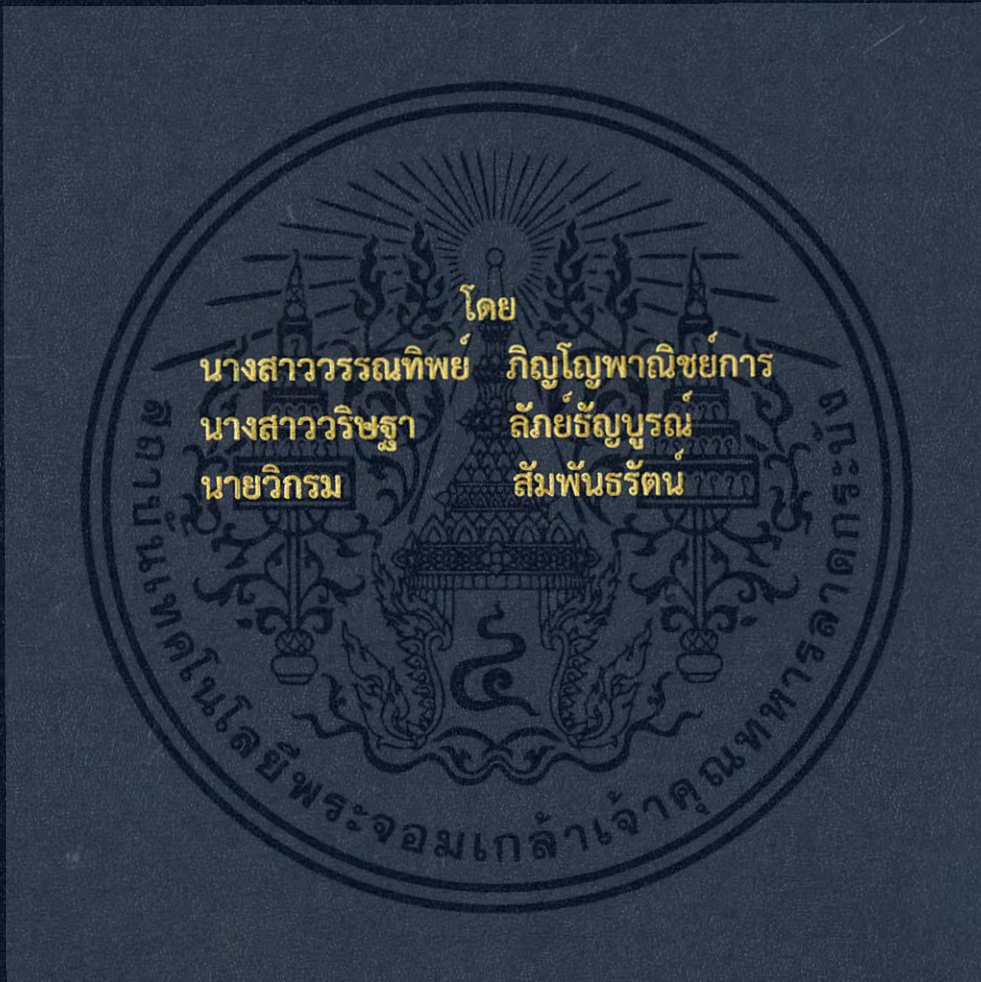


ระบบการจองที่จอดรถยนต์ภายในอาคารผ่านเว็บไซต์
และแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
INDOOR CAR PARK BOOKING SYSTEM VIA WEBSITE
AND ANDROID APPLICATION



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

ระบบการจองที่จอดรถยนต์ภายในอาคารผ่านเว็บไซต์
และแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
INDOOR CAR PARK BOOKING SYSTEM VIA WEBSITE
AND ANDROID APPLICATION

โดย

นางสาววรรณทิพย์	ภิญโญพานิชย์การ	57011108
นางสาววิรัชฐา	สิทธิ์ธัญบุรณ์	57011133
นายวิกรม	สัมพันธรัตน์	57011166

อาจารย์ที่ปรึกษา
รศ.ดร.ชวรงค์ พงศ์เจริญพานิชย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560



ปริญญาโทปีการศึกษา 2560

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบการจองที่จอดรถยนต์ภายในอาคารผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน

บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

INDOOR CAR PARK BOOKING SYSTEM VIA WEBSITE AND

ANDROID APPLICATION

ผู้จัดทำ

- | | | |
|--------------------|-----------------|----------|
| 1. นางสาววรรณทิพย์ | ภิญโญพานิชย์การ | 57011108 |
| 2. นางสาวรัชฎา | สภย์ธัญบูรณ์ | 57011133 |
| 3. นายวิกรม | สัมพันธรัตน์ | 57011166 |

(รศ.ดร.ชวงค์ พงศ์เจริญพานิชย์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรนี้จะไม่สำเร็จลุล่วงด้วยดีได้ หากปราศจากความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา คือ รศ.ดร.ชวงค์ พงศ์เจริญพาณิชย์ ที่ได้ให้คำแนะนำ คำสั่งสอนและความรู้ตลอดระยะเวลาที่ทำปริญญาบัตรนี้ ขอขอบพระคุณท่านในความห่วงใยและความหวังดีที่มอบให้แก่ผู้จัดทำเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณท่านอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้ให้แก่ผู้จัดทำ

ขอขอบคุณบิดามารดาที่ให้ความสนับสนุนทางด้านทุนทรัพย์ และที่สำคัญที่สุดคือคอยเป็นแรงผลักดันและกำลังใจในการเรียน ตลอดจนการทำปริญญาบัตรจนประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ผู้จัดทำเสมอมาจนกระทั่งปริญญาบัตรนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ความดีอันเกิดจากการทำปริญญาบัตรนี้ ผู้จัดทำขอมอบแด่บิดามารดา ครูบาอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

นางสาววรรณทิพย์ ภิญโญพาณิชย์การ

นางสาววิรัชฐา ลีภัยธัญบุรณ์

นายวิกรม สัมพันธ์รัตน์

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการจองที่จอดรถยนต์ภายในอาคารผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ
แอนดรอยด์

INDOOR CAR PARK BOOKING SYSTEM VIA WEBSITE AND ANDROID APPLICATION

โดย นางสาววรรณทิพย์ ภิญโญพานิชย์การ 57011108
นางสาววิรัชฐา ลักภัยชัยบุรณ์ 57011133
นายวิกรม สัมพันธ์รัตน์ 57011166

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ชวรงค์ พงศ์เจริญพานิชย์

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันประชากรในประเทศไทยมีความนิยมใช้รถส่วนบุคคลกันมากขึ้น จึงทำให้ปริมาณรถยนต์มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น อันก่อให้เกิดปัญหาปริมาณที่จอดรถสาธารณะไม่เพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งนำไปสู่การใช้พลังงานเชื้อเพลิงอย่างสิ้นเปลืองและปัญหาการจราจรติดขัดที่เพิ่มมากขึ้นได้ ปริมาณนี้จึงได้นำเสนอการสร้างระบบการจองที่จอดรถยนต์ภายในอาคารผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ขึ้น ซึ่งอุปกรณ์ประกอบไปด้วย เซนเซอร์สนามแม่เหล็กซึ่งได้ถูกใช้ในการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสถานะของช่องจอดรถยนต์ โดยใช้การส่งข้อมูลแบบไร้สายเพื่อแปลผลเป็นสถานะการใช้งานของช่องจอดรถและจัดเก็บไปยังฐานข้อมูล พร้อมแสดงผลบนเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน นอกจากนี้ผู้ใช้งานยังสามารถทำการจองช่องจอดรถยนต์บนเว็บไซต์และแอปพลิเคชันที่อยู่บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และมีระบบฐานข้อมูลที่จัดเก็บบันทึกการจองและเวลาที่ใช้งานได้

ABSTRACT

Nowadays, the number of personally owned vehicles is continuously increasing in Thailand and causes a massive problem for residents, lack of parking lot. The problem leads to wasteful fuel consumption and increasing traffic congestion. This project presents the indoor car park booking system via website and android application. The device consists of magnetic sensor that is applied to measure the magnetic field in order to detect the existing vehicle, then send by wireless transmission and collect the status of parking lots in database. In addition, users can check and reserve the available parking spaces on website and application on mobile phone, including the reservation detail and usage duration.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า	
กิตติกรรมประกาศ	I	
บทคัดย่อ	II	
สารบัญ	III	
สารบัญรูป	VI	
สารบัญตาราง	X	
บทที่ 1	บทนำ	
1.1	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2	วัตถุประสงค์	1
1.3	ขอบเขตของโครงการ	1
บทที่ 2	ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1	เซนเซอร์	2
2.2	เทคโนโลยี Anisotropic Magnetoresistance	4
2.3	ปรากฏการณ์ฮอลล์	5
2.4	วงจรรักษาระดับแรงดันไฟกระแสตรง	6
2.5	ทรานซีฟเวอร์ HC-12 433 MHz	8
2.6	ไมโครคอนโทรลเลอร์	9
2.7	โครงสร้างโปรแกรมของ Arduino	12
2.8	การตรวจสอบความผิดพลาดแบบผลรวม	14
2.9	บาร์โค้ด	15
2.10	Firebase Realtime Database	20
2.11	โปรโตคอล MQTT	20
2.12	ภาษามาร์กอัป	22
2.13	Cascading Style Sheets	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.14 แอนดรอยด์สตูดิโอ	25
2.15 ภาษาจาวา	26
2.16 จาวาสคริปต์	27
2.17 JSON	27
บทที่ 3	
การออกแบบและการจัดทำปฏิญญาพันธ	
3.1 การออกแบบ	30
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	43
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	51
บทที่ 4	
ผลการทดลอง	
4.1 ผลการทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็กกับรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ	54
4.2 ผลการทดสอบการทำงานของโมดูลรีจิสเตอร์ระดับแรงดัน	64
4.3 ผลการทดสอบระยะเวลาการเชื่อมต่อระหว่างทรานซีฟเวอร์	65
4.4 ผลการทดสอบการส่งค่าที่ได้รับจากโมดูลเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็กไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแสดงสถานะของช่องจอดรถยนต์บนระบบฐานข้อมูล	66
4.5 ผลการทดสอบการลงทะเบียนเพื่อสมัครสมาชิกผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน	67
4.6 ผลการทดสอบการเข้าสู่ระบบของสมาชิกผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน	69
4.7 ผลการทดสอบการจองที่จอดรถยนต์ผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน	70
4.8 ผลการทดสอบระบบการชำระเงินผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน	72
4.9 ผลการทดสอบแบบจำลองที่จอดรถยนต์	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5	สรุปผลและข้อเสนอแนะ
5.1	สรุปผล 76
5.2	ข้อเสนอแนะ 76
บรรณานุกรม	77
ภาคผนวก ก	Datasheet of 3-Axis Digital Compass IC HMC5983 80
ภาคผนวก ข	Datasheet of HC-12 Wireless RF UART Communication Module 90



สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	การทำงานของเข็มทิศดิจิทัล	3
2.2	GY-282 HMC5983 Temperature Compensation Triaxial Compass Module	3
2.3	ขาของ GY-282 HMC5983 Temperature Compensation Triaxial Compass Module	4
2.4	หลักการการทำงานของวงจรรักษาระดับแรงดัน	6
2.5	การใช้งานวงจรรักษาระดับแรงดันโดยการต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน	6
2.6	ไอซี AMS 1117	7
2.7	รูปร่างของไอซี AMS 1117	7
2.8	โมดูลรักษาระดับแรงดันที่ใช้ไอซี AMS1117	7
2.9	ไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega328P-PU	10
2.10	ขาไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega328P-PU	10
2.11	Arduino Uno R3 แบบ SMD	11
2.12	Arduino ESP8266	12
2.13	โครงสร้างโปรแกรมของ Arduino	14
2.14	หลักการการทำงานของการตรวจสอบความผิดพลาดแบบผลรวม	15
2.15	หลักการการทำงานของโปรโตคอล MQTT	23
3.1	บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบการจ้องที่จอทรอยนต์ภายใน อาคารผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	29
3.2	วงจรเซนเซอร์ไหนด	30
3.3	ลาย PCB ของวงจรเซนเซอร์ไหนด	31
3.4	การวางอุปกรณ์ลงบนวงจรเซนเซอร์ไหนด	31
3.5	ภาพรวมของอุปกรณ์เซนเซอร์ไหนด	31

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.6	โพล์ชาร์ตแสดงการทำงานของเซนเซอร์โหนด	33
3.7	โพล์ชาร์ตแสดงการรับส่งข้อมูลจากเซนเซอร์โหนดไปยัง ไมโครคอนโทรลเลอร์	35
3.8	โพล์ชาร์ตแสดงการรับส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยัง ระบบฐานข้อมูล	36
3.9	โพล์ชาร์ตแสดงการลงทะเบียนเพื่อสมัครสมาชิกผ่านเว็บไซต์ และแอปพลิเคชัน	37
3.10	โพล์ชาร์ตแสดงระบบการจองที่จอดรถยนต์ในแต่ละชั้นผ่านเว็บไซต์ และแอปพลิเคชัน	39
3.11	โพล์ชาร์ตแสดงระบบการชำระเงิน	41
3.12	โพล์ชาร์ตแสดงการเข้าใช้ช่องจอดรถ	42
3.13	โมดูลเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็ก GY-282	43
3.14	ไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega328P-PU	43
3.15	ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3	44
3.16	โมดูลรีจิสเตอร์แรงดัน AMS1117	44
3.17	ทรานซีฟเวอร์ HC-12 433 MHz	44
3.18	โมดูล WiFi NodeMCU	45
3.19	USB Host Shield	45
3.20	WeMos D1 R2	46
3.21	เครื่องอ่านบาร์โค้ด	46
3.22	สตีปมอเตอร์	47
3.23	ไดโอดเปล่งแสง (LED)	47
3.24	จอภาพแอลซีดี (LCD)	47
3.25	หน้าต่างโปรแกรม XAMPP	48
3.26	หน้าต่างโปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอ	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.27	หน้าต่างโปรแกรม ATOM Text Editor	49
3.28	หน้าต่างโปรแกรม Arduino IDE	50
3.29	หน้าต่าง Firebase Realtime Database	50
3.30	เครื่องออสซิลโลสโคป	51
4.1	การเชื่อมต่อโมดูลเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็กกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3	54
4.2	การติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ	54
4.3	ค่า Output range ในแกน X เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ ถอยเข้าจอดในช่องจอดรถยนต์	56
4.4	ค่า Output range ในแกน Y เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ ถอยเข้าจอดในช่องจอดรถยนต์	57
4.5	ค่า Output range ในแกน Z เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ ถอยเข้าจอดในช่องจอดรถยนต์	57
4.6	ค่า Output range ในแกน X เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ ถอยออกจากช่องจอดรถยนต์	58
4.7	ค่า Output range ในแกน Y เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ ถอยออกจากช่องจอดรถยนต์	59
4.8	ค่า Output range ในแกน Z เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ ถอยออกจากช่องจอดรถยนต์	59
4.9	ค่า Output range ในแกน X ของช่องจอดรถยนต์ที่อยู่ติดกัน เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบถอยเข้าจอดในช่องจอดรถยนต์	60
4.10	ค่า Output range ในแกน Y ของช่องจอดรถยนต์ที่อยู่ติดกัน เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบถอยเข้าจอดในช่องจอดรถยนต์	61
4.11	ค่า Output range ในแกน Z ของช่องจอดรถยนต์ที่อยู่ติดกัน เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบถอยเข้าจอดในช่องจอดรถยนต์	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.12	ค่า Output range ในแกน X ของช่องจอตระยนต์ที่อยู่ติดกัน . เมื่อรยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบถอยออกจากช่องจอตระยนต์	62
4.13	ค่า Output range ในแกน Y ของช่องจอตระยนต์ที่อยู่ติดกัน เมื่อรยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบถอยออกจากช่องจอตระยนต์	63
4.14	ค่า Output range ในแกน Z ของช่องจอตระยนต์ที่อยู่ติดกัน เมื่อรยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบถอยออกจากช่องจอตระยนต์	63
4.15	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับแรงดันอินพุตและระดับแรงดันเอาต์พุต	65
4.16	แสดงสถานะ “in” ในระบบฐานข้อมูลเมื่อมีรยนต์จอดในช่องจอตระถ	66
4.17	แสดงสถานะ “out” ในระบบฐานข้อมูลเมื่อไม่มีรยนต์จอดในช่องจอตระถ	66
4.18	หน้าต่างแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้งานกรอกข้อมูลสมัครสมาชิกไม่ครบถ้วนในส่วน ของเว็บไซต์	67
4.19	ข้อความแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้งานกรอกข้อมูลสมัครสมาชิกไม่ครบถ้วนในส่วน ของแอปพลิเคชัน	68
4.20	ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้งานที่ถูกจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล	68
4.21	ระบบการยืนยันตัวตนบุคคลใน Firebase Realtime Database	69
4.22	สถานะการยืนยันตัวตนของผู้ใช้งานบนเว็บไซต์	69
4.23	สถานะการยืนยันตัวตนของผู้ใช้งานบนแอปพลิเคชัน	70
4.24	หน้าต่างการจองช่องจอตระถในแต่ละชั้นบนเว็บไซต์	71
4.25	หน้าต่างการจองช่องจอตระถในแต่ละชั้นบนแอปพลิเคชัน	71
4.26	บาร์โค้ดที่ได้รับหลังการชำระเงินบนเว็บไซต์	72
4.27	บาร์โค้ดที่ได้รับหลังการชำระเงินบนแอปพลิเคชัน	73
4.28	แบบจำลองที่จอตระยนต์ภายในอาคาร	74
4.29	การทำงานของ LED ในแต่ละช่องจอตระถ	74
4.30	จำนวนเวลาและเงินค่าปรับของผู้ใช้งานที่จอดเกินเวลาแสดงบนจอ LCD ตรงทางออก	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การทำงานในโหมดต่างๆ ของ HC-12	8
2.2	รหัส ASCII	17
4.1	รถยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ	55
4.2	เปรียบเทียบระดับแรงดันอินพุตและแรงดันเอาต์พุตจากโมดูลรักษาระดับแรงดัน AMS1117	64
4.3	ผลลัพธ์ที่ได้จากการรับส่งข้อมูลระหว่างทรานซีฟเวอร์ภายในอาคาร	65



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การคมนาคมส่วนใหญ่ในประเทศไทยจะใช้การขนส่งทางบกเป็นหลัก คือ อาศัยรถยนต์ และรถจักรยานยนต์ ในปัจจุบันมีรถรวมทั้งสิ้น 38.4 ล้านคัน โดยมีรถยนต์ส่วนบุคคลถึง 41.02 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนรถทั้งหมด [1] ในขณะที่จำนวนของรถยนต์เพิ่มขึ้นทุกวัน แต่พื้นที่ที่รองรับการจราจรนั้นไม่ได้เพิ่มขึ้นตาม ส่งผลให้เกิดปัญหาการติดและอีกหนึ่งปัญหาที่ตามมาคือ จำนวนที่จอดรถยนต์ไม่เพียงพอ เช่น ภายในมหาวิทยาลัย คอนโดมิเนียม ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น ทำให้ต้องเสียทั้งเวลา ทรัพยากรและสุขภาพจิตในการวนรถหาที่จอด

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้จัดทำจึงเกิดแนวความคิดที่จะทำระบบการจองที่จอดรถยนต์ภายในอาคารผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ขึ้น เพื่อให้ผู้ใช้รถยนต์สามารถตรวจสอบสถานะของที่จอดรถยนต์ที่ว่างในแต่ละชั้นบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต นอกจากนี้ ผู้ใช้งานยังสามารถจองที่จอดรถยนต์ในบริเวณที่รองรับการจองโดยเฉพาะในแต่ละชั้นได้อีกด้วย เพื่อให้เกิดการประหยัดเวลาและสร้างความสะดวกสบายกับผู้ใช้รถยนต์ และลดมลพิษทางอากาศ

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อตรวจสอบสถานะว่าง/ไม่ว่างของช่องจอดรถยนต์
- 2) เพื่อสร้างระบบการจองที่จอดรถยนต์ผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชันที่อยู่บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์โดยผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่
- 3) เพื่อศึกษาการสร้างระบบฐานข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลการใช้บริการของสมาชิก

1.3 ขอบเขตของปริญญาานิพนธ์

- 1) เซนเซอร์ตรวจสอบสถานะว่าง/ไม่ว่างของช่องจอดรถยนต์
- 2) เซนเซอร์ทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ในการตรวจวัดค่าสถานะของช่องจอดรถยนต์และส่งข้อมูลที่ไต่ไปยังเซิร์ฟเวอร์ผ่านทาง การเชื่อมต่อแบบไร้สายเพื่อเก็บไว้ในฐานข้อมูล
- 3) ระบบฐานข้อมูลจัดเก็บข้อมูลการใช้บริการของสมาชิก
- 4) สถานะของช่องจอดรถที่ว่างในแต่ละชั้นสามารถแสดงผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน
- 5) ผู้ใช้งานสามารถจองชั้นจอดรถยนต์ที่ว่างในแต่ละชั้นผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดทำปฏิญญาพันธระบอบการจอบที่จอบรณนตภายในอาคารผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นั้น จะประกอบด้วยส่วนของอุปกรณ์เซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจอบรณนต ส่วนของเว็บแอปพลิเคชันและส่วนของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งจำเป็นอย่างมากที่จะต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเซนเซอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์และโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ เพื่อให้ทุกขั้นตอนของการปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจำเป็นที่จะต้องศึกษาทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องต่างๆ ดังนี้

2.1 เซนเซอร์

เซนเซอร์ (Sensor) [2] เป็นอุปกรณ์ตรวจจอบสัญญาณหรือปริมาณทางฟิสิกส์ต่างๆ เช่น อุณหภูมิ เสียง แสง การสัมผัส เป็นต้น ที่มีหน้าที่ตรวจจอบเหตุการณ์หรือการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม จากนั้นจึงจะให้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกันออกมา เซนเซอร์เป็นตัวแปรสัญญาณ (Transducer) ชนิดหนึ่ง สามารถให้สัญญาณออกมาได้หลากหลายชนิดขึ้นอยู่กับประเภทของเซนเซอร์ เซนเซอร์เป็นอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมในระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติ ซึ่งสามารถแบ่งแยกตามลักษณะการใช้งานและคุณสมบัติ

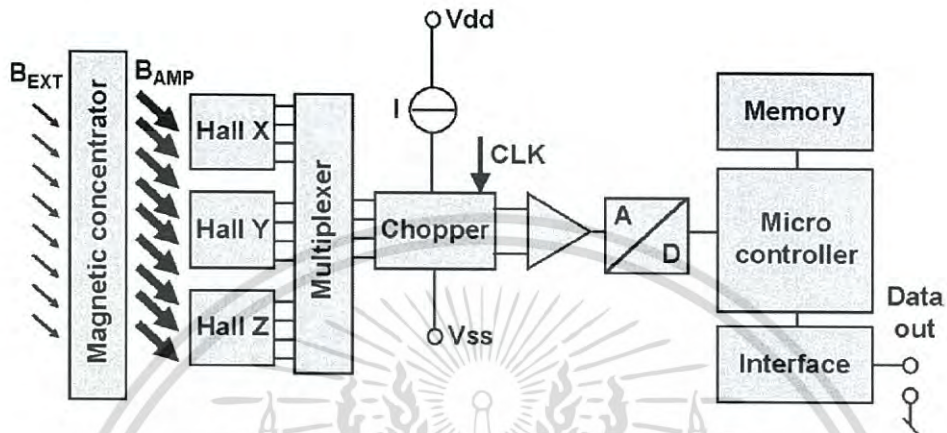
2.1.1 เซนเซอร์สนามแม่เหล็ก

เซนเซอร์สนามแม่เหล็ก (Geomagnetic Sensor) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า เข็มทิศดิจิทัล (Digital Compass) [3] เป็นเซนเซอร์ที่มีไว้สำหรับตรวจจอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยเป็นการตรวจจอบแบบ 3 แกน (3-Axes) เป็นเครื่องมือช่วยบอกทิศทางแบบอิเล็กทรอนิกส์ แสดงค่ามุมเมื่อเทียบกับทิศเหนือเป็นตัวเลข ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเข็มทิศดิจิทัลจะให้ค่าทิศทางเมื่อเทียบกับทิศเหนือของโลกหรือสามารถที่จะตั้งค่าของมุมหรือทิศทางอ้างอิงได้ จึงสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาเครื่องมือสำหรับบอกหรือกำหนดทิศทาง

เข็มทิศดิจิทัลจะอาศัยสนามแม่เหล็กโลกในการหาค่าของแกน X Y และ Z โดย Magnetic Concentrator จะรับและขยายกำลังของสนามแม่เหล็กแล้วแปลงให้เป็นขนาดของสนามแม่เหล็กใน 3 แกน คือแกน X Y และ Z ซึ่งจะได้ค่าของ 3 แกนนี้ในรูปแบบของแรงดันหรือออกมาในรูปแบบของสัญญาณแอนะล็อก หลังจากที่ได้ค่าออกมาเป็นสัญญาณแอนะล็อกแล้วนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

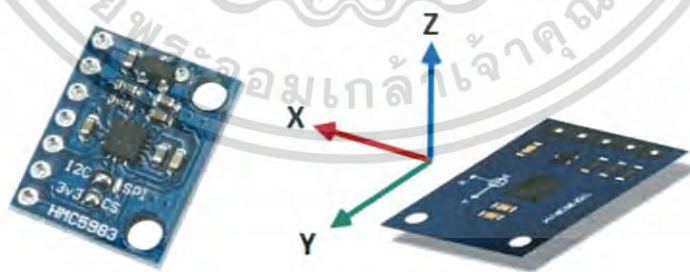
มัลติเพล็กซ์เซอร์จะทำการสุ่มตัวอย่าง (Sampling) เพื่อแปลงค่าเป็นสัญญาณดิจิทัล จากนั้นสัญญาณดิจิทัลที่ได้จะถูกนำมาประมวลผลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการทำงานของเข็มทิศดิจิทัลแสดงดังรูปที่ 2.1 [3]



รูปที่ 2.1 การทำงานของเข็มทิศดิจิทัล

2.1.1.1 GY-282 HMC5983 Temperature Compensation Triaxial Compass I2C SPI Module

โมดูล GY-282 HMC5983 [4] เป็นเซนเซอร์เข็มทิศดิจิทัลสำหรับ Arduino เป็นเซนเซอร์เข็มทิศแบบ 3 แกน ใช้สำหรับตรวจจับทิศทาง ซึ่งประกอบด้วย ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออกและทิศตะวันตก มีความแม่นยำสูง ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับ Arduino หรือไมโครคอนโทรลเลอร์อื่นๆ ด้วยพอร์ตอินเตอร์เฟซทั้ง 2 รูปแบบ คือทั้ง I2C (Inter Integrated Circuit) และ SPI (Serial Peripheral Interface) ดังแสดงในรูปที่ 2.2 [5]



รูปที่ 2.2 GY-282 HMC5983 Temperature Compensation Triaxial Compass Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมดูล GY-282 HMC59830 สามารถรองรับแหล่งจ่ายกระแสไฟตรง 3-5 V มีขา 7 ขาไว้สำหรับเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.3 [5] และมีค่าความผิดพลาดของความแม่นยำอยู่ที่ 1-2 องศา นอกจากนี้ยังมีการชดเชยค่าต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ความกดอากาศให้อัตโนมัติ เป็นเซนเซอร์ที่ใช้เทคโนโลยี Anisotropic Magnetoresistance (AMR) ซึ่งจะทำให้การตอบสนองที่ว่องไว มีสัญญาณรบกวนน้อยและมีความเสถียรต่ออุณหภูมิที่ดีกว่าเทคโนโลยีเซนเซอร์สนามแม่เหล็ก (Magnetic Sensor Technology) นอกจากนี้ยังถูกออกแบบให้วัดทั้งทิศทางและขนาดของสนามแม่เหล็กโลกได้ ตั้งแต่ Milli-Gauss ถึง 8 Gauss



รูปที่ 2.3 ขาของ GY-282 HMC5983

Temperature Compensation Triaxial Compass Module

2.2 เทคโนโลยี Anisotropic Magnetoresistance

เทคโนโลยี Anisotropic Magnetoresistance (AMR) [6] จะอาศัยหลักการ Magnetoresistance ในการตรวจจับสนามแม่เหล็ก คือจะทำให้วัสดุมีความต้านทานเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับอิทธิพลจากสนามแม่เหล็ก ซึ่งเป็นผลมาจากแรงลอเรนซ์กระทำกับพาหะ เทคโนโลยี AMR จะเกิดขึ้นกับวัสดุจำพวกเฟอร์โรแมกเนติก (Ferromagnetic) หรือวัสดุที่ทำมาจากเหล็ก โคบอลต์ และนิกเกิล โดยวัสดุทั้งสามชนิดนี้จะแสดงความเป็นแม่เหล็กมากที่สุดที่อุณหภูมิห้อง และการเกิดปรากฏการณ์นี้ยังขึ้นอยู่กับความเข้มของสนามแม่เหล็กและมุมระหว่างทิศทางของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก ทำให้เทคโนโลยี AMR สามารถนำมาใช้ในการวัดความเข้มของสนามแม่เหล็กและทิศทางของสนามแม่เหล็กได้ อุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีนี้จะทำมาจากวัสดุจำพวกเพอร์มัลลอย (Permalloy) ซึ่งประกอบไปด้วยนิกเกิล 81% และเหล็ก 19% ซึ่งการใช้วัสดุนี้จะเพิ่มความสามารถในการตรวจจับสนามแม่เหล็กของอุปกรณ์ให้ดียิ่งขึ้น ปัจจุบันเทคโนโลยี AMR สามารถนำไปใช้กับเข็มทิศ การตรวจจับยานพาหนะ เซนเซอร์วัดมุม เซนเซอร์วัดความเป็นเส้นตรงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ปรากฏการณ์ฮอลล์

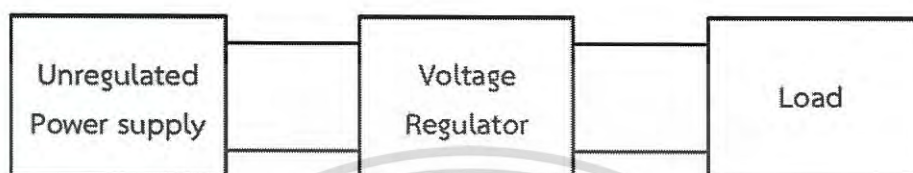
ปรากฏการณ์ฮอลล์ (Hall Effect) [7] เป็นปรากฏการณ์ทางไฟฟ้าที่ค้นพบโดย เอ็ดวิน ฮอลล์ (Edwin Hall) ในปี พ.ศ.2422 ซึ่งฮอลล์ได้ค้นพบว่า เมื่อนำแผ่นตัวนำบางที่มีกระแสไฟฟ้า (Conventional Current) ไหลผ่านไปวางไว้ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก ประจุพาหะ (Charge Carriers) ในตัวนำสามารถเบนไปจากแนวทางเดิมได้ และการเบนนี้มีผลทำให้เกิดสนามไฟฟ้าในตัวนำบางในทิศตั้งฉากกับทั้งกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

จากการทดลอง เมื่อแผ่นตัวนำบางที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในทิศทางจากด้านซ้ายไปด้านขวา ประจุพาหะคืออิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกับกระแสไฟฟ้าจากด้านขวาไปด้านซ้าย เมื่อมีสนามแม่เหล็กในทิศพุ่งเข้าหาและตั้งฉากกับระนาบแผ่นตัวนำบาง จะเกิดมีแรงแม่เหล็กมากระทำกับอิเล็กตรอน ทำให้อิเล็กตรอนเบนไปทางขอบด้านบนของแผ่นตัวนำบาง เมื่อเวลาผ่านไปจะมีอิเล็กตรอนถูกผลักไปที่ขอบด้านบนจำนวนมาก ส่วนขอบด้านล่างจะเกิดประจุไฟฟ้าบวกจำนวนมากเช่นกัน การที่มีประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันที่ขอบทั้งสอง ทำให้เกิดสนามไฟฟ้า เรียกว่า สนามไฟฟ้าฮอลล์ (Hall Field) ในแผ่นตัวนำบางที่มีทิศจากขอบด้านล่างไปขอบด้านบน สนามไฟฟ้าจะทำให้เกิดแรงไฟฟ้ากระทำกับอิเล็กตรอน ซึ่งจะทำให้อิเล็กตรอนถูกผลักไปทางขอบด้านล่าง เมื่อแรงไฟฟ้าและแรงแม่เหล็กมีขนาดเท่ากัน อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางซ้ายโดยไม่เบี่ยงเบนไปจากเดิม ความต่างศักย์หรือแรงดันที่เกิดขึ้นนี้ จะเรียกว่า ความต่างศักย์ฮอลล์ (Hall Potential Difference หรือ Hall Voltage) พบว่าความต่างศักย์ฮอลล์มีค่ามากที่สุด เมื่อแผ่นตัวนำบางทำจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซีลีคอนและเจอร์เมเนียม เป็นต้น

โดยขนาดของความต่างศักย์ฮอลล์จะขึ้นกับความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็กที่มากระทำ ถ้าฟลักซ์แม่เหล็กที่มากระทำมีความหนาแน่นมากขนาดของของความต่างศักย์ฮอลล์จะมาก และหากฟลักซ์แม่เหล็กที่มากระทำมีความหนาแน่นน้อยขนาดของของความต่างศักย์ฮอลล์จะน้อยตามไปด้วย

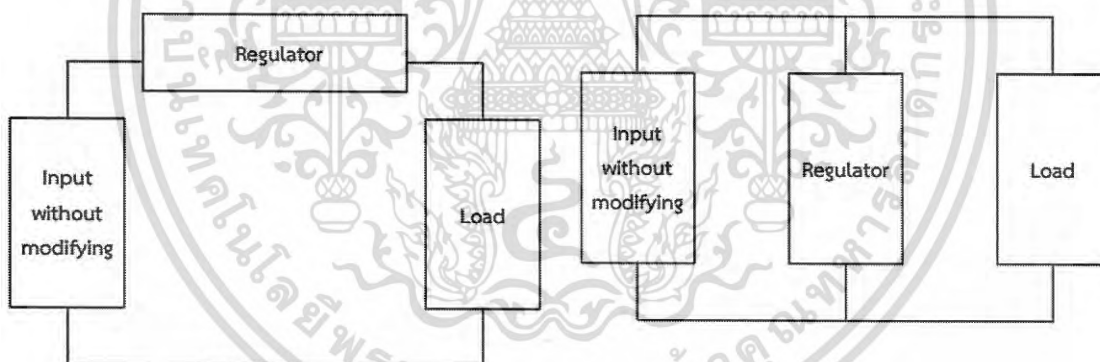
2.4 วงจรรักษาระดับแรงดันไฟกระแสตรง

วงจรรักษาระดับแรงดัน (Voltage Regulator Circuits) [8] เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ต่อระหว่างแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงกับโหลด โดยใช้กับแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงที่จ่ายไฟไม่คงที่ หลักการทำงานของวงจรรักษาระดับแรงดันแสดงดังรูปที่ 2.4 [8]



รูปที่ 2.4 หลักการทำงานของวงจรรักษาระดับแรงดัน

โดยวงจรรักษาระดับแรงดันนี้จะทำหน้าที่รักษาระดับแรงดันที่จ่ายไปยังโหลดให้มีค่าคงที่ วงจรรักษาระดับแรงดันสามารถรักษาระดับแรงดันขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงโหลด การใช้งานวงจรรักษาระดับแรงดันมี 2 วิธีคือการต่อแบบอนุกรมกับโหลดและการต่อขนานกับโหลดดังแสดงในรูปที่ 2.5 [8]



รูปที่ 2.5 การใช้งานวงจรรักษาระดับแรงดันโดยการต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน

2.4.1 การใช้ไอซีในวงจรรักษาระดับแรงดัน

วงจรรักษาระดับแรงดันที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบันคือวงจรรักษาระดับแรงดันโดยใช้ไอซี เนื่องจากการใช้ไอซีมีราคาถูก ขนาดเล็ก วงจรไม่ซับซ้อนและมีประสิทธิภาพ การออกแบบวงจรรักษาระดับแรงดันโดยใช้ไอซีสามารถแบ่งประเภทตามขาของไอซีได้เป็นวงจรรักษาระดับแรงดันที่ใช้ไอซีสามขา และวงจรรักษาระดับแรงดันที่ใช้ไอซีหลายขา ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ออก

จากวงจรรักษาระดับแรงดันจะมีค่าแรงดันคงที่ตลอดการใช้งาน การออกแบบวงจรและไอซีที่ใช้ในวงจรรักษาระดับแรงดันที่แตกต่างกันจะทำให้ได้กระแสที่แตกต่างกัน

2.4.1.1 การใช้ไอซี AMS1117 ในวงจรรักษาระดับแรงดัน

ไอซี AMS1117 แสดงในรูปที่ 2.6 [9] เป็นไอซีที่สามารถรองรับแรงดันจากแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงได้สูงสุด 15 V และสามารถให้ระดับแรงดันเอาต์พุตที่คงที่ได้ ซึ่งประกอบด้วยค่าระดับแรงดันเอาต์พุตขนาด 1.5 V 1.8 V 2.5 V 2.85 V 3.3 V และ 5 V โดยให้กระแส 0.8 mA ไอซี AMS1117 มีสามขา แสดงดังรูปที่ 2.7 [9]

ขาของไอซี AMS1117 ประกอบไปด้วยขาอินพุต ซึ่งเป็นขาที่ต่อกับแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงที่จ่ายไฟไม่คงที่ ขากราวด์ (Ground) เป็นขาที่เชื่อมต่อกาวด์ระหว่างแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงกับโหนด และขาเอาต์พุตเป็นขาที่จ่ายไฟเข้าสู่โหนด ปัจจุบันมีการนำไอซี AMS1117 มาทำเป็นโมดูลจำนวนมาก ตัวอย่างของโมดูลรักษาระดับแรงดันที่ใช้ไอซี AMS1117 แสดงดังรูปที่ 2.8 [10] ซึ่งสะดวกต่อการใช้งานและมีราคาถูก



รูปที่ 2.6 ไอซี AMS 1117



รูปที่ 2.7 รูปร่างของไอซี AMS 1117



รูปที่ 2.8 โมดูลรักษาระดับแรงดันที่ใช้ไอซี AMS1117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ทรานซีฟเวอร์ HC-12 433 MHz

ทรานซีฟเวอร์ (Transceiver) HC-12 433 MHz [11] เป็นโมดูลสำหรับส่งสัญญาณแบบไร้สาย ทำงานที่ช่วงความถี่ 433.4-473.0 MHz สามารถตั้งค่าช่องสัญญาณได้ทั้งหมด 100 ช่องสัญญาณ โดยแต่ละช่องสัญญาณจะมีช่วงความถี่ 400 kHz สามารถใช้พลังงานในการส่งได้สูงสุด 100 mW (20dBm) ซึ่งสามารถส่งได้ที่ระยะทางสูงสุดถึง 1000 m ในบริเวณพื้นที่ว่าง โดยโมดูล HC-12 สามารถตั้งโหมดการทำงานได้ 4 โหมด ซึ่งแต่ละโหมดจะทำงานแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.1 โดยในปริญญานิพนธ์นี้ได้เลือกโหมด FU1 ในการทำงานเนื่องจากใช้พลังงานน้อยและสามารถส่งข้อมูลด้วยความเร็วที่ต้องการ นอกจากนี้โหมดการทำงานที่โมดูล HC-12 กำหนดมาให้ผู้ใช้อย่างสามารถตั้งค่าอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล (Baud Rate) ช่องสัญญาณ (Channel) โหมดประหยัดพลังงานและกำลังที่ใช้ในการส่งได้ การใช้งานโมดูล HC-12 ต้องการไฟเลี้ยงกระแสตรงที่ 3.2-5.5 V ในโหมดปกติใช้กระแสประมาณ 16 mA และในขณะที่ทำการส่งข้อมูลจะใช้กระแสประมาณ 100 mA การโปรแกรมการทำงานโมดูล HC-12 สามารถทำได้ผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ทำให้ HC-12 มีความสะดวกในการใช้งาน

ตารางที่ 2.1 การทำงานในโหมดต่างๆ ของ HC-12

โหมดการทำงาน	FU1	FU2	FU3	FU4
ค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ย	3.6 mA	16 mA	80 μ A	16 mA
ค่าน่วงเวลา (Delay) เมื่อส่งข้อมูล 1 byte	15-25 ms	500 ms	4-80 ms	1000 ms
ค่าน่วงเวลาเมื่อส่งข้อมูล 1 byte ไปกลับที่อัตราเร็ว 9600 bit/s	31 ms	-	-	-
ระยะทางสูงสุดที่สามารถทำงานได้เมื่อใช้กำลังส่งสูงสุด (20 dBm)	100 m	100 m	600 m	1800 m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) [12] คืออุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน

ไมโครคอนโทรลเลอร์ถ้าแปลความหมายแบบตรงตัวก็คือระบบควบคุมขนาดเล็ก เรียกอีกอย่างหนึ่งก็คือเป็นระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย โดยผ่านการออกแบบวงจรให้เหมาะกับงานต่างๆ และยังสามารถโปรแกรมคำสั่งเพื่อควบคุมขา อินพุตและเอาต์พุตเพื่อสั่งงานให้ไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ได้อีกด้วย ซึ่งก็นับว่าเป็นระบบที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายทั้งทางด้านแอนะล็อกและดิจิทัล โดยในปัจจุบันนี้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำการเชื่อมต่อกับระบบเน็ตเวิร์คของคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้อีกด้วย

2.6.1 AVR

AVR เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นต่อมาที่มีการพัฒนาต่อมาจาก MCS-51 โดยบริษัท Atmel อันเนื่องมาจากกว่า MCS-51 ยุคหลังนี้ไม่ค่อยมีคนใช้งานจริงและมีใช้งานแต่เฉพาะในสถาบันการศึกษา เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่าการออกแบบวงจรที่ค่อนข้างยุ่งยากและต้องอาศัยการต่ออุปกรณ์ร่วมเยอะนั่นเอง ดังนั้น AVR จึงเข้ามาเป็นที่นิยมในการทำงานด้านนี้ โดยคุณสมบัติหลักที่น่าสนใจก็คือสามารถอินเทอร์เฟซผ่าน USB ได้โดยตรง ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ยุคเก่าทำได้โดยต่อผ่านพอร์ต RS-232 แต่เนื่องด้วยคอมพิวเตอร์ยุคใหม่พอร์ต RS-232 เริ่มหายาก ดังนั้น AVR จึงได้รับความนิยม

2.6.1.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega328P-PU

Atmega328P-PU [13] เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 bit เป็นหนึ่งในตระกูลไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ของ Atmel ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ต้องการโปรแกรมด้วยชุดคำสั่งเพื่อให้ตัวของมันทำงานและจะต้องมีฟังก์ชันหรือไลบรารี (Library) รองรับการทำงานอยู่ภายในด้วย เป็นไอซีที่อยู่บนบอร์ด Arduino Uno ดังแสดงในรูปที่ 2.9 [13] มีขาทั้งหมด 28 ขาซึ่งแต่ละขาจะมีการใช้งานที่แตกต่างกันดังแสดงในรูปที่ 2.10 [13] มีหน่วยความจำในการบรรจุโปรแกรม 32 KB สามารถเขียนและลบข้อมูลได้ 20,000 ครั้ง โดยภาษาที่ใช้ในการโปรแกรมจะสามารถใช้ได้ทั้ง C/C++ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega328P-PU จะจำลองการทำงานของ Arduino Uno ซึ่งในการใช้งานจริงการใช้บอร์ด Arduino Uno อาจจะมีขนาดใหญ่เกินไป

ไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega328P-PU ที่มีขนาดเล็กกว่าและใช้ไฟเลี้ยงแค่ 1.8-5.5 V จึงได้รับความนิยมในการใช้งาน การที่จะโปรแกรมชุดคำสั่งลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega328P-PU จะต้องทำการโปรแกรมชุดคำสั่งลงใน Boot Loader ในไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega328P-PU เสียก่อน หลังจากทีโปรแกรมชุดคำสั่งลงใน Boot Loader แล้วจึงสามารถอัปเดตโปรแกรมลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega328P-PU ได้



รูปที่ 2.9 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega328P-PU

reset	1	28	analog 5
pin 0 rx	2	27	analog 4
pin 1 tx	3	26	analog 3
pin 2	4	25	analog 2
pin 3 pwm	5	24	analog 1
pin 4	6	23	analog 0
+5 volts	7	22	ground
ground	8	21	not connected
crystal	9	20	+5 volts
crystal	10	19	pin 13
pin 5 pwm	11	18	pin 12
pin 6 pwm	12	17	pin 11 pwm
pin 7	13	16	pin 10 pwm
pin 8	14	15	pin 9 pwm

รูปที่ 2.10 ขาไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega328P-PU

2.6.2 Arduino

Arduino เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดแบบสำเร็จรูปที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน ซึ่งถูกพัฒนามาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล ARM ของ Atmel ข้อดีของไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดคือเรื่องของ Open Source ที่สามารถนำไปพัฒนาต่อเป็นอุปกรณ์ต่างๆ ได้ และความสามารถในการเพิ่ม Boot Loader เข้าไปที่ตัว ARM จึงทำให้การอัปเดตโค้ดเข้าตัวบอร์ดสามารถทำได้ง่ายขึ้นและยังมีการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการควบคุมตัวบอร์ดของ Arduino ให้มีลักษณะเป็นภาษา C++ ที่โปรแกรมเมอร์มีความคุ้นเคยในการใช้งาน ตัวบอร์ดสามารถนำโมดูลมาต่อเพิ่ม ซึ่งทาง Arduino เรียกว่าเป็น Shield เพื่อเพิ่มความสามารถให้มากขึ้น

2.6.2.1 Arduino Uno R3 แบบ SMD

Arduino Uno R3 แบบ SMD [14] นี้มีการจัดขาและความสามารถเหมือนกับ Arduino Uno R3 ทุกประการ แต่ราคาถูกกว่า เพราะใช้ไอซี Atmega328 และเปลี่ยน USB Driver เป็นชิป CH340G ซึ่งเป็นชิปรุ่นใหม่ที่ดีกว่า รองรับกับทุกระบบปฏิบัติการ Windows โดย Arduino Uno R3 แบบ SMD นี้จะมีขาดีจิทัล 14 ขา และขาแอนะล็อก 6 ขา นอกจากนี้ยังเพิ่มขาซ็อกเก็ต ขยายขาของ Arduino ทุกขา เพิ่มช่องซ็อกเก็ตสำหรับเสียบหัว I2C SPI และ Uart ทำให้สามารถใช้งานได้สะดวกขึ้นกับสายไฟหลายแบบ ดังแสดงในรูปที่ 2.11 [14]



รูปที่ 2.11 Arduino Uno R3 แบบ SMD

2.6.2.2 Arduino ESP8266

Arduino ESP8266 [15] หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Node Microcontroller Unit (NodeMCU) ดังแสดงในรูปที่ 2.12 [16] เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อกับ WiFi (Wireless Fidelity) ซึ่งบนอุปกรณ์จะมีโมดูล WiFi ESP8266 ที่เป็นส่วนสำคัญในการเชื่อมต่อกับ WiFi เนื่องจากโมดูล WiFi ESP8266 ไม่มีพื้นที่ในการโปรแกรมหน่วยความจำแบบแฟลช (Flash Memory) จึงได้มีการพัฒนา NodeMCU ขึ้นมาเพื่อให้โมดูล WiFi ESP8266 สามารถโปรแกรมการทำงานได้ NodeMCU สามารถโปรแกรมให้ทำงานเสมือนเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ มีฟังก์ชันพื้นฐานที่สามารถทำงานได้เหมือนไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino นอกจากนี้ NodeMCU ยังมีพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตซึ่งมีลักษณะคล้ายกันกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino และยังสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานได้โดยไม่ผ่านอุปกรณ์อื่นโดยใช้ภาษา C/C++ ในการโปรแกรมการทำงาน



รูปที่ 2.12 Arduino ESP8266

NodeMCU มีขาสำหรับสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตจำนวน 10 ขา ซึ่งทุกขาสามารถสร้างสัญญาณ PWM (Pulse Width Modulation) และสามารถสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัส (I2C) ได้ NodeMCU มีหน่วยความจำแฟลช 4 MB ทำให้สามารถใช้งานบนระบบปฏิบัติการต่างๆ ได้โดยไม่มีปัญหา มีระดับสัญญาณลอจิกของสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตที่ 3.3 V และสามารถใช้ไฟเลี้ยงจากพอร์ต USB ที่เป็นไฟกระแสตรงขนาด 5 V หรือแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงจากภายนอกที่ระดับแรงดัน 5-10 V ได้ ซึ่งจุดเด่นของ NodeMCU คือรหัสต้นฉบับ (Source Code) ของ NodeMCU เป็นแบบเปิดเผยต่อสาธารณะ (Open Source) ทำให้สามารถใช้งานได้ เพียงแค่ใช้สาย USB เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ก็สามารถโปรแกรมการทำงานได้ทันที ถึงแม้ขาอินพุตและเอาต์พุตจะมีจำนวนน้อยกว่าขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino แต่สามารถเขียนโปรแกรมลงบนขา GPIO (General Purpose Input-Output) ได้ทุกขา เป็นข้อดีที่เพิ่มมาจากความต้องการใช้ WiFi เพียงอย่างเดียว

2.7 โครงสร้างโปรแกรมของ Arduino

โครงสร้างในการเขียนโปรแกรมสำหรับบอร์ด Arduino [17] จะต้องเขียนโดยใช้ภาษาของ Arduino (Arduino Programming Language) ซึ่งตัวภาษาของ Arduino แบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลัก คือ โครงสร้างภาษา (Structure) และฟังก์ชัน (Function) โดยภาษาของ Arduino จะอ้างอิงตามภาษา C/C++ จึงอาจกล่าวได้ว่าการเขียนโปรแกรมสำหรับ Arduino ก็คือการเขียนโปรแกรมภาษา C โดยเรียกใช้ฟังก์ชันและไลบรารีที่ทาง Arduino ได้เตรียมไว้ให้แล้ว ซึ่งสะดวกและทำให้ผู้ที่ไม่มีความรู้ด้านไมโครคอนโทรลเลอร์อย่างลึกซึ้งสามารถเขียนโปรแกรมสั่งงานได้ โดยโครงสร้างของ Arduino แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ void setup() และ void loop()

โดยก่อนที่จะเริ่มต้นการทำงานจะต้องมีการใส่ส่วนหัว (Header) เสียก่อน ซึ่งเป็นส่วนที่นำเข้าไปไลบรารีที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมและประกาศตัวแปรที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม แล้วจึงตามมาด้วยฟังก์ชัน setup() เมื่อโปรแกรมทำงานจะทำคำสั่งของฟังก์ชันนี้เพียงครั้งเดียว ใช้ในการ

กำหนดค่าเริ่มต้นของการทำงานของส่วนฟังก์ชัน loop() ที่เป็นส่วนการทำงานของงาน โดยปกติใช้กำหนดโหมดการทำงานของขาต่างๆ กำหนดการสื่อสารแบบอนุกรม ฯลฯ

ส่วนของ loop() เป็นโค้ดโปรแกรมที่ทำงาน เช่น อ่านค่าอินพุต ประมวลผล สั่งงาน เอาต์พุต ฯลฯ โดยส่วนกำหนดค่าเริ่มต้น เช่น ตัวแปร จะต้องเขียนที่ส่วนหัวของโปรแกรมก่อนถึงตัวฟังก์ชัน นอกจากนั้นยังต้องคำนึงถึงอักษรตัวพิมพ์เล็ก-พิมพ์ใหญ่ของตัวแปรและชื่อฟังก์ชันนั้นให้ถูกต้อง

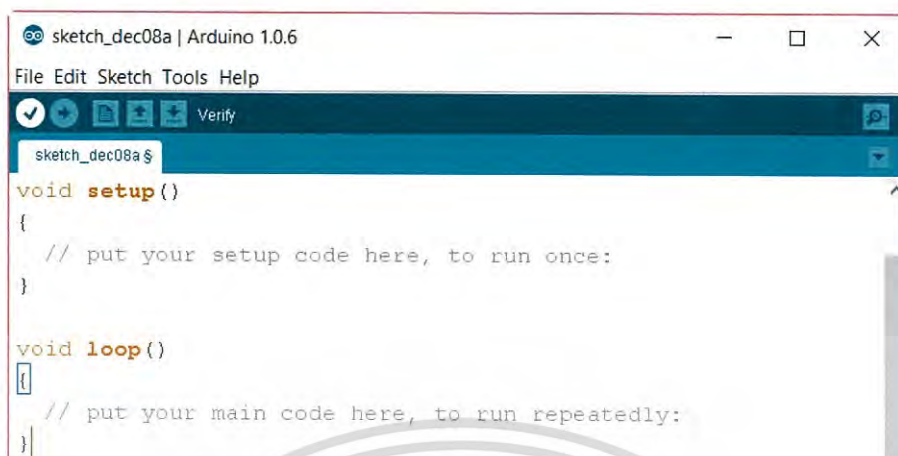
2.7.1 ส่วนของฟังก์ชัน setup()

ฟังก์ชันนี้จะเขียนที่ส่วนต้นของโปรแกรม ทำงานเมื่อโปรแกรมเริ่มต้นเพียงครั้งเดียว ใช้เพื่อกำหนดค่าของตัวแปรโหมดการทำงานของขาต่างๆ เป็นส่วนฟังก์ชันบังคับที่ต้องกำหนดทุกโปรแกรม ใช้เป็นตัวกำหนดขอบเขตของฟังก์ชัน ใช้สำหรับบรรจุคำสั่งในส่วนที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเพียงรอบเดียวคือช่วงเริ่มต้นทำงานของโปรแกรมครั้งแรก เช่น การกำหนดหน้าที่การใช้งานของพอร์ตและการกำหนดค่าอัตราบอด (Baud Rate) สำหรับใช้งานช่องทางสื่อสารอนุกรม เป็นต้น

2.7.2 ส่วนของฟังก์ชัน loop()

หลังจากที่เขียนฟังก์ชัน setup() ที่กำหนดค่าเริ่มต้นของโปรแกรมแล้ว ส่วนถัดมาก็คือฟังก์ชัน loop() ซึ่งมีการทำงานตรงตามชื่อ คือจะทำงานตามฟังก์ชันวนต่อเนื่องตลอดเวลา ภายในฟังก์ชันจะมีโปรแกรมของผู้ใช้เพื่อรับค่าจากพอร์ต ประมวลผล แล้วส่งเอาต์พุตออกขาต่างๆ เพื่อควบคุมการทำงานของบอร์ด

โปรแกรมทำงานวนในฟังก์ชัน loop() ตลอดเวลา หลังจากทำงานในฟังก์ชัน setup() จึงสรุปได้ว่าฟังก์ชัน setup() คือส่วนต้นของโปรแกรมที่ใช้ในการประกาศหรือตั้งค่าการทำงานในตอนเริ่มต้นทำงาน ในขณะที่ฟังก์ชัน loop() เป็นเสมือนส่วนของโปรแกรมหลักที่ต้องวนทำงานอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา อย่างไรก็ตามในบางโปรแกรมอาจมีเฉพาะส่วนของฟังก์ชัน setup() และไม่มีฟังก์ชัน loop() ก็ได้ นั่นแสดงว่าโปรแกรมนั้นๆ ต้องการตั้งค่าการทำงานหรือกำหนดให้มีการทำงานเพียงครั้งหรือรอบเดียว แล้วจบการทำงานทันที โดยโครงสร้างโปรแกรมของ Arduino จะแสดงดังรูปที่ 2.13



```

sketch_dec08a | Arduino 1.0.6
File Edit Sketch Tools Help
sketch_dec08a $
void setup()
{
  // put your setup code here, to run once:
}

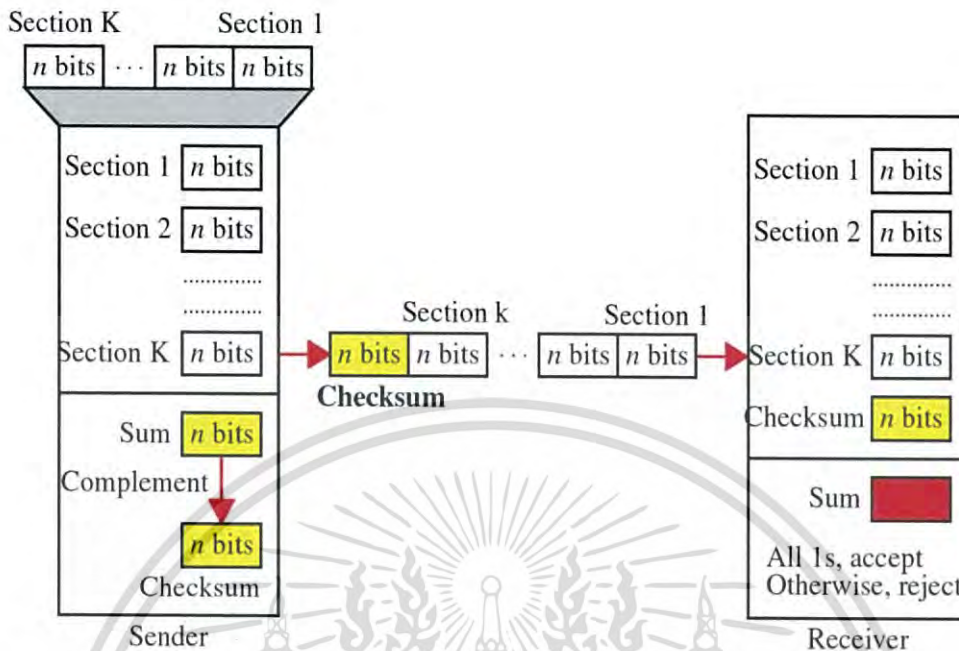
void loop()
{
  // put your main code here, to run repeatedly:
}

```

รูปที่ 2.13 โครงสร้างโปรแกรมของ Arduino

2.8 การตรวจสอบความผิดพลาดแบบผลรวม

การตรวจสอบความผิดพลาดแบบผลรวม (Checksum) [18] คือการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยฝ่ายที่ส่งข้อมูลจะนำข้อมูลที่ต้องการส่งแต่ละตัวมาแปลงเป็นไบนารี (Binary) จำนวน 8 bits แล้วนำมาบวกกัน จากนั้นทำการคอมพลิเมนต์ (Complement) แล้วใส่ค่า Checksum ลงไปในเฮดเดอร์ (Header) ของแต่ละโปรโตคอลข้อมูล เช่น TCP/IP UDP และ ICMP จากนั้นเมื่อฝ่ายรับข้อมูลรับข้อมูลมาแล้วก็จะนำเอาค่า Checksum นี้ไปตรวจสอบข้อมูลที่รับมาว่าถูกต้องหรือไม่ โดยจะนำข้อมูลที่ได้มาแบ่งเป็นชุดละ 8 bits แล้วนำมาบวกกัน ถ้าผลลัพธ์ที่ได้เป็น 1 ทั้ง 8 bits แสดงว่าข้อมูลที่ได้รับมานั้นถูกต้อง ซึ่งหลักการทำงานของ การตรวจสอบความผิดพลาดแบบผลรวมจะแสดงดังรูปที่ 2.14 [19]



รูปที่ 2.14 หลักการทำงานของ การตรวจสอบความผิดพลาดแบบผลรวม

2.9 บาร์โค้ด

บาร์โค้ด (Barcode) หรือในภาษาไทยเรียกว่า “รหัสแท่ง” [20] ประกอบด้วยเส้นมืด ที่มีจะเป็นสีดำและเส้นสว่างที่มีจะเป็นสีขาววางเรียงกันเป็นแนวตั้ง เป็นรหัสแทนตัวเลขและตัวอักษร ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถอ่านรหัสข้อมูลได้ง่ายขึ้น โดยใช้เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Scanner) ซึ่งจะทำงานได้รวดเร็วและช่วยลดความผิดพลาดในการคีย์ข้อมูลได้มาก โดยหลักการแล้วบาร์โค้ดจะถูกอ่านด้วยเครื่องสแกนเนอร์ บันทึกข้อมูลเข้าไปเก็บในคอมพิวเตอร์โดยตรงไม่ต้องกดปุ่มที่แท่นพิมพ์ ทำให้มีความสะดวกรวดเร็วในการทำงานรวมถึงอ่านข้อมูลได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เชื่อถือได้ และจะเห็นได้ชัดเจนว่าปัจจุบันระบบบาร์โค้ดเข้าไปมีบทบาทในทุกส่วนของอุตสาหกรรมการค้าขายและการบริการที่ต้องใช้การบริหารจัดการข้อมูลจากฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์ ซึ่งในปัจจุบันมีการประยุกต์การใช้งานบาร์โค้ดเข้ากับการใช้งานของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งสามารถพกพาได้สะดวก เพื่อทำการจัดเก็บ แสดงผล ตรวจสอบและประมวลผลในด้านอื่นๆ โดยบาร์โค้ดนั้นมีด้วยกันหลายประเภท ซึ่งการเลือกใช้ก็จะขึ้นอยู่กับการใช้งาน สำหรับปริญญาโทฉบับนี้จะใช้บาร์โค้ดมาตรฐานสากลประเภท Code 128 ในการดำเนินการของระบบที่จัดเตรียมตัวภายในอาคาร สำหรับการยืนยันตัวตนเพื่อเข้าใช้งานที่จัดเตรียม

2.9.1 Code 128

Code 128 [21] เป็นโค้ดมาตรฐานสากล (Standard Code) ที่เป็นที่รู้จักและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก จัดเป็นโค้ดที่มีความนิยมมากเนื่องจากมีความหนาแน่น กะทัดรัดและการบีบอัดข้อมูลที่ดีกว่า Code 39 โดย Code 128 สามารถรองรับอักขระในรหัส ASCII ได้ถึง 128 ตัว ทั้งตัวเลขและตัวอักษร โดย Code 128 ประกอบด้วย 3 กลุ่มย่อย คือ Code-128A Code-128B และ Code-128C ซึ่งแต่ละกลุ่มย่อยก็จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน แต่แต่ละกลุ่มย่อยจะมีจำนวนตัวอักขระที่เป็นไปได้ 108 แบบเท่ากัน โดยส่วนที่เป็นข้อมูลมี 103 แบบ ส่วนของ START 3 แบบ และส่วนของ STOP 2 แบบ แต่ว่าแต่ละกลุ่มย่อยนั้นก็จะมีตัวอักขระในส่วนที่เป็นข้อมูลที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งเราสามารถนำทั้ง 3 กลุ่มย่อยมาผสมกันในแง่เดียวเพื่อให้มันแสดงตัวอักษรได้ถึง 127 แบบ แต่แต่ละกลุ่มย่อยจะมีตัวเริ่มต้น (START) ไม่เหมือนกัน แต่จะมีตัว STOP เหมือนกัน และแต่ละกลุ่มย่อยก็จะมีตัวเลขตรวจสอบ (Check Digit) ซึ่งจะใช้วิธีการ Modulo 103

โดยวิธีการ Modulo 103 จะเป็นการนำค่าของแต่ละตัวอักษรมาคูณด้วยตำแหน่งของมัน จากนั้นนำค่าที่ได้มาบวกกันและนำผลบวกของผลลัพธ์ที่ได้ทั้งหมดมาหารด้วย 103 นำเศษที่ได้จากการหารมาเทียบกับตาราง ASCII ตัวอักษรที่มีค่าเท่ากับเศษเหลือค่านั้นคือค่าของตัวเลขตรวจสอบนั่นเอง โดยตาราง ASCII แสดงในตารางที่ 2.2

2.9.1.1 Code-128A

Code-128A จะใช้รหัสแอสกีที่มีการกำหนดการแทนรหัสเป็นเลขฐานสิบ ตั้งแต่รหัส 00 ถึง 95 ซึ่งจะเป็นคำสั่งควบคุม ตัวเลข (0-9) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ (A-Z) และตัวอักษรพิเศษต่างๆ

2.9.1.2 Code-128B

Code-128B จะใช้รหัสแอสกีที่มีการกำหนดการแทนรหัสเป็นเลขฐานสิบ ตั้งแต่รหัส 32 ถึง 127 ซึ่งจะเป็นตัวเลข (0-9) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ (A-Z) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็ก (a-z) และตัวอักษรพิเศษต่างๆ

2.9.1.3 Code-128C

Code-128C จะใช้รหัสแอสกีที่มีการกำหนดการแทนรหัสเป็นเลขฐานสิบ ตั้งแต่รหัส 00 ถึง 99 ซึ่งจะเป็นคำสั่งควบคุม ตัวเลข (0-9) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ (A-Z) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็ก (a-c) และตัวอักษรพิเศษต่างๆ

ตารางที่ 2.2 รหัส ASCII

ASCII	เลขฐานสิบ	ASCII	เลขฐานสิบ
Null	0	Synchronous idle	22
เริ่มต้นของส่วนหัว	1	สิ้นสุดของการส่งบล็อก	23
เริ่มต้นข้อความ	2	ยกเลิก	24
สิ้นสุดของข้อความ	3	สิ้นสุดส่วนที่อยู่ตรงกลาง	25
สิ้นสุดการส่งข้อมูล	4	สิ้นสุดไฟล์/แทนที่	26
Enquire	5	Escape	27
Acknowledge (Ack)	6	ตัวแยกไฟล์	28
Bell	7	ตัวแยกกลุ่ม	29
Back space	8	ตัวแยกเรคอร์ด	30
แท็บแนวนอน	9	ตัวแยกหน่วย	31
Linefeed	10	พื้นที่ว่าง	32
แท็บแนวตั้ง	11	!	33
Form feed	12	"	34
ปิดแคร์	13	#	35
Shift out	14	\$	36
Shift in	15	%	37
Data link escape	16	&	38
ตัวควบคุมอุปกรณ์ 1/Xon	17	'	39
ตัวควบคุมอุปกรณ์ 2	18	(40
ตัวควบคุมอุปกรณ์ 3/Xoff	19)	41
ตัวควบคุมอุปกรณ์ 4	20	*	42
Negative acknowledge	21	+	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 รหัส ASCII (ต่อ)

ASCII	เลขฐานสิบ	ASCII	เลขฐานสิบ
,	44	B	66
-	45	C	67
.	46	D	68
/	47	E	69
0	48	F	70
1	49	G	71
2	50	H	72
3	51	I	73
4	52	J	74
5	53	K	75
6	54	L	76
7	55	M	77
8	56	N	78
9	57	O	79
:	58	P	80
;	59	Q	81
<	60	R	82
=	61	S	83
>	62	T	84
?	63	U	85
@	64	V	86
A	65	W	87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 รหัส ASCII (ต่อ)

ASCII	เลขฐานสิบ	ASCII	เลขฐานสิบ
X	88	l	108
Y	89	m	109
Z	90	n	110
[91	o	111
\	92	p	112
]	93	q	113
^	94	r	114
_	95	s	115
`	96	t	116
a	97	u	117
b	98	v	118
c	99	w	119
d	100	x	120
e	101	y	121
f	102	z	122
g	103	{	123
h	104		124
i	105	}	125
j	106	~	126
k	107	DEL	127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 Firebase Realtime Database

Firebase Realtime Database เป็น NoSQL Cloud Database [22] คือเทคโนโลยีฐานข้อมูลที่ถูกออกแบบมาสำหรับงานเฉพาะทางบางอย่างที่ SQL ยังไม่สามารถตอบโจทย์ได้ดีเพียงพอ NoSQL เป็นระบบฐานข้อมูลสำหรับงานที่ต้องรองรับข้อมูลขนาดใหญ่ๆ รองรับการทำงานระบบได้ง่าย มีการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบ JSON สามารถส่งข้อมูลได้แบบเรียลไทม์ มีการเชื่อมต่อแบบอัตโนมัติภายในเวลาเพียงเสี้ยววินาที รองรับการทำงานแบบออฟไลน์ เมื่อมีการทำงานในช่วงออฟไลน์จะเก็บข้อมูลไว้ใน Local และเมื่อมีการออนไลน์จะมีการเชื่อมต่อโดยอัตโนมัติ มีระบบรักษาความปลอดภัยทำให้ผู้ใช้งานสามารถออกแบบเงื่อนไขการเข้าถึงข้อมูลทั้งแบบอ่าน (Read) และบันทึก (Write) ข้อมูล สามารถใช้ได้กับ IOS Android และเว็บเบราว์เซอร์

สำหรับความแตกต่างระหว่าง SQL Database (Relational Database) และ Firebase Database คือ SQL Database จะเป็นเทคโนโลยีพื้นฐานที่สามารถพบได้มากในแอปพลิเคชันในปัจจุบัน มีการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบตารางหรือ Structured Data/Schema-based แต่การใช้ SQL Database ในการจัดการกับข้อมูลประเภท Unstructured Data ยังมีประสิทธิภาพต่ำกว่าการใช้ NoSQL ในการจัดการกับข้อมูล ส่วน Firebase Database จะใช้เทคโนโลยี NoSQL ซึ่งเทคโนโลยี NoSQL เป็นเทคโนโลยีที่ออกแบบมาเพื่อทดแทนการใช้งาน SQL ในส่วนที่ยังไม่มีประสิทธิภาพ เช่น DynamoDB Riak และ Cassandra ซึ่งทำให้ฐานข้อมูลมีความทนทาน สามารถบันทึกและอ่านข้อมูลได้ตลอดเวลา และ Redis ที่ถูกออกแบบมาให้เป็น Key-Value ที่สามารถจัดการกับข้อมูลได้รวดเร็วและดีขึ้น สรุปความแตกต่างของ SQL Database กับ Firebase Database คือเรื่องของความถูกต้องของข้อมูล (Data Integrity) กับความยืดหยุ่นของโครงสร้างและข้อมูล (Flexibility) โดย Security Rules นั้นจะเป็นตัวช่วยให้ข้อมูลใน Firebase Database มีความถูกต้องได้นั่นเอง

2.11 โพรโตคอล MQTT

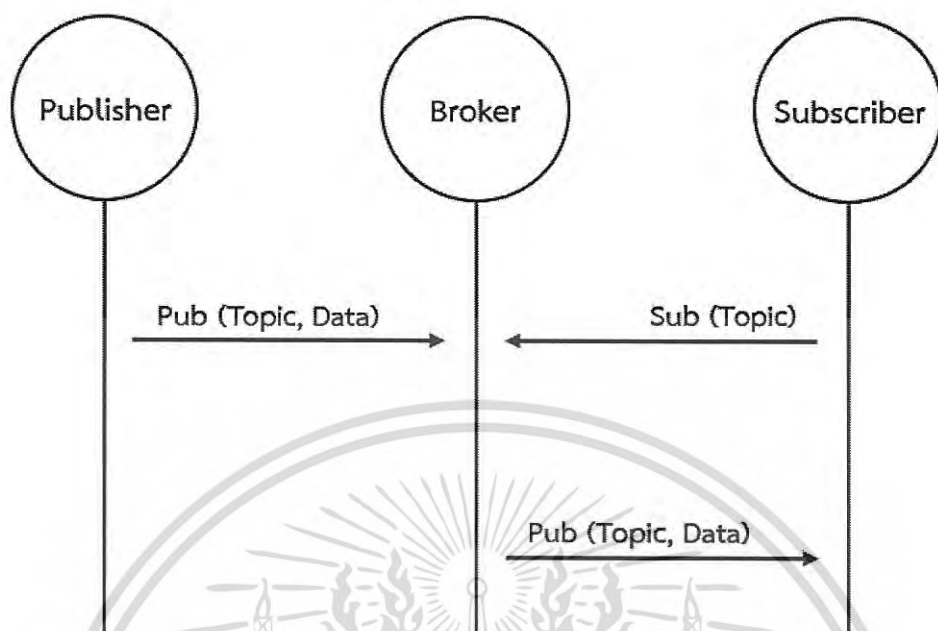
โพรโตคอล MQTT (Message Queuing Telemetry Transport : MQTT) [23] เป็นโพรโตคอลประยุกต์ที่ใช้โพรโตคอล TCP (Transmission Control Protocol) เป็นรากฐานออกแบบมาสำหรับงานที่ต้องการการสื่อสารแบบเรียลไทม์แบบไม่จำกัดแพลตฟอร์ม หมายถึงอุปกรณ์ทุกชิ้นสามารถสื่อสารกันได้ผ่าน MQTT การติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ (Things) กับ คลาวด์เซอร์วิส (Cloud Service) จะใช้โพรโตคอล MQTT ในการติดต่อสื่อสาร เนื่องจากโพรโตคอล MQTT ถูกออกแบบมาเพื่อการเชื่อมต่อแบบ M2M (Machine-to-Machine) ที่สนับสนุนเทคโนโลยี IoT (Internet of Things)

โพรโตคอล MQTT เป็นโพรโตคอลที่ทำงานอยู่บนชั้นแอปพลิเคชันเลเยอร์ตามแบบจำลอง OSI โดย MQTT จะแบ่งเป็น 2 ฝั่ง คือ ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ มักจะเรียกว่า MQTT Broker และฝั่งผู้ใช้งาน จะเรียกว่า MQTT Client

โบรกเกอร์ (Broker) จะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูลระหว่างไคลเอนต์ (Client) โดยมีวิธีการสร้างเส้นทาง (Routing) ด้วยหัวข้อ (Topic) โดยที่ไคลเอนต์จะต้องทำการซึบสไครบ์ (Subscribe) ในหัวข้อที่ตัวเองต้องการ จากนั้นโบรกเกอร์ก็จะทำการส่งข้อมูลทั้งหมดที่ถูกพับบลิช (Publish) ในหัวข้อนั้นๆ ให้โดยที่ไคลเอนต์สื่อสารกันโดยที่ไม่รู้จักกัน ซึ่งถือเป็นข้อดีเมื่อต้องการขยายเครือข่ายก็สามารถดำเนินการได้ง่ายและหน้าที่ที่สำคัญมากอีกอย่างของโบรกเกอร์คือรักษาความปลอดภัยของเครือข่าย เช่น การมอบสิทธิให้กับผู้ใช้ (Authorization) และการยืนยันตัวตน (Authentication) ของไคลเอนต์

ไคลเอนต์จะเป็นได้ทั้งพับบลิชเซอร์ (Publisher) หรือซึบสไครเบอร์ (Subscriber) หรือเป็นทั้งพับบลิชเซอร์และซึบสไครเบอร์ในเวลาเดียวกัน ตัวไคลเอนต์จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่สามารถทำงานบนโพรโตคอลของ MQTT บน TCP/IP ได้ ซึ่งตัวโพรโตคอลเองจะมีขนาดเล็กติดตั้งง่าย ใช้งานได้กับอุปกรณ์ที่มีทรัพยากรจำกัด เพราะการใช้งานแบบพับบลิชเซอร์หรือซึบสไครเบอร์นั้น หน้าที่คิดคำนวณจะถูกผลักไปยังโบรกเกอร์ ดังนั้นไคลเอนต์จำเป็นที่จะต้องเปิดการเชื่อมต่อ TCP/IP ไว้ตลอดเวลาเพื่อที่โบรกเกอร์จะสามารถส่งข้อมูลมาให้ได้ ถ้าหากว่าการเชื่อมต่อมีปัญหาโบรกเกอร์ก็จะเก็บข้อมูลนั้นไว้จนกว่าไคลเอนต์จะกลับมาออนไลน์อีกรอบ ส่วนหัวข้อ (Topic) เป็นเหมือนแอดเดรส (Address) บนโบรกเกอร์ที่ไคลเอนต์ทำการเชื่อมต่อเพื่อรับส่งข้อความระหว่างกันนั่นเอง

หลักการทำงานของโพรโตคอล MQTT แสดงดังรูปที่ 2.15 [23] จากรูปจะเห็นได้ว่าหัวข้อจะเป็นตัวอ้างอิงหลัก ข้อมูลที่จะพับบลิชออกไปยังโบรกเกอร์จะต้องมีหัวข้อกำกับไว้เสมอ ทางฝ่ายซึบสไครเบอร์ก็จะอ้างอิงหัวข้อเพื่อเรียกข้อมูลที่ต้องการ เหมือนกับการสมัครเป็นสมาชิกของหนังสือพิมพ์ฉบับหนึ่ง ชื่อของหนังสือก็เปรียบเหมือนหัวข้อและผู้ผลิตก็คือพับบลิชเซอร์ เมื่อถึงเวลาที่หนังสือเสร็จ ผู้ส่งหรือโบรกเกอร์ก็จะนำหนังสือพิมพ์มาส่งให้เรา



รูปที่ 2.15 หลักการทำงานของโปรโตคอล MQTT

จึงสรุปได้ว่า องค์ประกอบของโปรโตคอล MQTT จะประกอบไปด้วย โบรคเกอร์ พับลิชเชอร์และซับสไครเบอร์ แต่ละอย่างก็จะทำหน้าที่ที่แตกต่างกันออกไป โดยโบรคเกอร์ทำหน้าที่เป็นตัวกลางคอยจัดการกับข้อความ โดยอ้างอิงจากหัวข้อ พับลิชเชอร์จะทำหน้าที่คอยส่งข้อมูลไปยังหัวข้อนั้นๆ และซับสไครเบอร์จะทำหน้าที่คอยดูการเปลี่ยนแปลงของข้อความที่อ้างอิงด้วยหัวข้อ เช่น ถ้ามีหัวข้อน่าสนใจและมีการเปลี่ยนแปลงก็จะทำการดึงข้อมูลนั้นๆ มาใช้งาน

2.12 ภาษามาร์กอัป

ภาษามาร์กอัป (Markup Language) เป็นภาษาที่นิยมใช้ในการพัฒนาเอกสารเว็บ มีลักษณะโครงสร้างคือจะพิมพ์ในเครื่องหมายแท็กและมีการเปิด/ปิดคำสั่ง เพื่อระบุตำแหน่งเริ่มต้นของคำสั่งและตำแหน่งสุดท้ายของคำสั่ง เป็นภาษาคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่ง ซึ่งเป็นภาษาที่แสดงข้อมูล โครงสร้าง รูปแบบ ตลอดจนข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องไว้ด้วยกัน ซึ่งส่วนนี้เรียกว่า มาร์กอัป

2.12.1 Hypertext Markup Language

Hypertext Markup Language (HTML) [24] เป็นภาษาหลักที่ใช้ในการแสดงผลบนเว็บเบราว์เซอร์ในอินเทอร์เน็ต โดยสามารถนำเสนอข้อมูลตัวอักษร รวมทั้งเชื่อมต่อเพื่อแสดงภาพเสียงและไฟล์ในรูปแบบอื่นๆ เป็นภาษาหลักในการทำเว็บไซต์ เป็นภาษาคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีลักษณะเป็นภาษาในเชิงการบรรยายเอกสารไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia Document Description Language) มีโครงสร้างการเขียนที่อาศัยตัวกำกับที่เรียกว่า แท็ก (Tag) เป็นคำที่ถูกล้อมรอบด้วยวงเล็บเหลี่ยมและมักจะเป็นคู่เปิดกับคู่ปิด เช่น `` และ `` โดยแท็กแรกมักจะถูกเรียกว่า แท็กเปิด และแท็กสุดท้ายมักจะถูกเรียกว่า แท็กปิด เพื่อนำเสนอเอกสารนั้นเผยแพร่ในระบบเครือข่าย WWW (World Wide Web) ควบคุมการแสดงผลของข้อความ รูปภาพหรือวัตถุอื่นๆ ผ่านโปรแกรมเบราว์เซอร์ (Browser) HTML มีพัฒนาจากภาษา SGML (Standardized General Markup Language) โดยนำมาปรับปรุงให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น สะดวกกว่า และถูกพัฒนามาเรื่อยๆ จาก HTML2 จนถึง HTML5

วัตถุประสงค์ของเว็บเบราว์เซอร์ เช่น Internet Explorer Mozilla Firefox Google Chrome และอื่นๆ คืออ่านเอกสาร HTML แล้วแสดงออกมาในรูปแบบของเว็บเพจ เว็บเบราว์เซอร์จะไม่แสดง HTML แท็ก แต่จะใช้แท็กเหล่านั้นอธิบายและกำหนดสิ่งต่างๆ สำหรับเว็บเพจ

โครงสร้างหลักของ HTML จะเริ่มด้วย `<html>` และจบด้วย `</html>` เสมอ ซึ่งชุดคำสั่งที่ใช้จะแยกเป็น 2 ส่วนคือ

1. คำสั่งในหัวของ Head (Head Section) เป็นส่วนที่ทำงานเกี่ยวกับส่วนหัวของเอกสาร การกำหนดค่าต่างๆ และจะต้องอยู่ภายในแท็ก `<html></html>` เพื่อบ่งบอกว่าอยู่ในเอกสาร HTML คำสั่งที่อยู่ในส่วนนี้จะใช้บรรยายรายละเอียดเกี่ยวกับเว็บเพจ ซึ่งจะไม่แสดงผลที่เว็บเพจโดยตรง Head Section เป็นส่วนที่ใช้อธิบายเกี่ยวกับข้อมูลเฉพาะของหน้าเว็บนั้นๆ

2. คำสั่งในส่วนของ Body (Body Section) เป็นส่วนที่ทำงานเกี่ยวกับเนื้อหาของเอกสารเว็บ เป็นส่วนการทำงานหลักของหน้าเว็บเพจ ประกอบด้วยแท็กมากมายตามลักษณะของข้อมูลที่ต้องการนำเสนอ การป้อนคำสั่งในส่วนนี้ไม่มีข้อจำกัด สามารถป้อนติดกันหรือ 1 บรรทัดต่อ 1 คำสั่งก็ได้ แต่มักจะยึดรูปแบบที่อ่านง่าย คือ การทำย่อหน้าในชุดคำสั่งที่เกี่ยวข้องกัน ทั้งนี้ให้ป้อนคำสั่งทั้งหมดภายใต้แท็ก `<body></body>` และจะต้องอยู่ภายในแท็ก `html` และอยู่หลังแท็ก `head` คำสั่งที่อยู่ในส่วนนี้จะใช้ในการจัดรูปแบบตัวอักษร จัดหน้า ใส่รูปภาพ ซึ่งตัวอักษรในส่วนนี้จะแสดงที่เว็บเบราว์เซอร์โดยตรง

2.12.2 Extensive Markup Language

Extensive Markup Language (XML) [25] เป็นภาษาที่ใช้ในการกำหนดการแสดงผลของข้อมูล ซึ่งใช้กำหนดรูปแบบของภาษา HTML เนื่องจากการใช้งานภาษา HTML จะจำกัดแค่การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้งานเพื่อแสดงผลเท่านั้น เช่น ขนาดตัวอักษร ตัวอักษรเอียง เป็นต้น แต่ภาษา XML สามารถเก็บข้อมูลและโครงสร้างของข้อมูลนั้นได้ ซึ่งเรียกข้อมูลที่ XML เก็บไว้ว่า Document Type Definition (DTD) ภาษา XML มีโครงสร้างที่ประกอบด้วยแท็กเปิดและแท็กปิดเช่นเดียวกับภาษา HTML แต่ภาษา XML สามารถสร้างแท็กรวมเพื่อกำหนดโครงสร้างของข้อมูลได้ ภาษา XML เป็นส่วนหนึ่งของ SGML (Standard Generalized Markup Language) ซึ่งเป็นข้อกำหนดในการสร้างหรือจัดทำเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกกำหนดโดย W3C หรือ World Wide Web Consortium ซึ่งมีรูปแบบและโครงสร้างที่ให้ผู้ใช้งานที่ออกแบบเว็บไซต์และแอปพลิเคชันต่างๆ สามารถเรียกใช้งานได้ การใช้งาน XML จำเป็นต้องใช้ร่วมกับ Style Sheet หรือมาตรฐานอื่นๆ เพราะ XML จะกำหนดรูปแบบของแท็กเท่านั้น ไม่ได้กำหนดว่าแท็กจะแสดงผลแบบใด ดังนั้นหากเอาข้อมูลในรูปแบบ XML ไปแสดงผลในอุปกรณ์ชนิดใดก็ตาม จะต้องกำหนดวิธีแสดงผลของอุปกรณ์นั้นด้วย นอกจากนี้ XML ยังสนับสนุนตัวอักษรภาษานานาชาติ โดยใช้มาตรฐาน ISO 10646

จุดมุ่งหมายของภาษา XML คือ ภาษาต้องเรียบง่าย มีคำสั่งน้อยที่สุดและสนับสนุนการทำงานร่วมกับแอปพลิเคชันได้หลายชนิด โดยจุดเด่นของ XML จะอยู่ที่การสนับสนุนการใช้งานร่วมกับโปรแกรมต่างๆ มนุษย์สามารถอ่านได้โดยไม่ต้องอาศัยโปรแกรมในการช่วยแปล การเขียนภาษา XML ทำได้ด้วยการใช้โปรแกรมแก้ไขข้อความ (Text Editor) ทั่วไปและไม่ต้องการเครื่องมือที่ซับซ้อน สนับสนุนการใช้งานร่วมกับหลายภาษา ดึงเอกสาร XML มาใช้งานได้ง่ายและใช้ร่วมกับโปรแกรมประยุกต์อื่นได้ เช่น โปรแกรม DB2 Oracle หรือ SAP เป็นต้น

2.13 Cascading Style Sheets

CSS [26] ย่อมาจาก Cascading Style Sheets เป็นภาษาที่มีรูปแบบการเขียน Syntax ที่เฉพาะและถูกกำหนดมาตรฐานโดย W3C (World Wide Web Consortium) เช่นเดียวกับ HTML (Hypertext Markup Language) และ XHTML (Extensible Hypertext Markup Language) ใช้สำหรับตกแต่งเอกสาร HTML/XHTML ให้มีหน้าตา สีสัน ตัวอักษร เส้นขอบ พื้นหลัง ระยะห่าง ฯลฯ อย่างที่เราต้องการ ด้วยการกำหนดคุณสมบัติให้กับ Element ต่างๆ ของ HTML เช่น <body> <p> หรือ <h1> เป็นต้น

การใช้ CSS ในการจัดรูปแบบการแสดงผล จะช่วยลดการใช้ภาษา HTML ในการตกแต่งเอกสารเว็บเพจ ทำให้โค้ดภายในเอกสาร HTML เหลือเพียงส่วนเนื้อหา ทำให้เข้าใจง่ายขึ้น การแก้ไขเอกสารทำได้ง่ายและรวดเร็ว เมื่อโค้ดภายในเอกสาร HTML ลดลง ทำให้ขนาดไฟล์เล็กลง จึงดาวน์โหลดได้เร็ว สามารถกำหนดรูปแบบการแสดงผลจากคำสั่ง Style Sheet ชุดเดียวกันให้มี

ผลกับเอกสาร HTML ทั้งหน้าหรือทุกหน้าได้ ทำให้เวลาแก้ไขหรือปรับปรุงทำได้ง่าย ไม่ต้องตามแก้ที่ HTML แยกต่างๆ ทัวทั้งเอกสาร โดย CSS นั้นมีประโยชน์ดังนี้

1. CSS มีคุณสมบัติมากกว่าแท้กของ HTML เช่น การกำหนดกรอบให้ข้อความ รวมทั้งสี รูปแบบของข้อความดังที่กล่าวมาแล้ว

2. CSS นั้นกำหนดที่ต้นของไฟล์ HTML หรือตำแหน่งอื่นๆ ก็ได้และสามารถมีผลกับเอกสารทั้งหมด หมายถึงกำหนดครั้งเดียวจุดเดียวก็มีผลกับการแสดงผลทั้งหมด ทำให้เวลาแก้ไขหรือปรับปรุงทำได้สะดวก ไม่ต้องตามแก้แท้กต่างๆ ทัวทั้งเอกสาร

3. CSS สามารถกำหนดแยกไว้ต่างหากจากไฟล์เอกสาร HTML และสามารถนำมาใช้ร่วมกับเอกสารหลายไฟล์ได้ การแก้ไขก็แก้ไขเพียงจุดเดียวก็มีผลกับเอกสารทั้งหมด

CSS กับ HTML/XHTML นั้นทำหน้าที่คนละอย่างกัน โดย HTML/XHTML จะทำหน้าที่ในการวางโครงร่างเอกสารอย่างเป็นรูปแบบ ถูกต้อง เข้าใจง่าย ไม่เกี่ยวข้องกับการแสดงผล ส่วน CSS จะทำหน้าที่ในการตกแต่งเอกสารให้สวยงาม เรียกได้ว่า HTML/XHTML คือส่วนของโค้ดที่ทำงานและแสดงผล ส่วน CSS คือส่วนของการออกแบบ

2.14 แอนดรอยด์สตูดิโอ

แอนดรอยด์สตูดิโอ (Android Studio) [27] คือ IDE (Integrated Development Environment) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ของกูเกิล (Google) โดยแอนดรอยด์สตูดิโอจะใช้ภาษาจาวาและ XML ในการออกแบบแอปพลิเคชัน มีเครื่องมือที่ช่วยในการออกแบบจำนวนมากและสามารถใช้งานได้ง่าย แอนดรอยด์สตูดิโอมีระบบ GUI (Graphical User Interface) ที่สามารถจำลองโทรศัพท์มือถือซึ่งผู้ใช้งานสามารถดูตัวอย่างที่ได้จากการออกแบบ ซึ่งการออกแบบสามารถเลือกกระดัดของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และรุ่นของโทรศัพท์ที่ต้องการให้แอปพลิเคชันทำงานได้ ในปัจจุบันแอนดรอยด์สตูดิโอสามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการ Windows Mac และ Linux สำหรับการเขียนแอปพลิเคชันแอนดรอยด์บนแอนดรอยด์สตูดิโอ จะมีขั้นตอนอยู่ 2 ขั้นตอนคือ การติดตั้ง Java SDK (Java Software Development Kit) คือเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน ซึ่งมีไลบรารีต่างๆ ที่ใช้ในการพัฒนาซึ่งทำงานร่วมกับภาษาจาวา ประกอบด้วยสองส่วนคือ JDK (Java Development Kit) ที่เป็นคอมไพเลอร์และตัวแก้บักของภาษาจาวาและ JRE (Java Runtime Environment) เป็นที่รวบรวมไลบรารีต่างๆ สำหรับการรันโปรแกรมที่พัฒนาด้วยจาวา และการดาวน์โหลดแอนดรอยด์สตูดิโอมาติดตั้งก็จะสามารถใช้งานได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15 ภาษาจาวา

ภาษาจาวา (Java Programming Language) [28] คือภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ การพัฒนาภาษาจาวามีจุดประสงค์เพื่อใช้แทนภาษา C++ แต่เดิมภาษานี้เรียกว่า ภาษาโอ๊ก (Oak) แล้วภายหลังจึงเปลี่ยนไปใช้ชื่อ “จาวา” จุดเด่นของภาษาจาวาอยู่ที่ผู้เขียนโปรแกรมสามารถใช้หลักการของการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ ที่มองการเขียนโปรแกรมเป็นวัตถุชิ้นหนึ่งที่มีลักษณะประจำวัตถุ นั้นๆ เช่น สี หรือรูปร่าง ซึ่งเราสามารถกำหนดลักษณะโปรแกรมที่เขียนขึ้นได้โดยสามารถกำหนด ภายในคลาส (Class)

ข้อดีของภาษาจาวา คือ ภาษาจาวาเป็นภาษาที่สนับสนุนการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ แบบสมบูรณ์ ซึ่งเหมาะสำหรับพัฒนาระบบที่มีความซับซ้อน การพัฒนาโปรแกรมแบบวัตถุจะช่วยให้เราสามารถใส่คำหรือชื่อต่างๆ ที่มีอยู่ในระบบงานนั้นมาใช้ในการออกแบบโปรแกรมได้ ทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น โปรแกรมที่เขียนขึ้นโดยใช้ภาษาจาวาจะมีความสามารถทำงานได้ในระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ภาษาจาวาจะมีการตรวจสอบข้อผิดพลาดทั้งตอนคอมไพล์ไทม์ (Compile Time) และรันไทม์ (Runtime) ทำให้ลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในโปรแกรมและช่วยให้แก้ไขข้อผิดพลาดในโปรแกรมได้ง่าย

ภาษาจาวามีความซับซ้อนน้อยกว่าภาษา C++ เมื่อเปรียบเทียบความยาวโค้ดของโปรแกรมที่เขียนขึ้นโดยภาษาจาวากับภาษา C++ พบว่าโปรแกรมที่เขียนโดยภาษาจาวามีความยาวน้อยกว่าโปรแกรมที่เขียนโดยภาษา C++ ทำให้ใช้งานได้ง่ายกว่าและลดความผิดพลาดได้มากขึ้น ภาษาจาวายังถูกออกแบบมาให้มีความปลอดภัยสูงตั้งแต่แรก ทำให้โปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษาจาวามีความปลอดภัยมากกว่าโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษาอื่นเพราะภาษาจาวามีระบบความปลอดภัยทั้งระดับต่ำและระดับสูง ได้แก่ ลายมือชื่ออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic signature) การจัดการคีย์สาธารณะและส่วนบุคคล (Public and Private Key Management) และการควบคุมการเข้าถึง (Access Control) นอกจากนี้ภาษาจาวายังมีแอปพลิเคชันเซิร์ฟเวอร์และไลบรารีมากมายที่เราสามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

2.16 จาวาสคริปต์

จาวาสคริปต์ (JavaScript) [29] เป็นภาษายุคใหม่สำหรับการเขียนโปรแกรมบนระบบอินเทอร์เน็ตที่กำลังได้รับความนิยมอย่างสูง เราสามารถเขียนโปรแกรมจาวาสคริปต์เพิ่มเข้าไปในเว็บไซต์เพื่อใช้ประโยชน์สำหรับงานด้านต่างๆ ทั้งการคำนวณ การแสดงผลและการรับ-ส่งข้อมูล จุดเด่นสำคัญคือ ความสามารถในการโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างทันทีทันใด ภาษาจาวาสคริปต์ถูกพัฒนาเพื่อใช้สร้างเว็บไซต์ที่ติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์แบบลิวาย (Live Wire) และต่อมาได้มีการปรับปรุงระบบของเบราว์เซอร์เพื่อให้สามารถติดต่อใช้งานกับภาษาจาวาได้ และได้ปรับปรุงลีฟสคริปต์ (LiveScript) ใหม่เมื่อปี 2538 แล้วตั้งชื่อใหม่ว่า จาวาสคริปต์

จาวาสคริปต์เป็นภาษาสคริปต์เชิงวัตถุหรือเรียกว่าการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) ที่มีเป้าหมายในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในระบบภาษา HTML สามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ สามารถทำงานร่วมกับภาษา HTML และภาษาจาวาได้ทั้งทางฝั่งไคลเอนต์ (Client) และทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server)

การเขียนจาวาสคริปต์นั้นอาจเขียนรวมอยู่ในไฟล์เดียวกันกับ HTML ได้ ซึ่งแตกต่างจากการเขียนโปรแกรมภาษาจาวาที่ต้องเขียนแยกออกเป็นไฟล์ต่างหาก ไม่สามารถเขียนรวมอยู่ในไฟล์เดียวกับ HTML ได้ วิธีการเขียนจาวาสคริปต์เพื่อสั่งให้เว็บไซต์ทำงาน มีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี ดังนี้

1. เขียนด้วยชุดคำสั่งและฟังก์ชันของ JavaScript เอง
2. เขียนตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามการใช้งานจากชุดคำสั่งของ HTML เมื่อเริ่มใช้งาน โปรแกรมเบราว์เซอร์จะอ่านข้อมูลจากส่วนบนของเพจ HTML และทำงานไปตามลำดับจากบนลงล่าง (Top-Down)

2.17 JSON

JSON (JavaScript Object Notation) [30] คือรูปแบบของการส่งข้อมูลที่ใช้สำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีขนาดเล็ก โดยการสร้างอ็อบเจกต์ (Object) เพื่อทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างแอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์กับฐานข้อมูล JSON จะอยู่ในรูปของข้อความที่มนุษย์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถอ่านได้โดยไม่ต้องใช้การโปรแกรมใดๆ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปแบบการเก็บข้อมูลแบบ Key-Value หรืออาร์เรย์ (Array) ก็ได้ JSON จะถูกกำหนดโดยภาษาจาวาสคริปต์

มาตรฐานรูปแบบ (Format) ของ JSON คือ RFC 4627 มีนามสกุลของไฟล์เป็น .json โดยเริ่มจากเครื่องหมายปีกกาเปิด { และสิ้นสุดที่ปีกกาปิด } ภายในอ็อบเจกต์จะมีข้อมูลที่เรียกว่าเมมเบอร์ (Member) โดยวิธีการเขียน JSON คือ {"name" : "value"} และหากเมมเบอร์

มีมากกว่า 1 ชุดให้คั่นด้วยเครื่องหมายจุลภาค (,) ดังนี้ {"name" : "value" , "name" : "value",...} ประเภทของ JSON จะประกอบด้วย

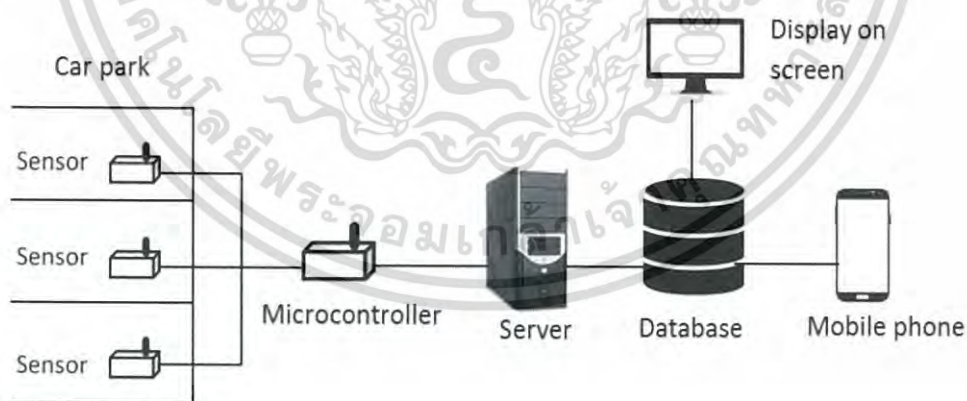
1. Number คือข้อมูลที่เป็นตัวเลขเท่านั้น
2. String คือข้อมูลประเภทตัวอักษร ใช้เครื่องหมายอัฒภาค (“”) เป็นตัวบ่งบอก
3. Boolean คือข้อมูลที่เก็บค่าความจริงเป็นถูก (True) หรือผิด (False)
4. Array คือข้อมูลที่เป็นชุดข้อมูล ใช้สัญลักษณ์วงเล็บเหลี่ยม ([]) เป็นตัวแสดงและใช้จุลภาคคั่นแต่ละค่าในอาเรย์ เช่น [var1,var2]
5. Object คือชุดข้อมูลที่เป็นคู่ Key-Value แบบ String ใช้สัญลักษณ์วงเล็บปีกกาและใช้จุลภาคเป็นตัวแบ่งแต่ละคู่ และใช้สัญลักษณ์ทวิภาค (:) เป็นตัวแบ่งระหว่าง Key และ Value เช่น {key1:value1,key2:value2}
6. Null คือค่าว่าง

รูปแบบของ JSON มีข้อดีคือ ถูกออกแบบมาให้ง่ายสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูล ลักษณะข้อมูลสามารถอ่านหรือแก้ไขได้ง่าย สามารถใช้ภาษาจาวาสคริปต์ ช่วยในการเข้าถึงข้อมูลภายใน JSON ได้ง่าย มีภาษาหลายๆ ภาษาที่รองรับการใช้งาน JSON

บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปฏิญญาพันธ

ปฏิญญาพันธนี้นำเสนอการสร้างระบบการจองที่จอดรถยนต์ภายในอาคารผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งใช้เซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็กสามแกนในการตรวจจับค่าสนามแม่เหล็กจากช่องจอดรถ เมื่อค่าสนามแม่เหล็กที่วัดได้ทั้งสามแกนเกิดการเปลี่ยนแปลงรวมกันมากกว่าค่าที่กำหนดไว้ก็จะส่งสถานะของช่องจอดรถไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทรานซีฟเวอร์ซึ่งส่งข้อมูลแบบไร้สายที่มีความถี่ 433 MHz โดยทรานซีฟเวอร์จะส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Communication) เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับค่าสถานะช่องจอดรถจากเซนเซอร์โหนด จะใช้การตรวจสอบความผิดพลาดแบบผลรวม (Checksum) ตรวจสอบค่าสถานะที่ได้รับ หากข้อมูลที่มีความผิดพลาดก็จะทิ้งข้อมูลนั้นไป และถ้าข้อมูลที่มีความถูกต้องไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งค่าสถานะของช่องจอดรถไปยังฐานข้อมูลผ่านโมดูล WiFi ESP8266 ฐานข้อมูลจะทำหน้าที่เก็บค่าสถานะของช่องจอดรถยนต์ โดยแสดงจำนวนช่องจอดรถยนต์ที่ว่างในแต่ละชั้นผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน ผู้ใช้งานจะต้องสมัครสมาชิกเพื่อเข้าใช้งานระบบ จึงจะสามารถจองชั้นจอดรถยนต์ที่ต้องการได้ ซึ่งบล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบการจองที่จอดรถยนต์ภายในอาคารผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ แสดงดังรูปที่ 3.1

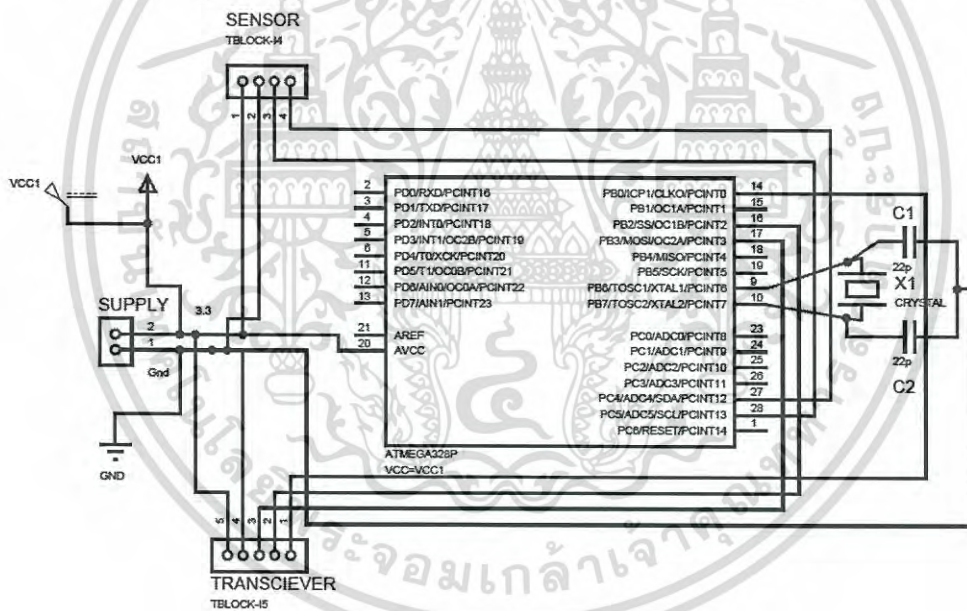


รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบการจองที่จอดรถยนต์ภายในอาคารผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

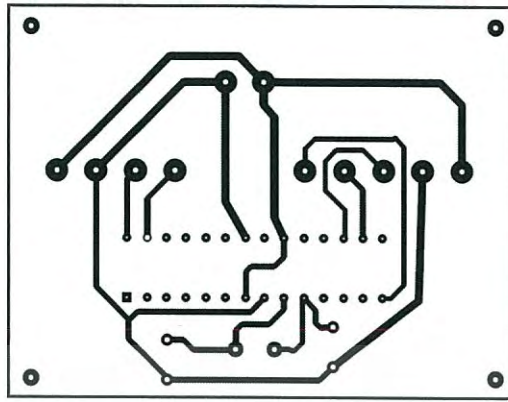
3.1 การออกแบบ

3.1.1 การออกแบบวงจรเซนเซอร์โหนด

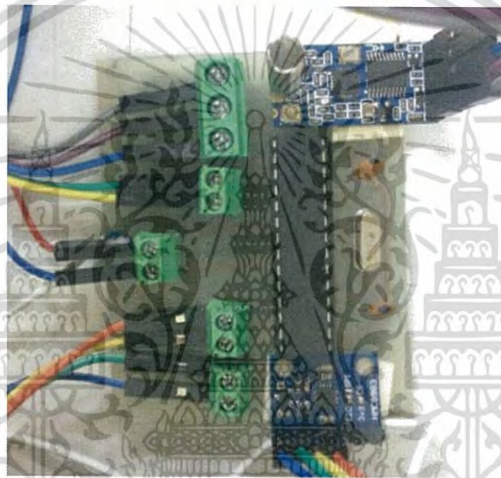
เซนเซอร์โหนดประกอบด้วย โมดูลเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็ก GY-282 HMC5983 ที่ทำหน้าที่ในการตรวจจับสนามแม่เหล็กที่ช่องจอตกรถ LED สีเขียวและสีแดงที่ใช้ในการแสดงสถานะของช่องจอตกรถยนต์ ทรานซีฟเวอร์ HC-12 ที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลที่ความถี่ 433 MHz โดยใช้รับส่งข้อมูลระหว่างเซนเซอร์โหนดกับไมโครคอนโทรลเลอร์ และไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega328P-PU ที่ใช้ในการโปรแกรมชุดคำสั่งการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็ก LED และทรานซีฟเวอร์ การเชื่อมต่ออุปกรณ์ดังกล่าวข้างต้นเพื่อทำงานร่วมกันแสดงดังรูปที่ 3.2 โดยลาย PCB (Printed Circuit Board) จะแสดงดังรูปที่ 3.3 และการวางอุปกรณ์ลงบนวงจรของเซนเซอร์โหนดแสดงดังรูปที่ 3.4 โดยขนาดของแผ่นวงจรมีความกว้าง 65 mm ความยาว 50 mm และภาพรวมเมื่อทำการติดตั้งวงจรเซนเซอร์โหนดร่วมกับอุปกรณ์ แสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.2 วงจรเซนเซอร์โหนด



รูปที่ 3.3 ลาย PCB ของวงจรเซนเซอร์โหนด



รูปที่ 3.4 การวางอุปกรณ์ลงบนวงจรเซนเซอร์โหนด



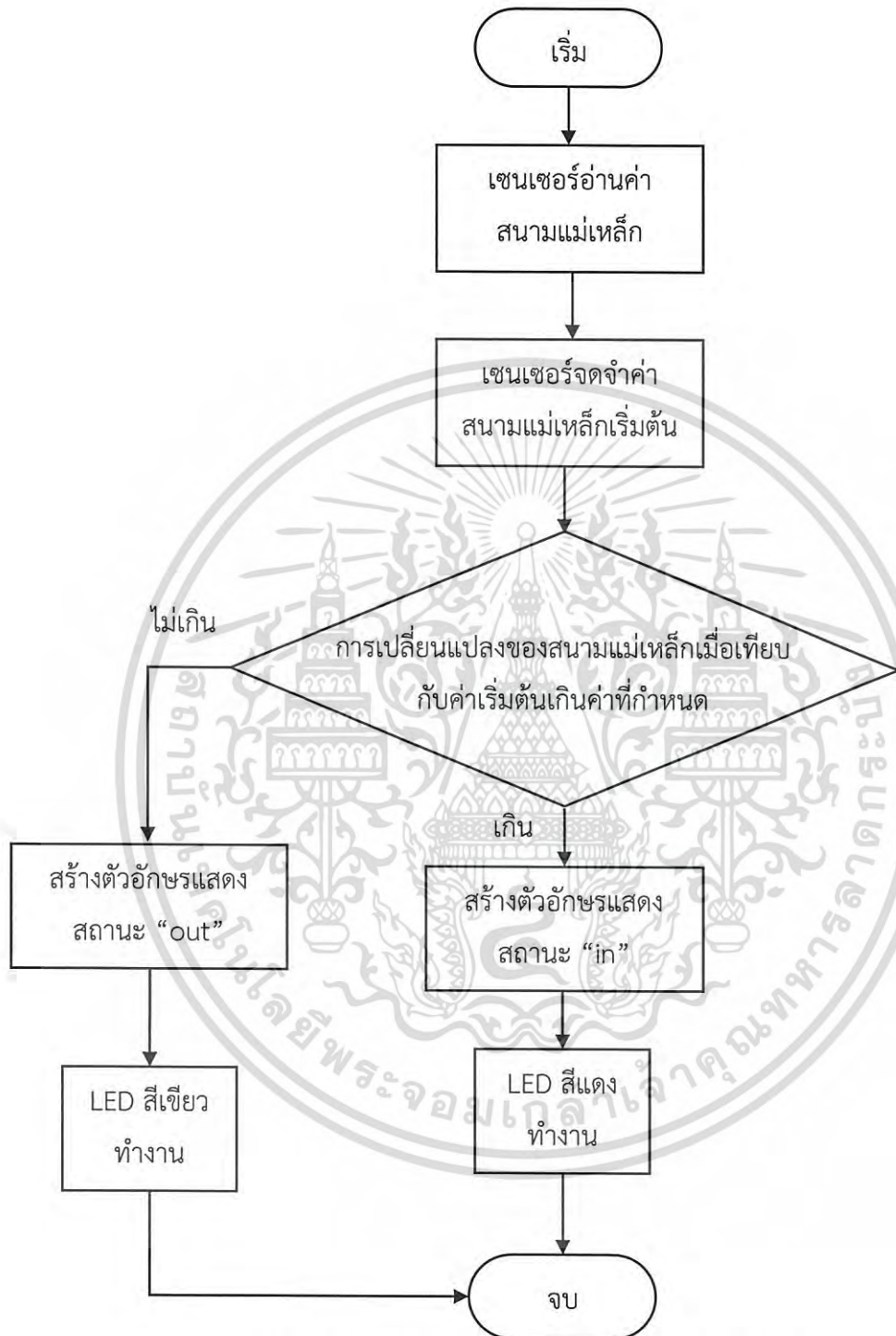
รูปที่ 3.5 ภาพรวมของอุปกรณ์เซนเซอร์โหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การออกแบบโปรแกรม

3.1.2.1 การออกแบบโปรแกรมการทำงานของเซนเซอร์โหนดที่ใช้ตรวจจับค่าสนามแม่เหล็กของรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

การทำงานของเซนเซอร์โหนดจะใช้โมดูลเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็ก GY-282 HMC5983 ในการตรวจจับสนามแม่เหล็กทั้งสามแกน (X Y และ Z) ในช่องจอตรถยนต์และกำหนดค่าเพื่อใช้ในการตัดสินใจจากผลรวมของสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงทั้งสามแกน ซึ่งค่าที่ใช้ในการตัดสินใจอยู่ในผลการทดลองที่ 4.1 ในสถานะที่ค่า Output range ของสนามแม่เหล็กทั้งสามแกนที่เซนเซอร์ตรวจวัดได้ไม่เปลี่ยนแปลงหรือมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นแต่ผลรวมของค่าที่เปลี่ยนแปลงทั้งสามแกนไม่เกิน 100 เซนเซอร์โหนดจะสั่งการให้ไดโอดเปล่งแสง (Light-Emitting Diode : LED) ทำงาน โดย LED สีเขียวจะเปล่งแสง ส่วน LED สีแดงจะไม่ทำงาน และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าสนามแม่เหล็กจนทำให้ผลรวมของค่า Output range ของสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงทั้งสามแกนเกิน 100 เซนเซอร์โหนดจะส่งสถานะ “in” เพื่อบอกสถานะไม่ว่างของช่องรถยนต์แล้วส่งค่าสถานะนี้ไปยังระบบฐานข้อมูล และสั่งการให้ LED สีแดงเปล่งแสงและ LED สีเขียวไม่ทำงาน และเมื่อรถยนต์ที่จอดออกจากช่องจอตรถ ผลรวมของค่าสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงทั้งสามแกนจะกลับไปเป็นค่าเริ่มต้นก่อนที่จะมีรถยนต์เข้ามาจอด ซึ่งมีค่า Output range ไม่เกิน 100 และ LED สีเขียวจะกลับมาเปล่งแสงและ LED สีแดงจะไม่ทำงาน พร้อมกับที่เซนเซอร์โหนดจะส่งสถานะ “out” ไปยังระบบฐานข้อมูลเพื่อบอกสถานะว่างของช่องจอตรถยนต์ โดยโฟลว์ชาร์ต (Flowchart) แสดงการทำงานของเซนเซอร์โหนดแสดงดังรูปที่ 3.6

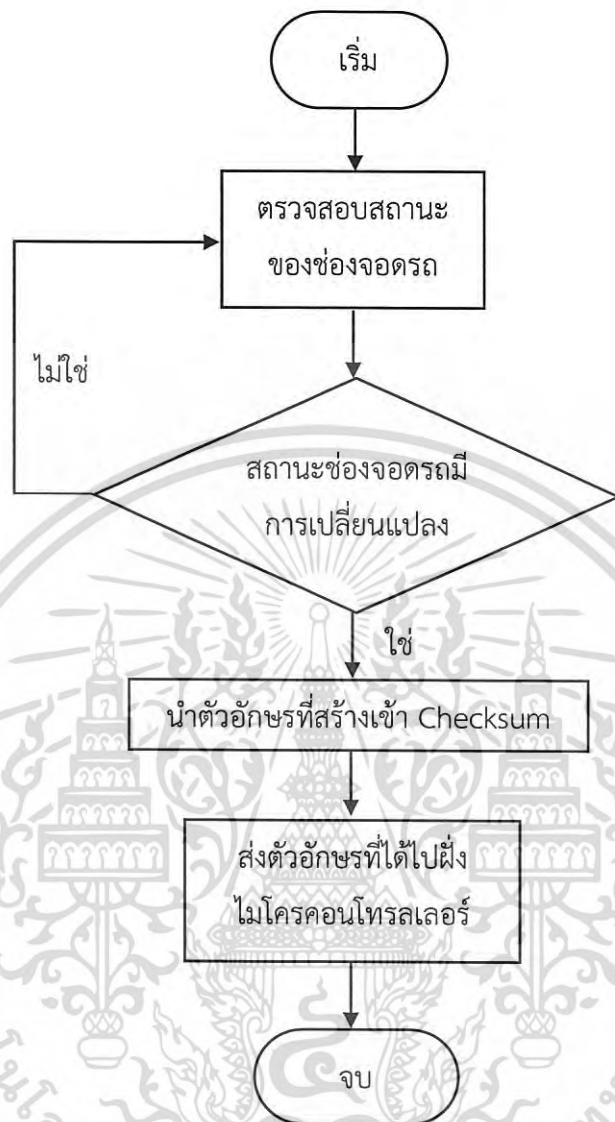


รูปที่ 3.6 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของเซนเซอร์โหนด

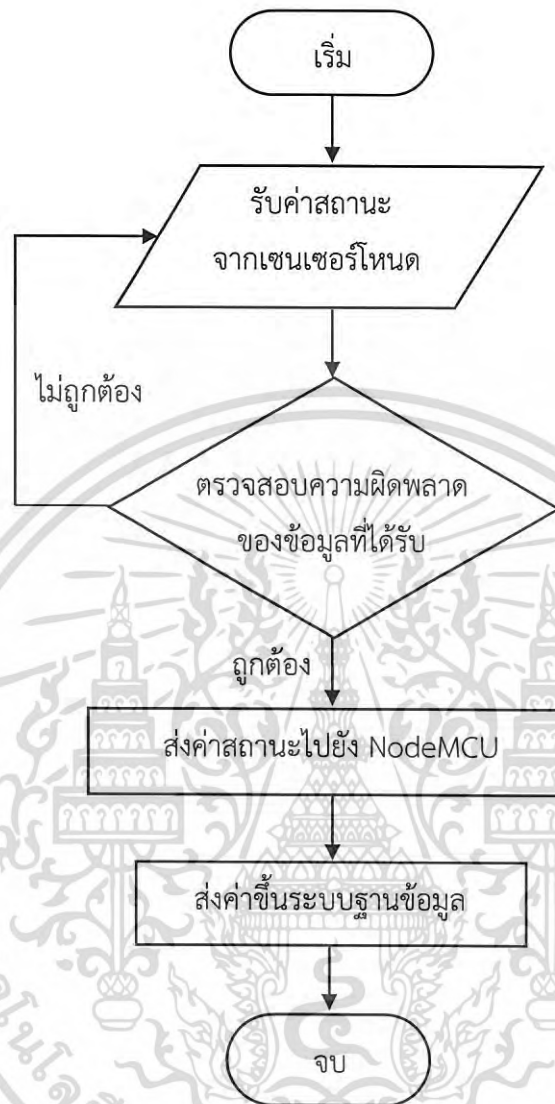
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.2 การออกแบบโปรแกรมการรับส่งข้อมูลระหว่างเซนเซอร์โหนดและไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูล

การออกแบบโปรแกรมการรับส่งข้อมูลระหว่างเซนเซอร์โหนดและไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูล จะใช้ทรานซีฟเวอร์ที่มีความถี่ 433 MHz ในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Communication) ผ่านการรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย การรับส่งข้อมูลระหว่างเซนเซอร์โหนดและไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU เมื่อเซนเซอร์โหนดแต่ละโหนดตรวจจับค่าสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงทั้งสามแกน แล้วพบว่าผลรวมของสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงทั้งสามแกนนั้นมีค่าเกินกว่าค่าที่กำหนด เซนเซอร์โหนดจะส่งค่าสถานะที่ตรวจวัดโดยการสร้างข้อมูลตัวอักษรที่แสดงสถานะของช่องจอดรถ จากนั้นนำตัวอักษรที่ได้ผ่านกระบวนการเพิ่มบิตตรวจสอบความผิดพลาดแบบผลรวม (Checksum) แล้วส่งสถานะของช่องจอดรถไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับค่าสถานะของช่องจอดรถก็จะนำค่าสถานะที่ได้รับนี้ไปตรวจสอบความผิดพลาดแบบผลรวม ถ้าสถานะที่ได้รับมาไม่ถูกต้อง ไมโครคอนโทรลเลอร์จะไม่สนใจค่าสถานะที่ได้รับและทิ้งข้อมูลที่ผิดพลาดนั้นไป จากนั้นเซนเซอร์โหนดก็จะทำการส่งข้อมูลค่าสถานะที่เป็นตัวอักษรนี้ใหม่อีกครั้ง จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งค่าสถานะช่องจอดรถที่ได้รับมาจากเซนเซอร์โหนดไปยังระบบฐานข้อมูลโดยใช้โมดูล Wi-Fi ESP8266 บน NodeMCU สำหรับโฟลว์ชาร์ตแสดงการรับส่งข้อมูลจากเซนเซอร์โหนดไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงดังรูปที่ 3.7 และโฟลว์ชาร์ตแสดงการรับส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังระบบฐานข้อมูล แสดงดังรูปที่ 3.8



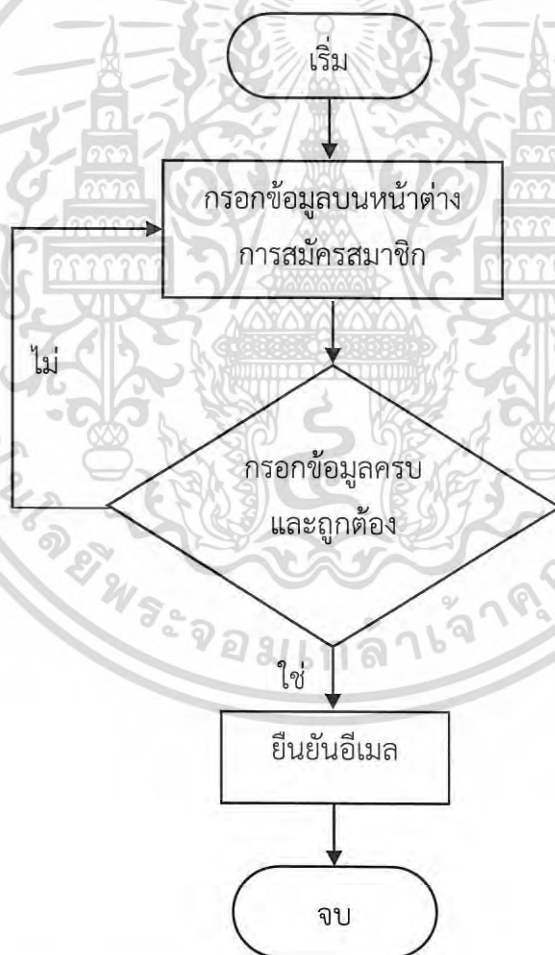
รูปที่ 3.7 โพลีชาร์ตแสดงการรับส่งข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์เน็ตไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.8 โฟลว์ชาร์ตแสดงการรับส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังระบบฐานข้อมูล

3.1.2.3 การออกแบบโปรแกรมการลงทะเบียนเพื่อสมัครสมาชิกผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน

การลงทะเบียนเพื่อสมัครสมาชิกผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน ผู้ใช้งานจะต้องทำการกรอกข้อมูลส่วนบุคคล ซึ่งประกอบด้วย ชื่อ-นามสกุล เพศ วัน/เดือน/ปีเกิด หมายเลขโทรศัพท์มือถือ เลขประจำตัวประชาชน อีเมลแอดเดรสและรหัสผ่านที่ใช้ในการเข้าสู่ระบบ โดยจะต้องกรอกข้อมูลให้ครบถ้วนและถูกต้อง เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม “Submit” เพื่อส่งข้อมูลส่วนบุคคลในการสมัครสมาชิกแล้ว ผู้ใช้งานจะได้รับอีเมลจากทางระบบเพื่อให้ผู้ใช้งานยืนยันการสมัครสมาชิกผ่านอีเมลที่ใช้ในการลงทะเบียน โดยกดลิงก์ (Link) ที่อยู่ในอีเมล หลังจากผู้ใช้งานทำการยืนยันอีเมลที่ใช้ลงทะเบียนเรียบร้อยแล้ว จึงจะสามารถเข้าใช้งานระบบการจองที่จอดรถยนต์ได้ โดยโฟลว์ชาร์ตแสดงการลงทะเบียนเพื่อสมัครสมาชิกผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน แสดงดังรูปที่ 3.9

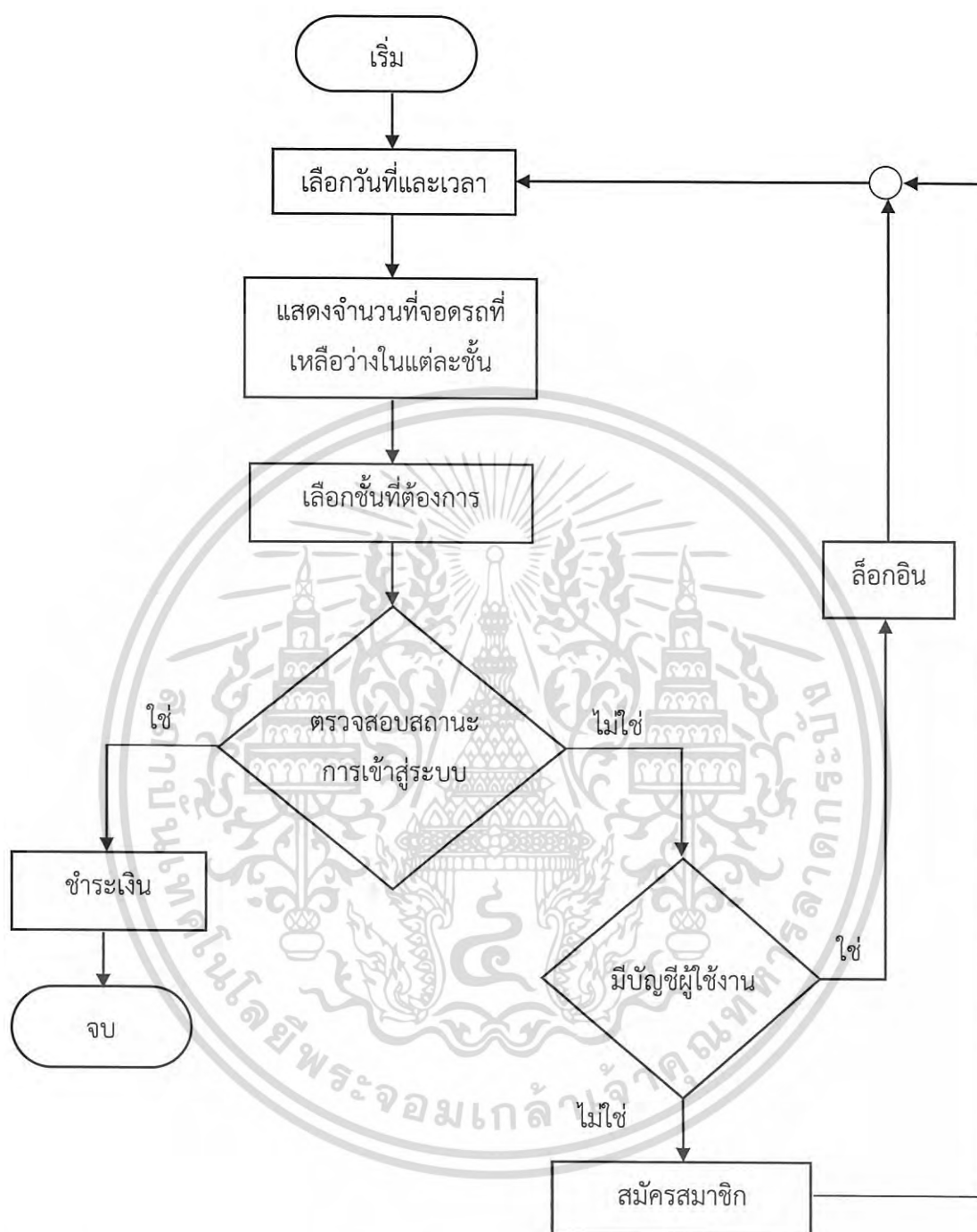


รูปที่ 3.9 โฟลว์ชาร์ตแสดงการลงทะเบียนเพื่อสมัครสมาชิกผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.4 การออกแบบโปรแกรมระบบการจองที่จอดรถยนต์ในแต่ละชั้นผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน

การออกแบบโปรแกรมระบบการจองที่จอดรถยนต์ในแต่ละชั้นผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชันนั้น เมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่หน้าโฮมเพจหรือหน้าแรกของแอปพลิเคชัน จะสามารถตรวจสอบสถานะของจำนวนที่จอดรถยนต์ที่ว่างในแต่ละชั้น ณ ช่วงเวลานั้นจากปุ่ม “Check realtime status” และผู้ใช้งานสามารถจองที่จอดรถยนต์ในแต่ละชั้นได้จากปุ่ม “Book parking lot” โดยผู้ใช้งานจะต้องระบุวันที่และช่วงเวลาที่จะทำการจอง ซึ่งจะต้องจองล่วงหน้าอย่างน้อย 1 ชั่วโมง ในหน้าเว็บไซต์และแอปพลิเคชันจะแสดงจำนวนช่องจอดรถที่เหลือว่างในแต่ละชั้นตามช่วงเวลา que ผู้ใช้งานเลือก ถ้าที่จอดรถในชั้นนั้นเต็มจะแสดงตัวอักษรว่า “FULL” ผู้ใช้งานจะไม่สามารถกดเลือกชั้นที่เต็มได้ หากที่จอดรถในชั้นใดมีช่องจอดรถว่างก็จะแสดงจำนวนช่องจอดรถที่ว่างในชั้นนั้น เมื่อผู้ใช้งานเลือกชั้นจอดรถที่ต้องการจองแล้ว จะต้องกดปุ่ม “Booking” เพื่อยืนยันการจอง เว็บไซต์และแอปพลิเคชันจะตรวจสอบว่าผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบแล้วหรือไม่ ถ้าผู้ใช้งานยังไม่เข้าสู่ระบบจะไม่สามารถทำการจองได้ แต่ถ้าผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบและยืนยันอีเมลแล้ว เว็บไซต์และแอปพลิเคชันจะแสดงหน้าการชำระเงินต่อไป โพล์ชาร์ตแสดงระบบการจองที่จอดรถยนต์ในแต่ละชั้นผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน แสดงดังรูป 3.10



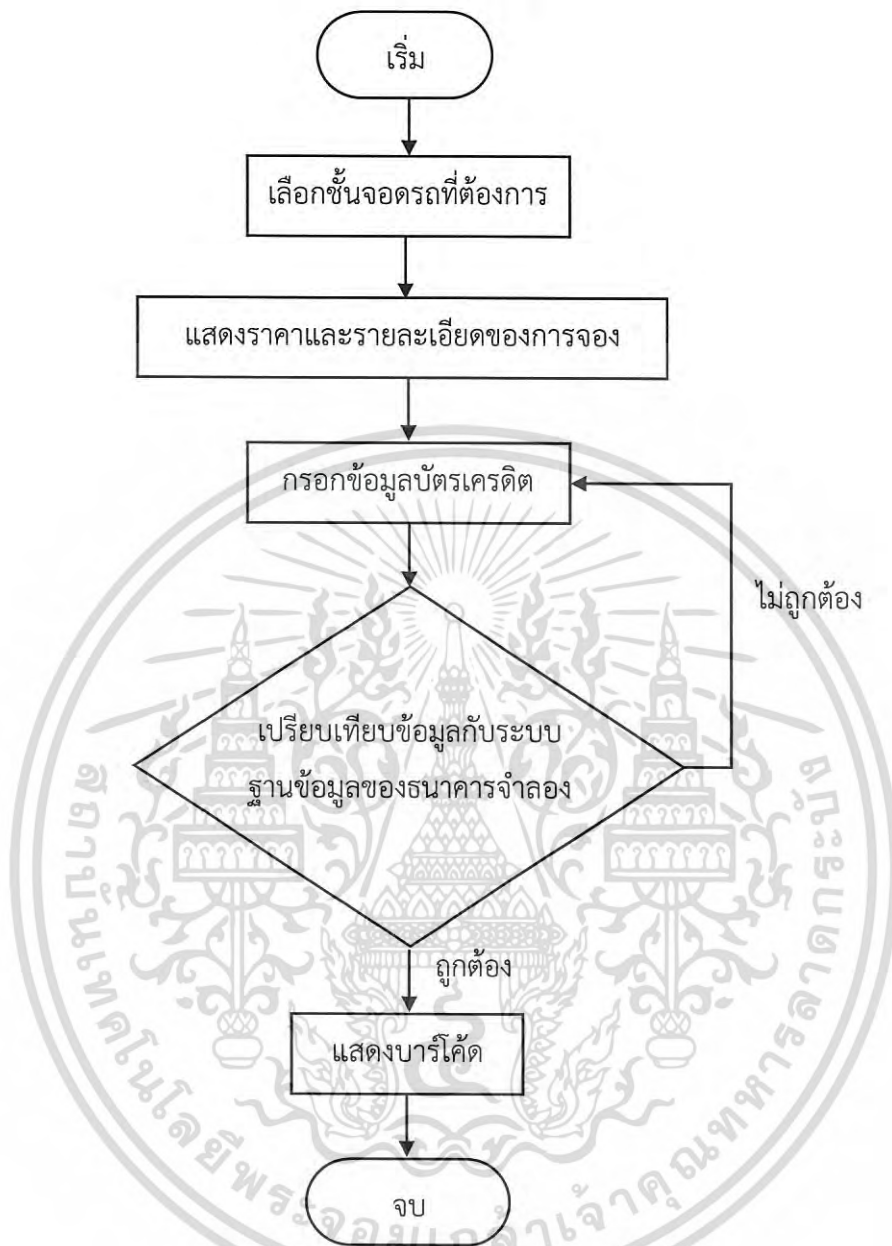
รูป 3.10 โฟลว์ชาร์ตแสดงระบบการจองที่จอดรถยนต์ในแต่ละชั้นผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.5 การออกแบบโปรแกรมระบบการชำระเงิน

การออกแบบโปรแกรมระบบการชำระเงินนั้น ที่หน้าต่างการชำระเงินจะแสดงจำนวนเงินในหน่วยบาทที่ผู้ใช้งานต้องชำระ รวมถึงข้อมูลการใช้บริการที่ผู้ใช้งานได้ทำการจองไว้ ซึ่งประกอบด้วย ชั้นจอดรถที่ผู้ใช้งานจอง วันที่และช่วงเวลา โดยผู้ใช้งานจะต้องกรอกหมายเลขบัตรเครดิต ชื่อเจ้าของบัตรเครดิต วันหมดอายุของบัตรเครดิตและรหัส CVV หรือ CVC ซึ่งเป็นรหัสที่อยู่บนบัตรเครดิตมีไว้เพื่อการยืนยันตัวตนของผู้ถือบัตร ในการใช้บัตรเครดิตชำระเงินออนไลน์ เพื่อยืนยันว่าผู้ที่ชำระเงินเป็นผู้ที่ถือบัตรอยู่จริง ถือเป็นขั้นตอนการรักษาความปลอดภัยขั้นแรกในการใช้บัตรเครดิตชำระเงินออนไลน์ เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม “CONFIRM PAYMENT” ระบบจะเปรียบเทียบข้อมูลรหัสบัตรเครดิตที่ผู้ใช้งานกรอกกับข้อมูลรหัสบัตรเครดิตบนฐานข้อมูลของธนาคารที่จำลองขึ้นมา ถ้าข้อมูลไม่ถูกต้องตรงกัน ผู้ใช้งานต้องตรวจสอบข้อมูลที่กรอกอีกครั้ง เมื่อข้อมูลรหัสบัตรเครดิตที่ผู้ใช้งานกรอกถูกต้อง ผู้ใช้งานจะได้รับบาร์โค้ดสำหรับเข้าใช้งานที่จอดรถยนต์ในชั้นที่ผู้ใช้งานได้ทำการจองไว้ โดยฟลอร์ชาร์ตแสดงระบบการชำระเงิน แสดงดังรูปที่ 3.11



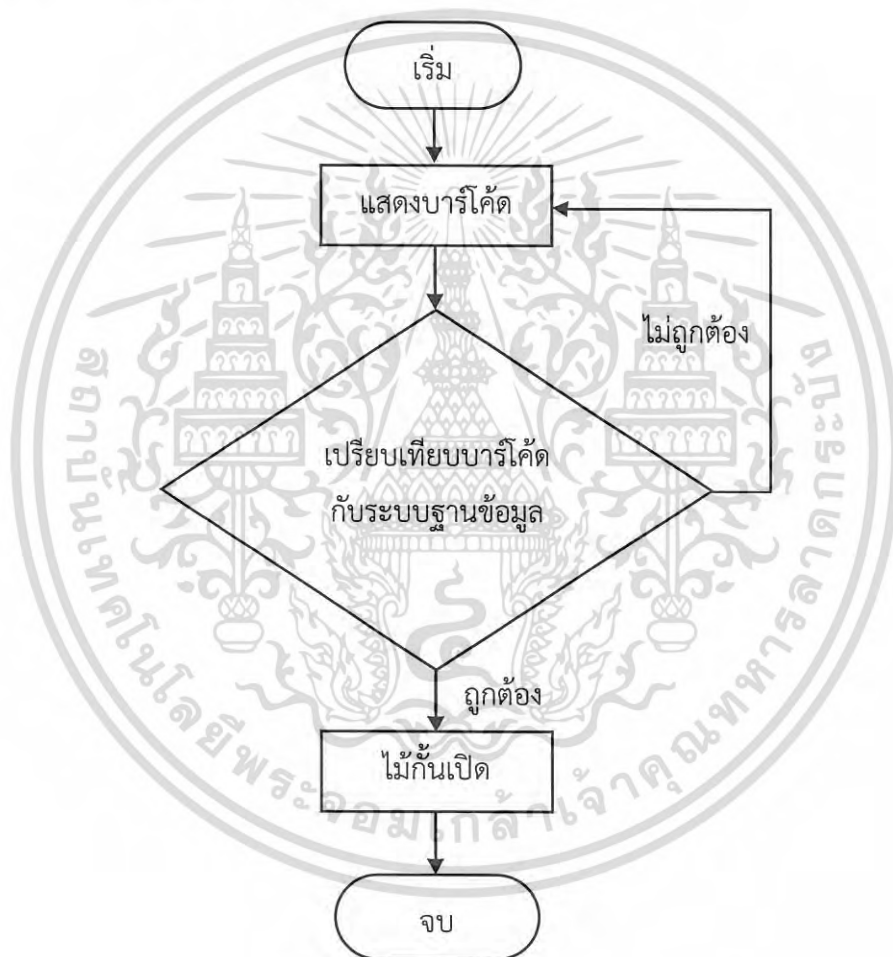


รูปที่ 3.11 โฟลว์ชาร์ตแสดงระบบการชำระเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.6 การออกแบบโปรแกรมการเข้าใช้งานที่จอดรถยนต์

การออกแบบโปรแกรมการเข้าใช้งานที่จอดรถยนต์นั้น หลังจากผู้ใช้งานทำการชำระเงินเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้งานจะได้รับบาร์โค้ดเพื่อเข้าใช้งานที่จอดรถยนต์ โดยสามารถเรียกดูบาร์โค้ดได้จากปุ่ม “Order” ซึ่งอยู่ในหน้า Account เมื่อผู้ใช้งานนำบาร์โค้ดไปสแกนที่หน้าทางเข้าที่จอดรถตามชั้นที่ได้จองไว้ บาร์โค้ดที่นำมาสแกนจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลของบาร์โค้ดที่อยู่ในระบบฐานข้อมูล ถ้าข้อมูลที่ได้รับมาไม่ตรงกันไม่กันจะไม่เปิด และถ้าข้อมูลที่ได้รับตรงกันไม่กันจะเปิด โฟลว์ชาร์ตแสดงการเข้าใช้ช่องจอดรถแสดงดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 โฟลว์ชาร์ตแสดงการเข้าใช้ช่องจอดรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 โมดูลเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็ก GY-282 HMC5983

โมดูลเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็ก GY-282 HMC5983 จะใช้ตรวจจับสนามแม่เหล็กทั้งสามแกน (X Y และ Z) เมื่อมีรถยนต์เข้ามาจอดยังช่องจอดรถยนต์ แล้วแสดงผลพิกซ์ที่ได้ออกมาเป็นตัวเลขผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 โมดูลเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็ก GY-282

3.2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega328P-PU

ไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega328P-PU ใช้ในการอัปโหลดโปรแกรมเพื่อให้สามารถทำงานได้โดยผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno ดังแสดงในรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega328P-PU

3.2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3

ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 ใช้สั่งการการทำงานของเซนเซอร์และทรานซิปเวอร์ โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 แสดงดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3

3.2.4 โมดูลรักษาระดับแรงดัน AMS1117

โมดูลรักษาระดับแรงดัน AMS1117 เป็นโมดูลที่สามารถรักษาระดับแรงดัน โดยให้แรงดันเอาต์พุตออกมาที่ 3.3 V ใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟให้อุปกรณ์ต่างๆ แสดงดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 โมดูลรักษาระดับแรงดัน AMS1117

3.2.5 ทรานซีฟเวอร์ HC-12 433 MHz

ทรานซีฟเวอร์ HC-12 433 MHz เป็นอุปกรณ์ที่ใช้รับส่งข้อมูลระหว่างเซนเซอร์โหนดและไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 ทรานซีฟเวอร์ HC-12 433 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 โมดูล WiFi NodeMCU

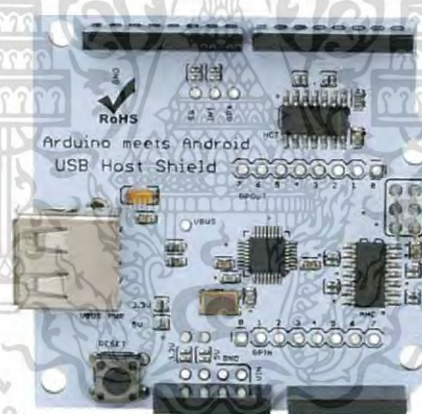
โมดูล WiFi NodeMCU เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ส่งข้อมูลเข้าสู่เซิร์ฟเวอร์ โดยใช้สัญญาณ WiFi ในการเชื่อมต่อ แสดงดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 โมดูล WiFi NodeMCU

3.2.7 USB Host Shield

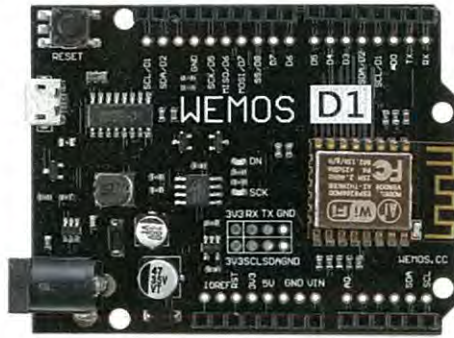
USB Host Shield เป็นบอร์ดที่ช่วยให้สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ USB 2.0 เข้ากับบอร์ด Arduino ได้ ทำให้สามารถนำอุปกรณ์ที่อินเตอร์เฟซผ่าน USB เช่น เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Scanner) มาต่อใช้งานกับบอร์ด Arduino ได้ แสดงดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 USB Host Shield

3.2.8 WeMos D1 R2

WeMos D1 R2 เป็นบอร์ดที่นำเอา Arduino UNO R3 กับโมดูล ESP8266 WiFi มารวมกันในบอร์ดเดียว ในการอัปโหลดโปรแกรมลงบนบอร์ดสามารถใช้ Arduino IDE ได้ ซึ่งจะถูกนำมาใช้ร่วมกับ USB Host Shield ในการอ่านบาร์โค้ดที่บริเวณทางเข้าชั้นจอดรถและเปรียบเทียบความถูกต้องกับฐานข้อมูลออนไลน์แสดงดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 WeMos D1 R2

3.2.9 เครื่องอ่านบาร์โค้ด

เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Scanner) เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่นำข้อมูลเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์คล้ายกับกับคีย์บอร์ด แต่มีคุณสมบัติเพิ่มเติมคือความสามารถในการอ่านแท่งบาร์โค้ดแล้วนำไปประมวลผลเป็นข้อมูลที่สามารถเข้าใจได้ด้วยคอมพิวเตอร์ก่อนส่งต่อให้กับระบบ แสดงดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 เครื่องอ่านบาร์โค้ด

3.2.10 สเต็ปมอเตอร์

สเต็ปมอเตอร์ (Step motor) คือมอเตอร์ที่มีการหมุนเป็นขั้นๆ โดยแกนของมอเตอร์จะหมุนด้วยมุมค่าคงที่เมื่อมีสัญญาณพัลส์ (Pulse) มากกระตุ้น ใช้ในการควบคุมไม่กั้นของที่จอดรถยนต์ให้ขยับขึ้น/ลง แสดงดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 สเต็ปมอเตอร์

3.2.11 ไดโอดเปล่งแสง

ไดโอดเปล่งแสง (Light-Emitting Diode : LED) ใช้ในการแสดงผลสถานะของช่องจอตกรถ หากสถานะของช่องจอตกรถว่างไดโอดสีเขียวจะเปล่งแสงและหากสถานะของช่องจอตกรถไม่ว่างไดโอดสีแดงจะเปล่งแสง แสดงดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 ไดโอดเปล่งแสง (LED)

3.2.12 จอภาพแอลซีดี

จอภาพแอลซีดี (Liquid Crystal Display : LCD) คือจอแสดงผลแบบดิจิทัล ใช้ในการแสดงผลจำนวนของที่จอตกรถยนต์ที่ว่างในแต่ละชั้น แสดงดังรูปที่ 3.24

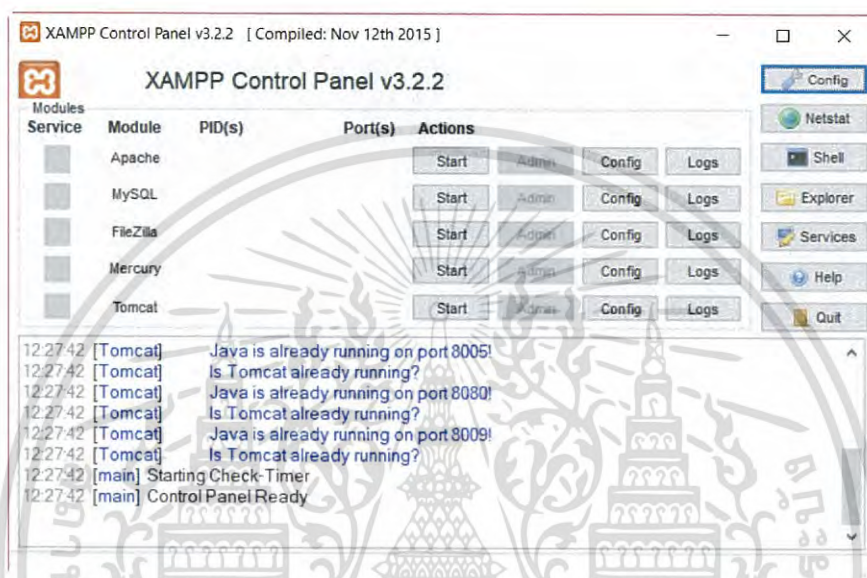


รูปที่ 3.24 จอภาพแอลซีดี (LCD)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.13 โปรแกรม XAMPP

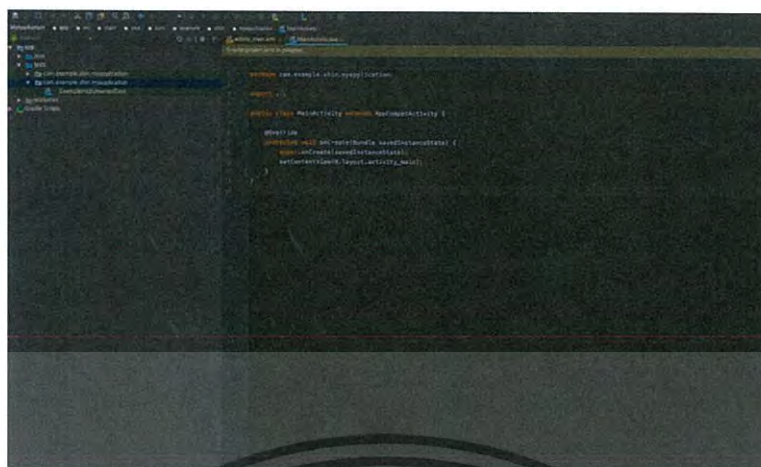
XAMPP คือโปรแกรมสำหรับจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลให้ทำงานในลักษณะของเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) นั่นคือเครื่องคอมพิวเตอร์จะเป็นทั้งเครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่ายในเครื่องเดียวกัน ทำให้ไม่ต้องเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตก็สามารถทดสอบเว็บไซต์ที่สร้างขึ้นได้ โดยหน้าต่างโปรแกรม XAMPP แสดงดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 หน้าต่างโปรแกรม XAMPP

3.2.14 โปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอ

โปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอ (Android Studio) เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยในปฏิญญาฉบับนี้ได้ใช้โปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอ 3.0.1 ซึ่งเหมาะในการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยหน้าต่างโปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอ แสดงดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 หน้าต่างโปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอ

3.2.15 โปรแกรม ATOM Text Editor

โปรแกรม ATOM Text Editor เป็นโปรแกรมแก้ไขข้อความ ใช้ในการเขียนและโปรแกรมการทำงานของเว็บไซต์ โดยหน้าต่างโปรแกรม ATOM Text Editor แสดงดังรูปที่ 3.27

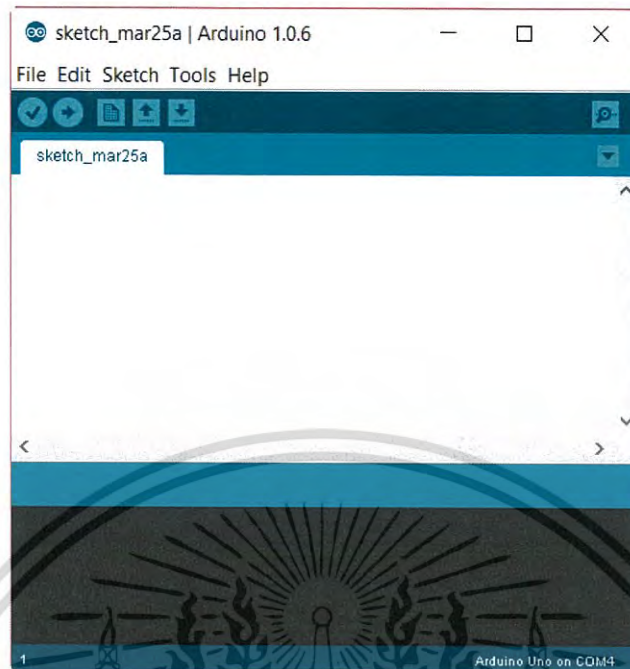


รูปที่ 3.27 หน้าต่างโปรแกรม ATOM Text Editor

3.2.16 โปรแกรม Arduino IDE

โปรแกรม Arduino IDE (Arduino Integrated Development Environment) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนางานสำหรับบอร์ด Arduino โดยหน้าต่างโปรแกรม Arduino IDE แสดงดังรูปที่ 3.28

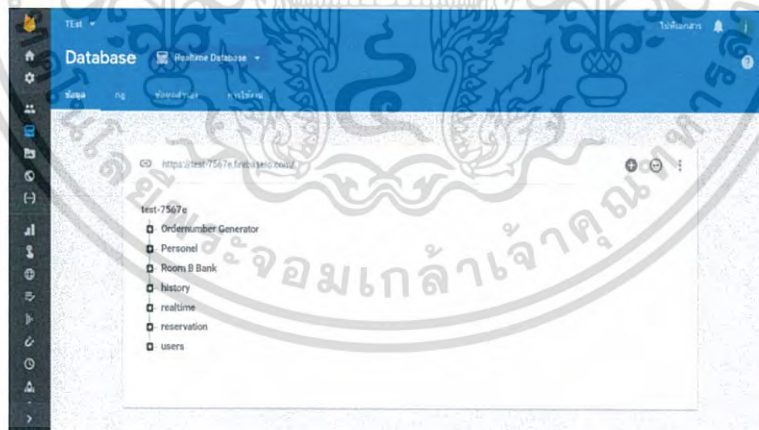
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.28 หน้าต่างโปรแกรม Arduino IDE

3.2.17 Firebase Realtime Database

Firebase Realtime Database เป็นฐานข้อมูลออนไลน์ใช้ในการเก็บข้อมูลแบบเรียลไทม์แสดงดังรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.29 หน้าต่าง Firebase Realtime Database

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.18 เครื่องออสซิลโลสโคป

เครื่องออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) ใช้ในการวัดระดับแรงดันไฟฟ้าของโมดูล AMS1117 แสดงดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 เครื่องออสซิลโลสโคป

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

ในการจัดเก็บบันทึกผลการทดลองนั้นจะแบ่งการทดลองเป็นส่วนๆ ดังนี้

3.3.1 การทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็กกับรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

การทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็ก จะทำการทดสอบโดยเชื่อมต่อโมดูลเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็ก GY-282 HMC5983 และโมดูล WiFi ESP8266 เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 จากนั้นนำไปติดตั้งไว้ที่เพดานด้านบนตรงกึ่งกลางของช่องจอดรถยนต์ เพื่อเก็บบันทึกค่าที่เซนเซอร์ตรวจวัดได้จากรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

ค่าที่เซนเซอร์ตรวจวัดได้นั้น แสดงในรูปแบบค่าดิจิทัล Output range ตั้งแต่ -2048 ถึง 2047 ซึ่งมีค่าความละเอียดดิจิทัลเท่ากับ 0.92 mG/LSb แล้วส่งค่าที่วัดได้นี้ผ่านการเชื่อมต่อแบบอนุกรมไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกผลการทดลอง โดยการติดตั้งเซนเซอร์เพื่อการทดสอบนี้จะติดตั้งเซนเซอร์ที่ระยะความสูงจากพื้น 2 m

3.3.2 การทดสอบการทำงานของโมดูลรักษาระดับแรงดัน

การทดสอบโมดูลรักษาระดับแรงดัน จะทำการทดสอบโดยเชื่อมต่อโมดูลรักษาระดับแรงดัน AMS1117 ที่ต้องการระดับแรงดันเอาต์พุตที่ 3.3 V กับแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง เพื่อปรับระดับแรงดันของแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงนั้น และต่อด้านเอาต์พุตเข้ากับออสซิลโลสโคป เพื่อทดสอบความสามารถในการรักษาระดับแรงดัน 3.3 V และช่วงของระดับแรงดันจากแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงที่โมดูลสามารถทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การทดสอบระยะทางการเชื่อมต่อระหว่างทรานซีฟเวอร์

การทดสอบระยะทางการเชื่อมต่อระหว่างทรานซีฟเวอร์ HC-12 รับส่งข้อมูลที่ความถี่ 433 MHz โดยทรานซีฟเวอร์จะเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 และโปรแกรมด้วยชุดคำสั่งให้ทรานซีฟเวอร์สามารถส่งข้อมูลที่ต้องการและรับข้อมูลที่ถูกส่งมา โดยแสดงผลผ่านซีเรียลมอนิเตอร์ (Serial Monitor) ในการทดสอบจะใช้สถานที่ในการทดสอบคือ ลานจอดรถใต้ตึกอาคารเฉลิมพระเกียรติ (ตึก 7 ชั้น) ในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งระยะทางการทดสอบจะเริ่มที่ระยะทาง 10 m จากนั้นเพิ่มระยะทางขึ้นครั้งละ 10 m จนถึงระยะทาง 40 m และทุกระยะการทดสอบจะให้ทรานซีฟเวอร์แต่ละฝั่งรับส่งข้อมูลจำนวนสิบครั้งเพื่อความแม่นยำในการรับและส่งข้อมูล

3.3.4 การทดสอบโปรแกรมส่งค่าที่ได้รับจากเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็กไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อแสดงสถานะของช่องจอดรถยนต์บนระบบฐานข้อมูล

การทดสอบโปรแกรมส่งค่าที่ได้รับจากเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็กไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อแสดงสถานะของช่องจอดรถยนต์บนระบบฐานข้อมูล จะเชื่อมต่อเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็ก GY-282 HMC5983 และโมดูล WiFi ESP8266 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 จากนั้นเซนเซอร์จะนำค่าสนามแม่เหล็กที่วัดได้มาใช้ในการตัดสินใจผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega328P-PU เพื่อแสดงสถานะของช่องจอดรถยนต์ แล้วส่งค่าสถานะนี้ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ESP8266 (NodeMCU) เพื่ออัปโหลดข้อมูลขึ้นไปบนระบบฐานข้อมูล

3.3.5 การทดสอบโปรแกรมการลงทะเบียนเพื่อสมัครสมาชิกผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน

การทดสอบโปรแกรมการลงทะเบียนเพื่อสมัครสมาชิกผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน จะทำการทดสอบระบบฐานข้อมูลบน Firebase Realtime Database ซึ่งเป็น Cloud Database โดยข้อมูลที่ผู้ใช้ได้ทำการลงทะเบียนเพื่อสมัครสมาชิกจะถูกเก็บไปยัง Firebase Realtime Database ในส่วนของ “User” ที่จะแสดงข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้งาน ซึ่งประกอบด้วย ชื่อ-นามสกุล เพศ วัน/เดือน/ปีเกิด เบอร์โทรศัพท์มือถือ อีเมลแอดเดรส รหัสผ่านและรหัสบัตรประจำตัวประชาชน

3.3.6 การทดสอบโปรแกรมการเข้าสู่ระบบสมาชิกผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน

การทดสอบโปรแกรมการเข้าสู่ระบบของสมาชิกผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน จะทำการทดสอบหน้าเข้าสู่ระบบ หลังจากผู้ใช้งานกรอกอีเมลแอดเดรสและรหัสผ่านที่ได้ทำการลงทะเบียนไว้ ผู้ใช้งานจะต้องทำการยืนยันอีเมลแอดเดรสที่ใช้ในการลงทะเบียนก่อน จึงจะทำการเข้าสู่ระบบเพื่อใช้บริการระบบการจองที่จองรถยนต์ได้ โดยจะแสดงสถานะการยืนยันอีเมลแอดเดรสของผู้ใช้งานในหน้าเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน

3.3.7 การทดสอบโปรแกรมการจองที่จองรถยนต์ผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน

การทดสอบโปรแกรมการจองที่จองรถยนต์ผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน จะทำการทดสอบจากการแสดงผลของสถานะช่องจองรถยนต์ที่เหลืว่างในแต่ละชั้น โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกชั้นจอดรถที่ว่าง จากนั้นระบบจะนำข้อมูลการใช้บริการของผู้ใช้งานไปเก็บบนระบบฐานข้อมูล

3.3.8 การทดสอบโปรแกรมระบบการชำระเงินผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน

การทดสอบโปรแกรมระบบการชำระเงินผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน จะทำการทดสอบจากการแสดงผลจำนวนเงินในหน่วยบาทที่ผู้ใช้งานจะต้องชำระเมื่อใช้ระบบการจองที่จองรถยนต์ และเมื่อผู้ใช้งานกรอกข้อมูลการชำระเงินเรียบร้อยแล้ว ระบบจะสามารถออกบาร์โค้ดให้กับผู้ใช้งานเพื่อเข้าใช้บริการได้

3.3.9 การทดสอบการทำงานของแบบจำลองที่จองรถยนต์

การทดสอบการทำงานของแบบจำลองที่จองรถยนต์ จะเริ่มต้นทำการทดสอบเมื่อผู้ใช้งานนำบาร์โค้ดที่ได้รับหลังการชำระเงินมาสแกนที่หน้าทางเข้า จากนั้นไม้กั้นที่เปิดทางเข้าที่จองรถยนต์ในชั้นที่ผู้ใช้งานได้ทำการเลือกจะเปิดขึ้นโดยอัตโนมัติ และในส่วนของทางออกก็จะใช้บาร์โค้ดเดียวกันกับที่ใช้ในทางเข้าในการสแกนออก หากผู้ใช้งานจองรถยนต์เกินเวลาที่ได้จองไว้ จะต้องเสียค่าปรับ ซึ่งจะแสดงจำนวนเวลาที่เกินและจำนวนค่าปรับบนจอ LCD ตรงด้านทางออก

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็กกับรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

การทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็ก จะทำการทดสอบโดยเชื่อมต่อโมดูลเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็ก GY-282 HMC5983 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 เข้าด้วยกัน ตัวอุปกรณ์แสดงดังรูปที่ 4.1 จากนั้นนำอุปกรณ์ดังกล่าวข้างต้นไปติดตั้งไว้ที่เพดานด้านบนตรงกึ่งกลางของช่องจอดรถยนต์ที่ระดับความสูงจากพื้น 2 m โดยการติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบแสดงดังรูปที่ 4.2 ซึ่งจะทำการติดตั้งที่เพดานช่องจอดรถที่ต้องการทดสอบและที่ช่องจอดรถที่อยู่ติดกัน เพื่อทดสอบผลที่อยู่ติดกันที่อาจเกิดขึ้นกับช่องจอดรถที่อยู่ติดกันหากมีรถยนต์เข้ามาจอดในช่องจอดรถที่จะทำการทดสอบ โดยรถยนต์ที่ที่ใช้ในการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.1







รูปที่ 4.1 การเชื่อมต่อโมดูลเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็กกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3



รูปที่ 4.2 การติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 รถยนต์ที่ถูกใช้ในการทดสอบ

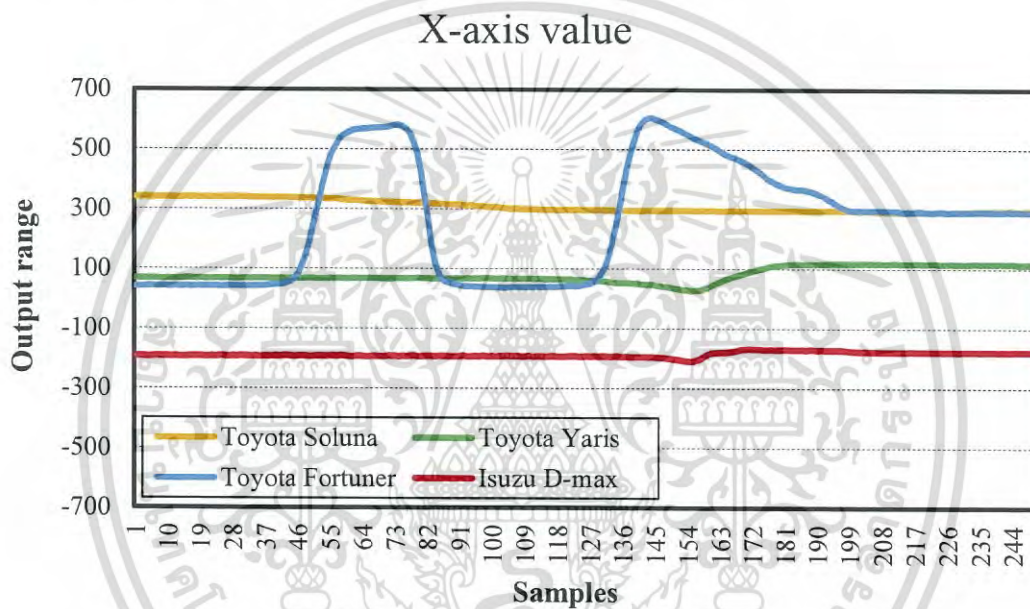
คันที่	ยี่ห้อ	รูปรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ
1	Toyota รุ่น Soluna	
2	Toyota รุ่น Yaris	
3	Toyota รุ่น Fortuner	
4	Isuzu รุ่น D-max	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยผลการทดลองที่ได้จากการทดสอบ ประกอบด้วย

4.1.1 ค่า Output range เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบถอยเข้าจอดในช่องจอดรถยนต์

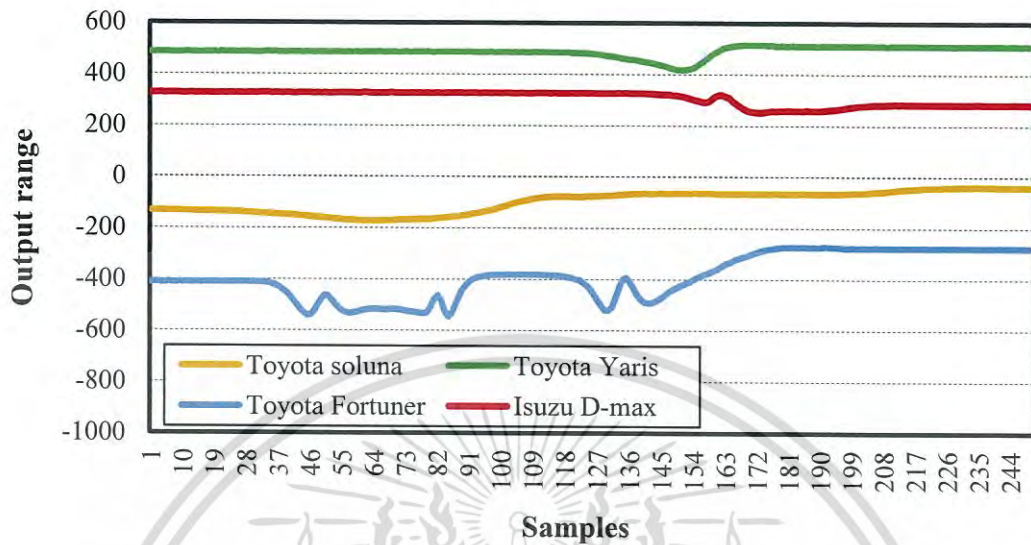
เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบแต่ละคัน ถอยเข้าจอดในช่องจอดรถยนต์ ค่า Output range ที่วัดจากแกน X Y และ Z จะมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงระยะเวลาหนึ่ง แล้วจึงมีค่าที่คงที่ ซึ่งค่าที่ได้นั้นจะไม่เท่ากับค่า Output range เมื่อที่จอดอยู่ในสถานะว่าง ดังแสดงในรูปที่ 4.3 – 4.5 ตามลำดับ



รูปที่ 4.3 ค่า Output range ในแกน X

เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบถอยเข้าจอดในช่องจอดรถยนต์

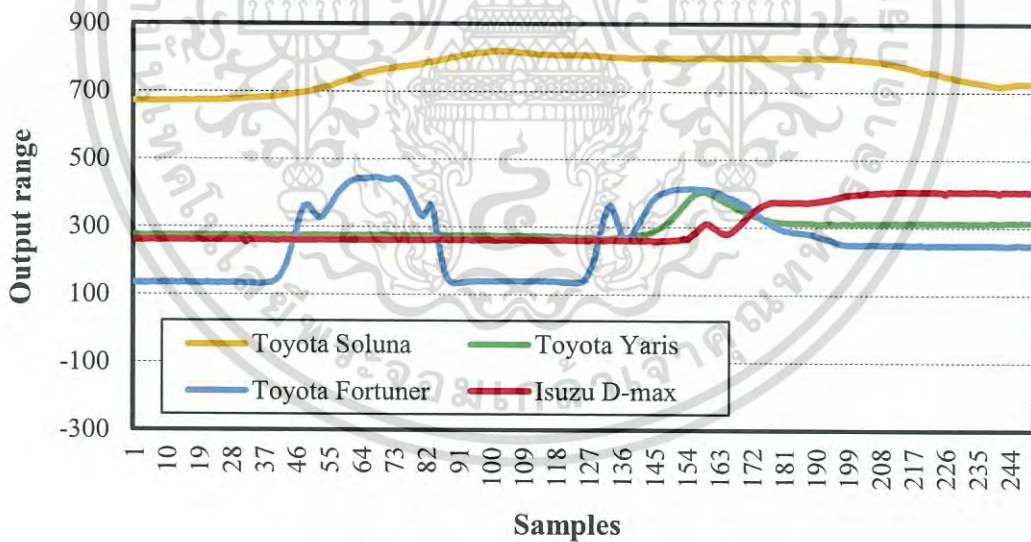
Y-axis value



รูปที่ 4.4 ค่า Output range ในแกน Y

เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบถอยเข้าจอดในช่องจอดรถยนต์

Z-axis value

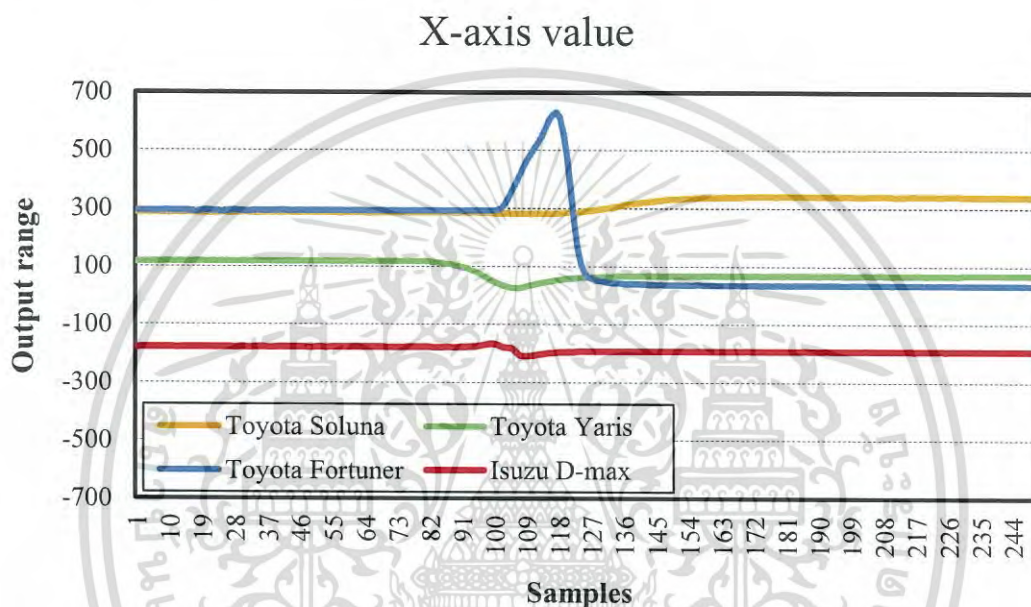


รูปที่ 4.5 ค่า Output range ในแกน Z

เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบถอยเข้าจอดในช่องจอดรถยนต์

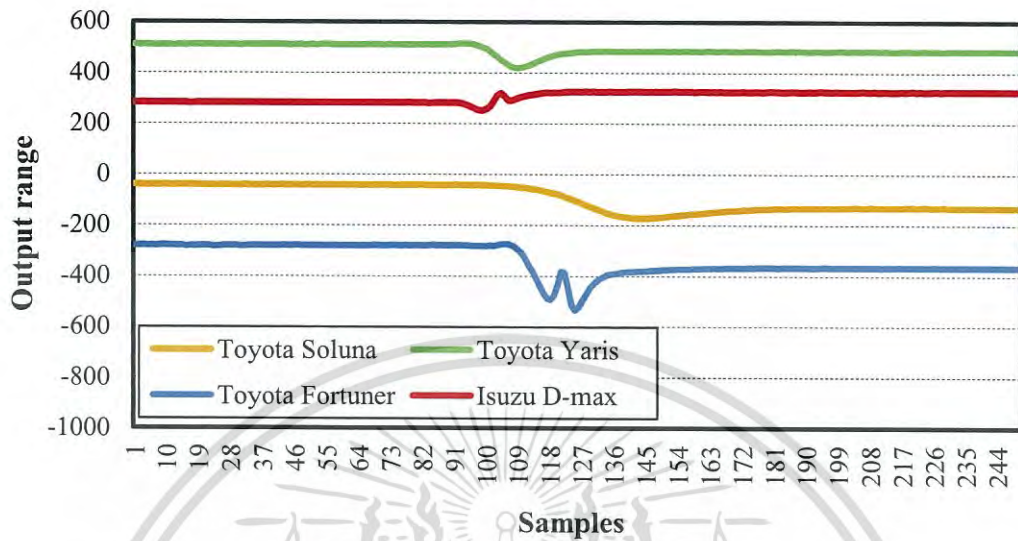
4.1.2 ค่า Output range เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบถอยออกจากช่องจอดรถยนต์

เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบแต่ละคัน ขับออกจากช่องจอด ค่า Output range ที่วัดจากแกน X Y และ Z จะมีการเปลี่ยนแปลงไปในชั่วระยะเวลาหนึ่งเช่นเดียวกับกรณีที่รถยนต์ถอยเข้าจอดในช่องจอดรถยนต์ โดยค่าจะเริ่มมีแนวโน้มคงที่ ซึ่งเท่ากับค่า Output range เมื่อที่จอดอยู่ในสถานะว่าง แสดงดังรูปที่ 4.6 – 4.8 ตามลำดับ



รูปที่ 4.6 ค่า Output range ในแกน X
เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบถอยออกจากช่องจอดรถยนต์

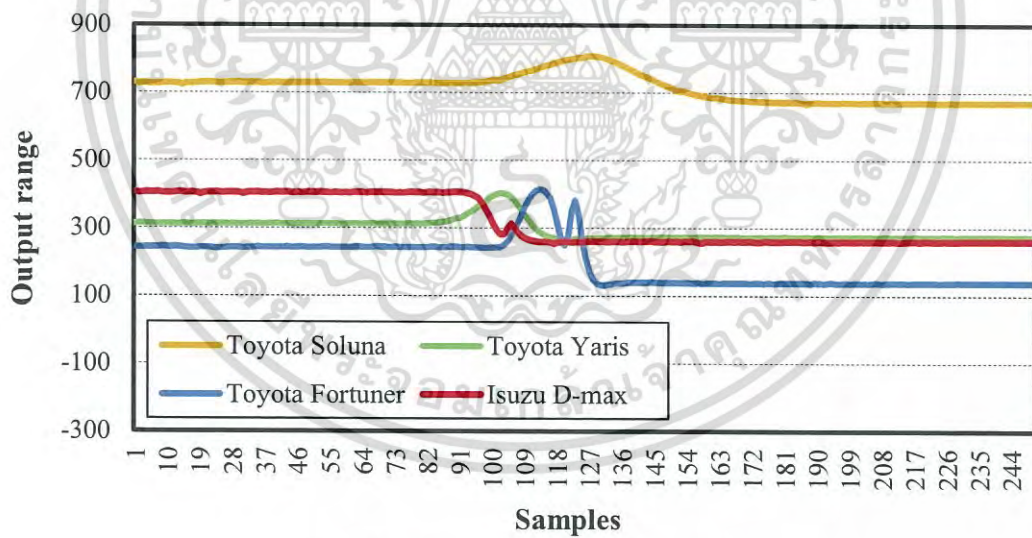
Y-axis value



รูปที่ 4.7 ค่า Output range ในแกน Y

เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบถอยออกจากช่องจอดรถยนต์

Z-axis value

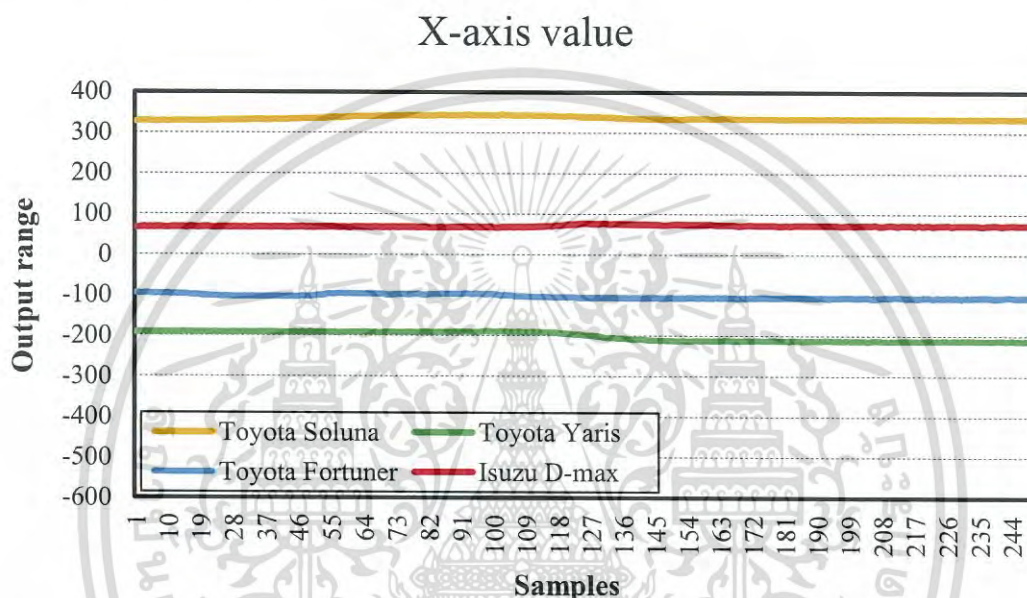


รูปที่ 4.8 ค่า Output range ในแกน Z

เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบถอยออกจากช่องจอดรถยนต์

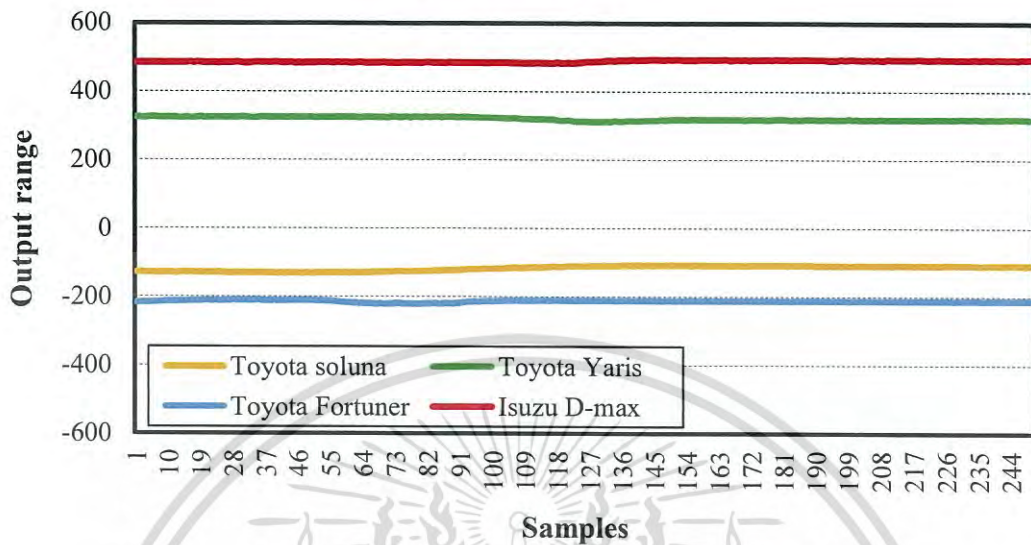
4.1.3 ค่า Output range ของช่องจอตรถยนต์ที่อยู่ติดกัน เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบถอยเข้าจอดในช่องจอตรถยนต์

ในขณะที่รถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบแต่ละคันถอยเข้าไปจอดในช่องจอตรถยนต์ เซนเซอร์ที่ติดตั้งไว้ในช่องจอตรถที่อยู่ติดกันจะสามารถตรวจวัดค่า Output range ที่เปลี่ยนแปลงได้ จะเห็นว่า ค่าที่วัดได้จากแกน X Y และ Z มีการเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อย ดังแสดงในรูปที่ 4.9 - 4.11 ตามลำดับ



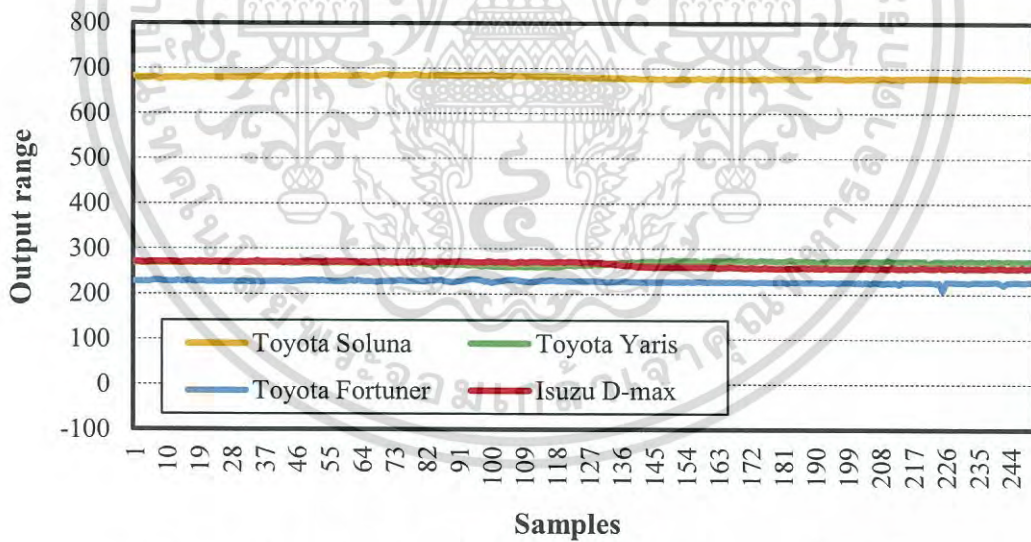
รูปที่ 4.9 ค่า Output range ในแกน X ของช่องจอตรถยนต์ที่อยู่ติดกัน เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบถอยเข้าจอดในช่องจอตรถยนต์

Y-axis value



รูปที่ 4.10 ค่า Output range ในแกน Y ของช่องจอตrolleyนต์ที่อยู่ติดกัน
เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบถอยเข้าจอดในช่องจอตrolleyนต์

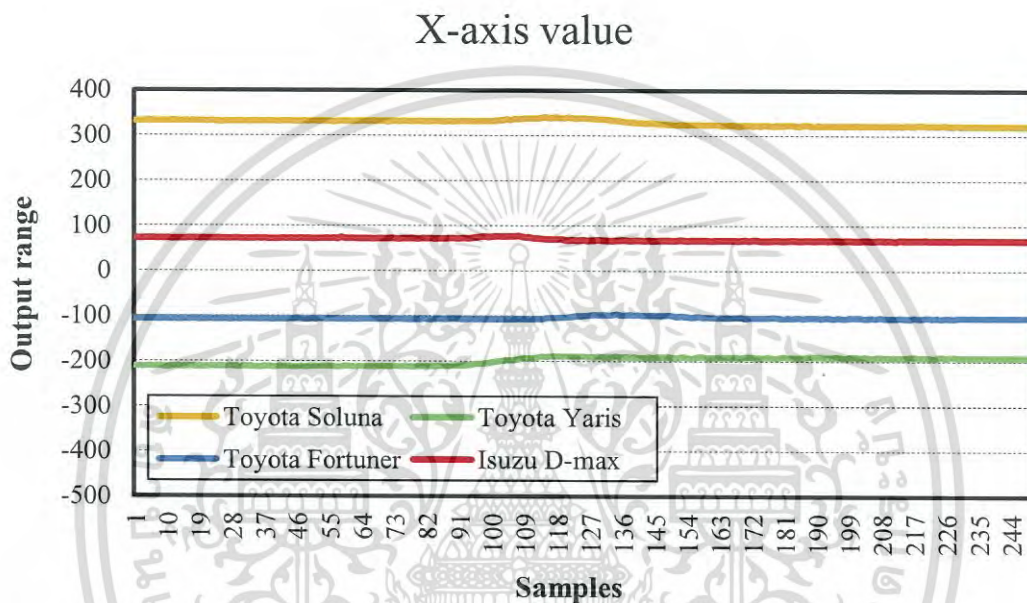
Z-axis value



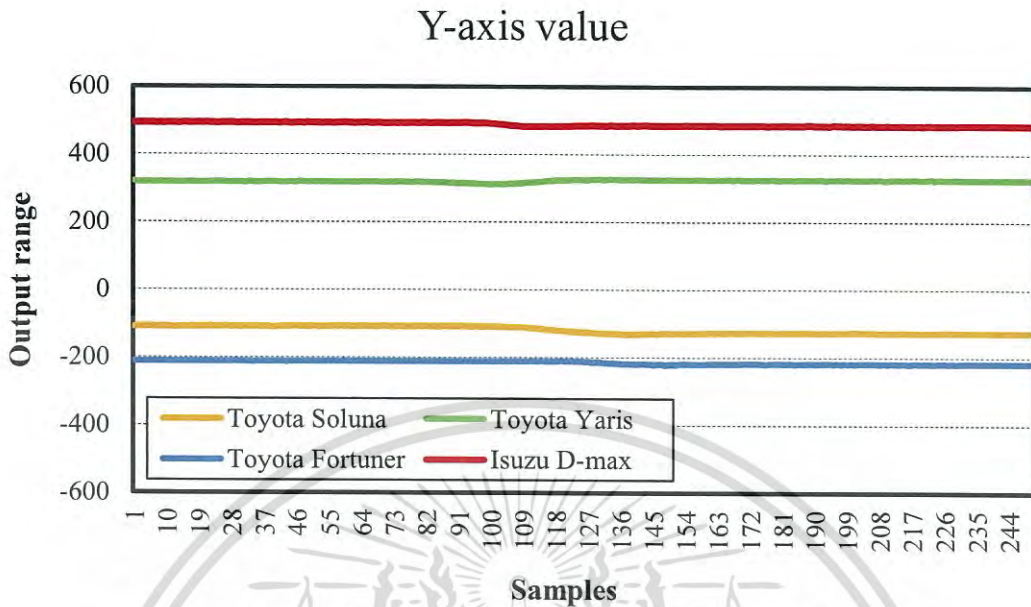
รูปที่ 4.11 ค่า Output range ในแกน Z ของช่องจอตrolleyนต์ที่อยู่ติดกัน
เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบถอยเข้าจอดในช่องจอตrolleyนต์

4.1.4 ค่า Output range ของช่องจอตรถยนต์ที่อยู่ติดกัน เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบถอยออกจากช่องจอตรถยนต์

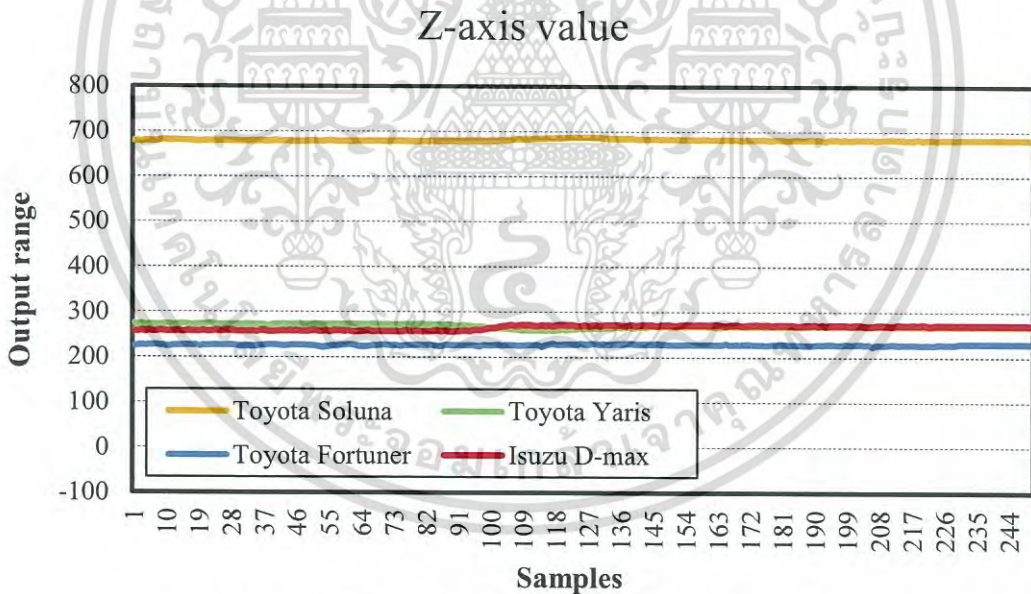
ในขณะที่รถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบแต่ละคันขับออกมาจากช่องจอตรถยนต์ เซนเซอร์ที่ติดตั้งไว้ในช่องจอตที่อยู่ติดกันจะสามารถตรวจวัดค่า Output range ที่เปลี่ยนแปลงได้ จะเห็นว่า ค่าที่วัดได้จากแกน X Y และ Z มีการเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อย ดังแสดงในรูปที่ 4.12 - 4.14 ตามลำดับ



รูปที่ 4.12 ค่า Output range ในแกน X ของช่องจอตรถยนต์ที่อยู่ติดกัน เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบถอยออกจากช่องจอตรถยนต์



รูปที่ 4.13 ค่า Output range ในแกน Y ของช่องจอตrolleyนต์ที่อยู่ติดกัน
เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบถอยออกจากช่องจอตrolleyนต์



รูปที่ 4.14 ค่า Output range ในแกน Z ของช่องจอตrolleyนต์ที่อยู่ติดกัน
เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบถอยออกจากช่องจอตrolleyนต์

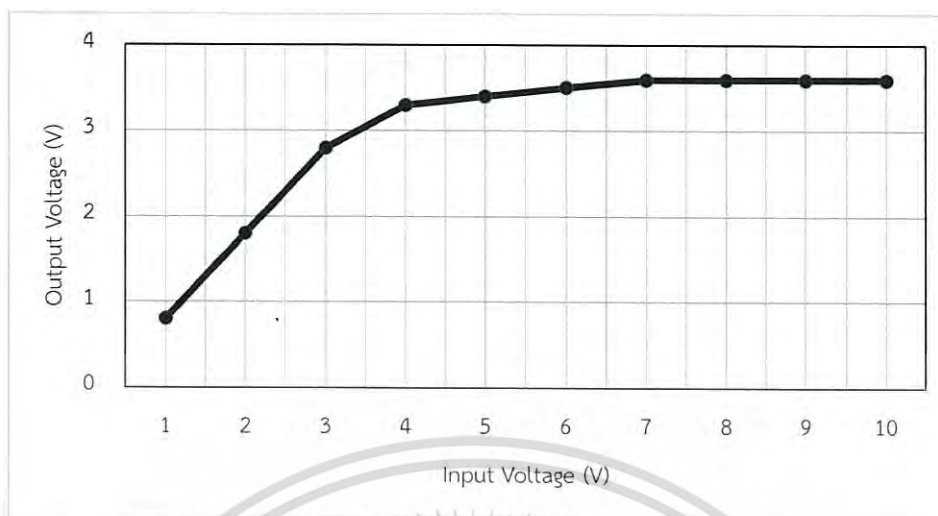
4.2 ผลการทดสอบการทำงานของโมดูลรักษาระดับแรงดัน

การทดสอบการทำงานของโมดูลรักษาระดับแรงดัน โดยใช้โมดูล AMS1117 ที่ให้ระดับแรงดันเอาต์พุต 3.3 V จะทำการเชื่อมต่อโมดูลรักษาระดับแรงดันกับแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง และต่อด้านเอาต์พุตเข้ากับออสซิลโลสโคป เพื่อทำการทดสอบว่าโมดูลรักษาระดับแรงดันสามารถรักษาระดับแรงดันไว้ที่ 3.3 V แล้วหาช่วงการทำงานของโมดูลรักษาระดับแรงดันที่สามารถทำงานได้ โดยจะทำการป้อนระดับแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 10 V และลดระดับแรงดันลงเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงค่าระดับแรงดัน 1 V โดยใช้ออสซิลโลสโคปวัดระดับแรงดันด้านอินพุตและเอาต์พุต จากนั้นทำการบันทึกผลเอาต์พุตที่ได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ซึ่งจะได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับแรงดันอินพุตและระดับแรงดันเอาต์พุต ดังแสดงในรูปที่ 4.15

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบระดับแรงดันอินพุตและแรงดันเอาต์พุตจากโมดูลรักษาระดับแรงดัน AMS1117

ระดับแรงดันอินพุต (V)	ระดับแรงดันเอาต์พุต (V)
1	0.8
2	1.8
3	2.8
4	3.3
5	3.4
6	3.5
7	3.6
8	3.6
9	3.6
10	3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับแรงดันอินพุตและระดับแรงดันเอาต์พุต

4.3 ผลการทดสอบระยะทางการเชื่อมต่อระหว่างทรานซิวเวอร์

การทดสอบระยะทางการเชื่อมต่อระหว่างทรานซิวเวอร์ HC-12 ที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลที่ความถี่ 433 MHz โดยการทดสอบระยะการรับส่งข้อมูลของทรานซิวเวอร์จะเป็นการทดสอบการรับส่งข้อมูลภายในอาคาร สถานที่ที่ใช้ในการทดสอบคือ ลานจอดรถใต้ตึกอาคารเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา (ตึก HM) ในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง การทดสอบจะโปรแกรมด้วยชุดคำสั่งให้ทรานซิวเวอร์ส่งและรับข้อมูลตัวอักษร โดยแสดงผลผ่านซีเรียลมอนิเตอร์ ซึ่งระยะทางที่ใช้ในการรับส่งไกลสุดคือ 70 m แต่ระยะทดสอบจะให้ทรานซิวเวอร์แต่ละฝั่งรับส่งข้อมูลจำนวน 10 ครั้ง ผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลลัพธ์ที่ได้จากการรับส่งข้อมูลระหว่างทรานซิวเวอร์ภายในอาคาร

ระยะที่ทดสอบ (m)	เปอร์เซ็นต์ที่รับส่งสำเร็จ (%)
10	100
20	100
30	100
40	100
50	100
60	80
70	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดสอบการส่งค่าที่ได้รับจากโมดูลเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็กไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแสดงสถานะของช่องจอตรยยนต์บนระบบฐานข้อมูล

การทดสอบโปรแกรมส่งค่าที่ได้รับจากเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็กไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อแสดงสถานะของช่องจอตรยยนต์บนระบบฐานข้อมูลนั้น จะทำการติดตั้งเซนเซอร์โหนดที่บริเวณกึ่งกลางของช่องจอตรยที่ระดับความสูงจากพื้น 2 m เมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบเข้าไปจอดในช่องจอตรย เซนเซอร์จะตรวจพบค่าของสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อค่าสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นเกินค่าที่ใช้ในการตัดสินใจ เซนเซอร์จะส่งค่าสถานะของช่องจอตรยนั้นไปยังฐานข้อมูล โดยแสดงสถานะ “in” แสดงดังรูปที่ 4.16 และเมื่อรถยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบออกมาจากช่องจอตรย ค่าสนามแม่เหล็กก็จะเปลี่ยนแปลงกลับไปเป็นค่าเดิมในตอนต้นที่ช่องจอตรยอยู่ในสถานะว่าง และในระบบฐานข้อมูลจะแสดงสถานะ “out” แสดงดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.16 แสดงสถานะ “in” ในระบบฐานข้อมูลเมื่อมีรถยนต์จอดในช่องจอตรย



รูปที่ 4.17 แสดงสถานะ “out” ในระบบฐานข้อมูลเมื่อไม่มีรถยนต์จอดในช่องจอตรย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการทดสอบการลงทะเบียนเพื่อสมัครสมาชิกผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน

การทดสอบโปรแกรมการลงทะเบียนเพื่อสมัครสมาชิกผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน นั้น เมื่อผู้ใช้งานกรอกข้อมูลส่วนบุคคลในหน้าสมัครสมาชิก ซึ่งประกอบด้วย ชื่อ-นามสกุล เพศ วัน/เดือน/ปีเกิด เบอร์โทรศัพท์ เลขประจำตัวประชาชน อีเมลแอดเดรสและรหัสผ่าน หากผู้ใช้งานกรอกข้อมูลไม่ครบแล้วกดปุ่ม “Submit” จะปรากฏข้อความและหน้าต่างแจ้งเตือนขึ้นมา ดังแสดงในรูปที่ 4.18 และ 4.19 เมื่อผู้ใช้งานสมัครสมาชิกเรียบร้อยแล้วข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้งานจะถูกเก็บเข้าไปในระบบฐานข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 4.20 โดยอีเมลแอดเดรสที่ผู้ใช้งานกรอกตอนสมัครสมาชิกจะถูกจัดเก็บลงในส่วนของอีเมลผู้ใช้งานที่ใช้ในระบบการยืนยันตัวตนใน Firebase Realtime Database ด้วย ซึ่งจะเป็นส่วนของการยืนยันตัวตนเพื่อเข้าใช้งานในระบบ ดังแสดงในรูปที่ 4.21

รูปที่ 4.18 หน้าต่างแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้งานกรอกข้อมูลสมัครสมาชิกไม่ครบถ้วนในส่วน of เว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 ข้อความแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้งานกรอกข้อมูลสมัครสมาชิกไม่ครบถ้วนในส่วนของแอปพลิเคชัน

รูปที่ 4.20 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้งานที่ถูกจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล

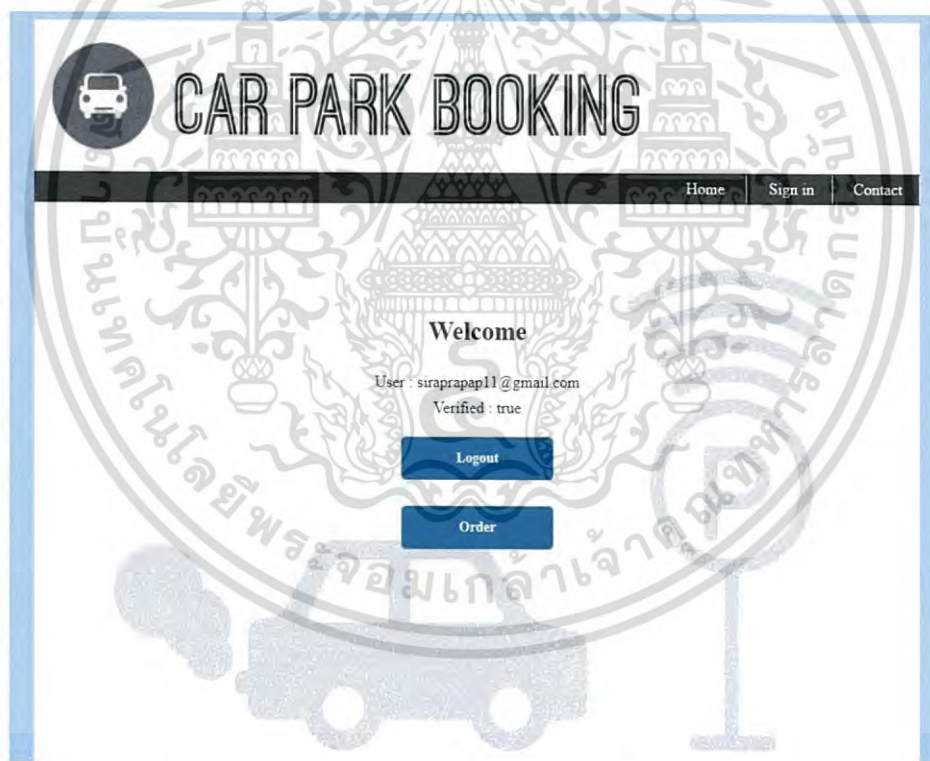
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีเมล	ผู้ให้บริการ	สร้างแล้ว	ลงทะเบียนแล้ว	UID ผู้ใช้ ↑
siraprapap11@gmail.com	✉	7 มี.ค. 2018	27 มี.ค. 2018	9NHsi0qluhtDqy77O2tsDGjlvS2
vikromsampan@gmail.com	✉	20 มี.ค. 2018	27 มี.ค. 2018	kXeIkMFSCdaqsJ9R6OsmoyNdu52

รูปที่ 4.21 ระบบการยืนยันตัวตนบุคคลใน Firebase Realtime Database

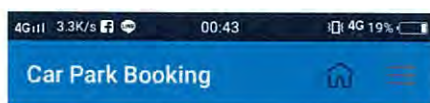
4.6 ผลการทดสอบการเข้าสู่ระบบของสมาชิกผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน

การทดสอบโปรแกรมการเข้าสู่ระบบของสมาชิกผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน ผู้ใช้งานจะต้องทำการยืนยันอีเมลของตนก่อนทำการเข้าใช้งานระบบ หลังจากที่ผู้ใช้งานได้ลงทะเบียนสมัครสมาชิกเรียบร้อยแล้ว ระบบจะส่งอีเมลยืนยันตัวตนไปยังอีเมลที่ผู้ใช้งานใช้ลงทะเบียน เมื่อผู้ใช้งานกดลิงก์ที่แนบมาในอีเมลจะเป็นอันเสร็จสิ้นกระบวนการยืนยันตัวตน และผู้ใช้งานจะสามารถเข้าใช้งานระบบการจองที่จอดรถได้ โดยสถานะการยืนยันตัวตนสามารถแสดงดังรูปที่ 4.22 และ 4.23



รูปที่ 4.22 สถานะการยืนยันตัวตนของผู้ใช้งานบนเว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Account

Email: vikromsampan@gmail.com

Name: vikrom sampan

Birthday: 20-March-2018

Mobilephone: 08888888

Gender: Male

ID Number: 1999999

Email: verified

SEND VERIFY EMAIL AGAIN

REFRESH

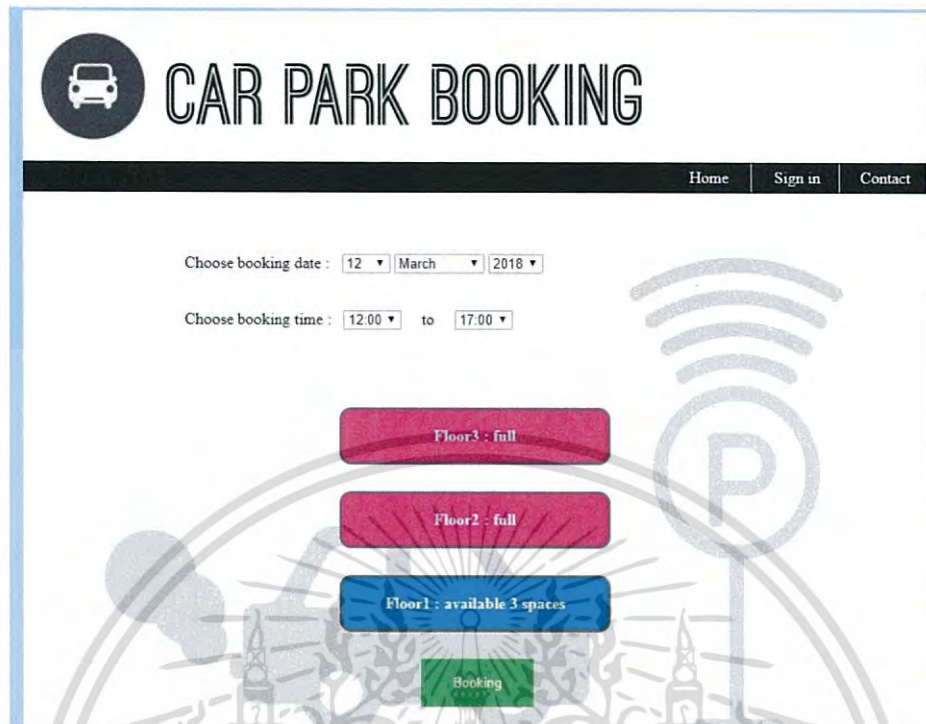
ORDER

รูปที่ 4.23 สถานะการยืนยันตัวตนของผู้ใช้งานบนแอปพลิเคชัน

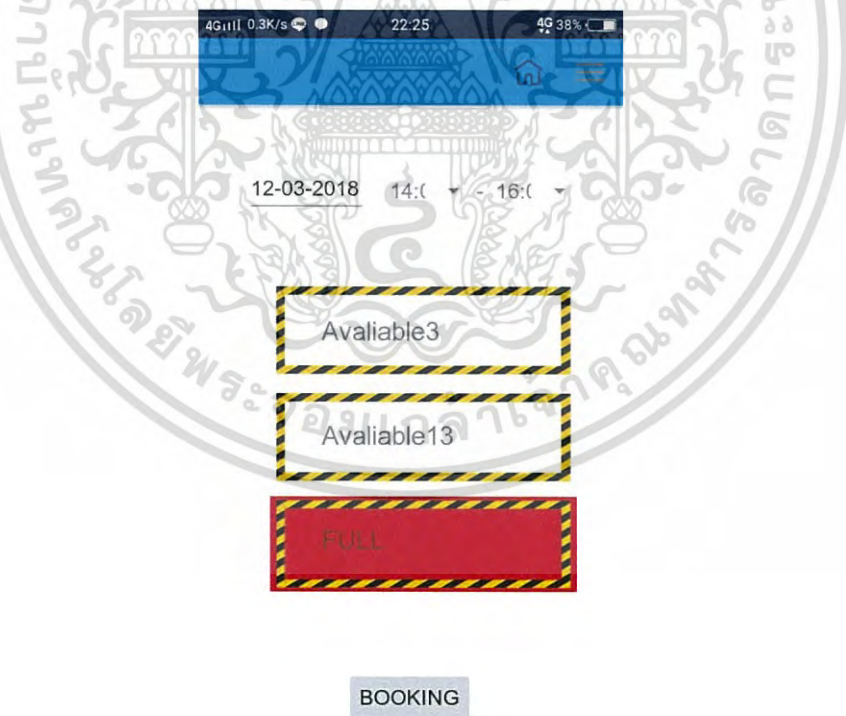
4.7 ผลการทดสอบการจองที่จอดรถยนต์ผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน

การทดสอบโปรแกรมการจองที่จอดรถยนต์ผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน เมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่หน้าเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชัน จะปรากฏปุ่ม “Check Realtime status” สำหรับตรวจสอบจำนวนที่จอดรถที่ว่างในแต่ละชั้น ณ เวลานั้น และปุ่ม “Book parking lot” สำหรับให้ผู้ใช้งานเลือกวันที่และช่วงเวลาที่จะทำการจองที่จอดรถยนต์ หากชั้นใดไม่มีช่องจอดรถว่างจะแสดงสถานะว่า “FULL” และผู้ใช้งานจะไม่สามารถกดเลือกชั้นนั้นได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.24 และ 4.25 เมื่อผู้ใช้งานเลือกชั้นที่ต้องการและกดปุ่ม “Bookings” หากผู้ใช้งานไม่ได้ลงชื่อเข้าใช้จะไม่สามารถทำการจองได้ ถ้าผู้ใช้งานลงชื่อเข้าใช้แล้วระบบจะแสดงหน้าชำระเงินต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 หน้าต่างการจองช่องจอดรถในแต่ละชั้นบนเว็บไซต์

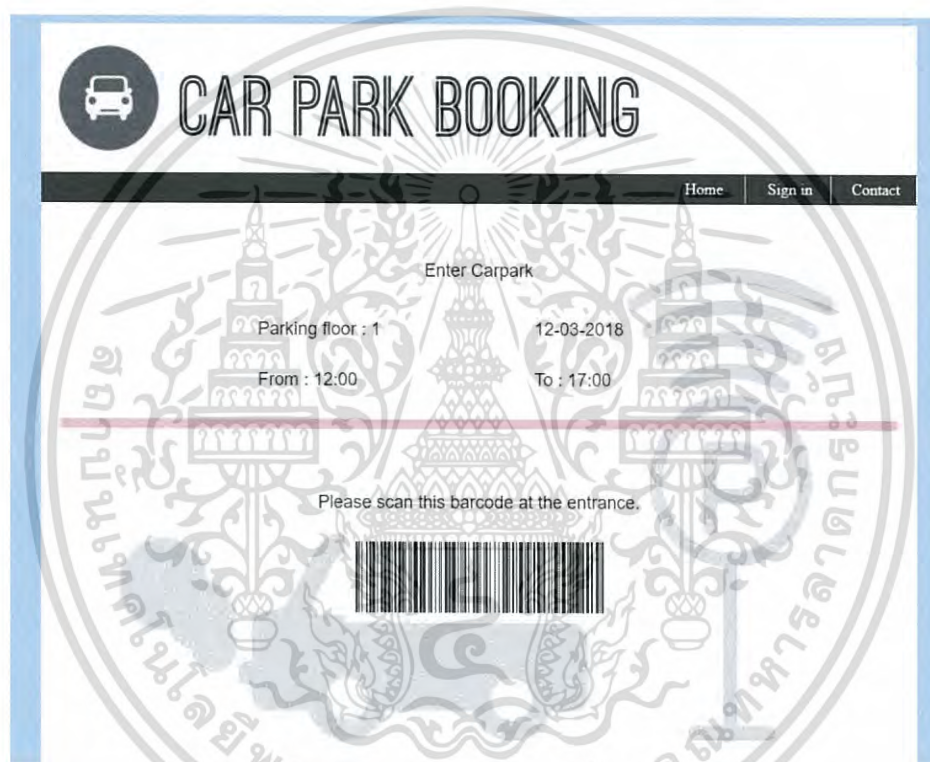


รูปที่ 4.25 หน้าต่างการจองช่องจอดรถในแต่ละชั้นบนแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

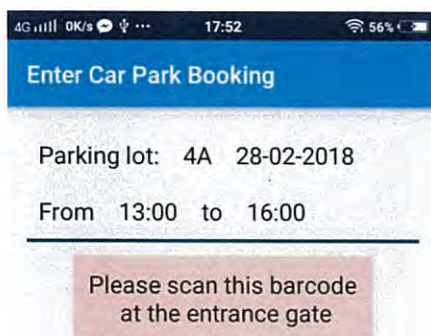
4.8 ผลการทดสอบระบบการชำระเงินผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน

การทดสอบโปรแกรมระบบการชำระเงินผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน เมื่อผู้ใช้งานทำการจองที่จอดรถยนต์เรียบร้อยแล้ว จะเข้าสู่หน้าต่างการชำระเงิน ที่จะแสดงข้อมูลการใช้บริการของผู้ใช้งานและแสดงจำนวนเงินในหน่วยบาทที่ผู้ใช้งานจะต้องชำระ โดยจะมีช่องให้กรอกเลขบัตรเครดิต ชื่อเจ้าของบัตรเครดิต วันที่บัตรเครดิตหมดอายุและรหัส CW/CVC เมื่อผู้ใช้งานกรอกข้อมูลไม่ถูกต้องจะไม่สามารถชำระเงินได้ และเมื่อผู้ใช้งานกรอกข้อมูลถูกต้อง ระบบจะแสดงบาร์โค้ดให้กับผู้ใช้งานเพื่อเข้าใช้บริการ แสดงดังรูปที่ 4.26 และ 4.27



รูปที่ 4.26 บาร์โค้ดที่ได้รับหลังการชำระเงินบนเว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.27 บาร์โค้ดที่ได้รับหลังการชำระเงินบนแอปพลิเคชัน

4.9 ผลการทดสอบแบบจำลองที่จอดรถยนต์

การทดสอบแบบจำลองที่จอดรถยนต์นั้น เมื่อผู้ใช้งานนำบาร์โค้ดที่ได้รับหลังการชำระเงินมาสแกนที่หน้าทางเข้าที่จอดรถตามชั้นที่ผู้ใช้งานได้ทำการจองไว้ ไม่กั้นทางเข้าที่จอดรถจะเปิดขึ้นและผู้ใช้งานสามารถนำรถเข้าไปจอดได้ ที่ด้านบนเพดานในที่จอดรถแต่ละช่อง จะมี LED บอกสถานะของช่องจอดอยู่ด้านบน โดยแบบจำลองที่จอดรถยนต์ภายในอาคาร แสดงดังรูปที่ 4.28 หากมีรถยนต์จอดอยู่ในช่องจอดรถ LED สีแดงจะเปล่งแสงและ LED สีเขียวจะไม่ทำงาน แสดงดังรูปที่ 4.29 และเมื่อผู้ใช้งานสแกนบาร์โค้ดที่ทางออก ไม่กั้นตรงทางออกจะยกขึ้นโดยอัตโนมัติ หากผู้ใช้งานจอดเกินเวลาที่ได้จองไว้ ที่หน้าจอ LCD ตรงทางออกจะแสดงจำนวนเวลาผู้ใช้งานจอดเกินเวลาที่ได้จองพร้อมกับแสดงจำนวนเงินค่าปรับของเวลาที่จอดเกินนั้นด้วย แสดงดังรูปที่ 4.30



รูปที่ 4.28 แบบจำลองที่จอดรถยนต์ภายในอาคาร



รูปที่ 4.29 การทำงานของ LED ในแต่ละช่องจอดรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 จำนวนเวลาและเงินค่าปรับของผู้ใช้งานที่จอดเกินเวลาแสดงบนจอ LCD ตรงทางออก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการทำปฏิญาณนิพนธ์เรื่องระบบการจองที่จอดรถยนต์ภายในอาคารผ่านเว็บไซต์ และแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งได้ทำการศึกษาหลักการต่างๆ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างอุปกรณ์ โดยสามารถสรุปผลการดำเนินงาน ได้ดังนี้

- 1) สามารถวัดค่าสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงไปโดยใช้เซนเซอร์สนามแม่เหล็ก ซึ่งค่าสนามแม่เหล็กมีความสอดคล้องกับวัตถุโลหะที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงได้
- 2) สามารถออกแบบอัลกอริทึมสำหรับตรวจสอบสถานะว่างของช่องจอดรถโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงไปและสถานะว่างของช่องจอดรถอื่นๆ ได้
- 3) สามารถออกแบบการส่งสถานะว่างของช่องจอดรถจากวงจรเซนเซอร์สนามแม่เหล็กไปยังหน่วยประมวลผลด้วยวิธีการส่งแบบไร้สายได้
- 4) สามารถออกแบบเว็บไซต์และแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับการลงทะเบียนการจองของผู้ใช้และสำหรับแสดงจำนวนของช่องจอดรถที่ว่างในแต่ละชั้นบนอาคารจอดรถได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

- 1) ในการวัดค่าสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงไปโดยมีความสัมพันธ์กับสถานะว่าง/ไม่ว่างของช่องจอดรถ อาจมีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ เนื่องจากมีการทดสอบยานพาหนะเพียงแค่วहनต์ส่วนบุคคลบางรุ่นและยี่ห้อเท่านั้น เพื่อความแม่นยำในการทำงานของอุปกรณ์ การเพิ่มจำนวนตัวอย่างทดสอบยานพาหนะรูปแบบอื่นๆ จะทำให้สถานะว่าง/ไม่ว่างของช่องจอดรถมีความแม่นยำมากขึ้น
- 2) รูปแบบบรรจุภัณฑ์ของวงจรเซนเซอร์สนามแม่เหล็กสามารถออกแบบให้มีลักษณะแข็งแรงทนทานและสะดวกต่อการใช้งานในบริเวณที่จอดรถมากขึ้น
- 3) การออกแบบเว็บไซต์และแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สามารถออกแบบให้สะดวกต่อการใช้งานของผู้ใช้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- [1] กลุ่มสถิติการขนส่ง กองแผนงาน กรมการขนส่งทางบก. “จำนวนรถที่จดทะเบียนสะสม ณ วันที่ 31 มกราคม 2561.” <https://data.go.th/DatasetDetail.aspx?id=8cc7176b-c987-4ad7-b3f0-a3507a2c5669>.
- [2] Bennett, S. *A History of Control Engineering 1930–1955*. London: Peter Peregrinus Ltd, 1995.
- [3] Dept.Computer Engineering, Chiang Mai University. “Digital Compass.” https://mcu56.learninginventions.org/?page_id=266.
- [4] Honeywell. “3-Axis Digital Compass IC HMC5983.” https://aerocontent.honeywell.com/aero/common/documents/myaerospac/ecatalog-documents/Defense_Brochures-documents/HMC5983_3_Axis_Compass_IC.pdf.
- [5] Henry's Bench. “Magnetometer Compass Tutorial.” <http://henrysbench.capnfatz.com/henrys-bench/arduino-sensors-and-input/arduino-gy-273-hmc5883l-magnetometer-compass-tutorial/>.
- [6] Resistorguide. “Magneto resistor.” <http://www.resistorguide.com/magneto-resistor>.
- [7] รุ่งสรรงค์ ศรีสาคร. “เครื่องวัดสนามแม่เหล็ก.” <https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet3/saowalak/hall/hall.htm>.
- [8] Kitjabhorn Kaensuk. “วงจรรักษาระดับแรงดัน (Voltage Regulator Circuits).” <http://bit.ly/2fh4ujj>.
- [9] Advanced Monolithic Systems. “AMS1117 Datasheet.” <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/49118/ADMOS/AMS1117.html>.
- [10] Arduitrronics. “AMS1117 3.3V Power Supply Module (Voltage Regulator 3.3 V).” <https://www.arduitronics.com/product/813/ams1117-3-3v-power-supply-module-voltage-regulator-3-3-v>.

- [11] Elecrow. “HC-12 Wireless Serial Port Communication Module User Manual v1.18.”
<https://www.elecrow.com/download/HC-12.pdf>.
- [12] ทันพงษ์ ภูริรักษ์. “ความรู้เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น.”
http://www.sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP_Unit_1.pdf.
- [13] ATMEL. “ATMEGA328P-PU Datasheet.”
http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-42735-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega328-328P_Datasheet.pdf.
- [14] Arduino. “Arduino Uno SMD.”
<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUnoSMD>.
- [15] Brian Benchoff. “ARDUINO IDE SUPPORT FOR THE ESP8266.”
<https://hackaday.com/2015/03/28/arduino-ide-support-for-the-esp8266/>.
- [16] Arunmozhi Rajavel. “HOW TO FLASH NODEMCU FIRMWARE IN ESP8266.”
<http://www.instructables.com/id/How-to-Flash-NodeMCU-Firmware-in-ESP8266/>.
- [17] ทันพงษ์ ภูริรักษ์. “โครงสร้างโปรแกรมของ ARDUINO.”
http://www.sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP_Unit_3.pdf.
- [18] Forouzan, Behrouz A. *Data Communications and Networking*. 4th ed. New York: McGraw-Hill Companies, 2005.
- [19] Hemang Kothari. “Data link layer.”
<https://www.slideshare.net/hemangkothari/lecture-3-logical-link-layer>.
- [20] Yada. “Barcode คืออะไร ?.”
<https://riverplusblog.com/author/yada022/>.
- [21] Theerasak Maneeneim. “Barcode CODE39 and CODE128.”
<https://mairai.wordpress.com/2014/09/06/barcode-code39-and-code128/>.
- [22] TechTalkThai. “รู้จักกับ SQL, NoSQL และ NewSQL สามทางเลือกในเทคโนโลยี Database ปัจจุบัน.” <https://www.techtalkthai.com/introduce-sql-nosql-and-as-choices-of-database-technology/>.
- [23] Mindphp. “MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) คืออะไร”
<http://www.mindphp.com/3343-mqtt.html>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [24] ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. “พื้นฐาน HTML.”
https://www.m-culture.go.th/it/ewt_news.php?nid=69&filename=index.
- [25] นางปราณี เฉลิมสุขและคณะ. “XML ภาษาสำหรับพัฒนาข้อมูลข่าวสาร.”
<http://www.vcharkarn.com/varticle/17792>.
- [26] Enjoyday. “CSS คืออะไร.”
http://www.enjoyday.net/webtutorial/css/css_chapter01.html.
- [27] Mindphp. “Android Studio คืออะไร.”
<http://mindphp.com/3505-android-studio.html>.
- [28] Suphakit Annoppornchai. “Java คืออะไร เกี่ยวอะไรกับ Programming.”
<https://saixiii.com/java-programming/>.
- [29] Mindphp. “JavaScript ภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับการเขียนโปรแกรมบนระบบอินเทอร์เน็ต.”
<http://www.mindphp.com/2187-java-javascript.html>.
- [30] Boxsingle. “ทำความรู้จักกับ JSON.”
<http://www.boxsingle.com/?page=Blog.ShowBlogDetail&blogID=13>.

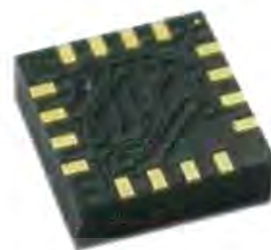


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3-Axis Digital Compass IC HMC5983

By Honeywell International Inc.

The Honeywell HMC5983 is a temperature compensated three-axis integrated circuit magnetometer. This surface-mount, multi-chip module is designed for low-field magnetic sensing for applications such as automotive and personal navigation, vehicle detection, and pointing.



The HMC5983 includes our state-of-the-art, high-resolution HMC118X series magnetoresistive sensors plus an ASIC containing amplification, automatic degaussing strap drivers, offset cancellation, and a 12-bit ADC that enables 1° to 2° compass heading accuracy. The I²C or SPI serial bus allows for easy interface. The HMC5983 is a 3.0x3.0x0.9mm surface mount 16-pin leadless chip carrier (LCC).

The HMC5983 utilizes Honeywell's Anisotropic Magnetoresistive (AMR) technology that provides advantages over other magnetic sensor technologies. Honeywell's anisotropic, directional sensors excel in linearity, low hysteresis, null output and scale factor stability over temperature, and with very low cross-axis sensitivity. These sensors' solid-state construction is designed to measure both the direction and the magnitude of magnetic fields, from milli-gauss to 8 gauss. Honeywell's Magnetic Sensors are among the most sensitive and reliable low-field sensors in the industry.

FEATURES

- 3-Axis Magnetoresistive Sensors and ASIC in a 3.0x3.0x0.9 mm LCC Surface Mount Package
- Temperature Compensated Data Output and Temperature Output
- Automatic Offset Compensation
- 12-Bit ADC Coupled with Low Noise AMR Sensors Achieves 2 milli-gauss Field Resolution
- I²C (Standard, Fast, High-Speed modes) or SPI Digital Interface
- Fast 220 Hz Maximum Output Rate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Built-in Self Test
- Low Voltage Operations (2.16 to 3.6V) and Low Power Consumption (100 μ A)
- Built-In Strap Drive Circuits
- Lead Free Package Construction
- Wide Magnetic Field Range (+/-8 Oe)
- Software and Algorithm Support Available

BENEFIT

- Small size for Highly Integrated Products. Just add a micro-controller interface, plus two external SMT Capacitors designed for high volume, cost sensitive OEM Designs. Easy to assemble & compatible with High Speed SMT Assembly
- Automatically maintains sensor's sensitivity under wide operating temperature range
- Maximizes sensor's full dynamic range and resolution
- Enables 1° to 2°degree compass heading accuracy
- High-speed interfaces for fast data communications. I²C up to 3.4 MHz and SPI up to 8.0 MHz
- Enables Pedestrian Navigation and LBS Applications
- Enables low-cost functionality test after assembly in production
- Compatible for battery powered applications
- Set/reset and offset strap drivers for degaussing, self test, and offset compensation. Eliminates sensor calibration necessary for other magnetic sensor technologies
- RoHS Compliance
- Sensors can be used in strong magnetic field environments with a 1° to 2°degree compass heading accuracy
- Compassing Heading, Hard Iron, Soft Iron, and Auto Calibration libraries available

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SPECIFICATIONS (* Tested and specified at 25°C except stated otherwise)

Characteristics	Conditions*	Min	Typ	Max	Units
-----------------	-------------	-----	-----	-----	-------

Power Supply

Supply Voltage	VDD Referenced to AGND	2.16	2.5	3.6	Volts
	VDDIO Referenced to DGND	1.71	1.8	VDD+ 0.1	Volts
Average Current Draw	Idle Mode	-	2	-	μA
	Measurement Mode (7.5 Hz ODR; No measurement average, MA1:MA0 = 00) Specified at: VDD = 2.5V, VDDIO = 1.8V	-	100	-	μA

Performance

Field Range	Full scale (FS)	-8	+8	gauss	gauss
Mag Dynamic Range	3-bit gain control	±1	±8	gauss	gauss
Sensitivity (Gain)	VDD=3.0V, GN=0 to 7, 12-bit ADC	230	1370	LSb/ gauss	LSb/ gauss
Digital Resolution	VDD=3.0V, GN=0 to 7, 1-LSb, 12-bit ADC	0.73	4.35	milli- gauss	milli- gauss
Noise Floor (Field Resolution)	VDD=3.0V, GN=0, No measurement average, Standard Deviation 100 samples (See typical performance graphs below)		2		milli- gauss
Linearity	±2.0 gauss input range		0.1		±% FS
Hysteresis	±2.0 gauss input range		±25		ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Characteristics	Conditions*	Min	Typ	Max	Units
-----------------	-------------	-----	-----	-----	-------

Performance

Cross-Axis Sensitivity	Test Conditions: Cross field = 0.5 gauss, Applied = ± 3 gauss		$\pm 0.2\%$		%FS/ gauss
Output Rate (ODR)	Continuous Measurement Mode Single Measurement Mode	0.75		220 160	Hz
Measurement Period	From receiving command to data ready		6		ms
Turn-on Time	Ready for I ² C commands Analog Circuit Ready for Measurements		200 50		μ s ms
Gain Tolerance	All gain/dynamic range settings		± 5		%
I ² C Address	8-bit read address 8-bit write address		0x3D 0x3C		hex
Clock Rate	Controlled by I ² C /SPI Master I ² C SPI			3400 8000	kHz
I ² C Hysteresis	Hysteresis of Schmitt trigger inputs on SCL and SDA - Fall (VDDIO=1.8V) Rise (VDDIO=1.8V)		0.2*V DDIO 0.8*V DDIO		Volts
Self Test	X & Y Axes		± 1.16		gauss
	Z Axis		± 1.08		
	X & Y & Z Axes (GN=5) Positive Bias X & Y & Z Axes (GN=5) Negative Bias	243 -575		575 -243	LSb

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Characteristics	Conditions*	Min	Typ	Max	Units
-----------------	-------------	-----	-----	-----	-------

Performance

Temperature Sensor Accuracy	3 σ at T > 0°C 3 σ at T = -25°C 3 σ at T = -40°C			7 11 14	°C
Sensitivity Tempco	TA = -40 to 85°C, Compensated Output Temperature Sensor On		-0.03 (3 σ =0.12)		%/°C

General

ESD Voltage	Human Body Model (all pins) Charged Device Model (all pins)			2000 750	Volts
Operating Temperature	Ambient	-30		85	°C
Storage Temperature	Ambient, unbiased	-40		125	°C
Reflow Classification	MSL 3, 260 °C Peak Temperature				
Package Size	Length and Width	2.85	3.00	3.15	mm
Package Height		0.8	0.9	1.0	mm
Package Weight			18		Mg

Absolute Maximum Ratings (* Tested at 25°C except stated otherwise)

Characteristics	Min	Max	Units
Supply Voltage VDD	-0.3	4.8	Volts
Supply Voltage VDDIO	-0.3	4.8	Volts
Reflow Classification	MSL 3, 260 C Peak Temperature		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN CONFIGURATIONS

Table 1: Pin Configurations

Pin	Name	Description
1	SCL/SPI_SCK	Serial Clock – I ² C Master/Slave Clock or SPI Serial Clock
2	VDD	Power Supply (2.16V to 3.6V)
3	NC	Not to be Connected
4	SPI_CS	Chip Select line for SPI (active low). Tie to VDDIO for I ² C Interface
5	SPI_SDO	SPI Serial Data Out
6	I ² C /~SPI	I ² C / SPI selection pin. Connect to VDD for I ² C (Also connect SPI_CS to VDDIO). Connect to GND for SPI.
7	NC	Not to be Connected
8	SETP	Set/Reset Strap Positive – S/R Capacitor (C2) Connection
9	SoC	Start of Conversion (leading edge active) Connect to Ground when this function/pad is not used in application.
10	C1	Reservoir Capacitor (C1) Connection
11	GND	Supply Ground
12	SETC	S/R Capacitor (C2) Connection – Driver Side
13	VDDIO	IO Power Supply (1.71V to VDD)
14	NC	Not to be Connected. No internal connection.
15	DRDY	Data Ready, Interrupt Pin. Internally pulled high. Optional connection. Low for >200 µsec when data are placed in the data output registers.
16	SDA/SPI_SDI	Serial Data – I ² C Master/Slave Data or SPI Serial Data In or SPI Serial Data I/O (SDI/O) for 3-wire interface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The table below shows nominal gain settings. Use the “Gain” column to convert counts to Gauss. The “Digital Resolution” column is the theoretical value in term of milli-Gauss per count (LSb) which is the inverse of the values in the “Gain” column. The effective resolution of the usable signal also depends on the noise floor of the system, i.e. Effective Resolution = Max (Digital Resolution, Noise Floor)

Choose a lower gain value (higher GN#) when total field strength causes overflow in one of the data output registers (saturation). Note that the very first measurement after a gain change maintains the same gain as the previous setting. The new gain setting is effective from the second measurement and on.

Table 2: Gain Settings

GN2	GN1	GN0	Recommended Sensor Field Range	Gain (LSb/ Gauss)	Digital Resolution (mG/LSb)	Output Range
0	0	0	± 0.88 Ga	1370	0.73	0xF800–0x07FF (-2048–2047)
0	0	1	± 1.3 Ga	1090 (default)	0.92	0xF800–0x07FF (-2048–2047)
0	1	0	± 1.9 Ga	820	1.22	0xF800–0x07FF (-2048–2047)
0	1	1	± 2.5 Ga	660	1.52	0xF800–0x07FF (-2048–2047)
1	0	0	± 4.0 Ga	440	2.27	0xF800–0x07FF (-2048–2047)
1	0	1	± 4.7 Ga	390	2.56	0xF800–0x07FF (-2048–2047)
1	1	0	± 5.6 Ga	330	3.03	0xF800–0x07FF (-2048–2047)
1	1	1	± 8.1 Ga	230	4.35	0xF800–0x07FF (-2048–2047)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I²C COMMUNICATION PROTOCOL

If selected, the HMC5983 communicates via a two-wire I²C bus system as a slave device. The HMC5983 uses a simple protocol with the interface protocol defined by the I²C bus specification, and by this document. The data rate is at the standard-mode 100kbps, 400kbps, or 3400kbps rates as defined in the I²C Bus Specifications. The bus bit format is an 8-bit Data/Address send and a 1-bit acknowledge bit. The format of the data bytes (payload) shall be case sensitive ASCII characters or binary data to the HMC5983 slave, and binary data returned. Negative binary values will be in two's complement form. The default (factory) HMC5983 8-bit slave address is 0x3C for write operations, or 0x3D for read operations.

The HMC5983 Serial Clock (SCL) and Serial Data (SDA) lines require resistive pull-ups (R_p) between the master device (usually a host microprocessor) and the HMC5983. Pull-up resistance values of about 2.2K to 10K ohms are recommended with a nominal VDDIO voltage. Other resistor values may be used as defined in the I²C Bus Specifications that can be tied to VDDIO.

The SCL and SDA lines in this bus specification may be connected to multiple devices. The bus can be a single master to multiple slaves, or it can be a multiple master configuration. All data transfers are initiated by the master device, which is responsible for generating the clock signal, and the data transfers are 8-bit long. All devices are addressed by I²C 's unique 7-bit address. After each 8-bit transfer, the master device generates a 9th clock pulse, and releases the SDA line. The receiving device (addressed slave) will pull the SDA line low to acknowledge (ACK) the successful transfer or leave the SDA high to negative acknowledge (NACK).

Per the I²C spec, all transitions in the SDA line must occur when SCL is low. This requirement leads to two unique conditions on the bus associated with the SDA transitions when SCL is high. Master device pulling the SDA line low while the SCL line is high indicates the Start (S) condition, and the Stop (P) condition is when the SDA line is pulled high while the SCL line is high. The I²C protocol also allows for the Restart condition in which the master device issues a second start condition without issuing a stop.

All bus transactions begin with the master device issuing the start sequence followed by the slave address byte. The address byte contains the slave address; the upper 7 bits (bits7-1), and the Least Significant bit (LSb). The LSb of the address byte designates if the operation is a read (LSb=1) or a write (LSb=0). At the 9th clock pulse, the receiving slave device will issue the ACK (or NACK). Following these bus events, the master will send data bytes for a write operation, or the slave will clock out data with a read operation. All bus transactions are terminated with the master issuing a stop sequence.

I²C bus control can be implemented with either hardware logic or in software. Typical hardware designs will release the SDA and SCL lines as appropriate to allow the slave device to manipulate these lines. In a software implementation, care must be taken to perform these tasks in code.



ภาคผนวก ข

Datasheet of HC-12 Wireless RF UART Communication Module



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HC-12 Wireless RF UART Communication Module

Specifications

- Long communication distance (About 1000 meters at default setting)
- Operating frequency range (433.4—473.0MHz)
- Transmit power (max: 20dBm)
- Power supply voltage (DC 3.2V ~5.5V)

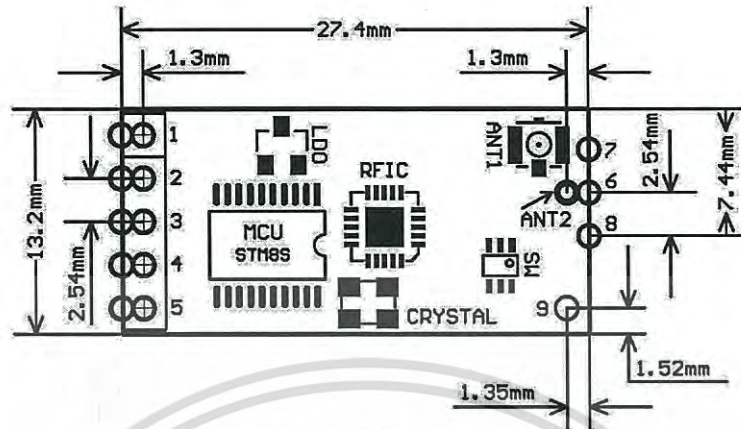
Product introduction

HC-12 wireless RF UART communication module is a new generation of multichannel embedded wireless data transmission module. Radio frequency of 433.4 - 473.0MHz, can be setting communication channel, step is 400kHz, a total of 100 channel. The module maximum transmit power is 100mW (20dBm), and -116dBm receiver sensitivity air of the 5000bps baud rate, communication distance about 500 meters.

The module adopts a stamp hole encapsulation method, which can be welded. The module size is 27.4mm*13.2mm*4mm (including antenna seat, not including the spring antenna), which is convenient for the customer to be embedded in the application system. The module has a PCB antenna seat ANT1, users can use the coaxial cable, the use of 433MHz band external antenna. The module also has antenna welding hole ANT2, convenient user welded spring antenna. The user can choose one kind of antenna according to the request.

The module contains MCU, users do not need to program in addition, just send and receive UART data. The module uses a variety of UART transmission mode, the user can choose according to the requirements of the use of AT command. The four UART modes of FU1, FU2, FU3, FU4, the average operating current is 3.6mA, 80μA, 16mA and 16mA, the maximum operating current is 100mA (full power transmit state).

Product size



Pin definition

The HC-12 module consists of 9 pins and a RF antenna block ANT1, which is defined as the following table:

Pin	Definition	I/O	Explain
1	VCC		Power pin, the requirements of 3.2V to 5.5V DC power supply, the supply current is not less than 200mA. (Note: If the module is to work for a long time in the transmit state, it is recommended that the power supply voltage of more than 4.5V when connected to a 1N4007 diode, to avoid the module built-in LDO fever.)
2	GND		Ground
3	RXD	input, with pull up resistor to internal power supply	UART input, 3.3V TTL level, internal 1K resistor in series
4	TXD	Output, with pull up resistor to external VCC	UART output, 3.3V TTL level, internal 1K resistor in series

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin	Definition	I/O	Explain
5	SET	input, internal 10K pull up resistor	Parameter setting pin, the low level is effective, internal 1K resistor in series
6	ANT	RF input/output	433MHz antenna pin
7	GND		Ground
8	GND		Ground
9	NC		NC
ANT1	ANT	RF input/output	IPEX20279-001E-03 antenna seat
ANT2	ANT	RF input/output	433MHz spring antenna welding hole

Pin1- 6 have two pads each, by the outside of the half hole pad for the patch welding. Pin 6 on the inside of the pad ANT2 for module chip welding, you can hand welding spring antenna. Pin 1-5 by hole inside the pads used for welding 2.54mm row spacing, can be plugged directly into the user PCB row seat

The four kinds of UART transmission mode

HC-12 module UART transmission mode default is FU3. At this point, the module works at full speed, the idle current is about 16mA. In this mode, the wireless transmission module will automatically adjust the air baud rate according to the baud rate of UART baud rate, the corresponding relations are shown in the following table:

UART baud rate	1200 bps	2400 bps	4800 bps	9600 bps	19200 bps	38400 bps	57600 bps	115200 bps
Air baud rate	5000bps		15000bps		58000bps		236000bps	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

In order to make the communication distance as far as possible, can be set to low UART baud rate. If it is short time to transfer large amounts of data, the UART baud rate for high baud rate, at the expense of communication distance.

The receiving sensitivity of different air conditions the baud rate module as shown in the following table:

Air baud rate	500bps	5000bps	15000bps	58000bps	236000bps/250000bps
Receiving sensitivity	-124dBm	-116dBm	-111dBm	-106dBm	-100dBm

Generally, the reception sensitivity decreases by 6~10 dB, and the communication distance is reduced by half.

In the module "SET" pin is low level, you can set the UART transmission mode through the AT command (see the introduction of the following chapters).

FU1 mode is more power saving mode, at this time, the idle work current of the module is about 3.6mA. This mode can also set up 8 kinds UART baud rate is shown in the table above, but the air uniform 250000bps baud rate, short communication distance.

FU2 mode is power saving mode, at this time the module idle work current is about 80 μ A. This mode module supports only 1200 bps, 2400 bps and 4800 bps UART baud rate, air baud rate is uniform 250000bps, short communication distance. At the same time, in the FU1 and FU3 mode set to FU2 mode, more than 4800 UART baud rate will be automatically reduced to 4800 bps. FU2 mode, only the transfer of a small amount of data (each packet within 20 bytes), packet transmission time interval can not be too short (preferably in more than 2 seconds), otherwise it will result in data loss.

FU4 mode for ultra long distance communication mode, the UART baud rate is fixed at 1200 bps, the air baud rate is 500bps. From the other mode to FU4, the serial baud rate will be automatically converted to 1200bps. In this mode, only a small amount of data is transferred (each packet is within 60 bytes), the packet transmission time interval can not be too short (preferably in more than 2 seconds), otherwise it will result in data loss.

Here are some of the characteristics of the reference value of a variety of modes:

mode	FU1	FU2	FU3	FU4	note
idle work current	3.6mA	80 μ A	16mA	16mA	average value
transfer delay	15~25ms	500ms	4~80ms	1s	Send 1 bytes
loop delay measurement 1	31ms				The UART baud rate of 9600, Send 1 bytes
loop delay measurement 2	31ms				The UART baud rate of 9600, Send 10 bytes

Note: the test loop delay is short circuit the module of the TX and RX pins, sending UART data to another module, sending UART data to another module of TX pin for this period of time to return to the data from the beginning.

Module parameter setting AT command

AT command is used to set the parameters of the module and switch the function of the module. At the same time, the parameters and functions of the modification, power off will not be lost.

(1) To enter into the AT command mode

The first entry way - the normal use (already on the power), the fifth pin "SET" set the low level.

Second entry way - power off, the fifth pin "SET" connect to ground (low level), then power on.

These two ways can make the module into the AT command mode, release ("SET" pin is not connected to the low level) then exit the command mode. After exiting the AT command mode, if you change the function of the module, you will be cut to the corresponding functional status.

Second ways to fix the 9600, N, 1 of the UART format into the command mode.

Note: after the withdrawal of the AT command mode, the module is in a reset state, at least wait for 200ms before entering the AT command mode again, otherwise the module may into the AT command mode in second way

(2) Command explain

2.1) AT

Test command

Example:

Send the module command "AT", module returns "OK".

2.2) AT+Bxxxx

Change the UART baud rate command. Can set the baud rate of 1200bps, 2400bps, 4800bps, 9600bps, 19200bps, 38400bps, 57600bps and 115200bps. Factory defaults to 9600bps. Example: Setting module UART baud rate is 19200bps, please send the module command "AT+B19200", module returns "OK+B19200".

2.3) AT+Cxxx

Change the channel of the wireless communication, from 001 to 127 (more than 100 after the wireless channel, communication distance is not guaranteed). The default value of the wireless channel is 001, and the working frequency is 433.4MHz. The step of the channel is 400KHz, the frequency of channel 100 is 473.0MHz.

Example:

Set the module to work to channel 21, please send the module command "AT+C021", the module returns "OK+C021". After exiting the AT command mode, the module works in the channel 21, and the operating frequency is 441.4 MHz.

Note: due to the wireless receiver sensitivity of HC-12 module is relatively high, when the UART baud rate is greater than 9600 bps, must be staggered 5

adjacent channels to use. When the UART baud rate is less than 9600 bps, if the short distance (10 meters) communication, also need to stagger 5 adjacent channels.

2.4) AT+FUx

Change module UART transmission mode, there are FU1, FU2, FU3 and FU4 four modes. Module default mode is FU3, the UART transmission mode of the two module must be set to the same as the normal communication. Please see the above "wireless UART transmission" section of the introduction.

Example:

Send the module command "AT+FU1", the module returns "OK+FU1".

2.5) AT+Px

Set the transmit power level of the module, the x is 1-8, the module corresponding transmit power is as follows:

x value	1	2	3	4	5	6	7	8
transmit power (dBm)	-1	2	5	8	11	14	17	20

Default setting is 8, the transmit power is the biggest, the communication distance is the most distant. In general, the transmit power per drop 6~10dB, communication distance will be reduced by half.

Example:

Send the module command "AT+P5", the module returns "OK+P5".

After exiting the AT command mode, the module transmit power is +11dBm.

2.6) AT+Ry

Acquisition module of the individual parameters. y for B, C, F, P in any of the letters, respectively: baud rate, communication channel, transmission mode, transmit power.

Example 1:

Send the module command "AT+RB", if the module returns "OK+B9600", then the UART baud rate is 9600bps.

Example 2:

Send the module command "AT+RC", if the module returns "OK+RC001", then the communication channel is 001.

Example 3:

Send the module command "AT+RF", if the module returns "OK+FU3", then check the module to work in the UART transmission mode 3.

Example 4:

Send the module command "AT+RP", if the module returns "OK+RP:+20 dBm", then the module's transmit power is +20dBm.

2.7) AT+RX

Get all parameters of the module. In order to return to the UART transmission mode, UART baud rate, communication channel, transmit power and other information.

Example:

Send the module command "AT+RX", the module returns "OK+FU3 \r\n OK+B9600 \r\n OK+C001 \r\n OK+RP: +20 dBm \r\n . (" \r\n " is CRLF)

2.8) AT+Uxxx

Set the data bits, parity bits and stop bits of UART communication. In the parity check bit, N represents the non parity check, O represents the odd parity check, E represents the even parity check. Stop, 1 on behalf of the 1 stop bit, 2 on behalf of the 2 stop, 3 on behalf of the 1.5 stop bit.

Example:

To set the UART communication format to 8 data bits, odd parity, 1 stop bit, please send the module command "AT+U8O1", the module returns "OK+U8O1".

2.9) AT+V

Query module firmware version information, return the official website address and firmware version.

Example:

Send the module command "AT+V", the module returns " www.hc01.com HC-12_V2.4 ".

2.10) AT+SLEEP

After receiving the command, the module enters the sleep mode when exiting AT command mode, the operating current is about 22 μ A, and the module can not carry on the UART data transmission. Once again into the AT command mode state, the module automatically exit the sleep mode.

Example:

When no wireless data transmission, in order to save energy, you can send the module command "AT+SLEEP", the module returns "OK+SLEEP".

2.11) AT+DEFAULT

The UART baud rate, UART communication channel, transmission mode restore factory default.

Example:

Send the module command "AT+DEFAULT", the module returns "OK+DEFAULT", restore the factory default value. The UART baud rate of 9600bps, C001, UART communication channel for the transmission mode is FU3, transmit power is +20dBm.