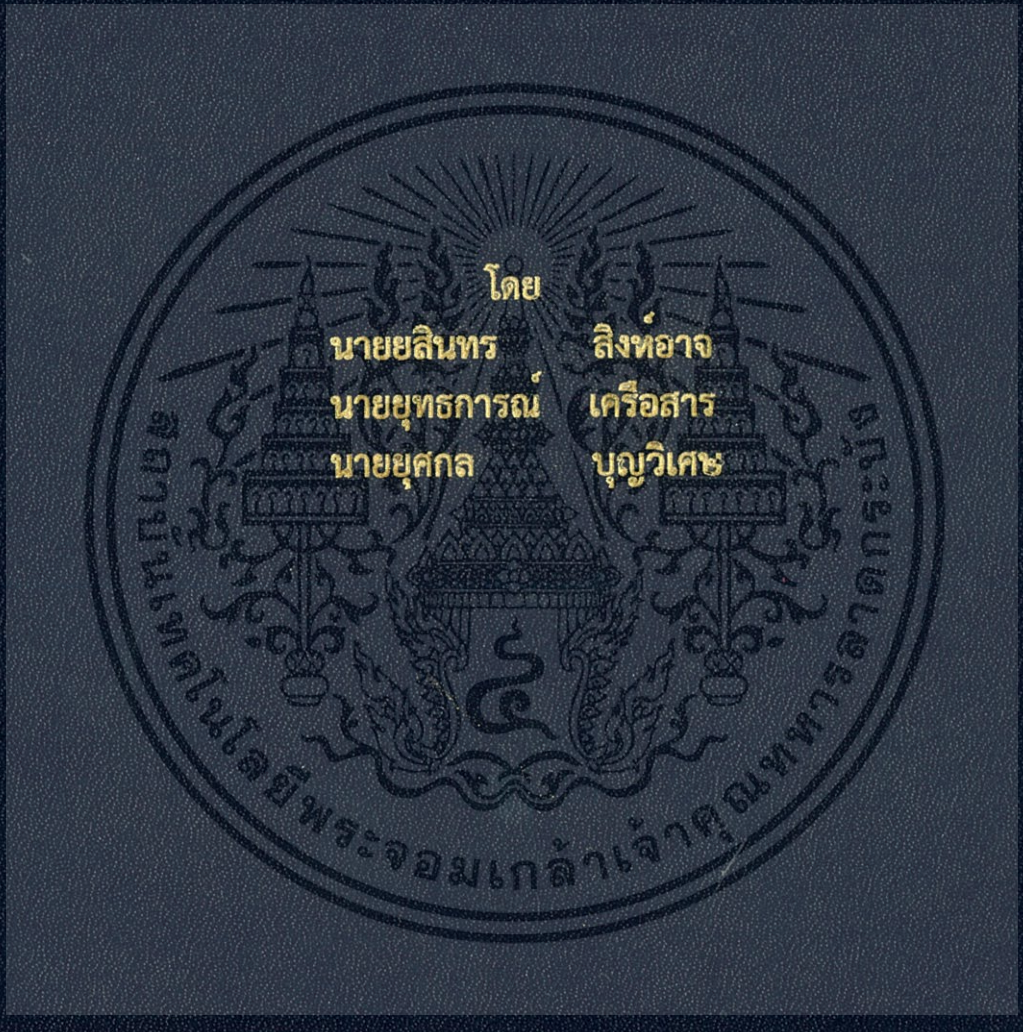
# ระบบควบคุมและตรวจสอบในอาคารสำนักงานที่ติดตั้งและถอดถอนได้
# SCALABLE BUILDING CONTROL AND MONITORING SYSTEM




โดย

นายยสินทร สิงห์อาจ

นายยุทธการณ์ เครือสาร

นายยุศกล บุญวิเศษ


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

# ระบบควบคุมและตรวจสอบในอาคารสำนักงานที่ติดตั้งและถอดถอนได้
# SCALABLE BUILDING CONTROL AND MONITORING SYSTEM


โดย

| | | |
|---|---|---|
| นายยสินทร | สิงห์อาจ | 56010988 |
| นายยุทธการณ์ | เครือสาร | 56010989 |
| นายยุศกล | บุญวิเศษ | 56010993 |

อาจารย์ที่ปรึกษา
รศ.ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ผศ.ดร.สิรภพ ตู้ประกาย


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว
(.....)
อาจารย์ที่ปรึกษา
...../...../.....
วิศวกรรมโทรคมนาคม
Telecommunications Engineering

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว
(.....)
กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน
...../...../.....
วิศวกรรมโทรคมนาคม
Telecommunications Engineering


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2559

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบควบคุมและตรวจสอบในอาคารสำนักงานที่ติดตั้งและถอดถอนได้
Scalable Building Control and Monitoring System


ผู้จัดทำ

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | นายยสินทร | สิงห์อาจ | 56010988 |
| 2. | นายยุทธการณ์ | เครือสาร | 56010989 |
| 3. | นายยุศกล | บุญวิเศษ | 56010993 |

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผศ.ดร.สิรภพ ตู้ประกาย)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินโครงงาน “ระบบควบคุมและตรวจสอบในอาคารสำนักงานที่ติดตั้งและถอดถอนได้” จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีได้เลย หากขาดการสนับสนุน และกำลังใจจากหลายๆ ฝ่าย เช่น

รศ.ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ผศ.ดร.สิรภพ ตู้ประกาย อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รวมทั้งสนับสนุนสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในระหว่างการจัดทำโครงงาน

คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวที่คอยห่วงใย และมอบกำลังใจให้ในยามที่เกิดปัญหา รวมทั้งคอยสนับสนุนการทำงานจนเสร็จสมบูรณ์

พี่ๆ และ เพื่อนๆ ทุกคนในห้อง ECC-510 ที่ได้คอยให้คำแนะนำ คำปรึกษาและให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดทำโครงงาน

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณทุกๆ ท่านเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้ ที่ได้ช่วยให้การจัดทำโครงงานในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นาย ยสินทร สิงห์อาจ
นาย ยุทธการณ์ เครือสาร
นาย ยุศกล บุญวิเศษ
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ระบบควบคุมและตรวจสอบในอาคารสำนักงานที่ติดตั้งและถอดถอนได้
# SCALABLE BUILDING CONTROL AND MONITORING SYSTEM

โดย นายยสินทร สิงห์อาจ 56010988
นายยุทธการณ์ เครือสาร 56010989
นายยุศกล บุญวิเศษ 56010993

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.ดร.สิรภพ ตู้ประกาย

**บทคัดย่อ**

โครงงานนี้เสนอระบบที่ประกอบด้วยการตรวจสอบและควบคุมภายในตึก ประกอบด้วยส่วนแรกคือส่วนของระบบในห้องสำนักงานซึ่งมี ระบบตรวจสอบสถานะหลอดไฟภายในห้อง และตรวจสอบบุคคลเข้าออก ในส่วนของระบบเซิร์ฟเวอร์และฐานข้อมูลทำหน้าที่เก็บประวัติการแท็กส์การ์ดเข้าออกห้อง ประวัติการเปิดปิดหลอดไฟ และข้อมูลการอนุญาตเข้าห้อง รวมไปถึงส่วนของเว็บเพจ

ABSTRACT

The objective of this project presents the system that consists of monitor and access into office. In the first part is checking status of the lamps inside the rooms and restricting who can access into the rooms. Second part is part of server and database that record tag cards of the rooms, the history of turning on/off the lights, and history of accessing to the rooms including web page the first part. Last part is part of server and database that record tag cards of the rooms, the history of turning on/off the lights, and history of accessing to the rooms including web page.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| กิตติกรรมประกาศ | I |
| บทคัดย่อ | II |
| สารบัญ | III |
| สารบัญรูป | V |
| สารบัญตาราง | VIII |
| **บทที่ 1 บทนำ** | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 1 |
| 1.3 ขอบเขตของโครงงาน | 1 |
| **บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง** | **2** |
| 2.1 Internet of Things (IoT) | 2 |
| 2.2 phpMyAdmin | 3 |
| 2.3 Dreamweaver | 4 |
| 2.4 พีเอชพี (PHP) | 5 |
| 2.5 UDP (User Datagram Protocol) | 6 |
| 2.6 Arduino | 10 |
| 2.7 Arduino IDE | 13 |
| 2.8 ARDUINO ETHERNET SHIELD | 14 |
| 2.9 RFID (Radio Frequency Identification) | 15 |
| 2.10 SPI (Serial Peripheral Interface) | 18 |
| 2.11 รีเลย์ (Relay) | 19 |
| 2.12 IC ขยายขา 16 ขา I/O สำหรับ Arduino เบอร์ MCP23017 | 21 |
| 2.13 กลอนไฟฟ้า โซลินอยด์ (Solenoid) | 23 |
| 2.14 อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง (Optocouplers) | 24 |
| **บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์** | **25** |
| 3.1 การออกแบบ | 25 |
| 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง | 33 |
| 3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง | 36 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| **บทที่ 4 ผลการทดลอง** | **37** |
| 4.1 การทดสอบการแสดงผลประวัติการเปิดปิดหลอดไฟบนหน้าเว็บเพจ | 37 |
| 4.2 การทดสอบการเปิดปิดประตูด้วยระบบ RFID | 42 |
| **บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ** | **50** |
| 5.1 สรุปผล เลขหน้า | 50 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ | 50 |
| **บรรณานุกรม** | **51** |
| **ภาคผนวก ก** | **53** |
| **ภาคผนวก ข** | **64** |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

2.1 การจัดเก็บข้อมูลใน UDP แสดงให้เห็น IP header และ Network Interface Layer header และ 10 trailer 6
2.2 โครงสร้างของ UDP header 6
2.3 หมายเลขพอร์ต UDP 8
2.4 การดีมัลติเพล็กซ์ของข้อมูล UDP ไปยัง Application Layer protocol ที่จัดสรรไว้โดยใช้ฟิลด์ของ IP Protocol และฟิลด์ของพอร์ต UDP ปลายทาง 9
2.5 แสดงโครงสร้างของ header เสมือนของ UDP 9
2.6 ผลลัพธ์ของปริมาณใช้สำหรับการคำนวณ UDP checksum 10
2.7 การต่อวงจรอิเล็กทรอนิคส์จากภายนอกกับ Arduino 11
2.8 Arduino UNO R3 12
2.9 ส่วนประกอบและ Port ต่างๆ บน Arduino UNO R3 12
2.10 รูปหน้าต่าง Arduino IDE 14
2.11 ชุดอุปกรณ์ RFID 16
2.12 RFID Card Reader 16
2.13 รูปวงจรการต่อมาสเตอร์ 1 ตัวกับ สลาฟ 3 18
2.14 รูปร่างและสัญลักษณ์ Relay 20
2.15 ขาของไอซี MCP23017 ตัวถัง PDIP-28 22
2.16 การเชื่อมต่อไอซี MCP 23017 กับ Arduino 23
2.17 กลอนไฟฟ้า โซลินอยด์ 23
2.18 ขนาดกลอนไฟฟ้า 23
2.19 ตัวอย่างไอซีที่ใช้หลักการ Opto-Coupler 24
3.1 แผนผังระบบการเชื่อมต่อโดยรวม 25
3.2 โค้ดของโปรแกรม Arduino IDE ในการกำหนดไอพีและหมายเลขพอร์ทของอาดูโน่สเลย์ฟ 26
3.3 โค้ดของโปรแกรม Arduino IDE ในการกำหนดไอพีและหมายเลขพอร์ทของอาดูโน่มาสเตอร์ 27
3.4 แผนผังลำดับการทำงานส่วนรับส่งข้อมูลบนอาดูโน่มาสเตอร์ 27
3.5 Schematic ของวงจรตรวจจับกระแส 29
3.6 แผนผังลำดับการทำงานของระบบตรวจสอบสถานะเปิด/ปิดหลอดไฟ 29
3.7 แผนผังลำดับการทำงานของระบบสั่งเปิด-ปิดหลอดไฟ 30
3.8 แผนผังลำดับการทำงานของระบบเปิด/ปิดประตูด้วย RFID 31
3.9 Schematic ของระบบของห้อง 1 ห้อง 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่

3.10 อุปกรณ์ Arduino UNO R3 33
3.11 อุปกรณ์ Ethernet shield Arduino 33
3.12 อุปกรณ์ RFID RC-522 Reader 34
3.13 อุปกรณ์ 2-Ways 220v Switch button 34
3.14 อุปกรณ์ 4 Relay module 35
3.15 อุปกรณ์ ไอซีขยายพอร์ทดิจิทัล MCP 23017 35
3.16 ไอซี Opto-Coupler เบอร์ 4n25 35
4.1 การต่อวงจรตรวจจับกระแสไฟฟ้าเพื่อตรวจจับกระแสที่ไหลผ่านหลอดไฟ 37
4.2 แรงดันเอาท์พุตที่วัดได้จากวงจรตรวจจับกระแสไฟฟ้า ขณะที่หลอดไฟถูกปิดหรือถอดหลอดไฟ เมื่อใช้หลอดไฟ 7 วัตต์ 38
4.3 แรงดันเอาท์พุตที่วัดได้จากวงจรตรวจจับกระแสไฟฟ้า เมื่อหลอดไฟถูกปิดหรือถอดหลอดไฟออก เมื่อใช้หลอดไฟ 7 วัตต์ 38
4.4 แรงดันเอาท์พุตที่วัดได้จากวงจรตรวจจับกระแสไฟฟ้า เมื่อหลอดไฟถูกปิดหรือถอดหลอดไฟออกเมื่อใช้หลอดไฟ 200 วัตต์ 39
4.5 หน้าเว็บสั่งเปิดปิดหลอดไฟ 39
4.6 สวิตช์ควบคุมการเปิดปิดหลอดไฟ 40
4.7 สถานะของหลอดไฟเมื่อคลิกปุ่ม ON/OFF บนหน้าเว็บที่หลอดไฟ 1 2 และ 3 ของห้อง A101 40
4.8 สถานะของหลอดไฟเมื่อกดสวิตช์หลอดไฟหมายเลข 1 และ 2 ของห้อง A101 41
4.9 สถานะของหลอดไฟเมื่อคลิกปุ่ม ON/OFF บนหน้าเว็บที่หลอดไฟ 1 2 และ 3 ของห้อง A101 อีกครั้ง 41
4.10 ฐานข้อมูลเก็บประวัติการเปิดปิดหลอดไฟ 42
4.11 หน้าเว็บเพจแสดงประวัติการเปิดปิดหลอดไฟ 42
4.12 การเชื่อม RFID reader เพื่อทดสอบความผิดพลาดในการแท็กส์พร้อมกัน 43
4.13 สัญญาณที่วัดได้บนหน้าจอออสซิโลสโคปและค่าบนซีเรียลมอนิเตอร์ 44
4.14 หน้าเว็บการอนุญาตเมื่อกำหนดการ์ดรหัส 94957a25 ให้สามารถแท็กส์เข้าห้อง A101 ได้ 45
4.15 ตารางการอนุญาตในฐานข้อมูลเมื่อกำหนดการ์ดรหัส 94957a25 ให้สามารถแท็กส์เข้าห้อง A101 ได้ 45
4.16 ซีเรียลมอนิเตอร์ของอาดูโน่สเลย์ฟแสดงค่าเมื่อแท็กส์การ์ดรหัส 94957a25 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.17 ซีเรียลมอนิเตอร์ของอาดูโน่มาสเตอร์แสดงค่าเมื่อได้รับข้อความจากอาดูโน่สเลย์ฟ 46
4.18 หน้าเว็บเพจแสดงประวัติการแท็กส์การ์ดเมื่อแท็กส์การ์ดห้อง A101 ผ่าน 47
4.19 ซีเรียลมอนิเตอร์ของอาดูโน่สเลย์ฟแสดงค่าเมื่อแท็กส์การ์ดที่ห้อง A102 47
4.20 ซีเรียลมอนิเตอร์ของอาดูโน่มาสเตอร์แสดงค่าเมื่อได้รับข้อความจากอาดูโน่สเลย์ฟ 48
4.21 หน้าเว็บเพจแสดงประวัติการแท็กส์การ์ดเมื่อแท็กส์การ์ดห้อง A102 ไม่ผ่าน 48
4.22 ตารางการอนุญาตในฐานข้อมูลกำหนดการ์ดรหัส 94957a25 ให้สามารถแท็กส์เข้าห้อง A101 และ A102 ได้ 49
4.23 หน้าเว็บเพจแสดงประวัติการแท็กส์การ์ดเมื่อแท็กส์การ์ดห้อง A102 ผ่าน 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

4.1 ตารางแสดงความผิดพลาดในการแท็กส์การ์ดพร้อมกัน 43



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อาคารสำนักงานที่มีจำนวนหลายชั้นและมีห้องทำงานอยู่หลายห้อง ซึ่งยากต่อการตรวจตรา หากเกิดการลืมปิดหลอดไฟ ก็จะทำให้สิ้นเปลืองค่าไฟมากขึ้น นอกจากนี้ภายในสำนักงานมักจะมีห้องที่จำกัดเฉพาะพนักงานบางตำแหน่งเท่านั้นถึงจะเข้าได้ ซึ่งปกติจะใช้วิธีให้กุญแจกับผู้ที่ได้รับอนุญาตให้เข้าห้องนั้นได้ แต่จะทำให้พนักงานที่รับผิดชอบหลายหน้าที่หรือตำแหน่งสูงซึ่งสามารถเข้าได้หลายห้องนั้นต้องถือกุญแจหลายดอกไปด้วย หรือถ้าใช้ระบบที่เก็บกุญแจไว้ส่วนกลางแล้วให้พนักงานที่ต้องการจะเข้าห้องใดก็ให้มาทำการยืมกุญแจห้องนั้นไป ระบบนี้จะสามารถจำกัดการเข้าใช้ห้องของพนักงานได้เช่นกัน แต่จะทำให้เสียเวลาในการดำเนินการขอยืมกุญแจจากส่วนกลาง นอกจากนั้นการใช้กุญแจไม่สามารถทำให้รู้ได้ว่ามีใครเข้าออกห้องเวลาไหนบ้าง ทำให้เมื่อเกิดปัญหา ตัวอย่างเช่นกุญแจหายแล้วถูกพนักงานคนอื่นแอบนำไปใช้หรือเอกสารในห้องหายไปจะไม่สามารถตรวจสอบได้หรือตรวจสอบได้ยาก เพราะฉะนั้นจะเป็นประโยชน์อย่างมากถ้ามีระบบที่ทำให้สะดวกในการตรวจตราทั้งเรื่องหลอดไฟที่ถูกลืมปิด และสามารถจำกัดการเข้าใช้ห้องของพนักงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบระบบที่สามารถนำไปติดตั้งภายในอาคารสำนักงานได้ ซึ่งสามารถติดตั้งระบบเพิ่มหรือถอดถอนในภายหลังได้
2. สร้างระบบที่อำนวยความสะดวกให้ผู้ดูแลตึก หรือฝ่ายรักษาความปลอดภัยของอาคารสำนักงาน ที่ต้องดูแลรักษาความปลอดภัยของทั้งตึก ซึ่งช่วยในการตรวจสอบหลอดไฟที่ถูกลืมปิด
3. สร้างระบบที่สามารถจำกัดสิทธิ์ในการเข้าห้องของพนักงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งยังสามารถบันทึกประวัติการเข้าออกห้องได้

## 1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ระบบสามารตรวจจับประวัติรายชื่อคนเข้าออกห้องได้ และแสดงสถานะของหลอดไฟในห้องพร้อมทั้งสามารถสั่งเปิด/ปิด ได้ ซึ่งผู้ดูแลความเรียบร้อยภายในตึกสามารถดูการแสดงผลและสั่งการห้องทุกห้องในตึกทุกตึกที่มีการวางระบบนี้อยู่ผ่านเว็บเพจได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2

# ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

สำหรับโครงงาน ระบบควบคุมและตรวจสอบในอาคารสำนักงานที่ติดตั้งและถอดถอนได้ (Scalable Building Control and Monitoring System) ระบบสามารตรวจจับประวัติรายชื่อคนเข้าออกห้องได้ และแสดงสถานะของหลอดไฟในห้องพร้อมทั้งสามารถสั่งเปิด/ปิดได้ ซึ่งผู้ดูแลความเรียบร้อยภายในตึกสามารถดูการแสดงผลและสั่งการห้องทุกห้องในตึกทุกตึกที่มีการวางระบบนี้อยู่ผ่านเว็บเพจได้

## 2.1 Internet of Things (IoT)

Internet of Things ถูกคิดค้นขึ้นโดย Kevin Ashton ในปี 1999 ซึ่งเริ่มต้นจากโครงการ “Auto-ID Center” ในมหาวิทยาลัย Massachusetts Institute of Technology จากเทคโนโลยี RFID ย่อมาจากคำว่า Radio Frequency Identification เป็นระบบที่นำคลื่นวิทยุมาใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์สองชนิด ซึ่งเป็นการสื่อสารแบบไร้สาย ในปี 2000 เทคโนโลยีต่างๆ ได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็ว เริ่มมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ออกมาเป็นจำนวนมาก และยังมีการใช้คำว่า Smart เกิดขึ้นเช่น Smart grid, Smart home, Smart device, Smart network เป็นต้น สิ่งเหล่านี้สามารถเชื่อมต่อกับโลกอินเตอร์เน็ตได้ ทำให้อุปกรณ์ดังกล่าวสามารถสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยอาศัยตัว Sensor ในการสื่อสารถึงกัน โดย Kevin ได้ให้นิยามไว้ว่า “Internet-like” ต่อมามีคำว่า “Things” เข้ามาแทนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ

IoT : Internet of Things (อีกชื่อ IoE : Internet of Everything) หรือ “อินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง” หมายถึง การที่สิ่งต่างๆ ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างสู่โลกอินเตอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เช่น การเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องมือทางการเกษตร อาคารบ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่างๆ ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เป็นต้น

IoT มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า M2M ย่อมาจาก Machine to Machine คือเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตที่เชื่อมต่ออุปกรณ์กับเครื่องมือต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน เทคโนโลยี IoT มีความจำเป็นต้องทำงานร่วมกับอุปกรณ์ประเภท RFID และ Sensors ซึ่งเปรียบเสมือนการเติมสมองให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ที่ขาดไม่คือการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตเพื่อให้อุปกรณ์สามารถรับส่งข้อมูลถึงกันได้ เทคโนโลยี IoT มีประโยชน์ในหลายด้าน แต่ก็มาพร้อมกับความเสี่ยง เพราะหากระบบรักษาความปลอดภัยของอุปกรณ์และเครือข่ายอินเตอร์เน็ตไม่ดีพอ ก็อาจทำให้มีผู้ไม่ประสงค์ดีเข้ามาขโมยข้อมูลหรือละเมิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นส่วนตัวของเราได้ ดังนั้นการพัฒนา IoT จึงจำเป็นต้องพัฒนามาตรการและระบบรักษาความปลอดภัยไอทีควบคู่กันไปด้วย

ในปัจจุบันระบบรักษาความปลอดภัย หรือ Security System นั้นเป็นอีกระบบหนึ่งที่ได้รับความนิยมมากไม่ว่าเป็นกลุ่มสำนักงานสถานที่ราชการที่พักอาศัยในคอนโดมิเนียมหรือหมู่บ้านจัดสรร โรงพยาบาล โรงเรียนมหาวิทยาลัย โรงงาน หรือแม้แต่พื้นที่สาธารณะ เช่น รถไฟฟ้า รถไฟใต้ดินทั้งนี้คงเป็นเพราะลักษณะการใช้งานของระบบรักษาความปลอดภัยนั้น สามารถเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งจากคุณสมบัติเด่น ๆ ดังกล่าวทำให้ระบบรักษาความปลอดภัยได้รับความไว้วางใจจากหน่วยงานต่าง ๆให้สอดส่องดูแลความเรียบร้อยทดแทนการเสียค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงาน เพื่อมาเดินตรวจตรา ซึ่งทำให้มีความรู้สึกเสมือนมี คนดูแลความปลอดภัยตลอด 24 ชั่วโมง

ดังนั้นระบบรักษาความปลอดภัยที่ดี จึงควรจะต้องตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี โดยมีการออกแบบให้ครอบคลุมพื้นที่ใช้งาน เลือกใช้อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐาน เหมาะสมกันสภาวะของการใช้งานและพื้นที่ที่ใช้งาน จะต้องมีระบบการจัดการและบริหารข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ สะดวกในการใช้งานและสะดวกในการบำรุงรักษาระบบ

## 2.2 phpMyAdmin

phpMyAdmin คือโปรแกรมที่ถูกพัฒนาโดยใช้ภาษา PHP เพื่อใช้ในการบริหารจัดการฐานข้อมูล MySQL แทนการคีย์คำสั่ง เนื่องจากถ้าเราจะใช้ฐานข้อมูลที่เป็น MySQL บางครั้งจะมีความลำบากและยุ่งยากในการใช้งาน ดังนั้นจึงมีเครื่องมือในการจัดการฐานข้อมูล MySQL ขึ้นมาเพื่อให้สามารถจัดการ ตัว DBMS ที่เป็น MySQL ได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น โดย phpMyAdmin ก็ถือเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งในการจัดการนั้นเอง

phpMyAdmin เป็นส่วนต่อประสานที่สร้างโดยภาษาพีเอชพี ซึ่งใช้จัดการฐานข้อมูล MySQL ผ่านเว็บบราวเซอร์ โดยสามารถที่จะทำการสร้างฐานข้อมูลใหม่ หรือทำการสร้าง TABLE ใหม่ๆ และยังมี function ที่ใช้สำหรับการทดสอบการ query ข้อมูลด้วยภาษา SQL พร้อมกันนั้นยังสามารถทำการ insert delete update หรือแม้กระทั่งใช้ คำสั่งต่างๆ เหมือนกับกันการใช้ภาษา SQL ในการสร้างตารางข้อมูล

phpMyAdmin เป็นโปรแกรมประเภท MySQL Client ตัวหนึ่งที่ใช้ในการจัดการข้อมูล MySQL ผ่านweb browser ได้โดยตรง phpMyAdmin ตัวนี้จะทำงานบน Web server เป็น PHP Application ที่ใช้ควบคุมจัดการ MySQL Server ความสามารถของ phpMyAdmin คือ

1) สร้างและลบ Database

2) สร้างและจัดการ Table เช่น แทรก record, ลบ record, แก้ไข record, ลบ Table, แก้ไข field

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) โหลดเท็กซ์ไฟล์เข้าไปเก็บเป็นข้อมูลในตารางได้
4) หาผลสรุป (Query) ด้วยคำสั่ง SQL

## 2.3 Dreamweaver

อะโดบี ดรีมวีฟเวอร์ (Adobe Dreamweaver) หรือชื่อเดิมคือ แมโครมีเดีย ดรีมวีเวอร์ (Macromedia Dreamweaver) เป็นโปรแกรมแก้ไข HTML พัฒนาโดยบริษัทแมคโครมีเดีย (ปัจจุบันควบกิจการรวมกับบริษัท อะโดบีซิสเต็มส์) สำหรับการออกแบบเว็บไซต์ในรูปแบบ WYSIWYG กับการควบคุมของส่วนแก้ไขรหัส HTML ในการพัฒนาโปรแกรมที่มีการรวมทั้งสองแบบเข้าด้วยกันแบบนี้ ทำให้ ดรีมวีฟเวอร์เป็นโปรแกรมที่แตกต่างจากโปรแกรมอื่นๆ ในประเภทเดียวกัน ในช่วงปลายปีทศวรรษ 2533 จนถึงปีพ.ศ. 2544 ดรีมวีฟเวอร์มีสัดส่วนตลาดโปรแกรมแก้ไข HTML อยู่มากกว่า 70%

ดรีมวีฟเวอร์มีทั้งในระบบปฏิบัติการแมคอินทอช และไมโครซอฟท์วินโดวส์ ดรีมวีฟเวอร์ยังสามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการแบบยูนิกซ์ ผ่านโปรแกรมจำลองอย่าง WINE ได้

Dreamweaver เป็นโปรแกรมของบริษัท Macromedia Inc. ที่ใช้สำหรับออกแบบ และพัฒนาเว็บไซต์ เว็บเพจและเว็บ แอปพลิเคชั่น ด้วยโปรแกรม Dreamweaver เราสามารถที่จะออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์โดยการเขียนโค๊ดภาษา HTML หรือใช้เครื่องมือที่โปรแกรม Dreamweaver มีให้ ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้จะสร้างโค้ดภาษา HTML ให้เราโดยอัตโนมัติ โดยที่เราไม่จำเป็นต้องเขียนโค๊ดภาษา HTML เอง ในปัจจุบันโปรแกรม Dreamweaver นอกจากจะสนับสนุนการใช้งานกับภาษา HTML และยังสนับสนุนการใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีทางด้านเว็บอื่นๆ ด้วย เช่น CSS และ Java Script เป็นต้น การสร้างเว็บแอปพลิเคชั่น (Web Application) ด้วยโปรแกรม Dreamweaver นั้นสามารถที่จะสร้าง การติดต่อกับฐานข้อมูลและดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลโดยไม่จำเป็นที่ต้องเขียนโค้ดของเซิร์ฟเวอร์สคริปต์ (Server Script) เลย ตัวโปรแกรมจะสร้างให้เองโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะทำให้เวลาที่ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชั่นนั้นน้อยลง

Adobe Dreamweaver CS6 เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้สำหรับสร้างเว็บไซต์ เหมาะสำหรับนักพัฒนาเว็บไซต์ตั้งแต่มือใหม่ไปจนถึงมืออาชีพ โดยสามารถนำข้อความและภาพมาประกอบ เป็นหน้าเว็บเพจได้อย่างง่าย ๆ และสามารถเพิ่มลูกเล่นทางด้านมัลติมีเดีย ตลอดจนการติดต่อกับ ฐานข้อมูลที่ทำได้ง่าย นอกจากนี้ Adobe Dreamweaver CS6 ยังเป็นโปรแกรมประเภท WYSIWYG อ่านว่า "วิซซีวิก" (What You See Is What You Get) แปลว่า คุณเห็นอย่างไรคุณก็ได้รับอย่างนั้น หมายความว่าลักษณะข้อความ การวางภาพกราฟิก บนเว็บเพจทำไว้อย่างไร เมื่อทำการแสดงผล บนบราวเซอร์แล้ว ลักษณะของข้อความหรือภาพกราฟิกที่ได้ก็จะเหมือนกับที่ทำไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 พีเอชพี (PHP)

พีเอชพี (PHP) คือ ภาษาคอมพิวเตอร์ในลักษณะเซิร์ฟเวอร์-ไซด์ สคริปต์ โดยลิขสิทธิ์อยู่ในลักษณะโอเพนซอร์ส ภาษาพีเอชพีใช้สำหรับจัดทำเว็บไซต์ และแสดงผลออกมาในรูปแบบ HTML โดยมีรากฐานโครงสร้างคำสั่งมาจากภาษา ภาษาซี ภาษาจาวา และ ภาษาเพิร์ล ซึ่งภาษาพีเอชพี นั้นง่ายต่อการเรียนรู้ ซึ่งเป้าหมายหลักของภาษานี้ คือให้นักพัฒนาเว็บไซต์สามารถเขียน เว็บเพจ ที่มีการตอบโต้ได้อย่างรวดเร็ว

PHP ย่อมาจาก PHP Hypertext Preprocessor แต่เดิมย่อมาจาก Personal Home Page Tools PHP คือภาษาคอมพิวเตอร์จำพวก scripting language ภาษาจำพวกนี้คำสั่งต่างๆจะเก็บอยู่ในไฟล์ที่เรียกว่า script และเวลาใช้งานต้องอาศัยตัวแปรชุดคำสั่ง ตัวอย่างของภาษาสคริป เช่น JavaScript , Perl เป็นต้น ลักษณะของ PHP ที่แตกต่างจากภาษาสคริปต์แบบอื่นๆ คือ PHP ได้รับการพัฒนาและออกแบบมา เพื่อใช้งานในการสร้างเอกสารแบบ HTML โดยสามารถสอดแทรกหรือแก้ไขเนื้อหาได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นจึงกล่าวว่า PHP เป็นภาษาที่เรียกว่า server-side หรือ HTML-embedded scripting language นั้นคือในทุกๆ ครั้งก่อนที่เครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งให้บริการเป็น Web server จะส่งหน้าเว็บเพจที่เขียนด้วย PHP ให้เรา มันจะทำการประมวลผลตามคำสั่งที่มีอยู่ให้เสร็จเสียก่อน แล้วจึงค่อยส่งผลลัพธ์ที่ได้ให้เรา ผลลัพธ์ที่ได้นั้นก็คือเว็บเพจที่เราเห็นนั่นเอง ถือได้ว่า PHP เป็นเครื่องมือที่สำคัญชนิดหนึ่งที่ช่วยให้เราสามารถสร้าง Dynamic Web pages (เว็บเพจที่มีการโต้ตอบกับผู้ใช้) ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีลูกเล่นมากขึ้น

PHP เป็นผลงานที่เติบโตมาจากกลุ่มของนักพัฒนาในเชิงเปิดเผยรหัสต้นฉบับหรือ OpenSource ดังนั้น PHP จึงมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว และแพร่หลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ร่วมกับ Apache Web server ระบบปฏิบัติอย่างเช่น Linux หรือ FreeBSD เป็นต้น ในปัจจุบัน PHP สามารถใช้ร่วมกับ Web Server หลายๆตัวบนระบบปฏิบัติการอย่างเช่น Windows 95/98/NT เป็นต้น

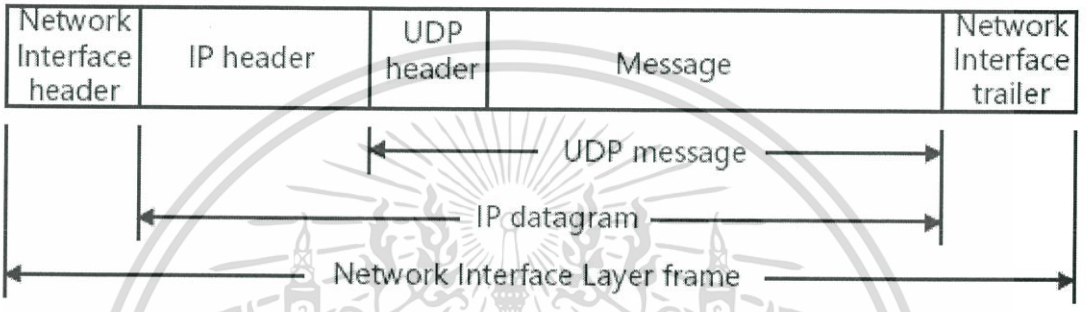
## 2.5 UDP (User Datagram Protocol)

โปรโตคอล UDP (User Datagram Protocol) เป็นโปรโตคอลที่ทำงานในลักษณะ Connectionless คือจะส่งข้อมูลออกไปโดยไม่มีการตรวจสอบย้อนกลับว่าปลายทางได้รับข้อมูลถูกต้องครบถ้วนหรือไม่ ดังนั้นข้อมูลที่ส่งไปจึงมีความสมบูรณ์ถูกต้องน้อยกว่าการส่งข้อมูลโดยใช้โปรโตคอล TCP แต่จะส่งได้รวดเร็วกว่าและใช้แบนด์วิดท์ (Bandwidth) ของช่องสัญญาณน้อยกว่าชั้น Internet ข้อเสียก็คือไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนในการรับส่งข้อมูลนั้น ๆ ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.5.1 The UDP Message

ข้อมูลข่าวสารของ UDP ประกอบด้วย UDP header และส่วนเก็บขอมูล ซึ่งถูกกำหนดไว้ใน IP Header ด้วย IP Protocol หมายเลข 17 (ox11) ข้อมูลสามารถมีค่าสูงสุด 65,507 ไบต์ มาจาก 65,536 ลบด้วย IP header ขนาดต่ำสุด (20 bytes) และ UDP header (8 bytes) IP datagram ที่จัดเก็บไว้ประกอบด้วย Network Interface Layer ที่จัดสรร header และ trailer ดังรูปที่ 2.1

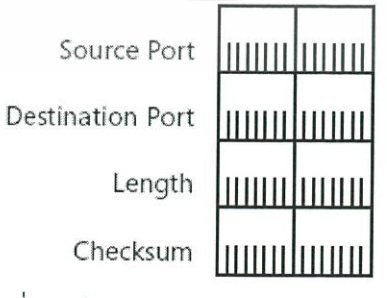



รูปที่ 2.1 การจัดเก็บข้อมูลใน UDP แสดงให้เห็น IP header และ Network Interface Layer header และ trailer [1]

ภายใน IP header ของข้อมูลข่าวสารใน UDP ประกอบด้วย IP Address ฟิลด์ต้นทางที่แสดงการเชื่อมต่อของผู้ให้บริการที่ส่งข้อมูลใน UDP IP Address ฟิลด์ปลายทางที่แสดง unicast address ของ ผู้ให้บริการปลายทาง (หรือเราท์เตอร์ที่อยู่ตรงกลางถ้าหากแพ็กเก็ตเป็นเส้นทางของต้นทาง) IP broadcast address หรือ IP multicast address

### 2.5.2 The UDP Header

UDP header มีขนาดความยาวที่แน่นอนคือ 8 ไบต์ ประกอบด้วย 4 field ดังรูปที่ 2.2




รูปที่ 2.2 โครงสร้างของ UDP header [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟิลด์ของ UDP header ได้กำหนดไว้ดังนี้

1) Source Port ฟิลด์ที่มี 2 ไบต์นี้ ระบุต้นทางของ Application Layer protocol ที่ส่งข้อมูลของ UDP การใช้งานของพอร์ตต้นทางเป็นอีกทางเลือก กรณีที่ไม่ได้ใช้จะเซ็ตให้เป็น 0 IP multicast traffic เช่น videocast ที่ส่งการใช้งานโดยการใช้ UDP ที่สามารถใช้ 0 เพราะไม่มีการตอบกลับไปหา video traffic เป็นการยกเว้น ตัวอย่างของ Application Layer protocol ใช้พอร์ตต้นทางของข้อมูล UDP ที่รับเข้ามาเช่นเดียวกับการตอบกลับของพอร์ตปลายทาง การรวมกันของ IP address ต้นทางของ IP header และพอร์ตต้นทางของ UDP header ที่จัดไว้ให้เป็นพิเศษ ที่อยู่ที่มีความหมายโดยทั่วไปของกระบวนการจากสิ่งที่ส่งข้อความมา

2) Destination Port ฟิลด์ที่มี 2 ไบต์นี้ ระบุปลายทางของ Application Layer protocol ส่วนประกอบของปลายทางของ IP header IP Address และพอร์ตปลายทางของ UDP header จัดไว้ให้เป็นพิเศษ ที่อยู่ที่มีความหมายโดยทั่วไปของกระบวนการจากสิ่งที่ส่งข้อความมา

3) Length ฟิลด์ที่มี 2 ไบต์นี้ ระบุความยาวในหน่วยไบต์ของข้อมูล UDP รวมทั้ง UDP header และข้อมูลข่าวสาร ความยาวน้อยสุดคือ 8 ไบต์ (ขนาดของ UDP header) และมากสุดคือ 65,515 ไบต์ (ขนาดสูงสุดของ IP datagram 65,535 ไบต์ลบออกด้วยขนาดต่ำสุดของ IP header 20 ไบต์) ความยาวมากสุดที่แท้จริงถูกจำกัดโดย MTU ของลิงค์บนสิ่งที่ข้อมูล UDP ส่งออกไป ในการไม่มีตัวตนของการขยาย header ระหว่าง IP header และ UDP header ฟิลด์ความยาวจะมีมากเกินไป ความยาวของ UDP เป็นความยาวของที่มีอยู่ของ IP ที่สามารถคำนวณได้จากความยาวทั้งหมดและความยาวฟิลด์ของ IP header (ความยาวของ UDP = ความยาวที่มีอยู่ = ความยาวทั้งหมด – 4 x ความยาวของ IP header (ในรูปแบบ 32 บิต)

4) Checksum ฟิลด์ที่มี 2 ไบต์นี้ ระบุการตรวจสอบความสมบูรณ์ระดับบิตของข้อมูล UDP การคำนวณ UDP checksum ใช้วิธีการคล้ายกับ IP header checksum บน header เสมือนของ UDP, UDP header, ข้อมูลข่าวสาร และถ้าจำเป็นใช้ไบต์รองรับของ 0x00 ไบต์รองรับจะใช้ในกรณีเดียวที่ความยาวของข้อมูลมีไบต์เป็นเลขคี่ สำหรับรายละเอียดอื่นๆเกี่ยวกับ header เสมือนของ UDP ให้ดูจากหัวข้อ “Header เสมือนของ UDP” ในบทถัดไป การใช้งานของฟิลด์ UDP checksum เป็นอีกทางเลือก ถ้าหากไม่ได้ใช้งานฟิลด์ UDP checksum จะเซ็ตให้เป็น 0

### 2.5.3 UDP Ports

พอร์ตของ UDP ได้กำหนดตำแหน่งหรือลำดับข้อมูลของการส่งข้อมูลของ Application Layer protocols โดยการใช้บริการของ UDP พอร์ตต้นทางนับเป็นส่วนหนึ่งของแต่ละข้อมูลของ UDP (ลำดับข้อมูลจากแหล่งที่ส่งข้อมูลมา) และพอร์ตปลายทาง (ลำดับข้อมูลถึงแหล่งที่ส่งข้อมูลมา) Internet Assigned Numbers Authority (IANA) กำหนดหมายเลขพอร์ต หรือที่รู้จักในหมายเลขพอร์ตที่เป็นที่รู้จักสำหรับ Application Layer protocols รูปที่ 2.3 แสดงหมายเลขพอร์ตที่เป็นที่รู้จักที่ถูกใช้โดย Windows Server 2008 และ ส่วนประกอบพื้นฐานของ Windows Vista

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Port Number | Application Layer Protocol |
|---|---|
| 53 | DNS |
| 67 | BOOTP server (Dynamic Host Configuration Protocol [DHCP]) |
| 68 | BOOTP client (DHCP) |
| 69 | TFTP |
| 137 | NetBIOS Name Service |
| 138 | NetBIOS Datagram Service |
| 161 | Simple Network Management Protocol (SNMP) |
| 445 | Direct hosting of Server Message Block (SMB) datagrams over TCP/IP (also known as Microsoft-DS) |
| 520 | RIP |
| 1812, 1813 | Remote Authentication Dial-In User Service (RADIUS) |

รูปที่ 2.3 หมายเลขพอร์ต UDP [1]

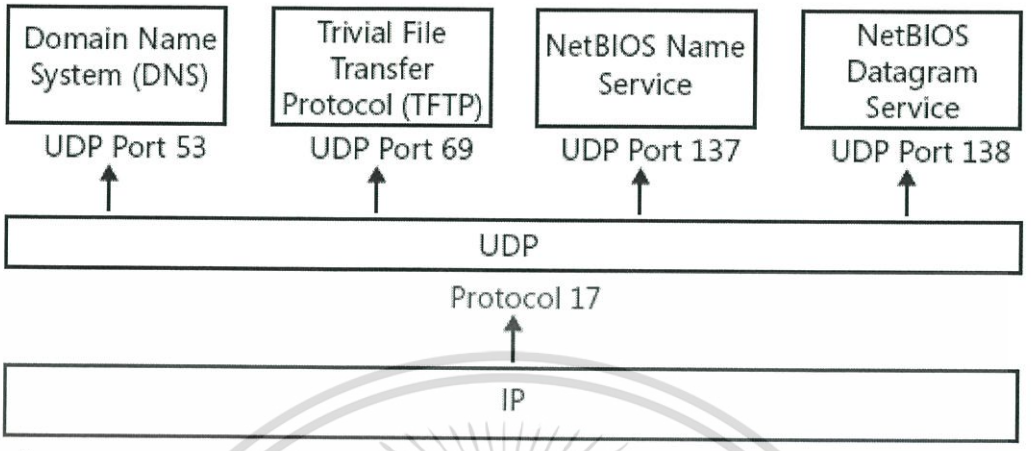
แบบฉบับของฝ่ายผู้ให้บริการของ Application Layer protocol จะรองรับเลขพอร์ตที่เป็นที่รู้จักกันฝ่ายผู้ใช้งานของ Application Layer protocol ก็จะใช้หมายเลขพอร์ตที่เป็นที่รู้จักกันดีเช่นกันหรือที่เป็นธรรมดามากกว่าหมายเลขพอร์ตที่จัดสรรให้มีความคล่องตัว หมายเลขพอร์ตที่จัดสรรให้มีความคล่องตัวถูกใช้สำหรับช่วงเวลาของกระบวนการและเป็นที่รู้จักกันในหมายเลขพอร์ตที่มีอายุสั้นหรือหมายเลขพอร์ตที่อยู่ได้ในช่วงสั้นๆ

หมายเลขพอร์ตของ UDP สามารถถูกอ้างอิงโดยชื่อโดย Microsoft Windows Sockets application (โดยใช้ GetservByname() function) ชื่อนี้ถูกแยกแยะเพื่อหมายเลขพอร์ตของ UDP ตามบริการแฟ้มข้อมูลที่เก็บไว้ใน %SystemRoot%\System32\Drivers\Etc folder

จุดเชื่อมต่อที่ส่งผ่านกำหนดพอร์ตปลายทาง (ใช้ค่าเฉพาะหรือ GetservByname() function เช่นกัน) และพอร์ตต้นทาง (ใช้ค่าเฉพาะหรือด้วยการได้รับพอร์ตที่จัดสรรให้มีความคล่องตัวผ่าน Windows Sockets เช่นกัน) จุดเชื่อมต่อที่ส่งผ่านหลังจากนั้นจะแสดง IP address ต้นทาง, IP address ปลายทาง, พอร์ตต้นทาง, พอร์ตปลายทาง และข้อมูลเพื่อจะส่ง TCP/IP ส่วนประกอบของ UDP คำนวณความยาวและ checksum และแสดงข้อมูลของ UDP ด้วย IP address ต้นทางที่เหมาะสม และ IP address ปลายทางถึงส่วนประกอบ ของ IP

เมื่อได้รับข้อมูล UDP ที่ปลายทาง, IP จะพิสูจน์ความถูกต้องของ IP header และอยู่ในการอ้างอิงถึงค่าของ 17 (0x11) ในฟิลด์ของโพรโตคอล ผ่านข้อมูล UDP, IP address ต้นทาง และ IP address ปลายทางไปยังส่วนประกอบของ UDP หลังจากได้พิสูจน์ความถูกต้องของ UDP checksum, ส่วนประกอบของ UDP จะพิสูจน์ความถูกต้องของพอร์ตปลายทาง ถ้ากระบวนการยอมรับพอร์ต, UDP จะผ่านข้อมูลไปยังการใช้งาน ถ้าไม่มีกระบวนการที่ยอมรับพอร์ต, UDP จะใช้ส่วนประกอบของ ICMP เพื่อส่งข้อมูล ICMP Destination Unreachable-Port Unreachable ไปยังผู้ส่ง, และจากนั้นก็จะละทิ้งข้อมูล UDP แสดงถึงกระบวนการ ดีมัลติเพล็กซ์ข้อมูล UDP ที่รับเข้ามาดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

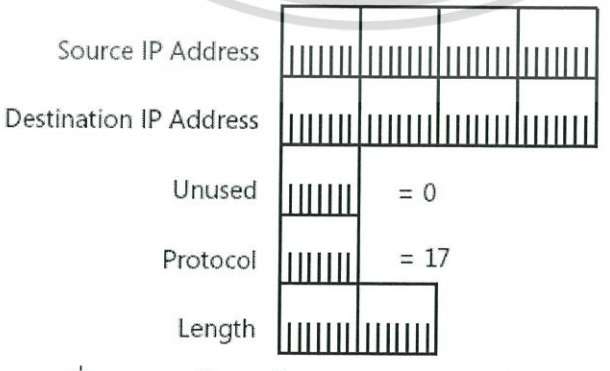



รูปที่ 2.4 การดีมัลติเพล็กซ์ของข้อมูล UDP ไปยัง Application Layer protocol ที่จัดสรรไว้โดยใช้ฟิลด์ของ IP Protocol และฟิลด์ของพอร์ต UDP ปลายทาง [1]

### 2.5.4 The UDP Pseudo Header

Header เสมือนของ UDP เชื่อมโยงข้อมูล UDP เข้ากับ IP header UDP เพิ่ม header เสมือนไปยังจุดเริ่มต้นของข้อมูล UDP เพื่อการคำนวณ checksum เท่านั้น ไม่ได้เป็นการส่งแบบเดียวกับส่วนหนึ่งของข้อมูล UDP header เสมือนของ UDP ทำให้มั่นใจว่าผู้รับซึ่งที่เป็นการสร้างเส้นทางหรือกระบวนการที่แยกออกมา ไม่ได้เปลี่ยนแปลง filed ของคีย์ที่ไม่เหมาะสมใน IP header

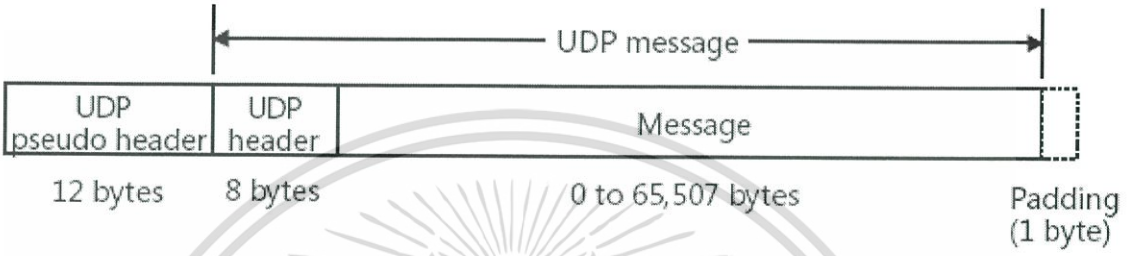
Header เสมือนของ UDP ประกอบด้วย IP Address ต้นทาง, IP Address field, field ที่ไม่ได้ใช้ที่ถูกเซ็ตให้เป็น 0, Protocol field สำหรับ UDP (17 หรือ 0x11) และ field ความยาวของ UDP ดังรูปที่ 2.5 เมื่อได้ส่งข้อมูล UDP, UDP จะชี้ทางค่าที่ใช้งานทั้งหมดเมื่อได้รับข้อมูล UDP, IP จะแสดงค่าที่ใช้งานทั้งหมดของ UDP




รูปที่ 2.5 แสดงโครงสร้างของ header เสมือนของ UDP [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UDP คำนวณ checksum ของ UDP บนการรวมกันของ header เสมือนของข้อความ UDP และไบต์รองรับ 0x00 ถ้าต้องการคำนวณ checksum ขึ้นอยู่กับผลรวมของข้อมูล 16 บิต เพราะฉะนั้น จำนวน checksum ต้องเป็นเลขคู่ของไบต์ ไบต์รองรับใช้สำหรับกรณีความยาวของข้อมูลเป็นเลขคี่ของไบต์ ไบต์รองรับไม่ถือเป็นส่วนหนึ่งในความยาวของ UDP และไม่ได้ส่งส่วนหนึ่งของข้อมูล UDP รูปที่ 2.6 แสดงผลลัพธ์ปริมาณของการคำนวณ UDP Checksum field




รูปที่ 2.6 ผลลัพธ์ของปริมาณใช้สำหรับการคำนวณ UDP checksum [1]

สิ่งที่แตกต่างจาก IP security (IPsec) Authentication header คือ header เสมือนของ UDP และ Checksum field ไม่ได้จัดเตรียมความน่าเชื่อถือของข้อมูลหรือความสมบูรณ์ของ field ใน IP header และข้อมูล UDP IP header และ field พอร์ต UDP สามารถแก้ไขได้ตราบที่มีการอัพเดต UDP Checksum field นั่นแสดงให้เห็นว่า Network Address Translator (NAT) ทำงานได้อย่างไร NAT เป็นส้นทางที่แปลข้อมูลที่เป็น public และ private ระหว่างการเดินหน้าของกระบวนการ สำหรับตัวอย่างมีดังนี้ เมื่อแปล IP address ต้นทางจาก private address ไปยัง public address, NAT จะคำนวณ UDP checksum ใหม่อีกครั้ง

### 2.5.5 ข้อดีของ UDP

1) เริ่มต้นส่งข้อมูลได้เร็วกว่าเพราะไม่ต้องรอการสร้าง connection
2) ส่งข้อมูลได้เร็วกว่าเพราะไม่ต้องรอการตรวจสอบ
3) ส่งข้อมูลได้ปริมาณมากว่าเพราะไม่มี flow control และ congestion control

## 2.6 Arduino

Ardiono มีผู้ริเริ่มเป็นชาวอิตาเลียน ดังนั้นจึงอ่านออกเสียงไปในทางอิตาเลียนว่า อาดูยโน่ หรืออาดูโน่ หรืออาดูยอีโน่ เริ่มต้นในปี 2005 ผู้ริเริ่มของ Arduino ชื่อว่า Massimo Banzi และ David Cuartielles ซึ่งอาศัยอยู่ในเมือง Ivrea ทางตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศอิตาลี ทั้งสองคนสร้างอุปกรณ์ประเภทไมโครคอนโทรลเลอร์ราคาถูกที่นักเรียนนักศึกษาสามารถ

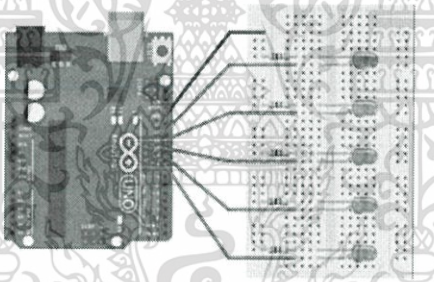
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าถึง และซื้อหามาเป็นเจ้าของได้ครับ โรงงานเล็กๆในเมืองที่ว่านี้ก็ถูกใช้เป็นที่ผลิตบอร์ด Arduino เวอร์ชั่นแรก โดยใช้ชื่อโครงการของพวกเขาว่า Arduin of Ivrea

### 2.6.1 Arduino คืออะไร

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

ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิคส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด แสดงดังรูปที่ 2.7 หรือเพื่อความสะดวกสามารถ เลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย

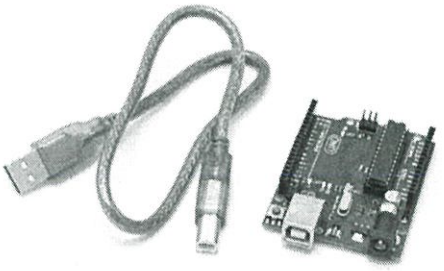


รูปที่ 2.7 Arduino [2]

### 2.6.2 Arduino UNO R3

Arduino อ่านว่า (อา-ดู-อิ-โน่ หรือ อาดุยโน่) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วยส่วนใหญ่โปรเจคและ Library ต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นมา Support จะอ้างอิงกับบอร์ดนี้เป็นหลัก และข้อดีอีกอย่างคือกรณีที่ MCU เสีย ผู้ใช้งานสามารถซื้อมาเปลี่ยนเองได้ง่าย บอร์ด Arduino ถือว่าเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ยอดนิยม และใช้กันอย่างแพร่หลาย ที่สามารถนำไปพัฒนาโปรเจคได้หลากหลาย เรียนรู้ได้ง่ายและเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น อีกทั้งยังมีราคาที่ถูก แสดงรูปบอร์ด Arduino UNO R3 ดังรูปที่ 2.8

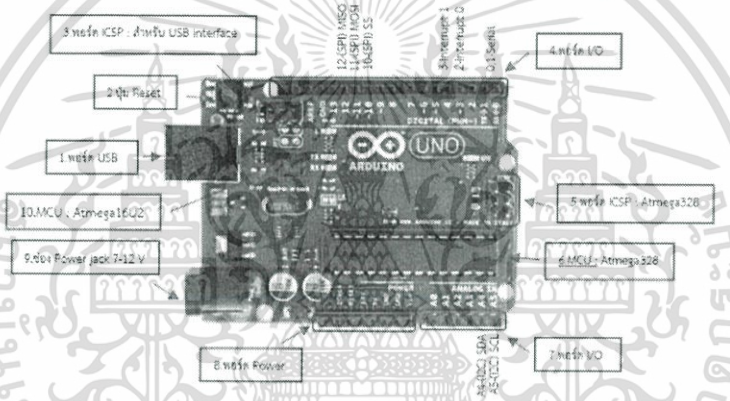
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 Arduino UNO R3 [2]

### 2.6.3 Layout & Pin out Arduino Board (Model: Arduino UNO R3)

แสดงส่วนประกอบและ Port ต่างๆบน Aduino UNO R3 ดังรูปที่ 2.9




รูปที่ 2.9 Port ต่างๆบน Arduino [3]

1) USBPort ใช้สำหรับต่อกับ Computer เพื่ออับโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด
2) Reset Button เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่
3) ICSP Port ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2
4) I/OPort คือ Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บาง Pin จะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วยเช่น 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดยAtmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่านAtmega16U

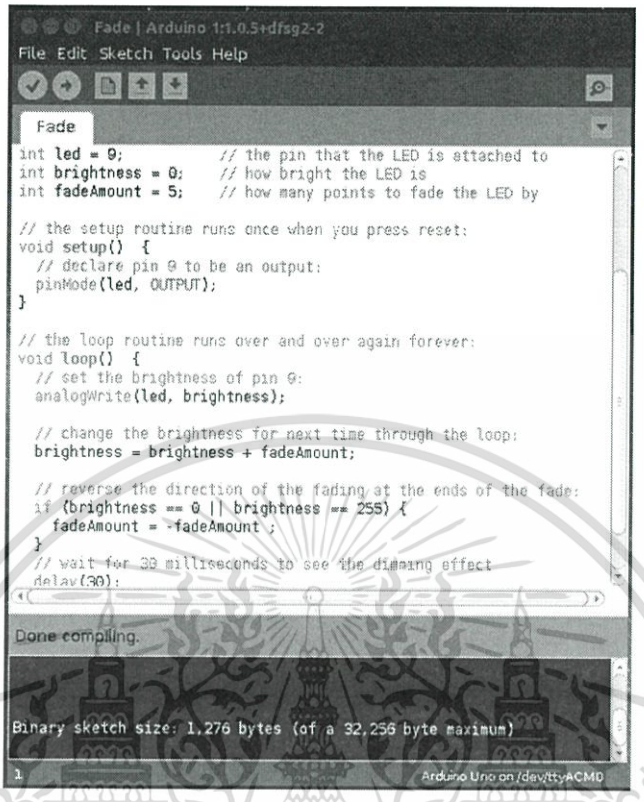
ข้อมูลจำเพาะ

| | |
|---|---|
| ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์ | ATmega328 |
| ใช้แรงดันไฟฟ้า | 5V |
| รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ) | 7 – 12V |
| รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด) | 6 – 20V |
| พอร์ต Digital I/O | 14 พอร์ต (มี 6 พอร์ต PWM output) |
| พอร์ต Analog Input | 6 พอร์ต |
| กระแสไฟที่จ่ายได้ในแต่ละพอร์ต | 40mA |
| กระแสไฟที่จ่ายได้ในพอร์ต 3.3V | 50mA |
| พื้นที่โปรแกรมภายใน | 32KB พื้นที่โปรแกรม, 500B ใช้โดย Booloader |
| พื้นที่แรม | 2KB |
| พื้นที่หน่วยความจำถาวร (EEPROM) | 1KB |
| ความถี่คริสตัล | 16MHz |
| ขนาด | 68.6x53.4 mm |
| น้ำหนัก | 25 กรัม |

## 2.7 Arduino IDE

Arduino IDE อาดุยอิโน่ ไอดีอี คือ เครื่องมือการเขียนโปรแกรมที่มีใช้งานได้กับอาดุยอิโน่ได้ทุกรุ่น โดยภายในจะมีเครื่องมือที่จะเป็นสำหรับติดต่ออาดุยอิโน่ เช่น การค้นหาอาดุยอิโน่ ที่ติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ การเลือกรุ่นอาดุยอิโน่ที่ต่ออยู่เพื่อนตรวจสอบว่าขนาดของโปรแกรมที่เขียนหรือไลบรารี่ต่างๆ ซับพอร์ตกับอาดุยอิโน่รุ่นนั้นๆหรือไม่ อีกทั้งยังมีโปรแกรมติดต่อผ่านซีเรียลโดยตรงสำหรับคอมพิวเตอร์ แสดงหน้าต่างโปรแกรมดังรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.10 รูปหน้าต่าง Arduino IDE [4]

## 2.8 Arduino Ethernet Shield

Arduino ทุกเวอร์ชั่น (ยกเว้นที่เป็น SMD และ เวอร์ชั่นที่ทำขึ้นกันเอง) จะถูกออกแบบให้มี Layout ของ Pin ต่างๆในรูปแบบเดียวกัน เพื่อให้สามารถใช้อุปกรณ์เสริมหลายๆอย่างร่วมกันได้ โดยวิธี Plug n' play หมายถึง แค่เสียบลงไปแล้วก็นำไปใช้งานได้เลย ทำให้อุปกรณ์เสริมที่นำมาใช้ต่อพ่วงร่วมกันเรียกว่า Shield

Ethernet Shield นี้จะใช้ประกอบกับ Arduino UNO เพื่อที่จะทำให้สามารถติดต่อกับระบบเครือข่ายได้ โดยใช้ Ethernet Library ซึ่งเวอร์ชั่นล่าสุดจะมี ช่องอ่าน Micro SD Card ติดมาด้วย สามารถใช้กับ SD Library ของ ARDUINO ได้เลย

การเชื่อมต่อกับ Ethernet Shield นี้จะใช้สาย RJ45 อาจจะใช้ CAT5 หรือ CAT6 โดยสามารถใช้ DHCP ได้ แต่การเชื่อมต่อระหว่างสองจุดยังต้องใช้สาย Cross Over อยู่ เพราะไม่มีวงจร Cross Over ภายใน ความเร็วในการสื่อสารของบอร์ดนี้จะอยู่ที่ 10/50 Mbps หรือ 10/100 Mbps แล้วแต่แหล่งผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.9 RFID (Radio Frequency Identification)

### 2.9.1 RFID คืออะไร

RFID ย่อมาจากคำว่า Radio Frequency Identification เป็นระบบที่ได้ถูกพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 เพื่อวัตถุประสงค์หลังในการใช้งานที่ระบบฉลากแบบบาร์โค้ดไม่สามารถใช้การได้ โดยจุดเด่นของ RFID คือ ความสามารถในการอ่านข้อมูลของฉลากได้โดยที่ไม่ต้องมีการสัมผัส สามารถอ่านค่าได้แม่นยำแม้ในสภาพที่ทัศน์วิสัยไม่ดี ทนต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก และสามารถอ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง

ปัจจุบันมีการนำ RFID มาใช้งานกันในงานหลายงาน ไม่ว่าจะเป็นในบัตรชนิดต่างๆ เช่น บัตรประจำตัวประชาชน บัตร ATM บัตรเข้าออกสำนักงาน หรือ ในอาคารที่พัก บัตรจอดรถ ฉลากของสินค้า หรือแม้แต่ใช้ฝั่ง RFID ลงในตัวสัตว์เพื่อบันทึกประวัติ เป็นต้น

การนำ RFID มาใช้งานก็เพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบการผ่านเข้าออกบริเวนใดบริเวณหนึ่งเพื่ออ่านหรือ เพื่อเก็บข้อมูลบางอย่างเอาไว้ ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีที่เป็นฉลากสินค้า RFID ก็จะถูกนำมาใช้ในการเก็บบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับสินค้า เพื่อให้สามารถทราบถึงที่มาที่ไปของสินค้าชิ้นนั้นได้

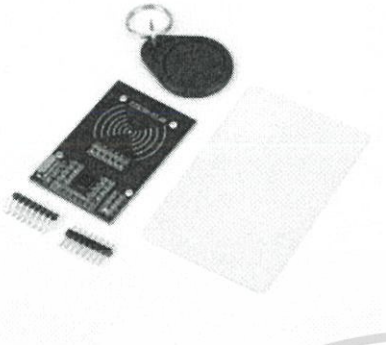
สำหรับรูปแบบของเทคโนโลยี RFID ที่ใช้ในการดังกล่าวก็มีทั้งแบบสมาร์ตการ์ดที่สามารถถูกเขียน หรือ อ่านข้อมูลออกมาได้โดยไม่ต้องมีการสัมผัสกับเครื่องอ่านบัตร หรือ คอนแทคเลสมาร์สการ์ด (Contract less Smart Card) , เหรียญ , ป้ายชื่อ หรือ ฉลากซึ่งมีขนาดเล็กมาก จนสามารถแทรกลงระหว่างชั้นของเนื้อกระดาษ หรือ ฝั่งเอาไว้ในตัวสัตว์ ได้เลยทีเดียว

องค์ประกอบหลักของ RFID ประกอบด้วย 2 ส่วน

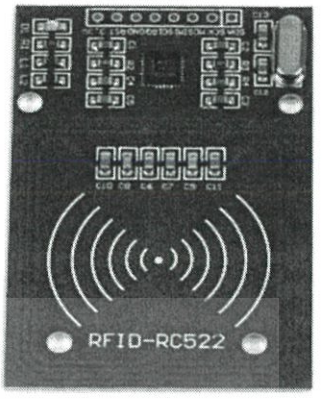
1.) Transponder ตัวจัดเก็บและส่งข้อมูล ซึ่งมาจากคำว่า Transmitter ผสมกับคำว่า Responder ที่อยู่ในรูปแบบของ ฉลาก หรือ ป้าย โดยฉลากนี้จะทำการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้นเอาไว้โดยเราอาจเรียกทั่วๆไปว่า " Tag" (แท็กส์) ซึ่งแท็กส์ จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณ หรือ ข้อมูลที่บันทึกอยู่ในแท็กส์ตอนสนองไปที่ตัวอ่านข้อมูล

2.) Reader  อุปกรณ์สำหรับอ่าน หรือ เขียนข้อมูลภายในแท็กส์ส์
แสดงตัวอย่างแท็กส์การ์ด และอุปกรณ์ RFID Reader ดังรูปที่ 2.11 และ 2.12 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ชุดอุปกรณ์ RFID [5]




รูปที่ 2.12 RFID Card Reader [5]

### 2.9.2 ลักษณะการทำงานของระบบ RFID

หัวใจของเทคโนโลยี RFID ได้แก่ "Inlay" ที่บรรจุอุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์กับโลหะที่ยืดหยุ่นได้สำหรับการติดตาม หรือทำหน้าที่เป็นเสาอากาศนั่นเอง Inlay มีความหนาสูงสุดอยู่ที่ 0.375 มิลลิเมตร สามารถทำเป็นแผ่นบางอัดเป็นชั้นๆ ระหว่างกระดาษ, แผ่นฟิล์ม หรือพลาสติกก็ได้ ซึ่งเป็นการผลิตเครื่องหมายหรือฉลาก จึงทำให้ง่ายต่อการติดเป็นป้ายชื่อหรือฉลากของชิ้นงานหรือวัตถุนั้นๆ ได้สะดวก

การพัฒนาระบบ RFID มิได้มีจุดประสงค์เพื่อมาแทนที่ระบบอื่นที่มีการพัฒนามาก่อนหน้า เช่น ระบบบาร์โค้ด แต่เป็นการเสริมจุดอ่อนต่างๆ ของระบบอื่นในประเทศไทยมีแนวโน้มการใช้เทคโนโลยี RFID ในหลากหลายด้านทั้งใช้ในด้านการขนส่ง (บัตรทางด่วน บัตรโดยสารรถไฟฟ้า) ด้านการปศุสัตว์ (การให้อาหาร การติดตามโรค) ใช้กับเอกสารราชการ (บัตรพนักงาน บัตรจอดรถ) และการใช้ RFID เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในด้าน Logistics โดยใช้ผนึกอิเล็กทรอนิกส์ติด RFID ปิดล็อคตู้คอนแทนเนอร์เพื่อสะดวกในการติดตาม บริหารจัดการขนส่ง ด้านการแพทย์ (บันทึกประวัติการรักษาผู้ป่วย) หรือแม้แต่ในงานของห้องสมุด

### 2.9.3 คลื่นวิทยุ (Radio Frequency)

คลื่น วิทยุเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่งเหมือนกับพวก แสง คลื่นอัลตราไวโอเลต และคลื่นอินฟราเรด เพียงแต่ต่างย่านความถี่เท่านั้น คลื่นวิทยุที่แผ่กระจายออกจากสายอากาศนั้นประกอบไปด้วยสนามแม่เหล็กและสนาม ไฟฟ้า ความถี่ของคลื่นวิทยุที่เราพูดกัน จะหมายถึงความถี่ของคลื่นพาหะหรือ Carrier Frequency ความถี่ในระบบ RFID ที่ใช้กันทั่วไปได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- LF 125 KHz ( Low Frequency )
- HF 13.56 MHz (High Frequency )
- UHF 869.5 MHz ( Ultra-high Frequency)
- LF 125 KHz

เป็นความถี่มาตรฐานที่ใช้งานทั่วไป ระยะการรับส่งข้อมูลใกล้ ต้นทุนไม่สูงมาก ความเร็วในการอ่านต่ำ LF มักพบการใช้งานหน่วยงานของปศุสัตว์ , ระบบควบคุมการเปิดปิดประตู

HF 13.56 MHz (ใช้เฉพาะในยุโรป)

"B-9704-1-QP" เป็นออฟชั่นของเครื่องพิมพ์ในการถอดรหัส (Encode) ชิป ที่ใช้ในย่านความถี่ HF 13.56 ในปัจจุบันรองรับชิปC210 ,C220 , C240, C270 (I-code) และ tag มาตรฐาน ISO 15693 รวมถึง tag มาตรฐาน ISO 18000 type 3 ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ในย่านความถี่นี้เป็นย่านความถี่ใช้กันทั่วโลก RFID ในย่านความถี่ HF ใช้กับ passive tag และ มักพบเห็นการใช้งาน RFID ในย่านความถี่ HF ในห้องสมุด และการป้องกันการปลอมแปลงสินค้า

UHF 869.5 MHz

"B-9704-U1-QP" เป็นออฟชั่นของเครื่องพิมพ์ในการถอดรหัส (Encode) ชิปที่ใช้ในย่านความถี่ UHF 869.5 MHz ในปัจจุบันรองรับชิปEPC Class0, Class1 และ ISO-1800-6-B EPC Class 0+ และ GEN2 ซึ่งจะหาได้ง่ายในอนาคต คลื่นความถี่ที่อยู่ในช่องความถี่ UHF ที่สามารถใช้กับระบบ RFID จะอยู่ระหว่าง 860 – 960 MHz ระบบ UHF RFID ที่ใช้ในสหรัฐอเมริกาจะอยู่ที่คลื่นความที่ 915 MHz และ ระบบ UHF RFID ที่ใช้ในยุโรปจะอยู่ที่คลื่นความถี่ 868 MHz การใช้งาน UHF RFID ขยายวงกว้างขึ้นจากองค์กรขนาดใหญ่ , ธุรกิจระหว่างประเทศ ไปยังธุรกิจขนาดเล็กในหลายๆ สายงาน

### 2.9.4 Specification

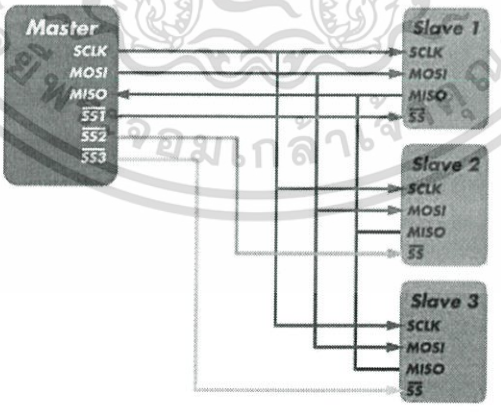
- Module Name: MF522-ED
- Working current ： 13—26mA/ DC 3.3V
- Standby current ： 10-13mA/DC 3.3V
- sleeping current ： <80uA
- peak current ： <30mA
- Working frequency ： 13.56MHz
- Card reading distance ： 0～60mm （mifare1 card）

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Protocol : SPI
- data communication speed : Maximum 10Mbit/s
- Card types supported : mifare1 S50、 mifare1 S70,mifare UltraLight,mifarePro,mifareDesfire
- Dimension : 40mm×60mm
- Environment
- Working temperature : -20—80 degree
- Storage temperature : -40—85 degree
- Humidity : relevant humidity 5%—95%

## 2.10 SPI หรือ Serial Peripheral Interface

SPI หรือ Serial Peripheral Interface เป็นวิธีการสื่อสารอนุกรมแบบ Synchronous อีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งทำงานในรูปแบบที่ให้อุปกรณ์ตัวหนึ่งทำหน้าที่เป็น Master ในขณะที่อีกตัวหนึ่งทำหน้าที่เป็น Slave และสามารถส่งข้อมูลในโหมด Full-duplex นั่นหมายความว่า สัญญาณสามารถส่งหากันได้ระหว่าง Master และ Slave ได้อย่างต่อเนื่อง รูปแบบข้อมูลการสื่อสารหรือ Protocol ของแบบ SPI นี้ ไม่ได้มาตรฐานกำหนดตายตัวว่าข้อมูลที่ส่งหากันต้องอยู่ในรูปแบบหรือ Format แบบไหน เป็นการคิด Protocol การสื่อสารกันเอง หรือดูจาก Datasheet ของอุปกรณ์ แสดงการเชื่อมต่อแบบ SPI โดยมีมาสเตอร์ 1 ตัวกับสเลย์ฟ 3 ตัว ดังรูปที่ 2.13




รูปที่ 2.13 รูปวงจรการต่อมาสเตอร์ 1 ตัวกับ สเลย์ฟ 3 ตัว [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.10.1 SPI ใช้สายสัญญาณทั้งหมด 4 เส้น

| | | |
|---|---|---|
| 1. MOSI (Master Out Slave In) | Master -> Slave | Shared |
| 2. MISO (Master In Slave Out) | Slave -> Master | Shared |
| 3. SCLK (Clock) | Master -> Slave | Shared |
| 4. SS (Slave Select) | Master -> Slave | Not Shared |

Master สามารถเชื่อมต่อกับ Slave ได้มากกว่า 1 ตัว โดยทุกตัวจะใช้ขา MOSI MISO และ SCLK ร่วมกัน แล้ว Master จะส่งสัญญาณที่ขา CS เพื่อเลือกว่าในขณะนั้น Master ติดต่อกับ Slave ตัวใด

### 2.10.2 รูปแบบสัญญาณใน SPI BUS

รูปแบบสัญญาณ SPI มี 4 รูปแบบ แตกต่างกันที่ขอบสัญญาณนาฬิกา (Clock Polarity) และเฟส (Phase)

- เมื่อ CPHA=0 และ CPOL=0 สัญญาณนาฬิกา (Clock) ในสถานะปกติจะเป็น Low และจะรับ-ส่งข้อมูลที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณนาฬิกา (Rising Edge Clock)
- เมื่อ CPHA=0 และ CPOL=1 สัญญาณนาฬิกา (Clock) ในสถานะปกติจะเป็น High และจะรับ-ส่งข้อมูลที่ขอบขาลงของสัญญาณนาฬิกา (Falling Edge Clock)
- เมื่อ CPHA=1 และ CPOL=0 สัญญาณนาฬิกา (Clock) ในสถานะปกติจะเป็น Low และจะรับ-ส่งข้อมูลที่ขอบขาลงของสัญญาณนาฬิกา (Falling Edge Clock)
- เมื่อ CPHA=1 และ CPOL=1 สัญญาณนาฬิกา (Clock) ในสถานะปกติจะเป็น High และจะรับ-ส่งข้อมูลที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณนาฬิกา (Rising Edge Clock)

ดังนั้น จึงกำหนดเป็น Mode การทำงานได้ 4 โหมด คือ

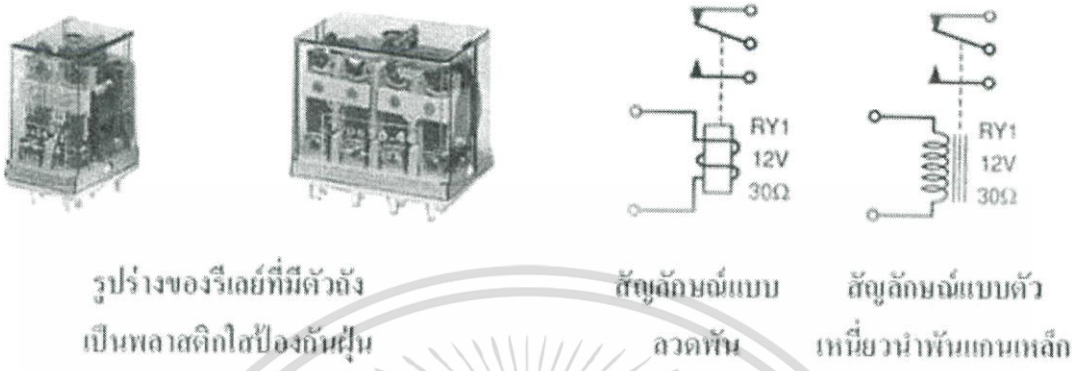
1) Mode 0 = CPOL=0 และ CPHA=0
2) Mode 1 = CPOL=0 และ CPHA=1
3) Mode 2 = CPOL=1 และ CPHA=0
4) Mode 3 = CPOL=1 และ CPHA=1

## 2.11 รีเลย์ (Relay)

เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมาย แสดงลักษณะของอุปกรณ์รีเลย์ดังรูปที่ 2.14




รูปร่างของรีเลย์ที่มีตัวถังเป็นพลาสติกใสป้องกันฝุ่น | สัญลักษณ์แบบลวดพัน | สัญลักษณ์แบบตัวเหนี่ยวนำพันแกนเหล็ก

รูปที่ 2.14 รูปร่างและสัญลักษณ์ Relay [7]

### 2.11.1 รีเลย์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลัก

1) ส่วนของขดลวด (coil) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระทุ้งให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน (ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่ผู้ผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระทุ้งให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน

2) ส่วนของหน้าสัมผัส (contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุม

### 2.11.2 ประเภทของรีเลย์

เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์มีหลักการทำงานคล้ายกับขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าหรือโซลิ-นอยด์ (solenoid) รีเลย์ใช้ในการควบคุมวงจรไฟฟ้าได้อย่างหลากหลาย รีเลย์เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

1) รีเลย์กำลัง (power relay) หรือคอนแทกเตอร์ (Contract or Magneticcontactor) ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา

2) รีเลย์ควบคุม (control Relay) มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่สูงมาก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่ รีเลย์ควบคุมนิยมเรียกว่า "รีเลย์"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.11.3 จุดต่อใช้งานมาตรฐาน ประกอบด้วย

จุดต่อ NC ย่อมาจาก normal close หมายความว่าปกติดปิด หรือ หากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปจะต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลา

จุดต่อ NO ย่อมาจาก normal open หมายความว่าปกติเปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปจะต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิด เช่น โคมไฟสนาม

จุดต่อ C ย่อมากจาก common คือจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ

### 2.11.4 ข้อคำถึงในการใช้งานรีเลย์ทั่วไป

1) แรงดันใช้งาน หรือแรงดันที่ทำให้รีเลย์ทำงานได้ ซึ่งจะระบุค่าแรงดันใช้งานไว้ที่ตัวรีเลย์ (หากใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนมากจะใช้แรงดันกระแสตรงในการใช้งาน) เช่น 12VDC คือต้องใช้แรงดันที่ 12 VDC เท่านั้น

2) การใช้งานกระแสผ่านหน้าสัมผัส ซึ่งที่ตัวรีเลย์จะระบุไว้ เช่น 10A 220AC คือ หน้าสัมผัสของรีเลย์นั้นสามารถทนกระแสได้ 10 แอมแปร์ที่ 220VAC แต่ควรจะใช้งานที่ระดับกระแสต่ำกว่านี้ เพราะถ้ากระแสมากหน้าสัมผัส ของรีเลย์จะละลายเสียหายได้

## 2.12 IC ขยายขา 16 ขา I/O สำหรับ Arduino เบอร์ MCP23017

### 2.12.1 การเพิ่มขา I/O ด้วยไอซี MCP23017 16-Bit I/O Expander

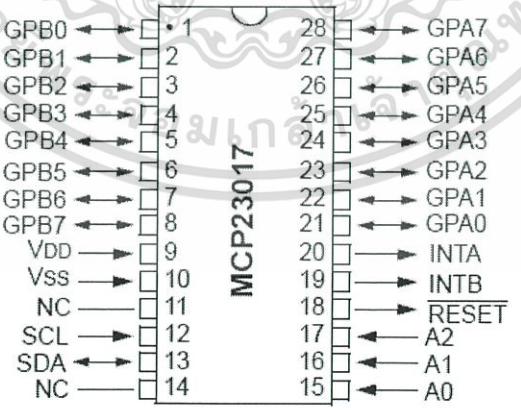
บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อย่างเช่น Arduino Uno มีจำนวนขาสำหรับ GPIO (General-Purpose I/O) ค่อนข้างจำกัด (ขา D0 ถึง D13 สำหรับขาดิจิทัล และอาจใช้ขา A0 ถึง A6 เป็นขาดิจิทัลได้ด้วย) แต่ถ้าต้องการใช้ขา I/O (ดิจิทัล) ที่มีจำนวนมากกว่านั้น อาจต้องเปลี่ยนไปใช้บอร์ด Arduino Mega 2560 เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ยังมีอีกวิธีหนึ่งที่จะเพิ่มจำนวนขา I/O ให้กับบอร์ด Arduino ได้ วิธีการนี้คือ การใช้ไอซีประเภทที่เรียกว่า I/O Expander โดยเชื่อมต่อผ่าน I2C หรือ SPI เช่น มีขา I/O port จำนวน 8 บิต หรือ 16 บิต หรือถ้าต้องการมากกว่านั้น ก็สามารถใช้ไอซีหลายตัวได้ บทความนี้กล่าวถึง การใช้งานไอซี MCP23017 16-Bit I/O Expander ของบริษัท Microchip เพื่อเพิ่มจำนวนขา I/O ได้จำนวนถึง 16 ขา ให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ เชื่อมต่อแบบ I2C และนำมาทดลองใช้กับบอร์ด Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.12.2 ข้อมูลเชิงเทคนิคเกี่ยวกับไอซี MCP23017

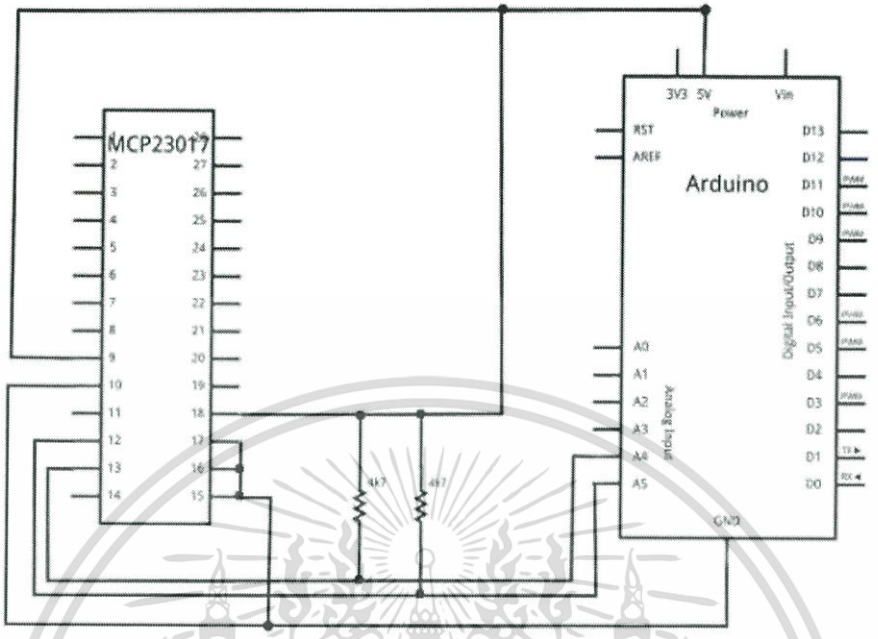
- ใช้แรงดันไฟเลี้ยง VCC = 1.8V - 5.5V
- มีความสามารถในการจ่ายหรือรับกระแสต่อขา (Source & Sink Current per I/O): 25mA สื่อสารข้อมูลผ่านบัส I2C (SDA and SCL) ความเร็ว 100kHz (standard), 400kHz (fast-mode) และ 1.7MHz
- มีขาสำหรับกำหนดหมายเลขของอุปกรณ์ (slave address) 3-bit address pins: A2,A1,A0
- มีขา I/O รวม 16 ขา แบ่งเป็น I/O Port สองชุด (Two 8-bit I/O ports): GPA (7..0) and GPB (7..0)
- เลือกทิศทางของ I/O Port ได้ โดยโปรแกรมค่าให้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุตได้ เลือกแต่ละขาได้เป็นอิสระจากกัน
- ขา I/O ทั้ง 16 ขา มี pull-up resistor 100 kΩ อยู่ภายใน สามารถเปิดหรือปิดการใช้งานได้ แต่ละขา มี Output Latch ในกรณีที่ใช้เป็นเอาต์พุต หรือถ้าเป็นอินพุตก็สามารถกำหนดให้ขาอินพุต สามารถตรวจจับ การเปลี่ยนแปลงลอจิก หรือเปรียบเทียบกับค่าที่ได้กำหนดไว้ในรีจิสเตอร์ภายในได้ และสร้างอินเทอร์รัพท์ที่ขา INTA และ INTB (interrupt-on-change)
- มีขาอินเทอร์รัพท์-เอาต์พุต 2 ชุด (Interrupt output pins) สำหรับ GPA และ GPB: INTA and INTB และมีขารีเซต

แสดงขาต่างๆของ ไอซี MCP23017 และการเชื่อมต่อไอซีกับกับ Arduino ดังรูปที่ 2.15 และ 2.16 ตามลำดับ




รูปที่ 2.15 รูปแสดงขาของไอซี MCP23017 ตัวถัง PDIP-28 [8]

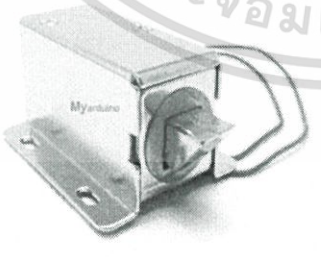
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



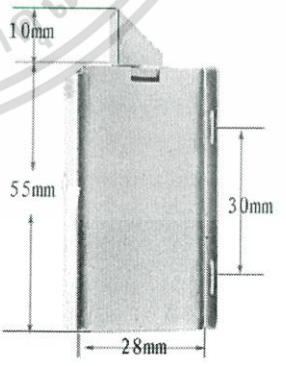

รูปที่ 2.16 การเชื่อมต่อไอซี MCP 23017 กับ Arduino [11]

## 2.13 กลอนไฟฟ้า โซลินอยด์ Solenoid

ใช้เป็นกลอน เปิดปิดอุปกรณ์ เมื่อเราจ่ายไฟ 12V ให้โซลินอยด์ตัวนี้มันจะทำการดูดเหล็กที่ยื่นออกมาเข้าไปเราสามารถนำมาทำเป็นกลอนเปิดปิดประตู อุปกรณ์ต่างๆได้ ทำจากเหล็ก ดังรูปที่ 2.17 และ 2.18



รูปที่ 2.17 กลอนไฟฟ้า โซลินอยด์ [9]



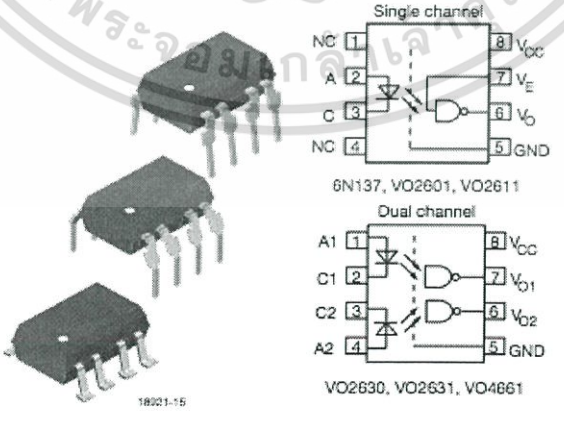

รูปที่ 2.18 ขนาดกลอนไฟฟ้า [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| น้ำหนัก | : 0.14kg |
| ขนาดฐานที่ติดตั้ง | : 54 * 41mm |
| รูยึด | : 3mm |
| ขนาด | : 54mm*41mm*30mm |
| Voltage | : 12VDC |
| กระแส | : 1.5A |
| ระยะหดกลับ | : 10mm |
| รูปแบบการขับเคลื่อน | : ตรง |
| ปลดล็อคเวลา | : 1S, ไฟอย่างต่อเนื่อง<10S; |
| อุณหภูมิ | : -40℃ ~ +50 ℃ |

## 2.14 อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง (Optocouplers)

อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง (Opto-Coupler) หรือเรียกว่า อุปกรณ์แยกสัญญาณทางแสง (Opto-Isolator) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเชื่อมต่อทางแสง โดยการเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นแสงแล้วเปลี่ยนกลับเป็นสัญญาณไฟฟ้าตามเดิม นิยมใช้สำหรับการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างสองวงจร และต้องการแยกกันทางไฟฟ้าโดยเด็ดขาด เพื่อป้องกันการรบกวนกันทางไฟฟ้าระหว่างสองวงจร ภายในของอุปกรณ์ประเภทนี้ ประกอบด้วยไดโอดเปล่งแสง (LED) ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวส่งแสง (Optical Transmitter) เช่น แสงอินฟราเรด (Infrared) และสำหรับตัวรับแสง (Optical Receiver) ซึ่งมักนิยมใช้โฟโต้ทรานซิสเตอร์ (Phototransistor) เป็นตัวรับโดยจะถูกผลิตรวมอยู่ในตัวถังเดียวกัน แสดงตัวอย่างไอซีที่ใช้หลักการ Opto-Coupler ดังรูปที่ 2.20




รูปที่ 2.19 ตัวอย่างไอซีที่ใช้หลักการ Opto-Coupler

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

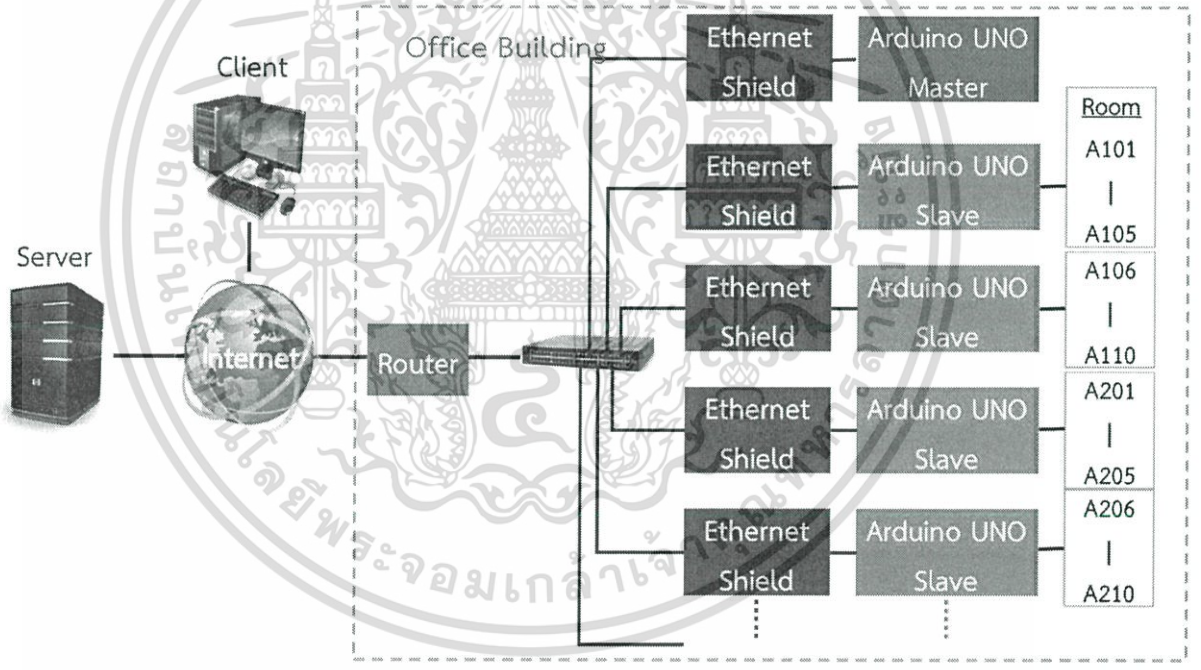
# บทที่ 3

# การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

ในการออกแบบระบบต่างๆ จะนำทฤษฎีจากบทที่ 2 มาใช้สำหรับการออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์และการทำงานของระบบ โดยเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงภาพรวมของระบบการเชื่อมต่อทั้งหมดและระบบย่อยรวมถึงอธิบายรายละเอียดการทำงานของระบบด้วย

## 3.1 การออกแบบ

### 3.1.1 การออกแบบระบบการเชื่อมต่อโดยรวม




รูปที่ 3.1 แผนผังระบบการเชื่อมต่อโดยรวม

จากรูปที่ 3.1 ระบบโดยรวมจะแบ่งเป็นส่วนกลาง (Center) และส่วนปลายทาง ซึ่งส่วนกลางจะประกอบด้วย เครื่องเซิร์ฟเวอร์ (Server) ที่มีฐานข้อมูล (Database) โดยส่วนกลางมีหน้าที่ในการจัดการและเก็บข้อมูลต่างๆ จากปลายทาง รวมถึงการให้บริการหน้าเว็บ และส่วนปลายทางซึ่งก็คือระบบภายในอาคารสำนักงาน โดยระบบภายในอาคารสำนักงานจะประกอบด้วย 2 ส่วนได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ส่วนรับส่งข้อมูล จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิดอาดูโน่ยูโน่เวอร์ชั่นอาร์สาม (Arduino UNO R3) เรียกว่า “อาดูโน่มาสเตอร์ (Master Arduino UNO)” ซึ่งจะมีเพียง 1 ตัวต่ออาคารสำนักงาน 1 อาคาร

2) ส่วนสั่งการอุปกรณ์และรับค่าจากเซนเซอร์ ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิดอาดูโน่ยูโน่เวอร์ชั่นอาร์สามเช่นเดียวกัน แต่ในส่วนนี้จะเรียกว่า “อาดูโน่สเลย์ฟ (Slave Arduino UNO)” ซึ่งอาดูโน่สเลย์ฟสามารถเพิ่มหรือลดจำนวนได้แล้วแต่ความต้องการในการติดตั้ง โดยอาดูโน่สเลย์ฟ 1 ตัวจะควบคุมระบบของห้องจำนวน 5 ห้อง ซึ่งระบบในห้องๆหนึ่ง จะประกอบไปด้วย 2 ระบบ ได้แก่

2.1) ระบบตรวจสอบสถานะของหลอดไฟ จะใช้วงจรตรวจจับกระแสไฟฟ้าในการบอกสถานะของหลอดไฟว่าเปิดหรือปิดอยู่

2.2) ระสั่งเปิดปิดหลอดไฟ จะใช้การสั่งการผ่านหน้าเว็บเพจสำหรับควบคุมการเปิดปิดหลอดไฟทั้งสำนักงานและสวิตซ์ 2 ทาง (2-Ways 220v Switch button) ที่ติดตั้งอยู่ในห้องสำหรับการเปิดปิดหลอดไฟเฉพาะภายในห้องนั้นๆ

2.3) ระบบจำกัดการอนุญาตคนเข้าห้องด้วย RFID จะใช้ RFID RC-522 Reader ในการอ่านแท็กส์การ์ด อาดูโน่สเลย์ฟจะได้รับอินพุตเป็นรหัสของการ์ดเพื่อส่งเป็นข้อความไปยังอาดุโน่มาสเตอร์ และสั่งปลดล็อคกลอนไฟฟ้าด้วยอุปกรณ์รีเลย์

อาดูโน่มาสเตอร์กับอาดูโน่สเลย์ฟติดต่อสื่อสารกันแบบยูดีพี (UDP : *User Datagram Protocol*) ผ่านสายแลน ซึ่งทั้งอาดูโน่ยูโน่และอาดูโน่มาสเตอร์จะมีอีเทอร์เน็ตชีลต่ออยู่ รับส่งข้อมูลระหว่างกันภายในวงแลนเดียวกัน ในส่วนของอาดูโน่สเลย์ฟต้องกำหนดไอพีและหมายเลขพอร์ทของตัวเองรวมทั้งไอพีและหมายเลขพอร์ท ปลายทาง ซึ่งเป็นของไอพีและหมายเลขพอร์ทประจำอาดูโน่มาสเตอร์ และในส่วนของอาดูโน่มาสเตอร์ ต้องกำหนดไอพีและหมายเลขพอร์ทของตัวเองรวมทั้งไอพีและหมายเลขพอร์ทปลายทาง ซึ่งเป็นไอพี และหมายเลขพอร์ทประจำอาดูโน่ สเลย์ฟเช่นกัน นอกจากนี้มาสเตอร์ยังต้องกำหนดไอพีของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ด้วยสำหรับการส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์

แสดงโค้ดของโปรแกรม Arduino IDE ในการกำหนด ไอพีรวมทั้งหมายเลขพอร์ทของอาดูโน่สเลย์ฟ และอาดูโน่มาสเตอร์ ดังรูปที่ 3.2 และ 3.3 ตามลำดับ โดยไอพีของอาดูโน่มาสเตอร์ อาดูโน่สเลย์ฟ และเครื่องเซิร์ฟเวอร์คือ 187.246.1.20 , 187.246.1.2 และ 187.246.1.16 ตามลำดับ มีการกำหนดหมายเลขพอร์ท ประจำอาดูโน่มาสเตอร์และอาดูโน่สลาฟคือ 5005 และ 8000 ตามลำดับ

```
IPAddress ip(187 ,246 ,1 ,2); //Local IP address
IPAddress destIp(187 ,246 ,1 ,20); //Destination ip address
unsigned int localPort = 8000; // local port to listen on
unsigned int destPort = 5005; //Destination port
```

รูปที่ 3.2 โค้ดของโปรแกรม Arduino IDE ในการกำหนดไอพีและหมายเลขพอร์ทของอาดูโน่สเลย์ฟ

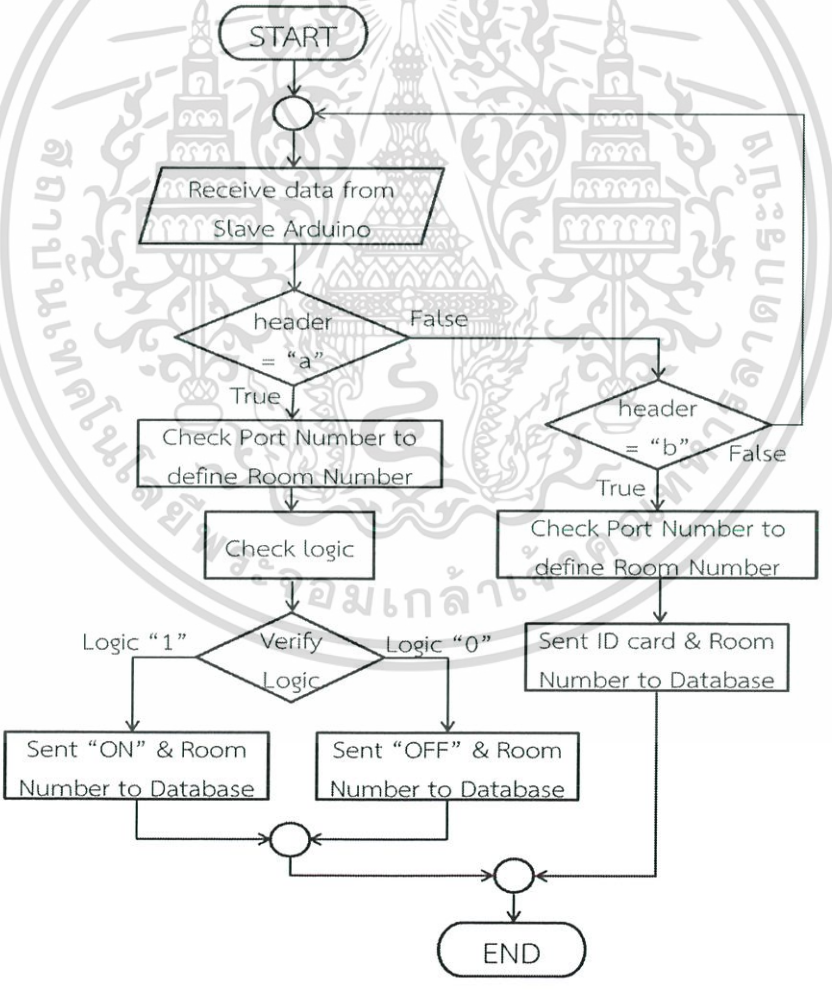
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
IPAddress ip(187 ,246 ,1 ,20); //Local IP address
IPAddress destIp1(187 ,246 ,1 ,2); //Destination ip address
IPAddress server(187 ,246 ,1 ,16); //IP of server
unsigned int localPort = 5005;      // local port to listen on
unsigned int destPort[] = 8000;
```

รูปที่ 3.3 โค้ดของโปรแกรม Arduino IDE ในการกำหนดไอพีและหมายเลขพอร์ทของอาดูโน่มาสเตอร์

### 3.1.2 การออกแบบส่วนรับส่งข้อมูล

ในส่วนรับส่งข้อมูลซึ่งควบคุมการทำงานด้วยอาดูโน่มาสเตอร์ ทำหน้าที่ในการแยกแยะข้อมูลที่ได้รับมาจากอาดูโน่ในส่วนที่สองแล้วส่งข้อมูลที่แยกแยะแล้วไปในเก็บฐานข้อมูลที่ส่วนกลาง




รูปที่ 3.4 แผนผังลำดับการทำงานส่วนรับส่งข้อมูลบนอาดูโน่มาสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.4 ลำดับการทำงานเริ่มต้นเมื่ออาดูโน่มาสเตอร์ได้รับข้อมูลจากอาดูโน่สเลย์ฟในรูปแบบของข้อความแล้วจะทำการตรวจสอบ “อักษรแรกของข้อความ (Header)”

ถ้าอักษรตัวแรกคือ “a” แสดงว่าเป็นข้อมูลของระบบตรวจสอบสถานะหลอดไฟ จากนั้นจะทำการตรวจสอบตัวอักษรถัดไป (ชุดที่2) ซึ่งหมายเลขพอร์ทดิจิทัล (Digital Port Number) ที่อาดูโน่สเลย์ฟใช้รับค่า อาดูโน่มาสเตอร์จะมีหน้าที่กำหนดว่าหมายเลขพอร์ทไหนคือหลอดไฟในห้องไหน และตัวอักษรถัดไป (ชุดที่3) ซึ่งจะมีเพียงค่า “1” กับ “0” เท่านั้นโดยค่านี้จะบอกสถานะของหลอดไฟ ถ้าค่าสถานะที่อ่านได้คือ “1” แสดงว่าหลอดไฟถูกเปิด อาดูโน่มาสเตอร์จะส่งหมายเลขห้องและสถานะ “ON” ไปเก็บที่ฐานข้อมูล แต่ถ้าค่าสถานะที่อ่านได้คือ “0” แสดงว่าหลอดไฟถูกปิด อาดูโน่มาสเตอร์จะส่งหมายเลขห้องและสถานะ “OFF” ไปเก็บที่ฐานข้อมูล

ถ้าอักษรตัวแรกคือ “b” แสดงว่าเป็นข้อมูลของระบบเปิดปิดประตูด้วย RFID ตัวอักษรถัดไป (ชุดที่2) หมายเลขพอร์ทดิจิทัล (Digital Port Number) ของอาดูโน่สเลย์ฟที่เชื่อมต่อกับขา SS (Slave Select) ของ RFID และตัวอักษรถัดไป (ชุดที่3) จะมีความยาว 8 ตัวอักษรซึ่งก็คือรหัสของการ์ดที่ RFID อ่านได้ อาดูโน่มาสเตอร์จะมีหน้าที่กำหนดว่าหมายเลขพอร์ทไหนคือ RFID ของห้องไหน จากนั้นจะส่งหมายเลขห้องพร้อมกับรหัสการ์ดไปเก็บยังฐานข้อมูล

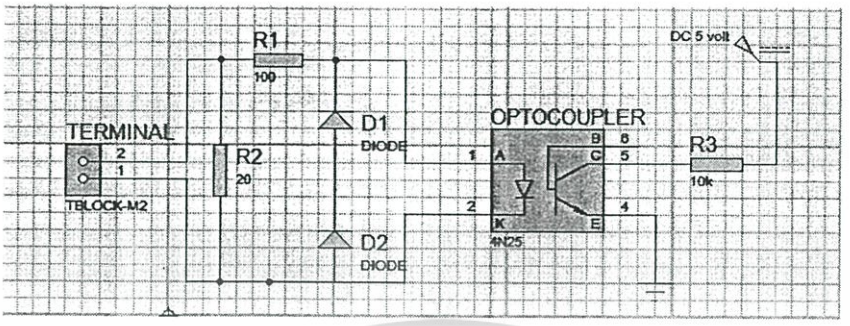
### 3.1.3 การออกแบบส่วนสั่งการอุปกรณ์และรับค่าจากเซนเซอร์

ในส่วนสั่งการอุปกรณ์และรับค่าจากเซนเซอร์ มีอาดูโน่สเลย์ฟเป็นตัวควบคุมการทำงาน ซึ่งอาดูโน่สเลย์ฟ 1 ตัวจะควบคุมการทำงานระบบของห้องจำนวน 5 ห้อง โดยระบบของ 1 ห้องที่อยู่ภายใต้การควบคุมของอาดูโน่สเลย์ฟมีดังนี้

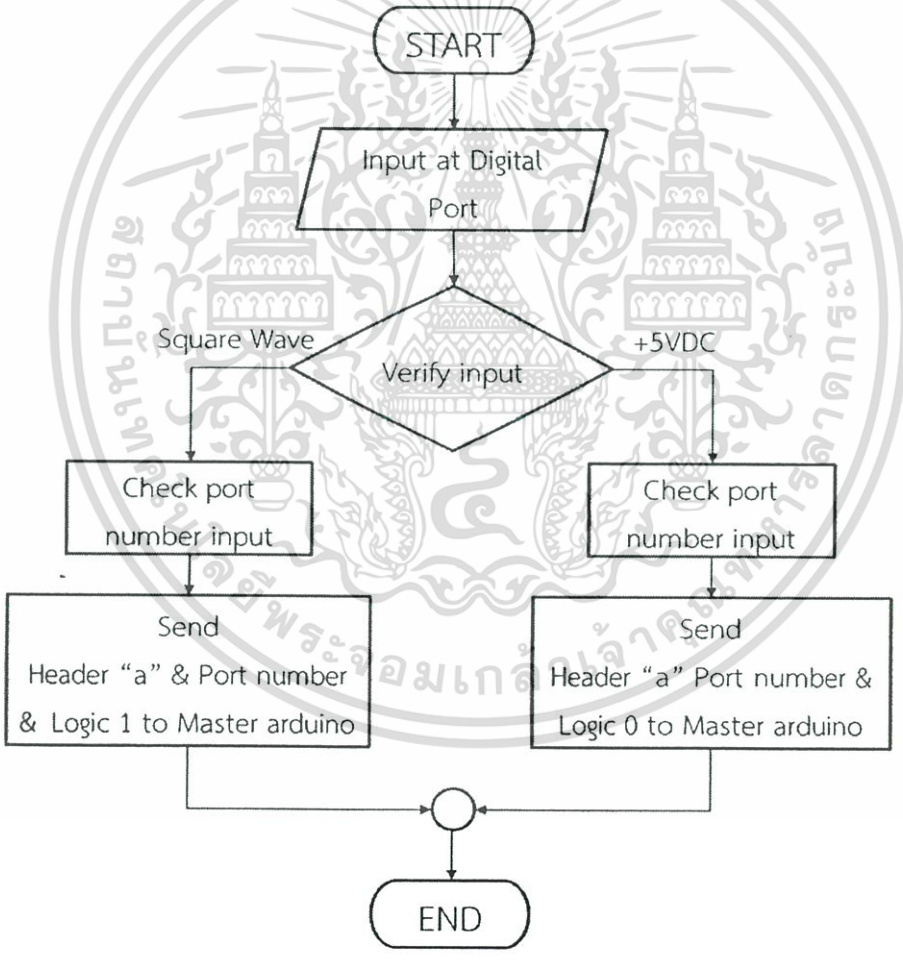
#### 3.1.3.1 ระบบตรวจสอบสถานะของหลอดไฟ

ในระบบตรวจสอบสถานะของหลอดไฟจะใช้วงจรตรวจจับกระแสไฟฟ้าต่ออนุกรมกับสายไฟที่ต่อเข้าหาหลอดไฟ วงจรตรวจจับกระแสนี้จะใช้หลักการของออปโต้คัปเปลอร์ (Opto-Coupler) แสดง Schematic ของวงจรตรวจจับกระแสดังรูปที่ 3.5 เมื่อมีกระแสไหลผ่านตัวต้านทานจะทำให้เกิดแรงดันตกคร่อม แรงดันตกคร่อมนี้จะเป็นค่าอินพุตให้กับวงจรตรวจจับกระแส ส่วนเอาท์พุตของวงจรตรวจจับกระแสนี้จะเป็นค่าอินพุตให้พอร์ทดิจิทัลของอาดูโน่สเลย์ฟต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 3.5 Schematic ของวงจรตรวจจับกระแส

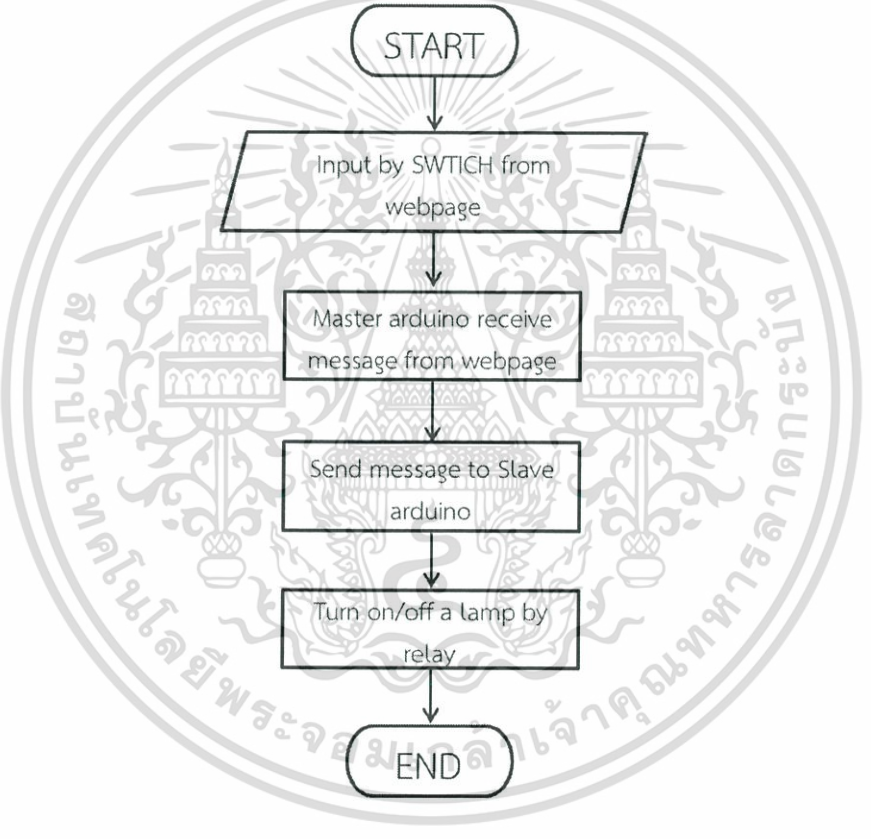



รูปที่ 3.6 แผนผังลำดับการทำงานของระบบตรวจสอบสถานะเปิด/ปิดหลอดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.6 ระบบตรวจสอบเริ่มต้นเมื่อพอร์ทดิจิทัลของอาดูโน่สเลย์ฟได้รับค่าแรงดันไฟฟ้า ถ้าได้รับแรงดันไฟฟ้า 5VDC จะทำการส่งหมายเลขพอร์ทดิจิตอลที่ได้รับค่าแรงดันไฟฟ้าพร้อมกับค่า “1” ไปยังอาดูโน่มาสเตอร์ แต่ถ้าได้รับแรงดันไฟฟ้า 0VDC จะทำการส่งหมายเลขพอร์ทดิจิตอลที่ได้รับค่าแรงดันไฟฟ้าพร้อมกับค่า “0” ไปยังอาดูโน่มาสเตอร์ โดยในระบบนี้ข้อความที่ส่งไปนั้นจะกำหนดอักษรแรกของข้อความเป็น “a”

3.1.3.2 ระบบสั่งเปิดปิดหลอดไฟ



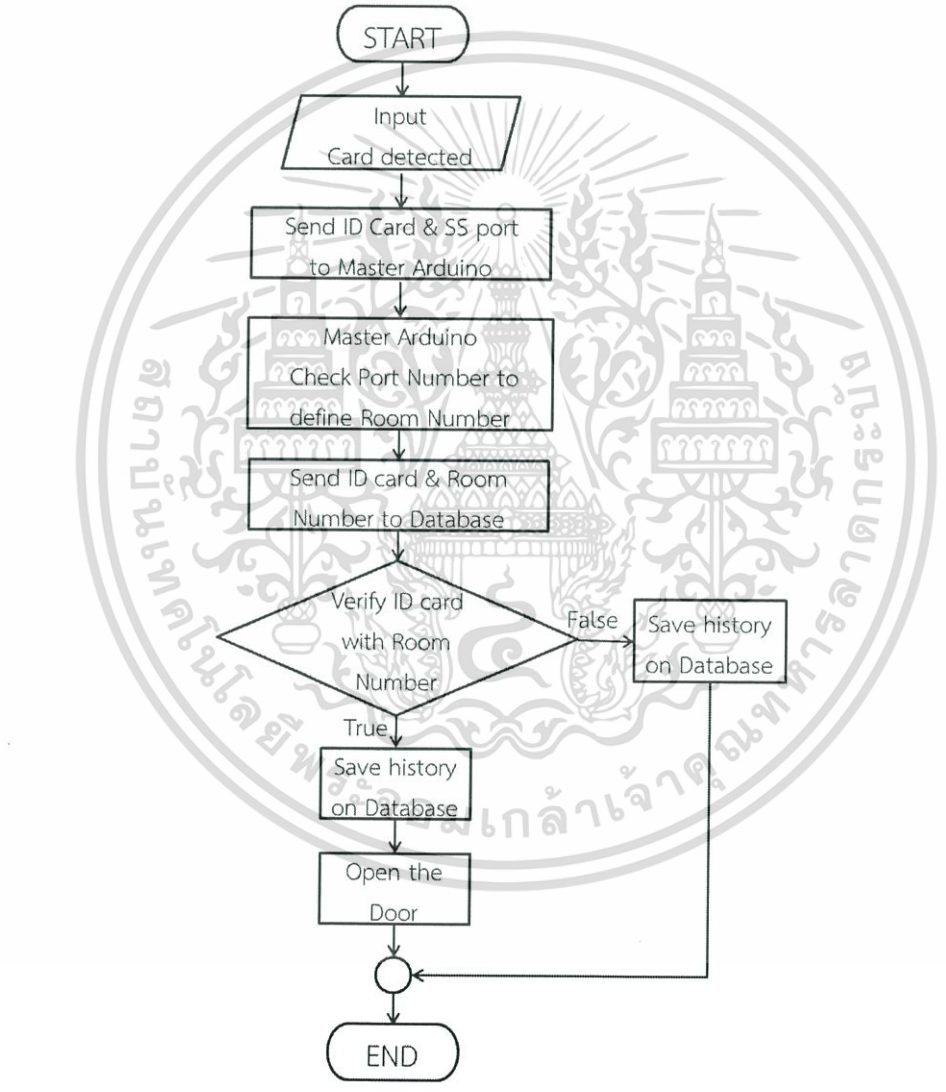

รูปที่ 3.7 แผนผังลำดับการทำงานของระบบสั่งเปิด-ปิดหลอดไฟ

จากรูปที่ 3.7 เมื่อทำการคลิกปุ่มสวิตช์ (Switch button) บนหน้าเว็บเพจ อาดูโน่มาสเตอร์จะรับข้อความจากเว็บเพจซึ่งจะระบุหมายเลขอาดูโน่สเลย์ฟ หมายเลขห้องและหมายเลขหลอดไฟ จากนั้นจะส่งข้อความดังกล่าวไปให้อาดูโน่สเลย์ฟที่หมายเลขตรงกับในข้อความ เมื่ออาดูโน่สเลย์ฟได้รับข้อความก็จะสั่งการสลับการทำงานของรีเลย์ที่ควบคุมหลอดไฟตามหมายเลขที่ระบุในข้อความ ซึ่งสวิตช์ 2 ทางที่ติดตั้งภายในห้องก็จะมีหน้าที่ในการสลับสถานะของหลอดไฟเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.3 ระบบจำกัดการอนุญาตคนเข้าห้องด้วย RFID

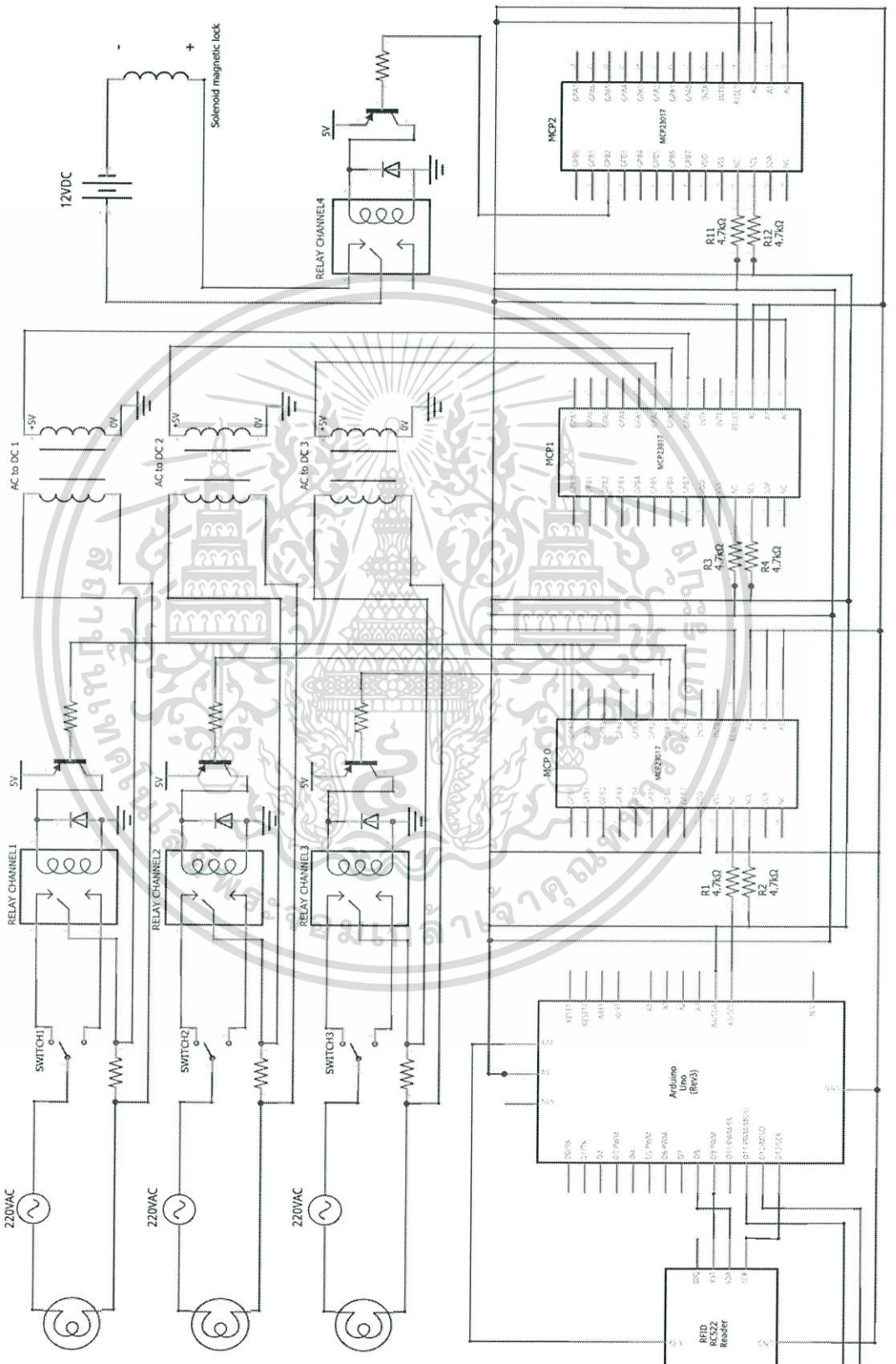
ลำดับการทำงานเริ่มเมื่อ RFID อ่านการ์ดจากการแท็กส์ได้ จากนั้นอาดูโน่สเลย์ฟจะส่งข้อความเป็นหมายเลขพอร์ทที่ต่อกับขา SS (Slave Select) ตามด้วยรหัสการ์ด ไปยังอาดูโน่มาสเตอร์ โดยในระบบนี้ข้อความที่ส่งไปนั้นจะกำหนดอักษรแรกของข้อความเป็น “b” ข้อมูลนี้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีในฐานข้อมูล ถ้าหมายเลขห้องและรหัสการ์ดตรงกัน อาดูโน่สเลย์ฟจะสั่งปลดล็อคกลอนไฟฟ้า พร้อมบันทึกประวัติการเปิดประตูไว้บนฐานข้อมูล ดังรูปที่ 3.8




รูปที่ 3.8 แผนผังลำดับการทำงานของระบบเปิด/ปิดประตูด้วย RFID

จากระบบทั้งหมดในส่วนสั่งการอุปกรณ์และรับค่าจากเซนเซอร์ สามารถแสดง Schematic ของระบบของห้อง 1 ห้องซึ่งควบคุมโดยอาดูโน่สเลย์ฟ ดังรูปที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 3.9 Schematic ของระบบของห้อง 1 ห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

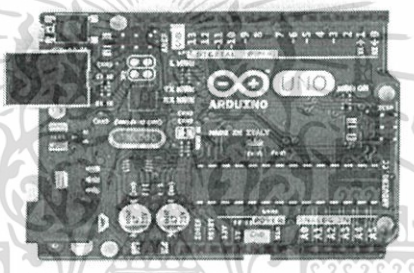
## 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ในการออกแบบระบบโดยรวมจะใช้เครื่องมือที่มีทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ โดยจะแบ่งโปรแกรมซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการออกแบบได้ดังนี้

### 3.2.1 ฮาร์ดแวร์

1. Arduino UNO R3

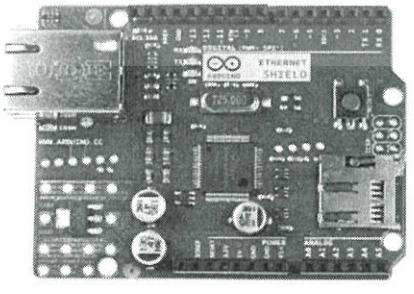
เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ ใช้ไอซี ATmega328 เป็นคอนโทรลเลอร์ซึ่งมี Clock Speed 16 MHz , Flash Memory 32 KB , SRAM 2 KB และ EEPROM 1 KB รูปร่างของบอร์ดแสดงดังรูปที่ 3.10




รูปที่ 3.10 อุปกรณ์ Arduino UNO R3

2. Ethernet Shield Arduino

โมดูล Ethernet Shield นี้จะใช้ประกอบกับ Arduino UNO เพื่อที่จะทำให้สามารถติดต่อกับระบบเครือข่ายได้ โดยใช้ Ethernet Library ซึ่งมีช่องอ่าน Micro SD Card ติดมาด้วยสามารถใช้กับ SD Library ของ ARDUINO ได้ ซึ่งการเชื่อมต่อกับ Ethernet Shield นี้จะใช้สาย RJ45 อาจจะใช้ CAT5 หรือ CAT6 โดยสามารถใช้ DHCP ได้ แต่การเชื่อมต่อระหว่างสองจุดยังต้องใช้สาย Cross Over อยู่ แสดงรูปร่างของโมดูล Ethernet Shield ดังรูปที่ 3.11

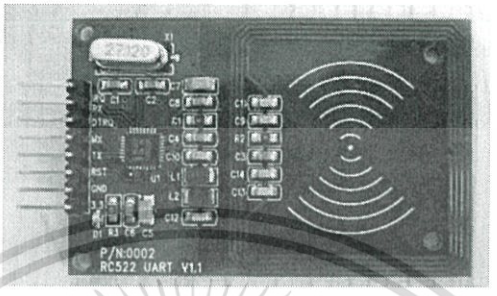



รูปที่ 3.11 อุปกรณ์ Ethernet Shield Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. RFID RC-522 Reader

อุปกรณ์ RFID RC-522 Reader ใช้ในการอ่านและเขียนแท็กส์ RFID ทำงานที่ย่านความถี่ HF หรือ 13.56MHz แสดงรูปร่างของโมดูล อุปกรณ์ RFID RC-522 Reader ดังรูปที่ 3.12




รูปที่ 3.12 อุปกรณ์ RFID RC-522 Reader

4. 2-Ways 220v Switch button

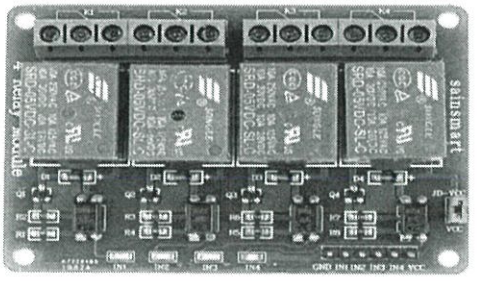
เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการสลับเส้นทางการไหลของกระแสไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้า 220V ระหว่าง 2 ช่องทาง มีลักษณะดังรูปที่ 3.13

รูปที่ 3.13 อุปกรณ์ 2-Ways 220v Switch button

5. 4 Relay module

รีเลย์ 4 ตัว เพื่อใช้งานในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า รับกระแสได้สูงถึง 10 A ใช้งานได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรง และ กระแสสลับ รับแรงดันระดับ 5 V ตรงจาก Arduino board มี LED แสดงสถานะการทำงานของรีเลย์ ออกแบบให้ป้องกันวงจรด้านควบคุมออกจากด้านกำลังโดยการใช้การส่งผ่านด้วยแสง (Optocoupler) ในทุกตัวรีเลย์ โมดูลมีลักษณะดังรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 3.14 อุปกรณ์ 4 Relay module

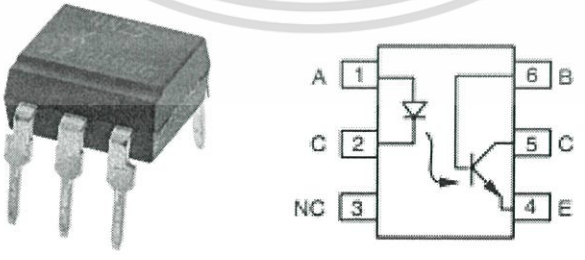
6. ไอซีขยายพอร์ทดิจิทัล MCP 23017

ไอซีสำหรับขยายขา I/O Digital Port ได้ทั้งหมด 16 พอร์ท เชื่อมต่อกับอาดูโน่ยูโน่ผ่าน I2C หรือ SPI ไอซีมีลักษะดังรูปที่ 3.15

รูปที่ 3.15 อุปกรณ์ ไอซีขยายพอร์ทดิจิทัล MCP 23017

7. ไอซี Opto-Coupler เบอร์ 4n25

ไอซี Opto-Coupler เบอร์ 4n25 มีขาอินพุต ที่ขา 1,2 โดยในขาจะมีไดโอดเปล่งแสง และที่ขา เอาท์พุตที่ขา 4,5,6 จะมี Phototransistor แสดงไอซี Opto-Coupler เบอร์ 4n25 รูปที่ 3.17




รูปที่ 3.16 ไอซี Opto-Coupler เบอร์ 4n25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2 ซอร์ฟแวร์

1) ภาษา C
2) ภาษา SQL
3) ภาษา PHP

## 3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

### 3.3.1 การทดสอบระบบตรวจสอบสถานะและเปิดปิดหลอดไฟ

#### 3.3.1.1 การตรวจจับสถานะของหลอดไฟ

เมื่อหลอดไฟถูกเปิด จะมีกระแสไหลผ่านหลอดไฟ วงจรตรวจจับกระแสจะให้ค่าเอาท์พุตเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ แต่ถ้าหลอดไฟถูกปิดหรือหลอดไฟขาด จะไม่มีกระแสไหลผ่านวงจรตรวจจับกระแสจะให้เอาท์พุตเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 0 โวลต์

#### 3.3.1.2 การเปิดปิดหลอดไฟ

เมื่อคลิกปุ่ม ON/OFF บนหน้าเว็บ หรือกดสวิตช์หลอดไฟ ผลที่ได้คือการสลับสถานะของหลอดไฟจากนั้นจะแสดงสถานะที่เปลี่ยนไป หมายเลขห้อง หมายเลขหลอด และวันเวลาบนเว็บเพจในหน้าประวัติการเปิดปิดหลอดไฟ

### 3.3.2 การทดสอบการเปิดปิดประตูด้วยระบบ RFID

#### 3.3.2.1 ความผิดพลาดในการแท็กส์การ์ดพร้อมกัน

เมื่อนำการ์ดไปแท็กส์ที่ RFID ของแต่ละห้องพร้อมกัน อาดูโน่สเลย์ฟควรจะได้รับค่าไอดีของการ์ดทุกใบ แต่ในบางครั้งอาจจะเกิดความผิดพลาดคือไม่ได้ค่าไอดีของการ์ดบางใบ โดยจะทำการทดสอบซ้ำหลายๆครั้ง เพื่อหาเปอร์เซ็นของความผิดพลาดในการแท็กส์การ์ดพร้อมกัน

#### 3.3.2.2 การจำกัดการอนุญาต

เมื่อเพิ่มไอดีของการ์ดหมายเลข 1 และห้อง A ลงในตารางการอนุญาตบนเว็บเพจแล้ว จากนั้นนำการ์ดหมายเลข 1 ไปแท็กส์ที่ RFID ของห้อง A จะทำให้กลอนไฟฟ้าจะปลอดล็อคและเข้าห้องได้ แต่ถ้านำการ์ดอื่นที่ได้กำหนดไว้ในตารางการอนุญาตมาแท็กส์ จะไม่ทำให้กลอนไฟปลดล็อคได้ ซึ่งจะแสดงประวัติการแท็กส์การ์ดบนหน้าเว็บเพจในหน้าประวัติการเข้าออกประตูห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

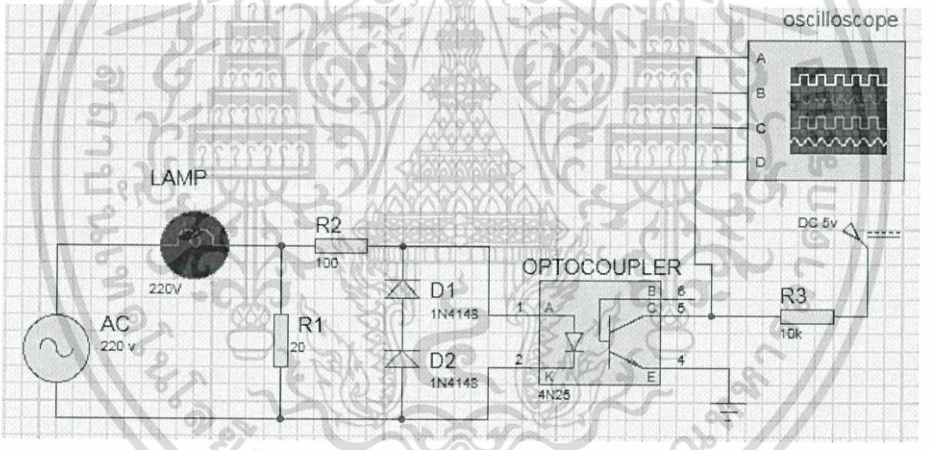
# ผลการทดลอง

ในการทดสอบระบบในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ โดยแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

## 4.1 การทดสอบระบบตรวจสอบสถานะและเปิดปิดหลอดไฟ

### 4.1.1 การตรวจจับสถานะของหลอดไฟ

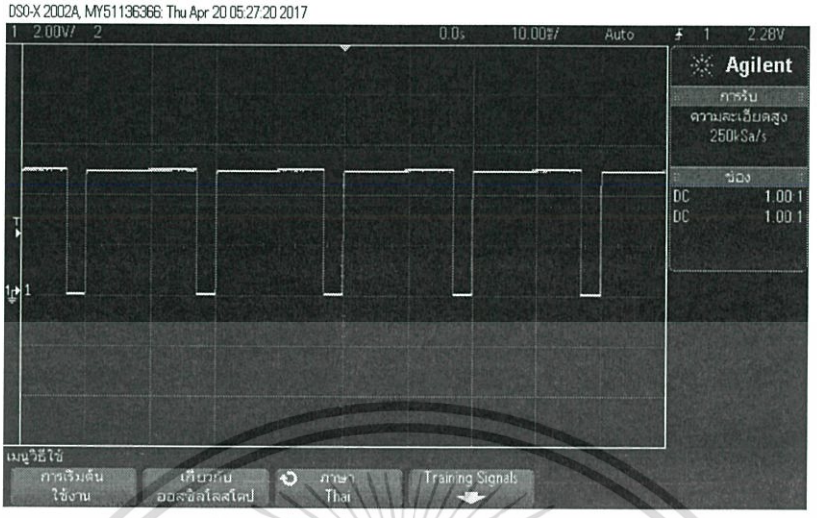
ทำการทดสอบโดยใช้ออสซิลโลสโคป (oscilloscope) วัดแรงดันเอาท์พุต (Output Voltage) จากวงจรตรวจจับกระแสไฟฟ้า ซึ่งต่อวัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟ LED ขนาด 7 วัตต์และ 200 วัตต์ ดังรูปที่4.1




รูปที่ 4.1 การต่อวงจรตรวจจับกระแสไฟฟ้าเพื่อตรวจจับกระแสที่ไหลผ่านหลอดไฟ

ในกรณีทดสอบกับหลอด 7 วัตต์ เมื่อหลอดไฟถูกเปิดจะสามารถวัดแรงดันเอาท์พุตจากวงจรตรวจจับกระแสไฟฟ้าได้สัญญาณสี่เหลี่ยมที่มีค่า Peak Voltage เท่ากับ 5V แต่ถ้าหลอดไฟถูกปิดหรือถอดหลอดไฟออก (เสมือนหลอดขาด) จะสามารถวัดแรงดันเอาท์พุตได้ +5VDC ดังรูปที่ 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

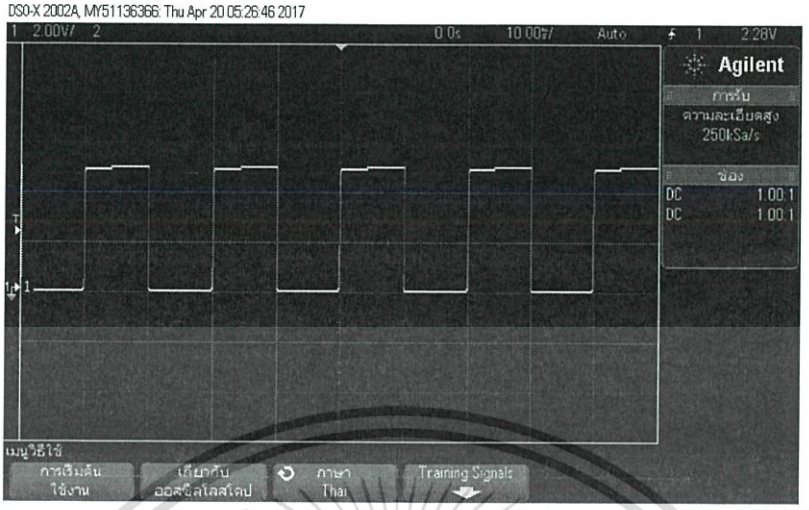



รูปที่ 4.2 แรงดันเอาท์พุตที่วัดได้จากวงจรตรวจจับกระแสไฟฟ้า ขณะที่หลอดไฟถูกปิดหรือถอดหลอดไฟ เมื่อใช้หลอดไฟ 7 วัตต์

รูปที่ 4.3 แรงดันเอาท์พุตที่วัดได้จากวงจรตรวจจับกระแสไฟฟ้า เมื่อหลอดไฟถูกปิดหรือถอดหลอดไฟออก เมื่อใช้หลอดไฟ 7 วัตต์

จากนั้นเปลี่ยนเป็นหลอด 200 วัตต์ และเมื่อหลอดไฟถูกเปิดจะสามารถวัดแรงดันเอาท์พุตจากวงจรตรวจจับกระแสไฟฟ้าได้สัญญาณสี่เหลี่ยมที่มีค่า Peak Voltage เท่ากับ 5V ดังรูปที่ 4.4 แต่ถ้าหลอดไฟถูกปิดหรือถอดหลอดไฟออก แรงดันเอาท์พุตที่วัดได้จะเท่ากับ +5VDC เหมือนกรณีที่ใช้หลอด 7 วัตต์

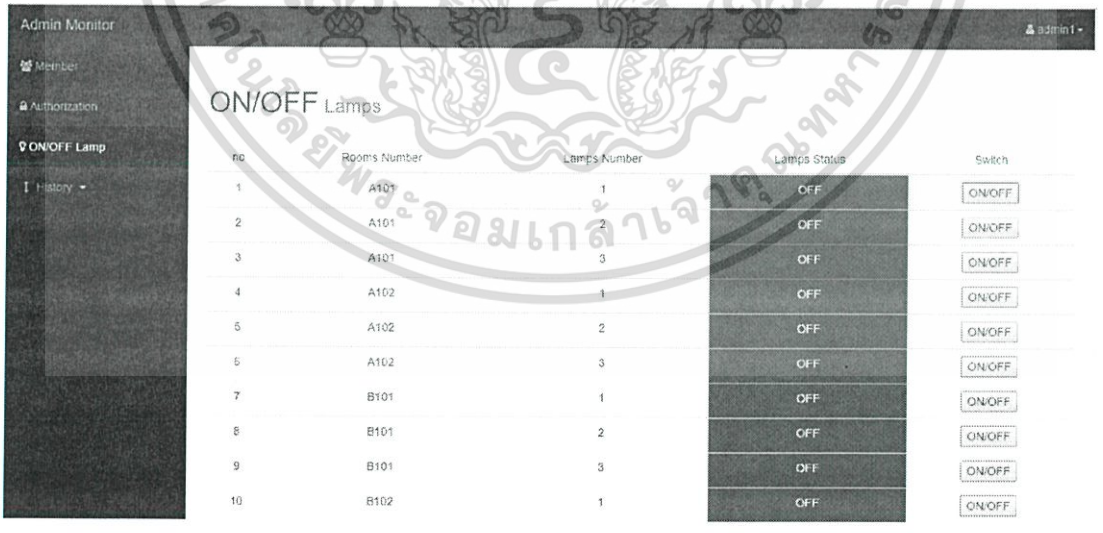
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 4.4 แรงดันเอาท์พุตที่วัดได้จากวงจรตรวจจับกระแสไฟฟ้า เมื่อหลอดไฟถูกปิดหรือถอดหลอดไฟออก เมื่อใช้หลอดไฟ 200 วัตต์

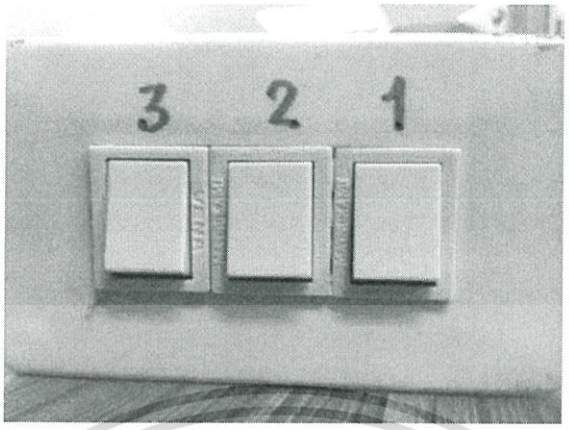
### 4.1.2 การเปิดปิดหลอดไฟ

ทำการทดสอบเปิดปิดหลอดผ่านเว็บเพจและด้วยสวิตซ์ พร้อมทั้งดูผลของสถานะและประวัติการเปิดปิดหลอดไฟบนหน้าเว็บเพจ แสดงหน้าเว็บสั่งเปิดปิดหลอดไฟและสวิตซ์ดังรูปที่ 4.5 และ 4.6



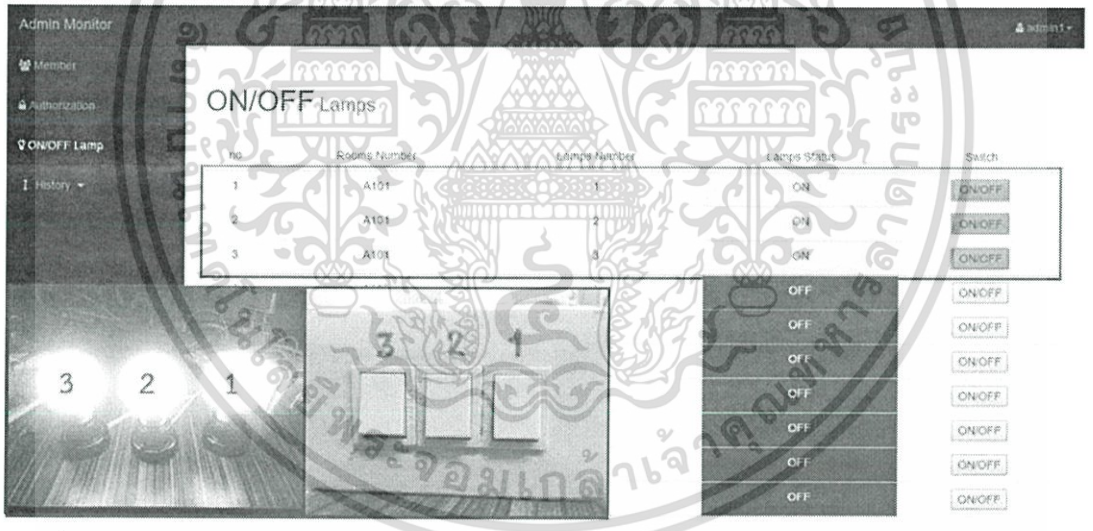

รูปที่ 4.5 หน้าเว็บสั่งเปิดปิดหลอดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 4.6 สวิตซ์ควบคุมการเปิดปิดหลอดไฟ

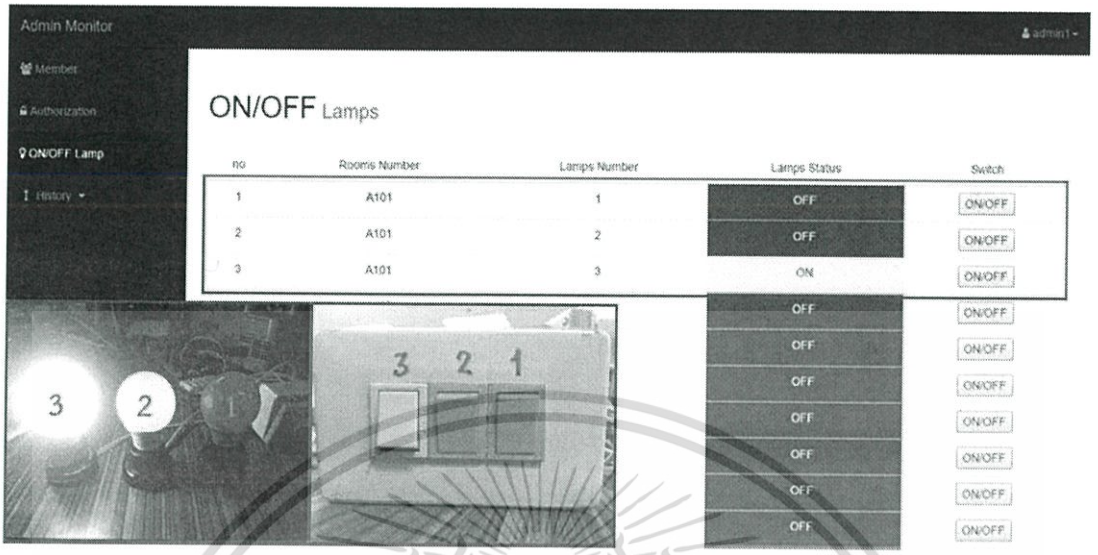
ในการทดสอบกำหนดให้เริ่มต้นหลอดไฟมีสถานะปิด เมื่อทำการคลิกปุ่ม ON/OFF ที่หลอดไฟหมายเลข 1 2 และ 3 ของห้อง A101 จะทำให้หลอดไฟทั้ง 3 ดวงติด แสดงดังรูปที่ 4.7




รูปที่ 4.7 สถานะของหลอดไฟเมื่อคลิกปุ่ม ON/OFF บนหน้าเว็บที่หลอดไฟ 1 2 และ 3 ของห้อง A101

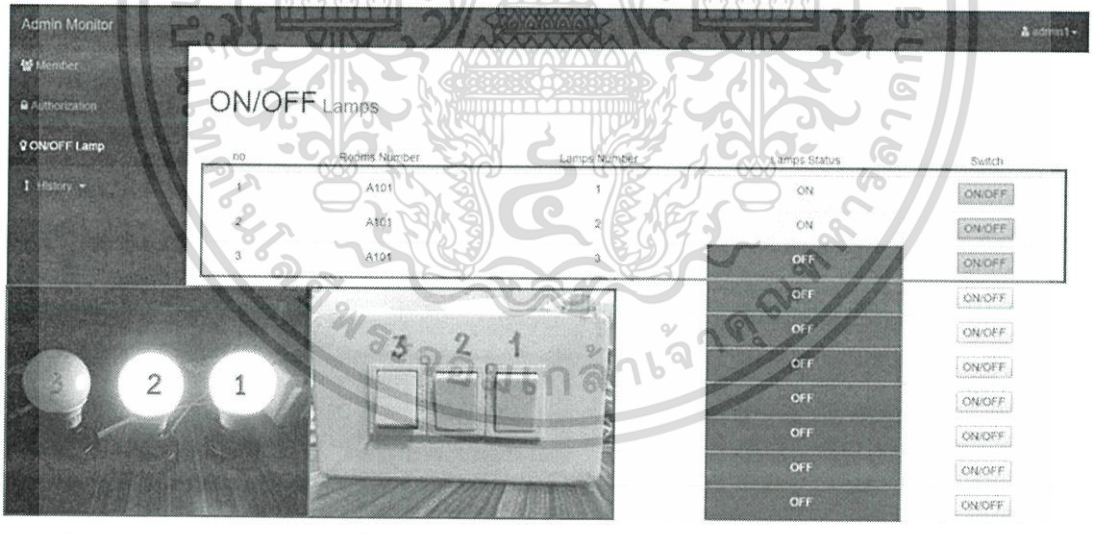
จากนั้นทำการกดสวิตซ์ที่หลอด 1 และ 2 ส่งผลให้หลอดไฟ 1 และ 2 ดับ แสดงดังรูปที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 4.8 สถานะของหลอดไฟเมื่อกดสวิตช์หลอดไฟหมายเลข 1 และ 2 ของห้อง A101

จากนั้นทำการคลิกปุ่ม ON/OFF ที่หลอดไฟหมายเลข 1 2 และ 3 ของห้อง A101 อีกครั้ง ส่งผลให้หลอดไฟหมายเลข 1 2 ติดและหมายเลข 3 ดับ แสดงดังรูปที่ 4.9



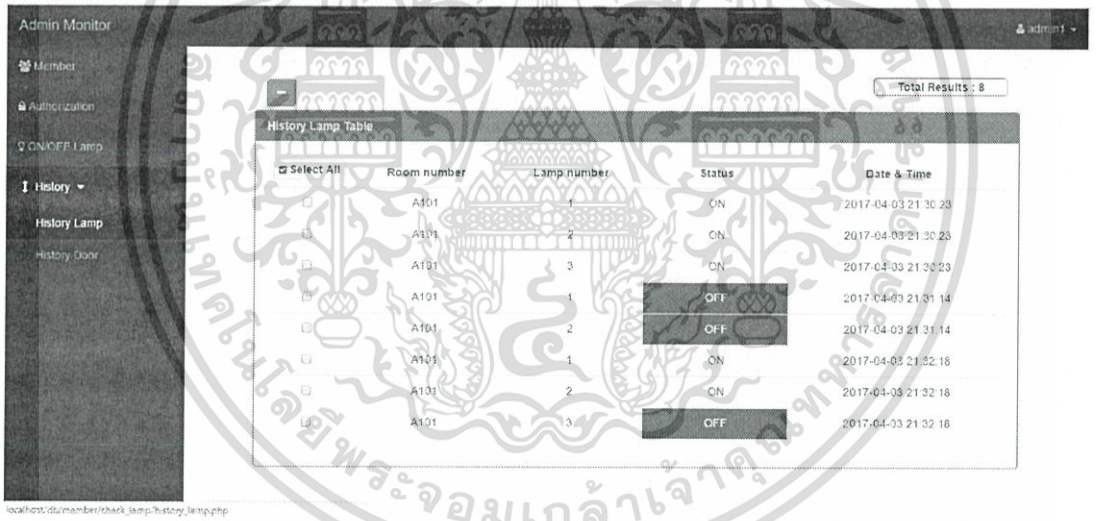

รูปที่ 4.9 สถานะของหลอดไฟเมื่อคลิกปุ่ม ON/OFF บนหน้าเว็บที่หลอดไฟ 1 2 และ 3 ของห้อง A101 อีกครั้ง

ประวัติการเปิดปิดหลอดไฟตั้งแต่เริ่มทำการทดสอบจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลและแสดงบนเว็บเพจในหน้าประวัติการเปิดปิดหลอดไฟ แสดงฐานข้อมูลและหน้าเว็บประวัติการเปิดปิดหลอดไฟ ดังรูปที่ 4.10 และ 4.11 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | no | room | lamp | status | date_time |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Edit Copy Delete | | 1 | A101 | 1 | ON | 2017-04-03 21:30:23 |
| Edit Copy Delete | | 2 | A101 | 2 | ON | 2017-04-03 21:30:23 |
| Edit Copy Delete | | 3 | A101 | 3 | ON | 2017-04-03 21:30:23 |
| Edit Copy Delete | | 4 | A101 | 1 | OFF | 2017-04-03 21:31:14 |
| Edit Copy Delete | | 5 | A101 | 2 | OFF | 2017-04-03 21:31:14 |
| Edit Copy Delete | | 6 | A101 | 1 | ON | 2017-04-03 21:32:18 |
| Edit Copy Delete | | 7 | A101 | 2 | ON | 2017-04-03 21:32:18 |
| Edit Copy Delete | | 8 | A101 | 3 | OFF | 2017-04-03 21:32:18 |

รูปที่ 4.10 ฐานข้อมูลเก็บประวัติการเปิดปิดหลอดไฟ




รูปที่ 4.11 หน้าเว็บเพจแสดงประวัติการเปิดปิดหลอดไฟ

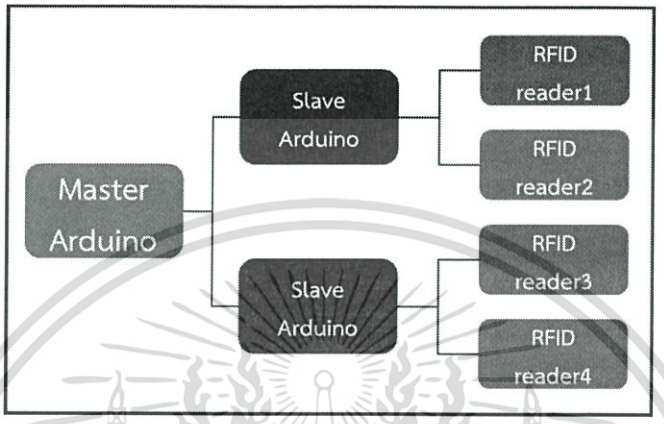
## 4.2 การทดสอบการเปิดปิดประตูด้วยระบบ RFID

### 4.2.1 ความผิดพลาดในการแท็กส์การ์ดพร้อมกัน

ทำการทดสอบโดยกำหนดให้อาดูโน่มาสเตอร์เชื่อมต่อกับอาดูโน่สเลย์ฟ 2 ตัว โดยอาดูโน่สเลย์ฟแต่ละตัวจะควบคุม RFID reader 2 ตัว ดังรูปที่ 4.12 เมื่อให้อาดูโน่มาสเตอร์เชื่อมต่อกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซิร์ฟเวอร์ จากนั้นทำการแท็กส์การ์ดพร้อมกัน 20 ครั้ง แล้วดูว่าค่า UID ของการ์ดที่อาดูโน่มาสเตอร์ได้รับแล้วส่งไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลนั้นมีครบทุกใบหรือไม่ ทำการบันทึกค่าจำนวนครั้งที่ได้รับ UID ไม่ครบต่อการแท็กส์ 20 ครั้ง แล้วทำการทดสอบซ้ำ 3 รอบ ได้ผลดังตารางที่ 4.1




รูปที่ 4.12 การเชื่อม RFID reader เพื่อทดสอบความผิดพลาดในการแท็กส์พร้อมกัน

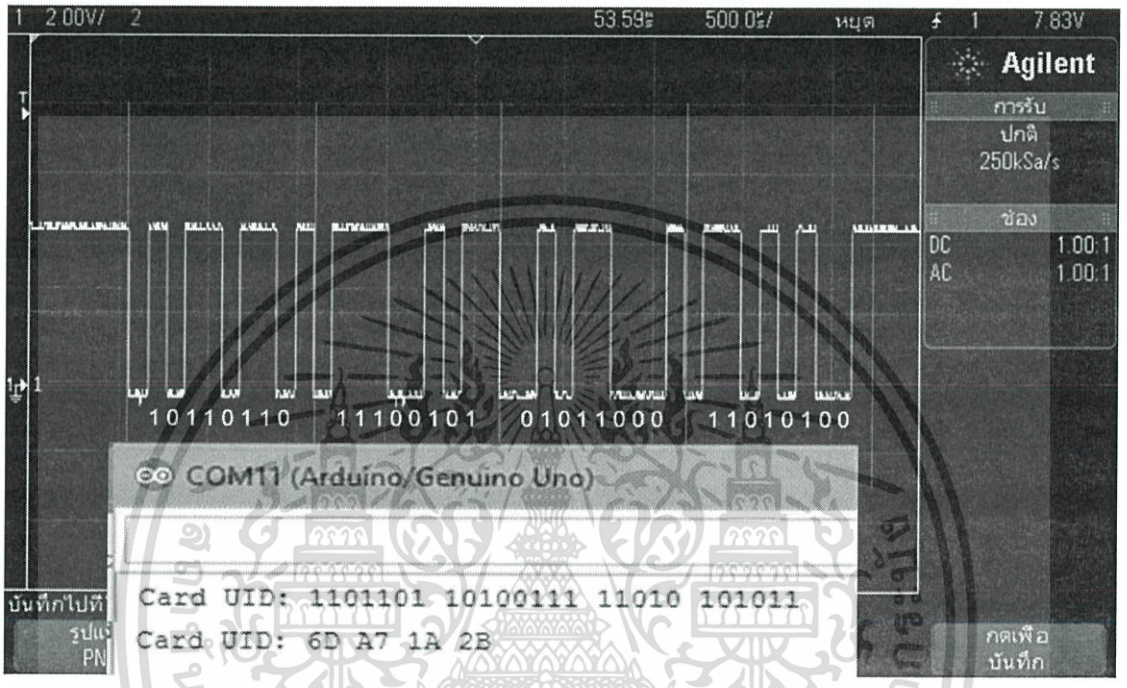
| จำนวน RFID reader | จำนวนครั้งที่ได้รับ UID ไม่ครบจากทุก reader เมื่อแท็กส์พร้อมกัน 20 ครั้ง (ครั้ง) | | | เปอร์เซ็นความผิดพลาด (%) |
|---|---|---|---|---|
| | รอบที่ 1 | รอบที่ 2 | รอบที่ 3 | |
| 2 (อาดูโน่สเลย์ฟตัวเดียวกัน) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 (อาดูโน่สเลย์ฟคนละตัว) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 1 | 0 | 0 | 1.67 |
| 4 | 0 | 1 | 1 | 3.33 |

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงความผิดพลาดในการแท็กส์การ์ดพร้อมกัน

จากตารางที่ 4.1 สามารถอธิบายได้ว่าเมื่อแท็กส์การ์ดพร้อมกันที่จำนวน RFID reader เท่ากับ 2 ตัว จะไม่เกิดความผิดพลาดในการรับข้อมูล UID แต่เมื่อแท็กส์การ์ดพร้อมกันที่จำนวน RFID reader เท่ากับ 3 และ 4 ตัว จะเกิดความผิดพลาดในการรับข้อมูล UID เท่ากับ 1.67% และ 3.33% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำออสซิลโลสโคปมาวัดสัญญาณที่ส่งจาก RFID reader ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ขณะที่กำลังแท็กส์การ์ด สามารถแสดงสัญญาณที่วัดได้บนหน้าจอออสซิโลสโคปและค่าบนซีเรียลมอนิเตอร์ (Serial Monitor) ดังรูปที่ 4.12



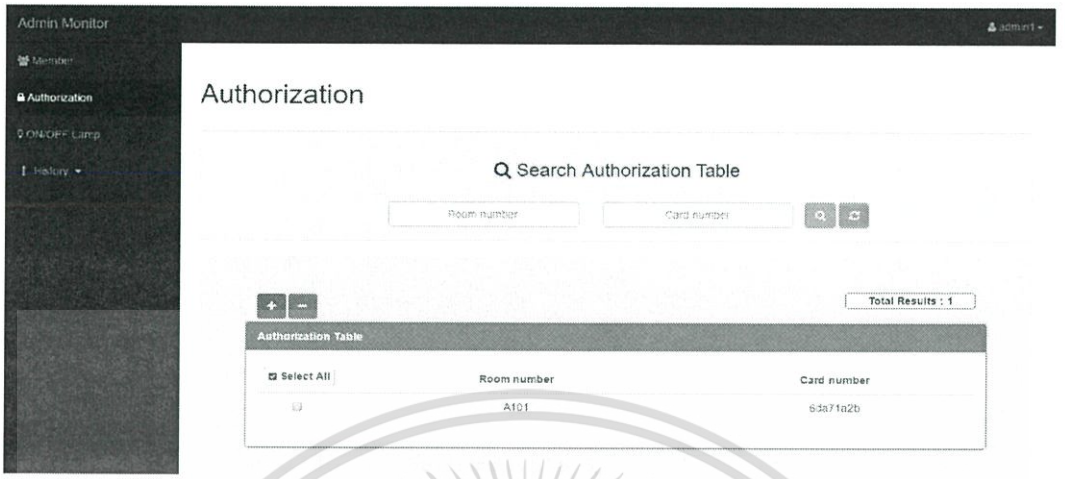

รูปที่ 4.13 สัญญาณที่วัดได้บนหน้าจอออสซิโลสโคปและค่าบนซีเรียลมอนิเตอร์

จากรูปที่ 4.13 ค่า Card UID มีขนาด 4 ไบต์ (Byte) ซึ่งสัญญาณที่อ่านได้จะมี 40 บิต (Bit) สามารถแบ่งได้เป็น 4 ชุด ชุดละ 10 บิต โดยแต่ละชุดจะมีบิต 1 (Bit start) เป็นบิตแรกและบิต 0 (Bit stop) เป็นบิตสุดท้าย ซึ่งข้อมูลบิตระหว่าง Bit start และบิต Bit stop คือค่า card UID

### 4.2.2 การจำกัดการ์ด

ทดสอบระบบโดยกำหนดให้การ์ดสามารถแท็กส์เพื่อเข้าห้อง A101 ได้โดยเพิ่มค่าลงในหน้าตารางการอนุญาตบนหน้าเว็บเพจ แสดงหน้าเว็บและฐานข้อมูลการอนุญาตดังรูปที่ 4.14 และ 4.15 ตามลำดับ

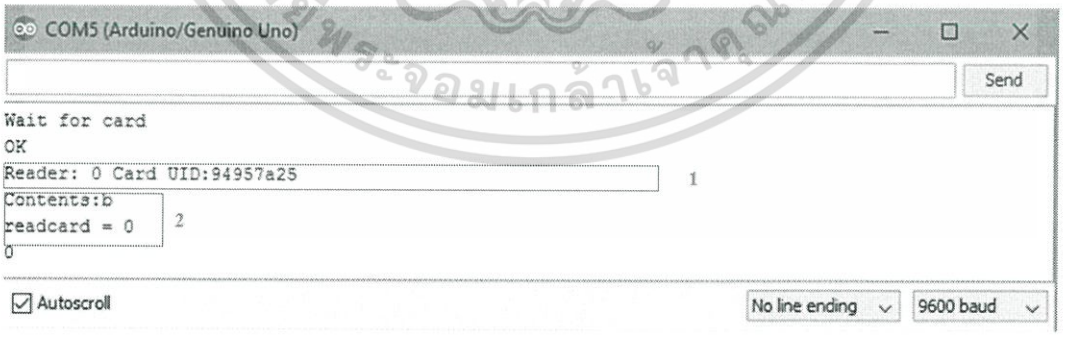
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 4.14 หน้าเว็บการอนุญาตเมื่อกำหนดการ์ดรหัส 94957a25
ให้สามารถแท็กส์เข้าห้อง A101 ได้

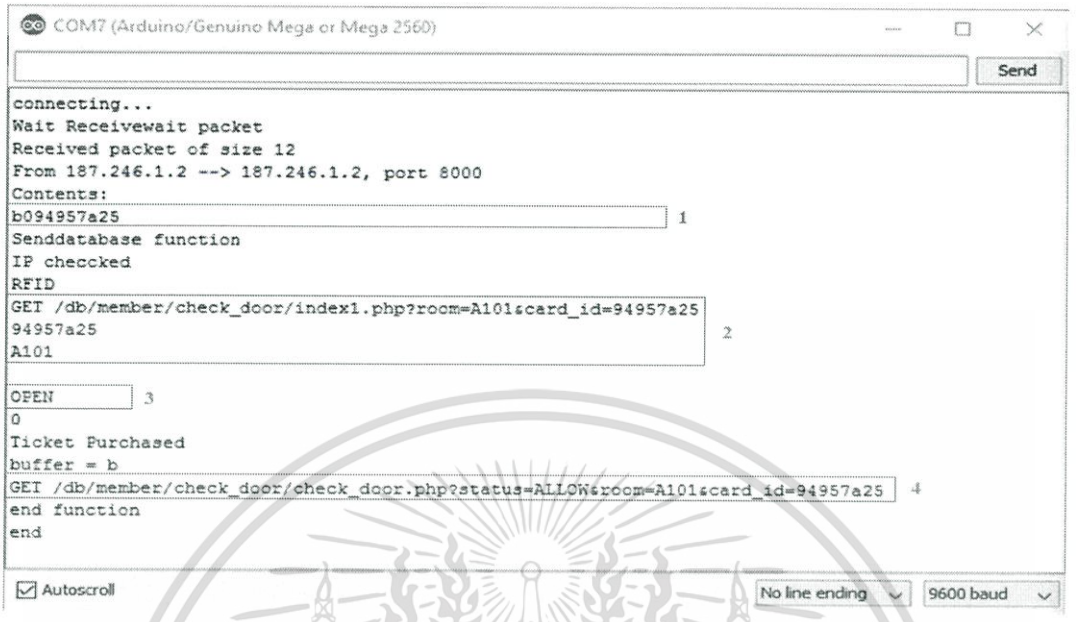
รูปที่ 4.15 ตารางการอนุญาตในฐานข้อมูลเมื่อกำหนดการ์ดรหัส 94957a25
ให้สามารถแท็กส์เข้าห้อง A101 ได้

จากนั้นนำการ์ดที่มีรหัส 94957a25 แท็กส์บน RFID reader ของห้องหมายเลข A101 แสดงค่าที่รับได้บนซีเรียลมอนิเตอร์ของอาดูโน่สเลย์ฟดังรูปที่ 4.16 พร้อมกับส่งข้อความไปยัง อาดูโน่มาสเตอร์ ซีเรียลมอนิเตอร์ของอาดูโน่มาสเตอร์แสดงข้อความที่รับได้ดังรูปที่ 4.17




รูปที่ 4.16 ซีเรียลมอนิเตอร์ของอาดูโน่สเลย์ฟแสดงค่าเมื่อแท็กส์การ์ดรหัส 94957a25

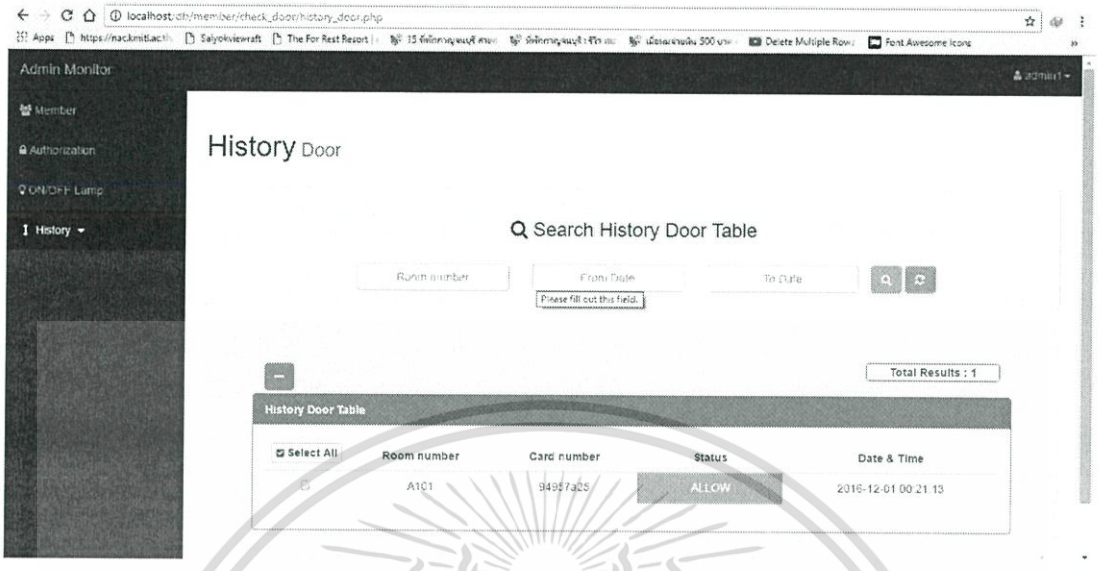
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 4.17 ซีเรียลมอนิเตอร์ของอาดูโน่มาสเตอร์แสดงค่าเมื่อได้รับข้อความจากอาดูโน่สเลย์ฟ

หมายเลข 1 ในรูปที่ 4.16 แสดงรหัสการ์ดที่ RFID reader อ่านได้และหมายเลข 1 ในรูปที่ 4.17 คือข้อความที่อาดูโน่มาสเตอร์ได้รับจากอาดูโน่สเลย์ฟ ตัวอักษรแรก (ตำแหน่งที่ 0) ของข้อความจะบอกว่าเป็นข้อมูลของระบบใด ในที่นี้คือ “b” หมายถึงข้อมูลของระบบเปิดประตูและบันทึกการแท็กส์การ์ดด้วย RFID จากนั้นมาสเตอร์จึงทำการตรวจสอบตัวอักษรชุดถัดไป (ตำแหน่งที่ 1) ซึ่งจะหมายถึงเลขห้อง ถ้าเป็น “0” แสดงว่าคือห้อง A101 ถ้าเป็น “1” แสดงว่าคือห้อง A102 เรียง ตามลำดับจนถึง “4” ซึ่งก็คือห้อง A105 จากนั้นจะทำการตรวจสอบตัวอักษร ชุดสุดท้าย (ตำแหน่ง 2 ถึง 9) ซึ่งก็คือรหัสการ์ดนั่นเอง เมื่ออาดูโน่มาสเตอร์ตรวจสอบและแยกแยะข้อมูลเสร็จแล้ว จะทำการติดต่อไฟล์ php บนเซิฟเวอร์เพื่อนำส่งข้อมูลไปเทียบกับค่าในตารางการอนุญาตบนฐานข้อมูล แสดงค่าที่ส่งไปเทียบดังหมายเลข 2 ในรูปที่ 4.17 ถ้าหมายเลขห้องและหมายเลขการ์ดในแถวเดียวกันของตาราง จะส่งคำว่า “OPEN” กลับไปยังอาดูโน่มาสเตอร์ แต่ถ้าเทียบแล้วไม่พบแถวที่ข้อมูลตรงกันจะไม่ส่งค่าใดๆกลับเลย แสดงค่าที่อาดูโน่มาสเตอร์ได้รับจากไฟล์ php ดังหมายเลข 3 ในรูปที่ 4.17 จากนั้นจะส่งคำสั่งเปิดประตูเป็นข้อความไปยังอาดูโน่สเลย์ฟ แสดงข้อความที่สเลย์ฟได้รับดังหมายเลข 2 ในรูปที่ 4.16 ซึ่งตัวอักษร “b” หมายถึงได้รับข้อความ สั่งเปิดประตู และ “readcard = 0” หมายถึงสั่งประตูห้อง A101 อาดูโน่สเลย์ฟจะเอาต์พุทค่า HIGH พอร์ทดิจิตอลของ mcp23017 ซึ่งต่อกับอุปกรณ์รีเลย์เพื่อปลดล็อคกลอนไฟฟ้าห้อง A101 จากนั้นอาดูโน่มาสเตอร์จะบันทึกประวัติการแท็กส์การ์ดในฐานข้อมูลที่ตารางประวัติแท็กส์การ์ด เข้าออกประตู แสดงการส่งค่าไปเก็บตารางประวัติการเข้าออกประตูดังหมายเลข 4 รูปที่ 4.17 และหน้าเว็บเพจแสดงประวัติการแท็กส์การ์ดดังรูปที่ 4.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

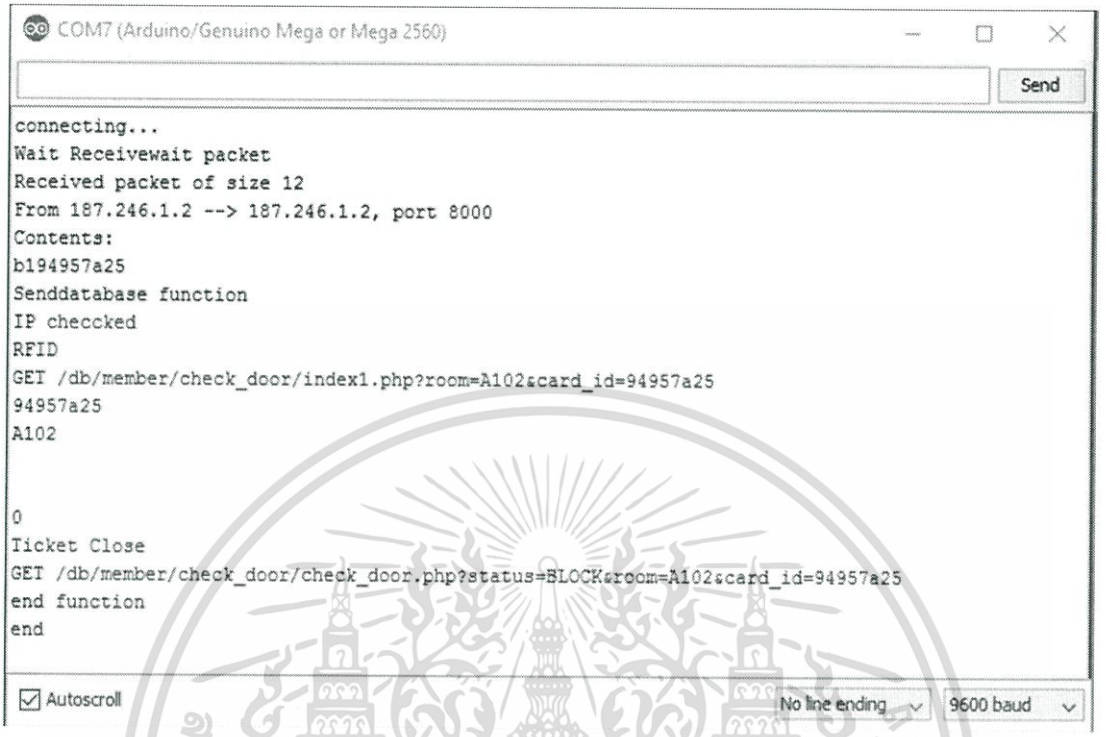



รูปที่ 4.18 หน้าเว็บเพจแสดงประวัติการแท็กส์การ์ดเมื่อแท็กส์การ์ดห้อง A101 ผ่าน

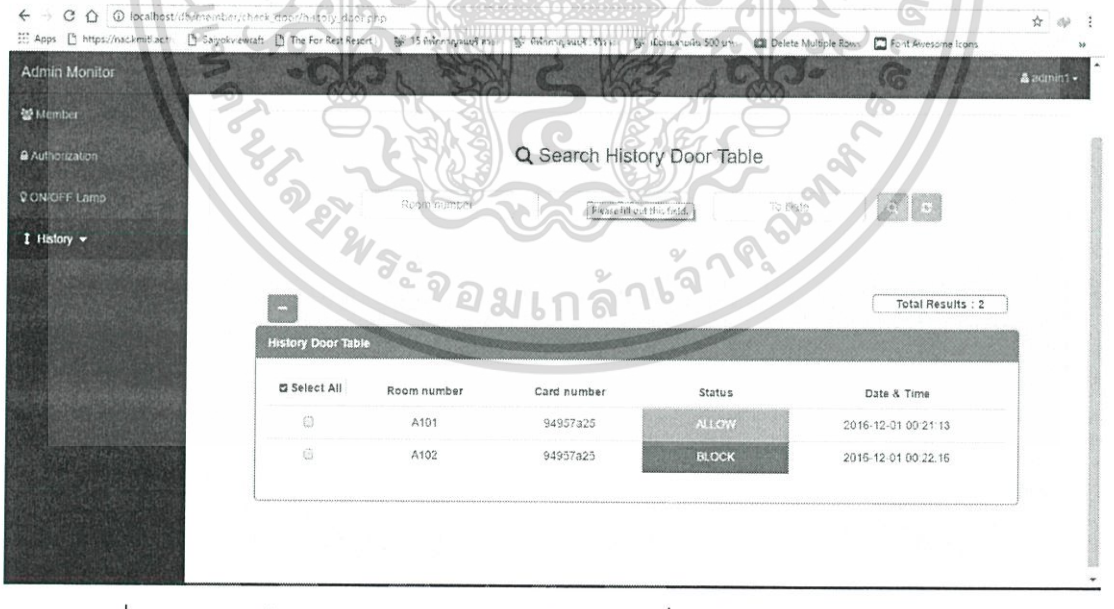
และเมื่อนำการ์ดใบเดิมไปแท็กส์ที่ห้อง A102 ซึ่งไม่ได้รับการอนุญาต แสดงหน้าจอ ซีเรียลมอนิเตอร์ของอาดูสเลย์ฟและมาสเตอร์ดังรูปที่ 4.19 และ 4.20 ตามลำดับและหน้าเว็บเพจ แสดงประวัติการแท็กส์การ์ดดังรูปที่ 4.21

รูปที่ 4.19 ซีเรียลมอนิเตอร์ของอาดูโน่สเลย์ฟแสดงค่าเมื่อแท็กส์การ์ดที่ห้อง A102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



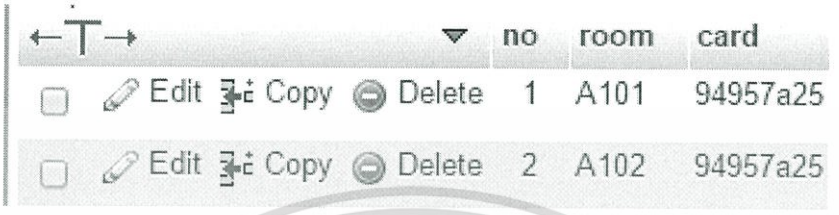

รูปที่ 4.20 ซีเรียลมอนิเตอร์ของอาดูโน่มาสเตอร์แสดงค่าเมื่อได้รับข้อความจากอาดูโน่สเลย์ฟ




รูปที่ 4.21 หน้าเว็บเพจแสดงประวัติการแท็กส์การ์ดเมื่อแท็กส์การ์ดห้อง A102 ไม่ผ่าน

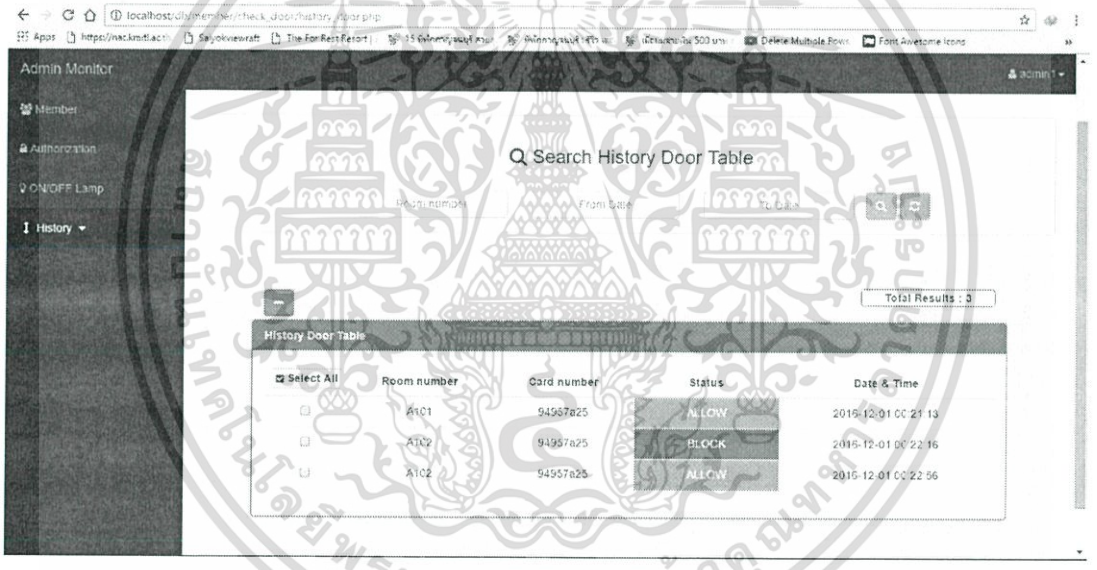
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการเพิ่มการอนุญาตให้การ์ดใบเดิมสามารถแท็กส์เข้าห้อง A102 ได้แสดงฐานข้อมูลตารางการอนุญาตดังรูปที่ 4.22 จากนั้นทำการแท็กส์การ์ดที่ RFID reader ของห้อง A102 อีกครั้ง แสดงหน้าเว็บเพจประวัติการแท็กส์การ์ดดังรูปที่ 4.23



| | no | room | card |
|---|---|---|---|
| Edit Copy Delete | 1 | A101 | 94957a25 |
| Edit Copy Delete | 2 | A102 | 94957a25 |

รูปที่ 4.22 ตารางการอนุญาตในฐานข้อมูลกำหนดการ์ดรหัส 94957a25 ให้สามารถแท็กส์เข้าห้อง A101 และ A102 ได้




รูปที่ 4.23 หน้าเว็บเพจแสดงประวัติการแท็กส์การ์ดเมื่อแท็กส์การ์ดห้อง A102 ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผลและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผล

โครงงานเรื่องระบบควบคุมและตรวจสอบในอาคารสานักงานที่ติดตั้งและถอดถอนได้ นี้ได้ออกแบบระบบที่สะดวกในการสั่งเปิดปิดและตรวจสอบสถานะของหลอดไฟภายในห้อง นอกจากนี้ยังสามารถจำกัดการอนุญาตเข้าห้องแต่ละห้องในสำนักงาน โดยในส่วนแรกระบบสามารถสั่งสลับสถานะของหลอดไฟผ่านหน้าเว็บเพจซึ่งทำงานร่วมกันกับสวิตซ์ที่ติดตั้งอยู่ในห้องนั้นๆได้ ทั้งยังสามารถบอกสถานะของหลอดไฟพร้อมบันทึกประวัติการเปิดปิดหลอดไฟไว้ในฐานข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์ส่วนกลางและแสดงประวัติการเปิดปิดหลอดไฟบนเว็บเพจได้ ในส่วนที่สองระบบสามารถรับค่า UID จากการ์ดพร้อมๆกันได้โดยเกิดการอ่านไม่ค่าไม่ครบทุกการ์ด 3.33 ครั้งต่อการแท็กส์การ์ดพร้อมกันที่ RFID reader จำนวน 4 ตัว ทั้งหมด 100 ครั้ง ซึ่งในการใช้งานจริงการที่จะเกิดการแท็กส์การ์ดพร้อมกันนั้นมีโอกาสน้อยมาก ค่าความผิดพลาดที่ได้จึงอยู่ในค่าที่สามารถยอมรับได้ นอกนั้นระบบยังสามารถจำกัดการอนุญาตเข้าใช้ห้องของพนักงานแต่ละคนได้ พนักงานแต่ละคนจะมีแท็กส์การ์ดประจำตัวคนละใบเพื่อใช้ในการแท็กส์เพื่อปลดล็อกประตูเข้าห้อง ผู้ควบคุมสามารถกำหนดได้ว่ารหัสของการ์ดใดสามารถเข้าห้องไหนได้บ้างผ่านเว็บเพจ และระบบสามารถบันทึกประวัติการแท็กส์การ์ดไว้ในฐานข้อมูลส่วนกลาง พร้อมทั้งแสดงบนหน้าเว็บเพจ ซึ่งทั้งสองส่วนนี้ควบคุมการทำงานโดยอาดูโน่สเลย์ฟโดยอาดูโน่สเลย์ฟ 1 ตัวสามารถควบคุมได้ทั้งหมด 5 ห้องและมีอาดูโน่มาสเตอร์เป็นตัวรับข้อมูลจากสเลย์ฟเพื่อส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์ ทำให้ผู้ควบคุมดูแลตึกสามารถสั่งเปิดปิดหลอดไฟได้ รู้ว่าหลอดไฟหลอดไหนถูกเปิดหรือปิดเมื่อไหร่ รู้ว่าใครแท็กส์การ์ดเข้าออกห้องไหนเมื่อไหร่ พร้อมทั้งกำหนดว่าใครสามารถเข้าออกห้องไหนได้บ้าง ผ่านหน้าเว็บเพจเพียงอย่างเดียว และสามารถกระทำได้ทุกที่ที่มีอินเทอร์เน็ตและคอมพิวเตอร์

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

โครงงานนี้ได้ออกแบบระบบการรับส่งข้อมูลภายในตึกระหว่างอาดูโน่มาสเตอร์และอาดูโน่สเลย์ฟด้วยอีเทอร์เน็ตชีลผ่านสายแลน ซึ่งอาดูโน่มาสเตอร์จะมีประจำตึกเพียงตัวเดียวแต่อาดูโน่สเลย์ฟสามารถติดตั้งเพิ่มหรือถอดถอนได้โดยเพียงคอมไพล์โค้ดซ้ำเดิมลงในสเลย์ฟตัวใหม่แล้วไปคอนฟิกซ์ค่าที่มาสเตอร์ที่เดียว เพื่อความสะดวกในการติดตั้งสเลย์ฟเพิ่มในที่ที่ต้องลากสายแลนเป็นระยะไกลๆสามารถเปลี่ยนไปใช้บลูทูธหรือโมดูลไวไฟกับอาดูโน่สเลย์ฟแทนได้แต่ก็ต้องมีการปรับเปลี่ยนโค้ดที่จะคอมไพล์ใส่อาดูโน่สเลย์ฟและในบริเวณที่จะติดตั้งก็ต้องมี Access Point ด้วยสำหรับโมดูลไวไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม

[1] “ETHERNET SHIELD” http://hobbyembedded.blogspot.com/2013/05/arduino-arduino-ethernet-shield-arduino.html

[2] “Arduino” https://www.arduitronics.com/product/8/arduino-uno-r3-free-usb-cable

[3] “Port ต่างๆบน Arduino” http://pic-arduino.blogspot.com/2015/08/arduino.html

[4] “โปรแกรม Arduino IDE” http://www.mindphp.com/%E0%B8%84%E0%B8%B9%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%B7%E0%B8%AD/73-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3/3702-arduino-ide-%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%94%E0%B8%B8%E0%B8%A2%E0%B8%AD%E0%B8%B4%E0%B9%82%E0%B8%99%E0%B9%88-%E0%B9%84%E0%B8%AD%E0%B8%94%E0%B8%B5%E0%B8%AD%E0%B8%B5-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3.html

[5] “RFID Card Reader” https://www.arduinoall.com/product/102/rfid-card-reader-detector-module-kit-rc522-%E0%B8%9E%E0%B8%A3%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%A1-tag-card-%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0-tag-%E0%B8%9E%E0%B8%A7%E0%B8%87%E0%B8%81%E0%B8%B8%E0%B8%8D%E0%B9%81%E0%B8%88

[6] “การเชื่อมต่อแบบ SPI” http://www.totalphase.com/support/articles/200349236-SPI-Background

[7] “4 รูปร่างและสัญลักษณ์ Relay” http://kpp.ac.th/elearning/elearning3/book-09.html

[8] “4 Channel Relay” http://www.elec2you.com/product/80/%E0%B9%82%E0%B8%A1%E0%B8%94%E0%B8%B9%E0%B8%A5%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B8%A2%E0%B9%8C-4-%E0%B8%8A%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%87-relay-4-channel

[9] “กลอนไฟฟ้า โซลินอยด์ (Solenoid)” http://www.myarduino.net/product/174/%E0%B8%81%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0%B8%99%E0%B9%84%E0%B8%9F%E0%B8%9F%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%82%E0%B8%99%E0%B8%B2%E0%B8%94%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B9%87%E0%B8%81-

[10] "โปรแกรม Adobe Dreamweaver CS6" http://www.nvc.ac.th/sukhum/unit-3/unit-3.pdf

[11] "IoT" http://www.novabizz.com/CDC/System/%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%9A%E0%B8%9A%E0%B8%AA%E0%B8%B1%E0%B8%8D%E0%B8%8D%E0%B8%B2%E0%B8%93%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%AD%E0%B8%B1%E0%B8%84%E0%B8%84%E0%B8%B5%E0%B8%A0%E0%B8%B1%E0%B8%A2.htm

[12] "MySQL" http://61.19.100.58/firekm/about_us.html

[13] "phpMyAdmid" http://www.mindphp.com/%E0%B8%84%E0%B8%B9%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%B7%E0%B8%AD/73-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3/2285-phpmyadmin-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3.html

[14] "Dreaweaver CS6" https://sites.google.com/site/adobepresentcs6/adobecs6-presents

[15] "ARDUINO ETHERNET SHIELD" http://hobbyembedded.blogspot.com/2013/05/arduino-arduino-ethernet-shield-arduino.html

[16] "RFID" http://www.xn--12cg1cxchd0a2gzc1c5d5a.net/rfid/

[17] "SPI (Serial Peripheral Interface)" http://thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronics-application/%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9E%E0%B8%B1%E0%B8%92%E0%B8%99%E0%B8%B2%E0%B9%82%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B9%81%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%9A%E0%B8%99-raspberry-pi-%E0%B8%94%E0%B9%89%E0%B8%A7%E0%B8%A2-qt-%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88-8.html

[18] "I2C" http://www.eclubthai.com/board/index.php?topic=16140.0;wap2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก
# โค้ดในส่วนของอาดูโน่สเลย์ฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#include <Ethernet.h>
#include <EthernetUdp.h>
#include <Wire.h>
#include "Adafruit_MCP23017.h"

//-----------------------------------RFID-----------------------------------//
#define RST_PIN   9          // Configurable, see typical pin layout above
#define SS_1_PIN  8          // Configurable, see typical pin layout above
#define SS_2_PIN  7          // Configurable, see typical pin layout above
#define NR_OF_READERS   1

byte ssPins[] = {SS_1_PIN};
MFRC522 mfrc522[NR_OF_READERS];   // Create MFRC522 instance.
//-------------------------------------------------------------------------//
byte mac[] = { 0x48, 0xAA, 0xBB, 0xCC, 0xDE, 0x02 }; //Destination MAC address

IPAddress ip(187 ,246 ,1 ,18); //Local IP address
IPAddress destIp(187 ,246 ,1 ,2); //Destination ip
address unsigned int localPort = 8000; // local port to
listen on
unsigned int destPort = 1000; //Destination port

// buffers for receiving and sending data
char packetBuffer[UDP_TX_PACKET_MAX_SIZE]; //buffer to hold incoming packet,

EthernetUDP Udp; //Instance of UDP
#define W5200_CS  10

char  buffer2[2];     //a[i]      (status of lamp)
char  buffer[2];      //num[i]    (number of lamp)

char buffer4[2];      // readcard (number of rfid)
char buffer3[8];      // id       (number of card)
char buffet[3]= "  ";

String readcard;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Adafruit_MCP23017 expander[8];    //name of MSC Address 000-111

//--------------------------Variable of Check_Lamp-----------------------------------
boolean a[15];
boolean c[] = {0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0};
int b[] = {2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2};
//-------------------------------------------------------------------------------------

int num[]={0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15};

char  head[]="a";        //header for check lamp
char  head1[]="b";       //header for RFID char
head2[]="c";      //header for smoke sensor
char  head3[]="d";      //header for temp sensor

/*Initialise the sending of data using UDP over ethernet*/
void setup()
{

   Serial.begin(9600);
   Ethernet.begin(mac,ip); // start the Ethernet and UDP:
   Udp.begin(localPort);

  //while (!Serial);    // Do nothing if no serial port is opened (added for Arduinos based on
ATMEGA32U4)     SPI.begin();          // Init SPI bus

   for (uint8_t reader = 0; reader < NR_OF_READERS; reader++)
   {
     mfrc522[reader].PCD_Init(ssPins[reader], RST_PIN); // Init each MFRC522 card
   }
     Serial.println("Wait for card");

     for(int i=0;i<3;i++)
       {
         expander[i].begin(num[i]);
       }
//---------------------------PinMode of ON/OFF_Lamp-----------------------//
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        for(int i=0 ; i<15 ; i++)
        {
          expander[0].pinMode(num[i], OUTPUT);
        }
 //----------------------------PinMode of Check_Lamp-----------------------//

        for(int i=0 ; i<15 ; i++)
        {
          expander[1].pinMode(num[i], INPUT);
        }
 //----------------------------PinMode of MagneticLock----------------------//
 for(int i=10 ; i<15 ; i++)
        {
          expander[2].pinMode(num[i], OUTPUT);
        }
 //-------------------------buzzer-------------------------------------//
 pinMode(2,OUTPUT);
        Serial.println("OK");
 }
 void loop()
 {
 //-------------------------------recieve packet for ON/OFF Lamp---------------//
 //-------------------------------------RFID-----------------------------------//
 rfid();
 ///-------------------------------------Check_Lamp-----------------------------//

    for( int i=0 ; i<3 ; i++ )
     {
       a[i] =  expander[1].digitalRead(num[i]);

          if(a[i] != b[i])
{               if(a[i]==0)
{
                  dtostrf(num[i],2,0, buffer);
dtostrf(a[i], 1,0, buffer2);
                  Udp.beginPacket(destIp, destPort); //Start Packet
                  Udp.write(head);
                  Udp.write(buffer);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                Udp.write(buffer2);
                Udp.endPacket(); //Close Packet

                Serial.print(i);
                Serial.print(" Message Sent = OFF ");
                Serial.println(a[i]);                    //Send Confirmation message;
              }               else if
(a[i]==1)                {
dtostrf(num[i],2,0, buffer);
dtostrf(a[i], 1,0, buffer2);
                Udp.beginPacket(destIp, destPort); //Start Packet
                Udp.write(head);
                Udp.write(buffer);
                Udp.write(buffer2);
                Udp.endPacket(); //Close Packet

                Serial.print(i);
                Serial.print(" Message Sent = ON ");
                Serial.println(a[i]);                    //Send Confirmation message
              }
b[i] = a[i];            }
else if(a[i] == b[i])
            {}
       }
}

void rfid()

  for (uint8_t reader = 0; reader < NR_OF_READERS; reader++)
{
   // Look for new cards

   if (mfrc522[reader].PICC_IsNewCardPresent() && mfrc522[reader].PICC_ReadCardSerial())
   {
     readcard ="" ;
     Udp.beginPacket(destIp, destPort); //Start Packet
     digitalWrite(2,1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      delay(200);                    //buzzer on
 digitalWrite(2,0);

      Serial.print(F("Reader: "));
      Serial.print(reader);

       readcard += reader;
 readcard.toCharArray(buffer4, 2);
       Udp.write(head1);
       Udp.write(buffer4);

     Serial.print(F(" Card UID:"));
     dump_byte_array(mfrc522[reader].uid.uidByte, mfrc522[reader].uid.size);
     Serial.println();

      Udp.write(buffer3);
      Udp.write(buffet);

     mfrc522[reader].PICC_HaltA();
     mfrc522[reader].PCD_StopCrypto1();

    Udp.endPacket(); //Close Packet
}
 //--------------------Receive Packet for Open door && ON/OFF Lamp----------------
--//            int packetSize = Udp.parsePacket();
       if(packetSize)
       {
          Udp.read(packetBuffer,UDP_TX_PACKET_MAX_SIZE);
          Serial.print("Contents:");
          Serial.println(packetBuffer);

          if(packetBuffer[0] == 'a')
          {
            Serial.println(packetBuffer[7]);
onofflamp();
          }
          if(packetBuffer[0] == 'b')
          {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            Serial.println(packetBuffer[0]);
            Serial.print("readcard = ");
            Serial.println(readcard);
              opendoor(readcard);
          }
}
          else{}
 }

void dump_byte_array(byte *rfid, byte bufferSize)
 {
   String id = "";
   for (byte i = 0; i < bufferSize; i++)
    {
      id+=String(rfid[i], HEX);
      //Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX);
    }
   id.toCharArray(buffer3, 9);
   Serial.print(id);
 }
//------------------------------Control Relay for Open Door-------------------------------
-// void opendoor(String readcard)
{
  Serial.println(readcard);
  if(readcard == "0")
   {
     expander[2].digitalWrite(10,HIGH);
delay(2000);
     expander[2].digitalWrite(10,LOW);
   }
  if(readcard == "1")
   {
     expander[2].digitalWrite(11,HIGH);
delay(2000);
     expander[2].digitalWrite(11,LOW);
   }
  if(readcard == "2")
   {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        expander[2].digitalWrite(12,HIGH);
 delay(2000);
        expander[2].digitalWrite(12,LOW);
     }
   if(readcard == "3")
     {
        expander[2].digitalWrite(13,HIGH);
 delay(2000);
        expander[2].digitalWrite(13,LOW);
     }
   if(readcard == "4")
     {
        expander[2].digitalWrite(14,HIGH);
 delay(2000);
 expander[2].digitalWrite(14,LOW);
     }
}

void onofflamp()
{
              if(packetBuffer[4] == '1')              //Room A101
             {
               if(packetBuffer[5] == '1')
               {
                  expander[0].digitalWrite(0,c[0]);
c[0] =  c[0]-1;
               }
               if(packetBuffer[5] == '2')
               {
                  expander[0].digitalWrite(1,c[1]);
                  c[1] =  c[1]-1;
               }
               if(packetBuffer[5] == '3')
               {
                  expander[0].digitalWrite(2,c[2]);
                  c[2] =  c[2]-1;
               }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            if(packetBuffer[4] == '2')                    //Room A102
            {
              if(packetBuffer[5] == '1')
              {
                                    if(c[3] ==
             1){expander[0].digitalWrite(3,LOW);}
           if(c[3] == 0){expander[0].digitalWrite(3,HIGH);}
              }
              if(packetBuffer[5] == '2')
              {
                                    if(c[4] ==
             1){expander[0].digitalWrite(4,LOW);}
           if(c[4] == 0){expander[0].digitalWrite(4,HIGH);}
              }
              if(packetBuffer[5] == '3')
              {
                                   if(c[5] ==
             1){expander[0].digitalWrite(5,LOW);}
           if(c[5] == 0){expander[0].digitalWrite(5,HIGH);}
              }
}
            if(packetBuffer[4] == '3')                    //Room A103
            {
              if(packetBuffer[5] == '1')
              {
                if(c[6] ==
1){expander[0].digitalWrite(6,LOW);}
if(c[6] == 0){expander[0].digitalWrite(6,HIGH);}
}
              if(packetBuffer[5] == '2')
              {
                                    if(c[7] ==
             1){expander[0].digitalWrite(7,LOW);}
           if(c[7] == 0){expander[0].digitalWrite(7,HIGH);}
              }
              if(packetBuffer[5] == '3')
              {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                if(c[8] ==
      1){expander[0].digitalWrite(8,LOW);}
  if(c[8] == 0){expander[0].digitalWrite(8,HIGH);}
       }
      }
      if(packetBuffer[4] == '4')                    //Room A104
      {
       if(packetBuffer[5] == '1')
       {
                                if(c[9] ==
      1){expander[0].digitalWrite(9,LOW);}
+  if(c[9] == 0){expander[0].digitalWrite(9,HIGH);}
       }
       if(packetBuffer[5] == '2')
       {
        if(c[10] == 1){expander[0].digitalWrite(10,LOW);}
 if(c[10] == 0){expander[0].digitalWrite(10,HIGH);}
       }
       if(packetBuffer[5] == '3')
       {
        if(c[11] == 1){expander[0].digitalWrite(11,LOW);}
 if(c[11] == 0){expander[0].digitalWrite(11,HIGH);}
       }
      }
      if(packetBuffer[4] == '5')                    //Room A105
      {
       if(packetBuffer[5] == '1')
       {
        if(c[12] == 1){expander[0].digitalWrite(12,LOW);}
 if(c[12] == 0){expander[0].digitalWrite(12,HIGH);}
       }
       if(packetBuffer[5] == '2')
       {
        if(c[13] == 1){expander[0].digitalWrite(13,LOW);}
if(c[13] == 0){expander[0].digitalWrite(13,HIGH);}
       }
       if(packetBuffer[5] == '3')
       {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if(c[14] == 1){expander[0].digitalWrite(14,LOW);}
if(c[14] == 0){expander[0].digitalWrite(14,HIGH);}
      }
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ข
# โค้ดในส่วนของอาดูโน่มาสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <SPI.h>         // needed for Arduino versions later than 0018
#include <Ethernet.h>
#include <EthernetUdp.h>        // UDP library from: bjoern@cs.stanford.edu 12/30/2008

// Enter a MAC address and IP address for your controller below.
// The IP address will be dependent on your local network:
byte mac[] = {
  0x00, 0xAA, 0xBB, 0xCC, 0xDE, 0x02 };
IPAddress ip(187 ,246 ,1 ,2);
IPAddress destIp1(187 ,246 ,1 ,18); //Destination ip address
IPAddress destIp2(187 ,246 ,1 ,20);

IPAddress server(187 ,246 ,1 ,9); //IP of server
EthernetClient client;

unsigned int localPort = 1000 ;      // local port to listen on
unsigned int destPort1 = 8000;
unsigned int destPort2 = 9000;

// buffers for receiving and sending data
char packetBuffer[UDP_TX_PACKET_MAX_SIZE]; //buffer to hold incoming packet,
char  ReplyBuffer[] = "b";       // a string to send back opendoor
char  ReplyBuffer1[] = "a";      // a string to send back onoff
lamp

// An EthernetUDP instance to let us send and receive packets over UDP
EthernetUDP Udp;
#define W5200_CS  10

//กำหนด
String IPs;
String IP[]={"187.246.1.18","187.246.1.3"};
String room_number[] = {" 0"," 1"," 2"," 3"," 4"," 5"," 6"," 7"," 8","
9","10","11","12","13","14"}; char lamp_number[] = {"123123123123123"};
String room_number1[] = {"0","1","2","3","4"};
String room_slave1[] = {"A101","A102","A103","A104","A105"};
String lamp_past;
char buffer1[9];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
   //--------------Connect Database----------------------//

if (Ethernet.begin(mac) == 0)
   {
    Serial.println("Failed to configure Ethernet using DHCP");
    Ethernet.begin(mac, ip);
   }
  delay(1000);
  Serial.println("connecting...");


  //---------------start the Ethernet and UDP:----------//
  Ethernet.begin(mac,ip);
  Udp.begin(localPort);

  Serial.print("Wait Receive");

}

void loop() {
  // if there's data available, read a packet
int packetSize = Udp.parsePacket();
  if(packetSize)
  {
    Serial.println("wait packet");
    //.....Show Size of packet that recived.....
    Serial.print("Received packet of size ");
Serial.println(packetSize);
    //.....Show IP of Sender.....
    Serial.print("From ");
    IPAddress remote = Udp.remoteIP();
    IPs ="" ;     for (int i =0;
i < 4; i++)
    {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      Serial.print(remote[i], DEC);
      IPs += remote[i];
            if (i <
3)
      {
        Serial.print(".");
        IPs += ".";
      }
    }
    Serial.print(" --> ");
Serial.print(IPs);
    //.....Show Port.....
    Serial.print(", port ");
    Serial.println(Udp.remotePort());


    // read the packet into packetBufffer

     Udp.read(packetBuffer,UDP_TX_PACKET_MAX_SIZE);
    Serial.println("Contents:");
    Serial.println(packetBuffer);


       senddatabase();


    // send a reply, to the IP address and port that sent us the packet we received
    //Udp.beginPacket(Udp.remoteIP(), Udp.remotePort());
    //Udp.write(ReplyBuffer);
    //Udp.endPacket();


Serial.println("");
  }
  onofflamp();

}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void senddatabase()
  {
Serial.println("Senddatabase function");

    if (IPs == IP[0])
     {
Serial.println("IP checcked");
if(packetBuffer[0] == 'a')
          {
checklamp();
          }
        if(packetBuffer[0] == 'b')
          {
rfid();           }
      }
Serial.println("end function");
  }


void checklamp()
  {
    Serial.println("Lamp");          if
(client.connect(server, 80))
           {
           client.print("GET
/db/member/check_lamp/check_lamp.php?");
client.print("status="); Serial.println("connected server");
if(packetBuffer[3] == '1')
             {
               client.print("ON");
Serial.println("status = ON");
             }
           if(packetBuffer[3] == '0')
             {
client.print("OFF");
Serial.println("status = OFF");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        }



        String room = "" ;
        room += packetBuffer[1]; room += packetBuffer[2];
        client.print("&room=");

        for(int i=0 ; i<3 ; i++)
         {
           if(room == room_number[i])
           {
               client.print(room_slave1[0]);
               client.print("&lamp=");client.print(lamp_number[i]);
Serial.print("room = ");
Serial.println(room_slave1[0]);
Serial.print("lamp = ");
Serial.println(lamp_number[i]);
           }

         }


        for(int i=3 ; i<6 ; i++)
         {
           if(room == room_number[i])
           {
               client.print(room_slave1[1]);
               client.print("&lamp=");client.print(lamp_number[i]);
Serial.print("room = ");
Serial.println(room_slave1[1]);
Serial.print("lamp = ");
Serial.println(lamp_number[i]);
           }
         }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          for(int i=6 ; i<9 ; i++)
           {
             if(room == room_number[i])
             {
                 client.print(room_slave1[2]);
                 client.print("&lamp=");client.print(lamp_number[i]);
Serial.print("room = ");
Serial.println(room_slave1[2]);
Serial.print("lamp = ");
Serial.println(lamp_number[i]);
             }
           }



          for(int i=9 ; i<12 ; i++)
           {
             if(room == room_number[i])
             {
                 client.print(room_slave1[3]);
                 client.print("&lamp=");client.print(lamp_number[i]);
Serial.print("room = ");
Serial.println(room_slave1[3]);
Serial.print("lamp = ");
Serial.println(lamp_number[i]);
             }
           }



          for(int i=12 ; i<15 ; i++)
           {
             if(room == room_number[i])
             {
                 client.print(room_slave1[4]);
                 client.print("&lamp=");client.print(lamp_number[i]);
Serial.print("room = ");
Serial.println(room_slave1[4]);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Serial.print("lamp = ");
Serial.println(lamp_number[i]);
                }
}            client.println();
            }
          client.stop();
  }

void onofflamp()
  {
     if (client.connect(server, 80))
    {
    //Serial.println("connected");

    client.println("GET /db/member/ONOFF/test.php?blank=1");
        client.println();
    delay(50);

    String lamp_receive = "";   // answer variable

         while(true)
{
              if (client.available()) //ตรวจเช็คว่ามี Data ส่งมาจาก Server หรือไม่
              {
                   char ch = client.read();
                   lamp_receive += String(ch);
              }
   // if there isn't anything left to be read from the server display the
message                 if (!client.connected())
             {
client.stop();
break;
              }
        }

        if(lamp_receive != lamp_past)
          {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            Serial.print("Receive order from server :");
Serial.println(lamp_receive);
lamp_receive.toCharArray(buffer1, 9);
            if(buffer1[0] == 'A')
            {
              Udp.beginPacket(destIp1, destPort1); //Start Packet
            }
            else if(buffer1[0] == 'B')
            {
              Udp.beginPacket(destIp2, destPort2); //Start Packet
            }
            Udp.write(ReplyBuffer1);
            Udp.write(buffer1);
            Udp.endPacket(); //Close Packet
          }
        else{}
          lamp_past = lamp_receive;

   }
else
   {
     Serial.println("connection failed");
   }
 } void rfid()
 {
   String rfid_send2;

     if (client.connect(server, 80))
      {
       Serial.println("RFID");
       String room = "";
room += packetBuffer[1];
       String id = "";

       for(int i=0 ; i<5 ; i++)
            {
             if(room == room_number1[i])
             {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            room = room_slave1[i];
          }
        }
      for(int i=2 ; i<10 ; i++)
        {
          id += packetBuffer[i];
        }

      String rfid_send = "GET
/db/member/check_door/index1.php?room=";      rfid_send +=
room;       rfid_send += "&card_id=";
      rfid_send += id;

      client.println(rfid_send);
Serial.println(rfid_send);
client.println();       delay(50);

      String rfid_receive = "";   // answer variable

       while(true)
{
          if (client.available()) //ตรวจเช็คว่ามี Data ส่งมาจาก Server หรือไม่
          {
              char ch = client.read();
rfid_receive += String(ch);
              //Serial.println(c);
          }
   // if there isn't anything left to be read from the server display the
message              if (!client.connected())
          {
client.stop();
break;              }
      }

      Serial.println(id);
      Serial.println(room);
      Serial.println(rfid_receive);
      Serial.println(rfid_receive.endsWith(" "));
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        rfid_send2 = "GET /db/member/check_door/check_door.php?";          rfid_send2 +=
"status=";

        if(rfid_receive.endsWith("OPEN"))
        {
          Serial.println("Ticket Purchased");
          Udp.beginPacket(Udp.remoteIP(), Udp.remotePort()); //Start Packet

          Udp.write(ReplyBuffer);
          Udp.endPacket(); //Close Packet

          Serial.print("buffer = ");
Serial.println(ReplyBuffer);
          rfid_send2 += "ALLOW";
        }
        else if(rfid_receive.endsWith(""))
        {
          Serial.println("Ticket Close");
          rfid_send2 += "BLOCK";
        }

        rfid_send2 += "&room=";
rfid_send2 += room;
rfid_send2 += "&card_id=";
        rfid_send2 += id;

        }
client.stop();

     if (client.connect(server, 80))
      {
client.println(rfid_send2);
client.println();
Serial.println(rfid_send2);
delay(50);        }
client.stop();
  }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้