจรไฟฟ้าเครืองปรับอากาศแบบแยกส่วน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของคะแนนทดสอบก่อนเรียนกับคะแนนทดสอบหลังเรียน และ ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกวงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.2) แผนกวิชาไฟฟ้ากาลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีปัญญาภิวัฒน์จานวน 24 คนโดยใช้ชุดฝึกวงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน โดยวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติได้ผลการวิจัยพบว่า

1. ชุดฝึกวงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนใช้ในการเรียนการสอน วิชาเครื่องทาความเย็นและปรับอากาศ 2 ที่สร้างขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพE_1: ?? = 63/73.80 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน70 /70

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกวงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน พบว่านักเรียนที่เรียนโดยชุดฝึกวงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนมีผลสัมฤทธิ์ทางหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสาคัญทางสถิติที่ระดับ

3. ระดับความพึงพอใจต่อชุดฝึกวงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย (??=4.46, 0S.D.=0.66)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการ

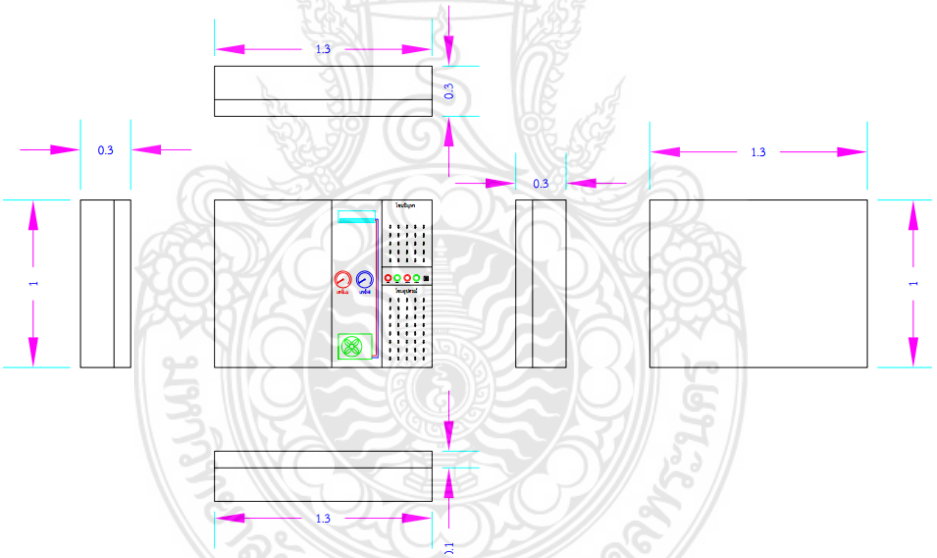
3.1 บทนำ

ในการดาเนินการสร้างชุดวิเคราะห์ปัญหาเครื่องปรับอากาศโดยคณะผู้จัดทาโครงงานนี้ได้นาข้อมูลในส่วนต่าง ๆ ทั้งทางอินเตอร์เน็ต ปริญญานิพนธ์ที่เกียวข้องและความรู้ที่ศึกษามาเป็นข้อมูลสาหรับการจัดทาโครงงาน จึงได้จัดแบ่งการทางานออก เป็น 2 ส่วนได้แก่

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวงจรที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน
    1.1 ระบบการทางานของเครื่องปรับอากาศ
    1.2 การทางานของสวิทชิ่ง

2.ดาเนินการจัดทาชุดวิเคราะห์ปัญหาเครื่องปรับอากาศ ตามแผนดังนี้

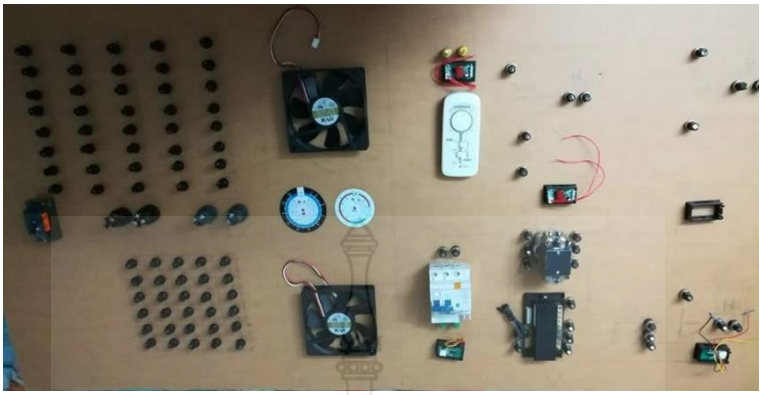
    2.1 ออกแบบโครงสร้าง



รูปที่ 3.1 การออกแบบขนาดโปรเจคเริ่มต้น

ออกแบบเพื่อให้เห็น การทางานของระบบเครื่องปรับอากาศมีวงจรไฟฟ้าและวงจรน้ายา แสดงสถาณะการทางานต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิซึงจะถูกแสดงโดยการใช้สีของหลอด LED เช่น เดียวกับสถาณะการทางาน หน้าตู้จะมีชุดสร้างปัญหาและแก้ปัญหาซึงหากไม่สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตรวจสอบวงจรไฟฟ้าก็สามารถ กดเฉลยได้

2.1.1 การเปรียบเทียบเพื่อหาขนาดของหน้าตู้และชิ้นงาน

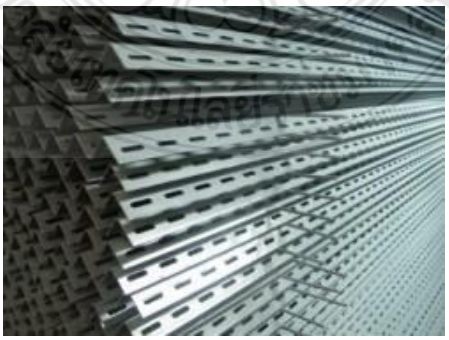


รูปที่ 3.2 การวางอุปกรณ์ตามแบบ นาอุปกรณ์ที่เตรียมไว้นามาวางเพื่อหาขนาดของหน้าตู้ และชุดควบคุมระบบเครื่องปรับอากาศ

2.2 จัดหาอุปกรณ์และเครื่องมือที่นามาใช้ในการขึนโครงสร้าง

2.2.1 เหล็กฉากเจาะรู (Slotted Angle Steel)

เหล็กฉากเอนกประสงค์ คือ เหล็กแผ่นรีดร้อนทีผ่านการเจาะรูรูปวงรี (Slot) และวงกลมขนาดเล็กตลอดแนวความยาว แล้วผ่านการขึนรูปให้เป็นเหล็กฉาก 90 องศา จากนันจึงนามาผ่านขบวนการอบเคลือบสี จุดประสงค์เพือให้สามารถนาเหล็กฉากเจาะรูนีมาประยุกต์ใช้กับงานได้หลากหลายรูปแบบ หลายขนาด ตามความเหมาะสมของพืนทีและการใช้งาน เช่น ชันเหล็กฉาก ชันวางสินค้า ชั้นวางของ ชันเก็บอะไหล่ สต็อกสินค้า โต๊ะทางาน work bench ทีต้องการความแข็งแรง การใช้งานก็โดยการตัดเส้นเหล็กฉากให้ได้ตามแบบและขนาดที่ต้องการ นามายึดติดกันด้วยสกรูและน็อต เพิมความมั่นคงแข็งแรงของจุดต่อด้วยแผ่นเหล็กสามเหลียม นอกจากนียังสามารถเพิมจานวนเหล็กฉากเพือให้สามารถรับน้าหนักได้เพิมขึนตามต้องการ



รูปที่ 3.3 เหล็กฉากเอนกประสงค์

2.2.2 สว่าน

สว่าน คืออุปกรณ์ช่างไม้ชนิดหนึง ใช้สาหรับเจาะรูบนวัสดุหลายประเภท เป็นอุปกรณ์การช่างที่ใช้ประจาในงานไม้และงานโลหะ ประกอบด้วยส่วนสาคัญคือดอกสว่านทีหมุนได้ดอกสว่านจับอยู่กับเดือยด้านหนึงของสว่าน และถูกกดลงไปบนอุปกรณ์ที่ต้องการจากนั้นจึงถูกทาให้หมุน ปลายดอกสว่านจะทางานเป็นตัวตัดเจาะวัสดุ กาจัดเศษวัสดุระหว่างการเจาะ (เช่น ขี้เลื่อย) หรือทางานเป็นตัวสูบอนุภาคเล็ก ๆ (เช่นการเจาะน้ามัน)

สว่านไฟฟ้า มีรูปพรรณ คล้ายปืน มีด้ามจับในรูปแบบเดียวกันกับปืน ส่วนด้านปลายแหลมนั้นจะมีลักษณะคล้ายไม้ตะเกียบกลมๆ เรียกว่าดอกสว่าน โดยดอกสว่านนั้นจะเป็นแท่งยาวๆ แท่งนั้นจะมีรูปแบบเป็นเกลียว ปลายแหลมคล้ายดินสอ ซึงดอกสว่านจะมีหลากหลายขนาด แต่ละขนาดก็เหมาะสมกับการใช้งานแต่ละอย่าง มีสายไฟสาหรับรับกระแสไฟฟ้าในการใช้งาน ส่วนตัวจับนั้น จะมีแบบเป็นปุ่มคล้ายปืนฉีดน้า เอาไว้บังคับหรือกดให้เครื่องมือช่างไฟฟ้าทางานได้นั่นเอง

รูปที่ 3.4 สว่าน

2.2.3 อะคริลิค

อะคริลิค เป็นพลาสติกทีมีความทนทาน และได้รับความนิยมในการนามาใช้งานอย่างแพร่หลาย ซึงอะคริลิคก็มักจะมีหลายชือด้วยกัน โดยชือเรียกทีได้ยินบ่อยทีสุด ก็คือ อะคริลิคพลาสติก กระจกอะคริลิคหรือแผ่นอะคริลิค เป็นต้น สาหรับคุณสมบัติของอะคริลิค ก็คือ เป็นวัสดุทีมีความทนทานแข็งแรง สามารถทนต่อแรงกระแทกได้ดีกว่ากระจก ทั้งมีความหนาตั้งแต่ 2 มิลลิเมตร-100 มิลลิเมตร ขึ้นไป จึงสามารถนามาใช้งานได้อย่างหลากหลาย

รูปที่ 3.5 อะคริลิค

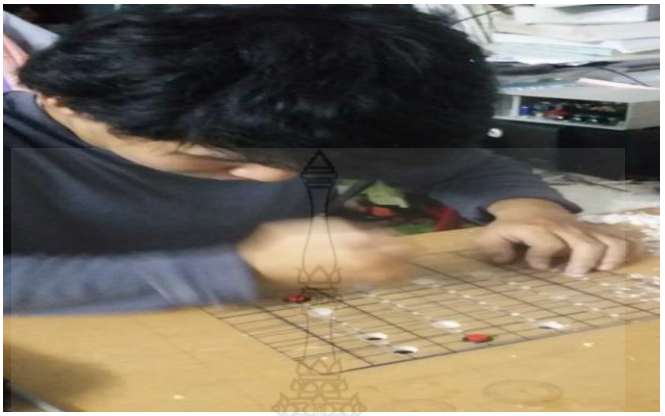
2.3 จัดทาโครงสร้างที่ได้ออกแบบไว้

2.3.1 ทาการตัดอะคริลิค

รูปที่ 3.6 แสดงการดาเนินงาน

ทาการตัดอะคริลิค ขนาด 1x1.3 เมตร สีขาวขุ่นจานวน 2 แผ่นและ สีใสจานวน 1 แผ่น แล้วตัดอะคริลิค ขนาด 0.3x1 เมตร สีขาวขุ่นจานวน 2 แผ่น และตัดอะคริลิคขนาด 1.3x0.3 เมตร สีขาวขุ่นจานวน 2 แผ่น

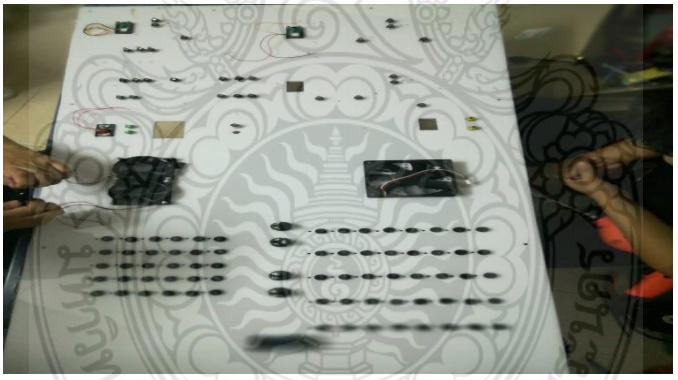
2.3.2 ทาการเจาะ



รูปที่ 3.7 แสดงการดาเนินงาน

การเจาะ อะคริลิก เพื่อใส่อุปกรณ์ต่าง ๆ

2.3.3 ทาการยึดอุปกรณ์ตามแบบที่วางไว้



รูปที่ 3.8 แสดงการดาเนินงาน ทาการยึด

อุปกรณ์ตามแบบที่วางไว้เบื้องต้นเข้ากับอะคริลิคเจาะเตรียมเอาไว้

2.3.4 ทาการจัดเตรียมโคร้างสร้าง

รูปที่ 3.9 แสดงการดาเนินงาน

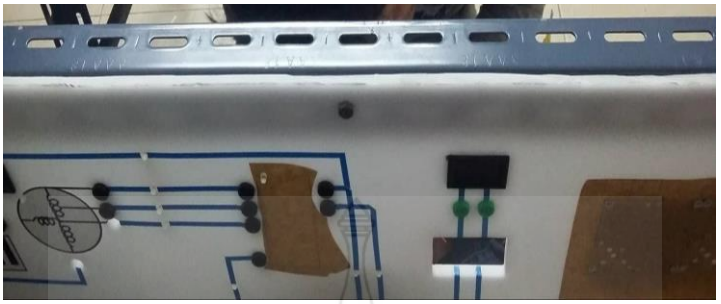
ทาการจัดเตรียมโคร้างสร้าง

2.3.5 ทาการประกอบหน้าตู้

รูปที่ 3.10 แสดงการดาเนินงาน

ทาการประกอบหน้าตู้เข้ากับโคร้างที่เตรียมไว้

2.3.6 ทาการติดสติกเกอร์สัญญาลักษณ์



รูปที่ 3.11 แสดงการดาเนินงาน

ทาการติดสติกเกอร์สัญญาลักษณ์ต่าง ๆ หน้าตู้

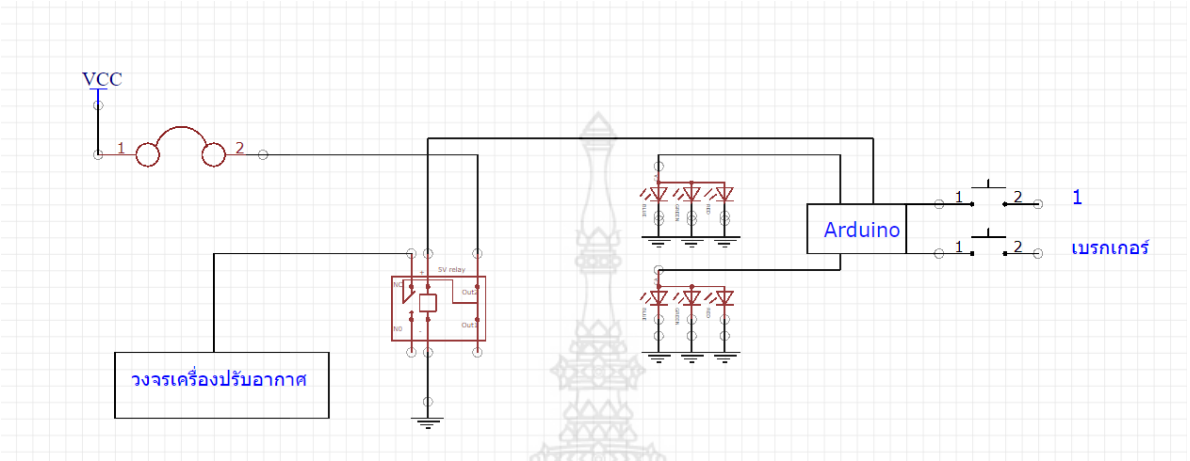
2.3.7 ทาการติดตั้ง อุปกรณ์ประมาณผล และ อุปกรณ์รับส่งข้อมูล

รูปที่ 3.12 แสดงการดาเนินงาน

ทาการติดตั้ง อุปกรณ์ประมาณผล และ อุปกรณ์รับส่งข้อมูล

2.4 ออกแบบโครคอนโทรลเลอร์

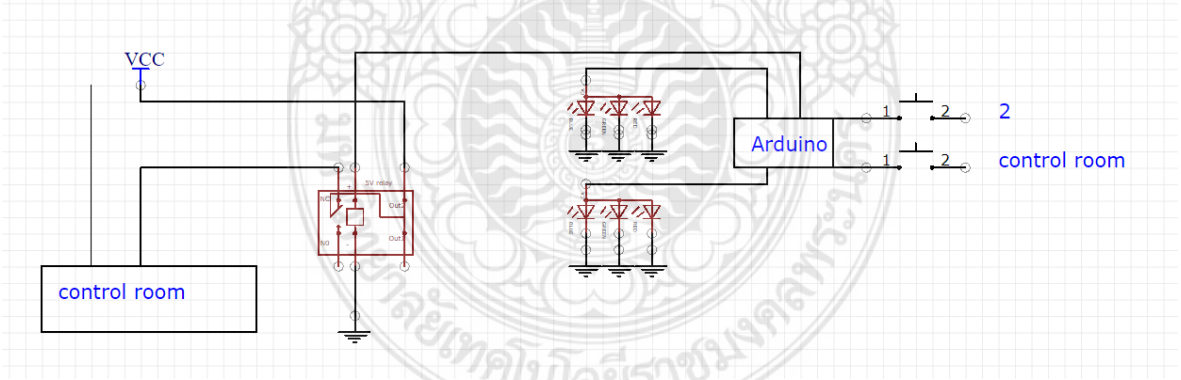
2.4.1 อาการเบรกเกอร์เสีย



รูปที่ 3.13 ภาพแสดงการต่อวงจร

จากรูปที่ 3.13 จะทาการตัดแรงดันไฟทีเบรกเกอร์โดยจะนารีเลย์มาต่อเพื่อทีจะตัดแรงดันก่อนทีจะเข้าวงจรเครื่องปรับอากาศ เมื่อกดเปลี่ยนเบรกเกอร์ระบบจะกลับมาทางานปกติ

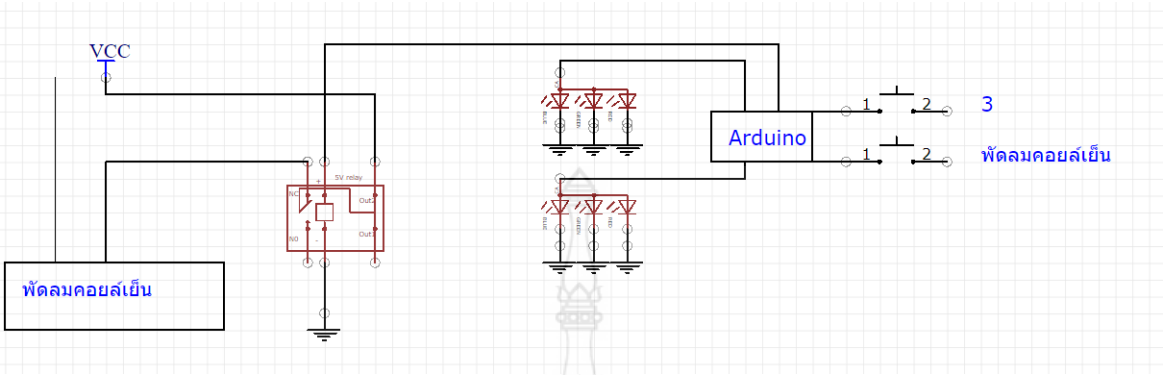
2.4.2 รีโมทควบคุมคอนโทรนลูมเสีย



รูปที่ 3.14 ภาพแสดงการต่อวงจร

จากรูปที่ 3.14 แสดงการต่อวงจรเพื่อทีจะทาการตัดแรงดันไฟทีคอนโทรนลูมโดยจะนารีเลย์มาต่อเพื่อทีจะตัดแรงดันจะทาให้คอนโทรนลูมไม่สามารถใช้งานได้ ซึงแสดงเป็นบอกสถานะ เมือกดเปลียนคอนโทรนลูมระบบจะกลับมาทางานปกติ

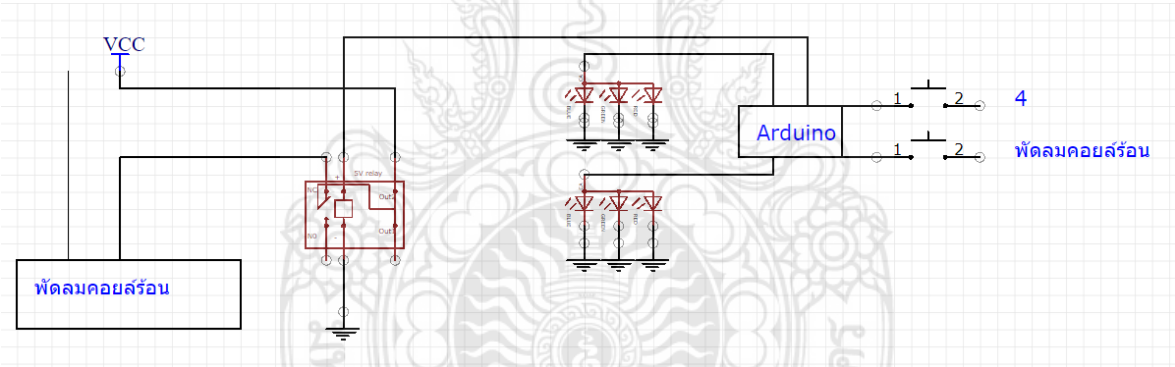
2.4.3 พัดลมคอยล์เย็นเสีย



รูปที่ 3.15 ภาพแสดงการต่อวงจร

จากรูปที่ 3.4 แสดงการต่อวงจรเพื่อทีจะทาการตัดการทางานของพัดลมคอลย์เย็นทาให้พัดลมไม่ทางาน เมื่อกดเปลี่ยนพัดลมคอยล์เย็นระบบจะกลับมาทางานปกติ

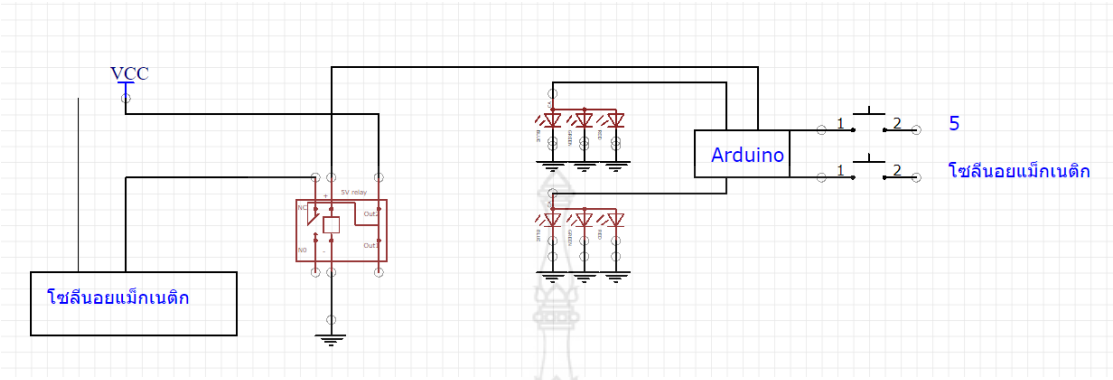
2.4.4 พัดลมคอยล์ร้อนเสีย



รูปที่ 3.16 ภาพแสดงการต่อวงจร

จากรูปที่ 3.16 แสดงการต่อวงจรเพื่อทีจะทาการตัดการทางานของพัดลมคอลย์ร้อนทาให้พัดลมไม่ทางาน เมื่อกดเปลี่ยนพัดลมคอยล์ร้อนระบบจะกลับมาทางานปกติ

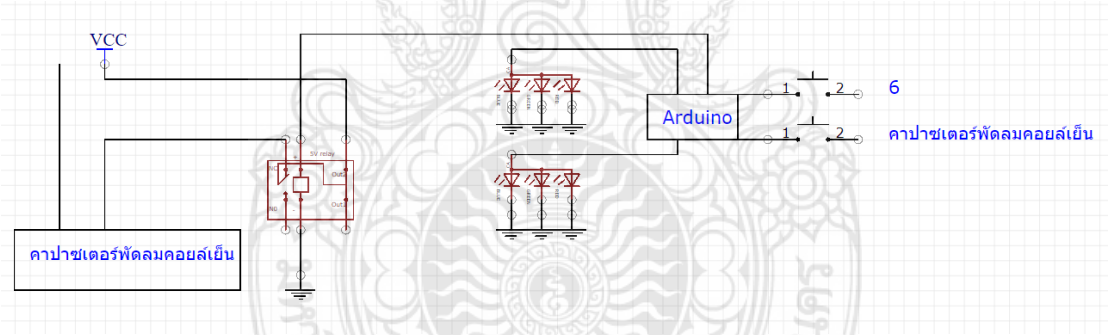
2.4.5 โซลีนอยแม็กเนติกเสีย



รูปที่ 3.17 ภาพแสดงการต่อวงจร

จากรูปที่ 3.17 แสดงการต่อวงจรตัดการทางานโซลีนอยแม็กเนติก แม็กเนติกจะไม่ทางาน เมื่อมีแรงดันมาจากคอนโทรนลูม คอยล์ร้อนจะไม่ทางาน เมื่อกดเปลียนโซลีนอยแม็กเนติกระบบจะกลับมาทางานปกติ

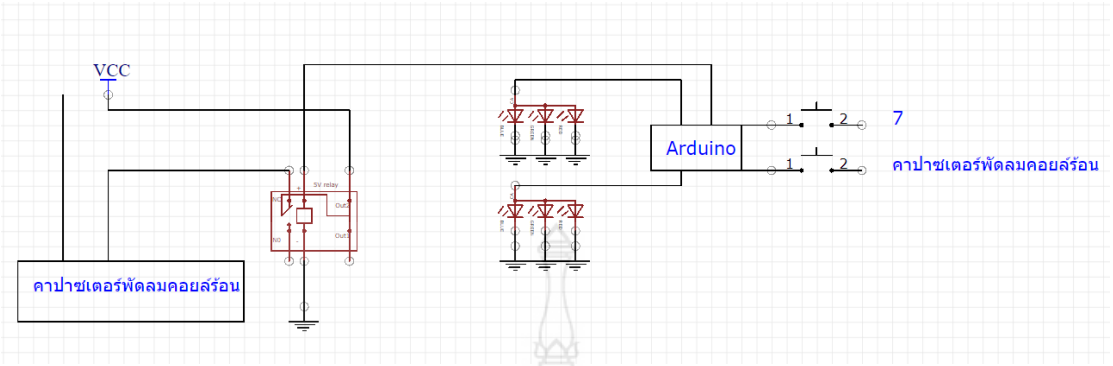
2.4.6 คาปาซิเตอร์พัดลมคอยล์เย็นเสีย



รูปที่ 3.18 ภาพแสดงการต่อวงจร

จากรูปที่ 3.18 แสดงการต่อวงจรเพื่อทีจะทาการตัดการทางานของคาปาซิเตอร์ของคอลย์ เย็นจะทาให้กระแสไฟฟ้าสูงมากตรงพัดลมคอยล์เย็น มีความร้อนสูงแสดงที่หลอด led คอยๆร้อน เมื่อกดเปลี่ยนคาปาซิเตอร์คอยล์เย็นระบบจะกลับมาทางานปกติ

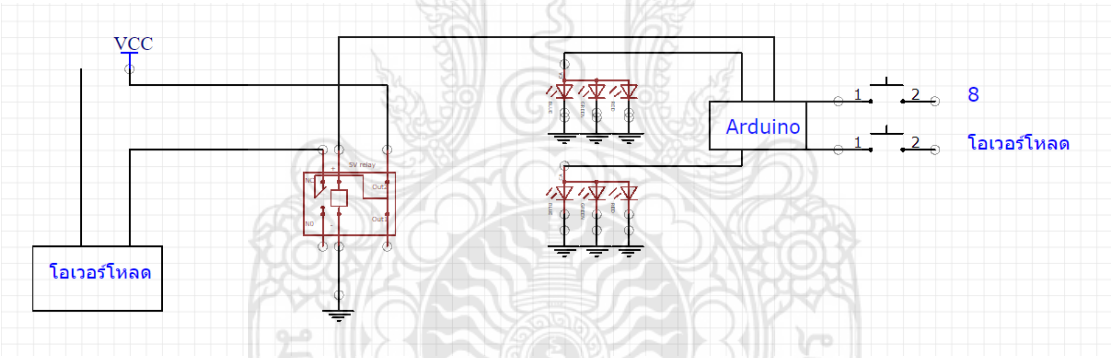
2.4.7 คาปาซิเตอร์พัดลมคอยล์ร้อนเสีย



รูปที่ 3.19 ภาพแสดงการต่อวงจร

จากรูปที่ 3.19 แสดงการต่อวงจรเพื่อทีจะทาการตัดการทางานของคาปาซิเตอร์ของคอลย์ร้อนจะทาให้กระแสไฟฟ้าสูงมากตรงพัดลมคอยล์ร้อน มีความร้อนสูงแสดงที่หลอด led คอยๆร้อน เมือกดเปลี่ยนคาปาซิเตอร์คอยล์ร้อนระบบจะกลับมาทางานปกติ

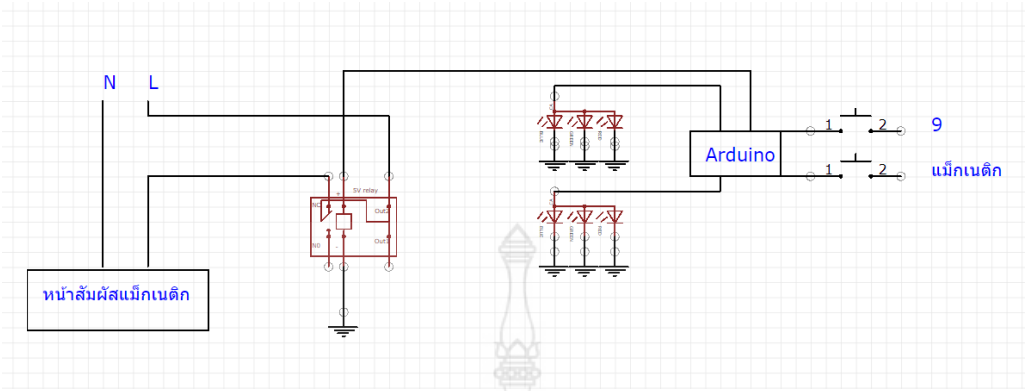
2.4.8 โอเวอร์โหลดเสีย



รูปที่ 3.20 ภาพแสดงการต่อวงจร

จากรูปที่ 3.20 แสดงการต่อวงจรเพื่อที่จะทาการตัดการทางานของโอเวอร์โหลด ทาให้คอมเพรสเซอร์ไม่ทางาน ไม่มีแรงดันตกคร่อม เมื่อกดเปลี่ยนโอเวอร์โหลดระบบจะกลับมาทางานปกติ

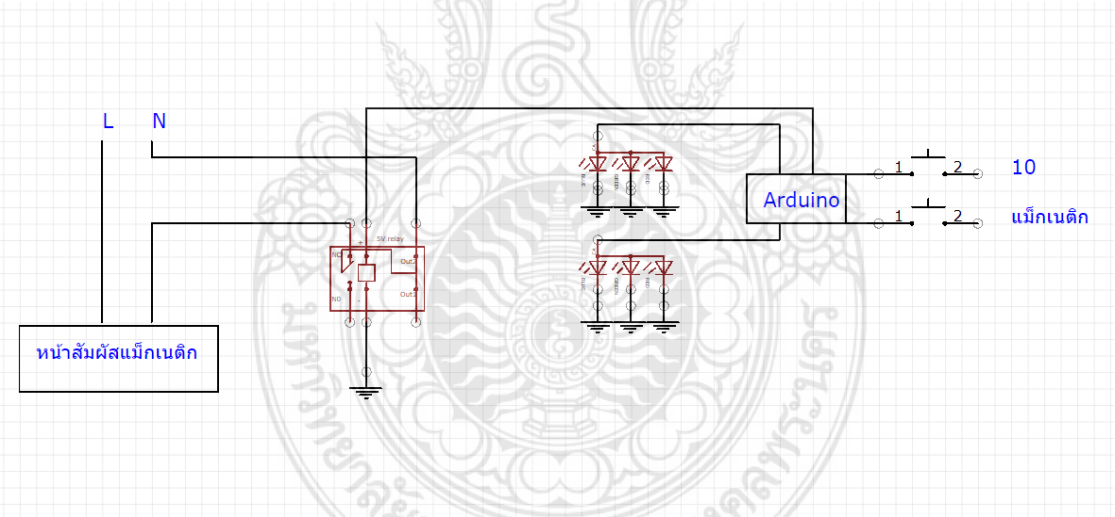
2.4.9 หน้าสัมผัสแมกเนติก ขั้ว L เสีย



รูปที่ 3.21 ภาพแสดงการต่อวงจร

จากรูปที่ 3.21 แสดงการต่อวงจรเพื่อทีจะทาการตัดแรงดันทีข้ัว Lของหน้าสัมผัสแม็กเนติก ทาให้คอยล์ร้อนจะไม่ทางาน ไม่มีแรงดันไฟฟ้า ข้ัว L ที่ output ของแมกเนติก เมือกดเปลียนแมกเนติก ระบบจะกลับมาทางานปกติ

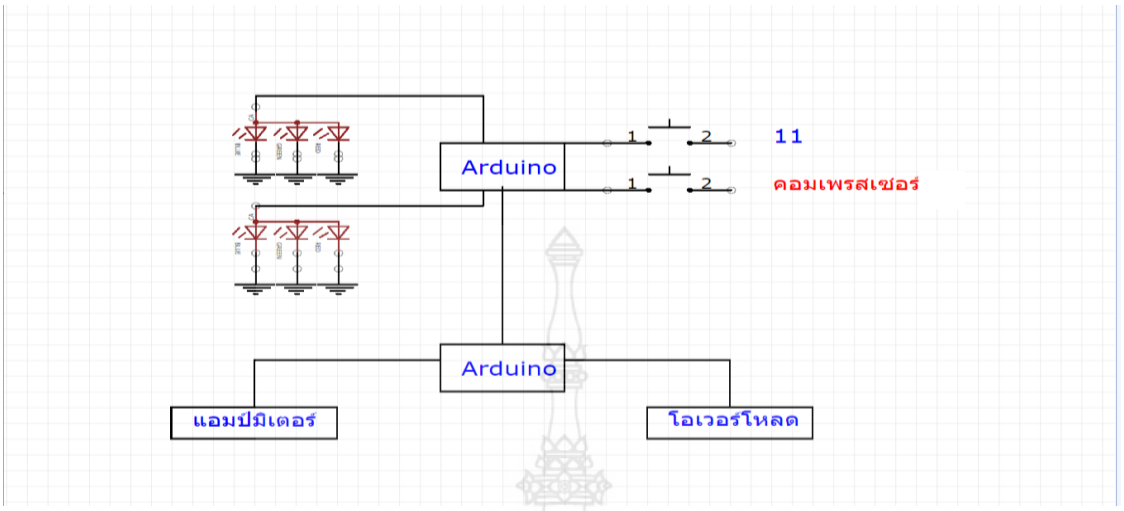
2.4.10 หน้าสัมผัสแมกเนติก ขั้ว N เสีย



รูปที่ 3.22 ภาพแสดงการต่อวงจร

จากรูปที่ 3.22 แสดงการต่อวงจรเพื่อทีจะทาการตัดแรงดันทีข้ัว Lของหน้าสัมผัสแม็กเนติก ทาให้คอยล์ร้อนไม่ทางาน ไม่มีแรงดันไฟฟ้า ข้ัว N ที่ output ของแมกเนติก เมือกดเปลียนแม็กเนติก ระบบจะกลับมาทางานปกติ

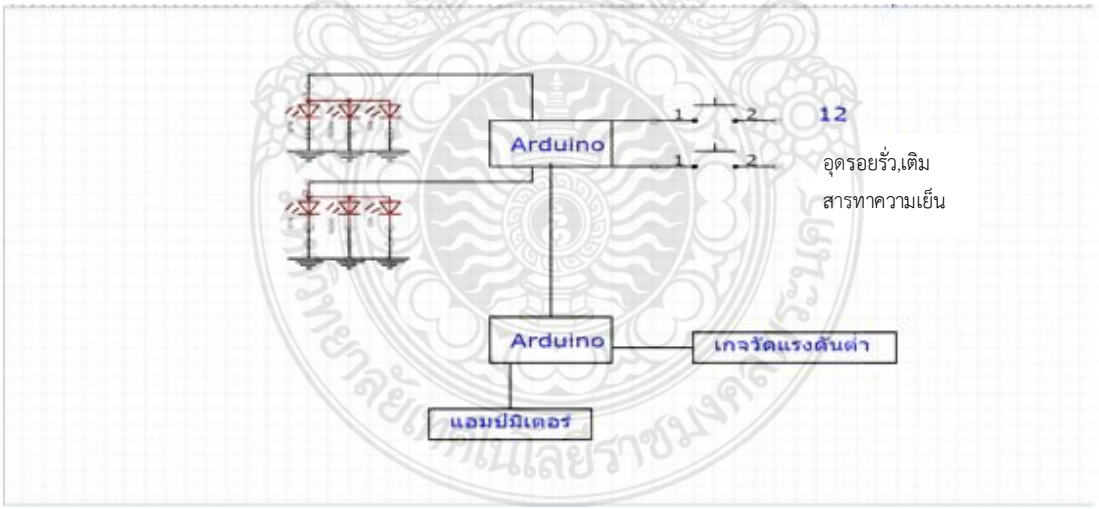
2.4.11 คอมเพรสเซอร์เสีย



รูปที่ 3.23 ภาพแสดงการต่อวงจร

จากรูปที่ 3.23 แสดงการต่อวงจรเพื่อทีจะทาการตัดการทางานของคอมเพรสเซอร์ ทาให้คอมเพรสเซอร์ไม่ทางาน กินกระแสสูงมาก โอเวอร์โหลดร้อนเร็วมากทางานเร็ว เมื่อกดเปลี่ยนคอมเพรสเซอร์ระบบจะกลับมาทางานปกติ

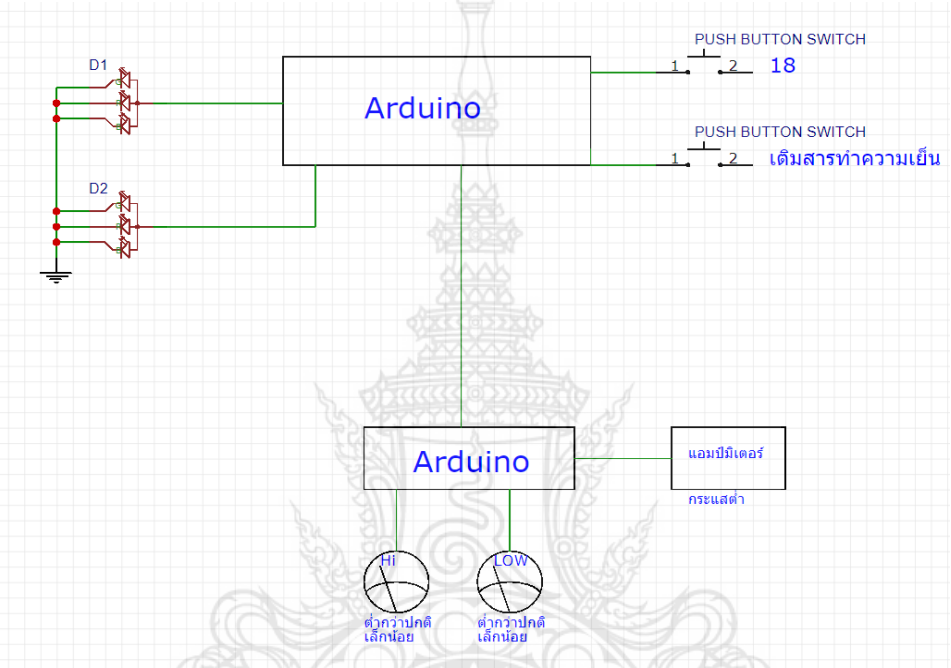
2.4.12 น้ายาแอร์รั่ว



รูปที่ 3.24 ภาพแสดงการต่อวงจร

จากรูปที่ 3.24 แสดงการต่อวงจรเพื่อที่จะแสดงคอมเพรสเซอร์ทางานมีกระแสสูงกว่าปกติ โอเวอร์ร้อนขึ้นช้าๆ และตัดการทางานรอจนเย็นแล้วทางานอีกและไม่เย็น เกจความดันHi สูง เกจความดัน Low ต่ากว่า0 เมื่อกดอุดรอยรั่วแล้วเติมสารทาความเย็น ระบบจะกลับมาทางานปกติ

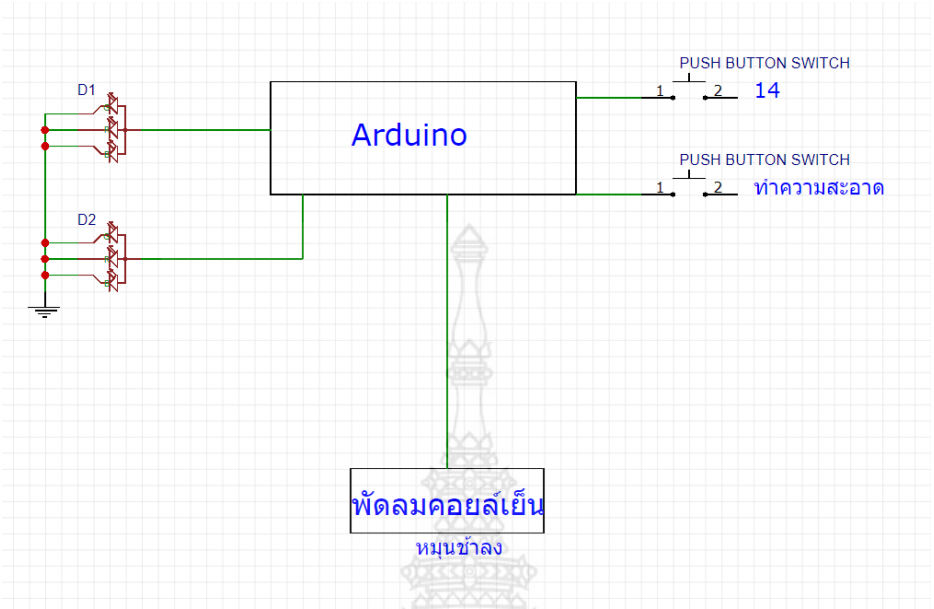
2.4.13 น้ายาแอร์น้อย



รูปที่ 3.25 ภาพแสดงการต่อวงจร

จากรูปที่ 3.25 แสดงการต่อวงจรเพื่อที่จะแสดงให้ระบบมีกระแสต่าและเกจ HI,LOW จะต่ากว่าปกติเลิกน้อย เมื่อกดเติมสารทาความเย็น ระบบจะกลับมาทางานปกติ

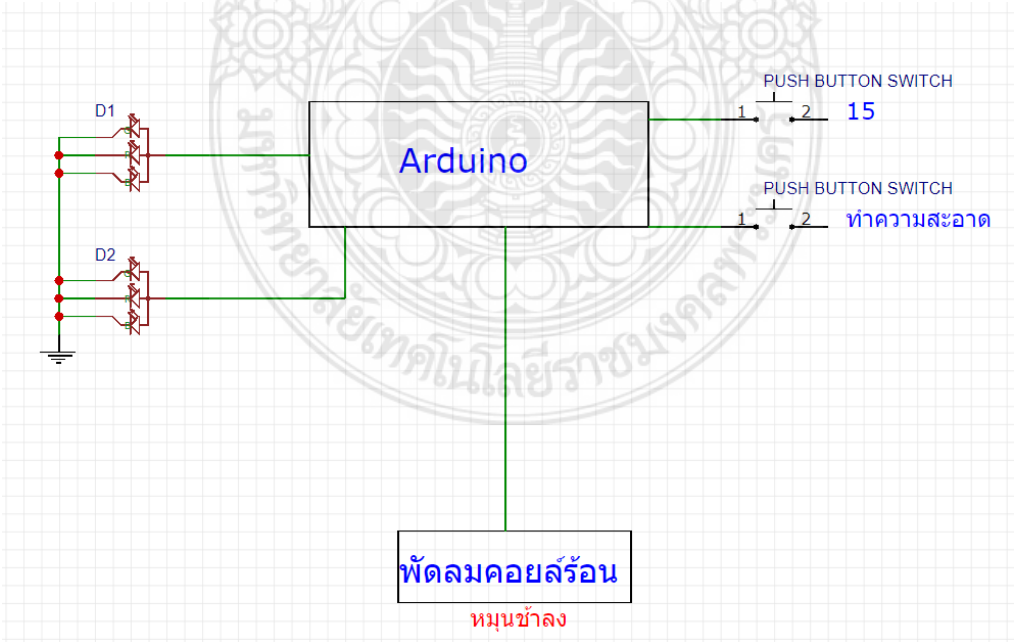
2.4.14 คอยล์เย็น สกปรก



รูปที่ 3.26 ภาพแสดงการต่อวงจร

จากรูปที่ 3.26 แสดงการต่อวงจรเพื่อที่จะควบคุมให้พัดลมคอยล์เย็นหมุนช้าลงกว่าปกติ ซึ่งจะแสดงว่าคอยล์เย็นมีสิ่งสกปรกอยู่ทาให้ทางานไม่เต็มที่ เมื่อกดทาความสะอาดระบบ ระบบจะกลับมาทางานปกติ

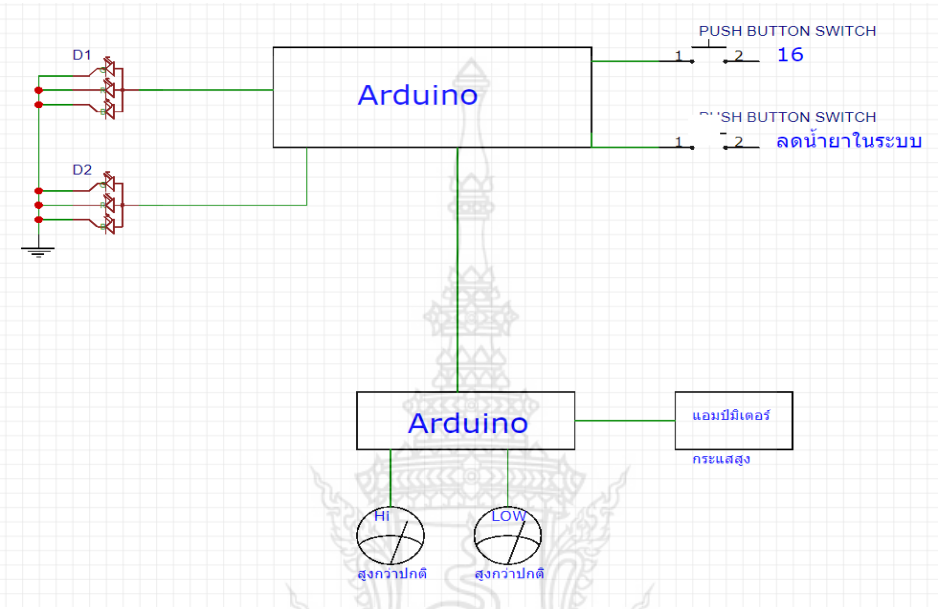
2.4.15 คอยล์ร้อน สกปรก



รูปที่ 3.27 ภาพแสดงการต่อวงจร

จากรูปที่ 3.27 แสดงการต่อวงจรเพื่อที่จะควบคุมให้พัดลมคอยล์ร้อยหมุนช้าลงกว่าปกติ ซึ่งจะแสดงว่าคอยล์ร้อนมีสิ่งสกปรกอยู่ทาให้ทางานไม่เต็มที่ เมื่อกดทาความสะอาดระบบ ระบบจะกลับมาทางานปกติ

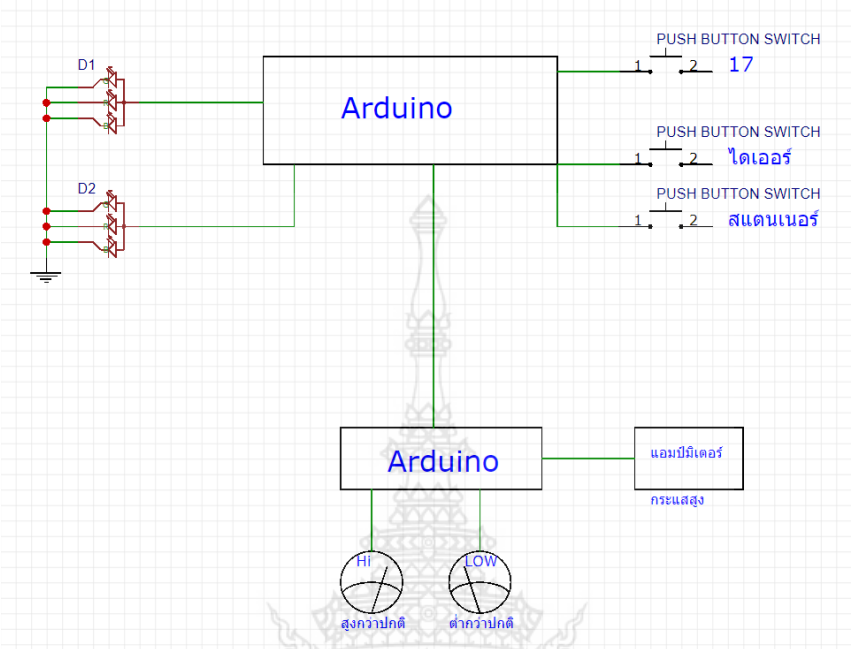
2.4.16 น้ายาแอร์มากเกินไป



รูปที่ 3.28 ภาพแสดงการต่อวงจร

จากรูปที่ 3.28 แสดงการต่อวงจรเพื่อที่จะแสดงให้ระบบมีกระแสสูงมากและเกจ HI,LOW จะสูงกว่าปกติ เมื่อกดลดสารทาความเย็นในระบบ ระบบจะกลับมาทางานปกติ

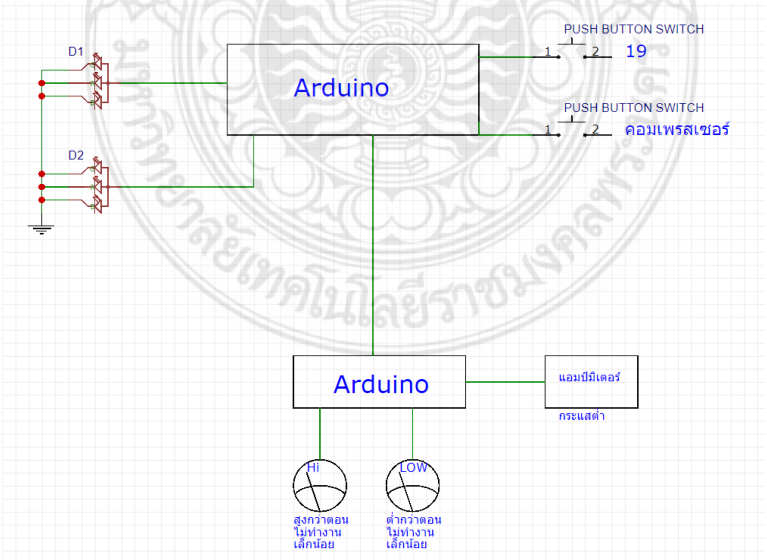
2.4.17 วงจรน้ายาตัน



รูปที่ 3.29 ภาพแสดงการต่อวงจร

จากรูปที่ 3.29 แสดงการต่อวงจรเพื่อทีจะแสดงให้ระบบมีกระแสสูงมากและเกจ HI จะสูงกว่าปกติ และ LOW จะต่ากว่าปกติ เมื่อกดเปลี่ยนไดเออร์กับกดเปลี่ยนสแตเนอร์ ระบบจะกลับมาทางานปกติ

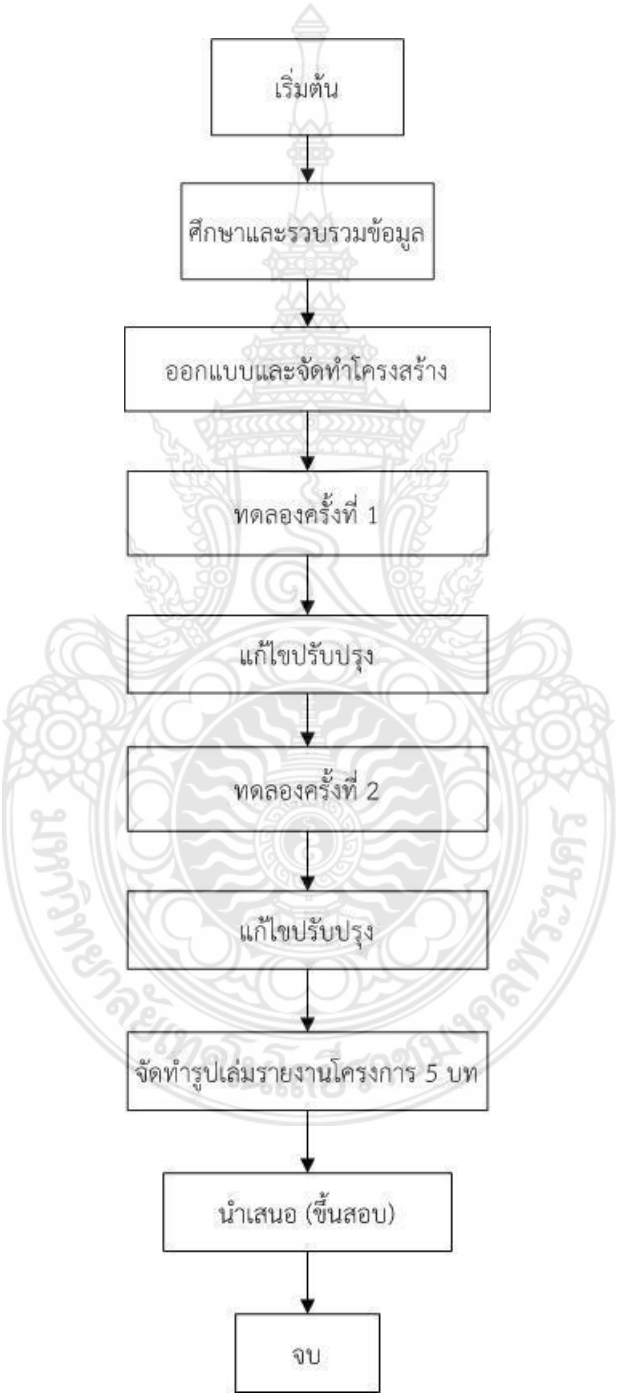
2.4.18 ลิ้นวาล์วเสีย



รูปที่ 3.30 ภาพแสดงการต่อวงจร

จากรูปที่ 3.19 แสดงการต่อวงจรเพื่อที่จะแสดงให้ระบบมีกระแสต่ามากและเกจ HI จะต่ากว่าปกติ และ LOW จะต่ากว่าปกติ เมื่อกดเปลี่ยนคอมเพรสเซอร์ ระบบจะกลับมาทางานปกติ

3.2.ระบบกำรทำงำน



รูปที่ 3.31 ภาพแสดงการทางานflowchart

3.3 กำรทำงำนของเครื่องชุดวิเครำะห์ปัญหำเครื่องปรับอำกำศ นั้นจะแบ่งกำรทำงำนออกเป็น 2 ระบบ

3.3.1 ระบบที่ 1 คือการทางานเหมือนกับระบบเครื่องปรับอากาศจริง แสดงค่าแรงดันและกระแสตามค่าปกติของระบบเครื่องปรับอากาศ

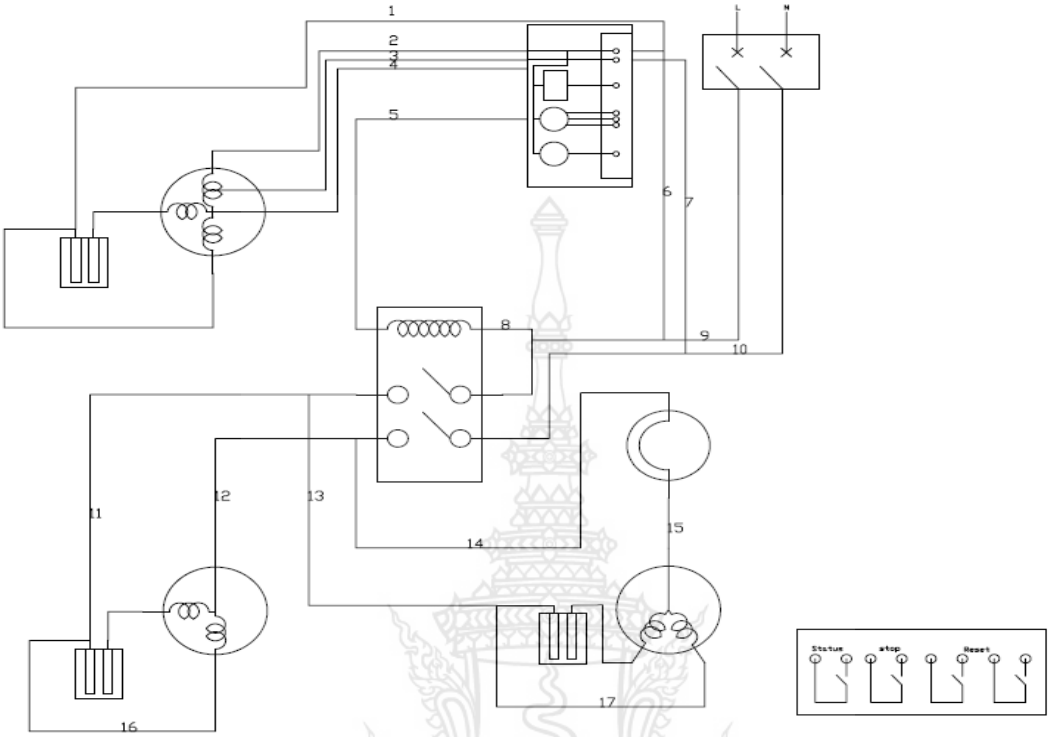
3.3.2 ระบบที่ 2 คือ ระบบจาลองอาการทีพบ เมือเครื่องปรับอากาศทางานผิดปกติ โดยจะสามารถจาลองระบบได้ 30 อาการ โดยจะตัดการทางานของอุปกรณ์ดังกล่าวเพือทีจะป้องกันการเสียหายของอุปกรณ์และมีการติดตั้งโอเวอร์โหลดให้หยุดทางานเมือมีกระแสเกินกว่าค่าทีตั้งไว้เพือป้องกันบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์เสียหาย

ปุ่ม	อาการ	การทางานของวงจร
1	สายเบอร์ 1 ขาด	จะตัดแรงดันที่ไหลในสายเบอร์ 1
2	สายเบอร์ 6 ขาด	จะตัดแรงดันที่ไหลในสายเบอร์ 6
3	สายเบอร์ 8 ขาด	จะตัดแรงดันที่ไหลในสายเบอร์ 8
4	สายเบอร์ 9 ขาด	จะตัดแรงดันที่ไหลในสายเบอร์ 9
5	สายเบอร์ 10 ขาด	จะตัดแรงดันที่ไหลในสายเบอร์ 10
6	สายเบอร์ 11 ขาด	จะตัดแรงดันที่ไหลในสายเบอร์ 11
7	สายเบอร์ 12 ขาด	จะตัดแรงดันที่ไหลในสายเบอร์ 12
8	สายเบอร์ 13 ขาด	จะตัดแรงดันที่ไหลในสายเบอร์ 13
9	สายเบอร์ 15 ขาด	จะตัดแรงดันที่ไหลในสายเบอร์ 15
10	สายเบอร์ 16 ขาด	จะตัดแรงดันที่ไหลในสายเบอร์ 16
11	สายเบอร์ 17 ขาด	จะตัดแรงดันที่ไหลในสายเบอร์ 17
12	แคปพัดลมคอยเย็นเสีย	แคปของพัดลมคอยเย็นเสียทาให้พัดลมไม่ทางาน
13	แคปพัดลมคอยร้อนเสีย	แคปของพัดลมคอยร้อนเสียทาให้พัดลมไม่ทางาน
14	แคปคอมเพรสเซอร์เสีย	คอมเพรสเซอร์ทางานผิดปกติโดยแสดงที่หลอดแสดงสถานะ
15	คอมเพรสเซอร์เสีย	ทาการตัดการทางานของคอมเพรสเซอร์ ทาให้คอมเพรสเซอร์ไม่ทางาน กินกระแสสูงมาก โอเวอร์โหลดร้อนเร็วมากทางานเร็ว เมื่อกดเปลี่ยนคอมเพรสเซอร์ ระบบจะกลับมาทางานปกติ
16	พัดลมคอยร้อนเสีย	ทาการตัดการทางานของพัดลมคอลย์ร้อนทาให้พัดลมไม่ทางาน เมื่อกดเปลี่ยนพัดลมคอยล์ร้อนระบบจะกลับมาทางานปกติ
17	พัดลมคอยเย็นเสีย	ทาการตัดการทางานของพัดลมคอลย์เย็นทาให้พัดลมไม่ทางาน เมื่อกดเปลี่ยนพัดลมคอยล์เย็นระบบจะกลับมาทางานปกติ
18	เบรกเกอร์เสีย	ทาการตัดแรงดันไฟที่เบรกเกอร์โดยจะนารีเลย์มาต่อเพื่อที่จะตัดแรงดันก่อนที่จะเข้าวงจรเครื่องปรับอากาศ เมื่อกดเปลี่ยนเบรกเกอร์ระบบจะกลับมาทางานปกติ

ปุ่ม	อาการ	การทางานของวงจร
19	รีโมทเสีย	ทาการตัดแรงดันไฟทีคอนโทรนลูมโดยจะนารีเลย์มาต่อเพื่อที่จะตัดแรงดันจะทาให้คอนโทรนลูมไม่สามารถใช้งานได้ ซึ่งแสดงเป็นบอกสถานะ เมื่อกดเปลี่ยนคอนโทรนลูมระบบจะกลับมาทางานปกติ
20	โซลีนอยแม็กเนติกเสีย	ตัดการทางานโซลีนอยแม็กเนติก แม็กเนติกจะไม่ทางาน เมื่อมีแรงดันมาจากคอนโทรนลูม คอยล์ร้อนจะไม่ทางาน เมื่อกดเปลี่ยนโซลีนอยแม็กเนติกระบบจะกลับมาทางานปกติ
21	หน้าสัมผัสแมกเนติก ขั้ว L เสีย	ทาการตัดแรงดันที่ขั้ว Lของหน้าสัมผัสแม็กเนติก ทาให้คอยล์ร้อนจะไม่ทางาน ไม่มีแรงดันไฟฟ้า ขั้ว L ที่ output ของแมกเนติก เมื่อกดเปลี่ยนแมกเนติก ระบบจะกลับมาทางานปกติ
22	หน้าสัมผัสแมกเนติก ขั้ว N เสีย	ทาการตัดแรงดันที่ขั้ว Lของหน้าสัมผัสแม็กเนติก ทาให้คอยล์ร้อนไม่ทางาน ไม่มีแรงดันไฟฟ้า ขั้ว N ที่ output ของแมกเนติก เมื่อกดเปลี่ยนแม็กเนติก ระบบจะกลับมาทางานปกติ
23	โอเวอร์โหลดเสีย	ทาการตัดการทางานของโอเวอร์โหลด ทาให้คอมเพรสเซอร์ไม่ทางาน ไม่มีแรงดันตกคร่อม เมื่อกดเปลี่ยนโอเวอร์โหลดระบบจะกลับมาทางานปกติ
24	น้ายาตัน	การต่อวงจรเพื่อที่จะแสดงให้ระบบมีกระแสสูงมากและเกจ HI จะสูงกว่าปกติและ LOW จะต่ากว่าปกติ เมื่อกดเปลี่ยนไดเออร์กับกดเปลี่ยนสแตเนอร์ ระบบจะกลับมาทางานปกติ
25	น้ายาแอร์รั่ว	วงจรเพื่อที่จะแสดงคอมเพรสเซอร์ทางานมีกระแสสูงกว่าปกติ โอเวอร์ร้อนขึ้นช้าๆและตัดการทางานรอจนเย็นแล้วทางานอีกและไม่เย็น เกจความดัน Hi สูง เกจความดัน Low ต่ากว่า0 เมื่อกดอุดรอยรั่วแล้วเติมสารทาความเย็น ระบบจะกลับมาทางานปกติ
26	น้ายาแอร์น้อย	วงจรเพื่อที่จะแสดงให้ระบบมีกระแสต่าและเกจ HI,LOW จะต่ากว่าปกติเลิกน้อย เมื่อกดเติมสารทาความเย็น ระบบจะกลับมาทางานปกติ
27	น้ายาแอร์มาก	วงจรเพื่อที่จะแสดงให้ระบบมีกระแสสูงมากและเกจ HI,LOW จะสูงกว่าปกติ เมื่อกดลดสารทาความเย็นในระบบ ระบบจะกลับมาทางานปกติ
28	ลิ้นวาล์วเสีย	วงจรเพื่อที่จะแสดงให้ระบบมีกระแสต่ามากและเกจ HI จะต่ากว่าปกติและ LOW จะต่ากว่าปกติ เมื่อกดเปลี่ยนคอมเพรสเซอร์ ระบบจะกลับมาทางานปกติ
29	คอยเย็นสกปรก	วงจรเพื่อที่จะควบคุมให้พัดลมคอยล์เย็นหมุนช้าลงกว่าปกติ ซึ่งจะแสดงว่าคอยล์เย็นมีสิ่งสกปรกอยู่ทาให้ทางานไม่เต็มที่ เมื่อกดทาความสะอาดระบบระบบจะกลับมาทางานปกติ
30	คอยร้อนสกปรก	วงจรเพื่อที่จะควบคุมให้พัดลมคอยล์ร้อยหมุนช้าลงกว่าปกติ ซึ่งจะแสดงว่าคอยล์ร้อนมีสิ่งสกปรกอยู่ทาให้ทางานไม่เต็มที่ เมื่อกดทาความสะอาดระบบระบบจะกลับมาทางานปกติ

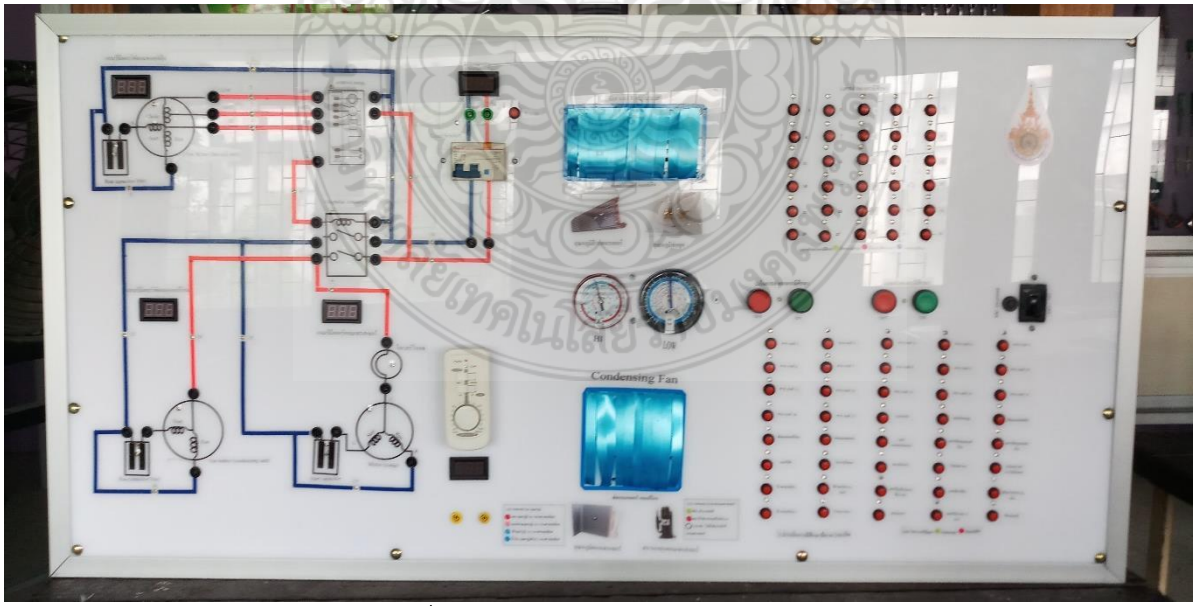
ตาราง 3.1 แสดงอาการเสียในระบบ

3.4 วงจรกำรทำงำน

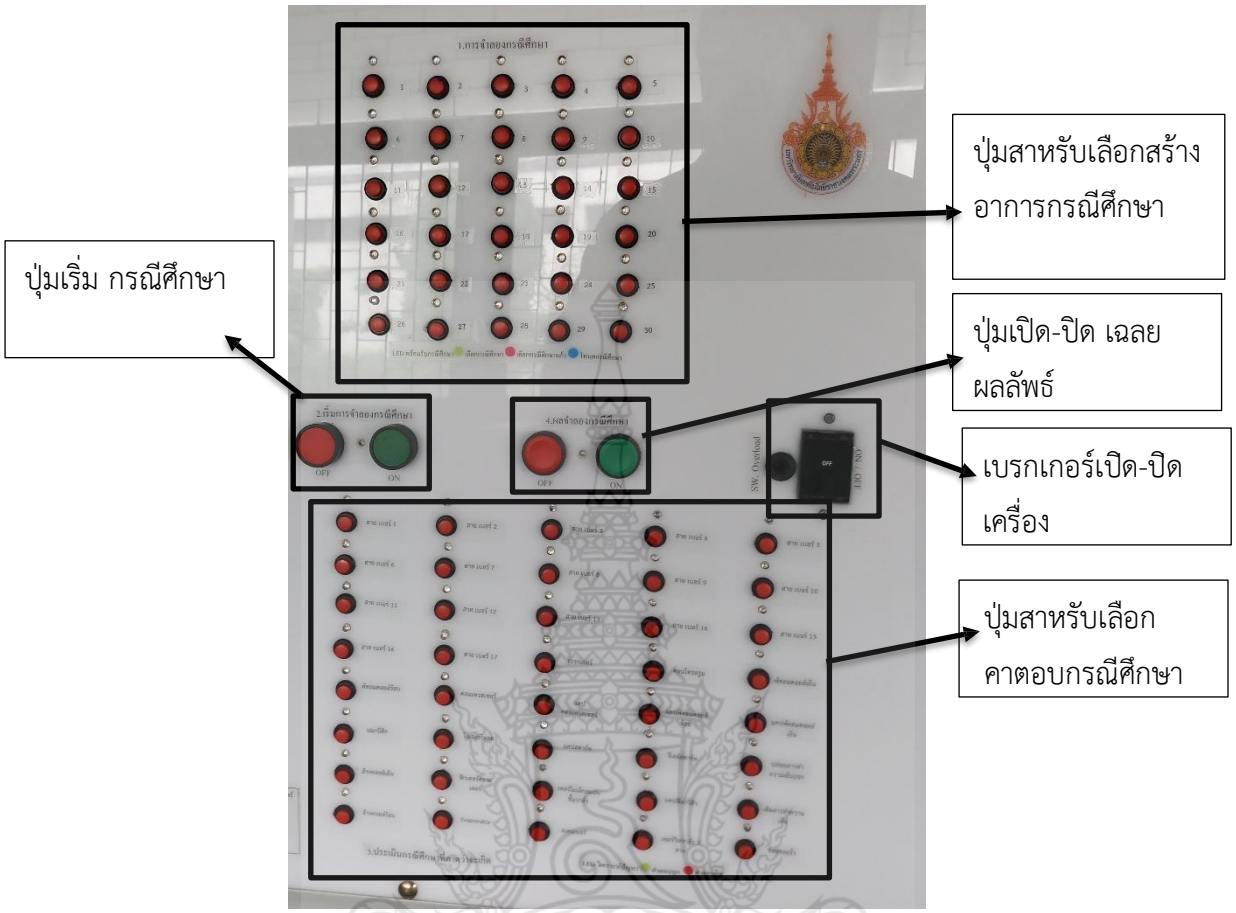


รูปที่ 3.32 วงจรเครื่องปรับอากาศ

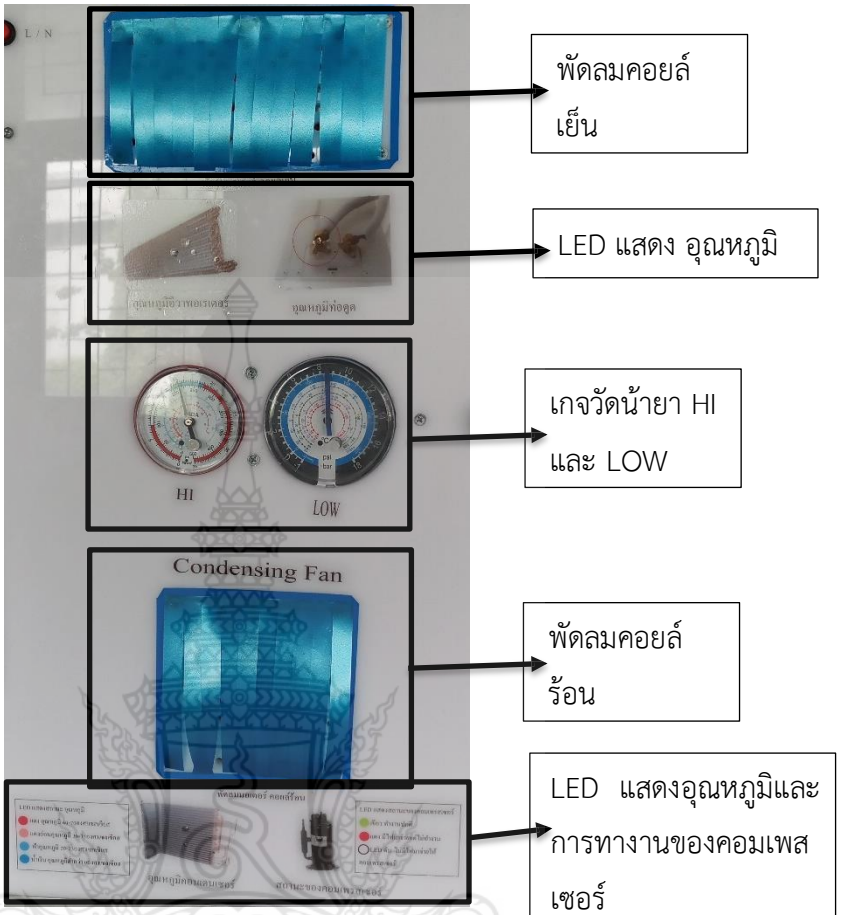
เป็นวงจรของเครื่องปรับอากาศในปัจจุบันโดยจะติดไฟแสดงสถานะแทนการทางานจริงของอุปกรณ์



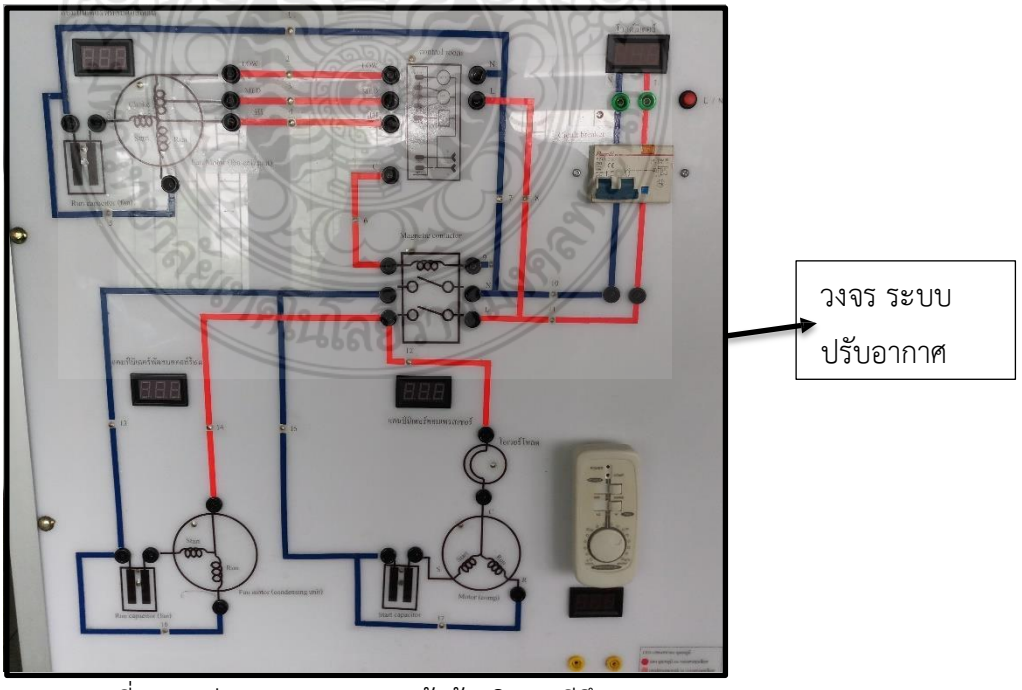
รูปที่ 3.33 แสดงหน้าตู้สาธิตกรณีศึกษา



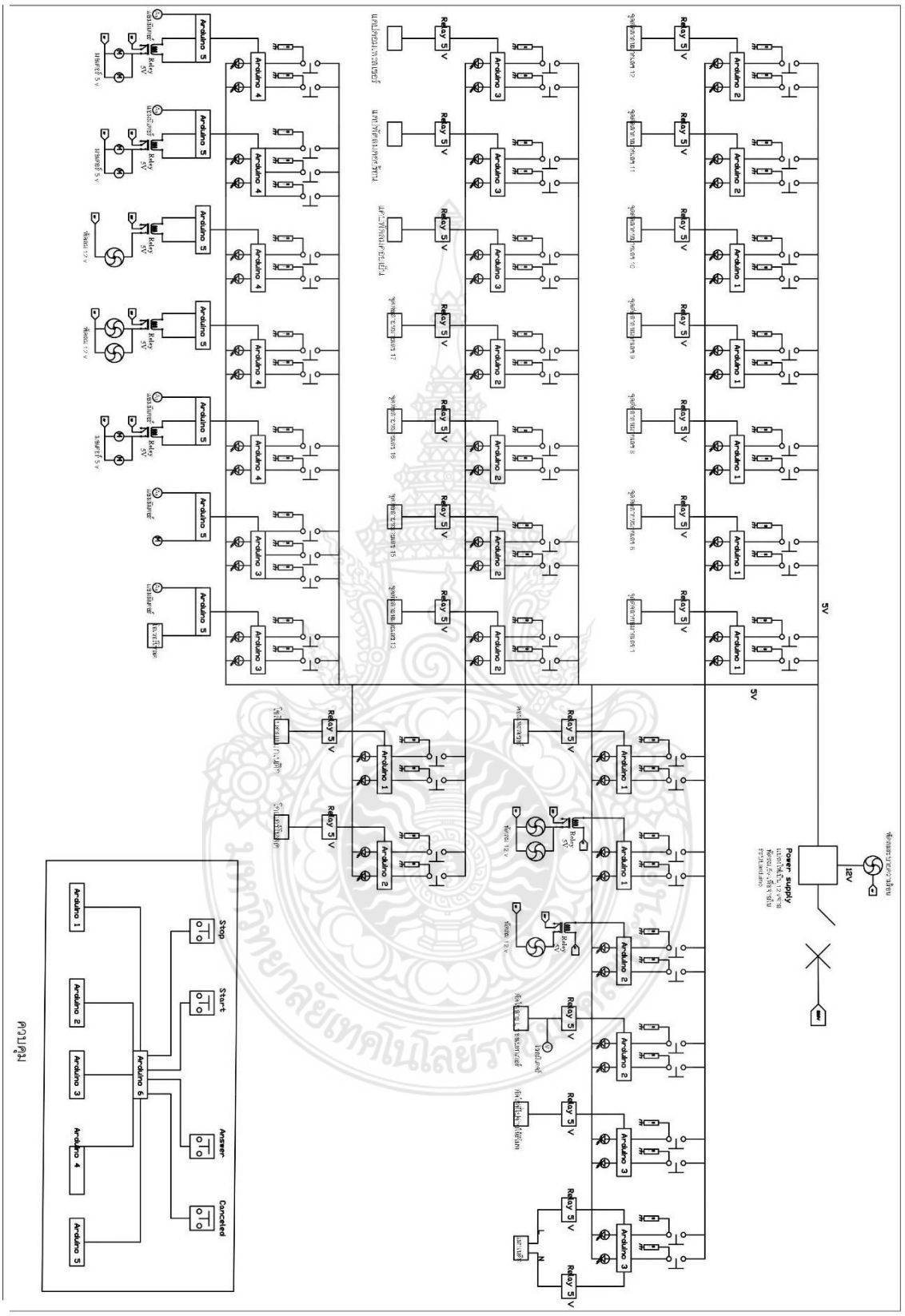
รูปที่ 3.34 ส่วนประกอบของหน้าตู้สาธิตกรณีศึกษา



รูปที่ 3.35 ส่วนประกอบของหน้าตู้สาธิตกรณีศึกษา



รูปที่ 3.36 ส่วนประกอบของหน้าตู้สาธิตกรณีศึกษา



รูปที่ 3.37 วงจรการทำงานของโครงงานชุดวิเคราะห์เครื่องปรับอากาศ

บทที่4
ผลการทดลอง

4.1 บทนำ

ในบทนี้กล่าวถึงการทดสอบและดาเนินงานของโครงงาน รวมถึงการทดสอบประสิทธิภาพของระบบการทางานต่าง ๆ เพื่อเป็นไปตามข้อกาหนด โดยการทดสอบว่า ชุดวิเคราะห์เครื่องประอากาศ สามารถ โชว์การทางานของอุปกรณ์ต่าง ๆของโครงงานและมีการแสดงประมาณน้ายาในระบบ แรงดันไฟฟ้า และ การแสไฟฟ้าของระบบต่าง ๆของโครงงาน เพื่อให้ผู้ทดลองสะดวกในการใช้งาน

4.2 การทดสอบการทางานของอุปกรณ์โครงงานเบื้องต้น

ทดลองการทางานของวงจรต่าง ๆภายในชุดวิเคราะห์ระบบเครื่องปรับอากาศโดยการสุ่มการทดสอบการทางานของกดสวิตช์สร้างปัญหา

ลาดับผู้ทดสอบและอาการเสีย	จานวนครั้งที่กดเปลี่ยนอุปกรณ์		
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3
1. พัดลมคอยย์เย็น	✗	✗	✓
2. พัดลมคอยย์ร้อน	✗	✓	
3. คอมเพรสเซอร์	✗	✗	✗
4. โอเวอ์โหลด	✗	✗	✓

ตารางที่4.1 สุ่มการทดสอบการทางานของอุปกรณ์

จากการทดลองให้นักเรียน วิเคราะห์อาการเสียของเครื่องปรับอากาศ โดยการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เพื่อหาอุปกรณ์เสียของเครื่องปรับอากาศ เมือ หาอาการเสียได้แล้วจึงกดเปลียนอุปกรณ์ที่มีให้

4.3 สุ่มการทดสอบการวิเคราะห์ระบบสร้างปัญหา

อาการเสีย	พัดลมคอยย์เย็น	พัดลมคอยย์ร้อน	กระแสมอเตอร์พัดลมคอยย์เย็น	กระแสมอเตอร์พัดลมคอยย์ร้อน	กระแสของคอมเพรชเซอร์	สถานะการทางานของคอมเพรสเซอร์	การแก้ไข้อาการเสียจาการวิเคราะห์
พัดลมคอยย์เย็น	ไม่ทางาน	ทางาน	20.1 A	3.1A	2.7 A	ทางาน	เปลี่ยนมอเตอร์พัดลมคอยย์เย็น
พัดลมคอยย์ร้อน	ทางาน	ไม่ ทางาน	2.9 A	21.5 A	2.7 A	ทางาน	เปลี่ยนมอเตอร์พัดลมคอยย์ร้อน
คอมเพรสเซอร์	ทางานแต่ไม่เย็น	ทางาน	3.0 A	3.6 A	35.3 A	ไม่ทางาน	เปลี่ยนคอมเพรสเซอร์
โอเวอ์โหลด	ทางาน	ทางาน	2.9 A	3.6A	0	ไม่ทางาน	เปลี่ยนโอเวอร์โหลด

ตารางที่ 4.2 สุ่มการทดสอบการวิเคราะห์ระบบสร้างปัญหา

บทที่ 5
สรุปผลโครงงานและข้อเสนอแนะ

หลังจากทาการทดลองเสร็จสมบูรณ์แล้ว ได้นาผลการทดลองไปเสนออาจารย์ทีปรึกษาว่าได้ผลสัมฤทธิ์ตามเป้าหมายหรือไม่ เมือได้ผลสัมฤทธิ์ตามเป้าหมายแล้วจะทาการสรุปผลการทดลองเป็นขั้นสุดท้ายและข้อเสนอแนะที่จะพัฒนาโครงการนี้ต่อไป เพื่อได้ทาการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นยังรวมไปถึงอุปสรรคในการทางานครั้งนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการจัดทาแบบทดสอบชุดวิเคราะห์ ปัญ หาเครื่องปรับอากาศ คณ ะผู้จัดทาโครงการได้คิดแบบทดสอบขึ้นมาโดยทาการทดสอบกับนักศึกษาจานวน 10 คน ผลปรากฏว่ามีผลคะแนนในแบบทดสอบหลังเรียนดีกว่าแบบทดสอบก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่าชุดวิเคราะห์เครื่องปรับอากาศ สามารถทาให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจในระบบปรับอากาศได้ดียิงขึ้น จึงแสดงให้เห็นว่าชุดวิเคราะห์ปัญหาเครื่องปรับอากาศนี้ ทาให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงหลักการทางานของเครื่องปรับอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 จุดเด่นของโครงการ

5.2.1 สามารถจาลองการทางานของระบบเครื่องปรับอากาศได้

5.2.2 สามารถจาลองสภาวะอาการเสียของเครื่องปรับอากาศได้

5.2.3 สามารถใช้ในการหาประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ

5.3 ปัญหาและอุปสรรค

5.3.1 ต้องรีเซตเกจวัดน้ายา HI และ LOW ทุกครั้งที่ใช้งาน

5.3.2 การเขียนโค้ดควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์บางส่วนยากมาก จึงต้องใช้เวลานานในการแก้ไขโค้ดคุมควบให้ระบบทางานตามจุดประสงค์ของโครงงาน

5.3.3 ควบคุมกระแสแต่ละจุดไม่ได้ตามที่ตั้งไว้

5.3.4 การต่อสายไฟภายในค่อนข้างซับซ้อน

5.4 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

ชุดวิเคราะห์ปัญหาเครื่องปรับอากาศ นี้ควรจะมีการศึกษาหาข้อมูลตลอดจนการวางแผนและการออกแบบโครงสร้างต่าง ๆ โดยคณะผู้จัดทาชุดวิเคราะห์ปัญหาเครื่องปรับอากาศ ได้ออกแบบโดยการใช้โค้ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ในการควบคุมการจาลองการทางานให้เหมือนระบบจริง เพราะฉะนั้น จึงสามารถใช้เปลี่ยนไปใช้ PLC ได้เพื่อง่ายในการเขียนโค้ดและเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบการทางาน

บรรณานุกรม

โฆษิต, นครินทร์ และศักดา. (2553). **ชุดสือการเรียนการสอนระบบปรับอากาศรถยนต์.** โครงงาน. (สาขาช่างยนต์). เชียงใหม่ : โรงเรียนพายัพเทคโนโลยีและบริหารธุรกิจ. สาเนา

นิติพงษ์, ศราวุฒิมช, นันทพล, จิราวัฒน์ และสุรพงษ์. (2554). **ชุดฝึกแสดงการทางานของเครื่องปรับอากาศรถยนต์ R–134a**. โครงงาน. (เครื่องกลและเทคนิคยานยนต์). อี.เทค : บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค). สาเนา

อภิสิทธิ์. (2560). **การพัฒนาชุดฝึกวงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน.** โครงงาน. (ไฟฟ้ากาลัง). นนทบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยเทตโนโลยีปัญญาภิวัฒน์. สาเนา

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- ข้อมูลอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในโครงงาน

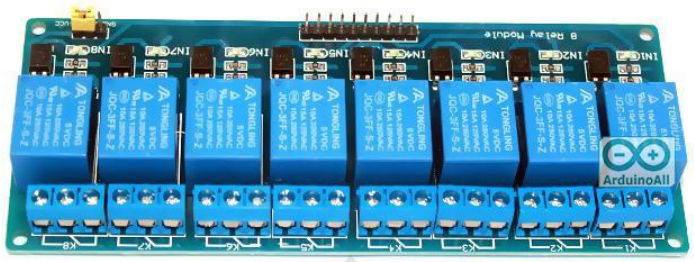
บอร์ด Arduino R3

Arduino Uno R3 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ Open-source บนแพลตฟอร์ม Arduino ของแท้จากผู้ผลิต arduino.cc ประเทศอิตาลี ออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ใช้ชิพ ATmega328 รันทีความถี่ 16 MHz หน่วยความจาแฟลช 32 KB แรม 2 KB บอร์ดใช้ไฟเลี้ยง 7 ถึง 12 V มีระดับแรงดันไฟฟ้าในการทางานและขาสัญญาณอยู่ที่ 5 V (TTL) มี Digital Input / Output 14 ขา (เป็น PWM ได้ 6 ขา) มี Analog Input 6 ขา Serial UART 1 ชุด I2C 1 ชุด SPI 1 ชุด เขียนโปรแกรมบนซอฟท์แวร์ Arduino IDE และโปรแกรมผ่านพอร์ต USB เหมาะสาหรับผู้ทีสนใจเริมต้นเรียนรู้การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์หรือแม้แต่ผู้ทีไม่เคยเรียน รู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์มาก่อนก็สามารถนามาสร้างต้นแบบที่เกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ได้

รายละเอียด Arduino UNO R3

ไมโครคอนโทรนเลอร์	ATmega328
แหล่งจ่ายไฟ	5V ไฟเข้า
(แนะนา)	7-12V
ไฟเข้า (จากัดไว้ที่)	6-20V
ขาดิจิตอล I/O	14 ขา (6 รองรับเอาต์พุตแบบ PWM
ขาอะนาล็อกอินพุต	6 ขา
กระแสไฟฟ้า DC ต่อขา I/O	40 mA
กระแสไฟฟ้าออก DC สาหรับขา 3.3V	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328)
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

บอร์ดรีเลย์



บอร์ดรีเลย์ 5 โวลต์ แบบแยกอิสระ 8 ช่อง พร้อมไฟ LED แสดงผลการทางาน โมดูลนี้สามารถทางานได้ทั้งแบบ Active High โดยเมือป้อนไฟ 3-5V หรือสัญญาณ 1 ไปให้บอร์ดรีเลย์จะทางาน หรือแบบ Active Low โดยเมือป้อนไฟ 0V หรือสัญญาณ 0 ไปบอร์ดจะทางาน โดยเซตได้ทีจัมเปอร์ของรีเลย์แต่ละช่อง ช่องต่อแบบ terminal สามารถต่อสายไฟได้สะดวก

รายละเอียด บอร์ดรีเลย์

-ขนาด: 13.5 x 5.3 x 1.7cm (LxWxH)

-แรงดันไฟฟ้าที่ใช้งานได้: 5V

-ช่อง 8 ช่อง

-โมดูลรีเลย์นี้ทางานได้ต่า 5V

-เป็นบอร์ดรีเลย์รีเลย์ 8 ช่องซึ่งสามารถควบคุมได้โดยตรงโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่หลากหลาย เช่น Arduino, AVR, PIC, ARM, PLC เป็นต้น

-นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมเครื่องใช้ต่างๆและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่มีกระแสไฟฟ้าขนาดใหญ่ ติดต่อสูงสุดสาหรับรีเลย์คือ AC250V 10A และ DC30V 10A

-อินเทอร์เฟซมาตรฐานสามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรง

-ไฟแสดงสถานการณ์ทางานของสีแดงมีส่วนช่วยในการใช้งานที่ปลอดภัย

-ใช้กันอย่างแพร่หลายสาหรับการควบคุม MCU ทุกภาคอุตสาหกรรมการควบคุม PLC, การควบคุมบ้านอัจฉริยะ

บานานาแจ็ค ติดแท่น (Banana Socket)

กล้วยปลั๊กหญิงแจ็คซ็อกเก็ตเสียบขั้วต่อสายเชื่อมต่อขั้ว

รายละเอียด

-นิกเกิลชุบสาหรับการถ่ายโอนสัญญาณสูงสุดและความทนทานที่เหมาะสมสาหรับการเชื่อมต่อ4 มิลลิเมตรปลั๊กกล้วยขนาด: 29.66x14.35มิลลิเมตร

ปุ่มกดติด-ปล่อยดับ

รายละเอียด

ปุ่มกดติดปล่อยดับ 2 ขา ตัวปุ่มกดง่ายไม่แข็ง

กดติด-ปล่อยดับ (Momentary)

ทนไฟสูงสุด 3 A 250 V, 6 A 125 V

ขนาด 1.9 x 2.5 cm (กว้าง x ยาว)

ความยาวส่วนเกลียวยึด 12 mm

แมกเนติก

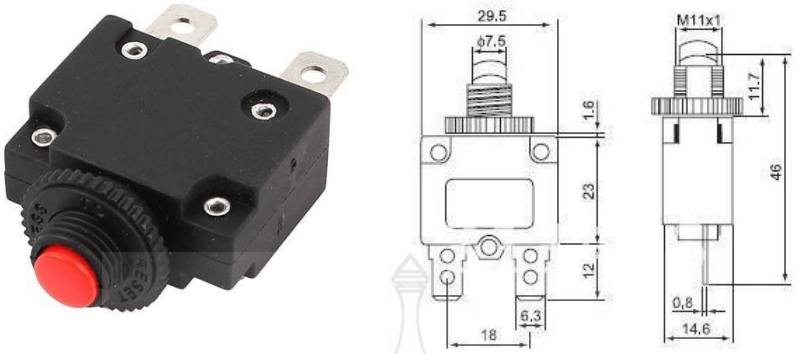
รายละเอียด

- หน้าคอนแทค 2 Pole
- ทนกระแสไฟสูงสุด 30 แอมป์
- ไฟ 220V.

เกจ์วัดน้ายาแอร์

- เกจ์ สาหรับสารทาความเย็น R-22 และ R-134a
- แสดงค่าแรงดัน BAR และ PSI
- สเกลอุณหภูมิองศาฟาเรนไฮต์ สาหรับ R22 และ R134a
- แมนิโฟลด์ทองเหลือง พร้อมลูกบิดเปิด/ปิดวาวล์ได้สะดวก

โอเวอร์โหลดสวิทช์

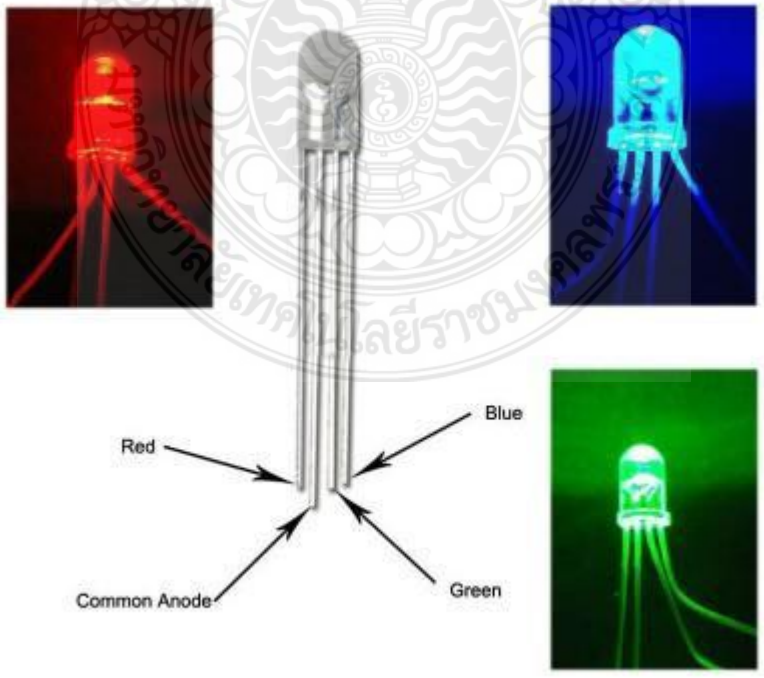


เป็นอุปกรณ์ป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้า เกินกาลังหรือป้องกันมอเตอร์ ไม่ให้เกิดการเสียหาย เมื่อมีกระแสไหลเกินพิกัด

รายละเอียด

แรงดันไฟฟ้า: 125/250โวลต์AC, 50VDC 50-60เฮิร์ต ฉนวนกันความร้อนทดสอบ: 1,500โวลต์/AC/นาที เวลาตอบสนอง: 60วินาที ความต้านทานของฉนวน:มากกว่า 500Vdc× 100MΩ. รับรอง:UL, VDE, 3C, TUV,เอสจีเอ

หลอด LED RGB



หลอด LED RGB ภายในหลอดจะมี LED ทั้งหมด 3 แม่สี คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน อยู่ภายใน และมีขาต่อใช้งานทั้งหมด 4 ขา ประกอบด้วยขา Common R G และ B ซึ่งขา Common จะเป็นขาที่รวมขา A หรือขา K ของหลอด LED แต่ละสีเข้าด้วยกัน หากเป็น Common A (CA) จะต้องต่อขา Common เข้าขั้วบวก และป้อนลอจิก 0 (LOW) ออกจากไมโคร จึงจะทาสีที่ต้องการติดสว่างขึ้นมา หากเป็น Common K (CC) จะต้องต่อขา Common ลงกราว์ด แล้วปล่อยลอจิก 0 เข้าไปควบคุม ก็จะทาให้แสงสีที่ต้องการติดสว่างขึ้นมาได้

รายละเอียด

วัสดุ: โลหะพลาสติก

เปล่งแสงสี: ฟ้า, แดง, เขียว

ขนาด (ประมาณ): 5 x 35 มม. / 0.2 "x 1.37" (D * L)

แรงดันไฟฟ้าไปข้างหน้า: 3.0-3.4V

เบรกเกอร์ 1 สาย (1 Pole Breaker)

เซฟตี เบรกเกอร์ 10A สามารถป้องกัน

กระแสไฟฟ้าลัดวงจร(ไฟช็อต) ป้องกันการใช้

กระแสไฟฟ้าเกิน

อุปกรณ์ที่ทางานเปิดและปิดวงจรไฟฟ้าแบบไม่อัตโนมัติ แต่สามารถเปิดวงจรได้อัตโนมัติ ถ้ามีกระแสไหลผ่านเกินกว่าค่าทีกาหนด โดยป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ที่ต่อกับเซอร์กิตเบรกเกอร์นั้นเกิดความเสียหายขึ้นจากกระแสที่เกินกาหนด

Power Supply

พาวเวอร์ซัพพลาย ทั้งแบบ AT และ ATX นั้นมีลักษณะการทางานทีเหมือนกัน คือรับแรงดันไฟจาก 220-240 โวลต์ โดยผ่านการควบคุมด้วยสวิตช์ สาหรับ AT และเมนบอร์ด แล้วส่งแรงดันไฟส่วนหนึงกลับไปที่ช่อง AC output เพือเลี้ยงตัวมอนิเตอร์ และจะส่งแรงดันไฟ 220 โวลต์ อีกส่วนหนึงเข้าสู่หน่วยการทางานที่ทาหน้าทีแปลงแรงดันไฟสลับ 220 โวลต์ ให้เป็นไฟกระแสตรง 300 โวลต์ โดยไม่ผ่านหม้อแปลงไฟ ระบบนี้เรียกว่า (Switching power supply) และผ่านหม้อแปลงทีทาหน้าทีแปลงไฟตรงสูงให้เป็นไฟตรงต่า โดยจะผ่านชุดอุปกรณ์ทีทาหน้าทีกาหนดแรงดันไฟฟ้าอีกชุดหนึงแบ่งให้เป็น 5 และ 12 ก่อนทีจะส่งไปยังสายไฟและตัวจ่ายต่างๆ โดยความสามารถพิเศษของ Switching power supply ก็คือ มีชุด Switching ทีจะทาการตัดไฟเลี้ยงออกทันทีเมื่อมีอุปกรณ์ที่โหลดไฟตัวใดตัว หนึ่งชารุดเสียหาย หรือช็อตนั่นเอง

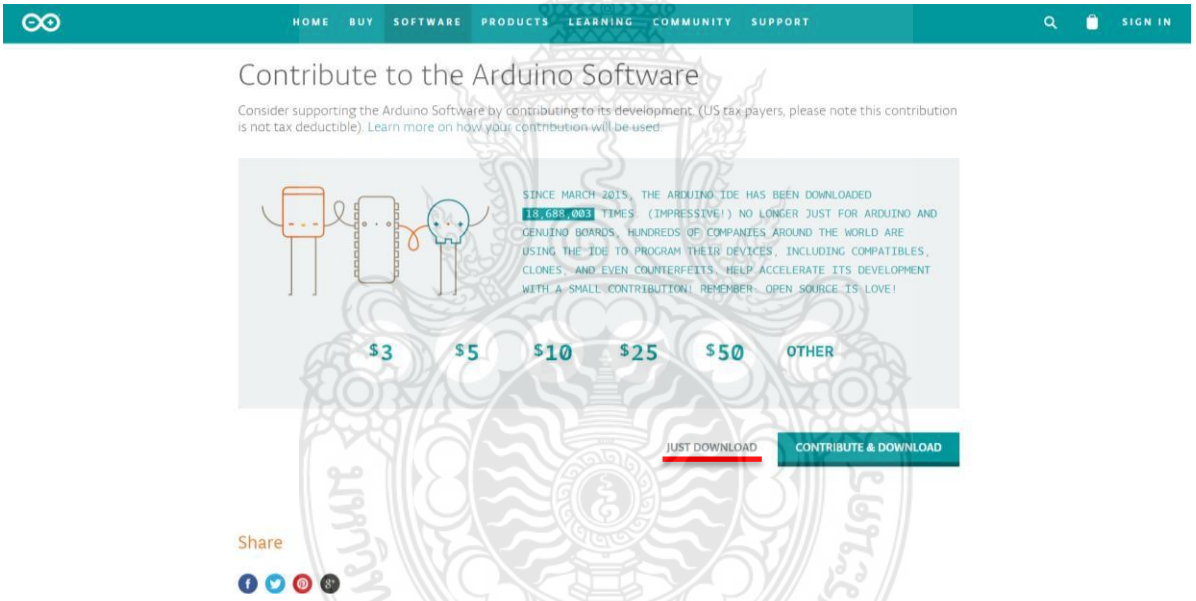
ภาคผนวก ข

-การใชงานโปรแกรม ARDUINO เวอร์ชั่น 1.8.5

ขันตอนการใช้งาน โปรแกรม ARDUINO เวอร์ชั่น 1.8.5

1.เข้าเว็ปไซต์ https://www.arduino.cc/en/Main/Software

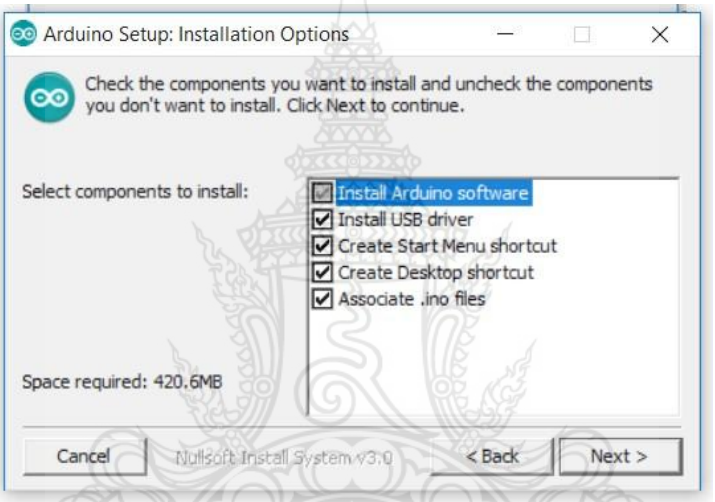
2.ให้คลิกที่ Windows Installer สาหรับใช้งานกับ Windows



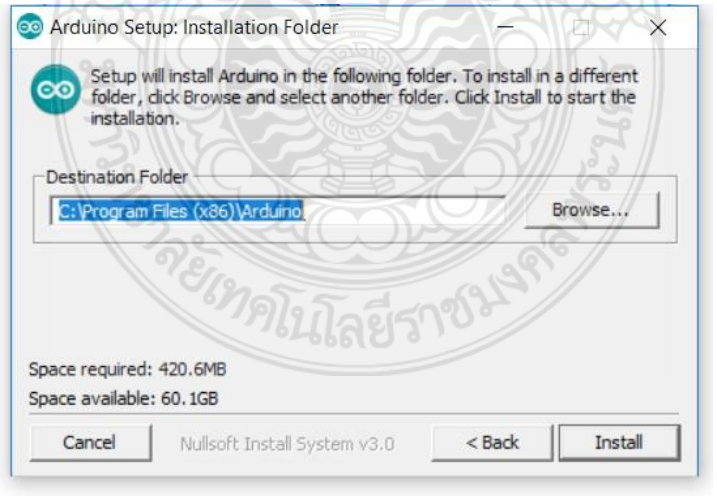
3.เมื่อเข้าสู้หน้าต่างถัดไป ให้เลือก download arduino-1.8.5-windows.exe โดยคลิกที่ JUST DOWNLOAD

4.ดับเบิ้ลคลิก ที่ arduino-1.8.5-windows.exe แล้วเลือก I Agree

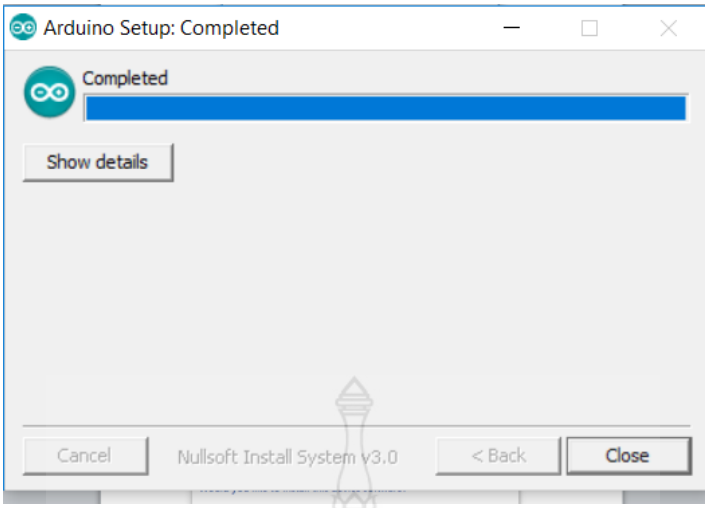
5.ให้เลือกไฟล์ที่เราจะติดตั้งแล้วคลิก คาว่า Next เพื่อเข้าสู้ขั้นตอนต่อไป



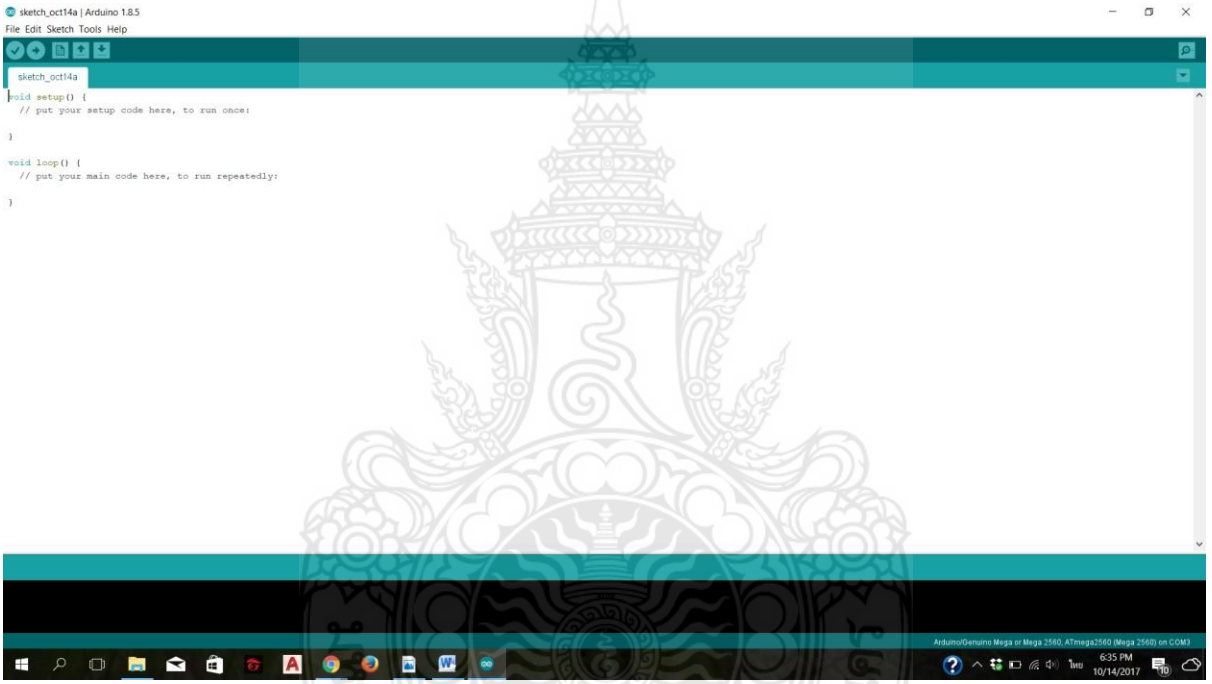
6.ให้เลือกพื้นที่ สาหรับจัดเก็บหรือบันทึกไฟล์ แล้ว คลิก Install ติดตั้ง โปรแกรม



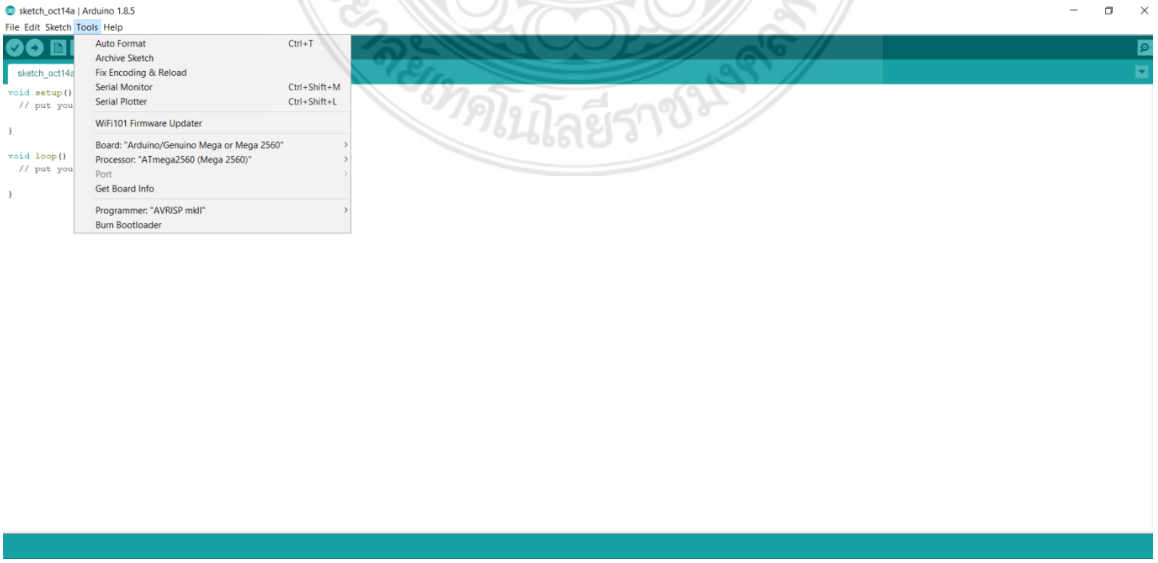
7.เมื่อติดตั้งโปรแกรมเสร็จ ให้คลิก ที่ Close เพื่อเสร็จสิ้นการลงโปรแกรม Arduino



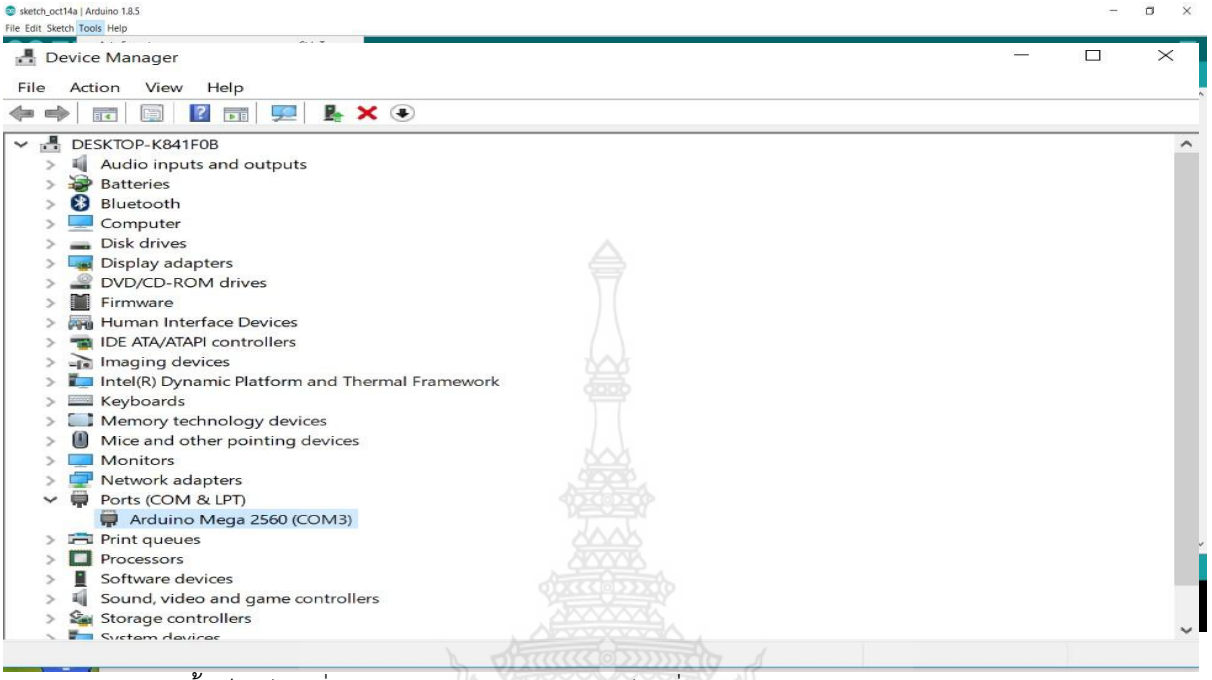
8.การตั้งค่าเบื้องต้น สาหรับใช้งานเปิดโปรแกรม Ardino



9. เปิดโปรแกรม Arduino IDE แล้วเลือก Tools

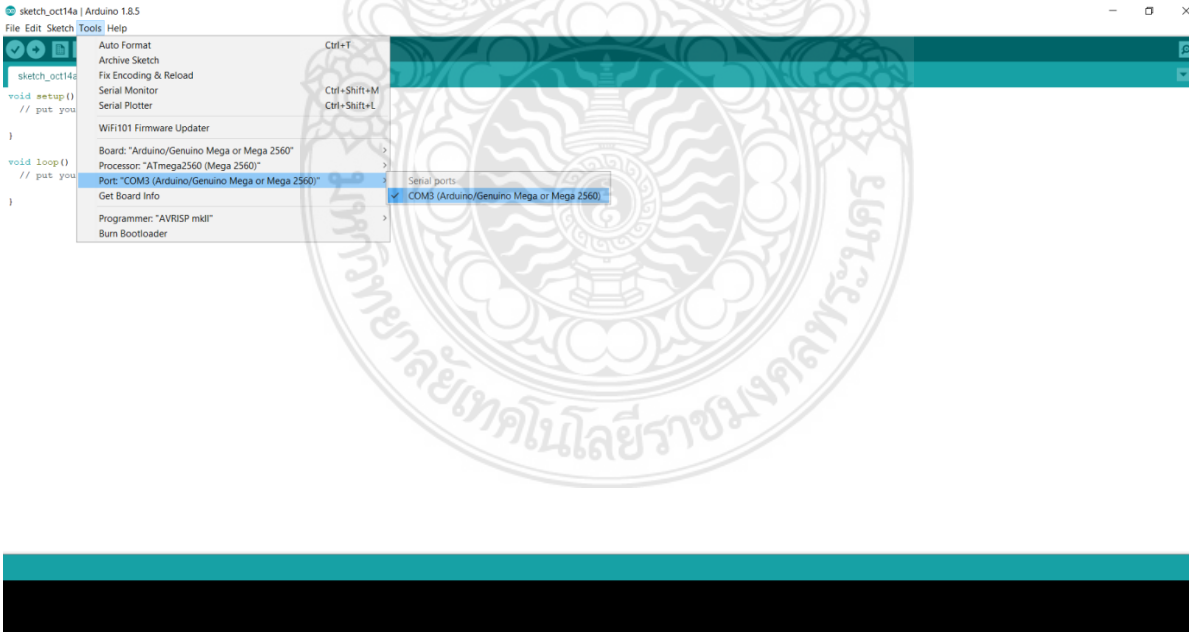


10. เลือก Tools ก็เข้าไป เลือกรุ่นของ บรอด Arduinoที่เราใช้ให้ตรงกัน ในที่นี้กลุ่มเราใช้ Mega 2560



11.จากนั้นก็เอาไป ที่ Device Manager แล้วเข้าไปที่ Ports แล้วดูว่า Arduino Mega 2560ว่าอยู่ Portsไหน

12. จากนั้น เลือก Tools แล้วเลือก Ports COM3 (Arduino/Genuino Mega or Mega 2560)



ภาคผนวก ค

-โค้ดที่ใช้ในการเขียนระบบใน Arduino

Arduino บอร์ดที่ 1

```
int sw1 = 53;
int sw2 = 49;
int sw3 = 45;
int sw4 = 41;
int sw5 = 37;
int sw6 = 33;
int sw7 = 29;
int sw9 = 25;
int er1 = 51;
int er2 = 47;
int er3 = 43;
int er4 = 39;
int er5 = 35;
int er6 = 31;
int er7 = 27;
int er9 = 23;
int hh1 = A9;
int hh2 = A10;
int hh3 = A11;
int s_led_r1 = 13;
int s_led_g1 = 12;
int s_led_r2 = 11;
int s_led_g2 = 10;
int s_led_r3 = 9;
int s_led_g3 = 8;
int s_led_r4 = 7;
int s_led_g4 = 6;
int s_led_r5 = 5;
int s_led_g5 = 4;
int s_led_r6 = 3;
int s_led_g6 = 2;
```

```
int  s_led_r7  =  1;
int  s_led_g7  =  0;
int  s_led_r9  =  14;
int  s_led_g9  =  15;
int  e_led_r1  =  16;
int  e_led_g1  =  17;
int  e_led_b1  =  18;
int  e_led_r2  =  19;
int  e_led_g2  =  20;
int  e_led_b2  =  21;
int  e_led_r3  =  22;
int  e_led_g3  =  24;
int  e_led_b3  =  26;
int  e_led_r4  =  28;
int  e_led_g4  =  30;
int  e_led_b4  =  32;
int  e_led_r5  =  34;
int  e_led_g5  =  36;
int  e_led_b5  =  38;
int  e_led_r6  =  40;
int  e_led_g6  =  42;
int  e_led_b6  =  44;
int  e_led_r7  =  46;
int  e_led_g7  =  48;
int e_led_b7 = 50;
int  e_led_r9  =  A13;
int  e_led_g9  =  A14;
int  e_led_b9  =  A15;
int dd1 = A1;
int  dd2  =  A2;
int  dd3  =  A3;
int  dd4  =  A4;
int dd5 = A5;
```

```
int dd6 = A6;
int dd7 = A7;
int dd9 = A8;
int  z1 ;
int  p1 ;
int  p2 ;
int  p3 ;
int  p4 ;
int  p5 ;
int  p6 ;
int  p7 ;
int  p9 ;
int  k1 ;
int  k2 ;
int  k3 ;
int  k4 ;
int  k5 ;
int  k6 ;
int  k7 ;
int  k9 ;
int  u1 ;
int  u2 ;
int  u3 ;
int  u4 ;
int  u5 ;
int  u6 ;
int  u7 ;
int  u9 ;
int  x1 ;
```

```
void setup() { pinMode(sw1,
  INPUT); pinMode(sw2, INPUT);
  pinMode(sw3, INPUT);
  pinMode(sw4, INPUT);
  pinMode(sw5, INPUT);
  pinMode(sw6, INPUT);
  pinMode(sw7, INPUT);
  pinMode(sw9, INPUT);
  pinMode(er1, INPUT);
  pinMode(er2, INPUT);
  pinMode(er3, INPUT);
  pinMode(er4, INPUT);
  pinMode(er5, INPUT);
  pinMode(er6, INPUT);
  pinMode(er7, INPUT);
  pinMode(er9, INPUT);
  pinMode(hh1, INPUT);
  pinMode(hh2, INPUT);
  pinMode(hh3, INPUT);
  pinMode(s_led_r1, OUTPUT);
  pinMode(s_led_g1, OUTPUT);
  pinMode(s_led_r2, OUTPUT);
  pinMode(s_led_g2, OUTPUT);
  pinMode(s_led_r3, OUTPUT);
  pinMode(s_led_g3, OUTPUT);
  pinMode(s_led_r4, OUTPUT);
  pinMode(s_led_g4, OUTPUT);
  pinMode(s_led_r5, OUTPUT);
  pinMode(s_led_g5, OUTPUT);
  pinMode(s_led_r6, OUTPUT);
  pinMode(s_led_g6, OUTPUT);
```

```
pinMode(s_led_r7, OUTPUT);
pinMode(s_led_g7, OUTPUT);
pinMode(s_led_r9, OUTPUT);
pinMode(s_led_g9, OUTPUT);
pinMode(e_led_r1, OUTPUT);
pinMode(e_led_g1, OUTPUT);
pinMode(e_led_b1, OUTPUT);
pinMode(e_led_r2, OUTPUT);
pinMode(e_led_g2, OUTPUT);
pinMode(e_led_b2, OUTPUT);
pinMode(e_led_r3, OUTPUT);
pinMode(e_led_g3, OUTPUT);
pinMode(e_led_b3, OUTPUT);
pinMode(e_led_r4, OUTPUT);
pinMode(e_led_g4, OUTPUT);
pinMode(e_led_b4, OUTPUT);
pinMode(e_led_r5, OUTPUT);
pinMode(e_led_g5, OUTPUT);
pinMode(e_led_b5, OUTPUT);
pinMode(e_led_r6, OUTPUT);
pinMode(e_led_g6, OUTPUT);
pinMode(e_led_b6, OUTPUT);
pinMode(e_led_r7, OUTPUT);
pinMode(e_led_g7, OUTPUT);
pinMode(e_led_b7, OUTPUT);
pinMode(e_led_r9, OUTPUT);
pinMode(e_led_g9, OUTPUT);
pinMode(e_led_b9, OUTPUT);
pinMode(dd1, OUTPUT);
pinMode(dd2, OUTPUT);
pinMode(dd3, OUTPUT);
pinMode(dd4, OUTPUT);
pinMode(dd5, OUTPUT);
```

```
  pinMode(dd6,   OUTPUT);
  pinMode(dd7,   OUTPUT);
  pinMode(dd9, OUTPUT);
}
void loop() {
  if ( z1 == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r1, HIGH);
    digitalWrite(e_led_r1, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g1, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b1, HIGH);
    digitalWrite(dd1, HIGH);
    digitalWrite(s_led_r2, HIGH);
    digitalWrite(e_led_r2, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g2, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b2, HIGH);
    digitalWrite(dd2, HIGH);
    digitalWrite(s_led_r3, HIGH);
    digitalWrite(e_led_r3, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g3, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b3, HIGH);
    digitalWrite(dd3, HIGH);
    digitalWrite(s_led_r4, HIGH);
    digitalWrite(e_led_r4, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g4, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b4, HIGH);
    digitalWrite(dd4, HIGH);
    digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
    digitalWrite(e_led_r5, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g5, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b5, HIGH);
    digitalWrite(dd5, HIGH);
    digitalWrite(s_led_r6, HIGH);
    digitalWrite(e_led_r6, HIGH);
```

```
    digitalWrite(e_led_g6, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b6, HIGH);
    digitalWrite(dd6, HIGH);
    digitalWrite(s_led_r7, HIGH);
    digitalWrite(e_led_r7, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g7, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b7, HIGH);
    digitalWrite(dd7, HIGH);
    digitalWrite(s_led_r9, HIGH);
    digitalWrite(e_led_r9, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g9, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b9, HIGH);
    digitalWrite(dd9, HIGH);
    z1 = HIGH;
  }
  if (digitalRead(hh3) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r1, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g1, LOW);
    digitalWrite(e_led_r1, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g1, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b1, HIGH);
    digitalWrite(dd1, HIGH);
    digitalWrite(s_led_r2, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g2, LOW);
    digitalWrite(e_led_r2, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g2, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b2, HIGH);
    digitalWrite(dd2, HIGH);
    digitalWrite(s_led_r3, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g3, LOW);
    digitalWrite(e_led_r3, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g3, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b3, HIGH);
```

```
digitalWrite(dd3, HIGH);
digitalWrite(s_led_r4, HIGH);
digitalWrite(s_led_g4, LOW);
digitalWrite(e_led_r4, HIGH);
digitalWrite(e_led_g4, HIGH);
digitalWrite(e_led_b4, HIGH);
digitalWrite(dd4, HIGH);
digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
digitalWrite(s_led_g5, LOW);
digitalWrite(e_led_r5, HIGH);
digitalWrite(e_led_g5, HIGH);
digitalWrite(e_led_b5, HIGH);
digitalWrite(dd5, HIGH);
digitalWrite(s_led_r6, HIGH);
digitalWrite(s_led_g6, LOW);
digitalWrite(e_led_r6, HIGH);
digitalWrite(e_led_g6, HIGH);
digitalWrite(e_led_b6, HIGH);
digitalWrite(dd6, HIGH);
digitalWrite(s_led_r7, HIGH);
digitalWrite(s_led_g7, LOW);
digitalWrite(e_led_r7, HIGH);
digitalWrite(e_led_g7, HIGH);
digitalWrite(e_led_b7, HIGH);
digitalWrite(dd7, HIGH);
digitalWrite(s_led_r9, HIGH);
digitalWrite(s_led_g9, LOW);
digitalWrite(e_led_r9, HIGH);
digitalWrite(e_led_g9, HIGH);
digitalWrite(e_led_b9, HIGH);
digitalWrite(dd9, HIGH);
p1 = LOW;
p2 = LOW;
```

```
  p3  =  LOW;
  p4  =  LOW;
  p5  =  LOW;
  p6  =  LOW;
  p7  =  LOW;
  p9  =  LOW;
  u1  =  LOW;
  u2  =  LOW;
  u3  =  LOW;
  u4  =  LOW;
  u5  =  LOW;
  u6  =  LOW;
  u7  =  LOW;
  u9  =  LOW;
  x1 = LOW ;
}
if (digitalRead(hh1) == LOW)  {
  if (digitalRead(sw1) == LOW) {
    delay(10);
    k1 = HIGH;
  }
  if (digitalRead(sw1) == HIGH) {
    if ((k1 == HIGH) && (p1 == LOW)) {
      digitalWrite(s_led_r1, LOW);
      digitalWrite(s_led_g1, HIGH);
      p1 = HIGH ;
      k1 = LOW;
    }
    if ((k1 == HIGH) && (p1 == HIGH)) {
      digitalWrite(s_led_r1, HIGH);
      digitalWrite(s_led_g1, LOW);
      p1 = LOW ;
      k1 = LOW;
```

```
  }
}

if (digitalRead(sw2) == LOW) {
  delay(10);
  k2 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw2) == HIGH) {
  if ((k2 == HIGH) && (p2 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r2, LOW);
    digitalWrite(s_led_g2, HIGH);
    p2 = HIGH ;
    k2 = LOW;
  }
  if ((k2 == HIGH) && (p2 == HIGH)) {
    digitalWrite(s_led_r2, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g2, LOW);
    p2 = LOW ;
    k2 = LOW;
  }
}
if (digitalRead(sw3) == LOW) {
  delay(10);
  k3 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw3) == HIGH) {
  if ((k3 == HIGH) && (p3 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r3, LOW);
    digitalWrite(s_led_g3, HIGH);
    p3 = HIGH ;
    k3 = LOW;
  }
  if ((k3 == HIGH) && (p3 == HIGH)) {
```

```
    digitalWrite(s_led_r3,   HIGH);
    digitalWrite(s_led_g3,   LOW);
    p3 = LOW ;
    k3 = LOW;
  }
}
if (digitalRead(sw4) == LOW) {
  delay(10);
  k4 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw4) == HIGH) {
  if ((k4 == HIGH) && (p4 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r4, LOW);
    digitalWrite(s_led_g4, HIGH);
    p4 = HIGH ;
    k4 = LOW;
  }
  if ((k4 == HIGH) && (p4 == HIGH)) {
    digitalWrite(s_led_r4, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g4, LOW);
    p4 = LOW ;
    k4 = LOW;
  }
}
if (digitalRead(sw5) == LOW) {
  delay(10);
  k5 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw5) == HIGH) {
  if ((k5 == HIGH) && (p5 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r5, LOW);
    digitalWrite(s_led_g5, HIGH);
    p5 = HIGH ;
```

```
    k5 = LOW;
  }
  if ((k5 == HIGH) && (p5 == HIGH)) {
    digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g5, LOW);
    p5 = LOW ;
    k5 = LOW;
  }
}
if (digitalRead(sw6) == LOW) {
  delay(10);
  k6 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw6) == HIGH) {
  if ((k6 == HIGH) && (p6 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r6, LOW);
    digitalWrite(s_led_g6, HIGH);
    p6 = HIGH ;
    k6 = LOW;
  }
  if ((k6 == HIGH) && (p6 == HIGH)) {
    digitalWrite(s_led_r6, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g6, LOW);
    p6 = LOW ;
    k6 = LOW;
  }
}
if (digitalRead(sw7) == LOW) {
  delay(10);
  k7 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw7) == HIGH) {
  if ((k7 == HIGH) && (p7 == LOW)) {
```

```
      digitalWrite(s_led_r7,   LOW);
      digitalWrite(s_led_g7,   HIGH);
      p7 = HIGH ;
      k7 = LOW;
    }
    if ((k7 == HIGH) && (p7 == HIGH)) {
      digitalWrite(s_led_r7, HIGH);
      digitalWrite(s_led_g7, LOW);
      p7 = LOW ;
      k7 = LOW;
    }
  }
  if (digitalRead(sw9) == LOW) {
    delay(10);
    k9 = HIGH;
  }
  if (digitalRead(sw9) == HIGH) {
    if ((k9 == HIGH) && (p9 == LOW)) {
      digitalWrite(s_led_r9, LOW);
      digitalWrite(s_led_g9, HIGH);
      p9 = HIGH ;
      k9 = LOW;
    }
    if ((k9 == HIGH) && (p9 == HIGH)) {
      digitalWrite(s_led_r9, HIGH);
      digitalWrite(s_led_g9, LOW);
      p9 = LOW ;
      k9 = LOW;
    }
  }

}
```

```
if (digitalRead(hh1) == HIGH) {
  if (digitalRead(er1) == HIGH) { if
    (p1 == HIGH) {
    digitalWrite(e_led_r1, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g1, LOW);
      u1 = HIGH ;
    }
    if (p1 == LOW) {
      digitalWrite(e_led_r1, LOW);
      digitalWrite(e_led_g1, HIGH);
    }
  }
  if (digitalRead(er2) == HIGH) { if
    (p2 == HIGH) {
    digitalWrite(e_led_r2, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g2, LOW);
      u2 = HIGH ;
    }
    if (p2 == LOW) {
      digitalWrite(e_led_r2, LOW);
      digitalWrite(e_led_g2, HIGH);
    }
  }
  if (digitalRead(er3) == HIGH) { if
    (p3 == HIGH) {
    digitalWrite(e_led_r3, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g3, LOW);
      u3 = HIGH ;
    }
    if (p3 == LOW) {
      digitalWrite(e_led_r3, LOW);
      digitalWrite(e_led_g3, HIGH);
    }
```

```
}
if (digitalRead(er4) == HIGH) { if
  (p4 == HIGH) {
  digitalWrite(e_led_r4, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g4, LOW);
    u4 = HIGH ;
  }
  if (p4 == LOW) {
    digitalWrite(e_led_r4, LOW);
    digitalWrite(e_led_g4, HIGH);
  }
}
if (digitalRead(er5) == HIGH) { if
  (p5 == HIGH) {
  digitalWrite(e_led_r5, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g5, LOW);
    u5 = HIGH ;
  }
  if (p5 == LOW) {
    digitalWrite(e_led_r5, LOW);
    digitalWrite(e_led_g5, HIGH);
  }
}
if (digitalRead(er6) == HIGH) { if
  (p6 == HIGH) {
  digitalWrite(e_led_r6, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g6, LOW);
    u6 = HIGH ;
  }
  if (p6 == LOW) {
    digitalWrite(e_led_r6, LOW);
    digitalWrite(e_led_g6, HIGH);
  }
```

```
}
if (digitalRead(er7) == HIGH) { if
  (p7 == HIGH) {
  digitalWrite(e_led_r7, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g7, LOW);
    u7 = HIGH ;
  }
  if (p7 == LOW) {
    digitalWrite(e_led_r7, LOW);
    digitalWrite(e_led_g7, HIGH);
  }
}
if (digitalRead(er9) == HIGH) { if
  (p9 == HIGH) {
  digitalWrite(e_led_r9, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g9, LOW);
    u9 = HIGH ;
  }
  if (p9 == LOW) {
    digitalWrite(e_led_r9, LOW);
    digitalWrite(e_led_g9, HIGH);
  }
}
if (p1 == HIGH) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r1,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g1, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b1, LOW);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r1,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g1,   LOW);
    digitalWrite(e_led_b1, HIGH);
```

```
  }
  if (u1 == LOW ) {
    digitalWrite(dd1, LOW);
  }
  if (u1 == HIGH) {
    digitalWrite(dd1, HIGH);
  }
}
if (p1 == LOW) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r1, HIGH);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r1, LOW);
  }
}
if (p2 == HIGH) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r2,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g2,   HIGH);
    digitalWrite(e_led_b2, LOW);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r2,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g2,   LOW);
    digitalWrite(e_led_b2, HIGH);
  }
  if (u2 == LOW ) {
    digitalWrite(dd2, LOW);
  }
  if (u2 == HIGH) {
    digitalWrite(dd2, HIGH);
  }
```

```
}
if (p2 == LOW) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r2, HIGH);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r2, LOW);
  }
}
if (p3 == HIGH) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r3,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g3, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b3, LOW);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r3,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g3,   LOW);
    digitalWrite(e_led_b3, HIGH);
  }
  if (u3 == LOW ) {
    digitalWrite(dd3, LOW);
  }
  if (u3 == HIGH) {
    digitalWrite(dd3, HIGH);
  }
}
if (p3 == LOW) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r3, HIGH);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r3, LOW);
```

```
  }
}
if (p4 == HIGH) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r4,    LOW);
    digitalWrite(s_led_g4, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b4, LOW);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r4,    LOW);
    digitalWrite(s_led_g4, LOW);
    digitalWrite(e_led_b4, HIGH);
  }
  if (u4 == LOW ) {
    digitalWrite(dd4, LOW);
  }
  if (u4 == HIGH) {
    digitalWrite(dd4, HIGH);
  }
}
if (p4 == LOW) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r4, HIGH);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r4, LOW);
  }
}
if (p5 == HIGH) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r5,    LOW);
    digitalWrite(s_led_g5,   HIGH);
    digitalWrite(e_led_b5, LOW);
```

```
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r5,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g5, LOW);
    digitalWrite(e_led_b5, HIGH);
  }
  if (u5 == LOW ) {
    digitalWrite(dd5, LOW);
  }
  if (u5 == HIGH) {
    digitalWrite(dd5, HIGH);
  }
}
if (p5 == LOW) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r5, LOW);
  }
}
if (p6 == HIGH) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r6,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g6,   HIGH);
    digitalWrite(e_led_b6, LOW);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r6,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g6,   LOW);
    digitalWrite(e_led_b6, HIGH);
  }
  if (u6 == LOW ) {
```

```
    digitalWrite(dd6, LOW);
  }
  if (u6 == HIGH) {
    digitalWrite(dd6, HIGH);
  }
}
if (p6 == LOW) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r6, HIGH);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r6, LOW);
  }
}
if (p7 == HIGH) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r7,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g7,   HIGH);
    digitalWrite(e_led_b7, LOW);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r7,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g7, LOW);
    digitalWrite(e_led_b7, HIGH);
  }
  if (u7 == LOW ) {
    digitalWrite(dd7, LOW);
  }
  if (u7 == HIGH) {
    digitalWrite(dd7, HIGH);
  }
}
if (p7 == LOW) {
```

```
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r7, HIGH);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r7, LOW);
  }
}
if (p9 == HIGH) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r9,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g9, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b9, LOW);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r9,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g9, LOW);
    digitalWrite(e_led_b9, HIGH);
  }
  if (u9 == LOW ) {
    digitalWrite(dd9, LOW);
  }
  if (u9 == HIGH) {
    digitalWrite(dd9, HIGH);
  }
}
if (p9 == LOW) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r9, HIGH);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r9, LOW);
  }
}
```

```
  }
  if (digitalRead(hh1) == HIGH) {
    if (x1 == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r1, LOW);
    digitalWrite(s_led_r2, LOW);
    digitalWrite(s_led_r3, LOW);
    digitalWrite(s_led_r4, LOW);
    digitalWrite(s_led_r5, LOW);
    digitalWrite(s_led_r6, LOW);
    digitalWrite(s_led_r7, LOW);
    digitalWrite(s_led_r9, LOW);
      x1 = HIGH;
    }
  }
}
```

Arduino บอร์ดที่ 2

```
int sw1 = 53;
int sw2 = 49;
int sw3 = 45;
int sw4 = 41;
int sw5 = 37;
int sw6 = 33;
int sw7 = 29;
int sw9 = 25;
int er1 = 51;
int er2 = 47;
int er3 = 43;
int er9 = 39;
int er6 = 35;
int er7 = 31;
int er5 = 27;
int er4 = 23;
```

```
int hh1 = A9;
int hh2 = A10;
int hh3 = A11;
int ER_BOOD22 = A0;
int SW_BOOD22 = 52;
int s_led_r1 = 13;
int s_led_g1 = 12;
int s_led_r2 = 11;
int s_led_g2 = 10;
int s_led_r3 = 9;
int s_led_g3 = 8;
int s_led_r4 = 7;
int s_led_g4 = 6;
int s_led_r5 = 5;
int s_led_g5 = 4;
int s_led_r6 = 3;
int s_led_g6 = 2;
int s_led_r7 = 1;
int s_led_g7 = 0;
int s_led_r9 = 14;
int s_led_g9 = 15;
int e_led_r1 = 16;
int e_led_g1 = 17;
int e_led_b1 = 18;
int e_led_r2 = 19;
int e_led_g2 = 20;
int e_led_b2 = 21;
int e_led_r3 = 22;
int e_led_g3 = 24;
int e_led_b3 = 26;
int e_led_r4 = 28;
int e_led_g4 = 30;
```

```
int  e_led_b4  =  32;
int  e_led_r5  =  34;
int  e_led_g5  =  36;
int  e_led_b5  =  38;
int  e_led_r6  =  40;
int  e_led_g6  =  42;
int  e_led_b6  =  44;
int  e_led_r7  =  46;
int  e_led_g7  =  48;
int  e_led_b7  =  50;
int e_led_r9 = A13;
int e_led_g9 = A14;
int e_led_b9 = A15;
int dd1 = A1;
int  dd2  =  A2;
int  dd3  =  A3;
int  dd4  =  A4;
int  dd5  =  A5;
int  dd6  =  A6;
int  dd7  =  A7;
int  dd9  =  A8;
int cc5 = A12;
int  z1 ;
int   p1  ;
int   p2  ;
int   p3  ;
int   p4  ;
int   p5  ;
int   p6  ;
int   p7  ;
int   p9  ;
int   k1  ;
int  k2 ;
```

```
int   k3 ;
int   k4 ;
int   k5 ;
int   k6 ;
int   k7 ;
int   k9 ;
int   u1 ;
int   u2 ;
int   u3 ;
int   u4 ;
int   u5 ;
int   u6 ;
int   u7 ;
int   u9 ;
int  x1 ;
void setup() {
  pinMode(sw1, INPUT);
  pinMode(sw2, INPUT);
  pinMode(sw3, INPUT);
  pinMode(sw4, INPUT);
  pinMode(sw5, INPUT);
  pinMode(sw6, INPUT);
  pinMode(sw7, INPUT);
  pinMode(sw9, INPUT);
  pinMode(er1, INPUT);
  pinMode(er2, INPUT);
  pinMode(er3, INPUT);
  pinMode(er4, INPUT);
  pinMode(er5, INPUT);
  pinMode(er6, INPUT);
  pinMode(er7, INPUT);
  pinMode(er9, INPUT);
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

```
pinMode(hh1, INPUT);
pinMode(hh2, INPUT);
pinMode(hh3, INPUT);
pinMode(SW_BOOD22, INPUT);
pinMode(ER_BOOD22, OUTPUT);
pinMode(s_led_r1, OUTPUT);
pinMode(s_led_g1, OUTPUT);
pinMode(s_led_r2, OUTPUT);
pinMode(s_led_g2, OUTPUT);
pinMode(s_led_r3, OUTPUT);
pinMode(s_led_g3, OUTPUT);
pinMode(s_led_r4, OUTPUT);
pinMode(s_led_g4, OUTPUT);
pinMode(s_led_r5, OUTPUT);
pinMode(s_led_g5, OUTPUT);
pinMode(s_led_r6, OUTPUT);
pinMode(s_led_g6, OUTPUT);
pinMode(s_led_r7, OUTPUT);
pinMode(s_led_g7, OUTPUT);
pinMode(s_led_r9, OUTPUT);
pinMode(s_led_g9, OUTPUT);
pinMode(e_led_r1, OUTPUT);
pinMode(e_led_g1, OUTPUT);
pinMode(e_led_b1, OUTPUT);
pinMode(e_led_r2, OUTPUT);
pinMode(e_led_g2, OUTPUT);
pinMode(e_led_b2, OUTPUT);
pinMode(e_led_r3, OUTPUT);
pinMode(e_led_g3, OUTPUT);
pinMode(e_led_b3, OUTPUT);
pinMode(e_led_r4, OUTPUT);
pinMode(e_led_g4, OUTPUT);
pinMode(e_led_b4, OUTPUT);
```

```
  pinMode(e_led_r5, OUTPUT);
  pinMode(e_led_g5, OUTPUT);
  pinMode(e_led_b5, OUTPUT);
  pinMode(e_led_r6, OUTPUT);
  pinMode(e_led_g6, OUTPUT);
  pinMode(e_led_b6, OUTPUT);
  pinMode(e_led_r7, OUTPUT);
  pinMode(e_led_g7, OUTPUT);
  pinMode(e_led_b7, OUTPUT);
  pinMode(e_led_r9, OUTPUT);
  pinMode(e_led_g9, OUTPUT);
  pinMode(e_led_b9, OUTPUT);
  pinMode(dd1, OUTPUT);
  pinMode(dd2, OUTPUT);
  pinMode(dd3, OUTPUT);
  pinMode(dd4, OUTPUT);
  pinMode(dd5, OUTPUT);
  pinMode(dd6, OUTPUT);
  pinMode(dd7, OUTPUT);
  pinMode(dd9, OUTPUT);
  pinMode(cc5, OUTPUT);
}
void loop() {
  if ( z1 == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r1, HIGH);
    digitalWrite(e_led_r1, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g1, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b1, HIGH);
    digitalWrite(dd1, HIGH);
    digitalWrite(s_led_r2, HIGH);
    digitalWrite(e_led_r2, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g2, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b2, HIGH);
```

```
digitalWrite(dd2, HIGH);
digitalWrite(s_led_r3, HIGH);
digitalWrite(e_led_r3, HIGH);
digitalWrite(e_led_g3, HIGH);
digitalWrite(e_led_b3, HIGH);
digitalWrite(dd3, HIGH);
digitalWrite(s_led_r4, HIGH);
digitalWrite(e_led_r4, HIGH);
digitalWrite(e_led_g4, HIGH);
digitalWrite(e_led_b4, HIGH);
digitalWrite(dd4, HIGH);
digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
digitalWrite(e_led_r5, HIGH);
digitalWrite(e_led_g5, HIGH);
digitalWrite(e_led_b5, HIGH);
digitalWrite(dd5, HIGH);
digitalWrite(cc5, HIGH);
digitalWrite(s_led_r6, HIGH);
digitalWrite(e_led_r6, HIGH);
digitalWrite(e_led_g6, HIGH);
digitalWrite(e_led_b6, HIGH);
digitalWrite(dd6, HIGH);
digitalWrite(s_led_r7, HIGH);
digitalWrite(e_led_r7, HIGH);
digitalWrite(e_led_g7, HIGH);
digitalWrite(e_led_b7, HIGH);
digitalWrite(dd7, HIGH);
digitalWrite(s_led_r9, HIGH);
digitalWrite(e_led_r9, HIGH);
digitalWrite(e_led_g9, HIGH);
digitalWrite(e_led_b9, HIGH);
digitalWrite(dd9, HIGH);
z1 = HIGH;
```

```
}
if (digitalRead(hh3) == HIGH) {
  digitalWrite(s_led_r1, HIGH);
  digitalWrite(s_led_g1, LOW);
  digitalWrite(e_led_r1, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g1, HIGH);
  digitalWrite(e_led_b1, HIGH);
  digitalWrite(dd1, HIGH);
  digitalWrite(s_led_r2, HIGH);
  digitalWrite(s_led_g2, LOW);
  digitalWrite(e_led_r2, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g2, HIGH);
  digitalWrite(e_led_b2, HIGH);
  digitalWrite(dd2, HIGH);
  digitalWrite(s_led_r3, HIGH);
  digitalWrite(s_led_g3, LOW);
  digitalWrite(e_led_r3, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g3, HIGH);
  digitalWrite(e_led_b3, HIGH);
  digitalWrite(dd3, HIGH);
  digitalWrite(s_led_r4, HIGH);
  digitalWrite(s_led_g4, LOW);
  digitalWrite(e_led_r4, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g4, HIGH);
  digitalWrite(e_led_b4, HIGH);
  digitalWrite(dd4, HIGH);
  digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
  digitalWrite(s_led_g5, LOW);
  digitalWrite(e_led_r5, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g5, HIGH);
  digitalWrite(e_led_b5, HIGH);
  digitalWrite(dd5, HIGH);
  digitalWrite(cc5, HIGH);
```

```
digitalWrite(s_led_r6, HIGH);
digitalWrite(s_led_g6, LOW);
digitalWrite(e_led_r6, HIGH);
digitalWrite(e_led_g6, HIGH);
digitalWrite(e_led_b6, HIGH);
digitalWrite(dd6, HIGH);
digitalWrite(s_led_r7, HIGH);
digitalWrite(s_led_g7, LOW);
digitalWrite(e_led_r7, HIGH);
digitalWrite(e_led_g7, HIGH);
digitalWrite(e_led_b7, HIGH);
digitalWrite(dd7, HIGH);
digitalWrite(s_led_r9, HIGH);
digitalWrite(s_led_g9, LOW);
digitalWrite(e_led_r9, HIGH);
digitalWrite(e_led_g9, HIGH);
digitalWrite(e_led_b9, HIGH);
digitalWrite(dd9, HIGH);
p1 = LOW;
p2 = LOW;
p3 = LOW;
p4 = LOW;
p5 = LOW;
p6 = LOW;
p7 = LOW;
p9 = LOW;
u1 = LOW;
u2 = LOW;
u3 = LOW;
u4 = LOW;
u5 = LOW;
u6 = LOW;
u7 = LOW;
```

```
  u9 = LOW;
  x1 = LOW ;
}
if (digitalRead(hh1) == LOW)  {
  if (digitalRead(sw1) == LOW) {
    if (digitalRead(sw2) == LOW) {
      if (digitalRead(sw4) == LOW) {
        if (digitalRead(sw5) == LOW) {
          if (digitalRead(sw6) == LOW) {
            if (digitalRead(sw7) == LOW) {
              digitalWrite(ER_BOOD22, LOW);
            }
          }
        }
      }
    }
  }
  if (digitalRead(SW_BOOD22) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r1, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g1, LOW);
    p1 = LOW ;
    digitalWrite(s_led_r2, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g2, LOW);
    p2 = LOW ;
    digitalWrite(s_led_r4, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g4, LOW);
    p4 = LOW ;
    digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g5, LOW);
    p5 = LOW ;
    digitalWrite(s_led_r6, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g6, LOW);
    p6 = LOW ;
```

```
  digitalWrite(s_led_r7,   HIGH);
  digitalWrite(s_led_g7,   LOW);
  p7 = LOW ;
}
if (digitalRead(sw1) == LOW) {
  delay(10);
  k1 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw1) == HIGH) {
  if ((k1 == HIGH) && (p1 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r1, LOW);
    digitalWrite(s_led_g1, HIGH);
    p1 = HIGH ;
    k1 = LOW;
    digitalWrite(ER_BOOD22, HIGH);
  }
  if ((k1 == HIGH) && (p1 == HIGH)) {
    digitalWrite(s_led_r1, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g1, LOW);
    p1 = LOW ;
    k1 = LOW;
  }
}

if (digitalRead(sw2) == LOW) {
  delay(10);
  k2 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw2) == HIGH) {
  if ((k2 == HIGH) && (p2 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r2, LOW);
    digitalWrite(s_led_g2, HIGH);
    p2 = HIGH ;
```

```
    k2 = LOW;
    digitalWrite(ER_BOOD22, HIGH);
  }
  if ((k2 == HIGH) && (p2 == HIGH)) {
    digitalWrite(s_led_r2, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g2, LOW);
    p2 = LOW ;
    k2 = LOW;
  }
}
if (digitalRead(sw3) == LOW) {
  delay(10);
  k3 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw3) == HIGH) {
  if ((k3 == HIGH) && (p3 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r3, LOW);
    digitalWrite(s_led_g3, HIGH);
    p3 = HIGH ;
    k3 = LOW;
  }
  if ((k3 == HIGH) && (p3 == HIGH)) {
    digitalWrite(s_led_r3, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g3, LOW);
    p3 = LOW ;
    k3 = LOW;
  }
}
if (digitalRead(sw4) == LOW) {
  delay(10);
  k4 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw4) == HIGH) {
```

```
  if ((k4 == HIGH) && (p4 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r4, LOW);
    digitalWrite(s_led_g4, HIGH);
    p4 = HIGH ;
    k4 = LOW;
    digitalWrite(ER_BOOD22, HIGH);
  }
  if ((k4 == HIGH) && (p4 == HIGH)) {
    digitalWrite(s_led_r4, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g4, LOW);
    p4 = LOW ;
    k4 = LOW;
  }
}
if (digitalRead(sw5) == LOW) {
  delay(10);
  k5 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw5) == HIGH) {
  if ((k5 == HIGH) && (p5 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r5, LOW);
    digitalWrite(s_led_g5, HIGH);
    p5 = HIGH ;
    k5 = LOW;
    digitalWrite(ER_BOOD22, HIGH);
  }
  if ((k5 == HIGH) && (p5 == HIGH)) {
    digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g5, LOW);
    p5 = LOW ;
    k5 = LOW;
  }
}
```

```
if (digitalRead(sw6) == LOW) {
  delay(10);
  k6 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw6) == HIGH) {
  if ((k6 == HIGH) && (p6 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r6, LOW);
    digitalWrite(s_led_g6, HIGH);
    p6 = HIGH ;
    k6 = LOW;
    digitalWrite(ER_BOOD22, HIGH);
  }
  if ((k6 == HIGH) && (p6 == HIGH)) {
    digitalWrite(s_led_r6, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g6, LOW);
    p6 = LOW ;
    k6 = LOW;
  }
}
if (digitalRead(sw7) == LOW) {
  delay(10);
  k7 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw7) == HIGH) {
  if ((k7 == HIGH) && (p7 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r7, LOW);
    digitalWrite(s_led_g7, HIGH);
    p7 = HIGH ;
    k7 = LOW;
    digitalWrite(ER_BOOD22, HIGH);
  }
  if ((k7 == HIGH) && (p7 == HIGH)) {
    digitalWrite(s_led_r7, HIGH);
```

```
      digitalWrite(s_led_g7, LOW);
      p7 = LOW ;
      k7 = LOW;
    }
  }
  if (digitalRead(sw9) == LOW) {
    delay(10);
    k9 = HIGH;
  }
  if (digitalRead(sw9) == HIGH) {
    if ((k9 == HIGH) && (p9 == LOW)) {
      digitalWrite(s_led_r9, LOW);
      digitalWrite(s_led_g9, HIGH);
      p9 = HIGH ;
      k9 = LOW;
    }
    if ((k9 == HIGH) && (p9 == HIGH)) {
      digitalWrite(s_led_r9, HIGH);
      digitalWrite(s_led_g9, LOW);
      p9 = LOW ;
      k9 = LOW;
    }
  }

}

if (digitalRead(hh1) == HIGH) {
  if (digitalRead(er1) == HIGH) { if
    (p1 == HIGH) {
    digitalWrite(e_led_r1, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g1, LOW);
    u1 = HIGH ;
    }
```

```
  if (p1 == LOW) {
    digitalWrite(e_led_r1, LOW);
    digitalWrite(e_led_g1, HIGH);
  }
}
if (digitalRead(er2) == HIGH) { if
  (p2 == HIGH) {
  digitalWrite(e_led_r2, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g2, LOW);
  u2 = HIGH ;
  }
  if (p2 == LOW) {
    digitalWrite(e_led_r2, LOW);
    digitalWrite(e_led_g2, HIGH);
  }
}
if (digitalRead(er3) == HIGH) { if
  (p3 == HIGH) {
  digitalWrite(e_led_r3, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g3, LOW);
  u3 = HIGH ;
  }
  if (p3 == LOW) {
    digitalWrite(e_led_r3, LOW);
    digitalWrite(e_led_g3, HIGH);
  }
}
if (digitalRead(er4) == HIGH) { if
  (p4 == HIGH) {
  digitalWrite(e_led_r4, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g4, LOW);
  u4 = HIGH ;
  }
```

```
  if (p4 == LOW) {
    digitalWrite(e_led_r4, LOW);
    digitalWrite(e_led_g4, HIGH);
  }
}
if (digitalRead(er5) == HIGH) { if
  (p5 == HIGH) {
  digitalWrite(e_led_r5, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g5, LOW);
  u5 = HIGH ;
  }
  if (p5 == LOW) {
    digitalWrite(e_led_r5, LOW);
    digitalWrite(e_led_g5, HIGH);
  }
}
if (digitalRead(er6) == HIGH) { if
  (p6 == HIGH) {
  digitalWrite(e_led_r6, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g6, LOW);
  u6 = HIGH ;
  }
  if (p6 == LOW) {
    digitalWrite(e_led_r6, LOW);
    digitalWrite(e_led_g6, HIGH);
  }
}
if (digitalRead(er7) == HIGH) { if
  (p7 == HIGH) {
  digitalWrite(e_led_r7, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g7, LOW);
  u7 = HIGH ;
  }
```

```
  if (p7 == LOW) {
    digitalWrite(e_led_r7, LOW);
    digitalWrite(e_led_g7, HIGH);
  }
}
if (digitalRead(er9) == HIGH) { if
  (p9 == HIGH) {
  digitalWrite(e_led_r9, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g9, LOW);
  u9 = HIGH ;
  }
  if (p9 == LOW) {
    digitalWrite(e_led_r9, LOW);
    digitalWrite(e_led_g9, HIGH);
  }
}
if (p1 == HIGH) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r1,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g1,   HIGH);
    digitalWrite(e_led_b1, LOW);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r1,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g1,   LOW);
    digitalWrite(e_led_b1, HIGH);
  }
  if (u1 == LOW ) {
    digitalWrite(dd1, LOW);
  }
  if (u1 == HIGH) {
    digitalWrite(dd1, HIGH);
  }
```

```
}
if (p1 == LOW) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r1, HIGH);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r1, LOW);
  }
}
if (p2 == HIGH) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r2,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g2, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b2, LOW);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r2,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g2,   LOW);
    digitalWrite(e_led_b2, HIGH);
  }
  if (u2 == LOW ) {
    digitalWrite(dd2, LOW);
  }
  if (u2 == HIGH) {
    digitalWrite(dd2, HIGH);
  }
}
if (p2 == LOW) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r2, HIGH);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r2, LOW);
```

```
  }
}
if (p3 == HIGH) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r3,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g3, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b3, LOW);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r3,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g3, LOW);
    digitalWrite(e_led_b3, HIGH);
  }
  if (u3 == LOW ) {
    digitalWrite(dd3, LOW);
  }
  if (u3 == HIGH) {
    digitalWrite(dd3, HIGH);
  }
}
if (p3 == LOW) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r3, HIGH);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r3, LOW);
  }
}
if (p4 == HIGH) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r4,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g4,   HIGH);
    digitalWrite(e_led_b4, LOW);
```

```
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r4,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g4, LOW);
    digitalWrite(e_led_b4, HIGH);
  }
  if (u4 == LOW ) {
    digitalWrite(dd4, LOW);
  }
  if (u4 == HIGH) {
    digitalWrite(dd4, HIGH);
  }
}
if (p4 == LOW) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r4, HIGH);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r4, LOW);
  }
}
if (p5 == HIGH) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r5,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g5,   HIGH);
    digitalWrite(e_led_b5, LOW);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r5,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g5,   LOW);
    digitalWrite(e_led_b5, HIGH);
  }
  if (u5 == LOW ) {
```

```
    digitalWrite(dd5, LOW);
    digitalWrite(cc5, LOW);
  }
  if (u5 == HIGH) {
    digitalWrite(dd5, HIGH);
    digitalWrite(cc5, HIGH);
  }
}
if (p5 == LOW) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r5, LOW);
  }
}
if (p6 == HIGH) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r6,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g6,   HIGH);
    digitalWrite(e_led_b6, LOW);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r6,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g6,   LOW);
    digitalWrite(e_led_b6, HIGH);
  }
  if (u6 == LOW ) {
    digitalWrite(dd6, LOW);
  }
  if (u6 == HIGH) {
    digitalWrite(dd6, HIGH);
  }
```

```
}
if (p6 == LOW) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r6, HIGH);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r6, LOW);
  }
}
if (p7 == HIGH) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r7,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g7, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b7, LOW);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r7,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g7,   LOW);
    digitalWrite(e_led_b7, HIGH);
  }
  if (u7 == LOW ) {
    digitalWrite(dd7, LOW);
  }
  if (u7 == HIGH) {
    digitalWrite(dd7, HIGH);
  }
}
if (p7 == LOW) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r7, HIGH);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r7, LOW);
```

```
    }
  }
  if (p9 == HIGH) {
    if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
      digitalWrite(s_led_r9,   LOW);
      digitalWrite(s_led_g9, HIGH);
      digitalWrite(e_led_b9, LOW);
    }
    if (digitalRead(hh2) == LOW) {
      digitalWrite(s_led_r9,   LOW);
      digitalWrite(s_led_g9, LOW);
      digitalWrite(e_led_b9, HIGH);
    }
    if (u9 == LOW ) {
      digitalWrite(dd9, LOW);
    }
    if (u9 == HIGH) {
      digitalWrite(dd9, HIGH);
    }
  }
  if (p9 == LOW) {
    if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
      digitalWrite(s_led_r9, HIGH);
    }
    if (digitalRead(hh2) == LOW) {
      digitalWrite(s_led_r9, LOW);
    }
  }
}
if (digitalRead(hh1) == HIGH) {
  if (x1 == LOW) {
  digitalWrite(s_led_r1, LOW);
  digitalWrite(s_led_r2, LOW);
```

```
      digitalWrite(s_led_r3,  LOW);
      digitalWrite(s_led_r4,  LOW);
      digitalWrite(s_led_r5,  LOW);
      digitalWrite(s_led_r6,  LOW);
      digitalWrite(s_led_r7,  LOW);
      digitalWrite(s_led_r9,  LOW);
      x1 = HIGH;
    }
  }
}
```

Arduino บอร์ดที่ 3

```
int sw1 = 53;
int sw2 = 49;
int sw3 = 41;
int sw_1_4 = 51;
int sw_1_5 = 39;
int sw_2_6 = 47;
int sw_2_7 = 45;
int sw_2_9 = 43;
int er1 = 33;
int er2 = 37;
int er3 = 29;
int er_1_4 = 35;
int er_2_6 = 31;
int sw_BGHD1 = 48;
int er_BGHD1 = 46;
int sw_BGHD2 = A15;
int er_BGHD2 = A14;
int sw_BGHD4 = A13;
int er_BGHD4 = A12;
```

```
int LOOD = 52;
int LOOTT;
int LOOFF;
int LOOD2 = 50;
int LOORR;
int hh1 = A9;
int hh2 = A10;
int hh3 = A11;
int s_led_r1 = 13;
int s_led_g1 = 12;
int s_led_r2 = 11;
int s_led_g2 = 10;
int s_led_r3 = 9;
int s_led_g3 = 8;
int s_led_r4 = 7;
int s_led_g4 = 6;
int s_led_r5 = 5;
int s_led_g5 = 4;
int s_led_r6 = 3;
int s_led_g6 = 2;
int s_led_r7 = 1;
int s_led_g7 = 0;
int s_led_r9 = 14;
int s_led_g9 = 15;
int e_led_r1 = 16;
int e_led_g1 = 17;
int e_led_b1 = 18;
int e_led_r2 = 19;
int e_led_g2 = 20;
int e_led_b2 = 21;
int e_led_r3 = 22;
int e_led_g3 = 24;
```

```
int e_led_b3 = 26;
int e_led_r4 = 28;
int e_led_g4 = 30;
int e_led_b4 = 32;
int ledr_1_5 = 23;
int ledg_1_5 = 25;
int e_led_r6 = 34;
int e_led_g6 = 36;
int e_led_b6 = 38;
int ledr_2_6 = 40;
int ledg_2_6 = 42;
int dd1 = A1;
int dd2 = A2;
int dd3 = A3;
int dd_1_4 = A4;
int dd_1_5 = A5;
int dd_2_6 = A6;
int dd_2_7 = A7;
int dd_2_9 = A8;
int z1 ;
int p1 ;
int p2 ;
int p3 ;
int p4 ;
int p5 ;
int p6 ;
int p7 ;
int p9 ;
int k1 ;
int k2 ;
int k3 ;
int k4 ;
int k5 ;
```

```
int   k6 ;
int   k7 ;
int   k9 ;
int   u1 ;
int   u2 ;
int   u3 ;
int   u4 ;
int   u5 ;
int   u6 ;
int   u7 ;
int   u9 ;
int  x1 ;
void setup() { pinMode(sw1,
  INPUT); pinMode(sw2, INPUT);
  pinMode(sw3, INPUT);
  pinMode(sw_1_4, INPUT);
  pinMode(sw_1_5, INPUT);
  pinMode(sw_2_6, INPUT);
  pinMode(sw_2_7, INPUT);
  pinMode(sw_2_9, INPUT);
  pinMode(er1, INPUT);
  pinMode(er2, INPUT);
  pinMode(er3, INPUT);
  pinMode(er_1_4, INPUT);
  pinMode(er_2_6, INPUT);
  pinMode(sw_BGHD1, INPUT);
  pinMode(er_BGHD1, OUTPUT);
  pinMode(sw_BGHD2, INPUT);
  pinMode(er_BGHD2, OUTPUT);
  pinMode(sw_BGHD4, INPUT);
  pinMode(er_BGHD4, OUTPUT);
```

```
pinMode(LOOD, INPUT);
pinMode(LOOD2, INPUT);
pinMode(hh1, INPUT);
pinMode(hh2, INPUT);
pinMode(hh3, INPUT);
pinMode(s_led_r1, OUTPUT);
pinMode(s_led_g1, OUTPUT);
pinMode(s_led_r2, OUTPUT);
pinMode(s_led_g2, OUTPUT);
pinMode(s_led_r3, OUTPUT);
pinMode(s_led_g3, OUTPUT);
pinMode(s_led_r4, OUTPUT);
pinMode(s_led_g4, OUTPUT);
pinMode(s_led_r5, OUTPUT);
pinMode(s_led_g5, OUTPUT);
pinMode(s_led_r6, OUTPUT);
pinMode(s_led_g6, OUTPUT);
pinMode(s_led_r7, OUTPUT);
pinMode(s_led_g7, OUTPUT);
pinMode(s_led_r9, OUTPUT);
pinMode(s_led_g9, OUTPUT);
pinMode(e_led_r1, OUTPUT);
pinMode(e_led_g1, OUTPUT);
pinMode(e_led_b1, OUTPUT);
pinMode(e_led_r2, OUTPUT);
pinMode(e_led_g2, OUTPUT);
pinMode(e_led_b2, OUTPUT);
pinMode(e_led_r3, OUTPUT);
pinMode(e_led_g3, OUTPUT);
pinMode(e_led_b3, OUTPUT);
pinMode(e_led_r4, OUTPUT);
pinMode(e_led_g4, OUTPUT);
pinMode(e_led_b4, OUTPUT);
```

```
  pinMode(ledr_1_5, OUTPUT);
  pinMode(ledg_1_5, OUTPUT);
  pinMode(e_led_r6, OUTPUT);
  pinMode(e_led_g6, OUTPUT);
  pinMode(e_led_b6, OUTPUT);
  pinMode(ledr_2_6, OUTPUT);
  pinMode(ledg_2_6, OUTPUT);
  pinMode(dd1, OUTPUT);
  pinMode(dd2, OUTPUT);
  pinMode(dd3, OUTPUT);
  pinMode(dd_1_4, OUTPUT);
  pinMode(dd_1_5, OUTPUT);
  pinMode(dd_2_6, OUTPUT);
  pinMode(dd_2_7, OUTPUT);
  pinMode(dd_2_9, OUTPUT);
  //Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  if ( z1 == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r1, HIGH);
    digitalWrite(e_led_r1, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g1, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b1, HIGH);
    digitalWrite(dd1, HIGH);
    digitalWrite(s_led_r2, HIGH);
    digitalWrite(e_led_r2, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g2, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b2, HIGH);
    digitalWrite(dd2, HIGH);
    digitalWrite(s_led_r3, HIGH);
    digitalWrite(e_led_r3, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g3, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b3, HIGH);
```

```
  digitalWrite(dd3, HIGH);
  digitalWrite(s_led_r4, HIGH);
  digitalWrite(e_led_r4, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g4, HIGH);
  digitalWrite(e_led_b4, HIGH);
  digitalWrite(dd_1_4, HIGH);
  digitalWrite(ledr_1_5, HIGH);
  digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
  digitalWrite(dd_1_5, HIGH);
  digitalWrite(s_led_r6, HIGH);
  digitalWrite(e_led_r6, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g6, HIGH);
  digitalWrite(e_led_b6, HIGH);
  digitalWrite(dd_2_6, HIGH);
  digitalWrite(s_led_r7, HIGH);
  digitalWrite(dd_2_7, HIGH);
  digitalWrite(s_led_r9, HIGH);
  digitalWrite(dd_2_9, HIGH);
  digitalWrite(ledr_2_6, HIGH);
  digitalWrite(ledg_2_6, HIGH);
  z1 = HIGH;
}
if (digitalRead(hh3) == HIGH) {
  digitalWrite(s_led_r1, HIGH);
  digitalWrite(s_led_g1, LOW);
  digitalWrite(e_led_r1, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g1, HIGH);
  digitalWrite(e_led_b1, HIGH);
  digitalWrite(dd1, HIGH);
  digitalWrite(s_led_r2, HIGH);
  digitalWrite(s_led_g2, LOW);
  digitalWrite(e_led_r2, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g2, HIGH);
```

```
digitalWrite(e_led_b2, HIGH);
digitalWrite(dd2, HIGH);
digitalWrite(s_led_r3, HIGH);
digitalWrite(s_led_g3, LOW);
digitalWrite(e_led_r3, HIGH);
digitalWrite(e_led_g3, HIGH);
digitalWrite(e_led_b3, HIGH);
digitalWrite(dd3, HIGH);
digitalWrite(s_led_r4, HIGH);
digitalWrite(s_led_g4, LOW);
digitalWrite(e_led_r4, HIGH);
digitalWrite(e_led_g4, HIGH);
digitalWrite(e_led_b4, HIGH);
digitalWrite(dd_1_4, HIGH);
digitalWrite(ledr_1_5, HIGH);
digitalWrite(ledg_1_5, HIGH);
digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
digitalWrite(s_led_g5, LOW);
digitalWrite(dd_1_5, HIGH);
digitalWrite(s_led_r6, HIGH);
digitalWrite(s_led_g6, LOW);
digitalWrite(e_led_r6, HIGH);
digitalWrite(e_led_g6, HIGH);
digitalWrite(e_led_b6, HIGH);
digitalWrite(dd_2_6, HIGH);
digitalWrite(s_led_r7, HIGH);
digitalWrite(s_led_g7, LOW);
digitalWrite(dd_2_7, HIGH);
digitalWrite(s_led_r9, HIGH);
digitalWrite(s_led_g9, LOW);
digitalWrite(dd_2_9, HIGH);
digitalWrite(ledr_2_6, HIGH);
digitalWrite(ledg_2_6, HIGH);
```

```
  p1  =  LOW;
  p2  =  LOW;
  p3  =  LOW;
  p4  =  LOW;
  p5  =  LOW;
  p6  =  LOW;
  p7  =  LOW;
  p9  =  LOW;
  u1  =  LOW;
  u2  =  LOW;
  u3  =  LOW;
  u4  =  LOW;
  u5  =  LOW;
  u6  =  LOW;
  u7  =  LOW;
  u9  =  LOW;
  x1  =  LOW;
  LOOFF  =  0;
  LOORR = 0;
}
if (digitalRead(hh1) == LOW)  {
  if (digitalRead(sw1) == LOW) {
    delay(10);
    k1 = HIGH;
  }
  if (digitalRead(sw1) == HIGH) {
    if ((k1 == HIGH) && (p1 == LOW)) {
      digitalWrite(s_led_r1, LOW);
      digitalWrite(s_led_g1, HIGH);
      p1 = HIGH ;
      k1 = LOW;
    }
    if ((k1 == HIGH) && (p1 == HIGH)) {
```

```
    digitalWrite(s_led_r1,   HIGH);
    digitalWrite(s_led_g1,   LOW);
    p1 = LOW ;
    k1 = LOW;
  }
}
if (digitalRead(sw2) == LOW) {
  delay(10);
  k2 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw2) == HIGH) {
  if ((k2 == HIGH) && (p2 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r2, LOW);
    digitalWrite(s_led_g2, HIGH);
    p2 = HIGH ;
    k2 = LOW;
  }
  if ((k2 == HIGH) && (p2 == HIGH)) {
    digitalWrite(s_led_r2, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g2, LOW);
    p2 = LOW ;
    k2 = LOW;
  }
}
if (digitalRead(sw3) == LOW) {
  delay(10);
  k3 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw3) == HIGH) {
  if ((k3 == HIGH) && (p3 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r3, LOW);
    digitalWrite(s_led_g3, HIGH);
    p3 = HIGH ;
```

```
    k3 = LOW;
  }
  if ((k3 == HIGH) && (p3 == HIGH)) {
    digitalWrite(s_led_r3, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g3, LOW);
    p3 = LOW ;
    k3 = LOW;
  }
}
if (digitalRead(sw_1_4) == LOW) {
  delay(10);
  k4 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw_1_4) == HIGH) {
  if ((k4 == HIGH) && (p4 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r4, LOW);
    digitalWrite(s_led_g4, HIGH);
    p4 = HIGH ;
    k4 = LOW;
  }
  if ((k4 == HIGH) && (p4 == HIGH)) {
    digitalWrite(s_led_r4, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g4, LOW);
    digitalWrite(ledr_1_5, HIGH);
    digitalWrite(ledg_1_5, LOW);
    p4 = LOW ;
    k4 = LOW;
  }
}

if (digitalRead(sw_BGHD1) == HIGH) {
  digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
  digitalWrite(s_led_g5, LOW);
```

```
  p5 = LOW ;
  digitalWrite(er_BGHD2, HIGH);
  digitalWrite(er_BGHD4, HIGH);
}
if (digitalRead(sw_BGHD2) == HIGH) {
  digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
  digitalWrite(s_led_g5, LOW);
  p5 = LOW ;
  digitalWrite(er_BGHD1, HIGH);
}
if (digitalRead(sw_BGHD4) == HIGH) {
  digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
  digitalWrite(s_led_g5, LOW);
  p5 = LOW ;
  digitalWrite(er_BGHD1, HIGH);
}
if (digitalRead(sw_1_5) == LOW) {
  delay(10);
  k5 = HIGH;
  if (digitalRead(sw_BGHD1) == LOW) {
    if (digitalRead(sw_BGHD2) == LOW) {
      if (digitalRead(sw_BGHD4) == LOW) {
        digitalWrite(er_BGHD1, LOW);
        digitalWrite(er_BGHD2, LOW);
        digitalWrite(er_BGHD4, LOW);
      }
    }
  }
}
if (digitalRead(sw_1_5) == HIGH) {
  if ((k5 == HIGH) && (p5 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r5, LOW);
    digitalWrite(s_led_g5, HIGH);
```

```
    p5 = HIGH ; k5 = LOW;
    digitalWrite(er_BGHD1, HIGH);
    digitalWrite(er_BGHD2, HIGH);
    digitalWrite(er_BGHD4, HIGH);
  }
  if ((k5 == HIGH) && (p5 == HIGH)) {
    digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g5, LOW);
    p5 = LOW ;
    k5 = LOW;
  }
}
if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
  if (p4 == HIGH) {
  digitalWrite(ledr_1_5, LOW);
    digitalWrite(ledg_1_5, HIGH);
  }
  if (p4 == LOW) {
    digitalWrite(ledr_1_5, HIGH);
    digitalWrite(ledg_1_5, LOW);
  }
}
if (digitalRead(sw_2_6) == LOW) {
  delay(10);
  k6 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw_2_6) == HIGH) {
  if ((k6 == HIGH) && (p6 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r6, LOW);
    digitalWrite(s_led_g6, HIGH);
    p6 = HIGH ;
    k6 = LOW;
```

```
  }
  if ((k6 == HIGH) && (p6 == HIGH)) {
    digitalWrite(s_led_r6, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g6, LOW);
    p6 = LOW ;
    k6 = LOW;
  }
}
if (digitalRead(sw_2_7) == LOW) {
  delay(10);
  k7 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw_2_7) == HIGH) {
  if ((k7 == HIGH) && (p7 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r7, LOW);
    digitalWrite(s_led_g7, HIGH);
    p7 = HIGH ;
    k7 = LOW;
  }
  if ((k7 == HIGH) && (p7 == HIGH)) {
    digitalWrite(s_led_r7, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g7, LOW);
    p7 = LOW ;
    k7 = LOW;
  }
}
if (digitalRead(sw_2_9) == LOW) {
  delay(10);
  k9 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw_2_9) == HIGH) {
  if ((k9 == HIGH) && (p9 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r9, LOW);
```

```
    digitalWrite(s_led_g9, HIGH);
    p9 = HIGH ;
    k9 = LOW;
  }
  if ((k9 == HIGH) && (p9 == HIGH)) {
    digitalWrite(s_led_r9, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g9, LOW);
    p9 = LOW ;
    k9 = LOW;
  }
}
if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
  if (p6 == HIGH) {
    if (p7 == HIGH) {
      if (p9 == HIGH) {
        digitalWrite(ledr_2_6, LOW);
        digitalWrite(ledg_2_6, HIGH);
      }
    }
  }
  if (p6 == HIGH) {
    if (p7 == HIGH) {
      if (p9 == LOW) {
        digitalWrite(ledr_2_6, LOW);
        digitalWrite(ledg_2_6, HIGH);
      }
    }
  }
  if (p6 == HIGH) {
    if (p7 == LOW) {
      if (p9 == HIGH) {
        digitalWrite(ledr_2_6, LOW);
        digitalWrite(ledg_2_6, HIGH);
```

```
    }
  }
}
if (p6 == LOW) {
  if (p7 == HIGH) {
    if (p9 == HIGH) {
      digitalWrite(ledr_2_6, LOW);
      digitalWrite(ledg_2_6, HIGH);
    }
  }
}
if (p6 == HIGH) {
  if (p7 == LOW) {
    if (p9 == LOW) {
      digitalWrite(ledr_2_6, LOW);
      digitalWrite(ledg_2_6, HIGH);
    }
  }
}
if (p6 == LOW) {
  if (p7 == HIGH) {
    if (p9 == LOW) {
      digitalWrite(ledr_2_6, LOW);
      digitalWrite(ledg_2_6, HIGH);
    }
  }
}
if (p6 == LOW) {
  if (p7 == LOW) {
    if (p9 == HIGH) {
      digitalWrite(ledr_2_6, LOW);
      digitalWrite(ledg_2_6, HIGH);
    }
```

```
      }
    }
    if (p6 ==  LOW) {
      if (p7 ==  LOW) {
        if (p9 ==  LOW) {
          digitalWrite(ledr_2_6, HIGH );
          digitalWrite(ledg_2_6, LOW);
        }
      }
    }
  }
}

if (digitalRead(hh1) == HIGH) {
  if (digitalRead(LOOD) == HIGH) {
    delay(10);
    LOOTT = HIGH ;
  }
  if (digitalRead(LOOD) == LOW) {
    if (LOOTT == HIGH) {
      if ( LOOFF < 9) {
      LOOTT = LOW ;
      LOOFF++;
        if ( LOOFF == 4) {
          p4 = HIGH ;
        }
        if ( LOOFF == 8) {
          p3 = HIGH ;
        }
      }
    }
  }
  if (digitalRead(LOOD2 ) == HIGH) {
```

```
  if (LOORR < 5005) {
    LOORR ++ ;
    if ( LOORR == 5000) {
      p4 = HIGH ;
      LOOFF = 4;
    }
  }
}
if (digitalRead(er1) == HIGH) { if
  (p1 == HIGH) {
  digitalWrite(e_led_r1, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g1, LOW);
    u1 = HIGH ;
  }
  if (p1 == LOW) {
    digitalWrite(e_led_r1, LOW);
    digitalWrite(e_led_g1, HIGH);
  }
}
if (digitalRead(er2) == HIGH) { if
  (p2 == HIGH) {
  digitalWrite(e_led_r2, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g2, LOW);
    u2 = HIGH ;
  }
  if (p2 == LOW) {
    digitalWrite(e_led_r2, LOW);
    digitalWrite(e_led_g2, HIGH);
  }
}
if (digitalRead(er3) == HIGH) { if
  (p3 == HIGH) {
  digitalWrite(e_led_r3, HIGH);
```

```
    digitalWrite(e_led_g3, LOW);
    u3 = HIGH ;
  }
  if (p3 == LOW) {
    digitalWrite(e_led_r3, LOW);
    digitalWrite(e_led_g3, HIGH);
  }
}
if (digitalRead(er_1_4) == HIGH) {
  if ((p4 == HIGH) && (p5 == HIGH)) {
    u4 = HIGH ; u5 = HIGH ;
    digitalWrite(e_led_r4, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g4, LOW);
  }
  if ((p4 == HIGH) && (p5 == LOW )) {
    u4 = HIGH ;
    digitalWrite(e_led_r4, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g4, LOW);
  }
  if ((p4 == LOW) && (p5 == HIGH)) {
    u5 = HIGH ;
    digitalWrite(e_led_r4, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g4, LOW);
  }
  if ((p4 == LOW) && (p5 == LOW)) {
    digitalWrite(e_led_r4, LOW);
    digitalWrite(e_led_g4, HIGH);
  }
}
if (digitalRead(er_2_6) == HIGH) {
  if (p6 == HIGH) {
    if (p7 == HIGH) {
```

```
    if (p9 == HIGH) {
      digitalWrite(e_led_r6, HIGH);
      digitalWrite(e_led_g6, LOW);
      u6 = HIGH ;
      u7 = HIGH ;
      u9 = HIGH ;
    }
  }
}
if (p6 == HIGH) {
  if (p7 == HIGH) {
    if (p9 == LOW) {
      digitalWrite(e_led_r6, HIGH);
      digitalWrite(e_led_g6, LOW);
      u6 = HIGH ;
      u7 = HIGH ;
    }
  }
}
if (p6 == HIGH) {
  if (p7 == LOW) {
    if (p9 == HIGH) {
      digitalWrite(e_led_r6, HIGH);
      digitalWrite(e_led_g6, LOW);
      u6 = HIGH ;
      u9 = HIGH ;
    }
  }
}
if (p6 == LOW) {
  if (p7 == HIGH) {
    if (p9 == HIGH) {
      digitalWrite(e_led_r6, HIGH);
```

```
      digitalWrite(e_led_g6, LOW);
      u7 = HIGH ;
      u9 = HIGH ;
    }
  }
}
if (p6 == HIGH) {
  if (p7 == LOW) {
    if (p9 == LOW) {
      digitalWrite(e_led_r6, HIGH);
      digitalWrite(e_led_g6, LOW);
      u6 = HIGH ;
    }
  }
}
if (p6 == LOW) {
  if (p7 == HIGH) {
    if (p9 == LOW) {
      digitalWrite(e_led_r6, HIGH);
      digitalWrite(e_led_g6, LOW);
      u7 = HIGH ;
    }
  }
}
if (p6 == LOW) {
  if (p7 == LOW) {
    if (p9 == HIGH) {
      digitalWrite(e_led_r6, HIGH);
      digitalWrite(e_led_g6, LOW);
      u9 = HIGH ;
    }
  }
}
```

```
  if (p6 ==  LOW) {
    if (p7 ==  LOW) {
      if (p9 ==  LOW) {
        digitalWrite(e_led_r6,  LOW);
        digitalWrite(e_led_g6, HIGH);
      }
    }
  }
}
if (p1 == HIGH) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r1,    LOW);
    digitalWrite(s_led_g1, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b1, LOW);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r1,    LOW);
    digitalWrite(s_led_g1,    LOW);
    digitalWrite(e_led_b1, HIGH);
  }
  if (u1 == LOW ) {
    digitalWrite(dd1, LOW);
  }
  if (u1 == HIGH) {
    digitalWrite(dd1, HIGH);
  }
}
if (p1 == LOW) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r1, HIGH);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r1, LOW);
```

```
  }
}
if (p2 == HIGH) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r2,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g2, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b2, LOW);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r2,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g2, LOW);
    digitalWrite(e_led_b2, HIGH);
  }
  if (u2 == LOW ) {
    digitalWrite(dd2, LOW);
  }
  if (u2 == HIGH) {
    digitalWrite(dd2, HIGH);
  }
}
if (p2 == LOW) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r2, HIGH);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r2, LOW);
  }
}
if (p3 == HIGH) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r3,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g3,   HIGH);
    digitalWrite(e_led_b3, LOW);
```

```
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r3,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g3, LOW);
    digitalWrite(e_led_b3, HIGH);
  }
  if (u3 == LOW ) {
    digitalWrite(dd3, LOW);
  }
  if (u3 == HIGH) {
    digitalWrite(dd3, HIGH);
  }
}
if (p3 == LOW) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r3, HIGH);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r3, LOW);
  }
}

if (p4 == HIGH) {
  if (u4 == LOW ) {
    digitalWrite(dd_1_4, LOW);
  }
  if (u4 == HIGH) {
    digitalWrite(dd_1_4, HIGH);
  }
}
if (p5 == HIGH) {
  if (u5 == LOW ) {
    digitalWrite(dd_1_5, LOW);
```

```
  }
  if (u5 == HIGH) {
    digitalWrite(dd_1_5, HIGH);
  }
}
if ((p4 == HIGH) && (p5 == HIGH)) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
  digitalWrite(s_led_r4, LOW);
  digitalWrite(s_led_g4, HIGH);
  digitalWrite(s_led_r5, LOW);
  digitalWrite(s_led_g5, HIGH);
  digitalWrite(e_led_b4, LOW);
  digitalWrite(ledr_1_5, LOW);
    digitalWrite(ledg_1_5, HIGH);
  }
}
if ((p4 == HIGH) && (p5 == LOW)) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
  digitalWrite(s_led_r4, LOW);
  digitalWrite(s_led_g4, HIGH);
  digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
  digitalWrite(s_led_g5, LOW);
  digitalWrite(e_led_b4, LOW);
  digitalWrite(ledr_1_5, LOW);
    digitalWrite(ledg_1_5, HIGH);
  }
}
if ((p4 == LOW) && (p5 == HIGH)) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
  digitalWrite(s_led_r4, HIGH);
  digitalWrite(s_led_g4, LOW);
  digitalWrite(s_led_r5, LOW);
  digitalWrite(s_led_g5, HIGH);
```

```
    digitalWrite(e_led_b4, LOW);
    digitalWrite(ledr_1_5, LOW);
  }
}
if ((p4 == LOW) && (p5 == LOW)) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
  digitalWrite(s_led_r4, HIGH);
  digitalWrite(s_led_g4, LOW);
  digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
  digitalWrite(s_led_g5, LOW);
  digitalWrite(e_led_b4, HIGH);
    digitalWrite(ledg_1_5, LOW);
  }
}
if (digitalRead(hh2) == LOW) {
  digitalWrite(s_led_r4,   HIGH);
  digitalWrite(s_led_g4,   HIGH);
  digitalWrite(s_led_r5,   HIGH);
  digitalWrite(s_led_g5,   HIGH);
  digitalWrite(e_led_b4,   HIGH);
  digitalWrite(ledr_1_5,   HIGH);
  digitalWrite(ledg_1_5,   HIGH);
  digitalWrite(s_led_r6,   HIGH);
  digitalWrite(s_led_g6,   HIGH);
  digitalWrite(s_led_r7,   HIGH);
  digitalWrite(s_led_g7,   HIGH);
  digitalWrite(s_led_r9,   HIGH);
  digitalWrite(s_led_g9,   HIGH);
  digitalWrite(e_led_b6,   HIGH);
  digitalWrite(ledr_2_6, HIGH);
  digitalWrite(ledg_2_6, HIGH);
}
```

```
if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
  if (p6 == HIGH) {
    if (p7 == HIGH) {
      if (p9 == HIGH) {
        digitalWrite(s_led_r6, LOW);
        digitalWrite(s_led_g6, HIGH);
        digitalWrite(s_led_r7, LOW);
        digitalWrite(s_led_g7, HIGH);
        digitalWrite(s_led_r9, LOW);
        digitalWrite(s_led_g9, HIGH);
        digitalWrite(e_led_b6, LOW);
        digitalWrite(ledr_2_6, LOW);
      }
    }
  }
  if (p6 == HIGH) {
    if (p7 == HIGH) {
      if (p9 == LOW) {
        digitalWrite(s_led_r6, LOW);
        digitalWrite(s_led_g6, HIGH);
        digitalWrite(s_led_r7, LOW);
        digitalWrite(s_led_g7, HIGH);
        digitalWrite(s_led_r9, HIGH);
        digitalWrite(s_led_g9, LOW);
        digitalWrite(e_led_b6, LOW);
        digitalWrite(ledr_2_6, LOW);
      }
    }
  }
  if (p6 == HIGH) {
    if (p7 == LOW) {
      if (p9 == HIGH) {
        digitalWrite(s_led_r6, LOW);
```

```
      digitalWrite(s_led_g6,   HIGH);
      digitalWrite(s_led_r7,   LOW);
      digitalWrite(s_led_g7,   LOW);
      digitalWrite(s_led_r9,   HIGH);
      digitalWrite(s_led_g9,   HIGH);
      digitalWrite(e_led_b6,   LOW);
      digitalWrite(ledr_2_6, LOW);
    }
  }
}
if (p6 == LOW) {
  if (p7 == HIGH) {
    if (p9 == HIGH) {
      digitalWrite(s_led_r6, HIGH);
      digitalWrite(s_led_g6, LOW);
      digitalWrite(s_led_r7, LOW);
      digitalWrite(s_led_g7, HIGH);
      digitalWrite(s_led_r9, LOW);
      digitalWrite(s_led_g9, HIGH);
      digitalWrite(e_led_b6, LOW);
      digitalWrite(ledr_2_6, LOW);
    }
  }
}
if (p6 == HIGH) {
  if (p7 == LOW) {
    if (p9 == LOW) {
      digitalWrite(s_led_r6, LOW);
      digitalWrite(s_led_g6, HIGH);
      digitalWrite(s_led_r7, HIGH);
      digitalWrite(s_led_g7, LOW);
      digitalWrite(s_led_r9, HIGH);
      digitalWrite(s_led_g9, LOW);
```

```
      digitalWrite(e_led_b6,   LOW);
      digitalWrite(ledr_2_6,    LOW);
      u6 = HIGH ;
    }
  }
}
if (p6 == LOW) {
  if (p7 == HIGH) {
    if (p9 == LOW) {
      digitalWrite(s_led_r6, HIGH);
      digitalWrite(s_led_g6, LOW);
      digitalWrite(s_led_r7, LOW);
      digitalWrite(s_led_g7, HIGH);
      digitalWrite(s_led_r9, HIGH);
      digitalWrite(s_led_g9, LOW);
      digitalWrite(e_led_b6, LOW);
      digitalWrite(ledr_2_6, LOW);
    }
  }
}
if (p6 == LOW) {
  if (p7 == LOW) {
    if (p9 == HIGH) {
      digitalWrite(s_led_r6, HIGH);
      digitalWrite(s_led_g6, LOW);
      digitalWrite(s_led_r7, HIGH);
      digitalWrite(s_led_g7, LOW);
      digitalWrite(s_led_r9, LOW);
      digitalWrite(s_led_g9, HIGH);
      digitalWrite(e_led_b6, LOW);
      digitalWrite(ledr_2_6, LOW);
    }
  }
```

```
  }
  if (p6 ==  LOW) {
    if (p7 ==  LOW) {
      if (p9 ==  LOW) {
        digitalWrite(s_led_r6, HIGH);
        digitalWrite(s_led_g6, LOW);
        digitalWrite(s_led_r7, HIGH);
        digitalWrite(s_led_g7, LOW);
        digitalWrite(s_led_r9, HIGH);
        digitalWrite(s_led_g9, LOW);
        digitalWrite(e_led_b6, HIGH);
        digitalWrite(ledg_2_6, LOW);
      }
    }
  }
}
if (p6 == HIGH) {
  if (u6 == LOW ) {
    digitalWrite(dd_2_6, LOW);
  }
  if (u6 == HIGH) {
    digitalWrite(dd_2_6, HIGH);
  }
}
if (p7 == HIGH) {
  if (u7 == LOW ) {
    digitalWrite(dd_2_7, LOW);
  }
  if (u7 == HIGH) {
    digitalWrite(dd_2_7, HIGH);
  }
}
if (p9 == HIGH) {
```

```
    if (u9 == LOW ) {
      digitalWrite(dd_2_9, LOW);
    }
    if (u9 == HIGH) {
      digitalWrite(dd_2_9, HIGH);
    }
  }
}
if (digitalRead(hh1) == HIGH) { if
  (x1 == LOW) {
  digitalWrite(s_led_r1, LOW);
  digitalWrite(s_led_r2, LOW);
  digitalWrite(s_led_r3, LOW);
  digitalWrite(s_led_r4, LOW);
  digitalWrite(s_led_r5, LOW);
  digitalWrite(ledg_1_5, HIGH);
  digitalWrite(s_led_r6, LOW);
  digitalWrite(s_led_r7, LOW);
  digitalWrite(s_led_r9, LOW);
    x1 = HIGH;
  }
}
if (digitalRead(hh2) == LOW) {
  digitalWrite(ledr_1_5,  HIGH);
  digitalWrite(ledg_1_5,  HIGH);
  digitalWrite(ledr_2_6, HIGH);
  digitalWrite(ledg_2_6, HIGH);
}



//Serial.print(digitalRead(er_BGHD1));
//Serial.print("_er_BGHD1    ");
```

```
  //Serial.print( digitalRead(er_BGHD2));
  //Serial.print("_er_BGHD2     ");


  //Serial.print( p4);
  //Serial.print("_p4     ");
  //Serial.print( p5);
  //Serial.print("_p5     ");
  //Serial.print( LOOFF);
  //Serial.print("_LOOFF   ");
  //Serial.print( LOORR);
  //Serial.println("_LOORR");
}
```

Arduino บอร์ดที่ 4

```
int sw1 = 53;
int sw2 = 51;
int sw3 = 49;
int sw4 = 47;
int sw5 = 45;
int sw6 = 43;
int er1 = 41;
int er2 = 39;
int er3 = 37;
int er4_1 = 35;
int er4_2 = 33;
int er4_3 = 31;
int er5 = 27;
int er6 = 29;


int hh1 = A9;
int hh2 = A10;
```

```
int  hh3  =  A11;
int BOOD = 52;
int ODBO = 50;
int s_led_r1 = 13;
int s_led_g1 = 12;
int s_led_r2 = 11;
int s_led_g2 = 10;
int s_led_r3 = 9;
int s_led_g3 = 8;
int s_led_r4 = 14;
int s_led_g4 = 15;
int s_led_r5 = 16;
int s_led_g5 = 17;
int s_led_r6 = 18;
int s_led_g6 = 19;
int e_led_r1 = 3;
int e_led_g1 = 20;
int e_led_b1 = 21;
int e_led_r2 = 4;
int e_led_g2 = 22;
int e_led_b2 = 24;
int e_led_r3 = 26;
int e_led_g3 = 28;
int e_led_b3 = 30;
int e_led_r4_1 = 5;
int e_led_g4_1 = 32;
int e_led_b4_1 = 34;
int e_led_r4_2 = 6;
int e_led_g4_2 = 36;
int e_led_b4_2 = 38;
int e_led_r4_3 = 7;
int e_led_g4_3 = 40;
int e_led_b4_3 = 42;
```

```
int  e_led_r5  =  44;
int  e_led_g5  =  46;
int  e_led_b5  =  48;
int e_led_r6 = A13;
int e_led_g6 = A14;
int e_led_b6 = A15;
int dd1 = A1;
int dd2 = A2;
int dd3 = A3;
int dd4 = A4;
int dd5 = A5;
int dd6 = A6;
int  z1 ;
int  p1 ;
int   p2  ;
int   p3  ;
int   p4  ;
int   p5  ;
int   p6  ;
int   p7  ;
int   p9  ;
int    k1  ;
int    k2  ;
int    k3  ;
int    k4  ;
int    k5  ;
int    k6  ;
int    k7  ;
int    k9  ;
int   u1  ;
int   u2  ;
int  u3 ;
int  u4_1 ;
```

```
int   u4_2  ;
int     u4_3;
int  u5 ;
int   u6  ;
int     c1;
int    x1  ;
int    t1   ;
int  t4 ;
int  FDS ;
void setup() { pinMode(sw1,
  INPUT); pinMode(sw2, INPUT);
  pinMode(sw3, INPUT);
  pinMode(sw4, INPUT);
  pinMode(sw5, INPUT);
  pinMode(sw6, INPUT);
  pinMode(er1, INPUT);
  pinMode(er2, INPUT);
  pinMode(er3, INPUT);
  pinMode(er4_1, INPUT);
  pinMode(er4_2, INPUT);
  pinMode(er4_3, INPUT);
  pinMode(er5, INPUT);
  pinMode(er6, INPUT);
  pinMode(hh1, INPUT);
  pinMode(hh2, INPUT);
  pinMode(hh3, INPUT);
  pinMode(s_led_r1, OUTPUT);
  pinMode(s_led_g1, OUTPUT);
  pinMode(s_led_r2, OUTPUT);
  pinMode(s_led_g2, OUTPUT);
  pinMode(s_led_r3, OUTPUT);
  pinMode(s_led_g3, OUTPUT);
```

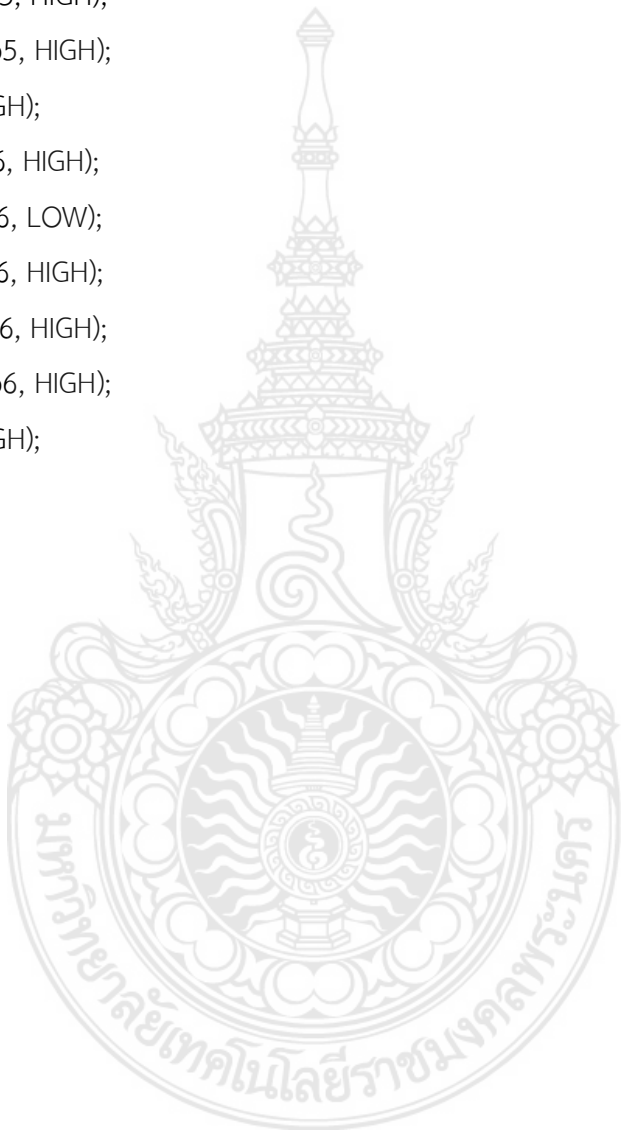
```
pinMode(s_led_r4, OUTPUT);
pinMode(s_led_g4, OUTPUT);
pinMode(s_led_r5, OUTPUT);
pinMode(s_led_g5, OUTPUT);
pinMode(s_led_r6, OUTPUT);
pinMode(s_led_g6, OUTPUT);
pinMode(e_led_r1, OUTPUT);
pinMode(e_led_g1, OUTPUT);
pinMode(e_led_b1, OUTPUT);
pinMode(e_led_r2, OUTPUT);
pinMode(e_led_g2, OUTPUT);
pinMode(e_led_b2, OUTPUT);
pinMode(e_led_r3, OUTPUT);
pinMode(e_led_g3, OUTPUT);
pinMode(e_led_b3, OUTPUT);
pinMode(e_led_r4_1, OUTPUT);
pinMode(e_led_g4_1, OUTPUT);
pinMode(e_led_b4_1, OUTPUT);
pinMode(e_led_r4_2, OUTPUT);
pinMode(e_led_g4_2, OUTPUT);
pinMode(e_led_b4_2, OUTPUT);
pinMode(e_led_r4_3, OUTPUT);
pinMode(e_led_g4_3, OUTPUT);
pinMode(e_led_b4_3, OUTPUT);
pinMode(e_led_r5, OUTPUT);
pinMode(e_led_g5, OUTPUT);
pinMode(e_led_b5, OUTPUT);
pinMode(e_led_r6, OUTPUT);
pinMode(e_led_g6, OUTPUT);
pinMode(e_led_b6, OUTPUT);
pinMode(dd1, OUTPUT);
pinMode(dd2, OUTPUT);
pinMode(dd3, OUTPUT);
```

```
  pinMode(dd4, OUTPUT);
  pinMode(dd5, OUTPUT);
  pinMode(dd6, OUTPUT);
  pinMode(BOOD, OUTPUT);
  pinMode(ODBO, INPUT);
 // Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  if ( z1 == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r1, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g1, LOW);
    digitalWrite(e_led_r1, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g1, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b1, HIGH);
    digitalWrite(dd1, HIGH);
    digitalWrite(s_led_r2, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g2, LOW);
    digitalWrite(e_led_r2, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g2, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b2, HIGH);
    digitalWrite(dd2, HIGH);
    digitalWrite(s_led_r3, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g3, LOW);
    digitalWrite(e_led_r3, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g3, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b3, HIGH);
    digitalWrite(dd3, HIGH);
    digitalWrite(s_led_r4, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g4, LOW);
    digitalWrite(e_led_r4_1, HIGH);
    digitalWrite(e_led_g4_1, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b4_1, HIGH);
    digitalWrite(e_led_r4_2, HIGH);
```

```
digitalWrite(e_led_g4_2, HIGH);
digitalWrite(e_led_b4_2, HIGH);
digitalWrite(e_led_r4_3, HIGH);
digitalWrite(e_led_g4_3, HIGH);
digitalWrite(e_led_b4_3, HIGH);
digitalWrite(dd4, HIGH);
digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
digitalWrite(s_led_g5, LOW);
digitalWrite(e_led_r5, HIGH);
digitalWrite(e_led_g5, HIGH);
digitalWrite(e_led_b5, HIGH);
digitalWrite(dd5, HIGH);
digitalWrite(s_led_r6, HIGH);
digitalWrite(s_led_g6, LOW);
digitalWrite(e_led_r6, HIGH);
digitalWrite(e_led_g6, HIGH);
digitalWrite(e_led_b6, HIGH);
digitalWrite(dd6, HIGH);
p1 = LOW;
p2 = LOW;
p3 = LOW;
p4 = LOW;
p5 = LOW;
p6 = LOW;
u1 = LOW;
u2 = LOW;
u3 = LOW;
u4_1 = LOW;
u4_2 = LOW;
u4_3 = LOW;
u5 = LOW;
u6 = LOW;
x1 = LOW;
```

```
  t1 = 0;
  t4 = 0;
  c1 = LOW;
  z1 = HIGH;
 }
 if (digitalRead(hh3) == HIGH) {
  digitalWrite(s_led_r1, HIGH);
  digitalWrite(s_led_g1, LOW);
  digitalWrite(e_led_r1, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g1, HIGH);
  digitalWrite(e_led_b1, HIGH);
  digitalWrite(dd1, HIGH);
  digitalWrite(s_led_r2, HIGH);
  digitalWrite(s_led_g2, LOW);
  digitalWrite(e_led_r2, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g2, HIGH);
  digitalWrite(e_led_b2, HIGH);
  digitalWrite(dd2, HIGH);
  digitalWrite(s_led_r3, HIGH);
  digitalWrite(s_led_g3, LOW);
  digitalWrite(e_led_r3, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g3, HIGH);
  digitalWrite(e_led_b3, HIGH);
  digitalWrite(dd3, HIGH);
  digitalWrite(s_led_r4, HIGH);
  digitalWrite(s_led_g4, LOW);
  digitalWrite(e_led_r4_1, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g4_1, HIGH);
  digitalWrite(e_led_b4_1, HIGH);
  digitalWrite(e_led_r4_2, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g4_2, HIGH);
  digitalWrite(e_led_b4_2, HIGH);
  digitalWrite(e_led_r4_3, HIGH);
```

```
digitalWrite(e_led_g4_3, HIGH);
digitalWrite(e_led_b4_3, HIGH);
digitalWrite(dd4, HIGH);
digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
digitalWrite(s_led_g5, LOW);
digitalWrite(e_led_r5, HIGH);
digitalWrite(e_led_g5, HIGH);
digitalWrite(e_led_b5, HIGH);
digitalWrite(dd5, HIGH);
digitalWrite(s_led_r6, HIGH);
digitalWrite(s_led_g6, LOW);
digitalWrite(e_led_r6, HIGH);
digitalWrite(e_led_g6, HIGH);
digitalWrite(e_led_b6, HIGH);
digitalWrite(dd6, HIGH);
p1 = LOW;
p2 = LOW;
p3 = LOW;
p4 = LOW;
p5 = LOW;
p6 = LOW;
u1 = LOW;
u2 = LOW;
u3 = LOW;
u4_1 = LOW;
u4_2 = LOW;
u4_3 = LOW;
u5 = LOW;
u6 = LOW;
x1 = LOW;
t1 = 0;
t4 = 0;
c1 = LOW;
```



```
}
```

```
if (digitalRead(hh1) == LOW)  {
  if (digitalRead(ODBO) == HIGH) {
     digitalWrite(s_led_r1, LOW);
     digitalWrite(s_led_r1, HIGH);
     digitalWrite(s_led_g1, LOW);
     digitalWrite(s_led_r2, HIGH);
     digitalWrite(s_led_g2, LOW);
     digitalWrite(s_led_r3, HIGH);
     digitalWrite(s_led_g3, LOW);
     digitalWrite(s_led_r4, HIGH);
     digitalWrite(s_led_g4, LOW);
     digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
     digitalWrite(s_led_g5, LOW);
     digitalWrite(s_led_r6, HIGH);
     digitalWrite(s_led_g6, LOW);
     p1  =  LOW;
     p2  =  LOW;
     p3  =  LOW;
     p4  =  LOW;
     p5  =  LOW;
     p6  =  LOW;
     k1  =  LOW;
     k2  =  LOW;
     k3  =  LOW;
     k4  =  LOW;
     k5 = LOW;
```

```
  k6 = LOW;
}
if (digitalRead(sw1) == LOW) {
  if (digitalRead(sw2) == LOW) {
    if (digitalRead(sw3) == LOW) {
      if (digitalRead(sw4) == LOW) {
        if (digitalRead(sw5) == LOW) {
          if (digitalRead(sw6) == LOW) {
            delay(10);
            FDS = HIGH ;
            digitalWrite(BOOD, LOW);
          }
        }
      }
    }
  }
}
if (digitalRead(sw1) == LOW) {
  delay(10);
  k1 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw1) == HIGH) {
  if ((k1 == HIGH) && (p1 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r1, LOW);
    digitalWrite(s_led_g1, HIGH);
    digitalWrite(s_led_r2, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g2, LOW);
    digitalWrite(s_led_r3, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g3, LOW);
    digitalWrite(s_led_r4, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g4, LOW);
    digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g5, LOW);
```

```
    digitalWrite(s_led_r6,   HIGH);
    digitalWrite(s_led_g6,   LOW);
    p1 = HIGH;
    p2  =  LOW;
    p3  =  LOW;
    p4  =  LOW;
    p5  =  LOW;
    p6  =  LOW;
    k1  =  LOW;
    k2  =  LOW;
    k3  =  LOW;
    k4  =  LOW;
    k5  =  LOW;
    k6 = LOW;
    if (FDS == HIGH ) {
      digitalWrite(BOOD, HIGH);
      FDS = LOW;
    }
  }
  if ((k1 == HIGH) && (p1 == HIGH)) {
    digitalWrite(s_led_r1, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g1, LOW);
    p1 = LOW ;
    k1 = LOW;
  }
}

if (digitalRead(sw2) == LOW) {
  delay(10);
  k2 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw2) == HIGH) {
  if ((k2 == HIGH) && (p2 == LOW)) {
```

```
  digitalWrite(s_led_r1,   HIGH);
  digitalWrite(s_led_g1,   LOW);
  digitalWrite(s_led_r2,   LOW);
  digitalWrite(s_led_g2,   HIGH);
  digitalWrite(s_led_r3,   HIGH);
  digitalWrite(s_led_g3,   LOW);
  digitalWrite(s_led_r4,   HIGH);
  digitalWrite(s_led_g4,   LOW);
  digitalWrite(s_led_r5,   HIGH);
  digitalWrite(s_led_g5,   LOW);
  digitalWrite(s_led_r6,   HIGH);
  digitalWrite(s_led_g6,   LOW);
  p1 = LOW;
  p2 = HIGH;
  p3  =  LOW;
  p4  =  LOW;
  p5  =  LOW;
  p6  =  LOW;
  k1  =  LOW;
  k2  =  LOW;
  k3  =  LOW;
  k4  =  LOW;
  k5  =  LOW;
  k6 = LOW;
  if (FDS == HIGH ) {
    digitalWrite(BOOD, HIGH);
    FDS = LOW;
  }
}
if ((k2 == HIGH) && (p2 == HIGH)) {
  digitalWrite(s_led_r2, HIGH);
  digitalWrite(s_led_g2, LOW);
  p2 = LOW ;
```

```
    k2 = LOW;
  }
}
if (digitalRead(sw3) == LOW) {
  delay(10);
  k3 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw3) == HIGH) {
  if ((k3 == HIGH) && (p3 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r1, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g1, LOW);
    digitalWrite(s_led_r2, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g2, LOW);
    digitalWrite(s_led_r3, LOW);
    digitalWrite(s_led_g3, HIGH);
    digitalWrite(s_led_r4, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g4, LOW);
    digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g5, LOW);
    digitalWrite(s_led_r6, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g6, LOW);
    p1  =  LOW;
    p2  =  LOW;
    p3  =  HIGH;
    p4  =  LOW;
    p5  =  LOW;
    p6  =  LOW;
    k1  =  LOW;
    k2  =  LOW;
    k3  =  LOW;
    k4  =  LOW;
    k5  =  LOW;
    k6 = LOW;
```

```
    if (FDS == HIGH ) {
      digitalWrite(BOOD, HIGH);
      FDS = LOW;
    }
  }
  if ((k3 == HIGH) && (p3 == HIGH)) {
    digitalWrite(s_led_r3, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g3, LOW);
    p3 = LOW;
    k3 = LOW;
  }
}
if (digitalRead(sw4) == LOW) {
  delay(10);
  k4 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw4) == HIGH) {
  if ((k4 == HIGH) && (p4 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r1, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g1, LOW);
    digitalWrite(s_led_r2, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g2, LOW);
    digitalWrite(s_led_r3, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g3, LOW);
    digitalWrite(s_led_r4, LOW);
    digitalWrite(s_led_g4, HIGH);
    digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g5, LOW);
    digitalWrite(s_led_r6, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g6, LOW);
    p1 = LOW ;
    p2 = LOW ;
    p3 = LOW ;
```

```
    p4  =  HIGH;
    p5  =  LOW;
    p6  =  LOW;
    k1  =  LOW;
    k2  =  LOW;
    k3  =  LOW;
    k4  =  LOW;
    k5  =  LOW;
    k6 = LOW;
    if (FDS == HIGH ) {
      digitalWrite(BOOD, HIGH);
      FDS = LOW;
    }
  }
  if ((k4 == HIGH) && (p4 == HIGH)) {
    digitalWrite(s_led_r4, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g4, LOW);
    p4 = LOW ;
    k4 = LOW;
  }
}
if (digitalRead(sw5) == LOW) {
  delay(10);
  k5 = HIGH;
}
if (digitalRead(sw5) == HIGH) {
  if ((k5 == HIGH) && (p5 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r1, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g1, LOW);
    digitalWrite(s_led_r2, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g2, LOW);
    digitalWrite(s_led_r3, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g3, LOW);
```

```
    digitalWrite(s_led_r4,   HIGH);
    digitalWrite(s_led_g4,   LOW);
    digitalWrite(s_led_r5,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g5,   HIGH);
    digitalWrite(s_led_r6,   HIGH);
    digitalWrite(s_led_g6,   LOW);
    p1 = LOW ;
    p2 = LOW ;
    p3 = LOW ;
    p4 = LOW ;
    p5 = HIGH;
    p6 = LOW;
    k1 = LOW;
    k2 = LOW;
    k3 = LOW;
    k4 = LOW;
    k5 = LOW;
    k6 = LOW;
    if (FDS == HIGH ) {
      digitalWrite(BOOD, HIGH);
      FDS = LOW;
    }
  }
  if ((k5 == HIGH) && (p5 == HIGH)) {
    digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g5, LOW);
    p5 = LOW;
    k5 = LOW;
  }
}
if (digitalRead(sw6) == LOW) {
  delay(10);
  k6 = HIGH;
```

```
}
if (digitalRead(sw6) == HIGH) {
  if ((k6 == HIGH) && (p6 == LOW)) {
    digitalWrite(s_led_r1, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g1, LOW);
    digitalWrite(s_led_r2, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g2, LOW);
    digitalWrite(s_led_r3, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g3, LOW);
    digitalWrite(s_led_r4, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g4, LOW);
    digitalWrite(s_led_r5, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g5, LOW);
    digitalWrite(s_led_r6, LOW);
    digitalWrite(s_led_g6, HIGH);
    p1  =  LOW;
    p2  =  LOW;
    p3  =  LOW;
    p4  =  LOW;
    p5  =  LOW;
    p6  =  HIGH;
    k1  =  LOW;
    k2  =  LOW;
    k3  =  LOW;
    k4  =  LOW;
    k5  =  LOW;
    k6 = LOW;
    if (FDS == HIGH ) {
      digitalWrite(BOOD, HIGH);
      FDS = LOW;
    }
  }
  if ((k6 == HIGH) && (p6 == HIGH)) {
```

```
      digitalWrite(s_led_r6,   HIGH);
      digitalWrite(s_led_g6,   LOW);
      p6 = LOW ;
      k6 = LOW;
    }
  }
}
if (digitalRead(hh1) == HIGH) {
  if (digitalRead(er1) == HIGH) {
    if ((p1 == HIGH) && (u1 == LOW))  {
      u1 = HIGH ;
      digitalWrite(e_led_g1, LOW);
      t1 = t1 + 127.5 ;
      analogWrite(e_led_r1, t1);
      if (c1 == HIGH) {
        analogWrite(e_led_r2, t1);
      }
    }
    if (p1 == LOW) {
      digitalWrite(e_led_r1, LOW);
      digitalWrite(e_led_g1, HIGH);
    }
  }
  if (digitalRead(er2) == HIGH) {
    if ((p2 == HIGH) && (p1 == LOW)) {
      digitalWrite(e_led_r2, HIGH);
      digitalWrite(e_led_g2, LOW);
      u2 = HIGH ;
    }
    if ((p2 == LOW) && (p1 == LOW)) {
      digitalWrite(e_led_r2, LOW);
      digitalWrite(e_led_g2, HIGH);
    }
```

```
  if ((p2 == LOW) && (p1 == HIGH)) {
    if (c1 == LOW) { c1 = HIGH;
      digitalWrite(e_led_g2, LOW);
      t1 = t1 + 127.5 ;
      analogWrite(e_led_r2, t1);
      if (u1 == HIGH) {
        analogWrite(e_led_r1, t1);
      }
    }
  }
}
if (digitalRead(er3) == HIGH) { if
  (p3 == HIGH) {
  digitalWrite(e_led_r3, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g3, LOW);
    u3 = HIGH ;
  }
  if (p3 == LOW) {
    digitalWrite(e_led_r3, LOW);
    digitalWrite(e_led_g3, HIGH);
  }
}
if (digitalRead(er4_1) == HIGH) {
  if ((p4 == HIGH) && (u4_1 == LOW)) {
    digitalWrite(e_led_g4_1, LOW);
    t4 = t4 + 85 ;
    analogWrite(e_led_r4_1, t4);
    if (u4_2 == HIGH) {
      analogWrite(e_led_r4_2, t4);
    }
    if (u4_3 == HIGH) {
      analogWrite(e_led_r4_3, t4);
```

```
    }
    u4_1 = HIGH;
  }
  if (p4 == LOW) {
    digitalWrite(e_led_r4_1, LOW);
    digitalWrite(e_led_g4_1, HIGH);
  }
}
if (digitalRead(er4_2) == HIGH) {
  if ((p4 == HIGH) && (u4_2 == LOW)) {
    digitalWrite(e_led_g4_2, LOW);
    t4 = t4 + 85 ;
    analogWrite(e_led_r4_2, t4);
    if (u4_1 == HIGH) {
      analogWrite(e_led_r4_1, t4);
    }
    if (u4_3 == HIGH) {
      analogWrite(e_led_r4_3, t4);
    }
    u4_2 = HIGH;
  }
  if (p4 == LOW) {
    digitalWrite(e_led_r4_2, LOW);
    digitalWrite(e_led_g4_2, HIGH);
  }
}
if (digitalRead(er4_3) == HIGH) {
  if ((p4 == HIGH) && (u4_3 == LOW)) {
    digitalWrite(e_led_g4_3, LOW);
    t4 = t4 + 85 ;
    analogWrite(e_led_r4_3, t4);
    if (u4_1 == HIGH) {
      analogWrite(e_led_r4_1, t4);
```

```
    }
    if (u4_2 == HIGH) {
      analogWrite(e_led_r4_2, t4);
    }
    u4_3 = HIGH;
  }
  if (p4 == LOW) {
    digitalWrite(e_led_r4_3, LOW);
    digitalWrite(e_led_g4_3, HIGH);
  }
}
if (digitalRead(er5) == HIGH) { if
  (p5 == HIGH) {
  digitalWrite(e_led_r5, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g5, LOW);
    u5 = HIGH ;
  }
  if (p5 == LOW) {
    digitalWrite(e_led_r5, LOW);
    digitalWrite(e_led_g5, HIGH);
  }
}
if (digitalRead(er6) == HIGH) { if
  (p6 == HIGH) {
  digitalWrite(e_led_r6, HIGH);
  digitalWrite(e_led_g6, LOW);
    u6 = HIGH ;
  }
  if (p6 == LOW) {
    digitalWrite(e_led_r6, LOW);
    digitalWrite(e_led_g6, HIGH);
  }
}
```

```
if (p1 == HIGH) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r1,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g1,   HIGH);
    digitalWrite(e_led_b1, LOW);
    digitalWrite(e_led_b2, LOW);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r1,   HIGH);
    digitalWrite(s_led_g1,   HIGH);
    digitalWrite(e_led_b1, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b2, HIGH);
  }
  if (u1 == LOW ) {
    digitalWrite(dd1, LOW);
  }
  if (t1 == 254) {
    digitalWrite(dd1, HIGH);
  }
}
if (p1 == LOW) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_g1, LOW);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_g1, HIGH);
  }
}
if (p2 == HIGH) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r2,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g2,   HIGH);
    digitalWrite(e_led_b2, LOW);
```

```
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r2,   HIGH);
    digitalWrite(s_led_g2, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b2, HIGH);
  }
  if (u2 == LOW ) {
    digitalWrite(dd2, LOW);
  }
  if (u2 == HIGH) {
    digitalWrite(dd2, HIGH);
  }
}
if (p2 == LOW) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_g2, LOW);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_g2, HIGH);
  }
}
if (p3 == HIGH) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r3,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g3,   HIGH);
    digitalWrite(e_led_b3, LOW);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r3,   HIGH);
    digitalWrite(s_led_g3,   HIGH);
    digitalWrite(e_led_b3, HIGH);
  }
  if (u3 == LOW ) {
```

```
    digitalWrite(dd3, LOW);
  }
  if (u3 == HIGH) {
    digitalWrite(dd3, HIGH);
  }
}
if (p3 == LOW) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_g3, LOW);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_g3, HIGH);
  }
}
if (p4 == HIGH) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r4, LOW);
    digitalWrite(s_led_g4, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b4_1, LOW);
    digitalWrite(e_led_b4_2, LOW);
    digitalWrite(e_led_b4_3, LOW);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r4, HIGH);
    digitalWrite(s_led_g4, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b4_1, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b4_2, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b4_3, HIGH);
  }
  if (t4 == 0 ) {
    digitalWrite(dd4, LOW);
  }
  if (t4 == 255) {
```

```
    digitalWrite(dd4, HIGH);
  }
}
if (p4 == LOW) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_g4, LOW);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_g4, HIGH);
  }
}
if (p5 == HIGH) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_r5,   LOW);
    digitalWrite(s_led_g5, HIGH);
    digitalWrite(e_led_b5, LOW);
  }
  if (digitalRead(hh2) == LOW) {
    digitalWrite(s_led_r5,   HIGH);
    digitalWrite(s_led_g5,   HIGH);
    digitalWrite(e_led_b5, HIGH);
  }
  if (u5 == LOW ) {
    digitalWrite(dd5, LOW);
  }
  if (u5 == HIGH) {
    digitalWrite(dd5, HIGH);
  }
}
if (p5 == LOW) {
  if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
    digitalWrite(s_led_g5, LOW);
  }
```

```
    if (digitalRead(hh2) == LOW) {
      digitalWrite(s_led_g5, HIGH);
    }
  }
  if (p6 == HIGH) {
    if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
      digitalWrite(s_led_r6,    LOW);
      digitalWrite(s_led_g6,   HIGH);
      digitalWrite(e_led_b6, LOW);
    }
    if (digitalRead(hh2) == LOW) {
      digitalWrite(s_led_r6,   HIGH);
      digitalWrite(s_led_g6, HIGH);
      digitalWrite(e_led_b6, HIGH);
    }
    if (u6 == LOW ) {
      digitalWrite(dd6, LOW);
    }
    if (u6 == HIGH) {
      digitalWrite(dd6, HIGH);
    }
  }
  if (p6 == LOW) {
    if (digitalRead(hh2) == HIGH) {
      digitalWrite(s_led_g6, LOW);
    }
    if (digitalRead(hh2) == LOW) {
      digitalWrite(s_led_g6, HIGH);
    }
  }
}
//Serial.print(FDS);
//Serial.print("_FDS  ");
```

```
  //Serial.print(digitalRead(BOOD));
  //Serial.println("_BOOD  ");
}
```

Arduino บอร์ดที่ 5

```
int sw1 = 23;
int sw2 = 25;
int sw3 = 27;
int sw4 = 29;
int sw5 = 31;
int sw6 = 33;
int sw7 = 53;
int sw8 = 35;
int sw9 = 37;
int sw10 = 39;
int sw11 = 41;
int  sw_a1  =  40;
int  sw_a2  =  38;
int  sw_a3  =  36;
int  sw_a4  =  34;
int  sw_a5  =  32;
int  sw_a6  =  30;
int sw_a7 = 28;

int sw_bb6 = 22;

int sw_mm_L = 43;
int sw_mm_H1 = 45;
#define mm_L1  A0
#define mm_L2  A1
#define mm_L3  A2
#define mm_L4  A3
#define mm_H1  A4
```

```
#define mm_H2  A5
#define mm_H3  A6
#define mm_H4  A7
int LP;
int    HP;
int  LL  ;
int LPK ;
int  LPKKK  ;
int  HPKKK  ;
int HH ;
int HPK ;

int pp1_1 = 52;
int pp1_2 = 50;
int pp2_1 = 48;
int pp2_2 = 46;
int pp3_1 = 44;
int pp3_2 = 42;

int pan11 = 2;
int  pan1_1  ;
int pan2 = 4;
int pan2_2 ;
int com3_r = 20;
int com3_g = 19;


int FF1 = 3;
int dd1 = 21;

int FF2 = 5;

int FF3 = 6;
```

```
int H_LED_GB = 7 ;
int L_LED_R = 8 ;
int L_LED_G = 9 ;
int L_LED_B = 10 ;
int T_LED_R = 11 ;
int T_LED_G = 12 ;
int T_LED_B = 13 ;
int HFF ;
int com3 ;

int dd3 ;
int LON = 18;
int LONHH = 17;
int KON ;
int x1 ;


int   LTT   ;
int   HTT   ;
int   LOU   ;
int   HOU   ;
int   GOU   ;
int  HRTY  ;
int  LRTY  ;
int  GRTY  ;
int  HEER  ;
int   LEER  ;
int  GEER  ;
int  LRCC  ;
int  HRCC  ;
int  GRCC  ;
int  LCCR  ;
int HCCR ;
```

```
int  GCCR  ;
int  LYYT  ;
int  HYYT  ;
int  GYYT  ;
int LPI ;
int   HPI   ;
int   GPI   ;
int  LKU  ;
int  HKU  ;
int  GKU  ;
int  LQA  ;
int  HQA  ;
int GQA ;
int LPPO ;
int  HPPO  ;
int  GPPO  ;
int  LOOP  ;
int  HOOP  ;
int  GOOP  ;
int  LPKO  ;
int  HPKO  ;
int  GPKO  ;
int  LOKP  ;
int  HOKP  ;
int GOKP ;

unsigned int CUM ;

int KOII ;
int jj ;
int Hpan1 ;
int Hpan11 ;
int Hpan2 ;
```

```
int  Hpan21  ;
int   gggg_A1;
int  gggg_A11;
int TTTT_A2;
int TTTT_A21;
int TTTT_A22;
int YYYY_A3;
int YYYY_A31;
int YYYY_A32;
int CCCC_A4;
int CCCC_A41;
int h_ledgb ;
int l_ledr ;
int l_ledg ;
int  l_ledb  ;
int  t_ledr  ;
int  t_ledg  ;
int t_ledb ;
void setup() {


  pinMode(sw1, INPUT);
  pinMode(sw2, INPUT);
  pinMode(sw3, INPUT);
  pinMode(sw4, INPUT);
  pinMode(sw5, INPUT);
  pinMode(sw6, INPUT);
  pinMode(sw7, INPUT);
  pinMode(sw8, INPUT);
  pinMode(sw9, INPUT);
  pinMode(sw10, INPUT);
  pinMode(sw11, INPUT);
  pinMode(sw_a1, INPUT);
```

```
pinMode(sw_a2,   INPUT);
pinMode(sw_a3,   INPUT);
pinMode(sw_a4,   INPUT);
pinMode(sw_a5,   INPUT);
pinMode(sw_a6,   INPUT);
pinMode(sw_a7, INPUT);

pinMode(sw_bb6, INPUT);

pinMode(sw_mm_L, INPUT);
pinMode(sw_mm_H1, INPUT);

pinMode(pp1_1,   INPUT);
pinMode(pp1_2,   INPUT);
pinMode(pp2_1,   INPUT);
pinMode(pp2_2,   INPUT);
pinMode(pp3_1,   INPUT);
pinMode(pp3_2, INPUT);

pinMode(mm_L1,   OUTPUT);
pinMode(mm_L2,   OUTPUT);
pinMode(mm_L3,   OUTPUT);
pinMode(mm_L4,   OUTPUT);
pinMode(mm_H1,   OUTPUT);
pinMode(mm_H2,   OUTPUT);
pinMode(mm_H3,   OUTPUT);
pinMode(mm_H4, OUTPUT);

pinMode(dd1, OUTPUT);
pinMode(FF1, OUTPUT);
pinMode(pan11, OUTPUT);

pinMode(FF2, OUTPUT);
```

```
  pinMode(pan2, OUTPUT);

  pinMode(FF3, OUTPUT);
  pinMode(com3_r, OUTPUT);
  pinMode(com3_g, OUTPUT);
  pinMode(LON, OUTPUT);
  pinMode(LONHH, OUTPUT);
  pinMode(dd3, OUTPUT);
  pinMode(H_LED_GB, OUTPUT);
  pinMode(L_LED_R, OUTPUT);
  pinMode(L_LED_G, OUTPUT);
  pinMode(L_LED_B, OUTPUT);
  pinMode(T_LED_R, OUTPUT);
  pinMode(T_LED_G, OUTPUT);
  pinMode(T_LED_B, OUTPUT);
}
void loop() {
  {
    if (digitalRead(sw2) == HIGH) {
      digitalWrite(dd1, LOW);
    }
    if (digitalRead(sw3) == HIGH) {
      digitalWrite(dd1, LOW);
    }
    if (digitalRead(sw4) == HIGH) {
      digitalWrite(dd1, LOW);
    }
    if (digitalRead(sw2) == LOW) {
      if (digitalRead(sw3) == LOW) {
        if (digitalRead(sw4) == LOW) {
          digitalWrite(dd1, HIGH);
          analogWrite(pan11, 255);
          analogWrite(FF1, 0);
```

```
      pan1_1 = LOW ;
    }
  }
}
if (digitalRead(sw1) == HIGH) {
  if (digitalRead(sw5) == HIGH) {
    if (digitalRead(pp1_1) == HIGH) {
      if (digitalRead(pp1_2) == HIGH) {
        if (digitalRead(sw2) == HIGH) {

          if (digitalRead(sw_a5) == HIGH ) {
            analogWrite(pan11, 0);
          }
          if (digitalRead(sw_a5) == LOW ) {
            analogWrite(pan11, 100);
          }
          analogWrite(FF1, 55);
          pan1_1 = HIGH ;
        }
        if (digitalRead(sw3) == HIGH) {
          if (digitalRead(sw_a5) == HIGH ) {
            analogWrite(pan11, 1000);
          }
          if (digitalRead(sw_a5) == LOW ) {
            analogWrite(pan11, 170);
          }
          analogWrite(FF1, 54);
          pan1_1 = HIGH ;
        }
        if (digitalRead(sw4) == HIGH) {
          if (digitalRead(sw_a5) == HIGH ) {
            analogWrite(pan11, 170);
          }
```

```
          if (digitalRead(sw_a5) == LOW ) {
            analogWrite(pan11, 200);
          }
          analogWrite(FF1, 53);
          pan1_1 = HIGH ;
        }
      }
    }
    if ((digitalRead(pp1_1) == LOW) && (digitalRead(pp1_2) == HIGH)) {
      analogWrite(pan11, 255);
      analogWrite(FF1, 66);
      pan1_1 = LOW ;
    }
    if ((digitalRead(pp1_2) == LOW) && (digitalRead(pp1_1) == HIGH)) {
      analogWrite(pan11, 255);
      analogWrite(FF1, 73);
      pan1_1 = LOW ;
    }
    if ((digitalRead(pp1_1) == LOW) && (digitalRead(pp1_2) == LOW)) {
      analogWrite(pan11, 255);
      analogWrite(FF1, 68);
      pan1_1 = LOW ;
    }
  }
}
if ((digitalRead(sw1) == HIGH) && (digitalRead(sw5) == LOW) ) {
  analogWrite(pan11, 255);
  analogWrite(FF1, 64);
  pan1_1 = LOW ;
}

if ((digitalRead(sw1) == LOW) && (digitalRead(sw5) == HIGH)) {
  analogWrite(pan11, 255);
```

```
      analogWrite(FF1, 67);
      pan1_1 = LOW ;
    }
  }
{ if (digitalRead(sw6) == HIGH) {
      if (digitalRead(sw8) == HIGH) {
        if (digitalRead(pp2_1) == HIGH) {
          if (digitalRead(pp2_2) == HIGH) {
            if (digitalRead(sw7) == HIGH) {

              if (digitalRead(sw_a6) == HIGH ) {
                analogWrite(pan2, 0);
              }
              if (digitalRead(sw_a6) == LOW ) {
                analogWrite(pan2, 150);
              }
              analogWrite(FF2, 54);
              pan2_2 = HIGH ;
            }
            if (digitalRead(sw7) == LOW) {
              analogWrite(pan2, 255);
              analogWrite(FF2, 0);
              pan2_2 = LOW ;
            }
          }
        }
        if ((digitalRead(pp2_1) == LOW) && (digitalRead(pp2_2) == HIGH)) {
          analogWrite(pan2, 255);
          analogWrite(FF2, 65);
          pan2_2 = LOW ;
        }
        if ((digitalRead(pp2_2) == LOW) && (digitalRead(pp2_1) == HIGH)) {
          analogWrite(pan2, 255);
```

```
          analogWrite(FF2, 69);
          pan2_2 = LOW ;
        }
        if ((digitalRead(pp2_1) == LOW) && (digitalRead(pp2_2) == LOW)) {
          analogWrite(pan2, 255);
          analogWrite(FF2, 66);
          pan2_2 = LOW ;
        }
      }
    }
    if (digitalRead(sw6) == LOW) {
      if (digitalRead(sw7) == LOW) {
        if (digitalRead(sw8) == LOW) {
          analogWrite(pan2, 255);
          analogWrite(FF2, 0);
          pan2_2 = LOW ;
        }
      }
    }
    if ((digitalRead(sw6) == HIGH) && (digitalRead(sw8) == LOW) ) {
      analogWrite(pan2, 255);
      analogWrite(FF2, 66);
      pan2_2 = LOW ;
    }
    if ((digitalRead(sw6) == LOW) && (digitalRead(sw8) == HIGH)) {
      analogWrite(pan2, 255);
      analogWrite(FF2, 68);
      pan2_2 = LOW ;
    }
  }

{ if (digitalRead(sw9) == HIGH) {
      if (digitalRead(sw11) == HIGH) {
```

```
if (digitalRead(pp3_1) == HIGH) {
  if (digitalRead(pp3_2) == HIGH) {
   if (digitalRead(sw10) == HIGH) {
      digitalWrite(com3_r, HIGH);
      digitalWrite(com3_g, LOW);
      com3 = HIGH ;
    }
    if (digitalRead(sw10) == LOW) {
      digitalWrite(com3_r, LOW);
      digitalWrite(com3_g, HIGH);
      HFF = 0;
      digitalWrite(LON, LOW);
      com3 = LOW ;
    }
  }
}
if ((digitalRead(pp3_1) == LOW) && (digitalRead(pp3_2) == HIGH)) {
  digitalWrite(com3_r,   LOW);
  digitalWrite(com3_g,  HIGH);
  HFF = 79 ;
  digitalWrite(LON, HIGH);
  KON = HIGH ;
  com3 = LOW ;
}
if ((digitalRead(pp3_2) == LOW) && (digitalRead(pp3_1) == HIGH)) {
  digitalWrite(com3_r,   LOW);
  digitalWrite(com3_g,  HIGH);
  HFF = 255;
  digitalWrite(LON, HIGH);
  KON = HIGH ;
  com3 = LOW ;
}
if ((digitalRead(pp3_1) == LOW) && (digitalRead(pp3_2) == LOW)) {
```

```
      digitalWrite(com3_r,   LOW);
      digitalWrite(com3_g,   HIGH);
      HFF = 81;
      digitalWrite(LON, HIGH);
      KON = HIGH ;
      com3 = LOW ;
    }
  }
}
if (digitalRead(pp3_1) == HIGH) {
  if (digitalRead(pp3_2)  == HIGH) {
    if (KON == HIGH) {
      KON = LOW ;
      digitalWrite(LON, LOW );
    }
  }
}
if (digitalRead(sw9) == LOW) {
  if (digitalRead(sw10) == LOW) {
    if (digitalRead(sw11) == LOW) {
      digitalWrite(com3_r, HIGH);
      digitalWrite(com3_g, HIGH);
      HFF = 0;
      analogWrite(FF3, HFF);
      digitalWrite(LON, LOW);
      com3 = LOW ;
    }
  }
}
if ((digitalRead(sw9) == HIGH) && (digitalRead(sw11) == LOW) ) {
  digitalWrite(com3_r,   LOW);
  digitalWrite(com3_g,   HIGH);
  HFF = 66 ;
```

```
    digitalWrite(LON, HIGH);
    com3 = LOW ;
  }
  if ((digitalRead(sw9) == LOW) && (digitalRead(sw11) == HIGH)) {
    digitalWrite(com3_r,   LOW);
    digitalWrite(com3_g,   HIGH);
    HFF = 68 ;
    digitalWrite(LON, HIGH);
    com3 = LOW ;
  }
}
if (LP == LOW) {
  OOO();
  if (digitalRead(sw_mm_L) == HIGH) {
    LL = 0;
    LPK  =  285;
    delay(10);
    LP = HIGH;
  }
}
if (LP == HIGH) {
  if (LTT == LOW) {
    if (LPK  > LL) {
    LL++;
      UUU() ; //LL++
    }
  }
  if (digitalRead(jj) == HIGH ) {
    if (LPK  > LL) {
      LL++;
      UUU();
    }
    if (LPK  < LL) {
```

```
    LL--;
    OOO();
  }
}
if (Hpan2 == LOW) {
  if (Hpan1 == LOW) {
    if (gggg_A1 == LOW) {
      if (TTTT_A2 == LOW) {
        if (YYYY_A3 == LOW) {
          if (CCCC_A4 == LOW) {
            if (LPK  > LL) {
              LL++;
              UUU();
            }
            if (LPK  < LL) {
              LL--;
              OOO();
            }
          }
        }
      }
    }
  }
}
if (Hpan1 == HIGH) {
  if (Hpan11 == LOW) {
    if (GPPO > 17) {
      if (LPK  > LL) {
      LL++;
        UUU();
      }
    }
    if (HPPO == 0) {
```

```
    if (LPK  > LL) {
      LL++;
      UUU();
    }
    if (LPK  < LL) {
      LL--;
      OOO();
    }
  }
  if (GPPO < 17) {
    if (LPK  < LL) {
    LL--;
      OOO();
    }
  }
}
if (Hpan11 == HIGH) {
  if (digitalRead(sw_a6) == LOW ) {
    if (LPK  > LL) {
      LL++;
      UUU();
    }
    if (LPK  < LL) {
      LL--;
      OOO();
    }
  }
  if (digitalRead(sw_a6) == HIGH ) {
    if (GOOP < 11) {
      if (LPK  > LL) {
      LL++;
        UUU();
      }
```

```
      }
      if (LOOP == 0) {
        if (LPK  > LL) {
        LL++;
          UUU();
        }
        if (LPK  < LL) {
          LL--;
          OOO();
        }
      }
      if (LL > 164) {
        if (LPK  < LL) {
          LL--;
          OOO();
        }
      }
      if (GOOP > 11) {
        if (LPK  < LL) {
        LL--;
          OOO();
        }
      }
    }
  }
}
if (Hpan2 == HIGH) {
  if (LPK  > LL) {
  LL++;
    UUU();
  }
  if (LPK  < LL) {
    LL--;
```

```
    OOO();
  }
}
if (gggg_A1 == HIGH) {  //a1 ลง
  if (gggg_A11 == LOW) {
    if (GKU < 21) {
      if (LPK  > LL) {
        LL++;
        UUU();
      }
    }
    if (GKU == 0) {
      if (LPK  < LL) {
        LL--;
        OOO();
      }
    }
    if (LL < 15) {
      if (LPK  < LL) {
        LL--;
        OOO();
      }
    }
    if (GKU > 21) {
      if (LPK  < LL) {
        LL--;
        OOO();
      }
    }
  }
  if (gggg_A11 == HIGH) {
    if (LPK  > LL) {
      LL++;
```

```
      UUU();
    }
    if (LPK  < LL) {
      LL--;
      OOO();
    }
  }
}  //a1 บน
if (TTTT_A2 == HIGH) { //a2 ลง
  if (TTTT_A21 == LOW) {
    if (GYYT < 22) {
      if (LPK  > LL) {
        LL++;
        UUU();
      }
    }
    if  (GYYT  ==  0) {
      if (LPK  < LL) {
      LL--;
        OOO();
      }
    }
    if (LL == 81) {
      if (LPK  < LL) {
        LL--;
        OOO();
      }
    }
    if (GYYT > 22) {
      if (LPK  < LL) {
        LL--;
        OOO();
      }
```

```
    }
  }
  if (TTTT_A21 == HIGH) {
    if (LPK  > LL) {
      LL++;
      UUU();
    }
    if (LPK  < LL) {
      LL--;
      OOO();
    }
  }
} //a2 บน
if (YYYY_A3 == HIGH) {   //a3 ลง
  if (YYYY_A31 == LOW) {
    if (GEER >  12) {
      if (LPK  > LL) {
      LL++;
        UUU();
      }
    }
    if (GEER == 0) {
      if (LPK  > LL) {
      LL++;
        UUU();
      }
    }
    if (GEER < 12) {
      if (LPK  < LL) {
        LL--;
        OOO();
      }
    }
```

```
  }
  if (YYYY_A31 == HIGH) {
    if (LPK  > LL) {
      LL++;
      UUU();
    }
    if (LPK  < LL) {
      LL--;
      OOO();
    }
  }
}
if (digitalRead(sw_a3) ==  LOW ) {
  if (YYYY_A31 == LOW) {
    if (com3 == LOW) {
      if (LPK  > LL) {
      LL++;
        UUU();
      }
    }
  }
} //a3 บน
if (CCCC_A4 == HIGH) { //a4 ลง
  if (CCCC_A4 == LOW) {
    if (GRCC > 12) {
      if (LPK  > LL) {
      LL++;
        UUU();
      }
    }
    if (GRCC == 0) {
      if (LPK  > LL) {
      LL++;
```

```
          UUU();
        }
      }
      if (GRCC < 12) {
        if (LPK  < LL) {
        LL--;
          OOO();
        }
      }
    }
    if (CCCC_A4 == HIGH) {
      if (LPK  > LL) {
        LL++;
        UUU();
      }
      if (LPK  < LL) {
        LL--;
        OOO();
      }
    }
  } //a4 บน
}
if (HP == LOW) {
  RER();
  if (digitalRead(sw_mm_H1) == HIGH) {
    HH = 0;
    HPK = 179;
    delay(10);
    HP = HIGH;
    HTT = LOW ;
  }
}
if (HP == HIGH) {
```

```
if (HTT == LOW) {
  if (HPK  > HH) {
  HH++;
    ERE();
  }
}
if (jj == HIGH ) {
  if (HPK  > HH) {
    HH++;
    ERE();
  }
  if (HPK < HH) {
    HH--;
    RER();
  }
}
if (Hpan1 == HIGH) { /// pan h
  if (digitalRead(sw_a6) == HIGH ) {
    if (HPK  > HH) {
      HH++;
      ERE();
    }
    if (HPK < HH) {
      HH--;
      RER();
    }
  }
  if (digitalRead(sw_a6) == LOW) {
    if (GOOP > 12) {
      if (HPK  > HH) {
        HH++;
        ERE();
      }
```

```
    }
    if (HOOP == 0) {
      if (HPK  > HH) {
      HH++;
        ERE();
      }
    }
    if (GOOP == 287) {
      if (HPK  > HH) {
      HH++;
        ERE();
      }
    }
    if (GOOP < 12) {
      if (HPK < HH) {
      HH--;
        RER();
      }
    }
  }
}
if (Hpan2 == HIGH) { /// pan l
  if (Hpan21 == LOW) {
    if (HPK  > HH) {
      HH++;
      ERE();
    }
    if (HPK < HH) {
      HH--;
      RER();
    }
  }
  if (Hpan21 == HIGH) {
```

```
    if (GOKP > 30) {
      if (HPK  > HH) {
        HH++;
        ERE();
      }
    }
    if (HOKP == 0) {
      if (HPK  > HH) {
        HH++;
        ERE();
      }
    }
    if  (GOKP  <  30)  {
      if (HPK < HH) {
      HH--;
        RER();
      }
    }
  }
}
if (gggg_A1 == HIGH) { //a1 ลง
  if (gggg_A11 == LOW) {
    if (HPK  > HH) {
      HH++;
      ERE();
    }
    if (HPK < HH) {
      HH--;
      RER();
    }
  }
  if (gggg_A11 == HIGH) {
    if (GQA > 11) {
```

```
      if (HPK  > HH) {
        HH++;
        ERE();
      }
    }
    if (GQA == 0) {
      if (HPK  > HH) {
        HH++;
        ERE();
      }
    }
    if (GQA < 11) {
      if (HPK < HH) {
        HH--;
        RER();
      }
    }
  }
}
if (TTTT_A2 == HIGH) {
  if (TTTT_A21 == LOW) {
    if (HPK  > HH) {
      HH++;
      ERE();
    }
    if (HPK < HH) {
      HH--;
      RER();
    }
  } //a1 บน
  if (TTTT_A21 == HIGH) { //a2 ลง
    if (GPI > 15) {
      if (HPK  > HH) {
```

```
        HH++;
        ERE();
      }
    }
    if (GPI == 0 ) {
      if (HPK  > HH) {
        HH++;
        ERE();
      }
    }
    if (GPI < 15) {
      if (HPK < HH) {
        HH--;
        RER();
      }
    }
  }
} //a2 บน
if (YYYY_A3 == HIGH) {  //a3 ลง
  if (YYYY_A31 == LOW) {
    if (HPK  > HH) {
      HH++;
      ERE();
    }
    if (HPK < HH) {
      HH--;
      RER();
    }
  }
  if (YYYY_A31 == HIGH) {
    if (GRTY > 14) {
      if (HPK  > HH) {
        HH++;
```

```
        ERE();
      }
    }
    if (GRTY == 0) {
      if (HPK  > HH) {
        HH++;
        ERE();
      }
    }
    if (GRTY < 14) {
      if (HPK < HH) {
        HH--;
        RER();
      }
    }
  }
}
if (digitalRead(sw_a3) ==  LOW ) {
  if (YYYY_A3 == LOW) {
    if (YYYY_A31 == LOW) {
      if (com3 == LOW) {
        if (HPK  > HH) {
        HH++;
          ERE();
        }
      }
    }
  }
}//  a3 บน
if (CCCC_A4 == HIGH ) {  //a4 ลง
  if (CCCC_A41 == LOW ) {
    if (HPK  > HH) {
      HH++;
```

```
    ERE();
  }
  if (HPK < HH) {
    HH--;
    RER();
  }
}
if (CCCC_A41 == HIGH ) {
  if (GCCR < 12) {
    if (HPK  > HH) {
      HH++;
      ERE();
    }
  }
  if (GCCR == 0) {
    if (HPK < HH) {
    HH--;
      RER();
    }
  }
  if (GCCR > 12) {
    if (HPK < HH) {
    HH--;
      RER();
    }
  }
  if (HH < 194 ) {
    if (HPK < HH) {
      HH--;
      RER();
    }
  }
}
```

```
} ///a4 บน
if (Hpan2 == LOW) {
  if (Hpan1 == LOW) {
    if (ggggg_A1 == LOW) {
      if (TTTT_A2 == LOW) {
        if (YYYY_A3 == LOW) {
          if (CCCC_A4 == LOW ) {
            if (GOU > 1.8) {
              if (HPK  > HH) {
                HH++;
                ERE();
              }
            }
            if (HH > 258) {
              if (HPK  > HH) {
                HH++;
                ERE();
              }
            }
            if (HOU  == 0) {
              if (HPK  > HH) {
                HH++;
                ERE();
              }
            }
            if (GOU < 1.7) {
              if (HPK < HH) {
                HH--;
                RER();
              }
            }
          }
        }
```

```
        }
      }
    }
  }
}

if (LL == 285) {
  LTT = HIGH ;
}
if (HH == 179) {
  HTT = HIGH ;
}
if ( jj == LOW) {
  if (digitalRead(sw_a4) == HIGH ) {
    if (CCCC_A4 == HIGH) {
      LPK = 21;
      HPK = 6;
      HTT = LOW ;
      LTT = LOW ;

      l_ledr = 0 ;
      l_ledg = 165 ;
      l_ledb = 165 ;

      t_ledr = 0 ;
      t_ledg = 165 ;
      t_ledb = 165 ;

      h_ledgb = 90 ;

      if (com3 == HIGH) {
        HFF = 0 ;
      }
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

```
    if ((LL == 21) && (HH == 6)) {
      CCCC_A4 = LOW ;
      CCCC_A41 = LOW ;
      gggg_A1 = HIGH ;
      HTT = HIGH ;
      LTT = HIGH ;
    }
  }
}

if ((LTT == HIGH) && (HTT == HIGH)) {
  if (digitalRead(sw_a1) == HIGH ) {
    if (digitalRead(sw_a2) == HIGH ) {
      if (digitalRead(sw_a3) == HIGH ) {
        if (digitalRead(sw_a4) == HIGH ) {
          if (digitalRead(sw_a5) == HIGH ) {
            if (digitalRead(sw_a6) == HIGH ) {
              if ((pan1_1 == HIGH) && (pan2_2 == HIGH)) {
                if (com3 == HIGH) {
                  LPK = 127;
                  HPK = 267;
                }
              }
            }
          }
        }
      }
    }
  }
  if (Hpan2 == LOW) {
    if (Hpan1 == LOW) {
      if (CCCC_A4 == LOW) {
        if (YYYY_A3 == LOW) {
```

```
if (TTTT_A2 == LOW) {
  if (gggg_A1 == LOW) {
    if (digitalRead(sw_a7) ==  LOW ) {
      if (com3 == HIGH) {
        LPK = 189;
        HPK = 227;
      }
    }
    if (digitalRead(sw_a7) ==  HIGH ) {
      if (com3 == HIGH) {
        LPK = 127;
        HPK = 267;
      }
    }
    if (com3 == LOW) {
      LPK = 285;
      HPK = 179;
    }
    LOU = (285 - LL) ;
    HOU = (HH - 179) ;
    if (HOU > 0) {
      GOU = (LOU / HOU);
    }
    if (CUM < 1) {
      l_ledr = ((285 - LL) * 1.61)  ;
      l_ledg = 165 - ((285 - LL) * 0.227);
      l_ledb = 165 - ((285 - LL) * 0.784) ;

      t_ledr = ((285 - LL) * 1.114) ; t_ledg
      = 165 - ((285 - LL) * 0.278); t_ledb
      = 165 - ((285 - LL) * 0.784) ;

      h_ledgb = 90 - ((285 - LL)  * 0.392);
```

```
            if (com3 == HIGH) {
              HFF = 66 + ((HH - 267) * 0.062) ;
            }
          }
        }
      }
    }
  }
}
if ((pan1_1 == HIGH) && (pan2_2 == HIGH)) {
  if ((LL == 127) && (HH == 267)) {
    Hpan1 = LOW;
    Hpan2 = LOW;
  }
  if ((LL == 285) && (HH == 179)) {
    Hpan1 = LOW ;
    Hpan2 = LOW;
  }
  if (digitalRead(sw_a5) == HIGH) {
    if (digitalRead(sw_a6) == HIGH) {
      Hpan11 = LOW ;
      Hpan21 = LOW ;
      CUM = 0 ;
    }
  }
  if (digitalRead(sw_a5) == LOW) {    ////////////a5 ลง
    if ((LL == 127) && (HH == 267)) {
      Hpan2 = HIGH;
    }
    if ((LL == 285) && (HH == 179)) {
      Hpan2 = HIGH ;
      Hpan21 = HIGH ;
```

```
  }
  if ((LL == 113) && (HH == 253)) {
    Hpan21 = HIGH;
  }
  if (Hpan2 == HIGH) {
    if (com3 == HIGH) {
      LPK = 113;
      HPK = 253;
    }
  }
  if (com3 == LOW) {
    LPK = 285;
    HPK = 179;
  }
} ////////////a5 บน
if (digitalRead(sw_a6) == LOW) { ////////////a6 ลง
  if ((LL == 127) && (HH == 267)) {
    Hpan1 = HIGH;
  }
  if ((LL == 285) && (HH == 179)) {
    Hpan1 = HIGH ;
    Hpan11 = HIGH ;
  }
  if (HPK == 296) {
    if ((LL == 143) && (HH == 296)) {
      Hpan11 = HIGH;
    }
  }
  if (Hpan1 == HIGH) {
    if (com3 == HIGH) {
      LPK = 143;
      HPK = 296;
    }
```

```
    }
    if (com3 == LOW) {
      LPK = 285;
      HPK = 179;
    } ////////////a6 บน
  }
}
if ((pan1_1 == HIGH) && (pan2_2 == LOW)) {////////////// พัดลม h
  CUM = 0 ;
  if (com3 == HIGH) {
    if ((LL == 127) && (HH == 267)) {
      Hpan1 = HIGH;
    }
  }
  if ((LL == 285) && (HH == 179)) {
    Hpan1 = HIGH ;
    Hpan11 = HIGH ;
  }
  if ((LL == 160) && (HH == 325)) {
    Hpan11 = HIGH;
  }
  if (Hpan1 == HIGH) {
    if (com3 == HIGH) {
      LPK = 160;
      HPK = 325;
    }
  }
  if (com3 == LOW) {
    LPK = 285;
    HPK = 179;
  }
}
if (Hpan1 == HIGH) {
```

```
if (com3 == HIGH) {
  HFF = 66 + ((HH - 267) * 0.062) ;
}
if (Hpan11 == LOW) {
  HPPO = LL - 127 ;
  LPPO = HH - 267;
  if (HPPO > 0) {
    GPPO = (LPPO * 10) / HPPO;
  }
  l_ledr = 254 - ((HH - 267) * 3.396);
  l_ledg = 129 - ((HH - 267) * 1.18);
  l_ledb = 41 - ((HH - 267) * 0.672);
  t_ledr = 176 - ((HH - 267) * 3.04);
  t_ledg = 121 + ((HH - 267) * 0.62);
  t_ledb = 41 + ((HH - 267) * 2.138);
  h_ledgb = 28 - ((HH - 267) * 0.49);
}
if (Hpan11 == HIGH) {
  HOOP =  HH - 179 ;
  LOOP =  285 - LL ;

  if (digitalRead(sw_a6) == HIGH) {
    if (LOOP > 0) {
      GOOP = (HOOP * 10) / LOOP ;
    }
    l_ledr =  ((HH - 179) * 0.4) ;
    l_ledg = 165 - ((HH - 179) * 0.719) ;
    l_ledb = 165 - ((HH - 179) * 1.116) ;
    t_ledr = 0 ;
    t_ledg = 165 ;
    t_ledb = 165 ;
    h_ledgb = 90 - ((HH - 179) * 0.62) ;
  }
```

```
    if (digitalRead(sw_a6) == LOW) {
      if (HOOP > 0) {
        GOOP = ( LOOP * 10) / HOOP;
      }
      l_ledr =  ((HH - 179) * 1.351) ;
      l_ledg = 165 - ((HH - 179) * 0.599) ;
      l_ledb = 165 - ((HH - 179) * 1.223) ;
      t_ledr = ((HH - 179) * 0.77) ;
      t_ledg = 165 - ((HH - 179) * 0.231) ;
      t_ledb = 165 - ((HH - 179) * 0.65);
      h_ledgb = 90 - ((HH - 179) * 0.65) ;
    }
  }
}
if ((pan1_1 == LOW) && (pan2_2 == HIGH)) { ///////////////พัดลน l
  CUM = 0 ;
  if ((LL == 127) && (HH == 267)) {
    Hpan2 = HIGH;
  }
  if ((LL == 285) && (HH == 179)) {
    Hpan2 = HIGH ;
    Hpan21 = HIGH ;
  }
  if ((LL == 100) && (HH == 240)) {
    Hpan21 = HIGH;
  }
  if (Hpan2 == HIGH) {
    if (com3 == HIGH) {
      LPK = 100;
      HPK = 240;
    }
  }
  if (com3 == LOW) {
```

```
    LPK = 285;
    HPK = 179;
  }
}
if (Hpan2 == HIGH) {
  if (com3 == HIGH) {
    HFF = 66 + ((HH - 267) * 0.062) ;
  }
  if (Hpan21 == LOW) {
    l_ledr = 254 - ((267 - HH) * 0.51);
    l_ledg = 129 + ((267 - HH) * 4.11);
    l_ledb = 41 - ((267 - HH) * 1.518);
    t_ledr = 176 + ((267 - HH) * 2.37);
    t_ledg = 121 + ((267 - HH) * 4.41);
    t_ledb = 41 - ((267 - HH) * 1.518);
    h_ledgb = 28 + ((267 - HH) * 1.925);
  }
  if (Hpan21 == HIGH) {
    LOKP = 285 - LL;
    HOKP = HH - 179;
    if (HOKP > 0) {
      GOKP = (LOKP * 10) / HOKP ;
    }
    if ( HH < 209 ) {
      l_ledr =  ((HH - 179) * 6.734) ;
      l_ledg = 165 + ((HH - 179) * 1.234) ;
      l_ledb = 165 + ((HH - 179) * 1.234) ;
      t_ledr =  ((HH - 179) * 6.734) ;
      t_ledg = 165 +  ((HH - 179) * 1.234) ;
      t_ledb = 165 + ((HH - 179) * 1.234) ;
      h_ledgb = 90 -  ((HH - 179) * 0.1667) ;
    }
    if ( HH > 209 ) {
```

```
      if (digitalRead(sw_a5) == HIGH) {
        l_ledr = 202 + ((HH - 209) * 1.267) ;
        l_ledg = 202 + ((HH - 209) * 1.267) ;
        l_ledb = 202 - ((HH - 209) * 6.52) ;
        t_ledr = 202 + ((HH - 209) * 1.267) ;
        t_ledg = 202 + ((HH - 209) * 1.267) ;
        t_ledb = 202 - ((HH - 209) * 6.52) ;
        h_ledgb = 90 -  ((HH - 179) * 0.1667) ;
      }
      if (digitalRead(sw_a5) == LOW) {
        l_ledr = 202 + ((HH - 209) * 1.023) ;
        l_ledg = 202 - ((HH - 209) * 0.455) ;
        l_ledb = 202 - ((HH - 209) * 4.114) ;
        t_ledr = 202 + ((HH - 209) * 0.374) ;
        t_ledg = 202 - ((HH - 209) * 0.546) ;
        t_ledb = 202 - ((HH - 209) * 4.114) ;
        h_ledgb = 80 - ((HH - 209) * 0.523)   ;
      }
    }
  }
}
if ((pan1_1 == LOW) && (pan2_2 == LOW)) { ///////////////พัดลน l h
  if (com3 == HIGH) {
    if ((LL == 127) && (HH == 267)) {
      if (CUM < 900) {
        CUM ++ ;
        l_ledr = 254 - (CUM * 0.0156) ;
        l_ledg = 129 + (CUM * 0.1234);
        l_ledb = 41 - (CUM * 0.045);
        t_ledr = 176 + (CUM * 0.072);;
        t_ledg = 121 + (CUM * 0.132);
        t_ledb = 41 - (CUM * 0.045);
        h_ledgb = 28 - (CUM * 0.032);
```

```
      }
    }
  }
}
if (digitalRead(sw_a1) == HIGH ) { //a1 ลง
  gggg_A11 =  LOW;
  if ((LL == 127) && (HH == 267)) {
    gggg_A1 = LOW;
  }
}
if (digitalRead(sw_a1) == LOW ) {
  if ((LL == 127) && (HH == 267)) {
    gggg_A1 = HIGH;
  }
  if ((LL == 21) && (HH == 0)) {
    gggg_A1 = HIGH;
  }
  if ((LL == 0) && (HH == 19)) {
    gggg_A11 = HIGH;
  }
  if ((LL == 21) && (HH == 0)) {
    gggg_A11 = HIGH;
  }
  if (com3 == LOW) {
    LPK = 21;
    HPK = 0;
    if ((LL == 285) && (HH == 179)) {
      gggg_A1 = HIGH;
      gggg_A11 = HIGH;
    }
  }
  if (gggg_A1 == HIGH) {
    if (com3 == HIGH) {
```

```
      LPK = 0;
      HPK = 19;
    }
  }
}
if (gggg_A1 == HIGH) {
  if (com3 == HIGH) {
    if (HH < 30) {
      HFF = 58 ;
    }
    if (HH < 40) {
      HFF = 58 ;
    }
    if (HH > 162) {
      HFF = 66 - ((267 - HH) * 0.057);
    }
    if ((HH < 162 ) && (HH > 40)) {
      HFF = 60 - ((162 - HH) * 0.0164);
    }
  }
  if (gggg_A11 == LOW) {
    LKU = 127 - LL ;
    HKU = 267 - HH ;
    if (LKU == 0) {
      GKU = 0 ;
    }
    if (LKU > 0) {
      GKU = (HKU * 10) / LKU ;
    }
    if (HH > 162) {
      l_ledr = 254 - (( 267 - HH ) * 2.322) ;
      l_ledg = 129 - (( 267 - HH ) * 0.466) ;
      l_ledb = 41 - (( 267 - HH ) * 0.371) ;
```

```
    t_ledr = 176 + (( 267 - HH ) * 0.753) ;
    t_ledg = 121 + (( 267 - HH ) * 1.277) ;
    t_ledb = 41 - (( 267 - HH ) * 0.391) ;
   h_ledgb = 28 + (( 267 - HH ) * 0.305) ;
  }
  if (HH < 162) {
    l_ledr = 10 - (( 162 - HH ) * 0.07) ;
    l_ledg = 80 + (( 162 - HH ) * 0.6) ;
    l_ledb = 2 + (( 162 - HH ) * 1.14) ;
    h_ledgb = 60 + (( 162 - HH ) * 0.21) ;
    if (HH > 91) {
      t_ledr = 255 - ((162 - HH) * 1.803) ;
      t_ledg = 255 - ((162 - HH) * 1.803) ;
      t_ledb = ((162 - HH) * 1.789) ;
    }
  }
  if (HH < 91) {
    t_ledr = 127 - ((91 - HH) * 1.764) ;
    t_ledg = 127 + ((91 - HH) * 0.53) ;
    t_ledb = 127 + ((91 - HH) * 0.53) ;
  }
}
if (gggg_A11 == HIGH) {
  LQA = 21 - LL ;
  HQA = HH ;
  if (HQA == 0 ) {
    GQA = 0;
  }
  if (HQA > 0 ) {
    GQA = (LQA * 10) / HQA ;
  }
  l_ledr = 0 ;
  l_ledg = 165 ;
```

```
    l_ledb = 165 ;
    t_ledr = 0 ;
    t_ledg = 165 ;
    t_ledb = 165 ;

    h_ledgb = 90 ;
  }
} ////////////////////////////////////a1 บน
if (digitalRead(sw_a2) == HIGH ) { ///a2 ลง
TTTT_A21 =  LOW;
  if ((LL == 127) && (HH == 267)) {
    TTTT_A2 = LOW;
  }
}
if (digitalRead(sw_a2) == LOW ) {
  if ((LL == 173) && (HH == 100)) {
    TTTT_A2 = HIGH;
    TTTT_A21 = HIGH;
  }
  if ((LL == 127) && (HH == 267)) {
    TTTT_A2 = HIGH;
  }
  if ((LL == 80) && (HH == 162)) {
    TTTT_A21 = HIGH;
  }
  if (com3 == LOW) {
    LPK = 173;
    HPK = 100;
    if ((LL == 285) && (HH == 179)) {
      TTTT_A2 = HIGH ;
      TTTT_A21 = HIGH ;
      TTTT_A22 = HIGH ;
    }
```

```
  }
  if (TTTT_A2 == HIGH) {
    if (TTTT_A22 == LOW) {
      if (com3 == HIGH) {
      LPK = 80;
        HPK = 162;
      }
    }
  }
}
if (TTTT_A2 == HIGH) {
  if (TTTT_A22 == LOW) {
    if (com3 == HIGH) {
      HFF = 66 + ((HH - 267) * 0.062) ;
    }
    if (TTTT_A21 == LOW) {
      LYYT = (127 - LL );
      HYYT = (267 - HH );
      if (LYYT == 0) {
        GYYT = 0;
      }
      if (LYYT > 0) {
        GYYT = ((HYYT * 10) / LYYT) ;
      }
      l_ledr = 254 - (( 267 - HH ) * 2.322) ;
      l_ledg = 129 - (( 267 - HH ) * 0.466) ;
      l_ledb = 41 - (( 267 - HH ) * 0.371) ;
      t_ledr = 176 + (( 267 - HH ) * 0.753) ;
      t_ledg = 121 + (( 267 - HH ) * 1.277) ;
      t_ledb = 41 - (( 267 - HH ) * 0.391) ;
      h_ledgb = 28 + (( 267 - HH ) * 0.305) ;
    }
    if (TTTT_A21 == HIGH) {
```

```
    LPI = 173 - LL;
    HPI = HH -  100;
    if (HPI == 0) {
      GPI = 0;
    }
    if (HPI > 0) {
      GPI = (LPI * 10) / HPI;
    }
    l_ledr = ((HH - 100 ) * 0.163) ;
    l_ledg = 165 - ((HH - 100 ) * 1.38) ;
    l_ledb = 165 - ((HH - 100 ) * 2.65) ;
    if (HH < 131) {
      t_ledr = ((HH - 100 ) * 4.096) ;
      t_ledg = 165 - ((HH - 100 ) * 1.22) ;
      t_ledb = 165 - ((HH - 100 ) * 1.22) ;
    }
    if (HH > 131) {
      t_ledr = 127 + ((HH - 131 ) * 4.13) ;
      t_ledg = 127 + ((HH - 131 ) * 4.15) ;
      t_ledb = 127 - ((HH - 131 ) * 4.1) ;
    }
    h_ledgb = 90 - ((HH - 100 ) * 0.483) ;
  }
}
if (TTTT_A22 == HIGH) {
  l_ledr = 0 ;
  l_ledg = 165 ;
  l_ledb = 165 ;
  t_ledr = 0 ;
  t_ledg = 165 ;
  t_ledb = 165 ;

  h_ledgb = 90 ;
```

```
    if ((LL == 173) && (HH == 100)) {
      TTTT_A22 = LOW ;
    }
  }
}//////////////////////a2 บน

if (digitalRead(sw_a3) ==  HIGH  ) {///a3 ลง
  YYYY_A31 = LOW ;
  if ((LL == 127) && (HH == 267)) {
    YYYY_A3 = LOW ;
  }
}
if (digitalRead(sw_a3) == LOW ) {
  if ((LL == 371) && (HH == 226)) {
    YYYY_A3 = HIGH ;
  }
  if ((LL == 127) && (HH == 267)) {
    YYYY_A3 = HIGH ;
  }
  if ((LL == 190) && (HH == 348)) {
    YYYY_A31 = HIGH ;
  }
  if ((LL == 371) && (HH == 226)) {
    YYYY_A31 = HIGH ;
  }
  if (com3 == LOW) {
    LPK = 371;
    HPK = 226;
    if ((LL == 285) && (HH == 179)) {
      YYYY_A3 = HIGH ;
      YYYY_A31 = HIGH ;
      YYYY_A32 = HIGH ;
    }
```

```
  }
  if (YYYY_A3 == HIGH) {
    if (YYYY_A32 == LOW) {
      if (com3 == HIGH) {
      LPK = 190;
        HPK = 348;
      }
    }
  }
}
if (YYYY_A3 == HIGH) {
  if (com3 == HIGH) {
    HFF = 66 + ((HH - 267) * 0.062) ;
  }
  if (YYYY_A32 == LOW) {
    if (YYYY_A31 == LOW) {
      HEER = HH - 267;
      LEER = LL - 127 ;
      if (LEER == 0) {
        GEER = 0 ;
      }
      if (LEER > 0) {
        GEER = (HEER * 10) / LEER ;
      }
      l_ledr = 254 - ((HH - 267) * 2.42);
      l_ledg = 129 - ((HH - 267) * 0.83);
      l_ledb = 41 - ((HH - 267) * 0.45);
      t_ledr = 176 - ((HH - 267) * 2.18);
      t_ledg = 121 + ((HH - 267) * 0.55);
      t_ledb = 41 + ((HH - 267) * 1.54);

      h_ledgb = 28 + ((HH - 267) * 0.4);
    }
```

```
    if (YYYY_A31 == HIGH) {
      if (HH > 226) {
        l_ledr =  ((HH - 226) * 0.472);
        l_ledg = 165 - ((HH - 226) * 0.859);
        l_ledb = 165 - ((HH - 226) * 1.33);
        t_ledr = 0 ;
        t_ledg = 165;
        t_ledb = 165;
        h_ledgb = 90 - ((HH - 226) * 0.24);
      }
      HRTY = HH - 226;
      LRTY = 371 - LL;
      if (HRTY == 0) {
        GRTY = 0 ;
      }
      if ( HRTY  > 0) {
        GRTY = ((LRTY  * 10) / HRTY);
      }
    }
  }
  if ((LL == 371) && (HH == 226)) {
    YYYY_A32 = LOW ;
  }
} //////////////////////a3 บน
if (digitalRead(sw_a4) == LOW ) {//////////////a4 ลง
  if ((LL == 127) && (HH == 267)) {
    CCCC_A4 = HIGH ;
  }
  if ((LL == 285) && (HH == 179)) {
    CCCC_A4 = HIGH ;
    CCCC_A41 = HIGH ;
  }
  if ((LL == 55) && (HH == 370)) {
```

```
    CCCC_A41 = HIGH ;
  }
  if (CCCC_A4 == HIGH ) {
    if (com3 == HIGH) {
    LPK = 55;
      HPK = 370;
      HFF = 66 + ((HH - 267) * 0.068) ;
    }
  }
  if (com3 == LOW) {
    LPK = 285;
    HPK = 179;
  }
}
if (CCCC_A4 == HIGH ) {
  if (CCCC_A41 == LOW ) {
    LRCC = 285 - LL;
    HRCC = HH - 179;
    if (HRCC == 0) {
      GRCC = 0;
    }
    if (HRCC > 0) {
      GRCC = (LRCC * 10) / HRCC;
    }
    l_ledr = 254 - ((HH - 267) * 1.89);
    l_ledg = 129 - ((HH - 267) * 0.679);
    l_ledb = 41 - ((HH - 267) * 0.4);
    t_ledr = 176 - ((HH - 267) * 1.71);
    t_ledg = 121 + ((HH - 267) * 0.43);
    t_ledb = 41 + ((HH - 267) * 1.21);
    h_ledgb = 28 + ((HH - 267) * 0.3);
  }
  if (CCCC_A41 == HIGH ) {
```

```
LCCR = LL - 55;
HCCR = 370 - HH;
if (HCCR == 0) {
  GCCR = 0;
}
if (HCCR > 0) {
  GCCR = (LCCR * 10) / HCCR;
}
if (com3 == LOW) {
  l_ledr = ((HH - 179) * 0.313);
  l_ledg = 165 - ((HH - 179) * 0.553);
  l_ledb = 165 - ((HH - 179) * 0.859);
  t_ledr = 0;
  t_ledg = 165 ;
  t_ledb = 165 ;
  h_ledgb = 90 - ((HH - 179) * 0.162);
}
if (com3 == HIGH) {
  if (HH > 267) {
    l_ledr = 254 - ((HH - 267) * 1.89);
    l_ledg = 129 - ((HH - 267) * 0.679);
    l_ledb = 41 - ((HH - 267) * 0.4);

    t_ledr = 176 - ((HH - 267) * 1.71);
    t_ledg = 121 + ((HH - 267) * 0.43);
    t_ledb = 41 + ((HH - 267) * 1.21);
    h_ledgb = 28 + ((HH - 267) * 0.3);
  }
  if (HH < 267) {
    l_ledr = ((285 - LL) * 1.61)  ;
    l_ledg = 165 - ((285 - LL) * 0.227);
    l_ledb = 165 - ((285 - LL) * 0.784) ;
```

```
            t_ledr = ((285 - LL) * 1.114) ;
            t_ledg = 165 - ((285 - LL) * 0.278);
            t_ledb = 165 - ((285 - LL) * 0.784) ;

            h_ledgb = 90 - ((285 - LL)  * 0.392);
          }
        }
      }
    }  //////////////////a4 บน
  }
  if (HH == 370) {
    digitalWrite(LONHH, HIGH);
  }
  if (HH < 370) {
    digitalWrite(LONHH, LOW);
  }
}
if (digitalRead(sw_bb6) == HIGH ) {
  jj = HIGH;
  HFF = 0 ;
  LPK = 285;
  HPK = 179;
  gggg_A1 = LOW;
  gggg_A11 = LOW;
  TTTT_A2 = LOW;
  TTTT_A21 = LOW;
  TTTT_A22 = LOW;
  YYYY_A3 = LOW;
  YYYY_A31 = LOW;
  YYYY_A32 = LOW;
  CCCC_A4 = LOW;
  CCCC_A41 = LOW;
  l_ledr = 0 ;
```

```
    l_ledg = 165 ;
    l_ledb = 165 ;
    t_ledr = 0 ;
    t_ledg = 165 ;
    t_ledb = 165 ;
    h_ledgb = 90 ;
  }
  if ((LL == 285) & (HH == 179)) {
    jj = LOW;
  }
  analogWrite(L_LED_R, l_ledr);
  analogWrite(L_LED_G, l_ledg);
  analogWrite(L_LED_B, l_ledb);
  analogWrite(T_LED_R, t_ledr);
  analogWrite(T_LED_G, t_ledg);
  analogWrite(T_LED_B, t_ledb);
  analogWrite(H_LED_GB, h_ledgb);
  analogWrite(FF3, HFF);
```

Arduino บอร์ดที่ 6

```
int start1 = 53;
int start2 = 49;
int stop1 = 52;
int stop2 = 48;
int ledr1 = 51;
int ledg1 = 50;
int ledr2 = 47;
int ledg2 = 46;
int swfff = 45;
int sqeee = 44;
int hh11 = A0;
int hh12 = A1;
int hh13 = A2;
```

```
int hh14 = A3;
int hh21 = A4;
int hh22 = A5;
int hh23 = A6;
int hh24 = A7;
int hh31 = A8;
int hh32 = A9;
int hh33 = A10;
int hh34 = A11;
int hh35 = A12;
int ppo = A14;
int uiu = A15;
int aoo ;
int ggk ;
int df1 ;
int ki;
int dfd;
int tgt;
int sw_yuy = 19;
int sw_tttt = 20;
int syy = 21;
int COM3 ;
int sw_1 = 43 ;
int se_1 = 42 ;
int eee2 ;
int yyy2 ;
int state2 ;
int sw_2 = 41 ;
int LEDR2 = 40 ;
int sw_3 = 39 ;
int LEDR3 = 38 ;
int sw_4 = 37 ;
int LEDR4 = 36 ;
```

```
int sw_5 = 35 ;
int LEDR5 = 34 ;
int sw_6 = 33 ;
int LEDR6 = 32 ;
int sw_7 = 31 ;
int LEDR7 = 30 ;
int sw_8 = 29 ;
int LEDR8 = 28 ;
int sw_9 = 27 ;
int LEDR9 = 26 ;
int sw_10 = 25 ;
int LEDR10 = 24 ;
int sw_11 = 23 ;
int LEDR11 = 22 ;
int sw_12 = 18 ;
int LEDR12 = 17 ;
int sw_13 = 16 ;
int LEDR13 = 15 ;
```

```
void setup() {
  pinMode(start1, INPUT);
  pinMode(start2, INPUT);
  pinMode(stop1, INPUT);
  pinMode(stop2, INPUT);
  pinMode(ledr1, OUTPUT);
  pinMode(ledg1, OUTPUT);
  pinMode(ledr2, OUTPUT);
  pinMode(ledg2, OUTPUT);
```

```
pinMode(hh11, OUTPUT);
pinMode(hh12, OUTPUT);
pinMode(hh13, OUTPUT);
pinMode(hh14, OUTPUT);
pinMode(hh21, OUTPUT);
pinMode(hh22, OUTPUT);
pinMode(hh23, OUTPUT);
pinMode(hh24, OUTPUT);
pinMode(hh31, OUTPUT);
pinMode(hh32, OUTPUT);
pinMode(hh33, OUTPUT);
pinMode(hh34, OUTPUT);
pinMode(hh35, OUTPUT);
pinMode(ppo, OUTPUT);
pinMode(uiu, OUTPUT);
pinMode(sw_yuy, INPUT);
pinMode(swfff, INPUT);
pinMode(sqeee, OUTPUT);
pinMode(sw_tttt, INPUT);
pinMode(syy, OUTPUT);
pinMode(sw_1, INPUT);
pinMode(se_1, OUTPUT);
pinMode(sw_2, INPUT);
pinMode(LEDR2, OUTPUT);
pinMode(sw_3, INPUT);
pinMode(LEDR3, OUTPUT);
pinMode(sw_4, INPUT);
pinMode(LEDR4, OUTPUT);
pinMode(sw_5, INPUT);
pinMode(LEDR5, OUTPUT);
pinMode(sw_6, INPUT);
pinMode(LEDR6, OUTPUT);
pinMode(sw_7, INPUT);
```

```
  pinMode(LEDR7, OUTPUT);
  pinMode(sw_8, INPUT);
  pinMode(LEDR8, OUTPUT);
  pinMode(sw_9, INPUT);
  pinMode(LEDR9, OUTPUT);
  pinMode(sw_10, INPUT);
  pinMode(LEDR10, OUTPUT);
  pinMode(sw_11, INPUT);
  pinMode(LEDR11, OUTPUT);
  pinMode(sw_12, INPUT);
  pinMode(LEDR12, OUTPUT);
  pinMode(sw_13, INPUT);
  pinMode(LEDR13, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  if (ki < 100) {
    ki++ ;
    if (ki == 3) {
      erere();
    }
    if (ki > 95) {
      erere();
    }
  }
  if (digitalRead(start1) == LOW) {
    tgt = HIGH;
  }
  if (digitalRead(start1) == HIGH) {
    digitalWrite(ledr1, HIGH);
    digitalWrite(ledg1, LOW);
    digitalWrite(hh11, HIGH);
```

```
  digitalWrite(hh12,  HIGH);
  digitalWrite(hh13,  HIGH);
  digitalWrite(hh14, HIGH);
  if ((tgt == HIGH) && (digitalRead(uiu) == HIGH)) {
    tgt = LOW ;
    digitalWrite(uiu, LOW);
  }
  if ((tgt == HIGH) && (digitalRead(uiu) == LOW)) {
    tgt = LOW ;
    digitalWrite(uiu, HIGH);
  }
}
if (digitalRead(stop1) == LOW) {
  df1 = HIGH;
}
if (digitalRead(stop1) == HIGH) {
  if (df1 == HIGH) {
    df1  =  LOW;
    if (ggk > 0) {
    ggk--;
    }
  }
  if (ggk < 1) {
    if (digitalRead(swfff) == HIGH) {
      digitalWrite(sqeee, LOW);
      delay(200);
      digitalWrite(sqeee, HIGH);
    }
  }
  if (digitalRead(swfff) == LOW) {
    erere();
  }
  if (ggk > 0) {
```

```
    erere();
  }
}
if (digitalRead(start2) == LOW) {
  digitalWrite(ledr2, HIGH);
  digitalWrite(ledg2, LOW);
  digitalWrite(hh21, HIGH);
  digitalWrite(hh22, HIGH);
  digitalWrite(hh23, HIGH);
  digitalWrite(hh24, HIGH);
  digitalWrite(ppo, LOW);
  digitalWrite(uiu, HIGH);
}
if (digitalRead(stop2) == LOW) {
  aoo = HIGH ;
}
if (digitalRead(stop2) == HIGH) {
  if (aoo == HIGH) {
    aoo = LOW ;
    if (ggk < 5) {
    ggk++;
    }
  }
  digitalWrite(ppo, HIGH);
  digitalWrite(ledr2, LOW);
  digitalWrite(ledg2, HIGH);
  digitalWrite(hh21, LOW);
  digitalWrite(hh22, LOW);
  digitalWrite(hh23, LOW);
  digitalWrite(hh24, LOW);
}
if (digitalRead(sw_yuy) == HIGH) {
  if ( COM3 < 5000) {
```

```
    COM3++;
  }
  if (COM3 > 4990) {
    digitalWrite(syy, LOW);
  }
}
if (digitalRead(sw_tttt) == HIGH) {
  if ( COM3 < 5000) {
    COM3 = COM3 + 2;
  }
  if (COM3 > 4990) {
    digitalWrite(syy, LOW);
  }
}
if (digitalRead(sw_yuy) == LOW) {
  if (digitalRead(sw_tttt) == LOW) {
    if ( COM3 > 0) {
      COM3 = COM3 - 2;
    }
    if (COM3 < 5) {
      digitalWrite(syy, HIGH);
    }
  }
}
if (digitalRead(hh11) == LOW) {
  eee2 = digitalRead(sw_1);
  if ((eee2 == HIGH) && (yyy2 == LOW) ) state2 = !state2;
  digitalWrite(se_1, state2);
  yyy2 = eee2;
}
if (digitalRead(hh12) == HIGH) {
  if (digitalRead(sw_2) == HIGH) {
    digitalWrite(LEDR2, LOW);
```

```
}
if (digitalRead(sw_3) == HIGH) {
  digitalWrite(LEDR3, LOW);
}
if (digitalRead(sw_4) == HIGH) {
  digitalWrite(LEDR4, LOW);
}
if (digitalRead(sw_5) == HIGH) {
  digitalWrite(LEDR5, LOW);
}
if (digitalRead(sw_6) == HIGH) {
  digitalWrite(LEDR6, LOW);
}
if (digitalRead(sw_7) == HIGH) {
  digitalWrite(LEDR7, LOW);
}
if (digitalRead(sw_8) == HIGH) {
  digitalWrite(LEDR8, LOW);
}
if (digitalRead(sw_9) == HIGH) {
  digitalWrite(LEDR9, LOW);
}
if (digitalRead(sw_10) == HIGH) {
  digitalWrite(LEDR10, LOW);
}
if (digitalRead(sw_11) == HIGH) {
  digitalWrite(LEDR11, LOW);
}
if (digitalRead(sw_12) == HIGH) {
  digitalWrite(LEDR12, LOW);
}
if (digitalRead(sw_13) == HIGH) {
  digitalWrite(LEDR13, LOW);
```

```
    }
  }
  Serial.print( eee2);
  Serial.print("_eee2 ");
  Serial.print( yyy2);
  Serial.print("_yyy2 ");
  Serial.print( state2);
  Serial.print("_state2 ");
  Serial.print( COM3);
  Serial.print("_COM3 ");
  Serial.print( ggk);
  Serial.println("_ggk ");
}
void erere() {
  digitalWrite(LEDR2, HIGH);
  digitalWrite(LEDR3, HIGH);
  digitalWrite(LEDR4, HIGH);
  digitalWrite(LEDR5, HIGH);
  digitalWrite(LEDR6, HIGH);
  digitalWrite(LEDR7, HIGH);
  digitalWrite(LEDR8, HIGH);
  digitalWrite(LEDR9, HIGH);
  digitalWrite(LEDR10, HIGH);
  digitalWrite(LEDR11, HIGH);
  digitalWrite(LEDR12, HIGH);
  digitalWrite(LEDR13, HIGH);
  digitalWrite(syy, HIGH);
  digitalWrite(sqeee, HIGH);
  digitalWrite(ppo, HIGH);
  digitalWrite(uiu, HIGH);
  digitalWrite(ledr1, LOW);
  digitalWrite(ledg1, HIGH);
  digitalWrite(hh11, LOW);
```

```
  digitalWrite(hh12, LOW);
  digitalWrite(hh13, LOW);
  digitalWrite(hh14, LOW);
  digitalWrite(ledr2, LOW);
  digitalWrite(ledg2, HIGH);
  digitalWrite(hh21, LOW);
  digitalWrite(hh22, LOW);
  digitalWrite(hh23, LOW);
  digitalWrite(hh24, LOW);
  digitalWrite(hh31, HIGH);
  digitalWrite(hh32, HIGH);
  digitalWrite(hh33, HIGH);
  digitalWrite(hh34, HIGH);
  digitalWrite(hh35, HIGH);
  delay(40);
  digitalWrite(hh31, LOW);
  digitalWrite(hh32, LOW);
  digitalWrite(hh33, LOW);
  digitalWrite(hh34, LOW);
  digitalWrite(hh35, LOW);
}
```

ประวัติคณะผู้วิจัย

ผู้วิจัยคนที่ 1

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) **ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ พันธุนะ**
   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) **Assit.Prof.Dr.Nattapong Phanthuna**
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน **3100600520815**
3. ตำแหน่งปัจจุบัน **หัวหน้าสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์**
   อาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
   หัวหน้าศูนย์การจัดการความรู้คณะวิศวกรรมศาสตร์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
   คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
   1381 ถนนประชาราษฎร์ สาย 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
   E-mail: nattapong.p@rmutp.ac.th, nattapong100@gmail.com
5. ประวัติการศึกษา
   หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
   วศ.ด. วิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
   หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
   วศ.ม. การวัดและควบคุม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
   หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
   วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
   หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม
   บธ.ม. บริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   - **การประมวลผลสัญญาณดิจิตอล (Digital Signal Processing: DSP)**
   - **การประมวลภาพดิจิตอล (Digital Image Processing)**
   - **ระบบควบคุมอัตโนมัติ (Automatic Control System)**
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย
   7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย
   7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย
   7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

ผลงานวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	แหล่งทุน	ตำแหน่ง
1. Improvement of Histogram Equalization for Minimum Mean Brightness Error	2550	CIRCUITS, SYSTEMS, SIGNAL and TELECOMMUNICATIONS (CISST'07) จัดขึ้น ณ Gold Coast, Queensland ประเทศ Australia	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้วิจัย
2. Image Enhancement with Minimum Mean Brightness Error Via Automatic Histogram Dividing	2550	The journals Publication of WSEAS TRANSACTIONS ON SIGNAL PROCESSING Issue 2, Volume 3, February 2007	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้วิจัย
3. Analysis and control of Shunt-Compensator for mitigating Unbalanced Voltages	2550	The journals publication of AUPEC'07 Australasian Universities Power Engineering Conference , เมือง PERTH ประเทศ Australia	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย
4.Development Program for Heat Balance Analysis Fuel to Steam Efficiency Boiler And Data Wireless Transfer	2008	The Proceedings of the 8th WESAS International Conference on ELECTRONICS,HARDWARE,WIRELESS and OPTICAL COMMUNICATIONS (EHAC'09), Cambridge, United Kingdom	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้วิจัย
5. Flood Disaster Warning System	2009	The Proceeding of 1st Conference on Application Research and Development Bangkok, Thailand	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้วิจัย
6. A Sudden Flood Alert System Based on a Mesh Network	2010	CIRCUIT, SYSTEM, SIGNAL and TELECOMMUNICATIONS (CISST'10), Harvard University, Cambridge, USA	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้วิจัย
7. A Solid-State Device for Fault Protection in Low Voltage Wind Turbine System	2010	The 2nd RMUTP International Conference: Green Technology and Productivity	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้วิจัย
8. Model and Experiment for Study and analysis of Photovoltaic Lightning Effects	2010	The 2010 International Conference on Power System Technology (POWERCON2010) and IEEE/PES (Power & Energy Society). ณ **Hangzhou** China วันที่ 24– 28 ตุลาคม 2553	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้วิจัย
9. การวิเคราะห์และออกแบบชุดชดเชยแรงดัน ปรับปรุงการเกิดการเปลี่ยนแปลงแรงดันจากการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยกังหันลม	2010	สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ	สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ	ผู้ร่วมวิจัย

ผู้วิจัยคนที่ 2

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) **ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมเกียรติ ทองแก้ว**

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) **Assit.Prof.Somkieat Thongkeaw**

เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน **3100600520815**

ตำแหน่งปัจจุบัน **อาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์**

หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชาราษฎร์ สาย 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

E-mail: nattapong.p@rmutp.ac.th, nattapong100@gmail.com

ประวัติการศึกษา

หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คอ.ม. ปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คอ.บ. ปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

8. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   - **เครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ**
   - **ระบบป้องกันฟ้าผ่า**
9. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

   7.4 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

   7.5 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

   7.6 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :