

ระบบทดสอบการมองเห็นสีและปฏิกิริยาเท้าสำหรับการขอใบอนุญาตขับรถ  
COLOR BLINDNESS AND REFLEX TESTS  
FOR DRIVER LICENSE ISSUANCE SYSTEM



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2559

ระบบทดสอบการมองเห็นสีและปฏิกิริยาเท้าสำหรับการขอใบอนุญาตขับรถ  
COLOR BLINDNESS AND REFLEX TESTS  
FOR DRIVER LICENSE ISSUANCE SYSTEM

โดย

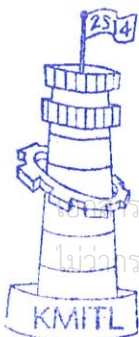
นายชาญชัย จิตมั่น 56010300

นายชาวิน อูระแสง 56010306

อาจารย์ที่ปรึกษา  
ผศ.ดร.ตุลยา ลิ้มปิติ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
ผศ.ดร.ณัฐกานต์ พุทธรักษ์

ปริญญาบัตรนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2559



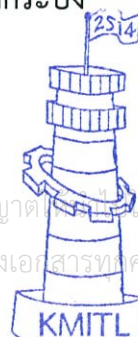
ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(T. Inpi)

อาจารย์ที่ปรึกษา

24/5/60

วิศวกรรมโทรคมนาคม  
Telecommunications Engineering



ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(อ.ณัฐกานต์ พุทธรักษ์)

กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน

24/5/60

วิศวกรรมโทรคมนาคม  
Telecommunications Engineering

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2559

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบทดสอบการมองเห็นสีและปฏิกิริยาเท้าสำหรับการขอใบอนุญาตขับรถ

COLOR BLINDNESS AND REFLEX TESTS

FOR DRIVER LICENSE ISSUANCE SYSTEM

ผู้จัดทำ

1. นายชาญชัย จิตมั่น

56010300

2. นายชาวิน อูระแสง

56010306

*Tulaye Inph*

(ผศ.ดร.ตุลยา ลิ้มปิติ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

*Prati*

(ผศ.ดร.ณัฐกานต์ พุทธิรักษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินงานปริญญาานิพนธ์ “ระบบทดสอบการมองเห็นสีและปฏิกิริยาเท้าสำหรับการขอใบอนุญาตขับรถ” จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีได้เลย หากขาดการสนับสนุนและกำลังใจจากหลายๆ ฝ่าย เช่น

ผศ.ดร.ตุลยา ลิ้มปิติ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ณัฐกานต์ พุทธิรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำและแนวทางแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาในการจัดทำปริญญาานิพนธ์ รวมทั้งสนับสนุนสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในระหว่างการจัดทำปริญญาานิพนธ์

คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวที่คอยห่วงใย และมอบกำลังใจให้นายยามที่เกิดปัญหา รวมทั้งคอยสนับสนุนการทำงานจนเสร็จสมบูรณ์

เพื่อนๆ ทุกคนในห้อง T219 ที่ได้คอยให้คำแนะนำ คำปรึกษาและให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดทำปริญญาานิพนธ์

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณทุกๆ ท่านเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้ ที่ได้ช่วยให้การจัดทำปริญญาานิพนธ์ในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายชาวิน

อูระแสง

นายชาญชัย

จิตมัน

ผู้จัดทำ

ระบบทดสอบการมองเห็นสีและปฏิกิริยาเท้าสำหรับการขอใบอนุญาตขับรถ  
 COLOR BLINDNESS AND REFLEX TESTS FOR DRIVER LICENSE ISSUANCE SYSTEM

โดย นาย ชาญชัย จิตมั่น 56010300  
 นาย ชาวิน อูระแสง 56010306

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ศุภยา ลิ้มปิติ  
 อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.ดร.ณัฐกานต์ พุทธิรักษ์

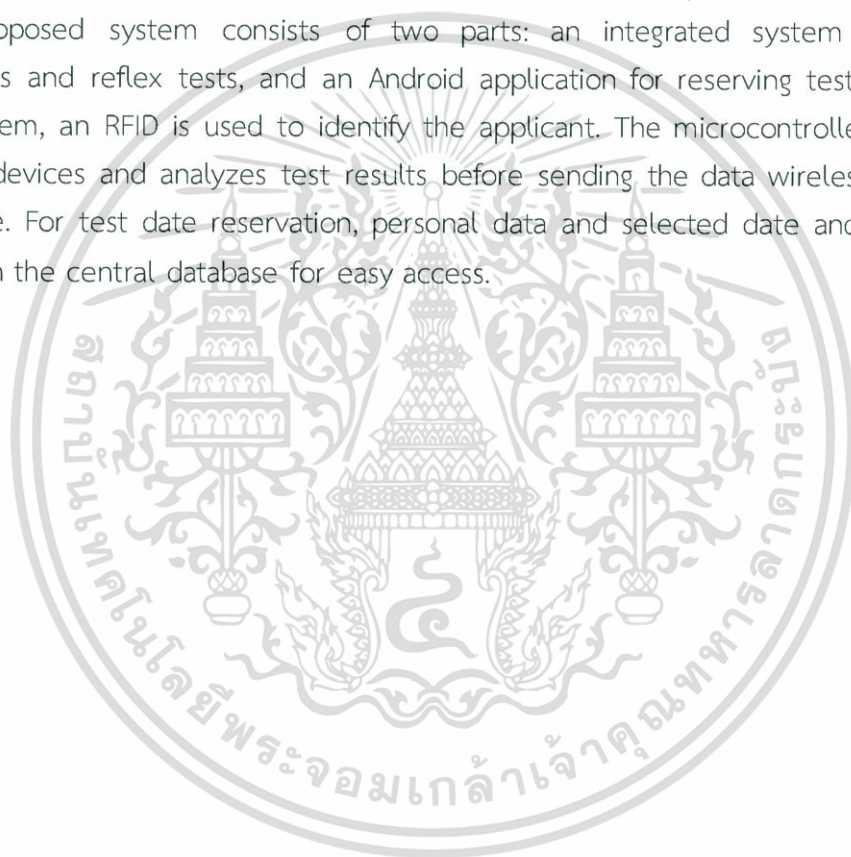
**บทคัดย่อ**

การใช้รถใช้ถนนในปัจจุบันมีมากขึ้นเรื่อยๆ และเป็นที่ยืนยันว่าผู้คนจำเป็นต้องมีใบอนุญาตขับรถ ซึ่งกระบวนการทำงานของระบบออกใบอนุญาตขับรถในปัจจุบัน มีความล่าช้าและความไม่แน่นอน อันเนื่องมาจากความล้าสมัยของระบบและจำนวนเจ้าหน้าที่ที่ไม่เพียงพอ ปริมาณนิพนธ์นี้จึงต้องการแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยการพัฒนาระบบทดสอบการมองเห็นสีและปฏิกิริยาเท้าสำหรับการขอใบอนุญาตขับรถ โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในด้านการสื่อสารและการควบคุมเพื่อความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพในการทำงาน โดยระบบที่พัฒนาขึ้นจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนสำคัญคือ ส่วนของอุปกรณ์การทดสอบการมองเห็นสีและปฏิกิริยาเท้า และส่วนของการจองคิวในการเข้ารับการทดสอบ ในส่วนของการทดสอบนั้นผู้ทดสอบจะได้รับป้ายอาร์เอฟไอดีในการระบุตัวตน และอุปกรณ์ทดสอบจะถูกสร้างขึ้นให้สามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติ เพื่อให้มีความรวดเร็ว ถูกต้อง และมีมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งการทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมดนั้นจะถูกควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่งผลการทดสอบแบบไร้สายไปเก็บในฐานข้อมูล ในส่วนของการจองคิวในการเข้ารับการทดสอบนั้น ได้ถูกออกแบบให้สามารถจองคิวผ่านแอปพลิเคชันของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้ โดยข้อมูลส่วนตัวของผู้ทำการทดสอบและวันเวลาทดสอบจะถูกนำไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลส่วนกลางเช่นกัน เพื่อความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ABSTRACT

With the increasing number of cars on the road, the need for driver licenses also becomes greater. The current process for applying or renewing a driver license is slow due to outdated equipments and lack of staff. To solve this problem, this project develops an automatic system for color blindness and reflex tests, which are parts of the application process. Communications technology is applied for data transfer and system control to make the process more efficient. The proposed system consists of two parts: an integrated system for color blindness and reflex tests, and an Android application for reserving test date. For the system, an RFID is used to identify the applicant. The microcontroller controls testing devices and analyzes test results before sending the data wirelessly to the database. For test date reservation, personal data and selected date and time are stored in the central database for easy access.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	IV
<b>บทที่ 1</b>	
<b>บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
<b>บทที่ 2</b>	
<b>ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>3</b>
2.1 กฎระเบียบข้อบังคับ ขั้นตอนการทำและต่ออายุใบอนุญาตขับรถ	3
2.2 หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์	6
2.3 รีเลย์	10
2.4 IC MCP 23017	12
2.5 การทำงานของไดโอดเปล่งแสงแบบสามสี (RGB LED)	13
2.6 หลักการทำงานของอาร์เอฟไอดี (RFID)	14
2.7 ฐานข้อมูลภาษา SQL (Structured Query Language)	17
2.8 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	19
<b>บทที่ 3</b>	
<b>การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์</b>	<b>23</b>
3.1 การออกแบบและจัดทำ	23
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	41
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	48
4.1 การทดสอบสวิตช์และหลอดไฟ	48
4.2 การทดสอบการทำงานของ RFID	52
4.3 การทดสอบแอปพลิเคชัน	56
4.4 การทดสอบการทำงานของฐานข้อมูล	63
4.5 การทดสอบระบบโดยรวม	67
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	78
5.1 สรุปผล	78
5.2 ข้อเสนอแนะ	78
บรรณานุกรม	79



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 บอร์ด Arduino UNO R3	7
2.2 ขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino	8
2.3 บอร์ด Raspberry Pi 3 Model B	9
2.4 ข้อมูลขา GPIO ของ Raspberry Pi 3 model B	10
2.5 ตัวอย่างของรีเลย์ชนิดต่างๆ	11
2.6 วงจรภายในของตัวรีเลย์	12
2.7 ขาของไอซี MCP23017	12
2.8 หลอด RGB LED	14
2.9 โมดูล WS2812 LED RGB	14
2.10 การทำงานพื้นฐานของ RFID	15
2.11 RFID 13.56MHz Read/Write Mifare Module (I2C)	16
2.12 RFID Tag Card	16
2.13 Control panel ของ Xampp เวอร์ชัน 3.2.2	18
2.14 ส่วนประกอบการทำงานของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ในแต่ละชั้น	20
3.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบทดสอบการมองเห็นสีและปฏิกิริยาเพื่อสำหรับการขอใบอนุญาตขับรถ	23
3.2 โฟลว์ชาร์ตของระบบทดสอบการมองเห็นสีและปฏิกิริยาเพื่อสำหรับการขอใบอนุญาตขับรถครั้งแรก	25
3.3 โฟลว์ชาร์ตของระบบทดสอบการมองเห็นสีและปฏิกิริยาเพื่อสำหรับการขอต่ออายุใบอนุญาตขับรถ	26
3.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR Atmega 168	27
3.5 Schematic ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น Arduino Uno R3	28
3.6 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 ที่ได้จัดทำขึ้น	28
3.7 Schematic ของวงจร DC Step Down	29
3.8 วงจร DC Step down ที่ได้จัดทำขึ้น	29
3.9 การออกแบบอุปกรณ์ทดสอบการมองเห็นสี	30
3.10 กล้องสัญญาณไฟจราจรที่ได้จัดทำขึ้น	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.11 การออกแบบกล่องสวิตซ์ที่ใช้ในการระบุสีของไฟจราจร	31
3.12 กล่องสวิตซ์ที่ได้จัดทำขึ้น	31
3.13 การออกแบบอุปกรณ์ทดสอบปฏิกิริยาเท้า	33
3.14 อุปกรณ์ทดสอบปฏิกิริยาเท้าที่ได้จัดทำขึ้น	33
3.15 ไฟเส้น WS2812 LED RGB จำนวน 20 ดวง	34
3.16 ตารางฐานข้อมูลของระบบ	35
3.17 หน้าจอสำหรับเลือกฟังก์ชันที่ต้องการใช้งาน	36
3.18 หน้าจอสำหรับกรอกข้อมูลเพื่อเช็คสถานะการจราจร	37
3.19 หน้าจอสำหรับกรอกข้อมูลเพื่อยืนยันตัวตน	38
3.20 หน้าจอสำหรับเลือกวันที่ต้องการทำการทดสอบ	38
3.21 หน้าจอสำหรับรับข้อมูลการจราจรเดิมเพื่อยืนยันตัวตนก่อนการเปลี่ยนวันที่ทดสอบ	39
3.22 หน้าจอสำหรับเลือกวันที่ต้องการทำการทดสอบใหม่	40
3.23 หน้าจอสำหรับรับข้อมูลการจราจรเดิมและยืนยันตัวตนเพื่อยกเลิกการจราจร	41
3.24 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino	41
3.25 Raspberry Pi 3 Model B	42
3.26 หลอดไฟ LED RGB WS2812B	42
3.27 โมดูลหลอดไฟ LED RGB WS2812B และไฟเส้นที่จัดทำขึ้น	43
3.28 ไอซี MCP23017	44
3.29 สวิตซ์เท้าเหยียบ	44
3.30 RFID 13.56MHz Read/Write Mifare Module (I2C)	45
3.31 RFID TAG Mifare Classic 4k 13.56MHz	45
3.32 สวิตซ์กดติด-ปล่อยดับ มีแบบไฟ LED แรงดัน 24 โวลต์	46
4.1 โมดูลไฟ WS2812 RGB LED 7 Bit	49
4.2 การสุ่มสีและตำแหน่งของไฟจราจรเพื่อทดสอบการมองเห็นสี	50
4.3 การแสดงผลการทดสอบการมองเห็นสี	50
4.4 การทำงานของอุปกรณ์ทดสอบปฏิกิริยาเท้าเมื่อเหยียบคันเร่งเพื่อเริ่มการทดสอบ	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.5	51
4.6	52
4.7	52
4.8	53
4.9	53
4.10	54
4.11	55
4.12	56
4.13	57
4.14	57
4.15	58
4.16	59
4.17	59
4.18	60
4.19	61
4.20	62
4.21	62
4.22	63
4.23	63
4.24	64
4.25	64
4.26	65
4.27	66
4.28	66
4.29	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.30	68
4.31	69
4.32	70
4.33	71
4.34	72
4.35	72
4.36	73
4.37	74
4.38	74
4.39	75
4.40	75
4.41	76
4.42	76

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ตารางเปรียบเทียบจำนวนใบอนุญาตขับรถ จำแนกประเภทใบอนุญาต ณ วันที่ 30 กันยายน 2549-2558	1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันมีผู้ที่ต้องการทำการทดสอบเพื่อขอใบอนุญาตขับรถ (Driver License) เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีการใช้รถยนต์ในการสัญจรเพิ่มมากขึ้น จึงก่อให้เกิดปัญหาที่ตามมาในการให้บริการดังกล่าว ยกตัวอย่างเช่น กระบวนการทำงานที่ล่าช้าเนื่องจากพนักงานไม่เพียงพอ หรืออาจเป็นกระบวนการทดสอบที่ให้ผลไม่แม่นยำเท่าที่ควร เป็นต้น จากตัวอย่างปัญหาที่กล่าวมานี้จึงเป็นที่มาของการนำเสนอปริญญาโทในหัวข้อ “ระบบทดสอบกรมมองเห็นสีและปฏิกิริยาเท้าสำหรับขอใบอนุญาตขับรถ” ซึ่งระบบนี้สามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติทั้งในส่วนของการทดสอบ และในส่วนของการจัดการข้อมูล จึงทำให้กระบวนการทดสอบนั้นมีความแม่นยำและรวดเร็วมากขึ้น

ตารางที่ 1.1 ตารางเปรียบเทียบจำนวนใบอนุญาตขับรถ จำแนกตามประเภทใบอนุญาต ณ วันที่ 30 กันยายน 2549-2558 [1]

ประเภทใบอนุญาต	จำนวนใบอนุญาต (ฉบับ)									
	30 ก.ย. 49	30 ก.ย. 50	30 ก.ย. 51	30 ก.ย. 52	30 ก.ย. 53	30 ก.ย. 54	30 ก.ย. 55	30 ก.ย. 56	30 ก.ย. 57	30 ก.ย. 58
รวมใบอนุญาตขับรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์	20,329,023	21,670,513	22,798,412	23,380,182	24,053,723	24,873,183	25,756,344	26,909,797	27,770,444	28,237,781
รถยนต์ส่วนบุคคล	9,493,274	10,189,379	10,800,859	11,204,234	11,746,778	12,393,758	13,076,165	13,933,676	14,639,480	15,109,781
รถยนต์สามล้อส่วนบุคคล	29,696	31,098	32,552	28,661	23,831	21,963	21,426	21,240	19,932	19,270
รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล	10,463,254	11,076,461	11,578,020	11,798,620	11,968,627	12,126,865	12,299,531	12,601,300	12,768,898	12,703,382
รถยนต์สาธารณะ	115,684	100,592	97,232	103,124	103,814	103,252	130,912	139,419	133,122	129,230
รถยนต์สามล้อสาธารณะ	12,966	10,495	9,896	10,378	10,300	9,362	9,505	9,873	8,942	8,797
รถจักรยานยนต์สาธารณะ	143,746	183,963	198,701	156,812	122,216	138,276	138,913	118,737	110,980	172,183

ตารางที่ 1.1 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนใบอนุญาตขับรถ จำแนกตามประเภทใบอนุญาต ปี 2549-2558 จากกรมการขนส่งทางบก เห็นได้ชัดว่า จำนวนการขอใบอนุญาตประเภทรถยนต์ส่วนบุคคลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกๆ ปี แต่ศูนย์การให้บริการในปัจจุบัน มีพนักงานที่คอยควบคุมดูแลไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้มาใช้บริการ ซึ่งหากระบบการขอใบอนุญาตขับรถนั้นสามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติ ก็จะเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการช่วยลดปัญหาเหล่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาและเขียนโปรแกรมคำสั่งการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
2. ศึกษาและออกแบบการเชื่อมต่อระหว่างฐานข้อมูลและอุปกรณ์
3. ศึกษาการถ่ายโอนข้อมูลผ่านอุปกรณ์ RFID
4. ศึกษาและออกแบบแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับการจองคิวทดสอบเพื่อขอใบอนุญาตขับรถ
5. สร้างระบบการทดสอบการมองเห็นสีและปฏิกิริยาเท้า

## 1.3 ขอบเขตของปริญญาโท

ออกแบบและพัฒนาระบบจัดการข้อมูลผู้ขอใบอนุญาตขับรถในการจองคิวเพื่อทดสอบสมรรถภาพทางกายผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และพัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบสมรรถภาพทางกาย 2 ประเภท คือ การมองเห็นสีเพื่อใช้ในการมองสัญญาณไฟจราจร และปฏิกิริยาเท้าสำหรับการตอบสนองในการเหยียบเบรก โดยอุปกรณ์ทั้งสองจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมและประเมินผลการทดสอบ เครื่องทดสอบจะส่งข้อมูลผลการทดสอบไปยังฐานข้อมูลของระบบโดยอัตโนมัติ โดยมีการระบุตัวตนและจัดเก็บข้อมูลส่วนบุคคลด้วยระบบอาร์เอฟไอดี เพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการทดสอบ ลดปัญหาความผิดพลาด และรองรับกับผู้ที่ต้องการสอบใบขับขี่ในปัจจุบันที่มีจำนวนมากขึ้น

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ปริญญาานิพนธ์เรื่อง “ระบบทดสอบการมองเห็นสีและปฏิกิริยาเท้าสำหรับการขอใบอนุญาตขับรถ” มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาระบบทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย 2 ประเภท คือ การมองเห็นสี และปฏิกิริยาเท้า สำหรับการขอใบอนุญาตขับรถ ให้มีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำมากขึ้น โดยการปรับปรุงระบบให้เป็นระบบอัตโนมัติ ซึ่งผู้ทดสอบสามารถทำการทดสอบได้โดยไม่ต้องมีเจ้าหน้าที่ควบคุมการทดสอบ และสามารถส่งผลการทดสอบเข้าฐานข้อมูลได้ทันที ด้วยการควบคุมและประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้ยังสามารถจองคิวการทดสอบผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยแอปพลิเคชันจะส่งข้อมูลของผู้ที่ต้องการทำการทดสอบเข้าไปยังฐานข้อมูล เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกใบอนุญาตขับรถต่อไป

#### 2.1 กฎระเบียบข้อบังคับ ขั้นตอนการทำและต่ออายุใบอนุญาตขับรถ

##### 2.1.1 กรณีออกใบอนุญาตขับรถส่วนบุคคลใหม่

##### การทดสอบสมรรถภาพร่างกาย

##### ▪ การทดสอบปฏิกิริยาเท้า

ผู้เข้ารับการทดสอบต้องทำการทดสอบความสามารถในการใช้เบรกเท้า รวม 3 ครั้ง หากสามารถเหยียบเบรกเมื่อเห็นสีไฟจราจรเปลี่ยนจากเขียวเป็นแดงได้ในระยะเวลาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.75 วินาที สองในสามครั้งถือว่าผ่านการทดสอบ

##### ▪ การทดสอบการมองเห็นสี

ให้ผู้เข้ารับการทดสอบดูไฟจราจรสีเขียว สีแดง สีเหลือง จากเครื่องทดสอบ โดยอยู่ห่างจากเครื่องทดสอบในระดับสายตาไม่น้อยกว่า 3 เมตร แล้วอ่านสีตามที่เจ้าหน้าที่กำหนด สีละ 3 ครั้ง หากอ่านได้สองในสามครั้ง ถือว่าผ่านการทดสอบ

■ การทดสอบสายตาทางกว้าง

ผู้เข้ารับการทดสอบต้องสามารถมองเห็นทั้งด้านซ้ายและด้านขวาเป็นมุมกว้าง ข้างละ 75 องศา โดยระบุสัญญาณไฟติดทางด้านซ้ายและขวาได้อย่างถูกต้องสองในสามครั้งถือว่าผ่านการทดสอบ

■ การทดสอบสายตาทางลึก

ทดสอบการมองเห็นในระยะ 2.50 – 3.50 เมตร รวม 3 ครั้ง โดยขยับแห่งทดสอบเข้า-ออก ในแนวลึกให้ตรงกับความลึกของจุดอ้างอิง หากผลการทดสอบห่างจุดที่กำหนดไม่เกิน 1 นิ้ว อย่างน้อยสองในสามครั้งติดกันถือว่าผ่าน

การทดสอบภาคทฤษฎี

วิชาที่ใช้ในการทดสอบภาคทฤษฎี

1. วิชาพระราชบัญญัติการจราจรทางบก พ.ศ. 2522
2. วิชาพระราชบัญญัติรถยนต์ พ.ศ. 2522
3. วิชามารยาทในการขับรถ
4. วิชาการขับรถยนต์อย่างปลอดภัย
5. วิชาการบำรุง ดูแลรักษารถ

\* การทดสอบภาคทฤษฎีจะทำการทดสอบผ่านเครื่องทดสอบอิเล็กทรอนิกส์ (E-exam) หลักเกณฑ์ที่กรมการขนส่งทางบกกำหนด ต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 (จำนวน 45 ข้อ) จึงจะถือว่าสอบผ่านทฤษฎี

การทดสอบภาคปฏิบัติ

รถเกียร์ธรรมดา ใช้ทำทดสอบ ดังนี้

1. ท่าที่ 1 การขับรถเดินหน้าและหยุดรถเทียบทางเท้า
2. ท่าที่ 2 การขับรถเดินหน้าและถอยหลังในทางตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ท่าที่ 3 การหยุดรถและออกรถบนทางลาดชัน

รถเกียร์อัตโนมัติ ใช้ท่าทดสอบ ดังนี้

1. ท่าที่ 1 การขับรถเดินหน้าและหยุดรถเทียบทางเท้า
2. ท่าที่ 2 การขับรถเดินหน้าและถอยหลังในทางตรง
3. ท่าที่ 3 การขับรถถอยหลังเข้าจอดและออกช่องว่างด้านซ้าย

#### 2.1.2 กรณีต่ออายุใบอนุญาตขับรถส่วนบุคคล

คุณสมบัติของผู้ขอต่อใบอนุญาตขับรถ

1. เป็นผู้ที่ได้รับใบอนุญาตขับรถยนต์ส่วนบุคคล ใบอนุญาตขับรถยนต์สามล้อส่วนบุคคล ใบอนุญาตขับรถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล ใบอนุญาตขับรถบดถนน ใบอนุญาตขับรถแทรกเตอร์ หรือใบอนุญาตขับรถชนิดอื่นอยู่เต็มแล้ว
2. ผู้ขอยังคงมีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามสำหรับผู้ถือใบอนุญาตขับรถชนิดนั้นๆ
3. กรณีขาดการต่ออายุเกิน 1-3 ปี ต้องมาติดต่อจ้องคิวที่สำนักงานฯ ทั่วประเทศ หรือ สอบถามที่ 1584

หลักฐานประกอบคำขอ

1. ใบอนุญาตขับรถเดิม หรือใบแทน
2. บัตรประชาชนฉบับจริง พร้อมสำเนา

ขั้นตอนการดำเนินการ

1. ตรวจสอบเอกสาร และออกคำขอ
2. ทดสอบสมรรถภาพร่างกาย
  - ทดสอบการมองเห็นสีที่จำเป็นในการขับรถ
  - ทดสอบสายตาทางลึก
  - ทดสอบสายตาทางกว้าง
  - ทดสอบปฏิกิริยาเท้า (ความสามารถในการใช้เบรกเท้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อบรม 1 ชั่วโมง
4. ชำระค่าธรรมเนียม / ถ่ายรูปพิมพ์ใบอนุญาตขับรถ / จ่ายใบอนุญาตขับรถ

### **หมายเหตุ**

กรณีใบอนุญาตสิ้นอายุเกิน 1 ปี แต่ไม่เกิน 3 ปี เพิ่มขึ้นตอนการสอบข้อเขียน  
กรณีใบอนุญาตสิ้นอายุเกิน 3 ปี เพิ่มขึ้นตอนการสอบข้อเขียน และการสอบขับรถ และ  
ใบรับรองแพทย์

## **2.2 หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์**

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คืออุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กซึ่งมีความสามารถคล้ายกับระบบคอมพิวเตอร์โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู, หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในบอร์ดเดียวกัน โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit)

2. หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือหน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ ข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่ง คือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกระดานขาคในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรมซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยงและเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกหรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะ คือพอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุตเพื่อรับสัญญาณอาจจะด้วยการกดสวิตช์เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุตเพื่อแสดงผล เช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น

4. ช่องทางเดินของสัญญาณหรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณจำนวนมากอยู่ภายใน

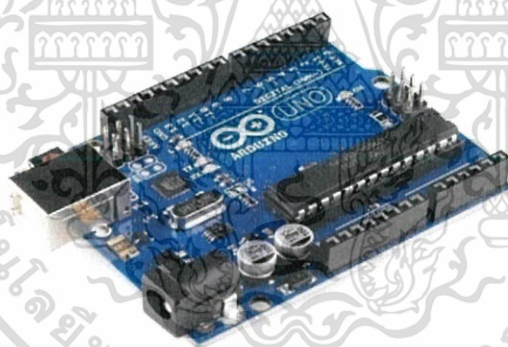
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus), บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในไมโครคอนโทรลเลอร์จะขึ้นอยู่กับข้อกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ดีขึ้น ส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้นมีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

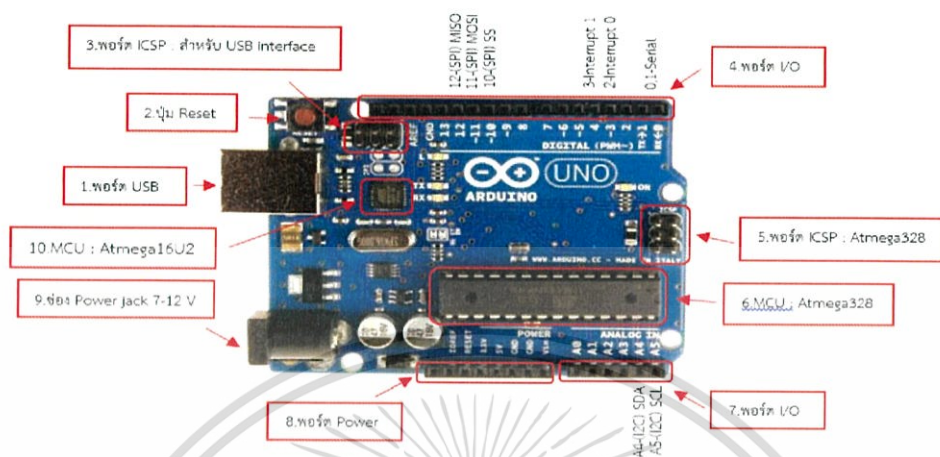
### 2.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

คณะผู้จัดทำเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอด บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino แสดงดังรูปที่ 2.1 และหน้าที่ของขาต่างๆ แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.1 บอร์ด Arduino UNO R3 [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino [2]

จากรูปที่ 2.2 ขาต่างๆ มีหน้าที่ดังนี้

1. USB Port ใช้สำหรับต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่ออัปโหลดโปรแกรมเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ และจ่ายไฟให้กับบอร์ด
2. Reset Button เป็นปุ่ม Reset ใช้เมื่อต้องการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เริ่มการทำงานใหม่
3. ICSP Port สำหรับ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com Port บน Atmega16U2
4. I/O Port Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บาง Pin จะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0,1 เป็นขา Tx, Rx Serial, Pin 3,5,6,9,10 และ 11 เป็นขา PWM
5. ICSP Port ของ Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Boot loader
6. MCU Atmega328 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้บนบอร์ด Arduino
7. I/O Port นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็นช่องรับสัญญาณแอนะล็อก ตั้งแต่ขา A0-A5
8. Power Port ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V, GND,  $V_{in}$
9. Power Jack รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V
10. MCU Atmega16U2 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่าน Atmega16U2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2.2 หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi

Raspberry Pi เป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำปริญญานิพนธ์หรือโครงงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรมหรือเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็ก

บอร์ด Raspberry Pi รองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Operating System) ได้หลายระบบ เช่น Raspbian (Debian) Pidora (Fedora) และ Arch Linux เป็นต้น โดยติดตั้งบน SD Card บอร์ด Raspberry Pi นี้ถูกออกแบบมาให้มี CPU GPU และ RAM อยู่ภายในชิปเดียวกัน มีจุดเชื่อมต่อ GPIO ให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ได้อีกด้วย โดยในปริญญานิพนธ์นี้ได้เลือกใช้ บอร์ด Raspberry Pi 3 Model B แสดงดังรูปที่ 2.3 ข้อมูลขา GPIO (General Purpose Input/Output) ของ Raspberry Pi 3 model B แสดงดังรูปที่ 2.4



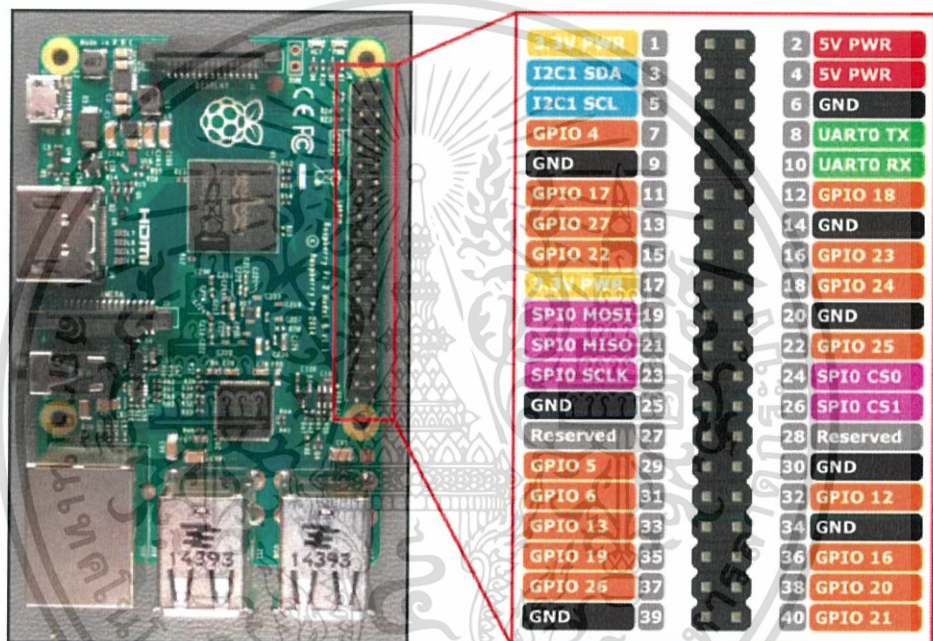
รูปที่ 2.3 บอร์ด Raspberry Pi 3 Model B [3]

รายละเอียดและคุณสมบัติของ Raspberry Pi 3 model B

- ซีพียู Broadcom BCM2837 1.2 GHz
- แรม 1 GB LPDDR2 memory
- 802.11 b/g/n Wireless LAN
- Bluetooth 4.1
- ประมวลผลภาพ Video Core IV 3D
- USB 2.0 4 พอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- GPIO (General Purpose Input/Output) 40 จุด
- พอร์ต HDMI
- พอร์ต Ethernet 10/100
- ช่องสัญญาณเสียง และ ภาพ ขนาด 3.5 มม.
- ช่องต่อสัญญาณแบบ DSI และ CSI
- ช่องใส่ Micro SD card



รูปที่ 2.4 ข้อมูล GPIO ของ Raspberry Pi 3 model B [4]

## 2.3 รีเลย์

รีเลย์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัด-ต่อวงจรโดยใช้แม่เหล็กไฟฟ้า การที่จะให้รีเลย์ทำงานต้องจ่ายไฟให้รีเลย์ตามที่กำหนด เมื่อจ่ายไฟให้กับตัวรีเลย์จะทำให้หน้าสัมผัสติดกัน กลายเป็นวงจรปิด และทันทีที่ไม่ได้จ่ายไฟให้จะกลายเป็นวงจรเปิด ตัวอย่างของรีเลย์ชนิดต่างๆ แสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างของรีเลย์ชนิดต่างๆ [5]

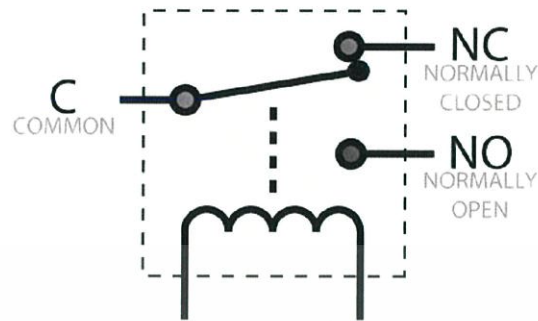
รีเลย์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลักก็คือ

1. ส่วนของขดลวด (coil) เหนียวนำกระแสไฟฟ้า ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แก่โลหะไปกระทั่งให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนียวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน (ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่มีผู้ผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระทั่งให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน
2. ส่วนของหน้าสัมผัส (contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่เราต้องการ

จุดต่อใช้งานมาตรฐานภายในวงจรของตัวรีเลย์แสดงดังรูปที่ 2.6 ประกอบด้วย

1. จุดต่อ NC ย่อมาจาก normal close หมายความว่าปกติปิด หรือ หากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนียวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลา
2. จุดต่อ NO ย่อมาจาก normal open หมายความว่าปกติเปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนียวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิด
3. จุดต่อ C ย่อมาจาก common คือจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ

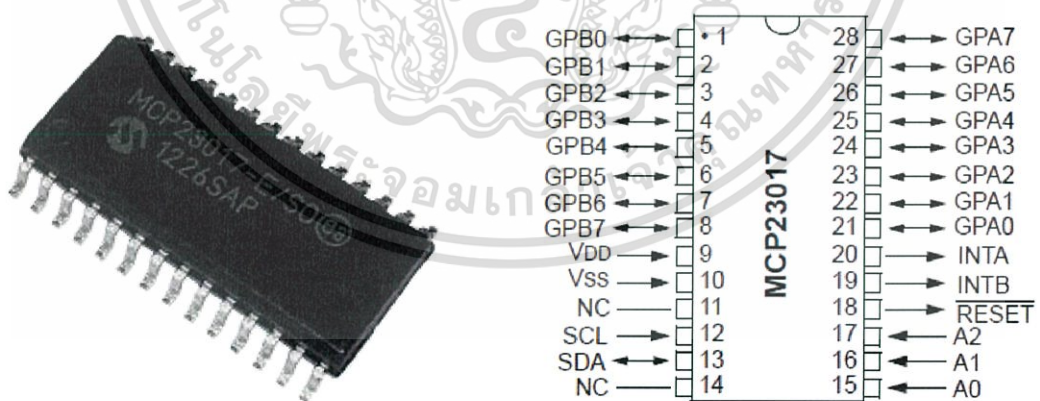
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงวงจรภายในของตัวรีเลย์ [5]

## 2.4 IC MCP23017

ไอซีเบอร์ MCP23017 เป็นไอซีขยายขาดิจิทัลของบริษัท Microchip ใช้สำหรับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อย่างเช่น Arduino Uno ที่มีจำนวนขา GPIO (General-Purpose I/O) ค่อนข้างจำกัด แต่ถ้าต้องการใช้ขา I/O (ขาดิจิทัล) ที่มีจำนวนมากกว่านั้น ต้องใช้ไอซีเบอร์ MCP23017 ซึ่งเป็นไอซีประเภท I/O Expander มาเชื่อมต่อในรูปแบบ I2C หรือ SPI โดยไอซีสามารถขยายขา I/O ได้เพิ่มขึ้นอีก 16 ขา หรือถ้าต้องการมากกว่านั้น สามารถใช้ไอซีต่อกันเพิ่มได้ ซึ่งไอซีกำหนดอ้างอิง Address ได้ 8 ตำแหน่ง คือ ไอซีต่อรวมกันได้ 8 ตัว เพียงใช้ขาจาก Arduino 2 ขา ขยายขาได้สูงสุดถึง 128 I/O รูปการเชื่อมต่อขาต่างๆ ของไอซีแสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 (ก) ไอซี MCP23017 (ข) ขาของไอซี MCP23017 [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดข้อมูลเชิงเทคนิคเกี่ยวกับไอซี MCP23017

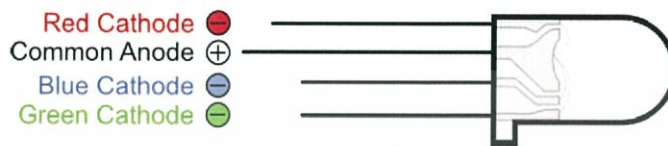
- ใช้แรงดันไฟเลี้ยง VCC = 1.8 โวลต์ ถึง 5.5 โวลต์
- มีความสามารถในการจ่ายหรือรับกระแสต่อขา (Source & Sink Current per I/O) : 25mA
- สื่อสารข้อมูลผ่านบัส I2C (SDA and SCL) ความเร็ว 100kHz (standard), 400kHz (fast-mode) และ 1.7MHz
- มีขาสำหรับกำหนดหมายเลขของอุปกรณ์ (slave address) 3-bit address pins: A2, A1, A0 มีขา I/O รวม 16 ขา แบ่งเป็น I/O Port สองชุด (Two 8-bit I/O ports): GPA (7 - 0) และ GPB (7 - 0)
- เลือกทิศทางของ I/O Port ได้ โดยโปรแกรมค่าให้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุต โดยเลือกแต่ละขาได้ เป็นอิสระจากกัน
- ขา I/O ทั้ง 16 ขา มี pull-up resistor 100kΩ อยู่ภายใน สามารถเปิดหรือปิดการใช้งานได้ แต่ละขา มี Output Latch ในกรณีที่ใช้เป็นเอาต์พุต หรือถ้าเป็นอินพุต ก็สามารถกำหนดให้ขาอินพุต สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงลอจิก หรือเปรียบเทียบกับค่าที่ได้กำหนดไว้ในรีจิสเตอร์ภายในได้ และสร้างอินเทอร์รัพท์ที่ขา INTA และ INTB (interrupt-on-change)
- มีขาอินเทอร์รัพท์ - เอาต์พุต 2 ชุด (Interrupt output pins) สำหรับ GPA และ GPB : INTA and INTB
- มีขารีเซ็ต Hardware reset pin (active-low) : /RESET

## 2.5 การทำงานของไดโอดเปล่งแสงแบบสามสี (RGB LED)

ไดโอดเปล่งแสงหรือ LED (Light Emitting Diode) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญมากประเภทหนึ่ง มีการนำไปใช้งานอย่างแพร่หลาย ภายในหลอด LED RGB จะมี LED ทั้งหมด 3 เม็ด คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน อยู่ภายในทำให้สามารถควบคุมสีของไฟที่เปล่งออกมาได้ผ่านการผสมของแสงแต่ละสี เทคนิคหนึ่งในการปรับความสว่างและสีของ RGB LED คือการสร้างสัญญาณ PWM (Pulse Width Modulation) มีความถี่ที่ แต่ปรับค่า Duty Cycle ได้ ในกรณีที่ใช้บอร์ด Arduino จะใช้คำสั่ง analogWrite() สำหรับการสร้างสัญญาณ PWM และสามารถนำไปใช้ควบคุมการทำงานของวงจรขับกระแสให้ RGB LED ได้ โดยถ้าจะทำให้ LED แต่ละสีที่อยู่ในหลอด RGB LED ติด จะต้องต่อขา R, G, B เข้ากับ GND เพื่อเชื่อมต่อไปยัง GND ของระบบ ทำให้มีกระแสไหลผ่านตัว LED และตัวต้านทานจำกัด

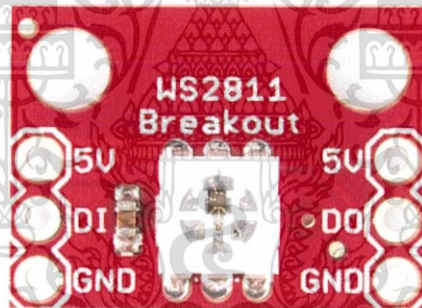
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแส ดังนั้นถ้าจะควบคุมการทำงานของหลอด RGB LED สำหรับแต่ละสี จะต้องใช้ไอซีที่สามารถควบคุมการเปิด-ปิดการไหลของกระแสลง GND ได้ และต้องใช้ได้กับปริมาณกระแสหลายร้อยมิลลิแอมป์ ต่อหนึ่งขา ลักษณะของขาหลอด RGB LED แสดงดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 หลอด RGB LED [7]

ในการทดสอบผู้จัดทำได้เลือกใช้โมดูล WS2812 RGB LED เป็นโมดูลที่ผลิตโดยบริษัท Sparkfun ตัวโมดูลใช้แรงดันไฟเลี้ยง VCC = +5V ใช้สำหรับลอจิกและไอซีตัวขับกระแสที่ทำให้ RGB LED และรับส่งข้อมูลโดยใช้สายสัญญาณเพียงเส้นเดียว มีขา DI (Data Input Pin) และ DO (Data Output Pin) ในการส่งข้อมูลด้วยอัตราสูงถึง 800 kbps และสามารถปรับสี แดง เขียว น้ำเงิน ได้ 256 ระดับ ( $3 \times 8$  บิต = 24 บิต) ตัวอย่างของโมดูล WS2812 RGB LED แสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 โมดูล WS2812 LED RGB [8]

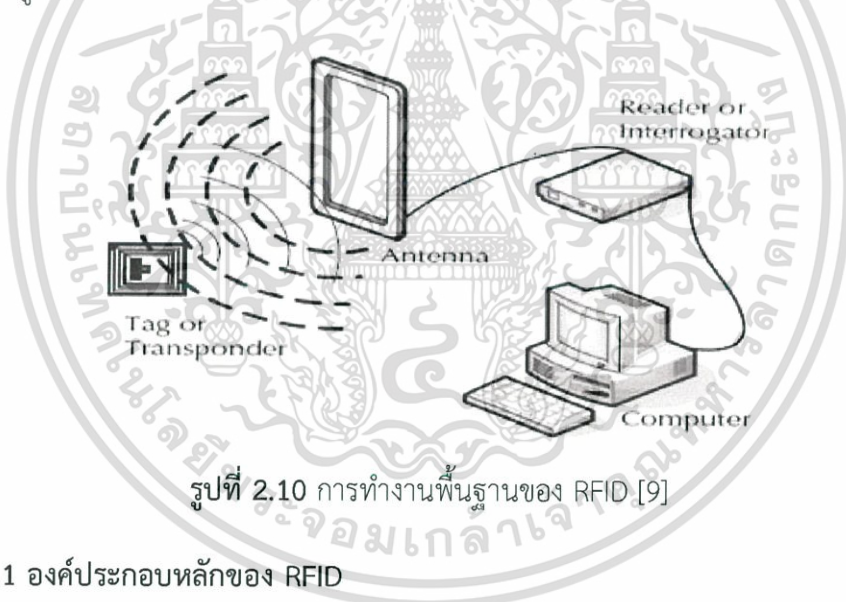
## 2.6 หลักการทำงานของอาร์เอฟไอดี (RFID)

อาร์เอฟไอดี หรือ RFID ย่อมาจากคำว่า Radio Frequency Identification เป็นระบบที่ได้ถูกพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 เพื่อวัตถุประสงค์หลักในการใช้งานที่ระบบฉลากแบบบาร์โค้ดไม่สามารถใช้ได้ โดยจุดเด่นของ RFID คือ ความสามารถในการอ่านข้อมูลของฉลากได้โดยไม่ต้องมีการสัมผัส สามารถอ่านค่าได้แม่นยำแม้ในสภาพที่ทัศนวิสัยไม่ดี ทนต่อความเปียกชื้น แร่งสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก และสามารถอ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง ปัจจุบันมีการนำ RFID มาใช้งานในงานหลากหลายไม่ว่าจะเป็นในบัตรชนิดต่างๆ เช่น บัตรประจำตัวประชาชน บัตร ATM บัตรเข้าออกสำนักงาน หรือ ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคารที่พัก บัตรจอดรถ ฉลากของสินค้า หรือแม้แต่ใช้ฝัง RFID ลงในตัวสัตว์เพื่อบันทึกประวัติ เป็นต้น การนำ RFID มาใช้งานก็เพื่ออ่านหรือเพื่อเก็บข้อมูลบางอย่างเอาไว้ ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีที่เป็นฉลากสินค้า RFID จะนำมาใช้ในการเก็บบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับสินค้า เพื่อให้สามารถทราบถึงที่มาที่ไปของสินค้าชิ้นนั้นได้

การสื่อสารระหว่าง ป้าย (Tag) และ ตัวอ่านข้อมูลของ RFID จะเป็นการสื่อสารกันโดยอาศัยช่องความถี่วิทยุ ผ่านอากาศ ซึ่งสัญญาณนี้ผ่านได้ทั้ง โลหะ และ อโลหะ แต่ป้ายไม่สามารถติดต่อกับเครื่องอ่านให้อ่านได้โดยตรง เมื่อเครื่องอ่านส่งข้อมูลผ่านความถี่วิทยุ แสดงถึงความต้องการข้อมูลที่ถูกระบุไว้จากป้าย ป้ายจะตอบข้อมูลกลับ และ เครื่องอ่านจะส่งข้อมูลต่อไปยังส่วนประมวลผลหลักของคอมพิวเตอร์ โดยเครื่องอ่านจะติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์โดยผ่านสายเครือข่าย LAN (Local Area Network ) หรือ ส่งผ่านทางความถี่วิทยุจากทั้งอุปกรณ์มีสายและอุปกรณ์ไร้สาย การทำงานพื้นฐานของ RFID แสดงดังรูปที่ 2.10



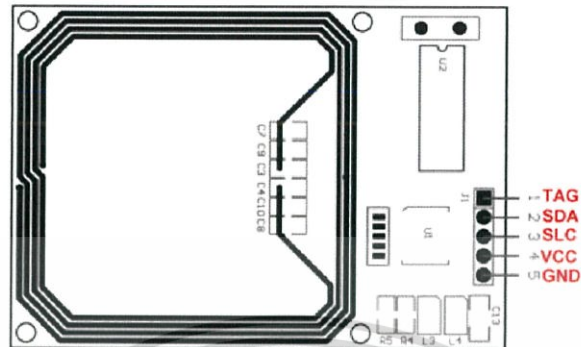
รูปที่ 2.10 การทำงานพื้นฐานของ RFID [9]

### 2.6.1 องค์ประกอบหลักของ RFID

องค์ประกอบหลักของ RFID ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ [10]

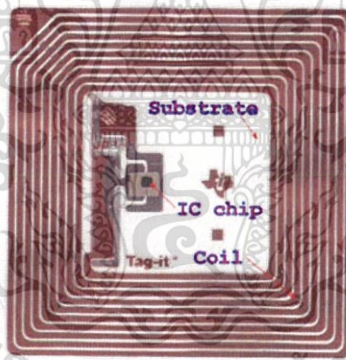
1. Reader หรือตัวอ่านข้อมูล เป็นอุปกรณ์สำหรับอ่าน หรือเขียนข้อมูลภายในป้าย ยกตัวอย่างเช่น RFID 13.56MHz Read/Write Mifare Module (I2C) ดังรูปที่ 2.11 เป็นบอร์ด RFID Read/Write เชื่อมต่อผ่านพอร์ต I2C เหมาะสำหรับใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 RFID 13.56MHz Read/Write Mifare Module (I2C) [11]

2. Transponder – ตัวจัดเก็บและส่งข้อมูล ซึ่งมาจากคำว่า Transmitter ผสมกับคำว่า Responder ที่อยู่ในรูปแบบของฉลากหรือป้าย โดยฉลากนี้จะทำการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้นเอาไว้ โดยเราอาจเรียกทั่วๆ ไปว่า ป้าย หรือ Tag ดังรูปที่ 2.12 ซึ่งป้ายจะทำหน้าที่ส่งสัญญาณหรือข้อมูลที่บันทึกอยู่ในป้ายตอบสนองไปที่ตัวอ่านข้อมูล



รูปที่ 2.12 RFID Tag Card [12]

3. Hardware ฮาร์ดแวร์หรือระบบที่ใช้ประมวลผล เป็นส่วนที่จะทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้อาจมาจาก ป้าย หรือจะสร้างข้อมูลเพื่อส่งไปยังป้าย หรือว่าจะเป็นที่เก็บระบบฐานข้อมูล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบที่นำมาเอาไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7 ฐานข้อมูลภาษา SQL (Structured Query Language)

Database หรือ ฐานข้อมูล คือ กลุ่มของข้อมูลที่ถูกเก็บรวบรวมไว้ โดยมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยไม่ได้บังคับว่าข้อมูลทั้งหมดนี้จะต้องเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลเดียวกันหรือแยกเก็บหลาย ๆ แฟ้มข้อมูล

ระบบฐานข้อมูล (Database System) คือ ระบบที่รวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกันเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีระบบ มีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ ที่ชัดเจน ในระบบฐานข้อมูลประกอบด้วยแฟ้มข้อมูลหลายแฟ้มที่มีข้อมูลเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันเข้าไว้ด้วยกันอย่างเป็นระบบและเปิดโอกาสให้ผู้ใช้สามารถใช้งานและดูแลรักษาป้องกันข้อมูลเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยมีซอฟต์แวร์ที่เปรียบเสมือนสื่อกลางระหว่างผู้ใช้และโปรแกรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ฐานข้อมูลเรียกว่าระบบจัดการฐานข้อมูล หรือ DBMS (data base management system) มีหน้าที่ช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลได้ง่ายสะดวกและมีประสิทธิภาพ

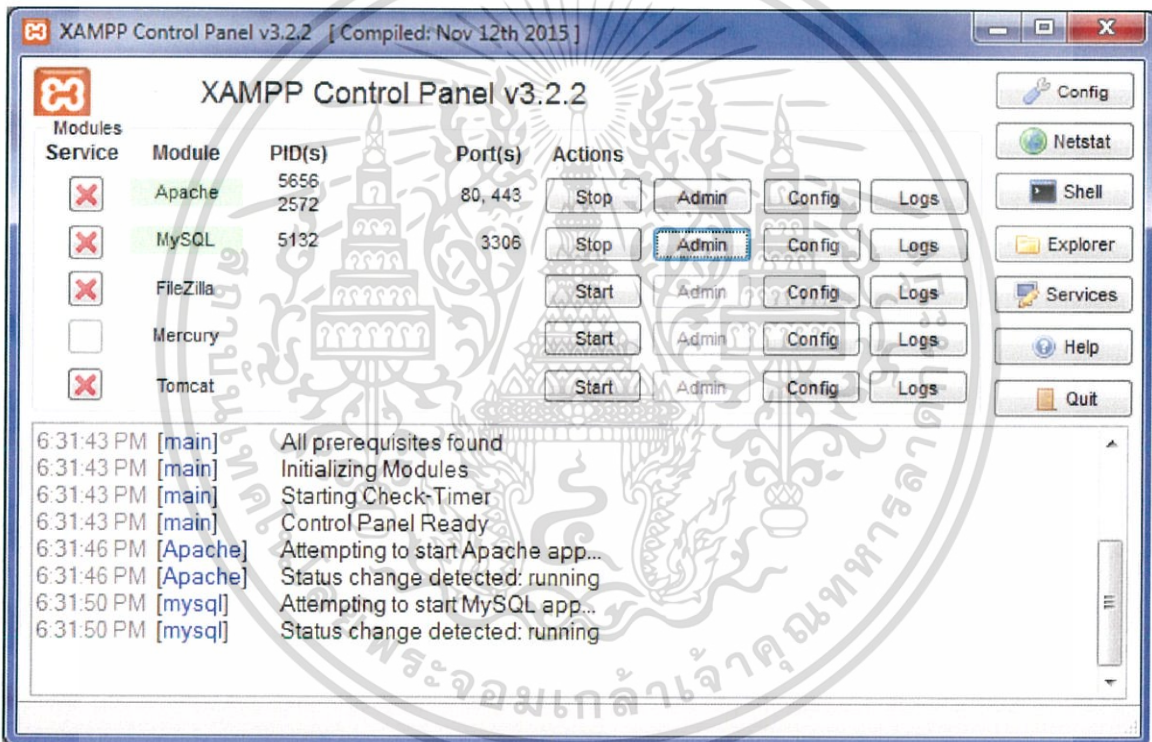
### 2.7.1 ประโยชน์ของฐานข้อมูล

1. ลดการเก็บข้อมูลที่ซ้ำซ้อน ข้อมูลบางชุดที่อยู่ในรูปของแฟ้มข้อมูลอาจมีปรากฏอยู่หลายแห่ง เพราะมีผู้ใช้ข้อมูลชุดนี้หลายคน เมื่อใช้ระบบฐานข้อมูลแล้วจะช่วยให้ความซ้ำซ้อนของข้อมูลลดน้อยลง
2. รักษาความถูกต้องของข้อมูล เนื่องจากฐานข้อมูลมีเพียงฐานข้อมูลเดียว ในกรณีที่มีข้อมูลชุดเดียวกันปรากฏอยู่หลายแห่งในฐานข้อมูล ข้อมูลเหล่านี้จะต้องตรงกัน ถ้ามีการแก้ไขข้อมูลนี้ทุกๆ แห่งที่ข้อมูลปรากฏอยู่จะแก้ไขให้ถูกต้องตามกันหมดโดยอัตโนมัติด้วยระบบจัดการฐานข้อมูล
3. การป้องกันและรักษาความปลอดภัยให้กับข้อมูลทำได้อย่างสะดวก การป้องกันและรักษาความปลอดภัยกับข้อมูลระบบฐานข้อมูลจะให้เฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องเท่านั้นซึ่งก่อให้เกิดความปลอดภัยของข้อมูลด้วย

### 2.7.2 โปรแกรม XAMPP

Xampp คือ โปรแกรมสำหรับจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ให้ทำงานในลักษณะของ Web Server กล่าวคือเครื่องคอมพิวเตอร์จะเป็นทั้งเครื่องแม่ข่าย และเครื่องลูกข่ายในเครื่องเดียวกัน

โดย XAMPP ประกอบด้วย Apache, PHP, MySQL, PHP MyAdmin, Perl ซึ่งเป็นโปรแกรมพื้นฐานที่รองรับการทำงาน CMS (Content Management System) คือ ระบบจัดการเนื้อหาของเว็บไซต์ ซึ่งเป็นชุดโปรแกรมสำหรับออกแบบเว็บไซต์ มีชุดควบคุมการทำงานที่ช่วยให้การปรับแต่งส่วนต่างๆ ให้ง่ายขึ้น และรองรับระบบปฏิบัติการหลายชนิด เช่น Windows, Linux, MAC OS ทำงานได้ทั้งบนระบบปฏิบัติการแบบ 32 bit และ 64 bit ข้อดีที่ทำให้คณะผู้จัดทำเลือกใช้ คือเป็นโปรแกรมที่รวบรวมเอาระบบงานที่จำเป็นในการทำงานทั้งหมดไว้ด้วยกัน ประกอบด้วย Apache ที่รองรับการทำงานของ web server, MySQL ที่รองรับการทำงานของระบบฐานข้อมูล ทำให้สามารถทำงานได้อย่างสะดวก รวดเร็วยิ่งขึ้น ตัวอย่างหน้า Control Panel ของโปรแกรม XAMPP แสดงดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 Control panel ของ XAMPP เวอร์ชัน 3.2.2

### โปรแกรมย่อยที่ได้หลังการติดตั้ง XAMPP

- Apache โปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์
- PHP โปรแกรมแปลภาษาพีเอชพี
- MySQL โปรแกรมฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- phpMyAdmin โปรแกรมจัดการฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล
- SQLite เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลขนาดเล็ก เหมาะสำหรับทดสอบใช้งานแบบ standalone
- FileZilla FTP Server (filezilla-project.org) เป็นโปรแกรมใช้ทำ FTP Server
- Mercury Mail Transport System เป็นโปรแกรม Web-based email

### 2.7.3 phpMyAdmin

phpMyAdmin เป็นสคริปต์ติดต่อฐานข้อมูลที่สร้างโดยภาษาพีเอชพี ซึ่งใช้จัดการฐานข้อมูล MySQL ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ โดยสามารถที่จะทำการสร้างฐานข้อมูลใหม่ หรือทำการสร้างตารางใหม่ และยังมีฟังก์ชันที่ใช้สำหรับการทดสอบการสืบค้นข้อมูลด้วยภาษา SQL พร้อมกันนั้น ยังสามารถทำการ insert delete update หรือแม้กระทั่งใช้คำสั่งต่างๆ เหมือนกันกับการใช้ภาษา SQL ในการสร้างตารางข้อมูล

ในส่วนของ การแสดงผลหน้าแรกเมื่อเข้าสู่หน้าแสดงผล จะแสดงรุ่นของพีเอชพีมายแอดมินที่ใช้ งานอยู่ พร้อมทั้งสามารถที่จะจัดการกับรหัสอักขระที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ฝั่งเมนูด้านซ้ายจะแสดงข้อมูลของฐานข้อมูลปัจจุบัน (DATABASE NAME) และเมื่อทำการเลือกแล้วจะแสดงโครงสร้างของตารางข้อมูล

## 2.8 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

แอนดรอยด์ (Android) คือระบบปฏิบัติการแบบเปิดเผยแพร่ต้นฉบับ (Open Source) โดยบริษัท กูเกิล (Google Inc.) ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มีจำนวนมาก อุปกรณ์มีหลากหลายระดับ หลากราคา รวมทั้งสามารถทำงานบนอุปกรณ์ที่มีขนาดหน้าจอ และความละเอียดแตกต่างกันได้ ทำให้ผู้บริโภคสามารถเลือกได้ตามต้องการ

### 2.8.1 ประวัติความเป็นมาของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ถูกพัฒนามาจากบริษัท แอนดรอยด์ (Android Inc.) เมื่อปี พ.ศ 2546 โดยนายแอนดี้ รูบิน (Andy Rubin) ผู้ให้กำเนิดระบบปฏิบัติการนี้ และถูกบริษัทกูเกิลซื้อกิจการเมื่อเดือนสิงหาคม ปี พ.ศ 2548 โดยบริษัทแอนดรอยด์ ได้กลายเป็นมาบริษัทลูกของบริษัทกูเกิล แต่ยังมีนายแอนดี้ รูบิน ดำเนินงานอยู่ในทีมพัฒนาระบบปฏิบัติการต่อไป

ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เป็นระบบปฏิบัติการที่พัฒนามาจากการนำเอาแกนกลางของระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Kernel) ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการที่ออกแบบมาเพื่อทำงานเป็นเครื่อง

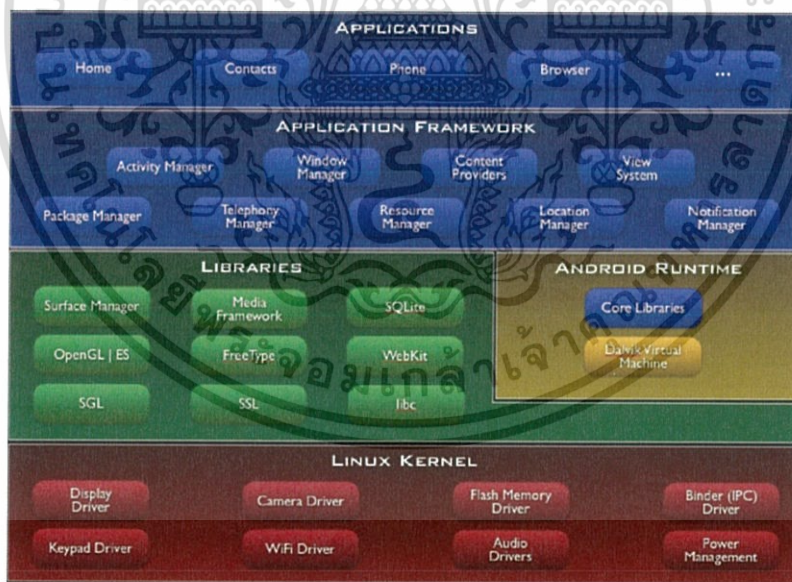
ให้บริการ (Server) มาพัฒนาต่อ เพื่อให้กลายเป็นระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์พกพา (Mobile Operating System)

ต่อมาเมื่อเดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ 2550 บริษัทกูเกิล ได้ทำการก่อตั้งสมาคม OHA (Open Handset Alliance, <http://www.openhandsetalliance.com>) เพื่อเป็นหน่วยงานกลางในการกำหนดมาตรฐานกลาง ของอุปกรณ์พกพาและระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยมีสมาชิกในช่วงก่อตั้งจำนวน 34 รายเข้าร่วม ซึ่งประกอบไปด้วยบริษัทชั้นนำที่ดำเนินธุรกิจด้านการสื่อสาร เช่น โรงงานผลิตอุปกรณ์พกพา, บริษัทพัฒนาโปรแกรม, ผู้ให้บริการสื่อสาร และผู้ผลิตอะไหล่อุปกรณ์ด้านสื่อสาร

หลังจากนั้น เมื่อเดือนตุลาคม ปี พ.ศ 2551 บริษัทกูเกิลได้เปิดตัวมือถือตัวแรกที่ใช้ระบบปฏิบัติการ แอนดรอยด์ ที่ชื่อ T-Mobile G1 หรืออีกชื่อหนึ่งคือ HTC Dream โดยใช้แอนดรอยด์รุ่น 1.1 และหลังจากนั้น ได้มีการปรับปรุงพัฒนาระบบปฏิบัติการเป็นรุ่นใหม่ มาเป็นลำดับ

### 2.8.2 โครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ส่วนประกอบหลักๆ ของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จะแบ่งเป็นชั้น แต่ละชั้นจะเรียกใช้บริการของชั้นที่อยู่ถัดลงไป แสดงดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ส่วนประกอบการทำงานของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ในแต่ละชั้น [14]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยแต่ละส่วนประกอบ จะมีหน้าที่และบริการต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) Applications ส่วน Application หรือส่วนของโปรแกรมที่มีมากับระบบปฏิบัติการ หรือเป็นกลุ่มของโปรแกรมที่ผู้ใช้งานได้ทำการติดตั้งไว้ โดยผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้โปรแกรมต่างๆ ได้โดยตรง ซึ่งการทำงานของแต่ละโปรแกรมจะเป็นไปตามที่ผู้พัฒนาโปรแกรมได้ออกแบบและเขียนโค้ดโปรแกรมเอาไว้

2) Application Framework เป็นส่วนที่มีการพัฒนาขึ้นเพื่อให้นักพัฒนาสามารถพัฒนาโปรแกรมได้สะดวก และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยนักพัฒนาไม่จำเป็นต้องพัฒนาในส่วนที่มีความยุ่งยากมากๆ เพียงแค่ทำการศึกษาถึงวิธีการเรียกใช้งาน Application Framework ในส่วนที่ต้องการใช้งาน แล้วนำมาใช้งาน ซึ่งมีหลายกลุ่มด้วยกัน ตัวอย่างเช่น

- Activities Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่จัดการเกี่ยวกับวงจรการทำงานของหน้าต่างโปรแกรม
- Content Providers เป็นกลุ่มของชุดคำสั่ง ที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลของโปรแกรมอื่น และสามารถแบ่งปันข้อมูลให้โปรแกรมอื่นเข้าถึงได้
- View System เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่เกี่ยวกับการจัดการโครงสร้างของหน้าจอที่แสดงผลในส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)
- Telephony Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลด้านโทรศัพท์ เช่น หมายเลขโทรศัพท์ เป็นต้น
- Resource Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งในการเข้าถึงข้อมูลที่เป็นข้อความและรูปภาพ
- Location Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่เกี่ยวกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ ที่ระบบปฏิบัติการได้รับค่าจากอุปกรณ์
- Notification Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่จะถูกเรียกใช้เมื่อโปรแกรมต้องการแสดงผลให้กับผู้ใช้งาน ผ่านทางแถบสถานะ (Status Bar) ของหน้าจอ

3) Libraries เป็นส่วนของชุดคำสั่งที่พัฒนาด้วย C/C++ โดยแบ่งชุดคำสั่งออกเป็นกลุ่มตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เช่น Surface Manage จัดการเกี่ยวกับการแสดงผล, Media Framework จัดการเกี่ยวกับการการแสดงผลภาพและเสียง, Open GL | ES และ SGL จัดการเกี่ยวกับภาพ 3 มิติ และ 2 มิติ, SQLite จัดการเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล เป็นต้น

4) Android Runtime จะมี Dalvik Virtual Machine ที่ถูกออกแบบมา เพื่อให้ทำงานบนอุปกรณ์ที่มี หน่วยความจำ (Memory), หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) และพลังงาน (Battery) ที่จำกัด ซึ่งการทำงานของ Dalvik Virtual Machine จะทำการแปลงไฟล์ที่ต้องการทำงาน ไปเป็นไฟล์ .DEX ก่อนการทำงาน เหตุผลก็เพื่อให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อใช้งานกับหน่วยประมวลผลกลางที่มีความเร็วไม่มาก ส่วนต่อมาก็คือ Core Libraries ที่เป็นส่วนรวบรวมคำสั่งและชุดคำสั่งสำคัญ โดยถูกเขียนด้วยภาษาจาวา (Java Language)

5.) Linux Kernel เป็นส่วนที่ทำหน้าที่หัวใจสำคัญในการจัดการกับบริการหลักของระบบปฏิบัติการ เช่น เรื่องหน่วยความจำ พลังงาน ติดต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ความปลอดภัย เครือข่าย โดยแอนดรอยด์ได้นำเอาส่วนนี้มาจากระบบปฏิบัติการลินุกซ์ รุ่น 2.6 (Linux 2.6. Kernel) ซึ่งได้มีการออกแบบมาเป็นอย่างดี

### 2.8.3 Android Studio

Android Studio เป็นเครื่องมือพัฒนา IDE (Integrated Development Environment) ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อการพัฒนาแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน บนพื้นฐานของแนวคิด IntelliJ IDEA คล้ายๆ กับการทำงานของ Eclipse และ Android ADT Plugin และเป็น IDE Tools ล่าสุดจาก Google ไว้พัฒนาโปรแกรมแอนดรอยด์ โดยมีความสามารถในการทำงานเด่นๆ ในขณะนี้ ดังต่อไปนี้

- การสร้างตัวแปรและการสร้างไฟล์ APK ในหลาย ๆ แม่แบบ
- แม่แบบที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้งานคุณสมบัติที่ถูกใช้งานบ่อยๆ
- ตัวช่วยแก้ไขรูปแบบ (Layout) ที่รองรับการลากและวาง
- เครื่องมือที่จะตรวจจับประสิทธิภาพการใช้งาน, การทำงานร่วมกันรุ่นและปัญหาอื่นๆ
- การสนับสนุนบิวท์อินสำหรับแพลตฟอร์ม Google Cloud ทำให้ง่ายต่อการรวม Google Cloud Messaging และ App Engine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

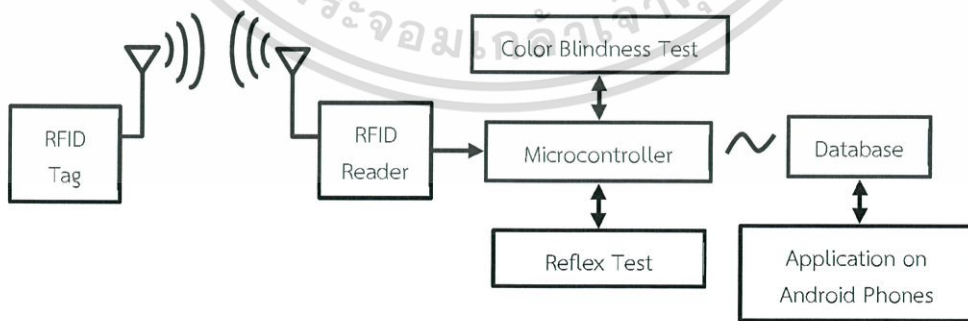
### การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์เรื่อง ระบบทดสอบการมองเห็นสีและปฏิกิริยาเท้าสำหรับการขอใบอนุญาตขับรถ มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และความถูกต้องแม่นยำให้การทดสอบเพื่อขออนุญาตใบขับขี่ และสามารถจูงใจทดสอบผ่านแอปพลิเคชันของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้ โดยการออกแบบการทำงานของระบบมีดังต่อไปนี้

#### 3.1 การออกแบบและการจัดทำ

##### 3.1.1 การออกแบบการทำงานของระบบรวม

ผู้จัดทำได้ออกแบบและพัฒนาระบบจัดการข้อมูลผู้ขอใบอนุญาตขับรถในการจูงใจเพื่อทดสอบสมรรถภาพทางกายผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และพัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบสมรรถภาพทางกาย 2 ประเภท คือ การมองเห็นสีเพื่อใช้ในการมองสัญญาณไฟจราจร (Color Blindness Test) และปฏิกิริยาเท้าสำหรับการตอบสนองในการเหยียบเบรก (Reflex Test) โดยอุปกรณ์ทั้งสองจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมและประเมินผลการทดสอบ เครื่องทดสอบจะส่งข้อมูลผลการทดสอบไปยังฐานข้อมูลของระบบโดยอัตโนมัติ โดยมีการระบุตัวตนและจัดเก็บข้อมูลส่วนบุคคลด้วยระบบ RFID เพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการทดสอบ ลดปัญหาความผิดพลาดรองรับกับผู้ที่ต้องการสอบใบอนุญาตขับรถในปัจจุบันที่มีจำนวนมากขึ้น รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบ



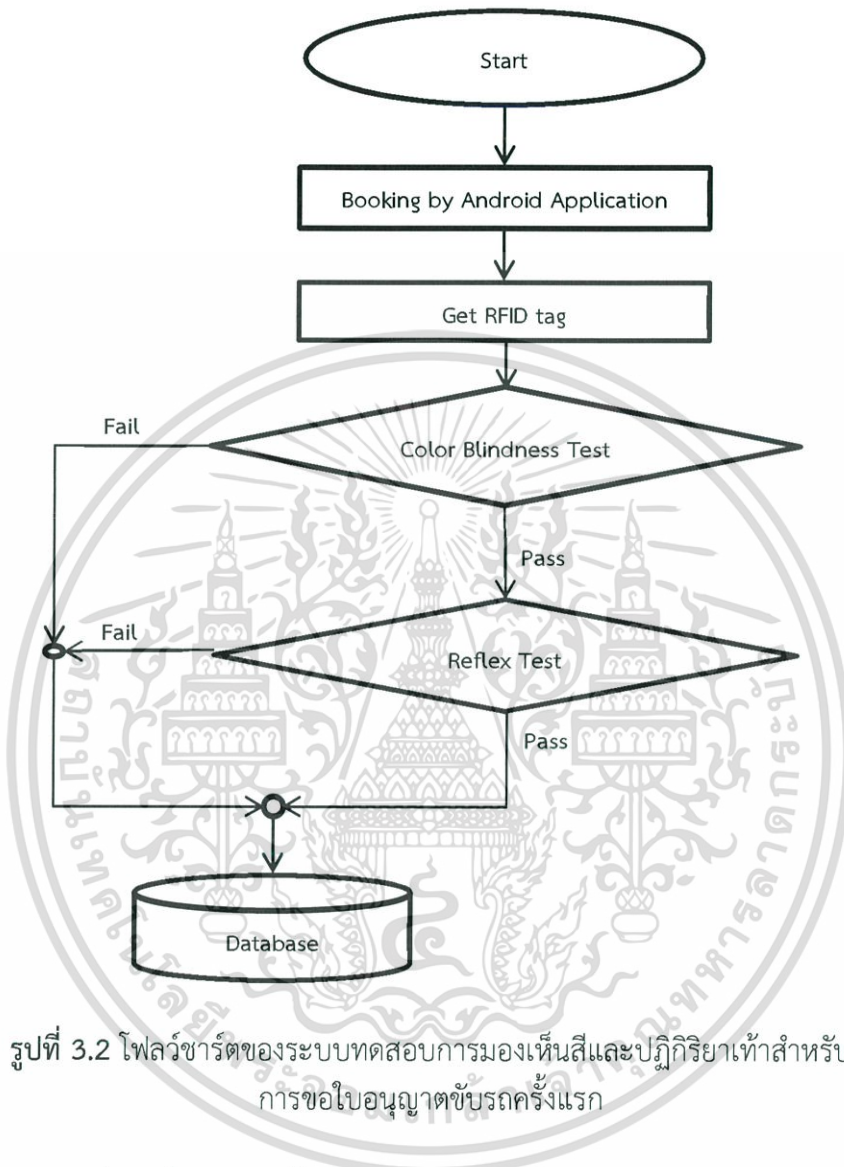
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบทดสอบการมองเห็นสีและปฏิกิริยาเท้า สำหรับการขอใบอนุญาตขับรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการทำงานของระบบนี้จะเป็นกระบวนการเพื่อขอใบอนุญาตขับรถ โดยผู้ที่ทำการทดสอบนั้นจะถูกแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ ผู้ที่ต้องการขอใบอนุญาตขับรถเป็นครั้งแรก และผู้ที่ต้องการต่ออายุใบอนุญาตขับรถ

### 3.1.1.1 การออกใบอนุญาตขับรถสำหรับผู้ไม่เคยมีใบอนุญาต

การทดสอบสำหรับผู้ทำขอใบอนุญาตขับรถครั้งแรกนั้น จะเริ่มต้นจากให้ผู้ทดสอบจองควิผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งแอปพลิเคชันจะทำการบันทึกข้อมูลของผู้ทดสอบไปยังฐานข้อมูล และหลังจากนั้นผู้ทดสอบ จะสามารถรับ RFID Tag ณ สถานที่ทำการทดสอบได้เลย ซึ่ง RFID Tag จะมีข้อมูลที่สามารเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลเพื่อระบุตัวตนผู้ทำการทดสอบ หลังจากได้รับ RFID Tag ผู้เข้ารับการทดสอบเริ่มจากการทดสอบการมองเห็นสี โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลการทดสอบ เมื่อผ่านการทดสอบการมองเห็นสีก็จะทำการทดสอบปฏิกิริยาเท้าต่อไป เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลการทดสอบปฏิกิริยาเท้าว่าผ่านหรือไม่แล้ว จะนำข้อมูลผลการทดสอบทั้งสองส่วนส่งไปบันทึกในฐานข้อมูล ซึ่ง โพลีชาร์ตของระบบแสดงดังรูปที่ 3.2

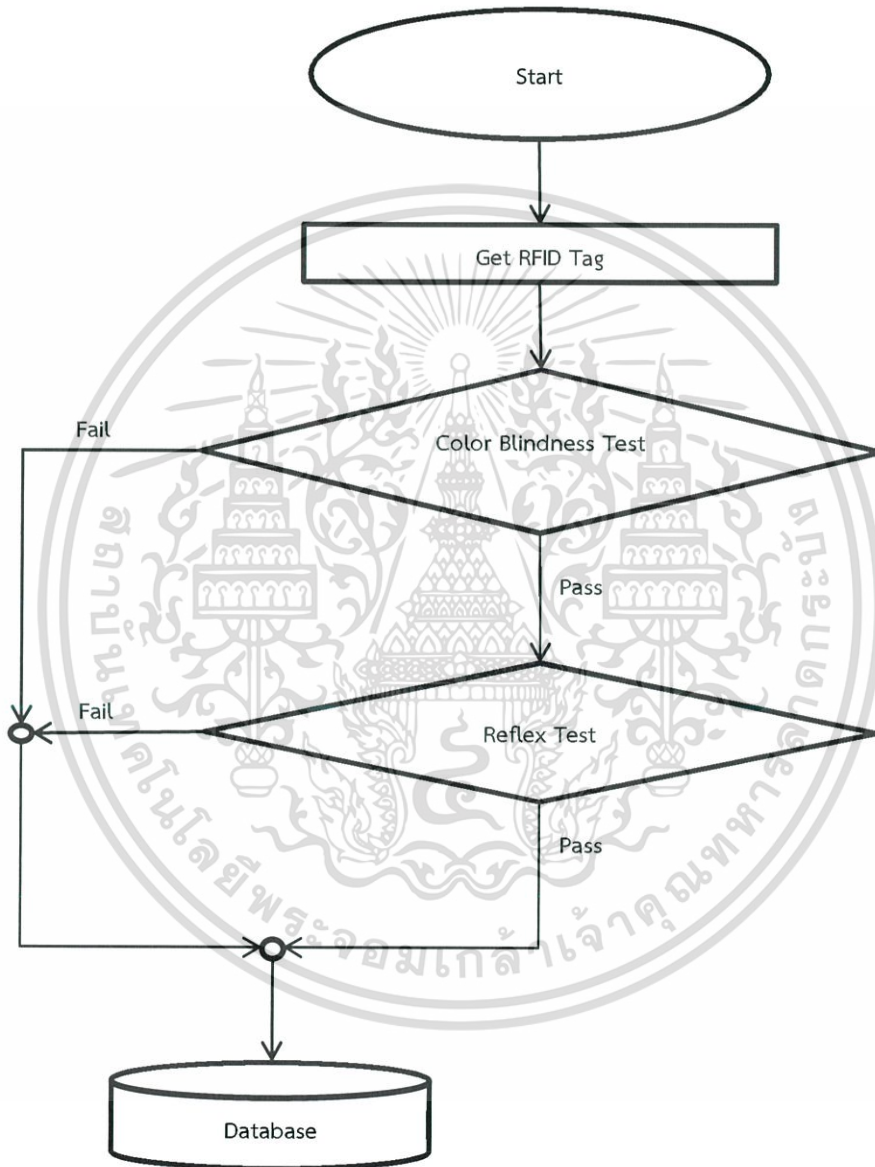


รูปที่ 3.2 โฟลว์ชาร์ตของระบบทดสอบการมองเห็นสีและปฏิกิริยาเท้าสำหรับการขอใบอนุญาตขับรถครั้งแรก

### 3.1.1.2 การต่ออายุใบอนุญาตขับรถ

ตามกระบวนการของกรมขนส่งทางบก การทดสอบสำหรับผู้ต้องการต่ออายุใบอนุญาตขับรถจะไม่สามารถจองคิวผ่านแอปพลิเคชันได้ ดังนั้นผู้ที่ต้องการต่ออายุใบอนุญาตขับรถ จะต้องมาลงทะเบียนและขอรับ RFID Tag ณ ที่ทำการทดสอบ ซึ่ง RFID Tag จะมีข้อมูลที่สามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลเพื่อระบุตัวตนผู้ทำการทดสอบ หลังจากได้รับ RFID Tag ผู้เข้ารับการทดสอบจะเริ่มจากการทดสอบการมองเห็นสี โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลการทดสอบ เมื่อผ่านการทดสอบการมองเห็นสีก็จะทำการทดสอบปฏิกิริยาเท้าต่อไป เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลการทดสอบปฏิกิริยาเท้าว่าผ่าน

หรือไม่แล้ว จะนำข้อมูลผลการทดสอบส่งไปบันทึกในฐานข้อมูล ซึ่งโฟลว์ชาร์ตของระบบแสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 โฟลว์ชาร์ตของระบบทดสอบการมองเห็นสีและปฏิกิริยาเท้าสำหรับการขอต่ออายุใบอนุญาตขับรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR Atmega 168

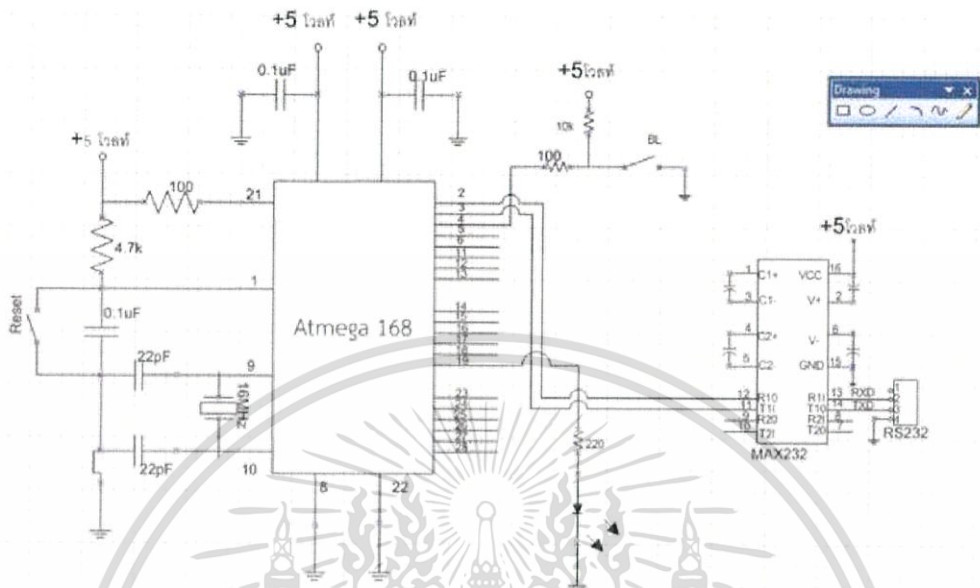
ปริญาณิพนธ์นี้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR Atmega 168 บรรจุในตัวถังขนาด 28 พิน มีหน่วยป้องกันความจำสามารถเขียนและลบได้ 100,000 ครั้ง มีพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตขนาด 20 บิต จำนวน 3 พอร์ต คือพอร์ต B จำนวน 6 บิต เป็นพอร์ตดิจิตอลพินที่ 8-13 พอร์ต C จำนวน 6 บิต เป็นพอร์ตแอนะล็อกพินที่ 0-5 และพอร์ต D จำนวน 8 บิตเป็นพอร์ตดิจิตอลพินที่ 0-7 ควบคุมโดยใช้โปรแกรมคำสั่งของ Arduino ลักษณะของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR Atmega 168 แสดงดังรูปที่ 3.4



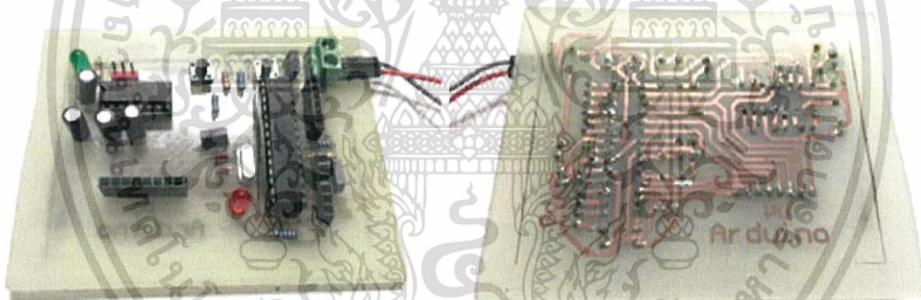
รูปที่ 3.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR Atmega 168 [2]

#### 3.1.2.1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

ผู้จัดทำได้ทำการออกแบบและจัดทำบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับใช้ในปริญาณิพนธ์ตามวงจรการเชื่อมต่อดังรูปที่ 3.5 และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino รุ่น Uno R3 ที่เสร็จสมบูรณ์ แสดงในรูปที่ 3.6



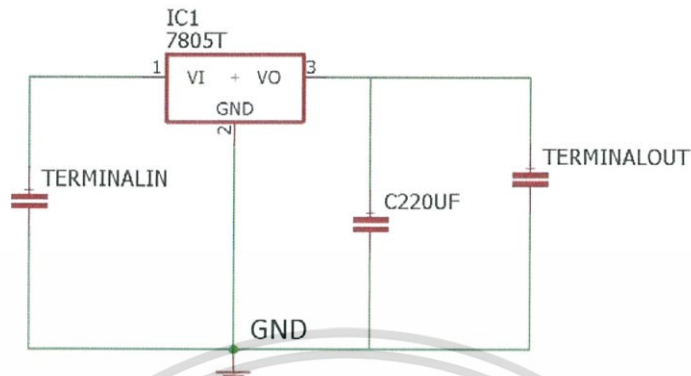
รูปที่ 3.5 Schematic ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น Arduino Uno R3



รูปที่ 3.6 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 ที่ได้จัดทำขึ้น

### 3.1.3 วงจร DC Step Down

ปริญญานิพนธ์นี้ใช้วงจร DC Step Down เพื่อทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 12 โวลต์ให้เหลือ 5 โวลต์ และจ่ายกระแส 1A เพื่อนำไปจ่ายให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดย Schematic ของ วงจร DC Step Down แสดงดังรูปที่ 3.7 และชิ้นงานของวงจร DC Step Down แสดงดังรูปที่ 3.8



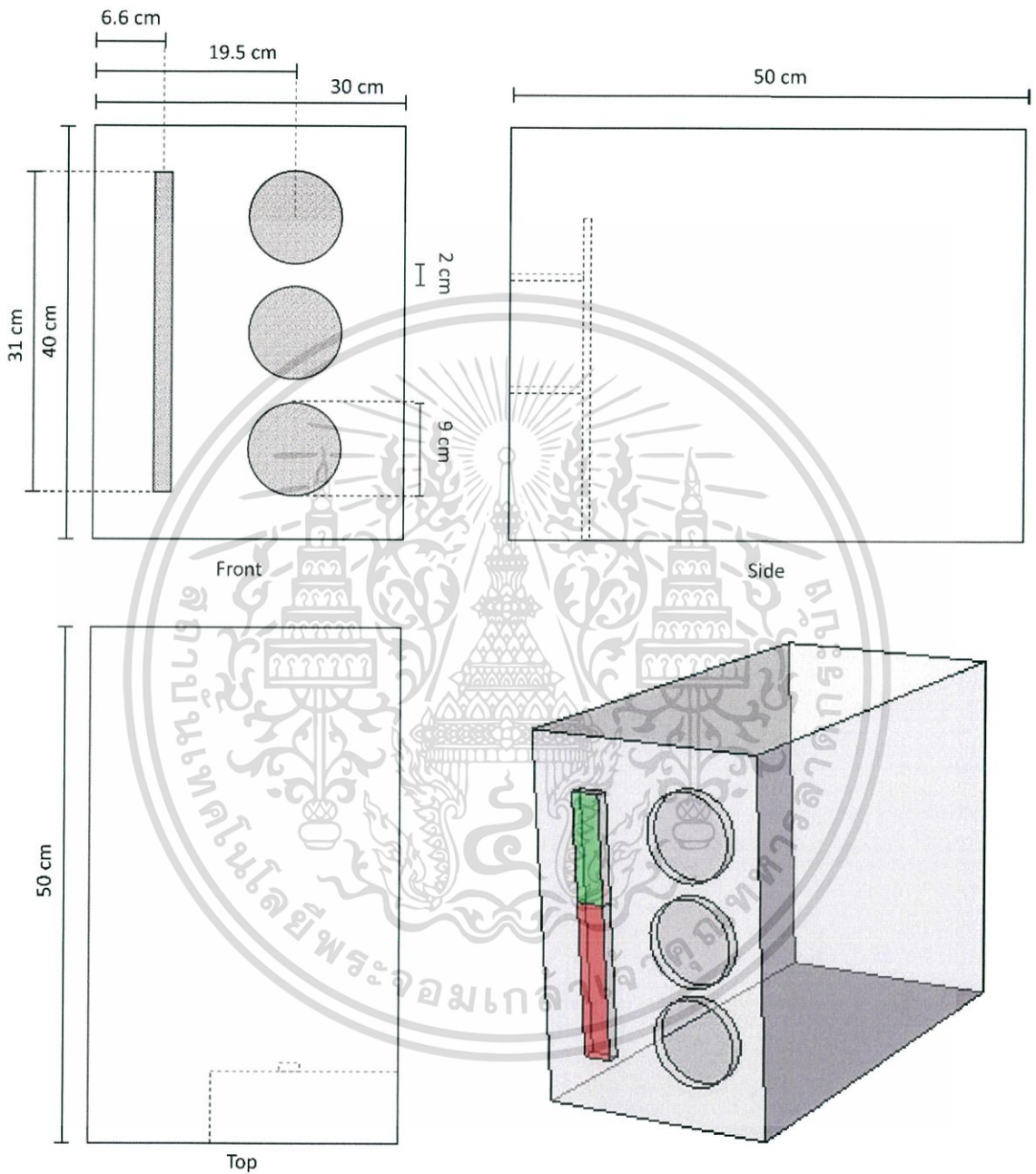
รูปที่ 3.7 Schematic ของวงจร DC Step Down



รูปที่ 3.8 วงจร DC Step down ที่ได้จัดทำขึ้น

#### 3.1.4 อุปกรณ์ทดสอบการมองเห็นสี

การออกแบบอุปกรณ์ทดสอบการมองเห็นสีสำหรับผู้ขอใบอนุญาตขับรถแสดงดังรูปที่ 3.9 โดยการทำงานคือ ผู้ทดสอบจะยืนห่างจากอุปกรณ์เป็นระยะ 3 เมตร จากนั้นอุปกรณ์จะทำการเปิดไฟจราจร โดยจะสุ่มสีไฟและตำแหน่งของไฟที่เปิด หลังจากนั้นจะให้ผู้ทดสอบกดสวิทช์เพื่อระบุสีของไฟจราจรที่มองเห็น โดยจะทำการทดสอบทั้งหมด 6 ครั้ง ผู้ทดสอบจะสอบผ่านเมื่อตอบถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 6 ครั้ง



รูปที่ 3.9 การออกแบบอุปกรณ์ทดสอบการมองเห็นสี

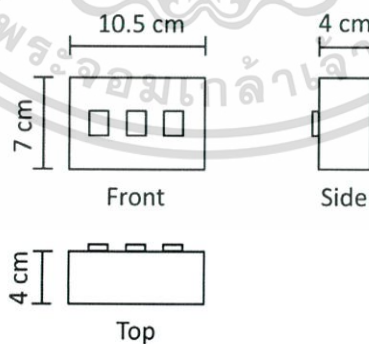
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้จัดทำได้ออกแบบและสร้างกล่องสัญญาณไฟจราจรที่ใช้ในการทดสอบแสดงดังรูปที่ 3.10 โดย ส่วนที่ 1 คือ ไฟจราจรสำหรับทดสอบการมองเห็นสี และให้สัญญาณสำหรับการทดสอบปฏิกิริยาเท้า และ ส่วนที่ 2 คือ แถบไฟเส้นสำหรับแสดงผลการทดสอบปฏิกิริยาเท้า



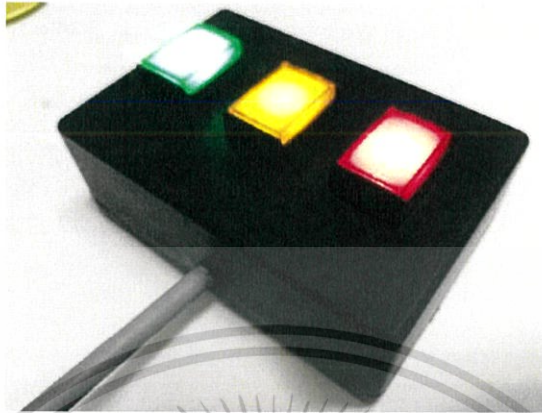
รูปที่ 3.10 กล่องสัญญาณไฟจราจรที่จัดทำขึ้น

การออกแบบกล่องสวิตช์ที่ใช้ในการระบุสีไฟจราจรแสดงดังรูปที่ 3.11 โดยการทำงานจะใช้สวิตช์ทั้งหมด 3 ตัว ได้แก่ สวิตช์สีแดง สีเหลือง และสีเขียว ตามสีของไฟจราจรที่ใช้ในการทดสอบ เมื่อผู้ทดสอบทำการกดสวิตช์ ไฟของอุปกรณ์ทดสอบการมองเห็นสีจะดับลง และทำการสุ่มไฟขึ้นมาใหม่อีกครั้ง กล่องสวิตช์ที่จัดทำขึ้นแสดงดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.11 การออกแบบกล่องสวิตช์ที่ใช้ในการระบุสีของไฟจราจร

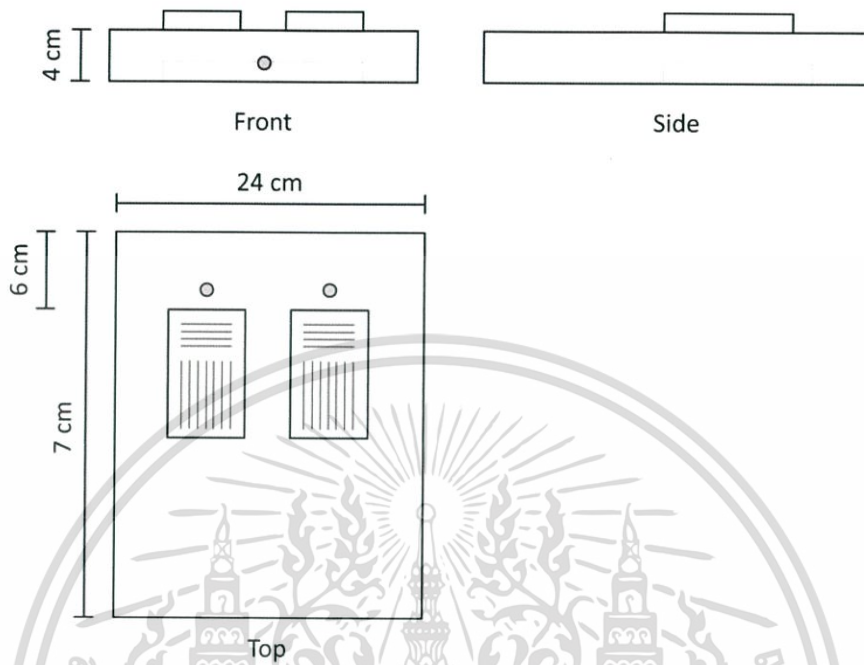
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 กล่องสวิตช์ที่ได้จัดทำขึ้น

### 3.1.5 อุปกรณ์ทดสอบปฏิกิริยาเท้า

การออกแบบอุปกรณ์ทดสอบปฏิกิริยาเท้าสำหรับผู้ขอใบอนุญาตขับรถแสดงดังรูปที่ 3.13 โดยการทำงานคือ ผู้ทดสอบจะนั่งห่างจากอุปกรณ์เป็นระยะ 3 เมตร จากนั้นเมื่อผู้ทดสอบเริ่มต้นการทดสอบโดยการเหยียบคันเร่ง อุปกรณ์จะแสดงไฟสีเขียว หลังจากผู้ทดสอบเหยียบคันเร่งค้างไว้ประมาณ 5 วินาที ไฟจราจรจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดง ผู้ทดสอบจะต้องเลื่อนเท้าไปเหยียบเบรกให้ทันเวลาที่กำหนด โดยจะมีไฟเส้นแสดงผลของเวลาที่ผู้ทดสอบเปลี่ยนเท้าจากคันเร่งไปเบรก โดยจะทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง ผู้ทดสอบจะสอบผ่าน อย่างน้อย 2 ใน 3 ครั้ง อุปกรณ์ทดสอบปฏิกิริยาเท้าที่ได้จัดทำขึ้นแสดงดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.13 การออกแบบอุปกรณ์ทดสอบปฏิกิริยาเท้า



รูปที่ 3.14 อุปกรณ์ทดสอบปฏิกิริยาเท้าที่ได้จัดทำขึ้น (ก) ด้านบน (ข) ด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของอุปกรณ์ทดสอบปฏิกิริยาเท้าจะใช้โมดูลไฟ WS2812 RGB LED แบบ 1 Bit นำมาเชื่อมต่อกันเป็นไฟเส้น จำนวน 20 ดวง แสดงดังรูปที่ 3.15 ซึ่งไฟเส้นจะถูกควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่จะต่อกับสวิตซ์เท้าเหยียบ โดยการทำงานของระบบคือ เมื่อทำการเหยียบสวิตซ์คันเร่งค้างไว้เป็นเวลานานหนึ่ง ไฟจราจรสีเขียวจะติดขึ้นมา และเมื่อไฟจราจรเปลี่ยนเป็นสีแดง ผู้ทดสอบจะต้องเปลี่ยนเท้าจากคันเร่งไปยังเบรกให้ทัน ซึ่งในขณะนั้นไฟ LED เส้นก็จะติดขึ้นมาพร้อมกับไฟที่เปลี่ยนเป็นสีแดง และเมื่อเหยียบเบรกไฟเส้นจะหยุด เพื่อแสดงผลเวลาในการทดสอบ โดยไฟ LED ถูกออกแบบให้ติดเพิ่มขึ้นทีละดวง เมื่อเวลาผ่านไปทุกๆ 0.05 วินาที การทดสอบจะผ่านเมื่อผู้ทดสอบใช้เวลาไม่เกิน 0.75 วินาที หลังจากการที่เห็นไฟแดงในการเหยียบเบรก และไม่ผ่านการทดสอบเมื่อเวลาเกินกว่านั้น การควบคุมไฟสวิตซ์ และการประมวลผลคะแนนการทดสอบ จะควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.15 ไฟเส้น WS2812 LED RGB จำนวน 20 ดวง

### 3.1.6 เซิร์ฟเวอร์และการจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล

ในส่วนของเซิร์ฟเวอร์ ผู้จัดทำได้ใช้คอมพิวเตอร์เป็นเซิร์ฟเวอร์ในการจัดการข้อมูล โดยกำหนดให้ Raspberry pi เป็นตัวส่งและรับข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ โดยให้ Raspberry pi เชื่อมต่อเครือข่าย LAN (Local Area Network) เดียวกันกับคอมพิวเตอร์ที่ใช้เป็นเซิร์ฟเวอร์ สำหรับการจัดการฐานข้อมูล ผู้จัดทำได้เลือกใช้ พีเอชพี มายแอดมิน (PHP Myadmin) เป็นตัวจัดการในการสร้างฐานข้อมูล โดยปริณญาณิพนธ์นี้ได้ออกแบบฐานข้อมูลเพื่อเก็บข้อมูลของการจูงตัวการทดสอบ ผู้จัดทำได้ทำการสร้างฐานข้อมูลที่มี 1 ตาราง (table) ซึ่งตารางฐานข้อมูลของระบบแสดงดังรูปที่ 3.16 โดยตารางจะประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมด 13 필ด์ (field) โดยจะถูกแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่

1. ส่วนของหมายเลข UID (Unique Identifier) ส่วนนี้จะประกอบไปด้วย 1 필ด์ คือ 필ด์ “UID” ของป้าย RFID Tag ซึ่งจะเป็นตัวเชื่อมต่อระหว่าง RFID Tag และฐานข้อมูล เพื่อทำการระบุตัวตนของผู้ทำการทดสอบ

2. ส่วนของข้อมูลผู้ทดสอบ ส่วนนี้จะประกอบไปด้วยทั้งหมด 5 ฟิลด์ ได้แก่ “Name” ที่แสดงถึงชื่อของผู้ทำการทดสอบ “Surname” แสดงถึงนามสกุลของผู้ทำการทดสอบ “ID Card” แสดงถึงรหัสบัตรประจำตัวประชาชนของผู้ทำการทดสอบ ฟิลด์ของ “Email” แสดงถึงอีเมลของผู้ทำการทดสอบ และ “Telephone” แสดงถึง หมายเลขโทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ของผู้ทำการทดสอบ โดยในส่วนนี้จะทำการรับค่ามาจากแอปพลิเคชัน

3. ส่วนของการจองคิว ประกอบไปด้วยทั้งหมด 5 ฟิลด์ ได้แก่ “Motorcycle’s License” และ “Car’s License” ซึ่งเก็บข้อมูลของประเภทใบอนุญาตที่ผู้ทดสอบต้องการ “Reservation date” แสดงวัน เดือน ปี ของการจองคิวการทดสอบ “Reservation time” แสดงช่วงเวลาของการจองคิวทดสอบ และ “Reservation number” แสดงถึงหมายเลขการจองของผู้ทดสอบ โดยในส่วนนี้จะทำการรับค่ามาจากแอปพลิเคชัน

4. ส่วนของผลการทดสอบ ประกอบไปด้วยทั้งหมด 2 ฟิลด์ ได้แก่ “Colorblindness” และ “Reflex” ที่แสดงถึงผลการทดสอบ ซึ่งจะถูกอัปเดตต่อเมื่อผู้ทำการทดสอบได้ทำการทดสอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว



UID	Name	Surname	ID Card	Email	Telephone	Motorcycle's License	Car's License	Reservation date	Reservation time	Reservation number	Colorblindness	Reflex
1EA3B8B0	Chanchai	Jitwan	11030287821	chanchai.jit@gmail.com	0830070964	Yes	Yes	2017-02-10	Morning	0000001	Pass	Pass
62534A98	Chauin	Urasaeng	11030160200	chawinboon@gmail.com	0831116670	Yes	Yes	2017-03-01	Afternoon	0000002	Pass	Fail
64774C1A	Chatchon	Tarwand	110320897821	chatchon@gmail.com	0840097387	Yes	Yes	2017-04-10	Morning	0000003	Fail	Fail

รูปที่ 3.16 ตารางฐานข้อมูลของระบบ

### 3.1.7 แอปพลิเคชัน

ในส่วนของแอปพลิเคชัน ได้ออกแบบไว้สำหรับจองคิวการทดสอบของผู้ที่ต้องการออกใบอนุญาตขับรถสำหรับผู้ขอใบอนุญาตครั้งแรกเท่านั้น โดยผู้ที่ต้องการต่อใบอนุญาตขับรถจะไม่สามารถจองคิวได้ ทางผู้จัดทำได้ทำการออกแบบแอปพลิเคชัน โดยใช้โปรแกรม Android Studio ในการออกแบบแอปพลิเคชัน ในแอปพลิเคชันจะมีฟังก์ชันให้ผู้ใช้งานได้เลือกตามความต้องการ แสดงดังรูปที่ 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 หน้าจอสำหรับเลือกฟังก์ชันที่ต้องการใช้งาน

แอปพลิเคชันจะประกอบด้วย 4 ฟังก์ชัน คือ

1. CHECK STATUS ฟังก์ชันสำหรับให้ผู้สมัครตรวจสอบว่าได้ทำการจองคิวทดสอบเรียบร้อยแล้วหรือไม่ โดยสามารถทำการตรวจสอบหมายเลข Reservation Number ของตนเองได้ ภายหลังจากกรอกหมายเลข ID card และ E-mail address ที่ใช้ในการจองคิวเอาไว้ โดยแสดงดังรูปที่ 3.18

รูปที่ 3.18 หน้าจอสำหรับกรอกข้อมูลเพื่อเช็คสถานะการจูงคิว

2. RESERVATION ฟังก์ชันสำหรับให้ผู้ใช้งานได้ทำการจองวันที่ต้องการทำการทดสอบ โดยในขั้นตอนการจองคิวนั้นผู้ใช้งานจำเป็นจะต้องกรอกข้อมูลส่วนตัวเพื่อเป็นการยืนยันตัวตนก่อน แล้วจึงสามารถเลือกวันที่ต้องการทำการทดสอบได้ โดยแสดงดังรูปที่ 3.19 และรูปที่ 3.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Reservation

**DRIVER'S LICENSE**  
RESERVATION

Name \_\_\_\_\_

D Card \_\_\_\_\_

E-mail \_\_\_\_\_

Phone Number \_\_\_\_\_

Motorcycle's License

Car's License

NEXT

Reservation Date

Your Date Mar 26, 2017

CHOOSE DATE

Choose Your Time

Morning  Afternoon

NEXT

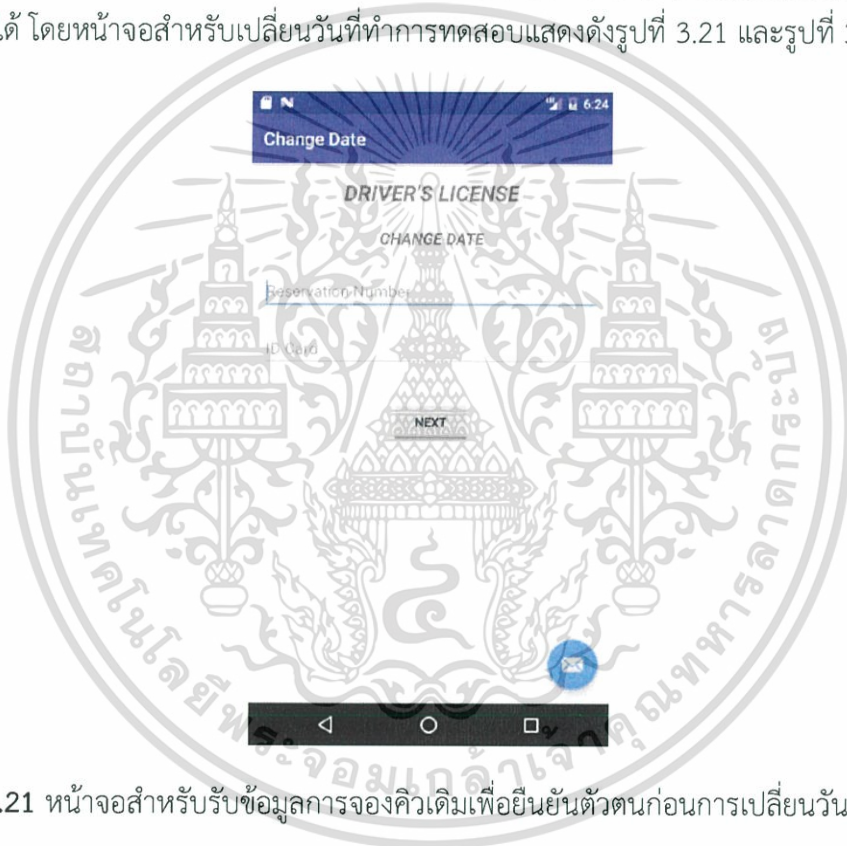
รูปที่ 3.19 หน้าจอสำหรับกรอกข้อมูลเพื่อยืนยันตัวตน

รูปที่ 3.20 หน้าจอสำหรับเลือกวันที่ต้องการทำการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากผู้ใช้งานเลือกวันที่ต้องการทำการทดสอบเสร็จสิ้นแล้ว แอปพลิเคชันจะแสดงหมายการจองคิวให้ทราบ โดยผู้ใช้งานสามารถนำหมายเลขการจองคิวที่ได้รับไปแสดงที่กรมการขนส่งทางบก จึงสามารถเริ่มทำการทดสอบได้

3. CHANGE DATE ฟังก์ชันสำหรับผู้ที่ต้องการเปลี่ยนวันการจองคิวทดสอบ เมื่อทำการจองคิวเสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยผู้ใช้งานจะต้องกรอกหมายเลขการจองคิวที่ได้จากการตอบกลับจากการจองคิวทดสอบในครั้งแรก และหมายเลขบัตรประจำตัวประชาชนก่อน จึงจะสามารถเลือกวันที่ต้องการทำการทดสอบใหม่ได้ โดยหน้าจอสำหรับเปลี่ยนวันที่ทำการทดสอบแสดงดังรูปที่ 3.21 และรูปที่ 3.22

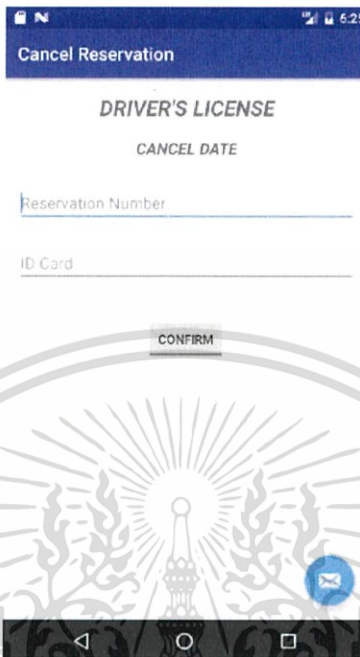


รูปที่ 3.21 หน้าจอสำหรับรับข้อมูลการจองคิวเดิมเพื่อยืนยันตัวตนก่อนการเปลี่ยนวันทดสอบ

รูปที่ 3.22 หน้าจอสำหรับเลือกวันที่ต้องการทำการทดสอบใหม่

4. CANCEL DATE ฟังก์ชันใช้สำหรับยกเลิกการจองคิว โดยผู้ใช้งานจะต้องกรอกหมายเลขการจองคิวที่ได้จากการตอบกลับ และหมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน หลังจากนั้นกดยืนยัน เสร็จแล้วระบบจะทำการลบการจองคิวของผู้ใช้งานออกจากฐานข้อมูล โดยหน้าต่างสำหรับรับข้อมูลการจองคิวที่ได้ทำไว้แสดงดังรูปที่ 3.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

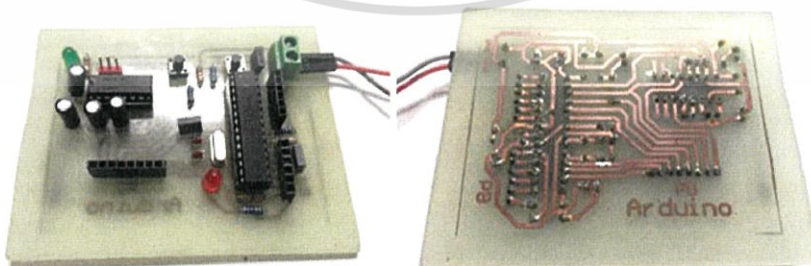


รูปที่ 3.23 หน้าจอสำหรับรับข้อมูลการจองคิวเดิมและยืนยันตัวตนเพื่อยกเลิกการจอง

## 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

### 3.2.1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ไฟ RGB LED, สวิตช์, และรีเลย์ ซึ่งอยู่ภายในอุปกรณ์ทดสอบการมองเห็นสี และอุปกรณ์ทดสอบปฏิกิริยาเท้า และยังมีหน้าที่ในการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry pi เพื่อที่จะส่งค่าผลการทดสอบไปยังฐานข้อมูลต่อไป บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino แสดงดังรูปที่ 3.24

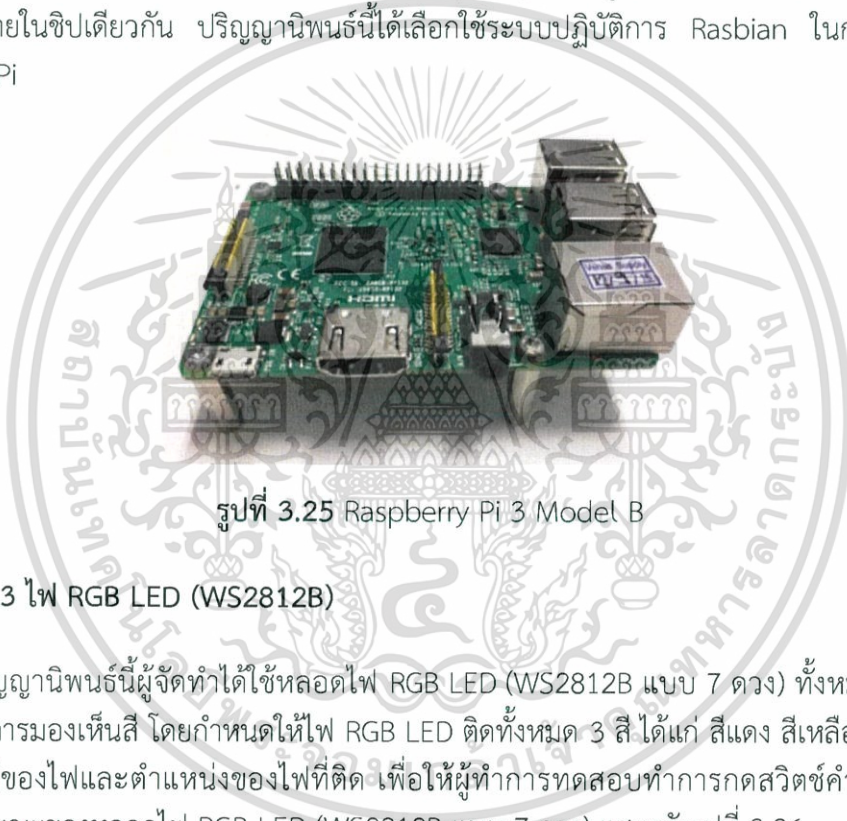


รูปที่ 3.24 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2 Raspberry Pi

ระบบที่พัฒนาขึ้นใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นศูนย์กลางการควบคุมและประมวลผลการทำงานของระบบ ซึ่งปริญญาานิพนธ์นี้ได้เลือกใช้ Raspberry Pi 3 model B ดังแสดงในรูปที่ 3.25 ซึ่งเป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ ซึ่ง Raspberry Pi รองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Operating System) ได้หลายระบบ เช่น Raspbian และ Arch Linux เป็นต้น โดยติดตั้งบน Micro SD Card ซึ่งบอร์ด Raspberry Pi นี้ถูกออกแบบมาให้มี CPU GPU และ RAM อยู่ภายในชิปเดียวกัน ปริญญาานิพนธ์นี้ได้เลือกใช้ระบบปฏิบัติการ Raspbian ในการทำงานของ Raspberry Pi



รูปที่ 3.25 Raspberry Pi 3 Model B

### 3.2.3 ไฟ RGB LED (WS2812B)

ปริญญาานิพนธ์นี้ผู้จัดทำได้ใช้หลอดไฟ RGB LED (WS2812B แบบ 7 ดวง) ทั้งหมด 3 ดวง ในการทดสอบการมองเห็นสี โดยกำหนดให้ไฟ RGB LED ติดทั้งหมด 3 สี ได้แก่ สีแดง สีเหลือง และสีเขียว โดยการสุมสีของไฟและตำแหน่งของไฟที่ติด เพื่อให้ผู้ทำการทดสอบทำการกดสวิตช์คำตอบตามสีที่มองเห็น ลักษณะของหลอดไฟ RGB LED (WS2812B แบบ 7 ดวง) แสดงดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 หลอดไฟ RGB LED (WS2812B) [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.4 ไฟเส้น RGB LED (WS2812B)

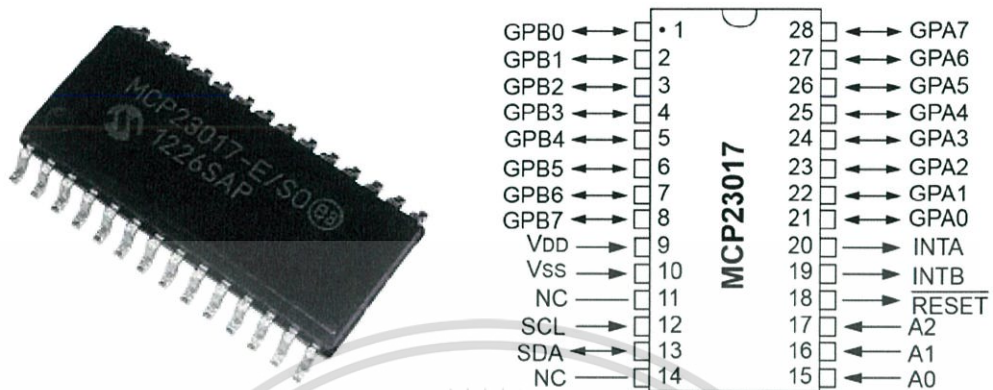
ภายในไฟเส้น RGB LED (WS2812B) จะมี LED ทั้งหมด 3 แม่สี คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ทำให้สามารถควบคุมสีของไฟที่เปล่งออกมาได้ ผ่านการผสมของแสงแต่ละสี ซึ่งในระบบทดสอบปฏิบัติการให้ผู้จัดทำได้เลือกใช้โมดูลไฟ 2 แบบ คือ โมดูลไฟ RGB LED WS2812 แบบ 1 Bit มาเชื่อมต่อกันจำนวน 20 ดวงเป็นไฟเส้น และโมดูลไฟวงกลมแบบ 7 Bit ลักษณะของโมดูลไฟ RGB LED WS2812 แสดงดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 โมดูลหลอดไฟ LED RGB WS2812B และไฟเส้นที่จัดทำขึ้น

### 3.2.5 ไอซี MCP23017

เป็นไอซีขยายขาที่มีอย่างจำกัดของ Arduino ให้เพิ่มขึ้นอีก 16 ขา I/O ด้วย ไอซี MCP23017 โดยใช้ขาจาก Arduino เพียง 2 ขา เป็นรูปแบบการติดต่อแบบ I2C และสามารถตั้งค่าแต่ละขาว่าจะเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตได้ ใช้ไฟเลี้ยงช่วง 2.7-5.5 โวลต์ สามารถขับกระแสได้สูงสุด 20 มิลลิแอมแปร์ สามารถกำหนดอ้างอิง Address ได้ 8 ตำแหน่ง เนื่องจากในการสร้างอุปกรณ์ทดสอบทั้ง 2 ประเภท มีการใช้ ขา I/O ของไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมอุปกรณ์ มากกว่าจำนวนพอร์ต I/O ของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีอยู่ ผู้จัดทำจึงได้นำไอซี MCP23017 มาใช้ในจัดทำ โดยแสดงลักษณะของไอซี MCP23017 แสดงดังรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 ไอซี MCP23017 [5]

### 3.2.6 สวิตช์เท้าเหยียบ

สวิตช์เท้าเหยียบ เป็นสวิตช์แบบกดติด-ปล่อยดับ ซึ่งในปฏิญานินพจน์นี้ได้กำหนดสวิตช์เท้าเหยียบเปรียบเสมือนกับคันเร่งและเบรก เพื่อใช้ในการทดสอบ โดยลักษณะของสวิตช์เท้าเหยียบ แสดงดังรูปที่ 3.29

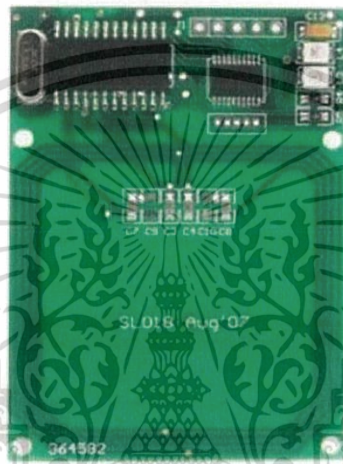


รูปที่ 3.29 สวิตช์เท้าเหยียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.7 RFID

ในปฏิญานิพนธ์นี้ คณะผู้จัดทำได้เลือกใช้ RFID 13.56 MHz Read/Write Mifare Module (I2C) ยี่ห้อ Strong Link รุ่น SL018 แสดงในรูปที่ 3.30 และ Tag MIFARE Classic 4k 13.56 MHz 4096 Byte ดังแสดงในรูปที่ 3.31 เพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูลและส่งข้อมูล



รูปที่ 3.30 RFID Read/Write Mifare Module (I2C) [10]



รูปที่ 3.31 แท็ก Mifare Classic 4k 13.56MHz [11]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.7 สวิตช์กดติด-ปล่อยดับ

สวิตช์ คือ วงจรอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่ง มีหน้าที่ควบคุมการเปิดและปิด ของวงจรส่วนนั้นๆ โดยทั่วไปอาจมี 2 ขา หรือ 4 ขาโดยปุ่มกดติดปล่อยดับนั้น เมื่อทำการกดจะเป็นการปิดวงจร ทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านวงจรได้ เมื่อไม่ได้กดจะทำให้วงจรเปิด กระแสไฟฟ้าจะไม่สามารถไหลผ่านวงจรได้ ในปฏิญานิพนธ์นี้ คณะผู้จัดทำได้เลือกใช้สวิตช์กดติด-ปล่อยดับ แบบมีไฟ LED แรงดัน 24 โวลต์ แสดงดังรูปที่ 3.32



รูปที่ 3.32 สวิตช์กดติด-ปล่อยดับ มีแบบไฟ LED แรงดัน 24 โวลต์

## 3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

ปฏิญานิพนธ์นี้ได้ออกแบบและพัฒนาระบบการขอใบอนุญาตขับรถให้สามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติในขั้นตอนการทดสอบ ซึ่งจัดทำอุปกรณ์ทดสอบออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดสอบการมองเห็นสี และการทดสอบปฏิกิริยาเท้า โดยผลทดสอบจะมีเกณฑ์การประเมินตามที่กรมการขนส่งทางบกได้กำหนด ในการทดลองอุปกรณ์ต่างๆ ภายในระบบ มีรายละเอียดการจัดเก็บผลการทดสอบดังต่อไปนี้

### 3.3.1 การทดสอบการมองเห็นสี

ทำการทดสอบการทำงานของ LED RGB (แบบ 7 ดวง) โดยให้หลอดไฟสุ่มสี และตำแหน่งหลอดไฟที่จะติด เพื่อให้ผู้ทำการทดสอบระบุสีตามที่ผู้ทำการทดสอบมองเห็น โดยจะตอบผ่านการกดกล่องสวิตช์ และส่งค่าไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ประมวลผลว่าผ่านการทดสอบหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2 การทดสอบปฏิกิริยาทางเท้า

ทำการทดสอบการทำงานของ LED RGB (แบบ 7 ดวงและแบบ 1 ดวงต่อกันเป็นเส้น) โดยจะให้ผู้ทำการทดลองกดสวิตช์เท้าข้างขวา (คันเร่ง) เอาไว้ เพื่อเริ่มการทดสอบ เมื่อไฟจราจรเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นแดง ผู้ทดสอบจะต้องเปลี่ยนจากกดสวิตช์ข้างขวา (คันเร่ง) มากดที่ด้านซ้ายแทน (เบรก) หลังจากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino จะเป็นตัวประมวลผลว่าปฏิกิริยาการเหยียบเบรกอยู่ภายในเวลาที่กำหนดหรือไม่

### 3.3.3 การทดสอบรับส่งข้อมูลด้วย RFID ไปยังฐานข้อมูล

3.3.3.1 การทดสอบการทำงานของ RFID โดยการวัดสัญญาณที่ขา SDA (Serial Data) และขา SCL (Serial Clock) เปรียบเทียบสัญญาณเพื่ออ่านค่า UID (Unique Identifier) ของหมายเลขป้ายอาร์เอฟไอดี โดยใช้ออสซิลโลสโคปในการวัดสัญญาณและเก็บผล

3.3.3.2 การทดสอบการส่ง-รับข้อมูลไปยังฐานข้อมูล โดยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ raspberry Pi อ่านป้ายอาร์เอฟไอดี และทำการเปรียบเทียบกับเลข UID กับตารางฐานข้อมูลว่ามีหรือไม่แล้วทำการนำข้อมูลส่วนบุคคล ที่มีค่า UID ตรงกันกับฐานข้อมูลออกมาแสดง

3.3.3.3 การตรวจจับข้อมูลในการรับส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังฐานข้อมูลด้วย โปรแกรม Wireshark

### 3.3.4 การทดสอบระบบโดยรวม

3.3.4.1 การทดสอบการจองควมผ่านแอปพลิเคชัน ทำการทดสอบโดยการใส่ข้อมูลที่ใช้การจองควมผ่านแอปพลิเคชันที่จัดทำขึ้น เพื่อทดสอบการส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูล

3.3.4.2 การทดสอบการทำงานรวมของอุปกรณ์ทดสอบ โดยการให้ผู้ทดสอบ ทำการทดสอบการมองเห็นสีก่อน ถ้าหากว่าผ่าน ก็จะสามารถทำการทดสอบปฏิกิริยาเท้าต่อได้ แต่ถ้าหากผู้ทดสอบไม่ผ่านการทดสอบการมองเห็นสี จะไม่สามารถทำการทดสอบปฏิกิริยาเท้าต่อได้

3.3.4.3 การทดสอบการส่งผลการทดสอบเข้าสู่ฐานข้อมูล โดยหลังจากที่ผู้ทำการทดสอบได้ทำการทดสอบเสร็จทั้งสองอย่างเรียบร้อยแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งผลการทดสอบเข้าสู่ฐานข้อมูล

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

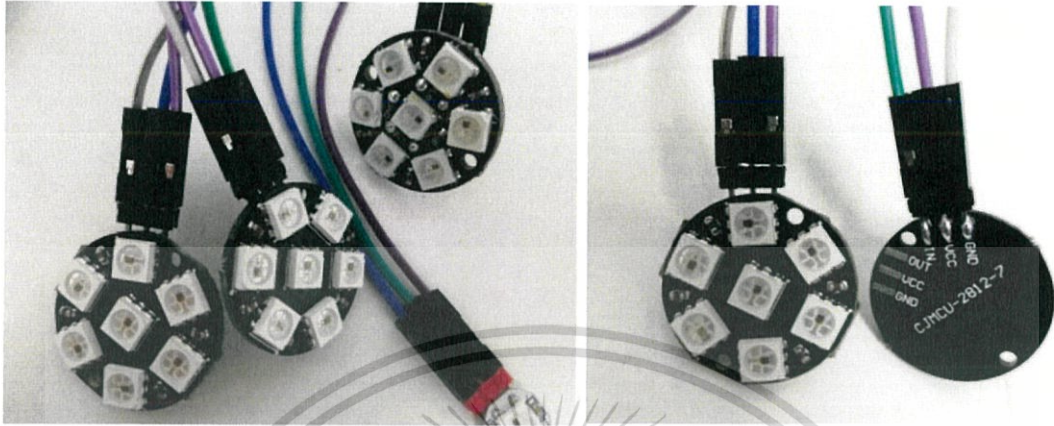
สำหรับระบบการทดสอบการมองเห็นสี และการทดสอบปฏิกิริยาเท่านั้น ได้ทำการจัดเก็บผลการทดสอบส่วนต่างๆ ของระบบ โดยได้ทำการแบ่งการทดสอบและจัดเก็บผลการทดสอบเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

#### 4.1 การทดสอบสวิตช์และหลอดไฟ

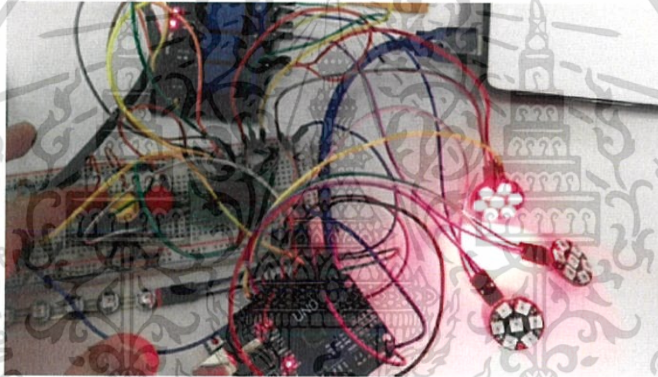
##### 4.1.1 การทดสอบอุปกรณ์ทดสอบการมองเห็นสี

การทำงานของไฟ LED เป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์ทดสอบการมองเห็นสี และอุปกรณ์ทดสอบปฏิกิริยาสำหรับผู้สอบ โดยการทำงานของอุปกรณ์ทดสอบการมองเห็นสี จะใช้หลอดไฟ LED ทั้งหมด 3 ดวงในการทดสอบ ซึ่งจะมีการสุ่มสีของไฟ 3 สี คือ แดง เหลือง เขียว และสุ่มตำแหน่งการติดของไฟ LED แต่ละดวงเช่นกัน เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ทดสอบจำตำแหน่งของไฟแต่ละสีได้ โดยไฟ LED ที่เลือกใช้เป็นหลอดไฟ LED ประเภท RGB LED ที่สามารถควบคุมสีของไฟได้ตามที่กำหนด ในส่วนของอุปกรณ์ทดสอบปฏิกิริยาจะใช้ไฟ LED ในการแสดงผล เพื่อตัดสินใจการเหยียบเบรก และแสดงผลเวลาในการทดสอบ ซึ่งทั้งสองระบบจะควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์

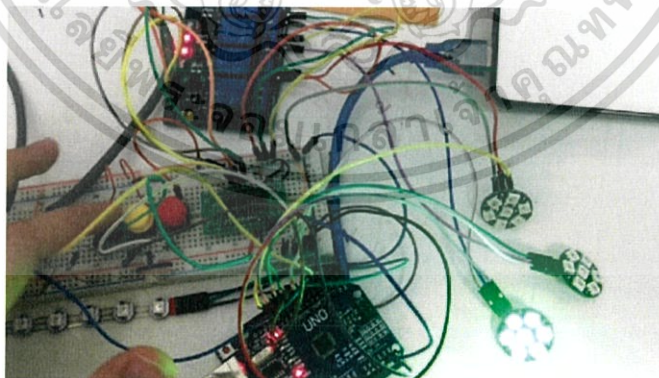
ในการทดสอบการมองเห็นสีได้ใช้โมดูล WS2812 RGB LED 7 Bit ทั้งหมด 3 ดวง แสดงดังรูปที่ 4.1 เสมือนเป็นไฟจราจร โดยจะสุ่มสีไฟออกมา 3 สี คือ แดง เหลือง เขียว และสุ่มตำแหน่งการเปิดไฟด้วยดังแสดงในรูปที่ 4.2 โดยผู้ทดสอบจะต้องระบุสีของไฟที่เห็นโดยใช้สวิตช์กดติด-ปล่อยดับ เมื่อผู้ทดสอบกดสวิตช์เพื่อตอบจะทำให้ไฟดับ การควบคุมการเปิด-ปิด ของไฟ LED นั้นจะควบคุมผ่านรีเลย์ ซึ่งรีเลย์และสวิตช์จะถูกควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการเก็บค่าของคะแนนในการทดสอบจากการกดสวิตช์ตอบคำถาม โดยในการทดลองจะแสดงค่าของผลการทดสอบและคะแนนที่ได้ออกมาเมื่อตอบคำถามครบแล้ว แสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.1 โมดูลไฟ WS2812 RGB LED 7 Bit

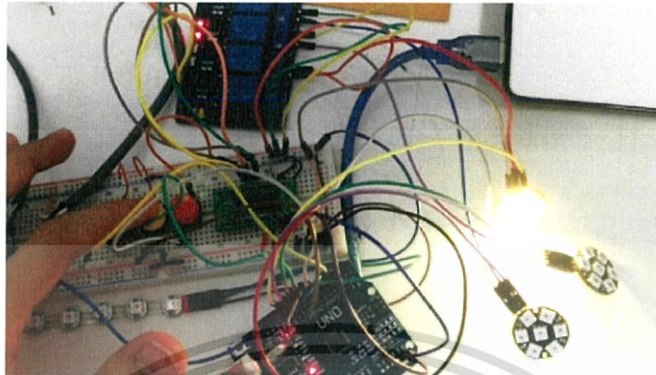


(ก)



(ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค)

รูปที่ 4.2 การสั้มนสีและตำแหน่งของไฟจราจรเพื่อทดสอบการมองเห็นสี  
(ก) การสั้มนไฟสีแดง (ข) การสั้มนไฟสีเขียว (ค) การสั้มนไฟสีเหลือง

```

The Random Number is = 2
Wrong Answer
The Random Number is = 4
Correct Answer
The Random Number is = 8
Correct Answer
The Random Number is = 6
Wrong Answer
The Random Number is = 8
Correct Answer
The Random Number is = 8
Wrong Answer
The Random Number is = 1
YOU FAIL !!!
YOUR POINT = 5

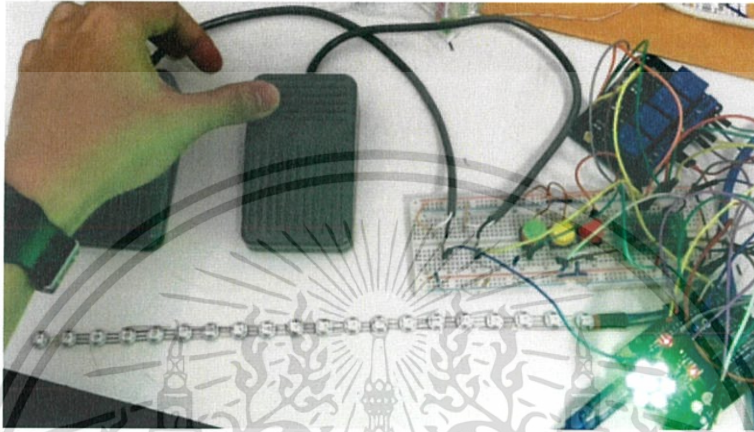
```

รูปที่ 4.3 การแสดงผลการทดสอบการมองเห็นสี

#### 4.1.2 การทดสอบอุปกรณ์ทดสอบปฏิกิริยาเท้า

ในส่วนนี้ได้ทำการทดสอบอุปกรณ์ทดสอบปฏิกิริยาเท้า เมื่อผู้ทดสอบเหยียบคันเร่ง ไฟจราจรสีเขียวจะติดทันที เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 5 วินาที ไฟจราจรจะเปลี่ยนเป็นสีแดงพร้อมๆ กับที่ไฟเส้นจะเริ่มติด ดังแสดงในรูปที่ 4.4 โดยไฟเส้นจะติดเพิ่มทีละดวงทุกๆ 0.05 วินาที เมื่อผู้ทดสอบเห็นไฟจราจรสีแดงและเปลี่ยนเท้ามาเหยียบเบรก ไฟเส้นจะหยุดวิ่งทันที หากไฟเส้นติดถึงส่วนที่เป็นสีเขียวแสดงว่า

ระยะเวลาในการเหยียบเบรกอยู่ภายในเวลาที่กำหนด 0.75 วินาที และหากไฟเส้นติดจนถึงส่วนที่เป็นไฟ สีแดงแสดงว่าระยะเวลาที่เปลี่ยนจากคันเร่งมาเหยียบเบรกเกิน 0.75 วินาที แสดงดังรูปที่ 4.5 และ 4.6 ตามลำดับ

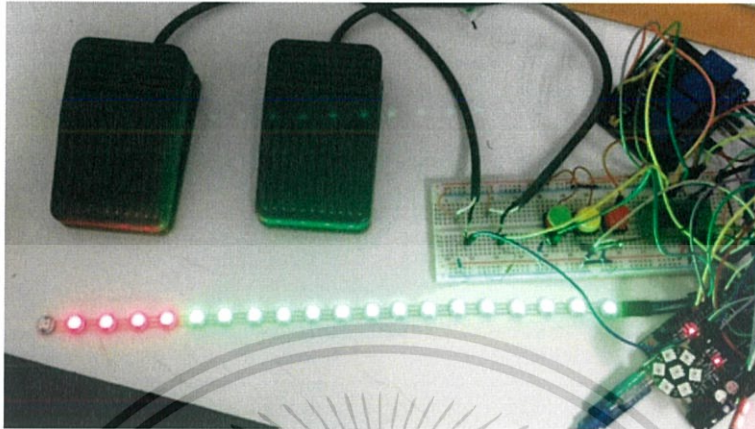


รูปที่ 4.4 การทำงานของอุปกรณ์ทดสอบปฏิกิริยาเท้าเมื่อเหยียบคันเร่งเพื่อเริ่มการทดสอบ



รูปที่ 4.5 การแสดงผลของอุปกรณ์เมื่อเหยียบเบรกในเวลาที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 การแสดงผลของอุปกรณ์เมื่อเหยียบเบรกเกินเวลาที่กำหนด

เมื่อทำการทดสอบเสร็จไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการประมวลผลจากเวลาที่ทำได้ ว่าผ่านเกณฑ์หรือไม่ โดยการทดสอบจะทำการทดสอบทั้งหมด 3 รอบ แล้วทำการแสดงคะแนนผลการทดสอบออกมา ดังแสดงในรูปที่ 4.7

```
Pleas Try Again
Pleas Try Again
Pleas Try Again
Pleas Try Again
Pleas Try Again
Pleas Try Again
Pleas Try Again
Pleas Try Again
1
2
3
4
5
ROUND 2
YOUR POINT = 2
```

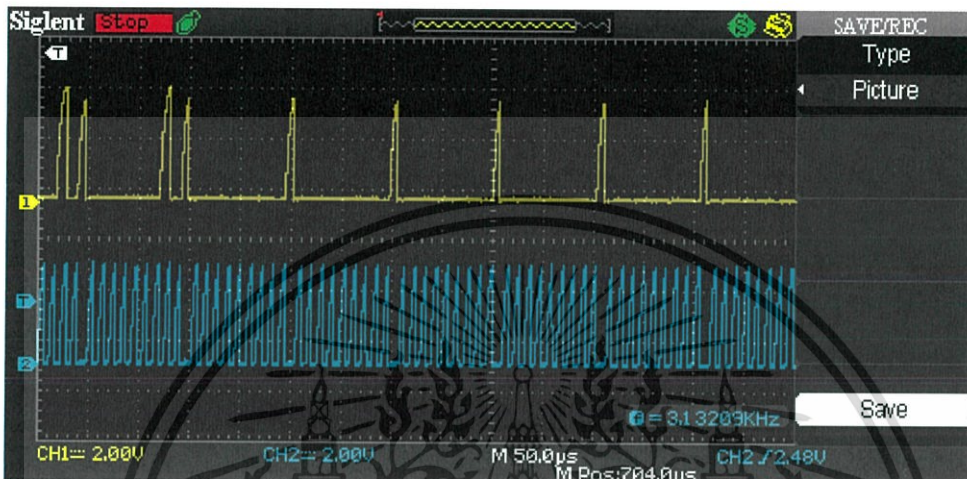
รูปที่ 4.7 ผลการทดสอบปฏิบัติการเท้า

## 4.2 การทดสอบการทำงานของ RFID

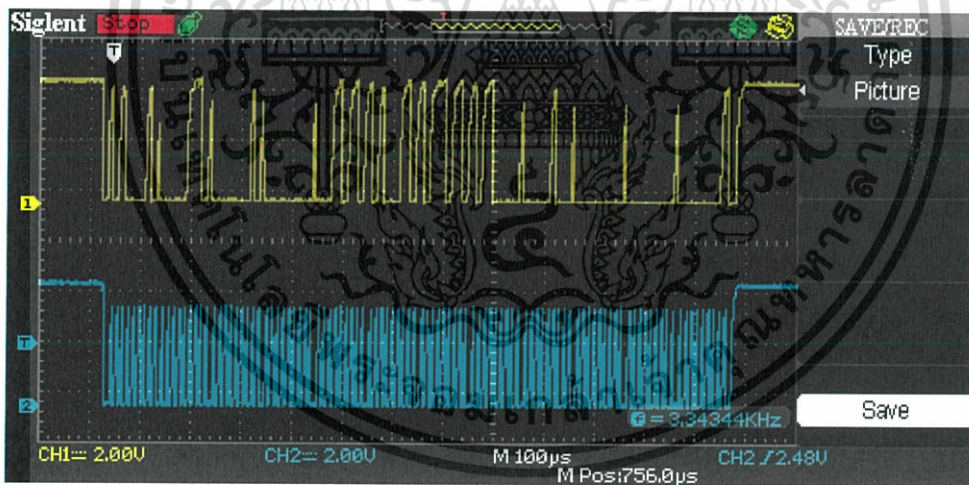
การทดสอบการทำงานของ RFID จะทำการวัดค่าสัญญาณ เพื่ออ่านค่า UID (Unique Identifier) ของหมายเลขป้ายอาร์เอฟไอดี โดยใช้ฮอสซิลโลสโคปวัดสัญญาณ SDA (Serial Data) และ SCL (Serial Clock) ของอุปกรณ์ RFID Reader ซึ่งการอ่านค่า UID จะเปรียบเทียบสัญญาณ SDA ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Channel 1 กับสัญญาณ SCL ที่ Channel 2 สัญญาณที่วัดได้ก่อนแตะป้ายอาร์เอฟไอดีแสดงดังรูปที่ 4.8 และสัญญาณหลังแตะป้ายอาร์เอฟไอดีแสดงดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.8 สัญญาณเปรียบเทียบ SDA (Channel 1) และ SCL (Channel 2) ก่อนแตะป้ายอาร์เอฟไอดี

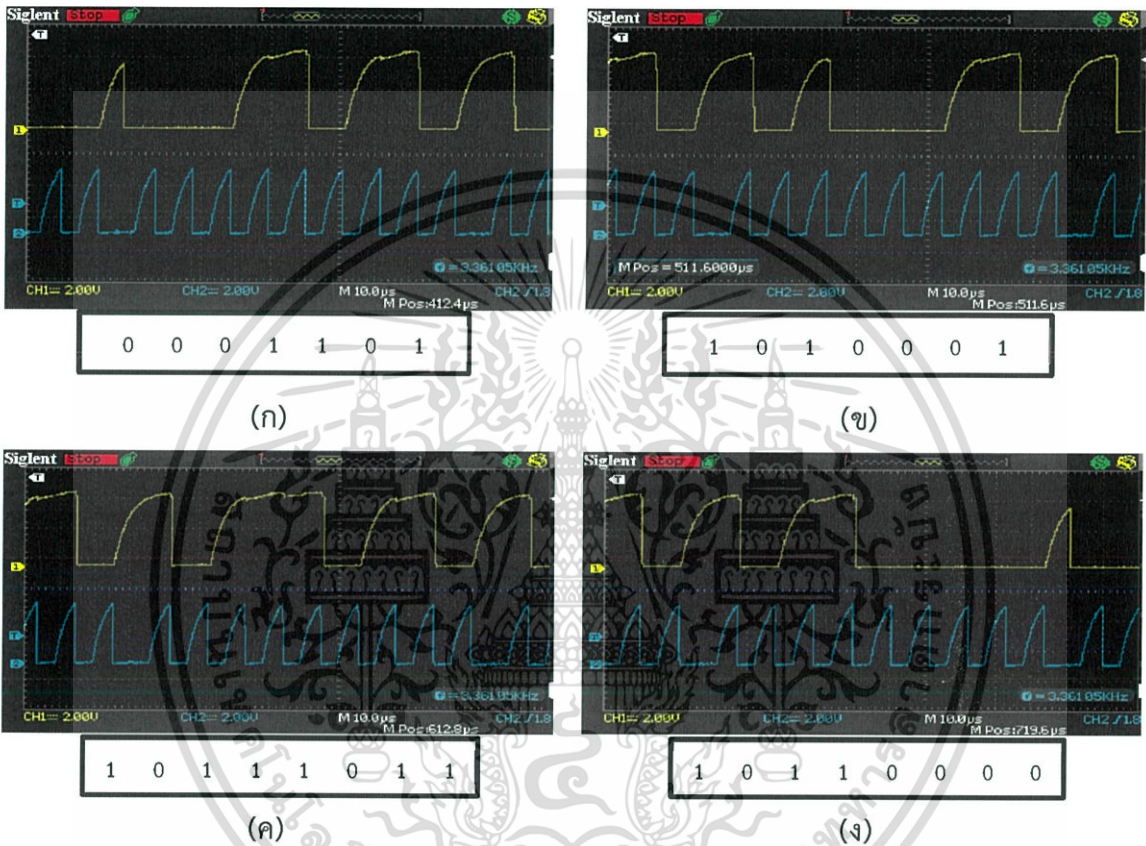


รูปที่ 4.9 สัญญาณเปรียบเทียบ SDA (Channel 1) และ SCL (Channel 2) หลังแตะป้ายอาร์เอฟไอดี

เราสามารถอ่านสัญญาณได้จากการแปลงสัญญาณที่ได้รับมาเป็นบิต 0,1 แล้วนำมาเรียงกัน แล้วทำการเปรียบเทียบกับสัญญาณ SDA กับสัญญาณ SCL โดยสัญญาณ SCL จะมี ACK (Acknowledgement) และ Complete Interrupt ทุกๆ ครั้งเมื่อครบ 8 Clock ในบิตที่ 9 และบิตที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามลำดับ ในแต่ละ Clock ของสัญญาณนั้นจะมีระยะห่างกัน  $10 \mu\text{s}$  โดยการวัดสัญญาณจะเริ่มอ่านสัญญาณจากทางด้านซ้ายไปทางด้านขวา แสดงการวัดสัญญาณได้ดังรูปที่ 4.10

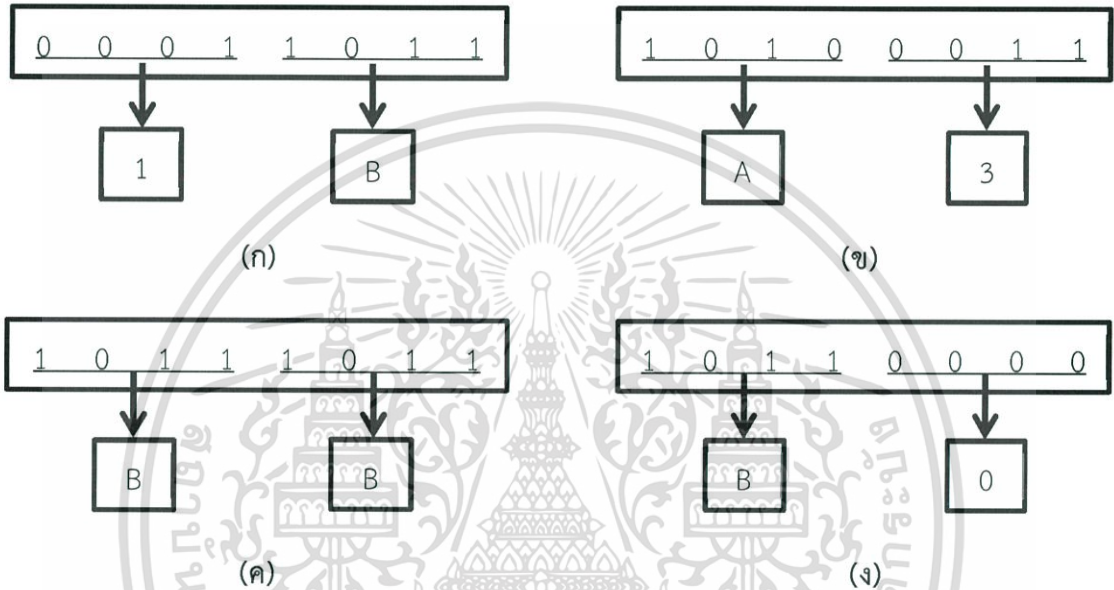


รูปที่ 4.10 สัญญาณเปรียบเทียบระหว่างขา SDA และ SCL

(ก) สัญญาณส่วนแรก (ข) สัญญาณส่วนที่สอง (ค) สัญญาณส่วนที่สาม (ง) สัญญาณส่วนที่สี่

รูปที่ 4.10 (ก) แสดงให้เห็นสัญญาณในส่วนแรกโดยหลังจากการเปรียบเทียบสัญญาณระหว่างสัญญาณ SDA และสัญญาณ SCL จะได้เลขบิต 0,1 คือ “0 0 0 1 1 0 1 1” รูปที่ 4.10 (ข) แสดงให้เห็นสัญญาณในส่วนที่สองโดยหลังจากการเปรียบเทียบสัญญาณระหว่างสัญญาณ SDA และสัญญาณ SCL จะได้เลขบิต 0,1 คือ “1 0 1 0 0 0 1 1” รูปที่ 4.10 (ค) แสดงให้เห็นสัญญาณในส่วนที่สามโดยหลังจากการเปรียบเทียบสัญญาณระหว่างสัญญาณ SDA และสัญญาณ SCL จะได้เลขบิต 0,1 คือ “1 0 1 1 1 0 1 1” และรูปที่ 4.10 (ง) แสดงให้เห็นสัญญาณในส่วนที่สี่โดยหลังจากการเปรียบเทียบสัญญาณระหว่างสัญญาณ SDA และสัญญาณ SCL จะได้เลขบิต 0,1 คือ “1 0 1 1 0 0 0 0”

เมื่อนำบิต 0,1 ในรูปที่ 4.10 มาแปลงเป็นเลขฐานสิบหกทีละ 4 บิตจะได้เลข UID (Unique Identifier) ของป้ายอาร์เอฟไอดี ซึ่ง UID ของป้ายอาร์เอฟไอดีที่ใช้ในการทดลองคือ 1BA3BBB0 การแปลงเลขฐานสองเป็นฐานสิบหกจากสัญญาณรูปที่ 4.10 แสดงดังรูปที่ 4.11 (ก), (ข), (ค), (ง) ตามลำดับ



รูปที่ 4.11 การแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบหกของสัญญาณในรูปที่ 4.10

รูปที่ 4.11 (ก) แสดงการแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบหกโดยแปลง “0001” ในเลขฐานสองเป็น “1” ในเลขฐานสิบหก และแปลง “1011” ในเลขฐานสองเป็น “B” ในเลขฐานสิบหก รูปที่ 4.11 (ข) แสดงการแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบหกโดยแปลง “1010” ในเลขฐานสองเป็น “A” ในเลขฐานสิบหก และแปลง “0011” ในเลขฐานสองเป็น “3” ในเลขฐานสิบหก รูปที่ 4.11 (ค) แสดงการแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบหกโดยแปลง “1011” ในเลขฐานสองเป็น “B” ในเลขฐานสิบหก และแปลง “1011” ในเลขฐานสองเป็น “B” ในเลขฐานสิบหก และรูปที่ 4.11 (ง) แสดงการแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบหกโดยแปลง “1011” ในเลขฐานสองเป็น “B” ในเลขฐานสิบหก และแปลง “0000” ในเลขฐานสองเป็น “0” ในเลขฐานสิบหก เมื่อนำมารวมกันจะได้ UID ของ RFID Tag ที่ใช้ในการทดสอบคือ “1BA3BBB0” นั่นเอง

### 4.3 การทดสอบแอปพลิเคชันจองคิว

ในส่วนของการทดสอบแอปพลิเคชัน ได้ทำการทดลองโดยการแยกใช้การทำงานที่ละ 1 ฟังก์ชัน จากทั้งหมด 4 ฟังก์ชัน

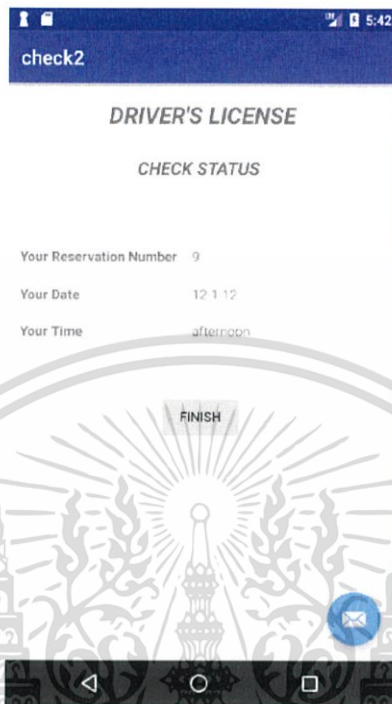
#### 4.3.1 การทดสอบฟังก์ชัน CHECK STATUS

ในการทดสอบฟังก์ชันนี้ ผู้ใช้งานจะต้องใส่หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน และอีเมลที่ใช้ในการจองคิวในฟังก์ชัน RESERVATION โดยแสดงดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 หน้าจอหลังจากกรอกข้อมูลเพื่อยืนยันตัวตนของฟังก์ชัน CHECK STATUS

หลังจากนั้นให้ทำการกดที่ปุ่ม “NEXT” จะทำให้หน้าจอแอปพลิเคชันเปลี่ยนไปโดยจะแสดงหมายเลขการจองคิว วันที่ได้ทำการจองทำการทดสอบ และเวลาที่ได้ทำการจองในการทำการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 หน้าจอแสดงสถานะของผู้ใช้งาน

โดยข้อมูลที่นำมาแสดงนั้น นำมาจากการนำหมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน และอีเมลของผู้ใช้งานไปตรวจสอบในฐานข้อมูล และจึงนำมาแสดงผล โดยตารางฐานข้อมูลแสดงดังรูปที่ 4.14

←T→	▼	Reservation_No	ID_Tag	Name	ID_Card	Email	Telephone	Type	Dat	Tim	ColorBlindness	Reflex
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	1	1234567	chanchai	2200100060786	chanchai- m@gmail.com	0830070964	Car	2017- 02-1	morning		
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	2	12134545	Chawin	2200100060789	asaias@hotmail.com	0923412333	CarAndBike	2017- 07-10	afternoon		
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	9	0	test	2200100060788	test@gmail.com	123456789	car	12-1- 12	afternoon		
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	12	0	chan	2200100060787	test@gmail.com	0830070964	CarAndBike	15- 03- 2017	afternoon		

รูปที่ 4.14 ฐานข้อมูลที่ใช้ในการดึงข้อมูลมาแสดงผลในแอปพลิเคชัน

#### 4.3.2 การทดสอบฟังก์ชัน RESERVATION

การทำงานของฟังก์ชัน RESERVATION นั้นผู้ใช้งานสามารถจองวันที่ต้องการทำการทดสอบ และเวลาที่ต้องการทำการทดสอบได้ โดยผู้ใช้งานจะต้องกรอกข้อมูลส่วนตัว คือ ชื่อ หมายเลขบัตร

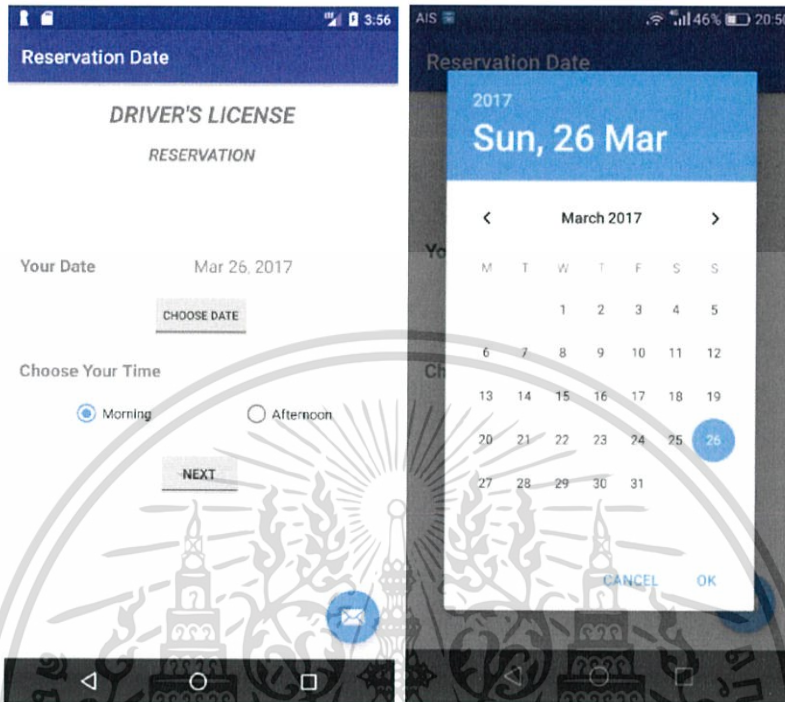
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประจำตัวประชาชน อีเมลของผู้ใช้งาน หมายเลขโทรศัพท์ และทำการเลือกว่าจะทำการทดสอบสำหรับ  
รถยนต์ รถจักรยานยนต์ หรือว่าทั้งรถยนต์ และรถจักรยานยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 4.15

รูปที่ 4.15 หน้าจอหลังจากกรอกข้อมูลเพื่อจองคิวของฟังก์ชัน RESERVATION

หลังจากทำการกดปุ่ม “NEXT” หน้าจอแอปพลิเคชันจะเปลี่ยนไป โดยจะให้ผู้ทำการทดสอบ  
เลือกวันที่ต้องการทำการทดสอบโดยการกดปุ่ม “CHOOSE DATE” และทำการเลือกเวลาที่ต้องการทำ  
การทดสอบ เมื่อเลือกวันที่ และเวลาที่ต้องการทำการทดสอบเรียบร้อยแล้ว ผู้ทดสอบจะต้องกดปุ่ม  
“NEXT” อีกครั้งเพื่อให้ข้อมูลถูกส่งไปยังฐานข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 4.16 และรูปที่ 4.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



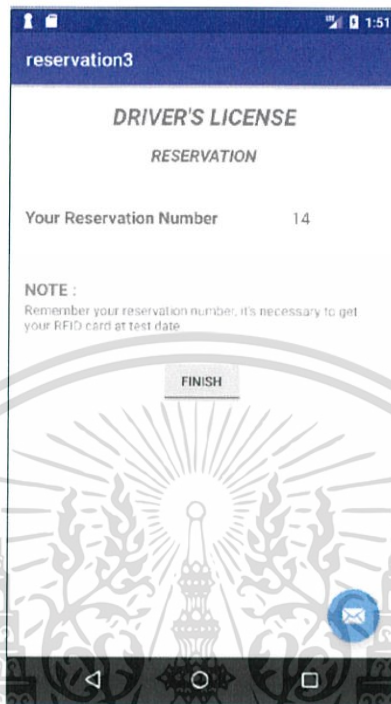
รูปที่ 4.16 หน้าจอสำหรับเลือกเวลา และวันที่ที่ต้องการของฟังก์ชัน RESERVATION

← T →	▼	Reservation No	ID Tag	Name	ID Card	Email	Telephone	Type	Dar	Tim	ColorBlindness	Reflex
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	1	1234567	chanchai	2200100060786	chanchai-jm@gmail.com	0830070964	Car	2017-	morning	02-1	
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	2	12134545	Chawan	2200100060788	asafas@hotmail.com	0923412333	CarAndBike	2017-	afternoon	02-10	
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	9	0	test	2200100060788	test@gmail.com	123455665	car	12-1-	afternoon	12	
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	12	0	chan	2200100060787	test@gmail.com	0630070964	CarAndBike	15-	afternoon	03-	
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	14	0	test1	1200100060786	tt@gmail.com	0603340964	CarAndBike	Mar	morning	26-	

รูปที่ 4.17 ฐานข้อมูลหลังจากจองคิวทดสอบ

หลังจากนั้นหน้าจอแสดงผลในแอปพลิเคชันจะเปลี่ยนไป โดยจะแสดงผลหมายเลขการจองคิว (RESERVATION NUMBER) ขึ้นมาเพื่อให้ผู้ทดสอบสามารถนำหมายเลขที่ได้รับไปแสดงที่กรมขนส่ง เพื่อขอเข้ารับการศึกษาได้ โดยหน้าจอแสดงผลจะแสดงดังรูปที่ 4.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 หน้าจอแสดงหมายเลขการจองคิว

#### 4.3.3 การทดสอบฟังก์ชัน CHANGE DATE

ในการทำงานของฟังก์ชัน CHANGE DATE นั้นผู้ใช้งานจะต้องกรอกข้อมูลคือ หมายเลขการจองคิว และหมายเลขบัตรประจำตัวประชาชนเพื่อเป็นการยืนยันตัวตน ดังแสดงในรูปที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.19 หน้าจอภายหลังจากกรอกข้อมูลเพื่อยืนยันตัวตนของฟังก์ชัน CHANGE DATE

หลังจากผู้ใช้งานกดปุ่ม “NEXT” หน้าจอแสดงผลของแอปพลิเคชันจะเปลี่ยนไป โดยจะให้ผู้ทำการทดสอบเลือกวันที่ต้องการทำการทดสอบโดยการกดปุ่ม “CHOOSE DATE” และทำการเลือกเวลาที่ต้องการทำการทดสอบ เมื่อเลือกวันที่ และเวลาที่ต้องการทำการทดสอบเรียบร้อยแล้ว ผู้ทดสอบจะต้องกดปุ่ม “NEXT” อีกครั้งเพื่อให้ข้อมูลถูกส่งไปยังฐานข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 4.20 และรูปที่ 4.21

รูปที่ 4.20 หน้าจอสำหรับเลือกเวลา และวันที่ที่ต้องการของฟังก์ชัน CHANGE DATE

	Reservation No	ID_Tog	Name	ID_Card	Email	Telephone	Type	Dot	Tim	ColorBlindness	Reflex
<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Copy <input type="checkbox"/> Delete	1	1234567	chanchai	2200100060786	chanchai-jm@gmail.com	0830070964	Car	2017-02-1	morning		
<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Copy <input type="checkbox"/> Delete	2	12134545	Chavin	2200100060789	asafas@hotmail.com	0923412303	CarAndBike	2017-02-10	afternoon		
<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Copy <input type="checkbox"/> Delete	9	0	test	2200100060788	test@gmail.com	123456666	car	12-1-17	afternoon		
<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Copy <input type="checkbox"/> Delete	12	0	chan	2200100060787	test@gmail.com	0830070964	CarAndBike	Mar 25, 20	afternoon		
<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Copy <input type="checkbox"/> Delete	14	0	test1	1200100060785	tt@gmail.com	0803340964	CarAndBike	Mar 26, 20	morning		

รูปที่ 4.21 ฐานข้อมูลหลังจากเปลี่ยนวันที่ทำการทดสอบ

#### 4.3.4 การทดสอบฟังก์ชัน CANCEL DATE

ในการทำงานของฟังก์ชัน CANCEL DATE นั้นผู้ใช้งานจะต้องกรอกข้อมูลคือ หมายเลขการจองคิว และหมายเลขบัตรประจำตัวประชาชนเพื่อเป็นการยืนยันตัวตน ดังแสดงในรูปที่ 4.22

รูปที่ 4.22 หน้าจอภายหลังกรอกข้อมูลเพื่อยืนยันตัวตนของฟังก์ชัน CANCEL DATE

เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม “CONFIRM” แอปพลิเคชันจะทำการลบข้อมูลการจองคิวของผู้ใช้งานออกจากฐานข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 4.23

	Reservation No	ID Tag	Name	ID Card	Email	Telephone	Type	Dat	Tim	ColorBlindness	Reflex
<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Copy <input type="checkbox"/> Delete	1	1234567	chanchar	2200100060786	chanchar- m@gmail.com	0830070964	Car	2017- 02-1	morning		
<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Copy <input type="checkbox"/> Delete	2	12134545	Chawin	2200100060789	asafas@hotmail.com	0923412333	CarAndBike	2017- 02-10	afternoon		
<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Copy <input type="checkbox"/> Delete	9	0	test	2200100060788	test@gmail.com	123456666	car	12-1- 12	afternoon		
<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Copy <input type="checkbox"/> Delete	14	0	test1	1200100060786	tt@gmail.com	0803340964	CarAndBike	Mar 26 20	morning		

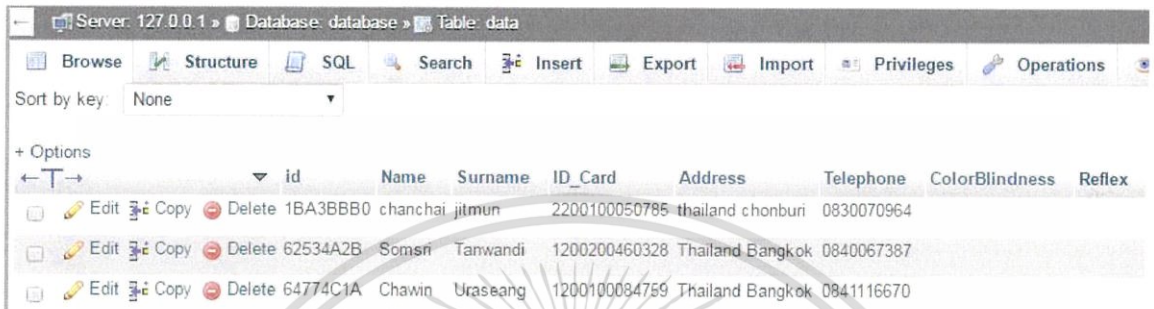
รูปที่ 4.23 ฐานข้อมูลหลังจากยกเลิกการจองคิว

#### 4.4 การทดสอบการทำงานของฐานข้อมูล

ในส่วนของการทดสอบการทำงานของฐานข้อมูล ทำการทดสอบโดยการนำป้ายอาร์เอฟไอดีมา และที่ตัวอ่านข้อมูลของอาร์เอฟไอดี และนำค่า UID มาเปรียบเทียบกับค่า UID ที่ได้บันทึกไว้ในตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

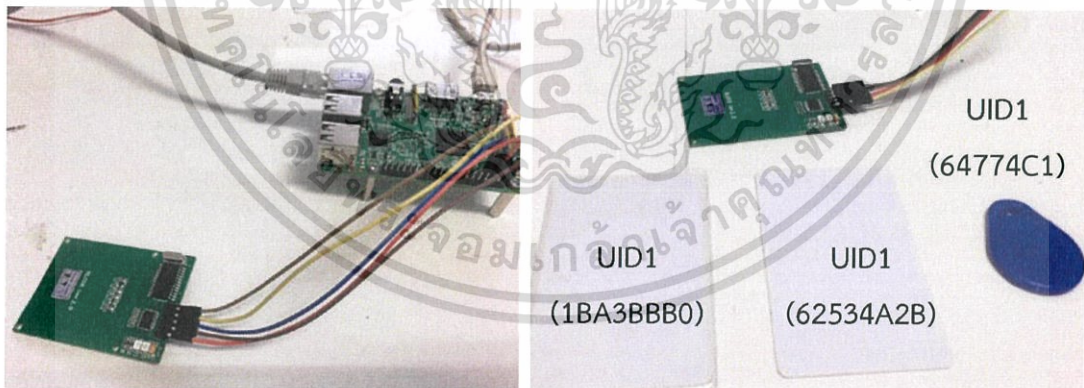
ของฐานข้อมูลอยู่แล้ว และนำข้อมูลส่วนตัวของเจ้าของป้ายอาร์เอฟไอดีที่มีค่าเลข UID ตรงกันนั้นไปแสดง โดยทางผู้จัดทำได้จำลองฐานข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 4.24



	id	Name	Surname	ID_Card	Address	Telephone	ColorBlindness	Reflex
	1BA3BBB0	chanchai	jitmun	2200100050785	thailand chonburi	0830070964		
	62534A2B	Somsri	Tanwandi	1200200460328	Thailand Bangkok	0840067387		
	64774C1A	Chawin	Uraseang	1200100084759	Thailand Bangkok	0841116670		

รูปที่ 4.24 ฐานข้อมูลที่จำลองขึ้น

ในการทดสอบได้นำตัวอ่านข้อมูลอาร์เอฟไอดีมาเชื่อมต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry pi เพื่อทำการอ่านเลข UID จากป้ายอาร์เอฟไอดี จากนั้นทำการรันโปรแกรมคำสั่ง โดยการทดสอบจะใช้ป้ายอาร์เอฟไอดีที่มีเลข UID ต่างกัน 3 ป้าย ได้แก่ ป้ายหมายเลข 1BA3BBB0 62534A2B และ 64774C1A การเชื่อมต่ออาร์เอฟไอดีกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi แสดงดังรูปที่ 4.25 และหน้าจอแสดงผลระหว่างรอป้ายอาร์เอฟไอดีแสดงดังรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.25 การเชื่อมต่อตัวอ่านอาร์เอฟไอดี กับไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry pi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

pi@raspberrypi ~
File Edit Tabs Help
pi@raspberrypi:~$ sudo python RFID_Tag.py
waiting for a card...

```

รูปที่ 4.26 หน้าจอแสดงผลระหว่างรอป้ายอาร์เอฟไอดี

เมื่อทำการแตะป้ายอาร์เอฟไอดีที่ตัวอ่าน ไมโครคอนโทรลเลอร์จะตรวจสอบข้อมูลของป้ายอาร์เอฟไอดีกับฐานข้อมูล และนำข้อมูลของบุคคลที่ตรงกับเลข UID ที่มีในฐานข้อมูลขึ้นมาแสดง ได้แก่ ชื่อนามสกุล หมายเลขบัตรประชาชน ที่อยู่ และหมายเลขเบอร์โทรศัพท์ ในการทดสอบใช้ป้ายอาร์เอฟไอดีใบแรก ซึ่งมีเลข UID เป็น 1BA3BBB0 มาแตะที่ตัวอ่านอาร์เอฟไอดี หน้าจอแสดงผลดังรูปที่ 4.27

```

pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
pi@raspberrypi:~$ sudo python RFID_Tag.py
Waiting for a card...
Card present
Card type:mifare 4k, 4 byte UID
ID_Tag = '1BA36BB0'
Name = 'chanchai'
surname = 'jitmun'
ID_card = '2200100050785'
Address = 'thailand chonburi'
Telephone = '0830070964'
Waiting for card to be removed...

```

รูปที่ 4.27 หน้าจอแสดงผลเมื่อนำป้ายอาร์เอฟไอดีใบแรกมาแตะที่ตัวอ่าน

เมื่อนำป้ายอาร์เอฟไอดีใบแรกออก แล้วนำป้ายอาร์เอฟไอดีใบที่สองที่มีเลข UID เป็น 64774C1A มาแตะที่ตัวอ่านอาร์เอฟไอดีแทน หน้าจอแสดงผลจะเป็นดังรูปที่ 4.28

```

pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
pi@raspberrypi:~$ sudo python RFID_Tag.py
Waiting for a card...
Card present
Card type:mifare 4k, 4 byte UID
ID_Tag = '1BA36BB0'
Name = 'chanchai'
surname = 'jitmun'
ID_card = '2200100050785'
Address = 'thailand chonburi'
Telephone = '0830070964'
Waiting for card to be removed...
Card removed
Waiting for a card...
Card present
Card type:mifare 4k, 4 byte UID
ID_Tag = '64774C1A'
Name = 'Chawin'
surname = 'Uraseang'
ID_card = '1200100084759'
Address = 'Thailand Bangkok'
Telephone = '0841116670'
Waiting for card to be removed...

```

รูปที่ 4.28 หน้าจอแสดงผลเมื่อนำป้ายอาร์เอฟไอดีใบที่สองมาแตะที่ตัวอ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำป้ายอาร์เอฟไอดีไบที่สองออก แล้วนำป้ายอาร์เอฟไอดีไบที่สามที่มีเลข UID เป็น 62534A2B มาแตะที่ตัวอ่านอาร์เอฟไอดีแทน หน้าจอแสดงผลจะเป็นดังรูปที่ 4.29

```

pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
Waiting for card to be removed...
Card removed
waiting for a card...
Card present
Card type:mifare 1k, 4byte UID
ID_Tag = '64774C1A'
Name = 'Chawin'
surname = 'Uraseang'
ID_card = '1200100094759'
Address = 'Thailand Bangkok'
Telephone = '0841116670'
waiting for card to be removed...
Card removed
waiting for a card...
Card present
Card type:mifare 1k, 4byte UID
ID_Tag = '62534A2B'
Name = 'Somsri'
surname = 'Tanwandi'
ID_card = '1200200450328'
Address = 'Thailand Bangkok'
Telephone = '0840067387'
waiting for card to be removed...

```

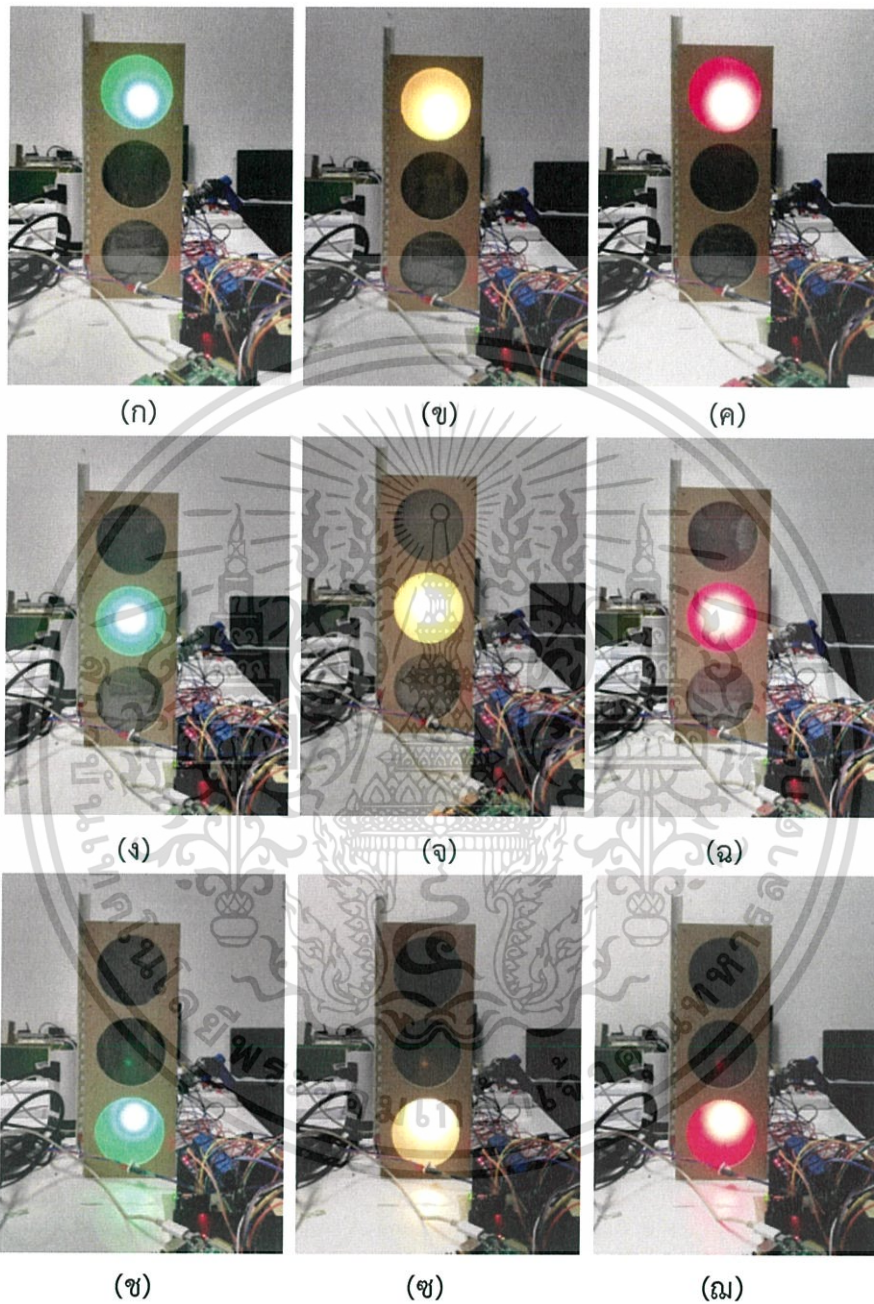
รูปที่ 4.29 หน้าจอแสดงผลเมื่อนำป้ายอาร์เอฟไอดีไบที่สามมาแตะที่ตัวอ่าน

## 4.5 การทดสอบระบบโดยรวม

### 4.5.1 อุปกรณ์ทดสอบการมองเห็นสี

ในส่วนของการทดสอบอุปกรณ์ทดสอบการมองเห็นสี ผู้ทำการทดสอบจะต้องมองไฟจราจรที่อยู่ห่างออกไป 3 เมตร โดยกล่องสัญญาณไฟจราจรจะแสดงสีไฟทั้งหมด 3 สี ได้แก่ สีเขียว สีเหลือง และสีแดง โดยไฟที่แสดงจะมีการสลับสีและตำแหน่งที่เปิด การระบุสีของไฟที่มองเห็นจะใช้การกดปุ่มสวิทช์ที่มีสีเดียวกันกับสีของไฟที่แสดง เมื่อผู้ทดสอบกดสวิทช์ตอบ ไฟที่แสดงจะดับลง และเปิดไฟในการทดสอบครั้งถัดไปขึ้นมา ซึ่งผู้ทำการทดสอบจะต้องทดสอบทั้งหมด 6 ครั้ง โดยจะต้องตอบสีของไฟให้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 6 ครั้ง ถึงจะผ่านการทดสอบ โดยสัญญาณไฟจะติดได้ทั้งหมด 9 รูปแบบ คือ ในแต่ละตำแหน่งทั้งหมด 3 ตำแหน่ง สามารถติดได้ 3 สี ได้แก่ สีเขียว สีเหลือง และสีแดง ซึ่งการแสดงผลไฟทั้ง 9 รูปแบบจะแสดงไว้ดังรูปที่ 4.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 สัญญาณไฟจราจรทั้ง 9 รูปแบบในการทดสอบการมองเห็นสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.30 (ก), (ข), และ (ค) แสดงให้เห็นถึงการส่องสีของสัญญาณไฟในช่องสัญญาณไฟจราจรด้านบน และรูปที่ 4.30 (ง), (จ), และ (ฉ) แสดงให้เห็นถึงการส่องสีของสัญญาณไฟในช่องสัญญาณไฟจราจรตรงกลาง และรูปที่ 4.30 (ช), (ฅ), และ (ฉ) แสดงให้เห็นถึงการส่องสีของสัญญาณไฟในช่องสัญญาณไฟจราจรด้านล่าง

#### 4.5.2 อุปกรณ์ทดสอบปฏิบัติการเท้า

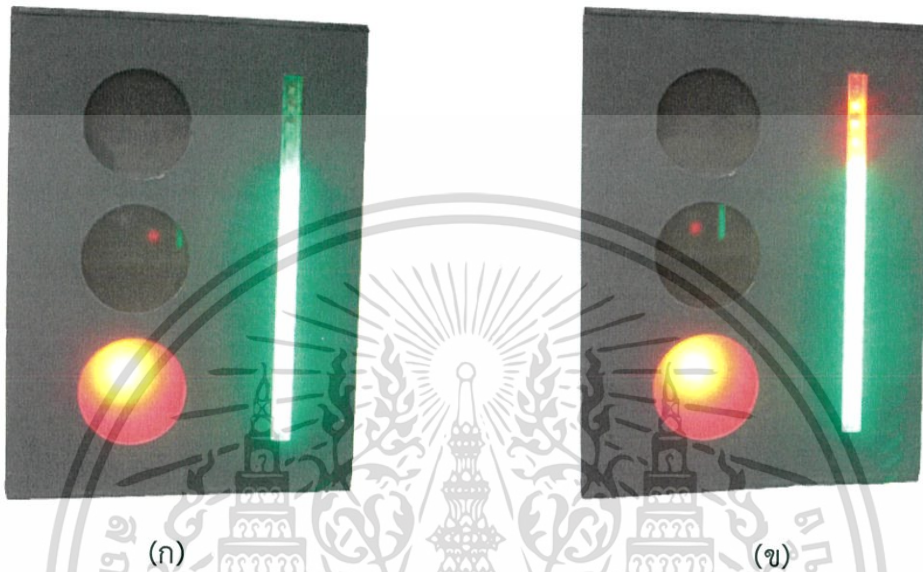
ในส่วนของ การทดสอบปฏิบัติการเท่านั้น ผู้ทำการทดสอบจะต้องนั่งห่างจากกล่องสัญญาณไฟเป็นระยะ 3 เมตร การทดสอบเริ่มต้นจากการเหยียบสวิตช์เท้าเหยียบทางด้านขวามือ (คันเร่ง) เมื่อทำการเหยียบสวิตช์เท้าเหยียบทางด้านขวามือ สัญญาณไฟจราจรสีเขียวจะสว่างทันที โดยลักษณะของสัญญาณไฟจราจรเมื่อเหยียบสวิตช์เท้าเหยียบทางด้านขวาแสดงดังรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.31 สัญญาณไฟจราจรเมื่อเหยียบสวิตช์ทางด้านขวา (คันเร่ง)

หลังจากผู้ทดสอบจำลองการขับรถโดยการเหยียบสวิตช์เท้าทางด้านขวามือค้างประมาณ 5 วินาที ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งการให้สัญญาณไฟจราจรสีเขียวดับลง และสัญญาณไฟสีแดงจะสว่างขึ้นพร้อมๆ กับที่ไฟเส้นจะเริ่มสว่าง โดยไฟเส้นจะมีหลอดไฟแอลอีดีทั้งหมด 20 ดวง และจะสว่างเพิ่มขึ้นทีละดวงทุกๆ 0.05 วินาที เมื่อผู้ทดสอบเห็นไฟจราจรเปลี่ยนเป็นสีแดง จะต้องเปลี่ยนเท้าจากการเหยียบสวิตช์ทางด้านขวามือ (คันเร่ง) ไปเหยียบสวิตช์เท้าทางด้านซ้ายมือ (เบรก) เมื่อเบรกถูกเหยียบไฟเส้นจะ

หยุดวิ่งทันที ไฟเส้นสีเขียวคือการเหยียบเบรกภายในเวลาที่กำหนด (0.75 วินาที) แสดงดังรูปที่ 4.32 (ก) และไฟเส้นสีแดง คือ การเหยียบเบรกเกินระยะเวลา 0.75 วินาที แสดงดังรูปที่ 4.32 (ข)



(ก)

(ข)

รูปที่ 4.32 สัญญาณไฟหลังจากผู้ทดสอบเหยียบเบรก

(ก) การเหยียบเบรกภายในเวลาที่กำหนด (ข) การเหยียบเบรกเกินเวลาที่กำหนด

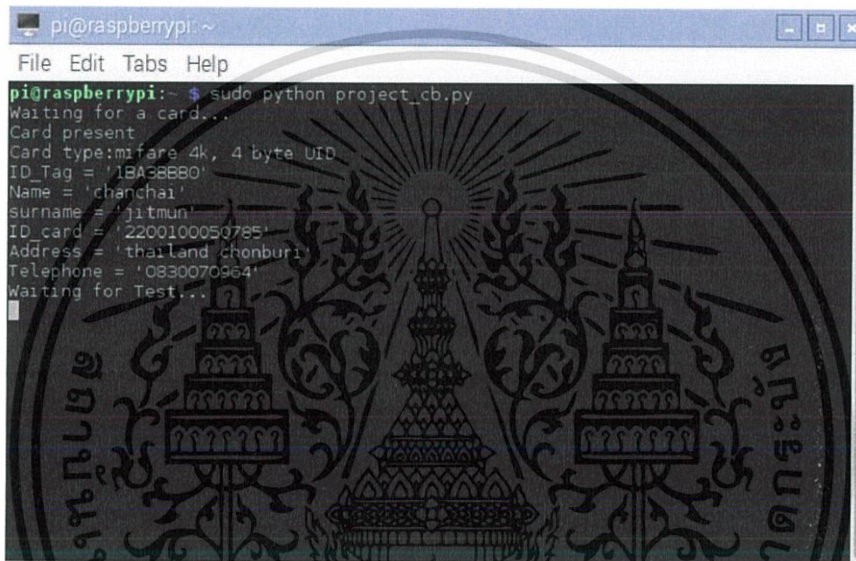
รูปที่ 4.32 (ก) แสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบเหยียบเบรกภายในเวลาที่กำหนด (0.75 วินาที) ทำให้ผ่านการทดสอบและรูปที่ 4.32 (ข) แสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบเหยียบเบรกเกินระยะเวลาที่กำหนด (0.75 วินาที) ทำให้ไม่ผ่านการทดสอบในครั้งนั้น

#### 4.5.3 การทดสอบการทำงานรวมของอุปกรณ์ทดสอบ

ในการทดสอบอุปกรณ์ทดสอบการมองเห็นสี และอุปกรณ์ทดสอบปฏิกิริยาเท้ารวมกันนั้น ผู้ทดสอบจะต้องทำการทดสอบการมองเห็นสีก่อน ถ้าหากการทดสอบการมองเห็นสีผ่าน (ตอบถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 6 ครั้ง) ผู้ทดสอบถึงจะสามารถทำการทดสอบปฏิกิริยาเท้าต่อไปได้ แต่ถ้าหากผู้ทดสอบทำการทดสอบการมองเห็นสีไม่ผ่าน ผู้ทดสอบจะไม่สามารถทำการทดสอบปฏิกิริยาเท้าต่อไปได้ และถือว่าไม่ผ่านการทดสอบทั้งสองอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนเริ่มการทดสอบผู้ทดสอบจะได้รับอาร์เอฟไอดีที่มีเลข UID ตรงกันกับฐานข้อมูล เพื่อใช้ในระบุตัวตนของผู้ทดสอบและบันทึกผลทดสอบ ผู้ทดสอบจะใช้อาร์เอฟไอดีที่ได้รับแตะกับตัวอ่านอาร์เอฟไอดีที่ติดอยู่กับอุปกรณ์ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล และนำข้อมูลส่วนตัวของผู้ทดสอบขึ้นมาแสดง ได้แก่ ชื่อ นามสกุล เลขบัตรประจำตัวประชาชน ที่อยู่ และเบอร์โทรศัพท์ แสดงดังรูปที่ 4.33



```

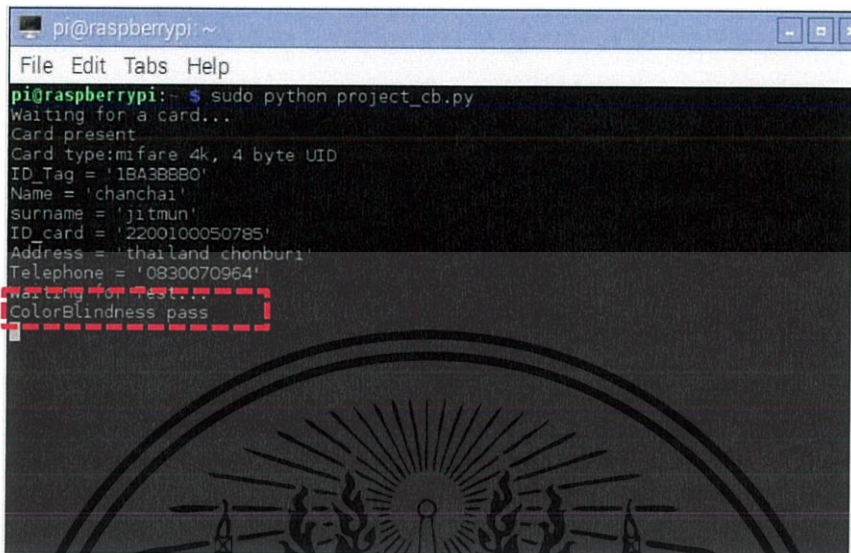
pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
pi@raspberrypi:~$ sudo python project_cb.py
waiting for a card...
Card present
Card type:mifare 4k, 4 byte UID
ID_Tag = '1BA38B80'
Name = 'chanchai'
surname = 'jitmun'
ID_card = '2200100050785'
Address = 'thailand chonburi'
Telephone = '0830070964'
waiting for Test...

```

รูปที่ 4.33 หน้าจอแสดงผลหลังจากแตะป้ายอาร์เอฟไอดี

จากนั้นอุปกรณ์ทดสอบการมองเห็นสีจะเริ่มทำการทดสอบ เมื่อผู้ทดสอบทำการทดสอบการมองเห็นสีเสร็จเรียบร้อยแล้ว กรณีที่ผู้ทดสอบผ่านการทดสอบการมองเห็นสี หน้าจอจะแสดงผลการทดสอบขึ้นมดั่งรูปที่ 4.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



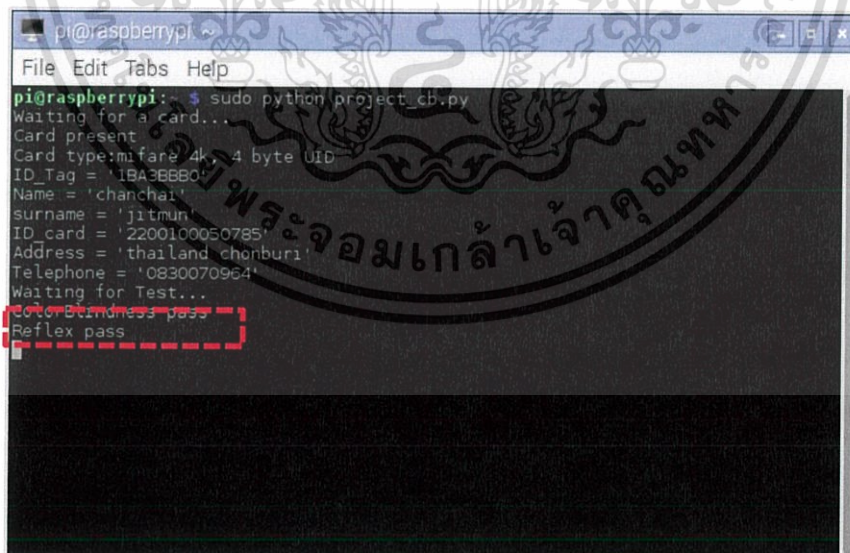
```

pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
pi@raspberrypi:~$ sudo python project_cb.py
waiting for a card...
Card present
Card type:mifare 4k, 4 byte UID
ID_Tag = '1BA3BBB0'
Name = 'chanchai'
surname = 'jitmun'
ID_card = '2200100050785'
Address = 'thailand chonburi'
Telephone = '0830070964'
waiting for test...
ColorBlindness pass

```

รูปที่ 4.34 หน้าจอแสดงผลเมื่อผ่านการทดสอบการมองเห็นสี

ในกรณีที่ผู้ทดสอบผ่านการทดสอบการมองเห็นสี จะสามารถทำการทดสอบปฏิกิริยาเท้าต่อไปได้ทันที เมื่อผู้ทดสอบทำการทดสอบปฏิกิริยาเท้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว กรณีที่ผู้ทดสอบผ่านการทดสอบไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการประมวลผลผลการทดสอบ และจะแสดงผลการทดสอบขึ้นมามีดังรูปที่ 4.35



```

pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
pi@raspberrypi:~$ sudo python project_cb.py
waiting for a card...
Card present
Card type:mifare 4k, 4 byte UID
ID_Tag = '1BA3BBB0'
Name = 'chanchai'
surname = 'jitmun'
ID_card = '2200100050785'
Address = 'thailand chonburi'
Telephone = '0830070964'
waiting for test...
ColorBlindness pass
Reflex pass

```

รูปที่ 4.35 หน้าจอแสดงผลเมื่อผ่านการทดสอบปฏิกิริยาเท้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ผู้ทดสอบไม่ผ่านการทดสอบการมองเห็นสี ไมโครคอนโทรลเลอร์จะประมวลผลการทดสอบ และจะแสดงผลการทดสอบขึ้นมาดังรูปที่ 4.36 จากนั้นการทดสอบจะจบลงทันที ผู้ทดสอบจะไม่สามารถทำการทดสอบปฏิบัติการทำต่อไปได้

```

pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
pi@raspberrypi:~$ sudo python project_cb.py
waiting for a card...
Card present
Card type:mifare 1k, 4byte UID
ID_Tag = '64774C1A'
Name = 'Chawin'
surname = 'Uraseang'
ID_card = '1200100084759'
Address = 'Thailand Bangkok'
Telephone = '0841116670'
ColorBlindness and Reflex fail

```

รูปที่ 4.36 หน้าจอแสดงผลเมื่อไม่ผ่านการทดสอบการมองเห็นสี

จากนั้นการทดสอบจะสิ้นสุดลงทันที และไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการส่งค่าผลการทดสอบทั้งสองรูปแบบไปยังฐานข้อมูลต่อไป แต่ในกรณีที่ผู้ทดสอบไม่ผ่านการทดสอบปฏิบัติการทำ หน้าจอจะแสดงผลการทดสอบขึ้นมาดังรูปที่ 4.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

pi@raspberrypi:~ $ sudo python project_cb.py
waiting for a card...
Card present
Card type:mifare 1k, 4byte UID
ID_Tag = '62534A2B'
Name = 'Somsri'
surname = 'Tanwandi'
ID_card = '1200200460328'
Address = 'Thailand Bangkok'
Telephone = '0840067387'
Waiting for Test...
ColorBlindness pass
Reflex fail

```

รูปที่ 4.37 หน้าจอแสดงผลเมื่อไม่ผ่านการทดสอบปฏิกิริยาเท้า

เมื่อทำการทดสอบปฏิกิริยาเท้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว การทดสอบทั้งหมดจะจบลง  
ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการส่งค่าผลการทดสอบทั้งสองรูปแบบไปยังฐานข้อมูลต่อไป

#### 4.5.4 การทดสอบการส่งผลการทดสอบเข้าสู่ฐานข้อมูล

ในส่วนของการทดสอบการส่งผลการทดสอบเข้าสู่ฐานข้อมูลนั้น จะใช้หมายเลข UID ของป้าย  
อาร์เอฟไอดีในการอ้างอิงชื่อผู้ทดสอบในฐานข้อมูล ซึ่งก่อนที่จะทำการทดสอบลักษณะของฐานข้อมูล  
แสดงดังรูปที่ 4.38

	id	Name	Surname	ID_Card	Address	Telephone	ColorBlindness	Reflex
<input type="checkbox"/>	1BA3BBB0	chanchai	jitmun	2200100050785	thailand chonburi	0830070964		
<input type="checkbox"/>	62534A2B	Somsri	Tanwandi	1200200460328	Thailand Bangkok	0840067387		
<input type="checkbox"/>	64774C1A	Chawin	Uraseang	1200100084759	Thailand Bangkok	0841116670		

รูปที่ 4.38 ลักษณะของฐานข้อมูลก่อนทำการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อการทดสอบเสร็จสิ้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการอัปเดตข้อมูลผลการทดสอบเข้าสู่ฐานข้อมูลของผู้ทดสอบรายดังกล่าว ในกรณีที่ผู้ทดสอบผ่านการทดสอบทั้งสองรูปแบบ ลักษณะของฐานข้อมูลหลังทำการทดสอบแสดงดังรูปที่ 4.39

id	Name	Surname	ID_Card	Address	Telephone	ColorBlindness	Reflex
1BA3BBB0	chanchai	jitmum	2200100050785	thailand chonburi	0830070964	pass	pass
62534A2B	Somsri	Tanwandi	1200200460328	Thailand Bangkok	0840067387		
64774C1A	Chawin	Uraseang	1200100084759	Thailand Bangkok	0841116670		

รูปที่ 4.39 ลักษณะของฐานข้อมูลหลังทำการทดสอบเสร็จสิ้น

ในกรณีที่ผู้ทดสอบผ่านการทดสอบการมองเห็นสี แต่ไม่ผ่านการทดสอบปฏิบัติการเท้า ลักษณะของฐานข้อมูลหลังทำการทดสอบแสดงดังรูปที่ 4.40

id	Name	Surname	ID_Card	Address	Telephone	ColorBlindness	Reflex
1BA3BBB0	chanchai	jitmum	2200100050785	thailand chonburi	0830070964	pass	pass
62534A2B	Somsri	Tanwandi	1200200460328	Thailand Bangkok	0840067387	pass	fail
64774C1A	Chawin	Uraseang	1200100084759	Thailand Bangkok	0841116670		

รูปที่ 4.40 ลักษณะของฐานข้อมูลเมื่อผ่านการทดสอบมองเห็นสี แต่ไม่ผ่านการทดสอบปฏิบัติการเท้า

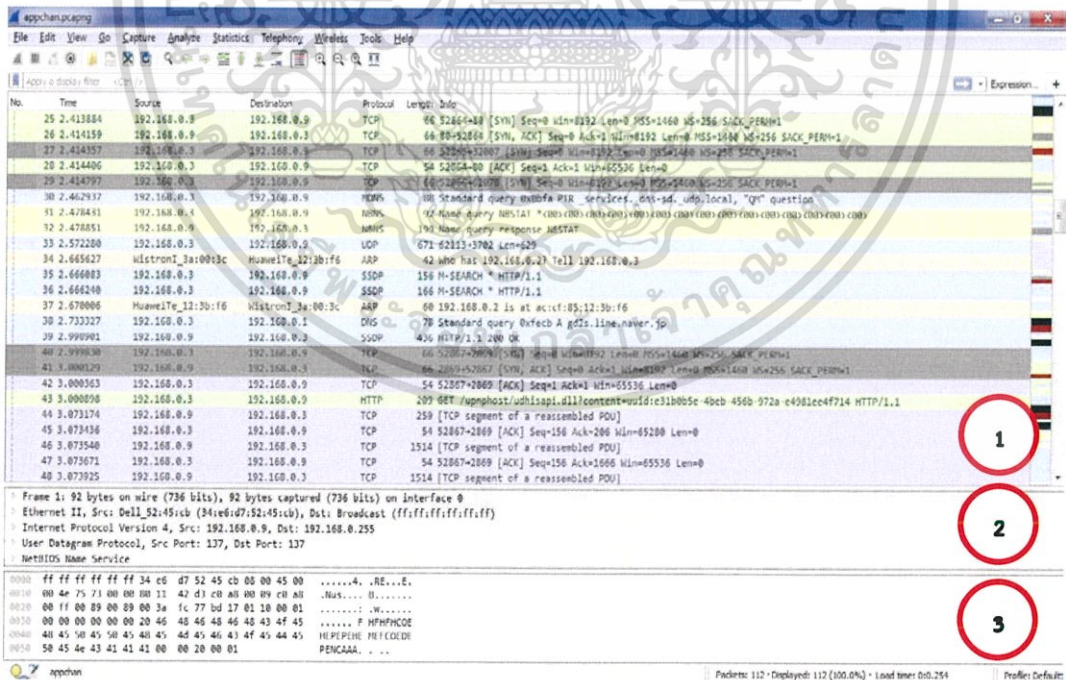
ในกรณีที่ผู้ทดสอบไม่ผ่านการทดสอบการมองเห็นสี ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการอัปเดตผลการทดสอบในฐานข้อมูลให้อัตโนมัติ ว่าไม่ผ่านการทดสอบทั้งสองรูปแบบ ซึ่งลักษณะของฐานข้อมูลเมื่อไม่ผ่านการทดสอบแสดงดังรูปที่ 4.41

id	Name	Surname	ID_Card	Address	Telephone	ColorBlindness	Reflex
1BA3BBB0	chanchai	jitmun	2200100050785	thailand chonburi	0830070964	pass	pass
62534A2B	Somsri	Tanwandi	1200200460328	Thailand Bangkok	0840067387	pass	fail
64774C1A	Chawin	Uraseang	1200100084759	Thailand Bangkok	0841116670	fail	fail

รูปที่ 4.41 ลักษณะของฐานข้อมูลเมื่อไม่ผ่านการทดสอบ

### 4.5.5 การตรวจจับข้อมูลในการรับส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังฐานข้อมูลด้วยโปรแกรมWireshark

ในการส่งผลการทดสอบจากแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือไปยังฐานข้อมูล เพื่อเป็นการยืนยันว่ามีการส่งข้อมูลได้จริง ผู้จัดทำได้ทดลองใช้โปรแกรม Wireshark ในการตรวจจับข้อมูลที่ถูกส่งจากโทรศัพท์มือถือไปยังฐานข้อมูลและนำข้อมูลมาแสดงผล เพื่อที่จะสามารถวิเคราะห์ได้ว่ามีข้อมูลใดบ้างที่ถูกส่งผ่านอยู่ในระบบเครือข่าย



รูปที่ 4.42 หน้าต่างโปรแกรม Wireshark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.42 แสดงหน้าต่างหลักของโปรแกรม Wireshark ประกอบด้วย 1) หน้าต่างย่อยแสดงทุกแพ็คเก็ตที่ตรวจจับได้ในขณะนั้น 2) หน้าต่างย่อยแสดงรายละเอียดของแพ็คเก็ตที่ได้รับการเลือกไว้จากส่วนที่ 1 และ 3) หน้าต่างย่อยแสดงรายละเอียดเพิ่มเติม bit-level ของแพ็คเก็ตตัวที่เลือกไว้ ดังนั้น การเลือกแพ็คเก็ตในส่วนที่ 1 ของหน้าต่างหลัก จะมีการแสดงรายละเอียดในส่วนที่ 2 และ ส่วนที่ 3

โดยหมายเลขไอพีของโทรศัพท์มือถือคือ 192.168.0.3 และหมายเลขไอพีของเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ที่มีระบบฐานข้อมูลคือ 192.168.0.9 ซึ่งโปรแกรม Wireshark สามารถทำการตรวจจับแพ็คเก็ตของการติดต่อกันระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับฐานข้อมูลไว้ได้ โดยในส่วนที่ 1 ของหน้าต่างโปรแกรม จะมีการส่งข้อมูลกันระหว่างโทรศัพท์มือถือ และฐานข้อมูลกันอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในการส่งข้อมูลระหว่างกันนี้ สามารถยืนยันได้ว่าแอปพลิเคชันจากโทรศัพท์มือถือและฐานข้อมูลมีการรับส่งข้อมูลได้จริง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผล

ปฏิญานิพนธ์นี้ประสบความสำเร็จในการจัดทำส่วนหนึ่งของระบบทดสอบสำหรับการขอใบอนุญาตขับรถได้แก่ สมรรถภาพทางร่างกายสำหรับการมองเห็นสีและปฏิกิริยาเท้า โดยระบบทดสอบการมองเห็นสี และระบบทดสอบปฏิกิริยาเท้า นั้นสามารถนำมาใช้งานเพื่อทดสอบสมรรถนะทางร่างกายได้จริง และสามารถส่งผลการทดสอบเข้าสู่ฐานข้อมูล เพื่อเก็บผลการทดสอบ นอกจากนี้ได้พัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้สำหรับการจองคิวในการทดสอบโดยออกแบบให้มี 4 ฟังก์ชัน คือ ฟังก์ชันเช็คสถานะการจองคิว ฟังก์ชันจองคิว ฟังก์ชันเปลี่ยนวันที่จองคิว และฟังก์ชันยกเลิกการจองคิว โดยข้อมูลทั้งหมดจากแอปพลิเคชันจะถูกส่งไปที่ฐานข้อมูล และได้มีการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี มาใช้สำหรับการยืนยันตัวตนของผู้ที่มาขอใบอนุญาตขับรถ โดยข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ที่มาขอใบอนุญาตขับรถ จะเชื่อมโยงกับหมายเลข UID โดยผ่านฐานข้อมูล การทำงานของระบบใช้โปรแกรมคำสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นศูนย์กลางการควบคุมและประมวลผล และใช้ฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์เป็นศูนย์กลางของข้อมูล

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

ระบบทดสอบการมองเห็นสีและปฏิกิริยาเท้าสำหรับการขอใบอนุญาตขับรถที่ได้ออกแบบและจัดทำขึ้นมาในปฏิญานิพนธ์นี้ นับเป็นระบบต้นแบบในการประยุกต์ใช้อุปกรณ์พื้นฐานที่สามารถสร้างและจำลองขึ้นมาเองได้ ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบอาจจะมีข้อด้อยในเรื่องของวัสดุอุปกรณ์ เช่น ความคงทนของอุปกรณ์ ความเสถียรของอุปกรณ์ ซึ่งข้อด้อยดังกล่าวอาจทำให้อายุการใช้งานมีจำกัด และข้อจำกัดในเรื่องของฐานข้อมูล ที่จะไม่สามารถรองรับกับผู้ใช้จำนวนมากๆ เพราะเป็นเพียงการจำลองเซิร์ฟเวอร์ด้วยคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล นอกจากนี้ในการออกแบบระบบทดสอบการมองเห็นสีและปฏิกิริยาเท้า เป็นระบบที่มีอุปกรณ์ทดสอบเพื่อวัดผลทักษะเพียงสองอย่าง ซึ่งยังไม่ครบการทดสอบทักษะทั้งหมดสำหรับการขอใบอนุญาตขับรถ ตามที่กรมขนส่งทางบกได้กำหนด โดยการทดสอบในระบบจะมุ่งเน้นไปที่การทดสอบการมองเห็นสีและการทดสอบปฏิกิริยาเท้า ให้มีความสามารถที่จะประเมินผลทดสอบได้อย่างอัตโนมัติ และในด้านแอปพลิเคชันนั้นได้ออกแบบเพียงแค่ใช้ได้สำหรับผู้ที่มาทำใบอนุญาตขับรถใหม่เท่านั้น โดยผู้ที่ต้องการต่ออายุการใช้งานของใบอนุญาตขับรถนั้นไม่สามารถจองคิวผ่านแอปพลิเคชันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- [1] “หนังสือรายงานประจำปี 2558”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.dlt.go.th/th/annual-report/> [สืบค้นข้อมูลวันที่ 5 ตุลาคม 2559]
- [2] Mountain A. “Arduino.”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/basic-electronics/บทความ-arduino-คืออะไร-เริ่มต้นใช้งาน-arduino.html> [สืบค้นข้อมูลวันที่ 5 ตุลาคม 2559]
- [3] “บทความการพัฒนาโปรแกรมบน Raspberry Pi ด้วย Qt.”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronics-application/บทความการพัฒนาโปรแกรมบน-raspberry-pi.html> [สืบค้นข้อมูลวันที่ 5 ตุลาคม 2559]
- [4] “Raspberry Pi 2 & 3 Pin Mappings.”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://developer.microsoft.com/en-us/windows/iot/docs/pinmappingsrpi.html> [สืบค้นข้อมูลวันที่ 5 ตุลาคม 2559]
- [5] “รีเลย์-Relay.”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.inventor.in.th/home/รีเลย์-relay-สวิตซ์ไฟฟ้าที่นักประดิษฐ์จำเป็นต้องรู้จัก.html> [สืบค้นข้อมูลวันที่ 5 ตุลาคม 2559]
- [6] “การเพิ่มขา I/O ด้วยไอซี MCP23017 16-Bit I/O Expander.”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://cpre.kmutnb.ac.th/esl/learning/index.php?article=mcp23017-io-expander-i2c.html> [สืบค้นข้อมูลวันที่ 5 ตุลาคม 2559]
- [7] “ควบคุมการเปลี่ยนสี RGB LED โดยปรับค่าความต้านทาน.”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.arduino4pro.com/article/4/ควบคุมการเปลี่ยนสี-rgb-led-โดยปรับค่าความต้านทาน.html> [สืบค้นข้อมูลวันที่ 5 ตุลาคม 2559]
- [8] “การควบคุมการทำงานของ RGB LED ที่ใช้ชิป WS2812 ด้วย Arduino.”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://cpre.kmutnb.ac.th/esl/learning/index.php?article=ws2812-rgb-led-fastspi.html> [สืบค้นข้อมูลวันที่ 5 ตุลาคม 2559]
- [9] “การทำงานพื้นฐานของ RFID.”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://poolink112.exteen.com/rfid.html> [สืบค้นข้อมูลวันที่ 5 ตุลาคม 2559]
- [10] “องค์ประกอบของ RFID.”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://thaieasyelec.com/article-wiki/basic-electronics/rfid-basic.html> [สืบค้นข้อมูลวันที่ 5 ตุลาคม 2559]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [11] “RFID Module (I2C) รุ่น SL018.”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:  
<http://softpowergroup.net/rfid-nfc/> [สืบค้นข้อมูลวันที่ 5 ตุลาคม 2559]
- [12] “แท็ก MIFARE Classic 4k 13.56MHz.”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:  
<http://www.stronglink-rfid.com/en/rfid-cards.html> [สืบค้นข้อมูลวันที่ 5 ตุลาคม 2559]
- [13] “โปรแกรม XAMPP เวอร์ชัน 3.2.2 และหน้าต่าง control panel.”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:  
<http://www.rotibit.com/search/xampp.html> [สืบค้นข้อมูลวันที่ 5 ตุลาคม 2559]
- [14] ศุภกิจ ทองดี. “บทที่ 1 รู้จักกับแอนดรอยด์.”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:  
<http://www.sourcecode.in.th/articles.html> [สืบค้นข้อมูลวันที่ 5 ตุลาคม 2559]
- [15] ปัญญา ปะสีละเตสัง. *การเขียนโปรแกรม Java และ Android*. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2559

