ระบบบ้านอัจฉริยะบนพื้นฐานของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

SMART HOME SYSTEM BASED ON INTERNET OF THINGS

ภาณุพงศ์ อังคสุวรรณ
Panupong Angkasuwan

ศุภกฤต นิลเกษร
Supagrit Ninkaesorn

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2560

ระบบบ้านอัจฉริยะบนพื้นฐานของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

SMART HOME SYSTEM BASED ON INTERNET OF THINGS

โดย

ภาณุพงศ์ อังคสุวรรณ

ศุภกฤต นิลเกษร

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2560

สาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบบ้านอัจฉริยะบนพื้นฐานของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

Smart home system based on Internet of Things

ผู้จัดทำ นายภาณุพงศ์ อังคสุวรรณ รหัสประจำตัว 57010974

นายศุภกฤต นิลเกษร รหัสประจำตัว 57011256

ปริญญานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

(รศ.ดร.สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบบ้านอัจฉริยะบนพื้นฐานของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง	
นักศึกษา	นายภาณุพงศ์ อังคสุวรรณ	รหัสประจำตัว 57010974
	นายศุภกฤต นิลเกษร	รหัสประจำตัว 57011256
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
ภาควิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	
ปีการศึกษา	2560	
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	รศ.ดร.สุรพันธุ์ เอี้อไพบูลย์	

บทคัดย่อ

อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเป็นเครือข่ายของอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย ทำให้อุปกรณ์เหล่านั้นสามารถเก็บบันทึก แลกเปลี่ยนข้อมูล และสามารถนำข้อมูลที่บันทึกไว้มาวิเคราะห์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในด้านอื่น ๆ ได้ เช่น ระบบรักษาความปลอดภัย ระบบควบคุมอัตโนมัติ เป็นต้น ซึ่งในอนาคตอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งจะมีบทบาทมากขึ้นในชีวิตประจำวัน โครงงานนี้จัดทำขึ้นเพื่อออกแบบและพัฒนาระบบบ้านอัจฉริยะบนพื้นฐานของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งให้สามารถนำมาใช้งานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยออกแบบวิธีการเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และสามารถควบคุมอุปกรณ์ผ่านเครือข่ายภายในบ้านและเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Smart home system based on Internet of Things	
Student	Mr. Panupong Angkasuwan	Student ID 57010974
	Mr. Supagrit Ninkaesorn	Student ID 57011256
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Electronics Engineering	
Year	2017	
Project Adviser	Assoc. Dr. Surapan Airphaiboon	

ABSTRACT

Internet of Things is the network of devices which enable these devices to collect and exchange data in the network system. Furthermore, these data can be analyzed and adapted for other propose such as security system and automatic control system. In the future, Internet of Things will change the ways we live and work. This project has made for designed and developed the Smart home system based on Internet of Things to use efficiently. By design the connection between devices and network, also control these devices by using home network and internet network.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้จะมิอาจสำเร็จลุล่วงได้ตามวัตถุประสงค์ หากมิได้รับการอุปการคุณจาก รศ. ดร.สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์ อาจารย์ผู้ให้คำปรึกษาที่ดี และช่วยหาทางออกเมื่อเกิดปัญหาในการทำปริญญานิพนธ์มาตลอด ปริญญานิพนธ์นี้ทำให้ได้รับประสบการณ์มากมาย ทั้งการออกแบบ การทดลอง และการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ทั้งนี้ต้องขอขอบคุณทั้งอาจารย์ท่านอื่น ๆ และรุ่นพี่และเพื่อนๆที่ยอมเสียสละเวลามาคอยแนะนำและช่วยเหลือจนทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี

กลุ่มของข้าพเจ้ามีความซาบซึ้งใจ และปิติยินดีที่ได้รับการช่วยเหลือจากทุก ๆ คนหากมีการผิดพลาดประการใด้ ต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ภาณุพงศ์ อังคสุวรรณ

ศุภกฤต นิลเกษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญรูปภาพ VI
สารบัญตาราง VIII
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 1
1.3 สมมติฐานของการศึกษา 2
1.4 ขอบเขตการศึกษา 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.6 แผนการดำเนินงาน 3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง 4
2.2 Raspberry Pi 5
2.3 เครือข่ายกลุ่มเมฆ 7
2.4 NodeMCU 8
2.4.1 NodeMCU Development Kit 9
2.4.2 คุณสมบัติของ NodeMCU Development Kit 10
2.5 เซ็นเซอร์ 10
2.5.1 เซ็นเซอร์ชนิดใช้แสง 10
2.5.2 เซ็นเซอร์ชนิดใช้อุณหภูมิ 11
2.5.3 เซ็นเซอร์การไหล 12
2.5.4 เซ็นเซอร์โดยอาศัยการสะท้อน 12
2.5.5 เซ็นเซอร์โดยใช้ความสั่นสะเทือน 12
2.5.6 เซ็นเซอร์แบบฮอลล์ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6 เซ็นเซอร์ชนิดใช้แสง 13
2.7 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น 15
2.8 Radio Frequency Identification (RFID) 16
บทที่ 3 การออกแบบระบบบ้านอัจฉริยะ 18
3.1 การออกแบบระบบเครือข่าย 20
3.2 การเลือกอุปกรณ์ (Hardware) 21
3.2.1 Sonoff - WiFi Wireless Smart Switch 21
3.2.2 Raspberry Pi 3 22
3.2.3 tp-link Archer C20 - AC750 Wireless Dual Band Router 22
3.2.4 NodeMCU และเซ็นเซอร์ 23
3.3 การออกแบบระบบ (Software) 23
3.3.1 การแฟลชเฟิร์มแวร์ของ Sonoff - WiFi Wireless Smart Switch 23
3.3.2 Node-RED 25
3.3.3 การตั้งค่าเราเตอร์ 27
3.3.4 การแฟลชเฟิร์มแวร์ของ NodeMCU 28
3.4 ระบบคลาวด์ 29
บทที่ 4 ขั้นตอนการทดลองและผลการทดลอง 30
4.1 ขั้นตอนการทดลอง 30
4.2 ผลการทดลอง 30
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 38
5.1 สรุปผลการทดลอง 38
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ 38
เอกสารอ้างอิง 39
ภาคผนวก ก 40
ภาคผนวก ข 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 ภาพรวมของ Internet of thing	5
2.2 บอร์ด Raspberry Pi 3 Model B	5
2.3 ภาพรวมของระบบเครือข่ายกลุ่มเมฆ	7
2.4 ESP8266 (ESP-01)	8
2.5 NodeMCU Devkit 0.9 (ESP-12) Version 1	9
2.6 NodeMCU Devkit 1.0 (ESP-12E) Version 2	9
2.7 LDR	13
2.8 Photo diode	14
2.9 Photo Transistors	14
2.10 IR Sensor	15
2.11 Reflective Optical Sensor	15
2.12 Temperature & Humidity Sensor (DHT11)	16
2.13 RFID Card Reader & Detector Module	17
3.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบ	19
3.2 การเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่าย	20
3.3 Sonoff - WiFi Wireless Smart Switch	21
3.4 Raspberry Pi 3	22
3.5 tp-link Archer C20 - AC750 Wireless Dual Band Router	22
3.6 NodeMCU	23
3.7 การตั้งค่า Config ต่าง ๆ ของ ESPEasy	24
3.8 การตั้งค่า Rule ต่าง ๆ ของ ESPEasy	25
3.9 Flow-Based Programming ของ Node-RED	26
3.10 User Interface ที่สร้างโดย Node-RED	26
3.11 การตั้งค่า Address Reservation	27
3.12 การตั้งค่าสำหรับการ Forward port	27
3.13 การตั้งค่า DDNS	28
3.14 การแฟลชเฟิร์มแวร์ผ่าน Arduino IDE	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.15 ThingSpeak	29
3.16 Channel Stats ของ ThingSpeak	29
4.1 บล็อกไดอะแกรมของวิธีการส่งและรับข้อมูลรูปแบบที่ 1	30
4.2 บล็อกไดอะแกรมของวิธีการส่งและรับข้อมูลรูปแบบที่ 2	31
4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสว่างและเวลา	33
4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลา	33
4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลา	34
4.6 หน้าต่างยูสเซอร์อินเตอร์เฟส	35
4.7 หน้าต่างยูสเซอร์อินเตอร์เฟส	36
4.8 การใช้งานปุ่มสวิตช์ในยูสเซอร์อินเตอร์เฟส	36
4.9 การใช้งานกล้องในยูสเซอร์อินเตอร์เฟส	36
4.10 การใช้งานรีโมทในยูสเซอร์อินเตอร์เฟส	37
4.11 การใช้งาน RFID ในยูสเซอร์อินเตอร์เฟส	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แผนการดำเนินงานของปริญญานิพนธ์ 3

2.1 คุณสมบัติของบอร์ด Raspberry Pi 6

4.1 ตารางแสดงข้อมูลของเซ็นเซอร์ชนิดต่าง ๆ ในแต่ละช่วงเวลา 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การเชื่อมต่อด้วยระบบไร้สาย การรับส่งข้อมูลและการสั่งการผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต รวมไปถึงการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ทำให้เกิดเทคโนโลยีที่จะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถรับรู้สิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่นั้นได้ และยังสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านอื่น ๆ ได้เช่น ระบบรักษาความปลอดภัย ระบบควบคุมอัตโนมัติ เป็นต้น ปริญญานิพนธ์นี้เป็นปริญญานิพนธ์ที่ศึกษาหลักการและการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อสร้างระบบบ้านอัจฉริยะขึ้นมาให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาการใช้งานของ Raspberry Pi รวมไปถึงการใช้งานซอฟต์แวร์และการตั้งค่าภายในตัวของ Raspberry Pi

1.2.2 เพื่อศึกษาการใช้งานเซ็นเซอร์ และการตั้งค่าต่าง ๆ ภายในตัวอุปกรณ์รวมไปถึงการป้อนคำสั่งการทำงาน เพื่อให้สามารถรับส่งข้อมูลได้ผ่านระบบเครือข่ายได้

1.2.3 เพื่อศึกษาการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์และสั่งการตัวอุปกรณ์ให้สามารถส่งข้อมูลเข้าสู่เครือข่ายกลุ่มเมฆได้

1.2.4 เพื่อศึกษาการสร้างเครือข่ายกลุ่มเมฆและการสร้างกราฟจากข้อมูลที่อยู่ในเครือข่ายกลุ่มเมฆ

1.2.5 เพื่อศึกษาการใช้งานเซ็นเซอร์ชนิดต่าง ๆ ให้สามารถรับรู้ค่าและนำไปประมวลผลได้

1.2.6 เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ซอฟต์แวร์ชื่อ Arduino IDE

1.2.7 เพื่อศึกษาการใช้งานโปรแกรม Node-RED รวมไปถึงการสร้าง UI ให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น

1.2.8 เพื่อศึกษาการตั้งค่าโมเด็มเราเตอร์ให้สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าหากันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

การออกแบบเครือข่ายการเชื่อมต่อไร้สายของอุปกรณ์ทำให้สามารถรับส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมไปถึงการนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์แล้วนำไปประยุกต์ใช้งาน โดยการเลือกใช้เซ็นเซอร์เพื่อวัดค่าทางกายภาพต่าง ๆ ตามสภาพภายนอกจริงทำให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายๆด้านในอนาคต

1.4 ขอบเขตการศึกษา

ทำการออกแบบระบบเครือข่ายโดยให้ Raspberry Pi เป็นตัวประมวลผลกลาง สามารถรับส่งข้อมูลไปมาระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ และใช้เซ็นเซอร์ในการรับรู้ข้อมูลทางกายภาพ นำไปประมวลผลแล้วส่งข้อมูลที่ประมวลได้ไปยังเครือข่ายกลุ่มเมฆ และสามารถสร้างกราฟที่ได้จากข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ได้ต่อไป

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ระบบเครือข่ายที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ

1.5.2 เรียนรู้การใช้งาน Raspberry Pi รวมไปถึงการติดตั้ง OS ให้กับ Raspberry Pi

1.5.3 เรียนรู้การทำงานของเซ็นเซอร์และสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.5.4 เรียนรู้การเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งการไมโครคอนโทรลเลอร์ให้สามารถรับส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายได้

1.5.5 เรียนรู้การใช้งานเซ็นเซอร์และสามารถส่งค่าไปวิเคราะห์ผลรวมไปถึงการแสดงกราฟให้สามารถเข้าใจได้ง่าย

1.5.6 เรียนการใช้โปรแกรม Node-Red ให้สามารถสั่งการอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยใช้ Raspberry Pi ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.5.7 เรียนรู้การตั้งค่าโมเด็มเราเตอร์ให้สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันและสามารถรับส่งข้อมูลในแต่อุปกรณ์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานของปริญญานิพนธ์

หัวข้อ	พ.ศ.2561			
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1.กำหนดหัวข้อปริญญานิพนธ์	← →			
2.ศึกษาเนื้อหาปริญญานิพนธ์	← →			
3.ทำชิ้นงาน	←	→		
4.ทดสอบและพัฒนาชิ้นงาน		←	→	
5.แก้ไขชิ้นงานและเอกสาร			← →	
6.ทำ Power Point และ Present			←	→

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง หรือ Internet of Thing (IoT) หมายถึง เครือข่ายของวัตถุ อุปกรณ์ พาหนะ สิ่งปลูกสร้าง และสิ่งของอื่น ๆ ที่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซอฟต์แวร์ เซ็นเซอร์ และการเชื่อมต่อกับเครือข่าย ฝังตัวอยู่ และทำให้วัตถุเหล่านั้นสามารถเก็บบันทึกและแลกเปลี่ยนข้อมูลได้ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งจึงทำให้วัตถุสามารถรับรู้สภาพแวดล้อมและสามารถถูกควบคุมได้จากระยะไกลผ่านเครือข่ายที่มีอยู่แล้ว

"สรรพสิ่ง" ในความหมายของ IoT สามารถหมายถึงอุปกรณ์ที่แตกต่างหลากหลาย เช่น อุปกรณ์วัดอัตราหัวใจแบบฝังในร่างกาย แท็กไบโอชิปที่ติดกับปศุสัตว์ ยานยนต์ที่มีเซ็นเซอร์ในตัว อุปกรณ์วิเคราะห์ดีเอ็นเอในสิ่งแวดล้อมหรืออาหาร หรืออุปกรณ์ภาคสนามที่ช่วยในการทำงานของนักผจญเพลิงในภารกิจค้นหาและช่วยเหลือ อุปกรณ์เหล่านี้จะจัดเก็บข้อมูลที่เป็นประโยชน์ด้วยการใช้เทคโนโลยีหลากหลายชนิดและจากส่งต่อข้อมูลระหว่างอุปกรณ์อื่น ๆ โดยอัตโนมัติ ตัวอย่างในตลาดขณะนี้ เช่น เทอร์โมสตัทอัจฉริยะ และเครื่องซักผ้า-อบผ้าที่ต่อกับเครือข่าย Wi-Fi เพื่อให้สามารถดูสถานะจากระยะไกลได้

เทคโนโลยี IoT มีความจำเป็นต้องทำงานร่วมกับอุปกรณ์ประเภท RFID และเซ็นเซอร์ซึ่งเปรียบเสมือนการเติมสมองให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ขาดไม่คือการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต เพื่อให้อุปกรณ์สามารถรับส่งข้อมูลถึงกันได้ เทคโนโลยี IoT มีประโยชน์ในหลายด้าน ซึ่งมาพร้อมกับความเสี่ยง เพราะหากระบบรักษาความปลอดภัยของอุปกรณ์ และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไม่ดีพอ ก็อาจทำให้มีผู้ประสงค์ร้ายเข้ามาขโมยข้อมูลหรือละเมิดความเป็นส่วนตัวของเราได้ ดังนั้นการพัฒนา IoT จึงจำเป็นต้องพัฒนามาตรการ และระบบรักษาความปลอดภัยไอทีควบคู่กันไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 ภาพรวมของ Internet of thing

2.2 Raspberry Pi

Raspberry Pi คือบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำปริญญานิพนธ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรม หรือเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็ก ไม่ว่าจะเป็นการทำงานสเปรดชีท เวิร์ดโปรเซสซิ่ง ท่องอินเทอร์เน็ต ส่งอีเมล หรือเล่นเกมส์ อีกทั้งยังสามารถเล่นไฟล์วีดีโอความละเอียดสูง (High-Definition) ได้อีกด้วย

บอร์ด Raspberry Pi รองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Operating System) ได้หลายระบบ เช่น Raspbian (Debian), Pidora (Fedora) และ Arch Linux เป็นต้น โดยติดตั้งบน SD การ์ด บอร์ด Raspberry Pi นี้ถูกออกแบบมาให้มี CPU, GPU และ RAM อยู่ภายในชิปเดียวกัน มีจุดเชื่อมต่อ GPIO ให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ได้อีกด้วย

รูปที่ 2.2 บอร์ด Raspberry Pi 3 Model B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของบอร์ด Raspberry Pi

บอร์ด Raspberry Pi ปัจจุบันมีด้วยกัน 2 โมเดล คือ โมเดล A และ โมเดล B ซึ่งทั้ง 2 โมเดลมีคุณสมบัติทางเทคนิคที่ใกล้เคียงกัน แตกต่างกันเพียงบางส่วน รายละเอียดดังตาราง

	Model A	Model B
System on a chip (SoC)	Broadcom BCM2835 (CPU, GPU, DSP, SDRAMandSingle USB Port)	
CPU	700MHz ARM1176JZF-S core (ARM11 family, ARMv6 instruction set)	
GPU	Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz OpenGL ES 2.0 (24 GFLOPS) MPEG-2 and VC-1, 1080p 30 h.264/MPEG-4 AVC high-profile decoder andencoder	
Memory (SDRAM)	256 MB (Shared with GPU)	512 MB (Shared with GPU)
USB 2.0 Ports	1 (direct form BCM2835)	2 (via the build in integrated 3-port USB hub)
Video Input	A CSI input connector allows for the connection of RPF designed camera module (ออกแบบมาให้เชื่อมต่อกับ Raspberry Pi Camera Module โดยเฉพาะ)	
Video Outputs	Composite RCA (PAL and NTSC), HDMI (rev 1.3 & 1.4), raw LCD Panels via DSI 14 HDMI resolutions from 640x350 to 1920x1200 plus various PAL and NTSC standards. (มีทั้งสองแบบ คือ แบบ RCA และแบบ HDMI)	
Audio Outputs	3.5 mm jack, HDMI, and as of revision 2 boards, I2S audio (also potentially for audio input)	
Onboard storage	SD/ MMC/ SDIO card slot (3.3V card power support only)	
Onboard network	None	10/100 Ethernet (8P8C) USB adapter on the third port of the USB hub
Low-level peripheralsLow-level peripherals	8 x GPIO, UART, I2C Bus, SPI Bus with two chip selects, I2S audio +3.3V, +5V, Ground	
Power ratings	300 mA (1.5 W)	700 mA (3.5 W)
Power source	5 Volt via Micro USB or GPIO header	
Size	85.60 mm x 53. Mm (3.370 inch x 2.125 inch)	
Weight	45 g. (1.6 oz.)	

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของบอร์ด Raspberry Pi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เครือข่ายกลุ่มเมฆ

สถาบันมาตรฐานและเทคโนโลยีแห่งชาติของสหรัฐอเมริกาให้คำจำกัดความ "คลาวด์ (Cloud)" ว่า มันเป็นอุปลักษณ์ จากคำในภาษาอังกฤษที่แปลว่า เมฆ กล่าวถึงอินเทอร์เน็ตโดยรวม ในรูปของโครงสร้างพื้นฐาน (เหมือนระบบไฟฟ้า ประปา) ที่พร้อมให้บริการกับผู้ใช้งานเมื่อมีความต้องการใช้ ผู้ให้บริการการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆส่วนใหญ่ จะให้บริการในลักษณะของเว็บแอปพลิเคชัน โดยให้ผู้ใช้ทำงานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ขณะเดียวกันซอฟต์แวร์และข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บไว้บนเซิร์ฟเวอร์ของผู้ให้บริการ

การประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud computing) เป็นลักษณะของการทำงานของผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์ผ่านอินเทอร์เน็ต ที่ให้บริการใดบริการหนึ่งกับผู้ใช้ โดยผู้ให้บริการจะแบ่งปันทรัพยากรให้กับผู้ต้องการใช้งานนั้น การประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เป็นลักษณะที่พัฒนาขึ้นต่อมาจากความคิดและบริการของเวอร์ชัวไลเซชันและเว็บเซอร์วิซ โดยผู้ใช้งานนั้นไม่จำเป็นต้องมีความรู้ในเชิงเทคนิคสำหรับตัวพื้นฐานการทำงานนั้น

การประมวลผลแบบกลุ่มเมฆนั้น ถูกอธิบายถึงโมเดลรูปแบบใหม่ของเทคโนโลยีสารสนเทศในการใช้งานบนอินเทอร์เน็ตที่เน้นการขยายตัวได้อย่างยืดหยุ่น สามารถที่จะปรับขนาดได้ตามความต้องการของผู้ใช้ และมีการจัดสรรทรัพยากร โดยเน้นการทำงานระยะไกลอย่างง่าย ที่ใช้อินเทอร์เน็ตเป็นโครงสร้างพื้นฐาน

รูปที่ 2.3 ภาพรวมของระบบเครือข่ายกลุ่มเมฆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 NodeMCU

หัวข้อที่กำลังเป็นที่พูดถึงกันอย่างมาก ณ ตอนนี้ คงหนีไม่พ้นเรื่องของ Internet of Things (IoT) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ในอนาคต อุปกรณ์ต่าง ๆ บนโลกจะสามารถเชื่อมโยงและติดต่อสื่อสารกันผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ เช่น Smart Home ที่สามารถควบคุมการเปิดปิดไฟ ภายในบ้านผ่านอินเตอร์เน็ตได้ รวมถึงอุปกรณ์ Wearable อย่างเช่น Google Glass หรือ Smart Watch ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยี Internet of Things เช่นกัน ซึ่งจะเห็นได้ชัดว่าอินเทอร์เน็ตทุกวันนี้ถือได้ว่าเป็นส่วนสำคัญในชีวิตอย่างหนึ่งก็เป็นได้ และมันก็จะค่อยๆเข้ามามีบทบาทในชีวิตของเรามากขึ้นเรื่อย ๆ อีกด้วย

NodeMCU คือ แพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสร้างโปรเจค Internet of Things (IoT) ที่ประกอบไปด้วย Development Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware (Software บนบอร์ด) ที่เป็น open source สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Lau ได้ ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น มาพร้อมกับโมดูล WiFi (ESP8266) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตนั่นเอง ตัวโมดูล ESP8266 นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายรุ่นมาก ตั้งแต่เวอร์ชั่นแรกที่เป็น ESP-01 ไล่ไปเรื่อย ๆ จนปัจจุบันมีถึง ESP-12 แล้ว และที่ฝังอยู่ใน NodeMCU version แรกนั้นก็เป็น ESP-12 แต่ใน version2 นั้นจะใช้เป็น ESP-12E แทน ซึ่งการใช้งานโดยรวมก็ไม่แตกต่างกันมากนัก NodeMCU นั้นมีลักษณะคล้ายกับ Arduino ตรงที่มีพอร์ต Input Output ให้มาในตัว สามารถเขียนโปรแกรมคอนโทรลอุปกรณ์ I/O ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่นๆ และเมื่อไม่นานมานี้ก็มีนักพัฒนาที่สามารถทำให้ Arduino IDE ใช้งานร่วมกับ Node MCU ได้ จึงทำให้ใช้ภาษา C/C++ ในการเขียนโปรแกรมได้ ทำให้เราสามารถใช้งานมันได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น NodeMCU ตัวนี้สามารถทำอะไรได้หลายอย่างมากโดยเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ IoT ไม่ว่าจะเป็นการทำ Web Server ขนาดเล็ก การควบคุมการเปิดปิดไฟผ่าน WiFi และอื่นๆอีกมากมาย

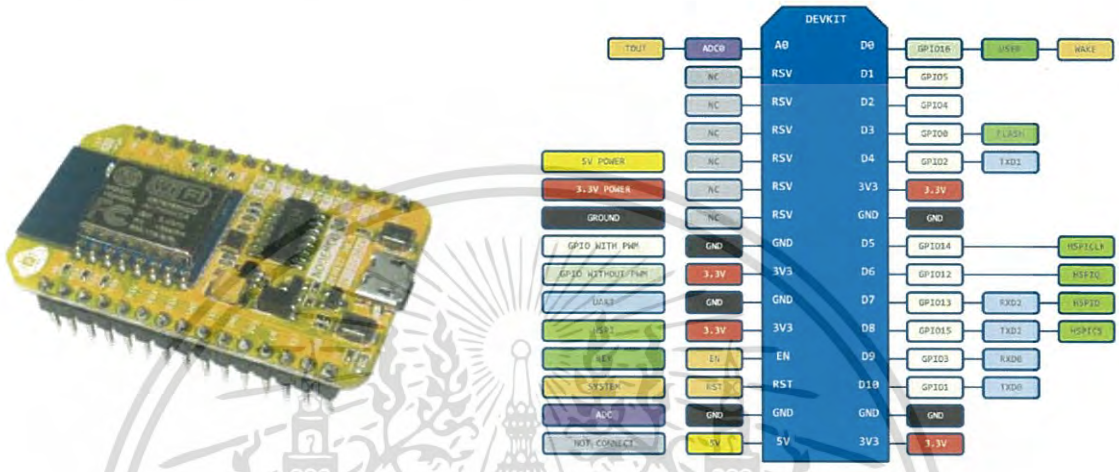
รูปที่ 2.4 ESP8266 (ESP-01)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 NodeMCU Development Kit

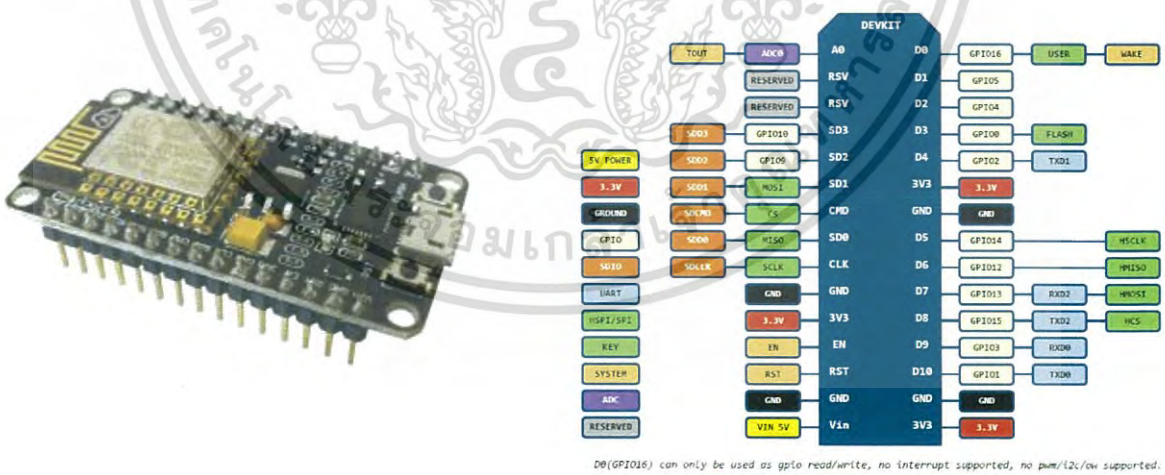
ชุดพัฒนาบอร์ด NodeMCU หรือเรียกสั้น ๆ ว่า NodeMCU DevKit ปัจจุบันมีอยู่ 2 เวอร์ชั่นด้วยกัน

- NodeMCU Devkit 0.9 (ESP-12) Version 1



รูปที่ 2.5 NodeMCU Devkit 0.9 (ESP-12) Version 1

- NodeMCU Devkit 1.0 (ESP-12E) Version 2



รูปที่ 2.6 NodeMCU Devkit 1.0 (ESP-12E) Version 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 คุณสมบัติของ NodeMCU Development Kit โดยรวมของบอร์ดชุดพัฒนา NodeMCU มีคุณสมบัติที่เหมือนกันดังนี้

- ชุดพัฒนาบอร์ด NodeMCU นี้ มีโมดูล โมดูลWiFi ที่ชื่อ ESP8266
- มี Port GPIO, PWM, I2C, 1-Wire และ ADC รวมมาอยู่บนบอร์ดเดียวทำให้สะดวกในการใช้งาน
- มี USB to TTL มาในตัว ไม่ต้องซื้อแยกเหมือนกับการใช้ ESP8266 ปกติ ทำให้ใช้งานได้สะดวกขึ้น
- มีขา GPIO 10 ขา ทุกๆขาสามารถเป็น PWM, I2C และ 1-Wire ได้
- มี PCB antenna สำหรับรับส่งสัญญาณไร้สาย
- ใช้ Micro-USB สำหรับจ่ายแรงดันไฟเลี้ยงหรือเท่ากับ +5V และสำหรับดาวน์โหลดเฟิร์มแวร์
- สามารถเขียนคำสั่งโดยใช้ภาษา C, C++ ผ่านโปรแกรม Arduino IDE ได้

2.5 เซ็นเซอร์ (Sensor)

เซ็นเซอร์หรือที่เรียกกันว่า เซ็นเซอร์ คือ อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณหรืองปริมาณทางฟิสิกส์ต่างๆ เช่น อุณหภูมิ เสียง แสง การสัมผัส เป็นต้น เพื่อนำมาใช้ ปัจจุบันมีการนำระบบเซ็นเซอร์ มาใช้ในหลายรูปแบบ ซึ่งเรามักพบคุณสมบัติเหล่านี้ได้กับโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน

เซ็นเซอร์ถูกใช้ในอย่างแพร่หลายในประจำวัน เช่นปุ่มกดลิฟท์แบบไวต่อการสัมผัส(เซ็นเซอร์สัมผัส) และโคมไฟที่สลัวหรือสว่างขึ้นโดยการสัมผัสที่ฐาน นอกจากนี้ยังมีการใช้งานเซ็นเซอร์นับไม่ถ้วนที่คนส่วนใหญ่ไม่ได้รับรู้ ด้วยความก้าวหน้าทางเครื่องกลจุลภาคและแพลตฟอร์มไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ง่ายต่อการใช้งาน การใช้งานของตัวรับรู้ได้ขยายออกไปไกลเกินกว่าการวัดในสาขาอุณหภูมิ, ความดันหรือการไหลแบบเดิมส่วนมาก ยกตัวอย่างเช่น MARG sensor (Magnetic, Angular Rate, and Gravity) ยิ่งไปกว่านั้น ตัวรับรู้แบบแอนะล็อกเช่นโปเทนฉิโอมิเตอร์และตัวต้านทานที่ไวต่อแรงยังคงถูกใช้อยู่อย่างกว้างขวาง การใช้งานจะรวมถึงการผลิตและเครื่องจักร, เครื่องบินและยานอวกาศ, รถยนต์, เครื่องไฟฟ้า, การแพทย์, และหุ่นยนต์ มันยังรวมถึงในชีวิตประจำวัน

เซ็นเซอร์สามารถแบ่งออกได้หลายประเภทดังนี้

2.5.1 เซ็นเซอร์ชนิดใช้แสง (Optical sensor หรือ Photo sensor) โดยทั่วไปใช้ในงานการตรวจจับการเคลื่อนไหว การตรวจจับวัตถุ และการตรวจสอบขนาดรูปร่างของวัตถุ เนื่องจากการต่อใช้งานร่วมกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทำได้ง่าย สะดวกในการบำรุงรักษา ใช้กระแสไฟฟ้าต่ำ และไม่ได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลกระทบจากสภาวะรอบข้างไม่ว่าจะเป็นสนามแม่เหล็ก ความถี่ ความร้อน ความชื้น หรือการสั่นสะเทือน

2.5.2 เซ็นเซอร์ชนิดใช้อุณหภูมิมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าจากสัญญาณแอนะล็อกไปสู่สัญญาณดิจิตอล โดยสัมพันธ์กับอุณหภูมิโดยมีรูปแบบใหญ่ๆของเซ็นเซอร์อยู่ด้วยกัน 3 รูปแบบ คือ

1. เทอร์โมคัปเปิล เป็นอุปกรณ์เบื้องต้นในการวัดอุณหภูมิซึ่งสามารถเก็บอุณหภูมิได้ 273 เคลวิน โดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า ทำมาจากโลหะตัวนำที่ต่างชนิดกัน 2 ตัว มาเชื่อมต่อปลายทั้งสองเข้าด้วยกัน ที่ปลายด้านหนึ่ง เรียกว่า "จุดอุณหภูมิ" ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งปล่อยเปิดไว้ เรียกว่า "จุดอ้างอิง" หากที่จุดวัดอุณหภูมิและจุดอ้างอิงมีอุณหภูมิต่างกันก็จะทำให้มีการนำกระแสในวงจร Thermocouple วัสดุที่ใช้ทำ Thermocouples เป็นวัสดุที่มีคุณภาพ ทำให้ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ได้มีความถูกต้องสูง

2. Resistance Temperature Detector (RTD) คือ ตัวเซ็นเซอร์อุณหภูมิที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของโลหะ ซึ่งค่าความต้านทานดังกล่าวจะมีค่าเพิ่มตามอุณหภูมิ ความต้านทานของโลหะที่เพิ่มขึ้นนี้ เรียกว่า “สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแบบบวก” นิยมนำไปใช้ในการวัดอุณหภูมิในช่วง -270 to 850 °C. วัสดุที่นำมาใช้จะเป็นโลหะที่มีความต้านทานจำเพาะต่ำ เช่น แพลทินัม, ทังสเตน และ นิกเกิล ตัวเซ็นเซอร์นี้ลดข้อเสียของ thermocouple บางอย่างลงไป และสามารถปรับแต่งจุดอ้างอิงที่ใดก็ได้(ไม่จำเป็นต้องไปทำที่องค์กร เหมือน thermocouples) แต่ข้อเสียคือ จุดอ้างอิงไม่ได้มาตรฐานและมีข้อเสียอีกสองข้อ คือ ต้องการวัดค่าการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยของความต้านทานค่ามาก ๆ ตรงข้ามกับ thermocouples ซึ่งต้องการวัดค่าที่อยู่ในช่วงเล็ก ๆ แต่ทั้งสองแบบยังต้องอาศัยกระบวนการการขยายสัญญาณ นั่นหมายถึงยังต้องการการแปลงสัญญาณทางแอนาล็อกอยู่

3. เทอร์มิสเตอร์ เป็นอุปกรณ์ความต้านทานชนิดที่สามารถเปลี่ยนค่าความต้านทานเมื่อได้รับความร้อน โดยที่ค่าความต้านทานจะเปลี่ยนแปลงแบบไม่เป็นเชิงเส้น กับอุณหภูมิ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ Positive Temperature Comitial (PTC) เป็นชนิดที่ปกติจะมีค่าความต้านทานต่ำ เมื่อได้รับความร้อนจะทำให้มีค่าความต้านทานสูงขึ้นตามลำดับอุณหภูมิ นำไปใช้ตรวจสอบระดับความร้อนหรือทำให้เกิดความร้อนขึ้นเพื่อควบคุมการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับขดลวด เช่น วงจรล้างสนามแม่เหล็กอัตโนมัติของเครื่องรับโทรทัศน์สี (Degaussing coil) เป็นต้น อีกส่วนคือ Negative Temperature Comitial (NTC) เป็นชนิดที่ปกติจะมีความต้านทานสูงเมื่อได้รับความร้อน ค่าความต้านทานจะต่ำลง ใช้งานด้านการตรวจสอบความร้อนเพื่อควบคุมระดับการทำงาน เช่น ในวงจรขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียงที่ดีใช้ตรวจจับความร้อนที่เกิดจากการทำงานแล้วป้อนกลับไปลดการทำงานของวงจรให้น้อยลง เพื่ออุปกรณ์หลักจะไม่เกิดความร้อนมากจนเกินไป ค่าความต้านทานภายในมีความไวต่อการวัดอุณหภูมิอย่างมาก

2.5.3 เซ็นเซอร์การไหล สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดหลักๆคือ

1. เซ็นเซอร์โดยใช้การไหลของน้ำ ตัวตรวจจับที่ได้รับการออกแบบมาสำหรับตรวจจับอัตราการไหลของน้ำโดยเฉพาะ ในตัวของมันประกอบด้วย โรเตอร์หรือแกนหมุนสำหรับรับน้ำที่มีแม่เหล็กชิ้นเล็กๆ ติดอยู่ และตัวตรวจจับฮอลล์เอฟเฟ็กต์ ซึ่งบรรจุอยู่ภายในตัวถังพลาสติกซึ่งผลิตจากไนล่อนและไฟเบอร์ที่มีข้อต่อสำหรับทางน้ำเข้าและทางน้ำออก เมื่อน้ำไหลเข้ามาในตัวตรวจจับ แกนหมุนที่อยู่ภายในจะหมุน ทำให้แม่เหล็กที่ติดอยู่กับใบพัดของแกนหมุนนั้นเกิดการเคลื่อนที่ผ่าตัวตรวจจับฮอลล์เอฟเฟ็กต์ ทำให้เกิดสัญญาณพัลส์ซึ่งจะมีอัตราตามความเร็วของกระแสน้ำที่ไหลเข้ามาในตัวตรวจจับ

2. เซ็นเซอร์โดยวัดความเร็วของลม เป็นอุปกรณ์วัดความดันที่ใช้หลักการวัดความเร็วของของไหล Pitot tube ถูกคิดค้นขึ้นมาโดยวิศวกรชาวฝรั่งเศสชื่อ Henri Pitot ในต้นศตวรรษที่ 18 และได้รับการปรับเปลี่ยนเพื่อให้รูปแบบทันสมัยขึ้นในกลางศตวรรษที่19 โดยวิศวกรชาวฝรั่งเศสชื่อ Henry Darcy มันถูกใช้อย่างแพร่หลายในการวัดความเร็วลมในการบินและเป็นเครื่องมือวัดความเร็วของอากาศและก๊าซในงานอุตสาหกรรม

2.5.4 เซ็นเซอร์โดยอาศัยการสะท้อน อุปกรณ์ดังกล่าวจะทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่เชิงเส้นหรือเชิงมุมไปเป็นค่าความต้านทานกล่าวคือหากเราจ่ายแรงเคลื่อนทางด้านอินพุต จะทำให้สัญญาณแรงเคลื่อนและกระแสที่ออกทางเอาต์พุตเปลี่ยนแปลงไปตามระยะทาง

2.5.5 เซ็นเซอร์โดยใช้ความสั่นสะเทือน สามารถตรวจวัดการสั่นสะเทือนของสิ่งต่าง ๆ ได้

2.5.6 เซ็นเซอร์แบบฮอลล์ สามารถวัดค่ากระแสโดยการวัดคล้องสายของกระแสที่ไหล และให้เอาท์พุตออกมาเป็นแรงดันฮอลล์ มีมากมายหลายรุ่น รุ่นที่ให้แรงดัน Output เท่ากับ รูปแบบสัญญาณจริง ก็มีให้เลือก แต่ฮอลล์ส่วนใหญ่จะใช้เป็นเครื่องมือสำหรับความแม่นยำสูง สามารถวัดสัญญาณที่มี ดีซี และ ฮาร์มอนิกส์ ปะปนมากได้ หรือกระแสมีความซับซ้อนของสัญญาณปะปนสูง เหมาะสำหรับการต้องวัดเพื่อวิเคราะห์หา ฮาร์มอนิกส์ ต่างๆ การเลือกใช้ต้องระวังแบนวิดท์ (ความถี่ใช้งาน) ด้วย

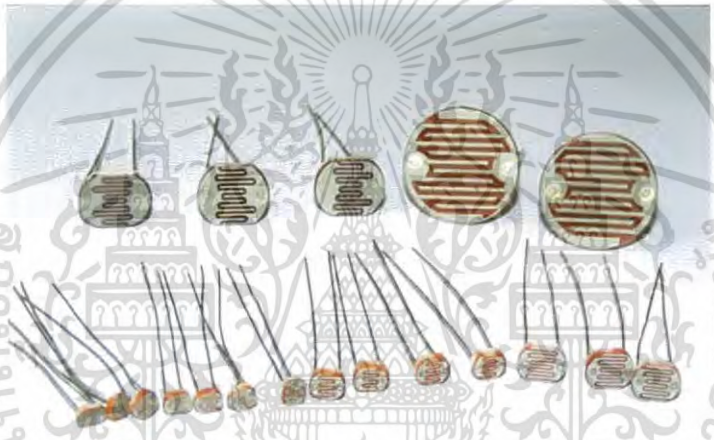
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 เซ็นเซอร์ชนิดใช้แสง (Optical Sensor)

เซ็นเซอร์ชนิดใช้แสง (Optical Sensor) คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน หรือการนำไฟฟ้า ที่ไหลผ่านตัวมันได้ เมื่อมีแสงมาตกกระทบ มีหลายชนิด ดังนี้

- LDR

ตัวต้านทานแปรค่าตามแสง หรือ LDR (ย่อมาจาก Light Dependent Resistor) คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ตรวจจับแสง โดยหามีแสงมาตกกระทบน้อย จะทำให้มีความต้านทานมาก และหากมีแสงมาตกกระทบมาก ความต้านทานจะน้อยลง LDR นั้นทำมาจากสารกึ่งตัวนำแคดเมียมซัลไฟล์ (CdS) หรือแคดเมียมซีลีไนด์ (CdSe) นำมาฉาบลงบนแผ่นเซรามิคที่ใช้เป็นฐานรอง



รูปที่ 2.7 LDR

- Photo Diode

โฟโต้ไดโอด (Photo Diode) จะถูกแบ่งออกเป็นอีก 2 ชนิด คือ

1. ตอบสนองต่อแสงที่สามารถมองเห็นได้
2. ตอบสนองต่อแสงความถี่สูงย่านอินฟราเรด

หลักการทำงานคือ เมื่อมีแสงมีตกกระทบมาก จะทำให้สามารถนำกระแสได้มาก หากมีแสงมาตกกระทบน้อยจนถึงจุดจุดหนึ่ง จะไม่นำกระแสเลย การนำโฟโต้ไดโอดไปใช้งาน จะต้องต่อในลักษณะไบอัสกลับ จึงจะสามารถใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.8 Photo diode

- Photo Transistors

โฟโต้ทรานซิสเตอร์ (ภาษาอังกฤษ Photo Transistors) แบ่งเป็น 2 ชนิดเช่นเดียวกับโฟโต้ไดโอด ลักษณะภายนอกคล้าย ๆ กับโฟโต้ไดโอด การใช้งานก็เช่นเดียวกัน จำเป็นต้องดู Datasheet ประกอบการใช้งาน

รูปที่ 2.9 Photo Transistors

- IR Sensor

IR Sensor คืออุปกรณ์ที่นำโฟโต้ไดโอด หรือโฟโต้ทรานซิสเตอร์ มารวมเข้ากับวงจรควบคุมภายใน เพื่อใช้สำหรับความถี่สูงโดยเฉพาะ IR Sensor นั้น จะตอบสนองกับแสงอินฟราเรดเท่านั้น ใช้งานร่วมกับ LED อินฟราเรด นิยมใช้ส่งข้อมูลที่อยู่ในระยะไกล เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้งาน IR Sensor ก็จำพวก โทรทัศน์ เครื่องเล่น DVD หรือวิทยุในรถยนต์ กล่องรับดาวเทียม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.10 IR Sensor

- Reflective Optical Sensor

คืออุปกรณ์ที่นำโฟโต้ทรานซิสเตอร์ หรือโฟโต้ไดโอด มารวมกับ LED อินฟราเรด เพื่อใช้ในการตรวจจับการสะท้อนแสง หรือระยะความใกล้ของวัตถุ หลักการคือเมื่อมีแสงไปตกกระทบกับวัตถุใด ๆ วัตถุนั้นจะสะท้อนแสงกับมาที่โฟโต้ไดโอด หรือโฟโต้ทรานซิสเตอร์ ตัวอย่างที่นำไปใช้งานจริงก็เช่น หุ่นยนต์วิ่งตามเส้น

รูปที่ 2.11 Reflective Optical Sensor

2.7 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น(Temperature & Humidity Sensor)

เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น หรือ Temperature & Humidity Sensor คืออุปกรณ์สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในบริเวณที่ใช้งาน ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย นิยมนำไปใช้งานในด้านต่าง ๆ เช่น ระบบควบคุมอุณหภูมิความชื้นในโรงเพาะเห็ด ระบบควบคุมอัตโนมัติ หรือจะใช้ทำเป็นเซ็นเซอร์เล็ก ๆ สำหรับมอนิเตอร์อุณหภูมิความชื้นในสถานที่ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.12 Temperature & Humidity Sensor (DHT11)

2.8 Radio Frequency Identification (RFID)

RFID ย่อมาจากคำว่า Radio Frequency Identification เป็นระบบที่ได้ถูกพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 เพื่อวัตถุประสงค์หลังในการใช้งานที่ระบบฉลากแบบบาร์โค้ด จุดเด่นของ RFID คือ ความสามารถในการอ่านข้อมูลของฉลากได้โดยที่ไม่ต้องมีการสัมผัส สามารถอ่านค่าได้แม่นยำแม้ในสภาพที่ทัศนวิสัยไม่ดี ทนต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก และสามารถอ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง ปัจจุบันมีการนำ RFID มาใช้งานกันในงานหลายงาน ไม่ว่าจะเป็นในบัตรชนิดต่างๆ เช่น บัตรประจำตัวประชาชน บัตร ATM บัตรเข้าออกสำนักงาน หรือ ในอาคารที่พัก บัตรจอดรถ ฉลากของสินค้า หรือแม้แต่ใช้ฝัง RFID ลงในตัวสัตว์เพื่อบันทึกประวัติ เป็นต้น

การนำ RFID มาใช้งานก็เพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบการผ่านเข้าออกบริเวณใดบริเวณหนึ่ง เพื่ออ่านหรือเพื่อเก็บข้อมูลบางอย่างเอาไว้ ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีที่เป็นฉลากสินค้า RFID ก็จะถูกนำมาใช้ในการเก็บบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับสินค้า เพื่อให้สามารถทราบถึงที่มาที่ไปของสินค้าชิ้นนั้นได้

สำหรับรูปแบบของเทคโนโลยี RFID ที่ใช้ในการดังกล่าวก็มีทั้งแบบ Smart Card ที่สามารถถูกเขียน หรือ อ่านข้อมูลออกมาได้โดยไม่ต้องมีการสัมผัสกับเครื่องอ่านบัตร หรือ Contact less Smart Card, เหรียญ, ป้ายชื่อ หรือ ฉลากซึ่งมีขนาดเล็กมาก จนสามารถแทรกลงระหว่างชั้นของเนื้อกระดาษ หรือ ฝังเอาไว้ในตัวสัตว์ ได้เลยทีเดียว

- องค์ประกอบหลักของ RFID ประกอบด้วย 2 ส่วน

1. Transponder ตัวจัดเก็บและส่งข้อมูล ซึ่งมาจากคำว่า Transmitter ผสมกับคำว่า Responder ที่อยู่ในรูปแบบของ ฉลาก หรือ ป้าย โดยฉลากนี้จะทำการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นเอาไว้ โดยเราอาจเรียกทั่วไปว่า "Tag" (แท็กส์) ซึ่งแท็กส์ จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณ หรือ ข้อมูลที่บันทึกอยู่ในแท็กส์ตอนสนองไปที่ตัวอ่านข้อมูล

2. Reader อุปกรณ์สำหรับอ่าน หรือ เขียนข้อมูลภายในแท็กส์

- หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบ RFID

การสื่อสารระหว่างแท็กส์ และ ตัวอ่านข้อมูลจะเป็นการสื่อสารกันโดยอาศัยช่องความถี่วิทยุ ผ่านอากาศ ซึ่งสัญญาณนี้ผ่านได้ทั้ง โลหะ และ อโลหะ แต่แท็กส์ไม่สามารถติดต่อกับเครื่องอ่านให้อ่านได้โดยตรง เมื่อเครื่องอ่านส่งข้อมูลผ่านความถี่วิทยุ แสดงถึงความต้องการข้อมูลที่ถูกระบุไว้จากป้าย ป้ายจะตอบข้อมูลกลับ และ เครื่องอ่านจะส่งข้อมูลต่อไปยังส่วนประมวลผลหลักของคอมพิวเตอร์ โดยเครื่องอ่านจะติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์โดยผ่านสายเครือข่าย LAN (Local Area Network) หรือส่งผ่านทางความถี่วิทยุจากทั้งอุปกรณ์มีสายและอุปกรณ์ไร้สาย

รูป 2.13 RFID Card Reader & Detector Module

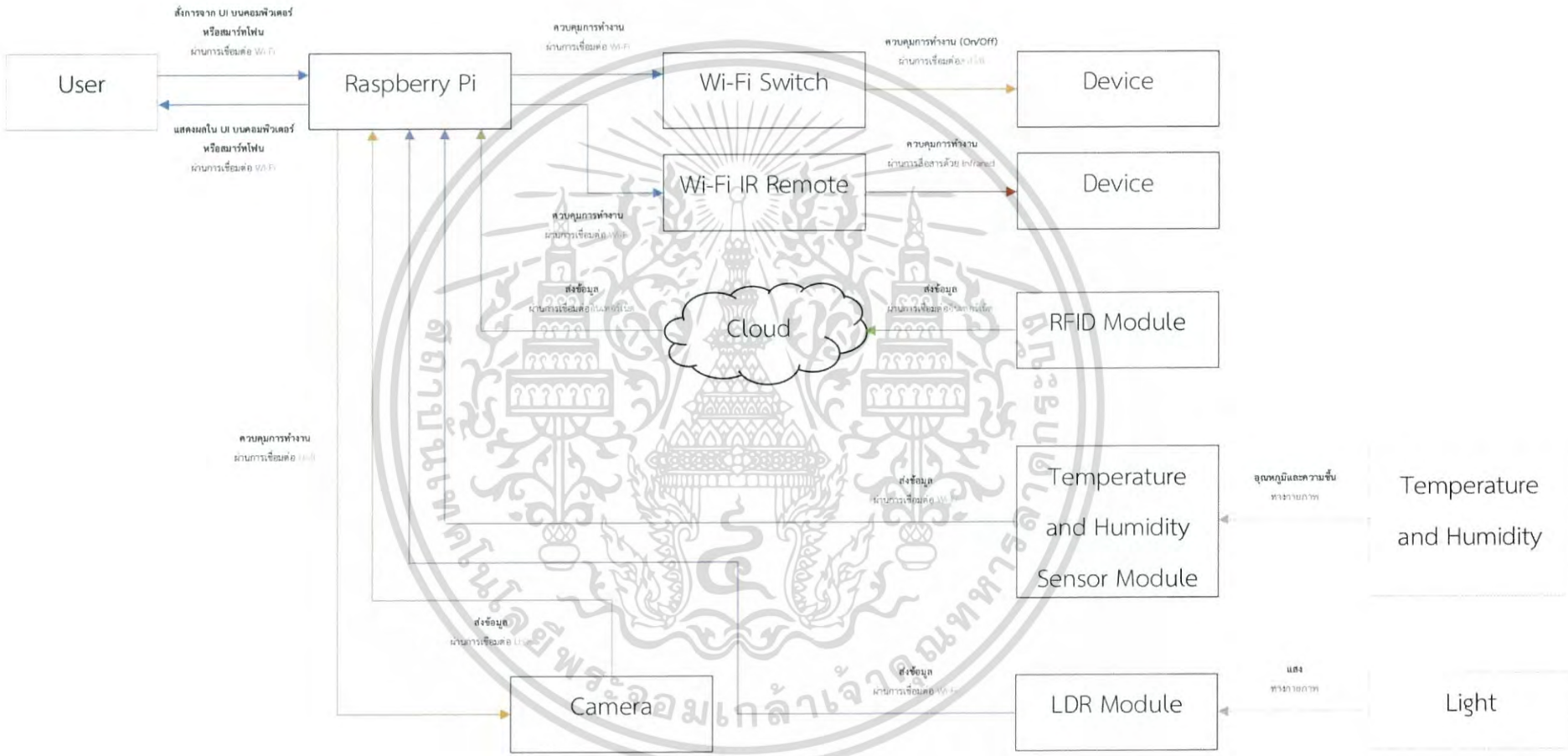
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบระบบบ้านอัจฉริยะ

ในการควบคุมหรือรับข้อมูลจากอุปกรณ์และเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ภายในบ้านนั้น ตัวอุปกรณ์และเซ็นเซอร์จำเป็นที่จะต้องมีการเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายของบ้านและสามารถสื่อสารกันได้ โดยอุปกรณ์จะต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และซอฟต์แวร์สำหรับการเชื่อมต่อและสื่อสาร หรือมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และซอฟต์แวร์สำหรับการเชื่อมต่อและสื่อสารฝังตัวอยู่ในตัว และเพื่อที่จะควบคุมอุปกรณ์ภายในบ้านให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงต้องเลือกอุปกรณ์และวิธีการเชื่อมต่อสื่อสารกับเครือข่ายให้เหมาะสม

โครงสร้างของระบบโดยหลักแล้ว ผู้ใช้ (User) จะควบคุมและรับข้อมูลอุปกรณ์ต่าง ๆ จากภายในและภายนอกบ้านผ่านทางส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หรือยูสเซอร์อินเตอร์เฟส (User Interface: UI) โดยที่เราสามารถเข้าถึงยูสเซอร์อินเตอร์เฟสและสั่งการได้ผ่านทางซอฟต์แวร์ชื่อ Node-RED บน Raspberry Pi และให้ Raspberry Pi สั่งการอุปกรณ์อื่น ๆ อีกที ตัวอุปกรณ์และเซ็นเซอร์จะส่งสถานะกลับมาที่ Raspberry Pi ทั้งส่งมาโดยตรงและส่งไปยังเครือข่ายกลุ่มเมฆหรือคลาวด์ (Cloud) และดึงข้อมูลจากคลาวด์กลับมาแสดงผลผ่านทางยูสเซอร์อินเตอร์เฟสได้ โดยอุปกรณ์จะเชื่อมต่อกับ NodeMCU ที่เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเชื่อมต่อและสื่อสารที่มีซอฟต์แวร์สำหรับการเชื่อมต่อและสื่อสารอยู่ภายในตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบ

3.1 การออกแบบระบบเครือข่าย

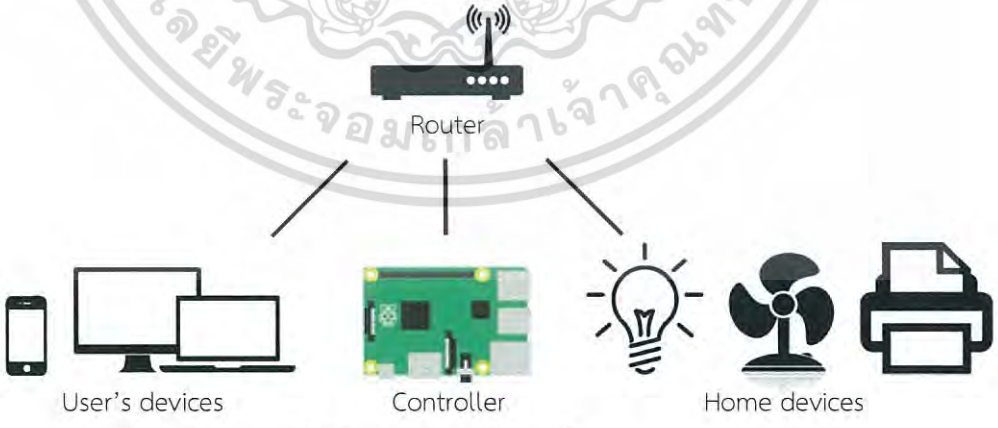
วิธีการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ที่นิยมใช้กันในปัจจุบันจะเป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ากับข่ายงานบริเวณเฉพาะที่หรือ แลน (Local Area Network: LAN) โดยการเชื่อมโยงเครือข่ายของอุปกรณ์ถึงกันทั้งหมดโดยอาศัยสื่อกลางเช่น เราเตอร์ (Router) เป็นต้น

การเชื่อมต่อแลนสามารถเชื่อมต่อได้ทั้งแบบมีสาย (Wired) และไร้สาย (Wireless) ซึ่งการเชื่อมต่อแต่ละแบบก็มีข้อดีและข้อเสียต่างกันไป โดยในปริญญานิพนธ์นี้จะเลือกใช้การเชื่อมต่อแลนแบบไร้สาย (Wireless LAN: WLAN) ซึ่งมีข้อดีคือสามารถเชื่อมต่อได้ยืนหยุ่นมากกว่าแบบมีสายและมีต้นทุนที่ต่ำกว่าการเชื่อมต่อแบบมีสายในกรณีที่มีการลากสายในระยะทางไกล

เพื่อที่จะควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ นั้น อีกสิ่งหนึ่งที่จำเป็นก็คืออุปกรณ์ควบคุม (Controller) ซึ่งจะคอยทำหน้าที่รับคำสั่งจากผู้ใช้ผ่านทางยูสเซอร์อินเตอร์เฟส คอยสั่งการอุปกรณ์อื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นการส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์หรือรับข้อมูลจากอุปกรณ์และแสดงผลออกมาผ่านทางยูสเซอร์อินเตอร์เฟส

การสั่งการหรือรับข้อมูลจากอุปกรณ์และเซ็นเซอร์โมดูลจะใช้ HTTP โปรโตคอลในการรับและส่งข้อมูล โดยตัวอุปกรณ์และเซ็นเซอร์โมดูลจะทำงานเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์และให้อุปกรณ์ควบคุมร้องขอ (Request) ผ่าน IP Address ของอุปกรณ์และเซ็นเซอร์นั้น ๆ โดยใช้ซอฟต์แวร์ภายในอุปกรณ์ควบคุมเป็นตัวช่วยในการแสดงผลและสั่งการ

การเชื่อมต่อระยะไกลจากภายนอกบ้านนั้น เราเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในการกำหนดปลายทางของผู้ที่เข้ามาในเครือข่ายของบ้านจากอินเทอร์เน็ตภายนอก โดยจะทำการฟอร์เวิร์ดพอร์ต (Forward port) เราเตอร์ให้ปลายทางอยู่ที่อุปกรณ์ควบคุม



รูปที่ 3.2 การเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การเลือกอุปกรณ์ (Hardware)

การเลือกอุปกรณ์นั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงวิธีการเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายด้วย ซึ่งปริญญานิพนธ์นี้จะใช้การเชื่อมต่อแบบแลนไร้สายเป็นหลัก ตัวอุปกรณ์จึงจำเป็นที่จะต้องสามารถเชื่อมต่อด้วย WLAN ได้ด้วย แต่เนื่องจากตัวอุปกรณ์เครื่องใช้ภายในบ้านที่มีอยู่แล้วนั้นส่วนมากจะไม่สามารถเชื่อมต่อด้วยวิธีนี้ได้ จึงจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เสริมเป็นตัวเชื่อมต่อแทน

3.2.1 Sonoff - WiFi Wireless Smart Switch

รูปที่ 3.3 Sonoff - WiFi Wireless Smart Switch

Sonoff - WiFi Wireless Smart Switch เป็นโมดูลควบคุมการเปิด-ปิดของรีเลย์ผ่านทาง Wi-Fi โดยโมดูลนี้จะมี ESP8266 ซึ่งเป็นโมดูล Wi-Fi อยู่ภายในด้วย โดยเราสามารถแฟลชเฟิร์มแวร์ (Flash firmware) เพื่อบรรจุเฟิร์มแวร์ใหม่ได้ เนื่องจากตัวเฟิร์มแวร์ที่มีมาแต่เดิมนั้นไม่สามารถนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในปริญญานิพนธ์นี้ การแฟลชเฟิร์มแวร์จึงมีความจำเป็นอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 Raspberry Pi 3

รูปที่ 3.4 Raspberry Pi 3

Raspberry Pi 3 จะเป็นอุปกรณ์ควบคุมที่เป็นสื่อกลางระหว่างผู้ใช้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยการสั่งงานจากซอฟต์แวร์เสริมภายในตัว Raspberry Pi 3 ซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้เลือกใช้ Node-RED เป็นหลัก

3.2.3 tp-link Archer C20 - AC750 Wireless Dual Band Router

รูปที่ 3.5 tp-link Archer C20 - AC750 Wireless Dual Band Router

เราเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นสื่อกลางในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ภายในระบบเครือข่าย ซึ่งการเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ากับเราเตอร์ทำให้เราสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้าหากันได้มากกว่าหนึ่งชิ้นในเวลาเดียวกัน และเราเตอร์ยังเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในกรณีที่ต้องการเชื่อมต่อระยะไกลจากภายนอกบ้านอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 NodeMCU และเซ็นเซอร์

รูปที่ 3.6 NodeMCU

NodeMCU เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเชื่อมต่อและสื่อสารที่สามารถปรับแต่งซอฟต์แวร์ภายในได้ ช่วยให้อุปกรณ์หรือเซ็นเซอร์ที่แต่เดิมไม่สามารถเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายบ้านได้สามารถเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายได้ โดยจะใช้ร่วมกับเซ็นเซอร์ คอยเก็บข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์ตัวอื่น ๆ และส่งข้อมูลขึ้นไปเก็บไว้บนคลาวด์ โดยผู้ใช้สามารถดึงข้อมูลจากคลาวด์มาเก็บไว้ และสามารถดูข้อมูลที่เก็บไว้ได้ผ่านทางยูสเซอร์อินเตอร์เฟส

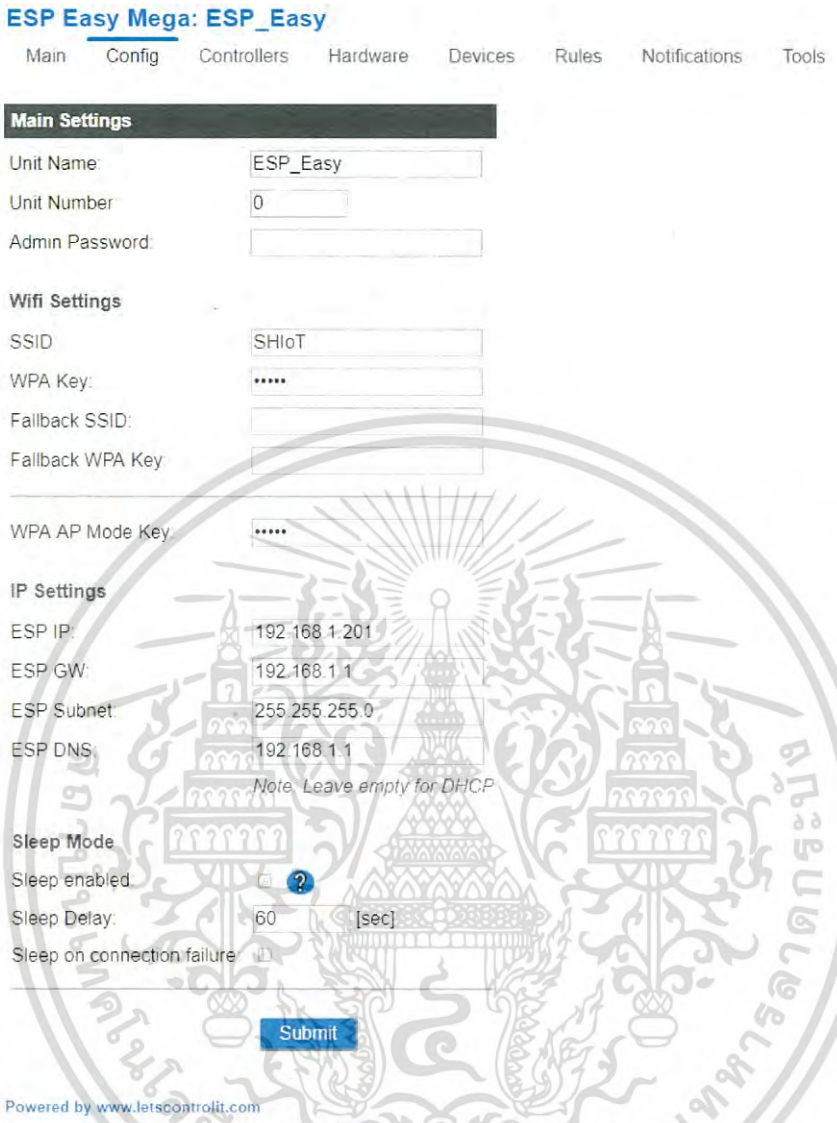
3.3 การออกแบบระบบ (Software)

3.3.1 การแฟลชเฟิร์มแวร์ของ Sonoff - WiFi Wireless Smart Switch

เนื่องจากตัวเฟิร์มแวร์ที่มีมาให้แต่เดิมนั้นไม่เหมาะในการนำมาใช้กับปริญญานิพนธ์นี้ จึงต้องมีการแฟลชเฟิร์มแวร์ตัวใหม่เข้าไปแทน โดยตัวเฟิร์มแวร์ที่แฟลชมีชื่อว่า ESPEasy ซึ่งเป็นเฟิร์มแวร์แบบเปิด (Open source firmware) สำหรับ ESP8266 ตัวเฟิร์มแวร์นี้สามารถตั้งค่า Config ต่าง ๆ ได้อย่างง่ายดายผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ (Web browser) ไม่ว่าจะเป็นการตั้งค่า IP Address ของตัวสวิตช์ การตั้งค่าเพื่อให้สวิตช์เชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายของบ้าน การกำหนดกฎ (Rule) ของตัวสวิตช์ โดยเราสามารถสั่งการเปิด-ปิดสวิตช์นี้ได้ด้วยกฎต่าง ๆ ซึ่งสามารถสั่งการผ่านทาง HTTP

โดยในส่วนของ Config จะเป็นการตั้งค่าในส่วนของเครือข่ายที่ต้องการเชื่อมต่อและการตั้งค่า IP Address ของตัวสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

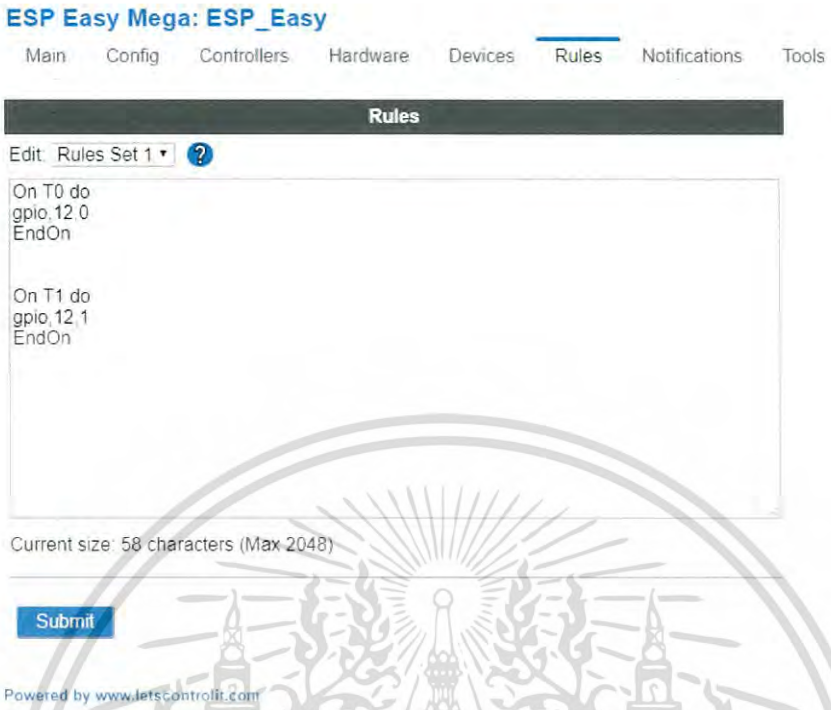


รูปที่ 3.7 การตั้งค่า Config ต่าง ๆ ของ ESPEasy

ในส่วนของ Rule จะเป็นการตั้งโปรแกรม โดย On T0 do หมายถึงเมื่อกระทำ T0 จะทำให้ gpio 12 ซึ่งเป็นขาควบคุมการทำงานของรีเลย์มีค่าเป็น 0 หรือปิดการใช้งาน ปิดท้ายด้วย EndOn เป็นการจบ Rule T0

On T0 do หมายถึงเมื่อกระทำ T1 จะทำให้ gpio 12 มีค่าเป็น 1 หรือเปิดการใช้งาน ปิดท้ายด้วย EndOn เป็นการจบ Rule T1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 การตั้งค่า Rule ต่าง ๆ ของ ESPEasy

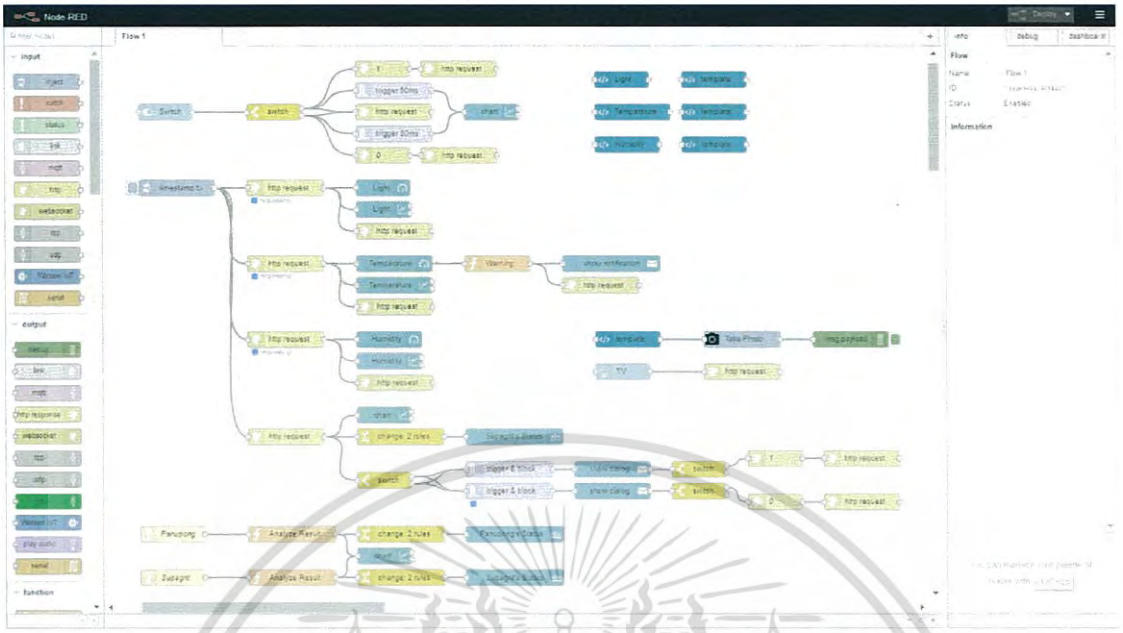
3.3.2 Node-RED

Node-RED เป็นเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ฮาร์ดแวร์เข้ากับ APIs (Application Programming Interface) ซึ่งเป็นการพัฒนาโปรแกรมแบบ Flow-Based Programming ที่มีหน้ายูสเซอร์อินเตอร์เฟสสำหรับนักพัฒนาให้ใช้งานผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ ทำให้การเชื่อมต่อเส้นทางการไหลของข้อมูลนั้นเป็นเรื่องง่าย และเนื่องจาก Node-RED เป็น Flow-Based Programming ทำให้เราแทบจะไม่ต้องเขียน Code ในการพัฒนาโปรแกรมเลย แค่เพียงเลือก Node มาวางแล้วเชื่อมต่อก็สามารถควบคุม I/O ได้ โดย Node-RED จะมี Node ให้เลือกใช้งานอย่างหลากหลาย

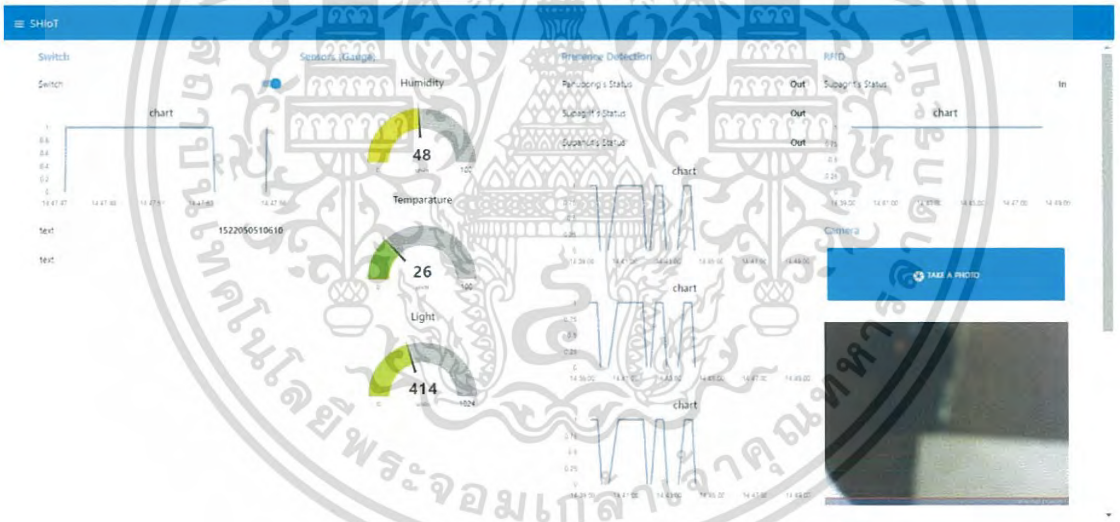
ในการสั่งการและแสดงผลข้อมูลจะใช้ Node จากโมดูล node-red-dashboard ซึ่งจะทำให้สามารถสร้างยูสเซอร์อินเตอร์เฟสขึ้นมาได้ เพื่อที่จะสั่งการและแสดงผลข้อมูลจากอุปกรณ์และเซ็นเซอร์ จะใช้ Node ที่ชื่อว่า http request เพื่อร้องขอข้อมูลจากเว็บเซิร์ฟเวอร์ของอุปกรณ์และเซ็นเซอร์ โดยการร้องขอไปที่ IP Address ของอุปกรณ์และเซ็นเซอร์นั้น ๆ โดยในส่วนของการร้องขอข้อมูลจากเซ็นเซอร์จะใช้ Node timestamp เพื่อให้มีการร้องขอข้อมูลทุก ๆ 15 วินาที

นอกจากนั้นยังสามารถตั้งเงื่อนไขเช่น ให้มีการแจ้งเตือนเมื่ออุณหภูมิมีค่าสูงกว่าที่กำหนดได้ โดยใช้ Node function และจาวาสคริปต์ในการเขียนโค้ดคำสั่ง หรือใช้เพื่อสร้างเงื่อนไขการทำงาน เช่น ให้เปิดไฟเมื่อสถานะของ RFID เป็น 1 หรือมีการเช็คอิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 Flow-Based Programming ของ Node-RED

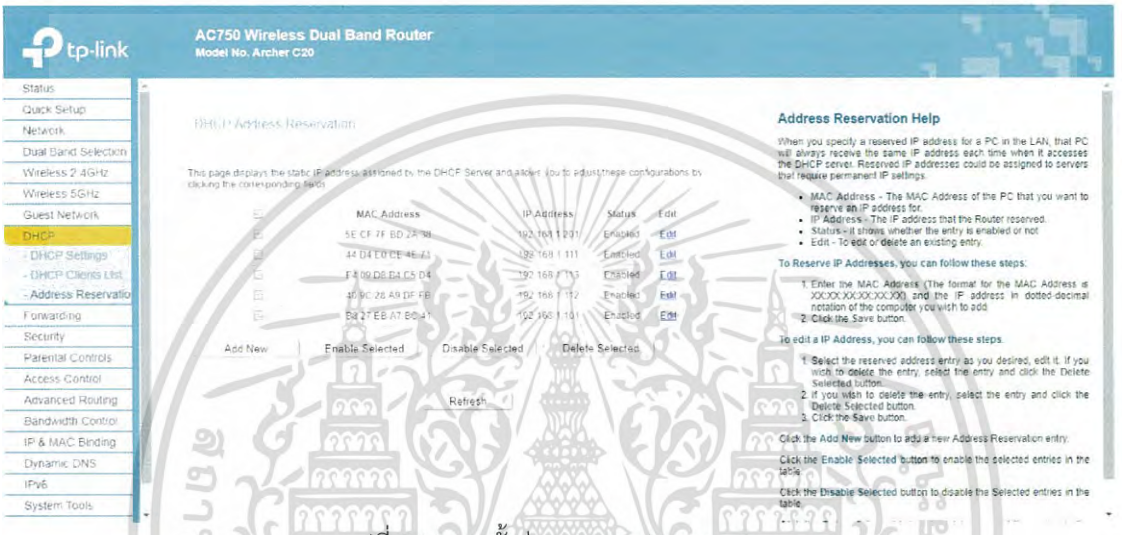


รูปที่ 3.10 User Interface ที่สร้างโดย Node-RED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การตั้งค่าเราเตอร์

การตั้งค่า Address Reservation นั้นจำเป็นในกรณีที่เราเตอร์มีการเปิด DHCP ไว้และมีการคงค่า IP ไว้ที่สวิตช์

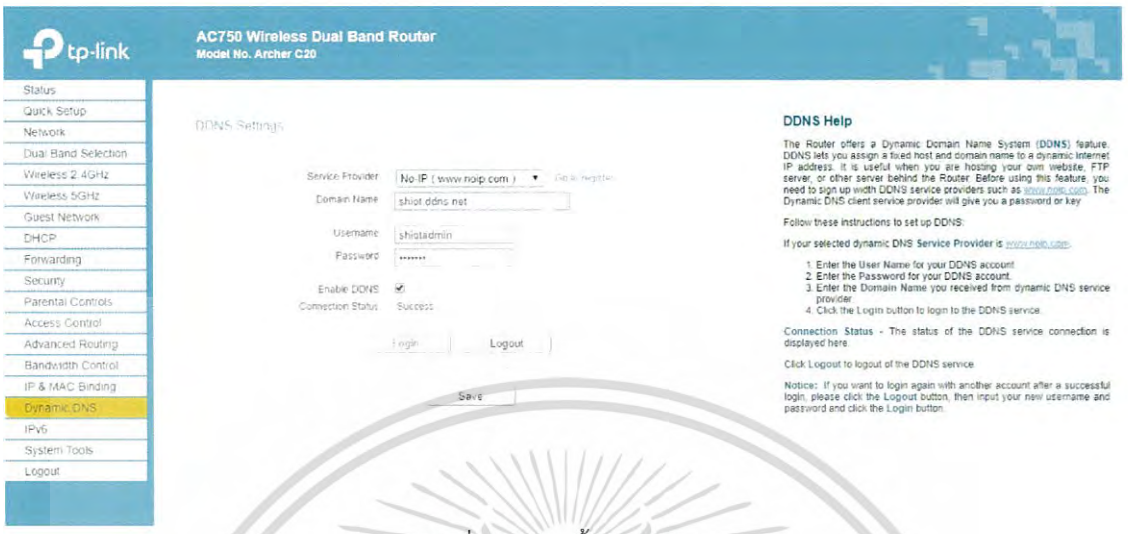


รูปที่ 3.11 การตั้งค่า Address Reservation

การตั้งค่าการ Forward port สำหรับการเชื่อมต่อระยะไกลจากภายนอก โดยการกำหนดปลายทางของผู้ที่เข้ามาในเครือข่ายของบ้านจากอินเทอร์เน็ตภายนอกสู่อุปกรณ์ควบคุมภายในบ้าน และการตั้งค่า DDNS สำหรับการเข้าหน้ายูสเซอร์อินเตอร์เฟสผ่านเว็บเบราว์เซอร์

รูปที่ 3.12 การตั้งค่าสำหรับการ Forward port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 การตั้งค่า DDNS

3.3.4 การแฟลชเฟิร์มแวร์ของ NodeMCU

การแฟลชเฟิร์มแวร์ของ NodeMCU มีหลักการคล้ายกับตัวสวิตช์ ต่างกันตรงที่เฟิร์มแวร์ที่แฟลชลงไปจะมีหน้าที่เชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายภายในบ้านและส่งข้อมูลจากเซ็นเซอร์ขึ้นไปยังเครือข่ายกลุ่มเมฆโดยตรง ซึ่งเราสามารถเรียกดูข้อมูลโดยการดึงข้อมูลจากเครือข่ายกลุ่มเมฆมาแสดงผลทางยูสเซอร์อินเตอร์เฟสอีกที

รูปที่ 3.14 การแฟลชเฟิร์มแวร์ผ่าน Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ระบบคลาวด์

รูปที่ 3.15 ThingSpeak

ThingSpeak เป็น Platform as a Services: PaaS ที่ให้บริการเพื่อเก็บข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Real-time) โดยข้อมูลที่ส่งขึ้นไปจะแสดงข้อมูลในรูปแบบกราฟ สามารถอัพเดทข้อมูล หรือเรียกดูจากที่ใดก็ได้ โดย ThingSpeak สามารถแสดงผลข้อมูลในรูปแบบตัวเลขและกราฟ และสามารถดึงข้อมูลตัวเลขและกราฟไปแสดงผลทางยูสเซอร์อินเตอร์เฟสได้ ซึ่งข้อมูลที่ดึงไปแสดงผลบนยูสเซอร์อินเตอร์เฟสสามารถอัพเดทข้อมูลได้แบบเรียลไทม์อีกด้วย

รูปที่ 3.16 Channel Stats ของ ThingSpeak

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ขั้นตอนการทดลองและผลการทดลอง

4.1 ขั้นตอนการทดลอง

การทดลองที่ 1 การทดลองเกี่ยวกับวิธีการส่งและรับข้อมูลระหว่างเซ็นเซอร์ อุปกรณ์ควบคุม และคลาวด์ เพื่อหาข้อดีข้อเสียของวิธีการส่งข้อมูลในแต่ละแบบ และรูปแบบไหนเหมาะสมกับการนำมาใช้งานจริงที่สุด

การทดลองที่ 2 การทดลองเก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้กับสภาพความเป็นจริงที่เกิดขึ้น โดยเซ็นเซอร์ที่นำมาใช้ในการทดลอง ได้แก่ เซ็นเซอร์แสง เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้น

การทดลองที่ 3 การทดลองเกี่ยวกับการเข้าถึงและควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านยูสเซอร์อินเตอร์เฟส โดยทำการทดลองผ่านการเชื่อมต่อ Wi-Fi ภายในบ้าน และผ่านการเชื่อมต่อจากอินเทอร์เน็ตระยะไกลจากภายนอกบ้าน เพื่อเข้าถึงข้อมูลของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่าง ๆ และควบคุมสวิตช์ กล้อง รีโมท และ RFID

4.2 ผลการทดลอง

<u>การทดลองที่ 1</u>

วิธีการส่งและรับข้อมูลรูปแบบที่ 1 คือ ส่งข้อมูลจากเซ็นเซอร์ไปยังอุปกรณ์ควบคุมก่อน แล้วจึงให้อุปกรณ์ควบคุมส่งค่าขึ้นไปยังคลาวด์อีกที ข้อดีของวิธีนี้คือ ข้อมูลของเซ็นเซอร์ที่แสดงผลอยู่บนยูสเซอร์อินเตอร์เฟสจะมีความล่าช้าของการแสดงผลที่น้อย ข้อเสียคือ หากอุปกรณ์ควบคุมใช้การไม่ได้ จะทำให้ข้อมูลของเซ็นเซอร์ในช่วงเวลานั้นสูญหายไป เนื่องจากตัวอุปกรณ์ควบคุมยังไม่สามารถเก็บข้อมูลไว้ในตัวแบบฐานข้อมูล (database) ได้

รูปที่ 4.1 บล็อกไดอะแกรมของวิธีการส่งและรับข้อมูลรูปแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการส่งและรับข้อมูลรูปแบบที่ 2 คือ ส่งข้อมูลจากเซ็นเซอร์ไปยังคลาวด์ก่อน แล้วจึงให้อุปกรณ์ควบคุมดึงค่ามาแสดงผลอีกที ข้อดีของวิธีนี้คือ เมื่ออุปกรณ์ควบคุมใช้การไม่ได้ ข้อมูลของเซ็นเซอร์ในช่วงเวลานั้นจะไม่สูญหายไป โดยข้อมูลของเซ็นเซอร์จะยังถูกเก็บไว้ในคลาวด์ ข้อเสียคือ ข้อมูลของเซ็นเซอร์ที่แสดงผลอยู่บนยูสเซอร์อินเตอร์เฟสจะมีความล่าช้าของการแสดงผลที่มากกว่า เนื่องจากอุปกรณ์ควบคุมจะต้องทำการดึงข้อมูลจากคลาวด์มาอีกที

รูปที่ 4.2 บล็อกไดอะแกรมของวิธีการส่งและรับข้อมูลรูปแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2

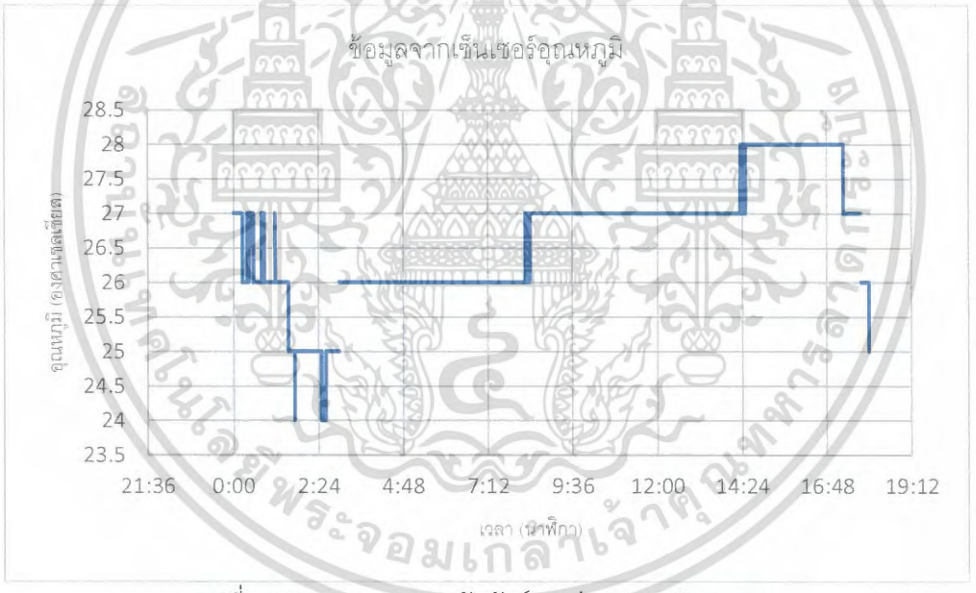
ทดลองเก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์แสง เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้น ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่เวลา 0 นาฬิกา ถึงเวลา 18 นาฬิกา ของวันที่ 8 เมษายน พ.ศ.2561

เซ็นเซอร์ / เวลา	LDR	Temperature	Humidity
0:00	389	27	67
1:00	384	26	59
2:00	388	25	67
2:10	8	25	67
2:20	5	25	66
3:00	2	26	66
4:00	7	26	66
5:00	7	26	66
6:00	4	26	67
7:00	24	26	66
8:00	53	26	64
9:00	49	27	63
10:00	43	27	63
11:00	31	27	61
12:00	28	27	60
13:00	41	27	59
14:00	46	27	60
15:00	43	28	60
16:00	52	28	60
16:10	406	28	60
16:20	437	28	58
17:00	414	28	47
18:00	402	25	48

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงข้อมูลของเซ็นเซอร์ชนิดต่าง ๆ ในแต่ละช่วงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสว่างและเวลา



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลา

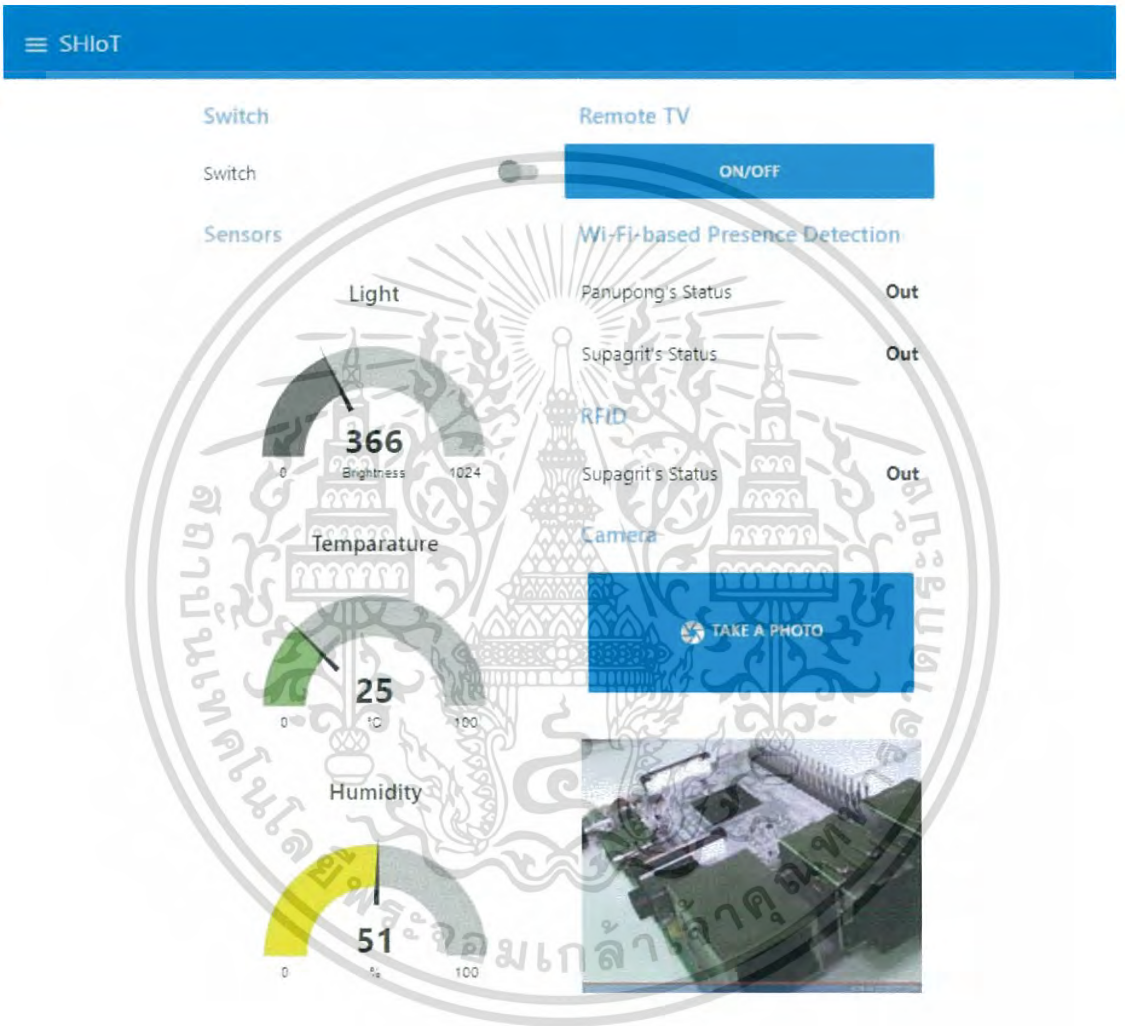
จากตารางที่ 4.1 และ รูปที่ 4.3-4.5 ช่วงเวลาประมาณ 2:10 นาฬิกา จะเห็นว่า ค่าที่เซ็นเซอร์แสงวัดได้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน อันเป็นผลเนื่องมาจากการปิดไฟในห้อง ณ เวลานั้น ต่อมาช่วงเวลาประมาณ 7:00 นาฬิกา จะเห็นว่า ค่าที่เซ็นเซอร์แสงวัดได้มีค่าเพิ่มขึ้นแต่ไม่มาก ซึ่งเป็นผลมาจากการที่มีแสงเล็ดลอดเข้ามาในห้อง ทำให้เซ็นเซอร์แสงมีการตอบสนองเล็กน้อย และเมื่อเวลาประมาณ 16:10 นาฬิกา จะเห็นว่าค่าที่เซ็นเซอร์แสงวัดได้มีค่าสูงขึ้นอย่างชัดเจน อันเป็นผลเนื่องมาจากการเปิดไฟในห้อง ณ เวลานั้น

ส่วนเซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้นมีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อม คือ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ความชื้นจะมีค่าลดลง โดยจากตารางที่ 4.1 และ รูปที่ 4.3-4.5 จะเห็นว่า ในตอนเช้าจะมีอุณหภูมิต่ำและความชื้นที่สูง แต่ตอนเที่ยงจะมีอุณหภูมิสูงและความชื้นที่ต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมในขณะนั้นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 3

ทดลองเกี่ยวกับการเข้าถึงและควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านยูสเซอร์อินเตอร์เฟส โดยทำการทดลองผ่านการเชื่อมต่อ Wi-Fi ภายในบ้าน และผ่านการเชื่อมต่อจากอินเทอร์เน็ตระยะไกลจากภายนอกบ้าน เพื่อเข้าถึงข้อมูลของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่าง ๆ และควบคุมสวิตช์ กล้อง รีโมท และ RFID



รูปที่ 4.6 หน้าต่างยูสเซอร์อินเตอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.7 หน้าต่างยูสเซอร์อินเตอร์เฟส

สวิตช์

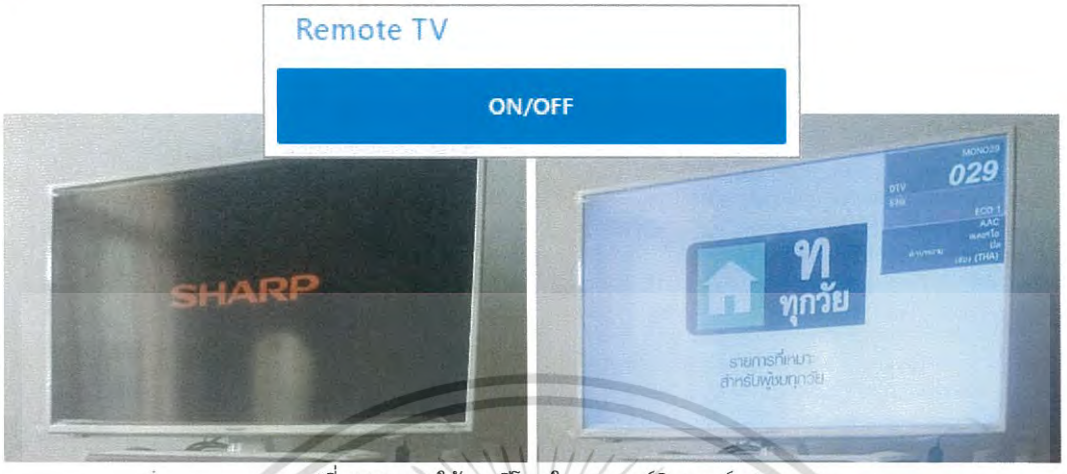
รูปที่ 4.8 การใช้งานปุ่มสวิตช์ในยูสเซอร์อินเตอร์เฟส

กล้อง

รูปที่ 4.9 การใช้งานกล้องในยูสเซอร์อินเตอร์เฟส

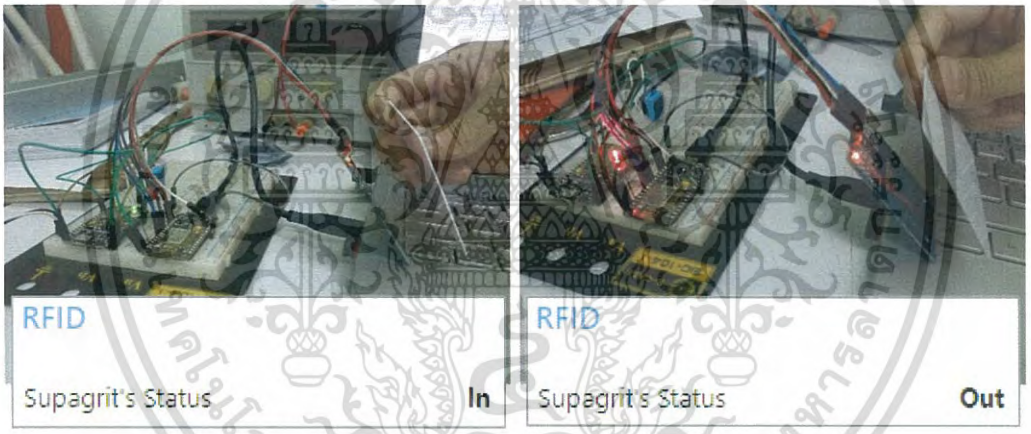
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีโมท



รูปที่ 4.10 การใช้งานรีโมทในยูสเซอร์อินเตอร์เฟส

RFID



รูปที่ 4.11 การใช้งาน RFID ในยูสเซอร์อินเตอร์เฟส

จากการทดลองใช้งานยูสเซอร์อินเตอร์เฟส พบว่าสามารถสั่งการอุปกรณ์ผ่านหน้าต่างยูสเซอร์อินเตอร์เฟสได้ และสามารถแสดงข้อมูลสถานะของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ โดยสถานะที่ได้ มีความสัมพันธ์กับอุปกรณ์จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาค้นคว้าหลักการทำงานและออกแบบระบบของบ้านอัจฉริยะรวมไปถึงการตั้งค่าระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อสร้างอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยทำให้อุปกรณ์ทุกอย่างเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบเครือข่ายและสามารถรับส่งข้อมูลได้โดยผ่านศูนย์กลางของตัวจัดการข้อมูลซึ่งคือ Raspberry Pi โดยอุปกรณ์ตัวนี้จะทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการรับส่งข้อมูลทั้งหมดและทำการสั่งตัวอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านหน้าต่างยูสเซอร์อินเตอร์เฟส โดยใช้โปรแกรม Node-RED สร้างเครือข่ายรับส่งข้อมูลนี้ขึ้นมา รวมไปถึงการใช้เซ็นเซอร์วัดค่าสภาพแวดล้อมในบริเวณนั้นและให้ตัวโปรแกรมทำการเก็บค่าจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ มาแสดงผลที่หน้าต่างยูสเซอร์อินเตอร์เฟส พร้อมกับนำข้อมูลนี้ขึ้นไปเก็บบนคลาวด์ ข้อมูลที่ได้จากตัวเซ็นเซอร์นั้นสามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อสร้างกราฟความสัมพันธ์ต่าง ๆ ได้ และยังสามารถนำไปแสดงผลที่หน้าต่างยูสเซอร์อินเตอร์เฟสได้เช่นกัน

จากผลการทดลองนั้นพบว่าชิ้นงานนี้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็วขึ้น สามารถสั่งการอุปกรณ์ให้ทำงานได้จริง การรับส่งข้อมูลที่มาจากตัวเซ็นเซอร์สามารถรับส่งได้เร็วขึ้น ระบบความปลอดภัยที่เพิ่มเข้ามาสามารถแสดงผลในหน้าต่างยูสเซอร์อินเตอร์เฟสได้ แต่ในการทำงานที่มีประสิทธิภาพนี้จำเป็นที่จะต้องใช้ระบบอินเทอร์เน็ตที่มีความเสถียร เพื่อให้การรับส่งข้อมูลต่าง ๆ ในตัวอุปกรณ์สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

ปัจจุบันเทคโนโลยีของระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสามารถทำให้อุปกรณ์ทุกชนิดเข้าสู่โลกของอินเทอร์เน็ตและสามารถรับส่งข้อมูลต่าง ๆ ได้ รวมไปถึงการใช้อุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่าง ๆ วัดค่าทางกายภาพในพื้นที่นั้น ๆ แล้วส่งข้อมูลโดยใช้ระบบอินเทอร์เน็ตนำข้อมูลที่ได้ไปแสดงผลและวิเคราะห์หรือนำไปเก็บบนคลาวด์ ทั้งหมดนี้ทางผู้พัฒนาหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ระบบบ้านอัจฉริยะบนพื้นฐานของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งนี้จะเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาบ้านอัจฉริยะในอนาคตข้างหน้าต่อไป

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

เนื่องจากชิ้นนี้จำเป็นต้องใช้ระบบอินเทอร์เน็ตไร้สายที่มีความเสถียรภาพ ระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งจึงจะสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่ในการทดลองเกิดปัญหาขึ้นกับระบบอินเทอร์เน็ตไร้สายทำให้การส่งข้อมูลล้มเหลวและไม่สามารถใช้งานตัวอุปกรณ์ได้ ดังนั้นหากต้องการให้อุปกรณ์ใช้งานได้จริง ควรเลือกใช้ระบบอินเทอร์เน็ตไร้สายที่มีความเสถียรสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Dave Evans. 2017. **"The Internet of Things: How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything"**. [Online] Available: http://www.iotsworldcongress.com/documents/4643185/0/IoT_IBSG_0411FINAL+Cisco.pdf

[2] Krissi Danielson. 2017. **"Distinguishing Cloud Computing from Utility Computing"**. [Online] Available: http://www.ebizq.net/blogs/saasweek/2008/03/distinguishing_cloud_computing/

[3] LiV Raspberry Pi. 2017. **"Control Sonoff From Raspberry Pi"**. [Online] Available: http://www.instructables.com/id/Control-Sonoff-From-Raspberry-Pi/

[4] JS Foundation. 2017. **"Node-RED"**. [Online] Available: https://nodered.org/about/

[5] KRISHNA ANIPINDI. 2017. **"An Introduction to ThingSpeak"**. [Online] Available: https://www.codeproject.com/Articles/845538/An-Introduction-to-ThingSpeak

[6] Darshita Patel. 2018. **"What is NODEMCU?"**. [Online] Available: https://www.quora.com/What-is-NODEMCU

[7] Margaret Rouse. 2018. **"sensor"**. [Online] Available: http://whatis.techtarget.com/definition/sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งโค้ดสำหรับ NodeMCU เพื่อควบคุมเซ็นเซอร์

```
#include "DHT.h"
#define DHTPIN D2
#define DHTTYPE DHT11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
IPAddress staticIP(192,168,1,151);
IPAddress gateway(192,168,1,1);
IPAddress subnet(255,255,255,0);
const char* ssid = "SHIoT";
const char* password = "12345678";
WiFiClient client;
ESP8266WebServer server1(80);
ESP8266WebServer server2(81);
ESP8266WebServer server3(82);
String page = "";
double data1;
double data2;
double data3;
void setup(void)
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
  pinMode(A0, INPUT);
  wifisetup();
  serversetup();
  dht.begin();
}
void loop(void)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
  light();
  humidityandtemp();
  delay(1000);
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
  delay(1000);
}
void wifisetup()
{
  WiFi.begin(ssid, password); //begin WiFi connection
  Serial.println("");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("");
  WiFi.config(staticIP, gateway, subnet);
  Serial.print("Connected to ");
  Serial.println(ssid);
  Serial.print("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
}
void serversetup()
{
  server1.on("/", []{
    page = String(data1);
    server1.send(200, "text/html", page);
  });
  server2.on("/", []{
    page = String(data2);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    server2.send(200, "text/html", page);
  });
  server3.on("/", [](){
    page = String(data3);
    server3.send(200, "text/html", page);
  });
  server1.begin();
  server2.begin();
  server3.begin();
  Serial.println("Web server started!");
}
void light()
{
  data1 = analogRead(A0);
  Serial.print("LUX = ");
  Serial.println(data1);
  server1.handleClient();
}
void humidityandtemp()
{
  data2 = dht.readHumidity();
  data3 = dht.readTemperature();
  delay(1000);
  Serial.print("Humidity: ");
  Serial.print(data2);
  Serial.print(" %\t");
  Serial.print("Temperature: ");
  Serial.print(data3);
  Serial.println(" *C");
  server2.handleClient();
  server3.handleClient();}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งโค้ดสำหรับ NodeMCU เพื่อควบคุม RFID

```
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ThingSpeak.h>
const char* ssid = "SHIoT";
const char* pass = "12345678";
WiFiClient client;
const char * writeAPIKey1 = "LAHZROTSX982JRWR";
unsigned long mychannelnumber1 = 447024;
#define SS_PIN D1
#define RST_PIN D0
#define LED_G D3
#define LED_R D8
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);
int x;
int Status1 = 1;
int Status2 = 0;
void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  wificonfig();
  ThingSpeak.begin(client);
  SPI.begin();
  mfrc522.PCD_Init();
  pinMode(LED_G, OUTPUT);
  pinMode(LED_R, OUTPUT);
  digitalWrite(LED_G, LOW);
  digitalWrite(LED_R, LOW);
  delay(3000);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Serial.println("Put your card to the reader...");
  Serial.println();
}
void loop()
{
  // Look for new cards
  if ( ! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent())
  {
    return;
  }
  // Select one of the cards
  if ( ! mfrc522.PICC_ReadCardSerial())
  {
    return;
  }
  //Show UID on serial monitor
  Serial.print("UID tag :");
  String content= "";
  byte letter;
  for (byte i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++)
  {
     Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i] < 0x10 ? " 0" : " ");
     Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX);
     content.concat(String(mfrc522.uid.uidByte[i] < 0x10 ? " 0" : " "));
     content.concat(String(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX));
  }
  Serial.println();
  Serial.print("Message : ");
  content.toUpperCase();
  if (content.substring(1) == "AD C2 80 CB")
  {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  if(x==0)
  {
    Serial.println("Authorized access");
    Serial.println();
    digitalWrite(LED_G, HIGH);
    delay(2000);
    digitalWrite(LED_G, LOW);
    x = 1;
    int Status1 = 1;
    ThingSpeak.writeField(mychannelnumber1, 1, Status1, writeAPIKey1);
    Serial.println(x);
    return;
  }
  if(x==1)
  {
    Serial.println("Goodbye");
    Serial.println();
    digitalWrite(LED_G, HIGH);
    delay(2000);
    digitalWrite(LED_G, LOW);
    x = 0;
    int Status2 = 0;
    ThingSpeak.writeField(mychannelnumber1, 1, Status2, writeAPIKey1);
    Serial.println(x);
    return;
   }
 }
else
{
   Serial.println(" Access denied");
   Serial.println();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    digitalWrite(LED_R, HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(LED_R, LOW);
    delay(100);
    digitalWrite(LED_R, HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(LED_R, LOW);
    delay(100);
    digitalWrite(LED_R, HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(LED_R, LOW);
 }
}
void wificonfig()
{
  WiFi.begin(ssid, pass);
  Serial.println("");
  while(WiFi.status() != WL_CONNECTED)
  {
    Serial.print(".");
    delay(500);
  }
  Serial.println("");
  Serial.println("Wi-Fi CONNECTED");
  Serial.print("IP: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งโค้ดสำหรับ NodeMCU เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดโทรทัศน์ยี่ห้อ SHARP

```
#ifndef UNIT_TEST
#include <Arduino.h>
#endif
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <ESP8266mDNS.h>
#include <IRremoteESP8266.h>
#include <IRsend.h>
#include <WiFiClient.h>
const char* ssid = "SHIoT";
const char* password = "12345678";
MDNSResponder mdns;
IPAddress staticIP(192,168,1,154);
IPAddress gateway(192,168,1,1);
IPAddress subnet(255,255,255,0);
ESP8266WebServer server(80);
#define IR_LED 4  // ESP8266 GPIO pin to use. Recommended: 4 (D2).
IRsend irsend(IR_LED);  // Set the GPIO to be used to sending the message.
void handleRoot() {
  server.send(200, "text/html",
              "<html>" \
                "<head><title>ESP8266 Demo</title></head>" \
                "<body>" \
                  "<h1>Hello from ESP8266, you can send NEC encoded IR" \
                      "signals from here!</h1>" \
                  "<p><a href=\"ir?code=16802\">Send 0x41A2</a></p>" \
                "</body>" \
              "</html>");
}
void handleIr() {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  for (uint8_t i = 0; i < server.args(); i++) {
    if (server.argName(i) == "code") {
      uint32_t code = strtoul(server.arg(i).c_str(), NULL, 10);
#if SEND_SHARP
      irsend.sendSharpRaw(code, SHARP_BITS, 1);
#endif  // SEND_SHARP
    }
  }
  handleRoot();
}
void handleNotFound() {
  String message = "File Not Found\n\n";
  message += "URI: ";
  message += server.uri();
  message += "\nMethod: ";
  message += (server.method() == HTTP_GET)?"GET":"POST";
  message += "\nArguments: ";
  message += server.args();
  message += "\n";
  for (uint8_t i = 0; i < server.args(); i++)
    message += " " + server.argName(i) + ": " + server.arg(i) + "\n";
  server.send(404, "text/plain", message);
}
void setup(void) {
  irsend.begin();
  Serial.begin(115200);
  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.println("");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  }
  Serial.println("");
  WiFi.config(staticIP, gateway, subnet);
  Serial.print("Connected to ");
  Serial.println(ssid);
  Serial.print("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
  if (mdns.begin("esp8266", WiFi.localIP())) {
    Serial.println("MDNS responder started");
  }
  server.on("/", handleRoot);
  server.on("/ir", handleIr);
  server.on("/inline", [](){
    server.send(200, "text/plain", "this works as well");
  });
  server.onNotFound(handleNotFound);
  server.begin();
  Serial.println("HTTP server started");
}
void loop(void) {
  server.handleClient();
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งโค้ดสำหรับ NodeMCU เพื่อถอดรหัสสัญญาณอินฟราเรด

```
#ifndef UNIT_TEST
#include <Arduino.h>
#endif
#include <IRremoteESP8266.h>
#include <IRrecv.h>
#include <IRutils.h>
#if DECODE_AC
#include <ir_Daikin.h>
#include <ir_Fujitsu.h>
#include <ir_Gree.h>
#include <ir_Haier.h>
#include <ir_Kelvinator.h>
#include <ir_Midea.h>
#include <ir_Toshiba.h>
#endif  // DECODE_AC
#if DECODE_AC
#define TIMEOUT 50U
#else  // DECODE_AC
#define TIMEOUT 15U
#endif  // DECODE_AC
#define MIN_UNKNOWN_SIZE 12
IRrecv irrecv(RECV_PIN, CAPTURE_BUFFER_SIZE, TIMEOUT, true);
decode_results results;
void dumpACInfo(decode_results *results) {
  String description = "";
#if DECODE_DAIKIN
  if (results->decode_type == DAIKIN) {
    IRDaikinESP ac(0);
    ac.setRaw(results->state);
    description = ac.toString();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  }
#endif  // DECODE_DAIKIN
#if DECODE_FUJITSU_AC
  if (results->decode_type == FUJITSU_AC) {
    IRFujitsuAC ac(0);
    ac.setRaw(results->state, results->bits / 8);
    description = ac.toString();
  }
#endif  // DECODE_FUJITSU_AC
#if DECODE_KELVINATOR
  if (results->decode_type == KELVINATOR) {
    IRKelvinatorAC ac(0);
    ac.setRaw(results->state);
    description = ac.toString();
  }
#endif  // DECODE_KELVINATOR
#if DECODE_TOSHIBA_AC
  if (results->decode_type == TOSHIBA_AC) {
    IRToshibaAC ac(0);
    ac.setRaw(results->state);
    description = ac.toString();
  }
#endif  // DECODE_TOSHIBA_AC
#if DECODE_GREE
  if (results->decode_type == GREE) {
    IRGreeAC ac(0);
    ac.setRaw(results->state);
    description = ac.toString();
  }
#endif  // DECODE_GREE
#if DECODE_MIDEA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  if (results->decode_type == MIDEA) {
    IRMideaAC ac(0);
    ac.setRaw(results->value);
    description = ac.toString();
  }
#endif  // DECODE_MIDEA
#if DECODE_HAIER_AC
  if (results->decode_type == HAIER_AC) {
    IRHaierAC ac(0);
    ac.setRaw(results->state);
    description = ac.toString();
  }
#endif  // DECODE_HAIER_AC
  if (description != "")  Serial.println("Mesg Desc.: " + description);
}
void setup() {
  Serial.begin(BAUD_RATE, SERIAL_8N1, SERIAL_TX_ONLY);
  while (!Serial)  // Wait for the serial connection to be establised.
    delay(50);
  Serial.println();
  Serial.print("IRrecvDumpV2 is now running and waiting for IR input on Pin ");
  Serial.println(RECV_PIN);
#if DECODE_HASH
  // Ignore messages with less than minimum on or off pulses.
  irrecv.setUnknownThreshold(MIN_UNKNOWN_SIZE);
#endif  // DECODE_HASH
  irrecv.enableIRIn();  // Start the receiver
}
void loop() {
  if (irrecv.decode(&results)) {
    uint32_t now = millis();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Serial.printf("Timestamp : %06u.%03u\n", now / 1000, now % 1000);
    if (results.overflow)
      Serial.printf("WARNING: IR code is too big for buffer (>= %d). "
                    "This result shouldn't be trusted until this is resolved. "
                    "Edit & increase CAPTURE_BUFFER_SIZE.\n",
                    CAPTURE_BUFFER_SIZE);
    Serial.print(resultToHumanReadableBasic(&results));
    dumpACInfo(&results);
    yield();
    Serial.print("Library   : v");
    Serial.println(_IRREMOTEESP8266_VERSION_);
    Serial.println();
    Serial.println(resultToTimingInfo(&results));
    yield();  // Feed the WDT (again)
    Serial.println(resultToSourceCode(&results));
    Serial.println("");  // Blank line between entries
    yield();  // Feed the WDT (again)
  }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUNROM TECHNOLOGIES
Your Source for Embedded Systems

Email: info@sunrom.com or sunrom@gmail.com
Visit us at http://www.sunrom.com

Document: Datasheet Date: 28-Jul-08 Model #: 3190 Product's Page: www.sunrom.com/p-510.html

Light Dependent Resistor - LDR

Two cadmium sulphide(cds) photoconductive cells with spectral responses similar to that of the human eye. The cell resistance falls with increasing light intensity. Applications include smoke detection, automatic lighting control, batch counting and burglar alarm systems.

Applications

Photoconductive cells are used in many different types of circuits and applications.

Analog Applications

- Camera Exposure Control
- Auto Slide Focus - dual cell
- Photocopy Machines - density of toner
- Colorimetric Test Equipment
- Densitometer
- Electronic Scales - dual cell
- Automatic Gain Control – modulated light source
- Automated Rear View Mirror

Digital Applications

- Automatic Headlight Dimmer
- Night Light Control
- Oil Burner Flame Out
- Street Light Control
- Absence / Presence (beam breaker)
- Position Sensor

Electrical Characteristics

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Cell resistance	1000 LUX 10 LUX	- -	400 9	- -	Ohm K Ohm
Dark Resistance	-	-	1	-	M Ohm
Dark Capacitance	-	-	3.5	-	pF
Rise Time	1000 LUX 10 LUX	- -	2.8 18	- -	ms ms
Fall Time	1000 LUX 10 LUX	- -	48 120	- -	ms ms
Voltage AC/DC Peak		-	-	320	V max
Current		-	-	75	mA max
Power Dissipation				100	mW max
Operating Temperature		-60	-	+75	Deg. C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Guide to source illuminations

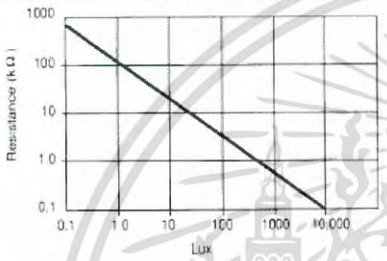
Light source Illumination	LUX
Moonlight	0.1
60W Bulb at 1m	50
1W MES Bulb at 0.1m	100
Fluorescent Lighting	500
Bright Sunlight	30,000

FIGURE 1 CIRCUIT SYMBOL

Sensitivity

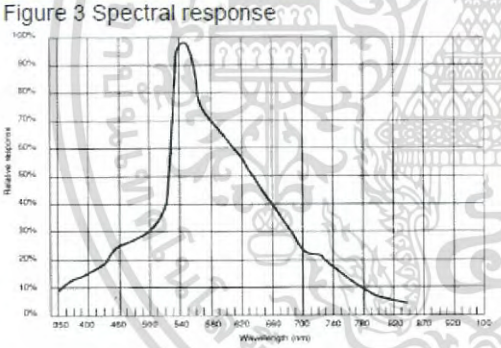
The sensitivity of a photodetector is the relationship between the light falling on the device and the resulting output signal. In the case of a photocell, one is dealing with the relationship between the incident light and the corresponding resistance of the cell.

FIGURE 2 RESISTANCE AS FUNCTION OF ILLUMINATION



Spectral Response

Figure 3 Spectral response



Like the human eye, the relative sensitivity of a photoconductive cell is dependent on the wavelength (color) of the incident light. Each photoconductor material type has its own unique spectral response curve or plot of the relative response of the photocell versus wavelength of light.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Espressif Systems' Smart Connectivity Platform (ESCP) demonstrates sophisticated system-level features include fast sleep/wake context switching for energy-efficient VoIP, adaptive radio biasing for low-power operation, advance signal processing, and spur cancellation and radio co-existence features for common cellular, Bluetooth, DDR, LVDS, LCD interference mitigation.

1.2. Features

- 802.11 b/g/n
- Integrated low power 32-bit MCU
- Integrated 10-bit ADC
- Integrated TCP/IP protocol stack
- Integrated TR switch, balun, LNA, power amplifier and matching network
- Integrated PLL, regulators, and power management units
- Supports antenna diversity
- WiFi 2.4 GHz, support WPA/WPA2
- Support STA/AP/STA+AP operation modes
- Support Smart Link Function for both Android and iOS devices
- SDIO 2.0, (H) SPI, UART, I2C, I2S, IR Remote Control, PWM, GPIO
- STBC, 1x1 MIMO, 2x1 MIMO
- A-MPDU & A-MSDU aggregation & 0.4s guard interval
- Deep sleep power <10uA, Power down leakage current < 5uA
- Wake up and transmit packets in < 2ms
- Standby power consumption of < 1.0mW (DTIM3)
- +20 dBm output power in 802.11b mode
- Operating temperature range -40C ~ 125C
- FCC, CE, TELEC, WiFi Alliance, and SRRC certified

1.3. Parameters

Table 1 Parameters

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Categories	Items	Values
WiFi Paramters	Certificates	FCC/CE/TELEC/SRRC
	WiFi Protocles	802.11 b/g/n
	Frequency Range	2.4G-2.5G (2400M-2483.5M)
	Tx Power	802.11 b: +20 dBm
		802.11 g: +17 dBm
		802.11 n: +14 dBm
	Rx Sensitivity	802.11 b: -91 dbm (11 Mbps)
		802.11 g: -75 dbm (54 Mbps)
		802.11 n: -72 dbm (MCS7)
	Types of Antenna	PCB Trace, External, IPEX Connector, Ceramic Chip
Hardware Paramaters	Peripheral Bus	UART/SDIO/SPI/I2C/I2S/IR Remote Control
		GPIO/PWM
	Operating Voltage	3.0~3.6V
	Operating Current	Average value: 80mA
	Operating Temperature Range	-40°~125°
	Ambient Temperature Range	Normal temperature
	Package Size	5x5mm
	External Interface	N/A
Software Parameters	WiFi mode	station/softAP/SoftAP+station
	Security	WPA/WPA2
	Encryption	WEP/TKIP/AES
	Firmware Upgrade	UART Download / OTA (via network)
	Software Development	Supports Cloud Server Development / SDK for custom firmware development
	Network Protocols	IPv4, TCP/UDP/HTTP/FTP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Hardware Overview

2.1. Pin Definitions

The pin assignments for 32-pin QFN package is illustrated in Fig.2.

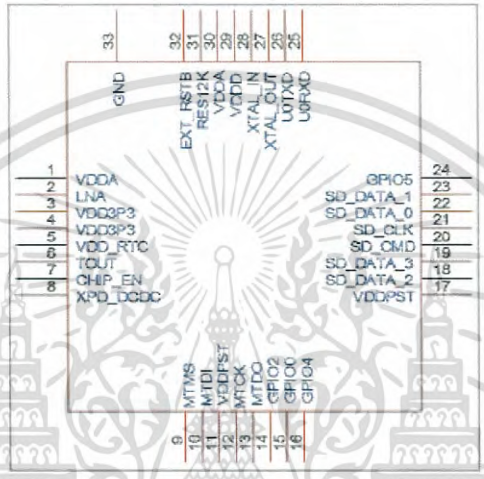


Figure 2 Pin Assignments

Table 2 below presents an overview on the general pin attributes and the functions of each pin.

Table 2 Pin Definitions

Pin	Name	Type	Function
1	VDDA	P	Analog Power 3.0 ~3.6V
2	LNA	I/O	RF Antenna Interface. Chip Output Impedance=50Ω No matching required but we recommend that the π-type matching network is retained.
3	VDD3P3	P	Amplifier Power 3.0~3.6V
4	VDD3P3	P	Amplifier Power 3.0~3.6V
5	VDD_RTC	P	NC (1.1V)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6	TOUT	I	ADC Pin (note: an internal pin of the chip) can be used to check the power voltage of VDD3P3 (Pin 3 and Pin4) or the input voltage of TOUT (Pin 6). These two functions cannot be used simultaneously.
7	CHIP_EN	I	Chip Enable. High: On, chip works properly; Low: Off, small current
8	XPD_DCDC	I/O	Deep-Sleep Wakeup; GPIO16
9	MTMS	I/O	GPIO14; HSPI_CLK
10	MTDI	I/O	GPIO12; HSPI_MISO
11	VDDPST	P	Digital/IO Power Supply (1.8V~3.3V)
12	MTCK	I/O	GPIO13; HSPI_MOSI; UART0_CTS
13	MTDO	I/O	GPIO15; HSPI_CS; UART0_RTS
14	GPIO2	I/O	UART Tx during flash programming; GPIO2
15	GPIO0	I/O	GPIO0; SPI_CS2
16	GPIO4	I/O	GPIO4
17	VDDPST	P	Digital/IO Power Supply (1.8V~3.3V)
18	SDIO_DATA_2	I/O	Connect to SD_D2 (Series R: 200Ω); SPIHD; HSPIHD; GPIO9
19	SDIO_DATA_3	I/O	Connect to SD_D3 (Series R: 200Ω); SPIWP; HSPIWP; GPIO10
20	SDIO_CMD	I/O	Connect to SD_CMD (Series R: 200Ω); SPI_CS0; GPIO11
21	SDIO_CLK	I/O	Connect to SD_CLK (Series R: 200Ω); SPI_CLK; GPIO6
22	SDIO_DATA_0	I/O	Connect to SD_D0 (Series R: 200Ω); SPI_MSIO; GPIO7
23	SDIO_DATA_1	I/O	Connect to SD_D1 (Series R: 200Ω); SPI_MOSI; GPIO8
24	GPIO5	I/O	GPIO5
25	U0RXD	I/O	UART Rx during flash programming; GPIO3
26	U0TXD	I/O	UART Tx during flash progamming; GPIO1; SPI_CS1
27	XTAL_OUT	I/O	Connect to crystal oscillator output, can be used to provide BT clock input
28	XTAL_IN	I/O	Connect to crystal oscillator input
29	VDDD	P	Analog Power 3.0V~3.6V
30	VDDA	P	Analog Power 3.0V~3.6V
31	RES12K	I	Serial connection with a 12 kΩ resistor and connect to the ground
32	EXT_RSTB	I	External reset signal (Low voltage level: Active)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Note: GPIO2, GPIO0, MTDO can be configurable as 3-bit SDIO mode.

2.2. Electrical Characteristics

Table 3 ESP8266EX Electrical Characteristics

Parameters		Conditions	Min	Typical	Max	Unit
Storage Temperature Range			-40	Normal	125	°C
Maximum Soldering Temperature		IPC/JEDEC J-STD-020			260	°C
Working Voltage Value			3.0	3.3	3.6	V
I/O	V_{IL}/V_{IH}		-0.3/0.75V_{IO}		0.25V_{IO}/3.6	V
	V_{OL}/V_{OH}		N/0.8V_{IO}		0.1V_{IO}/N	
	I_{MAX}				12	mA
Electrostatic Discharge (HBM)		TAMB=25°C			2	KV
Electrostatic Discharge (CDM)		TAMB=25°C			0.5	KV

2.3. Power Consumption

The following current consumption is based on 3.3V supply, and 25°C ambient, using internal regulators. Measurements are done at antenna port without SAW filter. All the transmitter's measurements are based on 90% duty cycle, continuous transmit mode.

Table 4 Description on Power Consumption

Parameters	Min	Typical	Max	Unit
Tx802.11b, CCK 11Mbps, P OUT=+17dBm		170		mA
Tx 802.11g, OFDM 54Mbps, P OUT =+15dBm		140		mA
Tx 802.11n, MCS7, P OUT =+13dBm		120		mA
Rx 802.11b, 1024 bytes packet length, -80dBm		50		mA
Rx 802.11g, 1024 bytes packet length, -70dBm		56		mA
Rx 802.11n, 1024 bytes packet length, -65dBm		56		mA
Modem-Sleep①		15		mA
Light-Sleep②		0.9		mA
Deep-Sleep③		10		uA
Power Off		0.5		uA

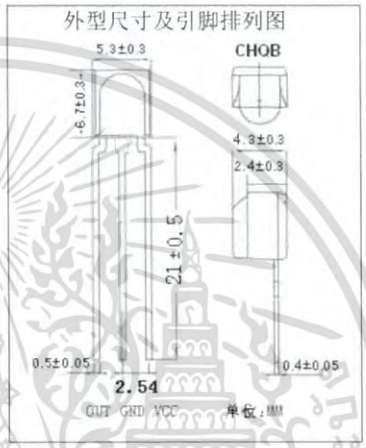
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

深圳市诚强光电数码有限公司
Infrared Receiver Module 红外线接收器

型号:CHQB

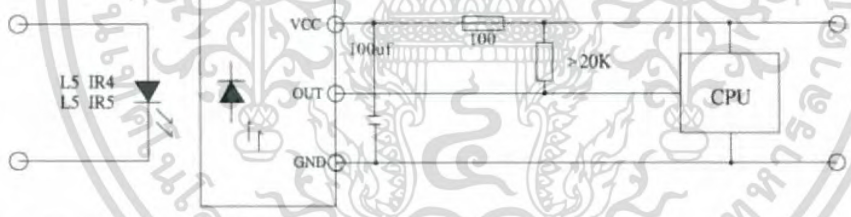
1. 特性
   - ●小型设计;
   - ●内置专用 IC;
   - ●宽角度及长距离接收;
   - ●抗干扰能力强;
   - ●能抵于环境光线影响;
   - ●低电压工作;

外型尺寸及引脚排列图

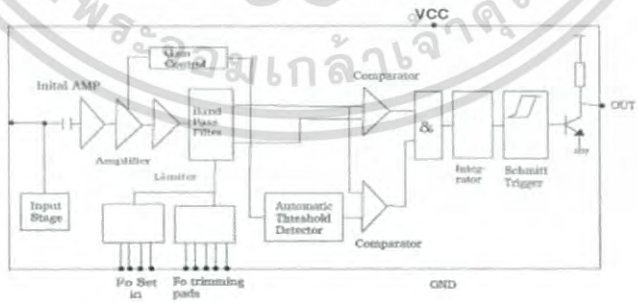


2. 应用:
   - ■视听器材(音响,电视,录影机,碟机、机顶盒; DVB)
   - ■家庭电器(冷气机,电风扇,电灯)
   - ■其他无线遥控器产品;

3. 应用电路图:



4. 原理图:



地址:深圳市宝安区石岩石龙仔工业区民营路 4 号
电话:0755- 27661252 传真:0755-27865183
网址:www.chq88.com 邮箱:xuchq2007@163.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

深圳市诚强光电数码有限公司

Infrared Receiver Module 红外线接收器

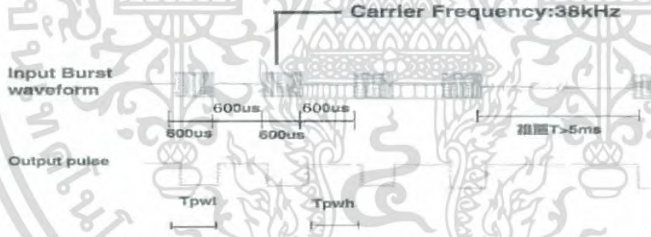
型号:CHQB

5. 光电参数(T=25℃ Vcc=5v f_0=38KHZ)

参数	符号	测试条件	Min	Typ	Mnx	单位
工作电压	Vcc		2.7		5.5	V
接收距离	L	L5IR=300MA (测试信号)	8	13		M
载波频率	f_0			38		KHZ
接收角度	01/2	距离衰减 1/2		+/-45		Deg
BMP 宽度	F_{cb}	-3Db Band width	3.5	6.0	8.5	kHz
静态电流	Icc	Iin=0μA, Vcc=3V	-	0.9	1.5	mA
		Iin=0μA, Vcc=5V		1.0	1.5	mA
低电平输出	V_{OL}	Vin=0V Isink=2.0mA		0.2	0.4	V
高电平输出	VOH	Vcc=3V	25	3.0		V
		Vcc=5V	4.7	5.0	-	V
输出脉冲宽度	T_{WL}	Vin=500μVp-p※	500	600	700	μs
	T_{WH}	Vin=50mVp-p※	500	600	700	μs

※ 光轴上测试,以宽度为 500/700μs 为发射脉冲,在 5CM 之接收范围内,取 50 次接收脉冲之平均值

6. 测试波型:



7. 极限参数:

项目	符号	规格	单位
供应电压	Vcc	5.5	V
工作温度	Topr	-25-85	℃
储存温度	Tstg	-40-125	℃
焊接温度	Tsol	260	℃

地址:深圳市宝安区石岩石龙仔工业区民营路 4 号
电话:0755- 27661252 传真:0755-27865183
网址:www.chq88.com 邮箱:xuchq2007@163.com

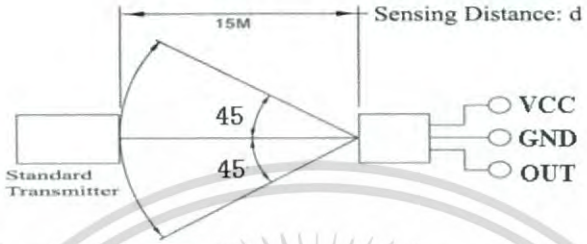
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

深圳市诚强光电数码有限公司

Infrared Receiver Module 红外线接收器

型号:CHQB

8. 接收角度图:



9. 推荐使用条件

项目	符号	Min	Typ	Mnx	单位
工作电压	Vcc	2.7	——	5.5	V
输入频率	FM		38		kHz
工作温度	Topr	-20	25	80	℃

10. 使用注意

1) 在无任何外加压力及影响品质的环境下储存及使用;

2) 在无污染性气体或海风(含盐分)的环境下储存及使用;

3) 在低湿度环境下储存及使用;

4) 在规定的条件下焊接引线管脚,焊接后,请勿施加外力;

5) 请勿清洗本产品。使用前,请先用静电带将作业员及电烙铁连接落地线;.

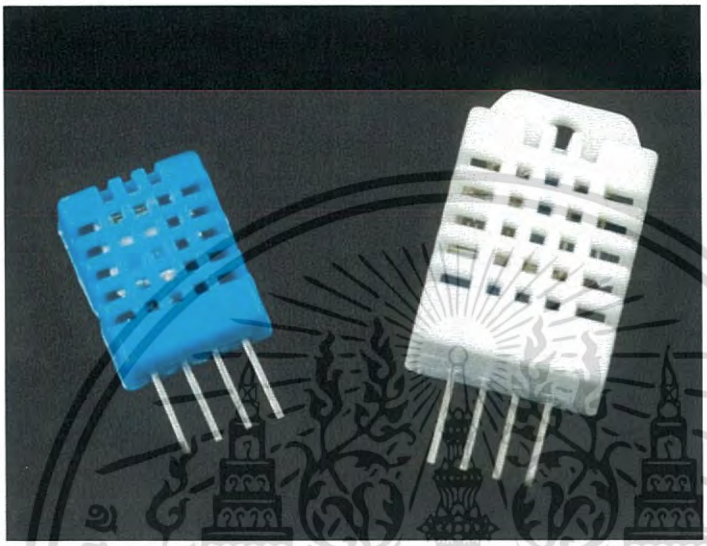
6) 请注意保护红外线接收器的接收面，沾污或磨损后会影响接收效果，同时不要触碰表面。

地址：深圳市宝安区石岩石龙仔工业区民营路 4 号
电话：0755- 27661252 传真：0755-27865183
网址：www.chq88.com 邮箱：xuchq2007@163.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Overview

This tutorial covers the low cost DHT temperature & humidity sensors. These sensors are very basic and slow, but are great for hobbyists who want to do some basic data logging. The DHT sensors are made of two parts, a capacitive humidity sensor and a thermistor. There is also a very basic chip inside that does some analog to digital conversion and spits out a digital signal with the temperature and humidity. The digital signal is fairly easy to read using any microcontroller.



DHT11 vs DHT22

We have two versions of the DHT sensor, they look a bit similar and have the same pinout, but have different characteristics. Here are the specs:

DHT11

- Ultra low cost
- 3 to 5V power and I/O
- 2.5mA max current use during conversion (while requesting data)
- Good for 20-80% humidity readings with 5% accuracy
- Good for 0-50°C temperature readings ±2°C accuracy
- No more than 1 Hz sampling rate (once every second)
- Body size 15.5mm x 12mm x 5.5mm
- 4 pins with 0.1" spacing

DHT22

- Low cost
- 3 to 5V power and I/O

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2.5mA max current use during conversion (while requesting data)
- Good for 0-100% humidity readings with 2-5% accuracy
- Good for -40 to 80°C temperature readings ±0.5°C accuracy
- No more than 0.5 Hz sampling rate (once every 2 seconds)
- Body size 15.1mm x 25mm x 7.7mm
- 4 pins with 0.1" spacing

As you can see, the DHT22 is a little more accurate and good over a slightly larger range. Both use a single digital pin and are 'sluggish' in that you can't query them more than once every second or two.

You can pick up both the DHT11 and DHT22 from the adafruit shop!

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MFRC522

Standard performance MIFARE and NTAG frontend

Rev. 3.9 — 27 April 2016
112139

Product data sheet
COMPANY PUBLIC

1. Introduction

This document describes the functionality and electrical specifications of the contactless reader/writer MFRC522.

Remark: The MFRC522 supports all variants of the MIFARE Mini, MIFARE 1K, MIFARE 4K, MIFARE Ultralight, MIFARE DESFire EV1 and MIFARE Plus RF identification protocols. To aid readability throughout this data sheet, the MIFARE Mini, MIFARE 1K, MIFARE 4K, MIFARE Ultralight, MIFARE DESFire EV1 and MIFARE Plus products and protocols have the generic name MIFARE.

1.1 Differences between version 1.0 and 2.0

The MFRC522 is available in two versions:

- MFRC52201HN1, hereafter referred to version 1.0 and
- MFRC52202HN1, hereafter referred to version 2.0.

The MFRC522 version 2.0 is fully compatible to version 1.0 and offers in addition the following features and improvements:

- Increased stability of the reader IC in rough conditions
- An additional timer prescaler, see Section 8.5.
- A corrected CRC handling when RX Multiple is set to 1

This data sheet version covers both versions of the MFRC522 and describes the differences between the versions if applicable.

2. General description

The MFRC522 is a highly integrated reader/writer IC for contactless communication at 13.56 MHz. The MFRC522 reader supports ISO/IEC 14443 A/MIFARE and NTAG.

The MFRC522's internal transmitter is able to drive a reader/writer antenna designed to communicate with ISO/IEC 14443 A/MIFARE cards and transponders without additional active circuitry. The receiver module provides a robust and efficient implementation for demodulating and decoding signals from ISO/IEC 14443 A/MIFARE compatible cards and transponders. The digital module manages the complete ISO/IEC 14443 A framing and error detection (parity and CRC) functionality.

The MFRC522 supports MF1xxS20, MF1xxS70 and MF1xxS50 products. The MFRC522 supports contactless communication and uses MIFARE higher transfer speeds up to 848 kBd in both directions.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The following host interfaces are provided:

- Serial Peripheral Interface (SPI)
- Serial UART (similar to RS232 with voltage levels dependant on pin voltage supply)
- I^2C-bus interface

3. Features and benefits

- Highly integrated analog circuitry to demodulate and decode responses
- Buffered output drivers for connecting an antenna with the minimum number of external components
- Supports ISO/IEC 14443 A/MIFARE and NTAG
- Typical operating distance in Read/Write mode up to 50 mm depending on the antenna size and tuning
- Supports MF1xxS20, MF1xxS70 and MF1xxS50 encryption in Read/Write mode
- Supports ISO/IEC 14443 A higher transfer speed communication up to 848 kBd
- Supports MFIN/MFOUT
- Additional internal power supply to the smart card IC connected via MFIN/MFOUT
- Supported host interfaces
  - SPI up to 10 Mbit/s
  - I^2C-bus interface up to 400 kBd in Fast mode, up to 3400 kBd in High-speed mode
  - RS232 Serial UART up to 1228.8 kBd, with voltage levels dependant on pin voltage supply
- FIFO buffer handles 64 byte send and receive
- Flexible interrupt modes
- Hard reset with low power function
- Power-down by software mode
- Programmable timer
- Internal oscillator for connection to 27.12 MHz quartz crystal
- 2.5 V to 3.3 V power supply
- CRC coprocessor
- Programmable I/O pins
- Internal self-test

4. Quick reference data

Table 1. Quick reference data

Symbol	Parameter	Conditions		Min	Typ	Max	Unit
V_{DDA}	analog supply voltage	$V_{DD(PVDD)} \leq V_{DDA} = V_{DDD} = V_{DD(TVDD)}$; $V_{SSA} = V_{SSD} = V_{SS(PVSS)} = V_{SS(TVSS)} = 0$ V	[1][2]	2.5	3.3	3.6	V
V_{DDD}	digital supply voltage			2.5	3.3	3.6	V
$V_{DD(TVDD)}$	TVDD supply voltage			2.5	3.3	3.6	V
$V_{DD(PVDD)}$	PVDD supply voltage		[3]	1.6	1.8	3.6	V
$V_{DD(SVDD)}$	SVDD supply voltage	$V_{SSA} = V_{SSD} = V_{SS(PVSS)} = V_{SS(TVSS)} = 0$ V		1.6	-	3.6	V

All information provided in this document is subject to legal disclaimers.

© NXP Semiconductors N.V. 2016. All rights reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1. Quick reference data ...continued

Symbol	Parameter	Conditions		Min	Typ	Max	Unit
I_{pd}	power-down current	$V_{DDA} = V_{DDD} = V_{DD(TVDD)} = V_{DD(PVDD)} = 3$ V					
		hard power-down; pin NRSTPD set LOW	[4]	-	-	5	µA
		soft power-down; RF level detector on	[4]	-	-	10	µA
I_{DDD}	digital supply current	pin DVDD; $V_{DDD} = 3$ V		-	6.5	9	mA
I_{DDA}	analog supply current	pin AVDD; $V_{DDA} = 3$ V, CommandReg register's RcvOff bit = 0		-	7	10	mA
		pin AVDD; receiver switched off; $V_{DDA} = 3$ V, CommandReg register's RcvOff bit = 1		-	3	5	mA
$I_{DD(PVDD)}$	PVDD supply current	pin PVDD	[5]	-	-	40	mA
$I_{DD(TVDD)}$	TVDD supply current	pin TVDD; continuous wave	[6][7][8]	-	60	100	mA
T_{amb}	ambient temperature	HVQFN32		−25	-	+85	°C

[1] Supply voltages below 3 V reduce the performance in, for example, the achievable operating distance.

[2] V_{DDA}, V_{DDD} and $V_{DD(TVDD)}$ must always be the same voltage.

[3] $V_{DD(PVDD)}$ must always be the same or lower voltage than V_{DDD}.

[4] I_{pd} is the total current for all supplies.

[5] $I_{DD(PVDD)}$ depends on the overall load at the digital pins.

[6] $I_{DD(TVDD)}$ depends on $V_{DD(TVDD)}$ and the external circuit connected to pins TX1 and TX2.

[7] During typical circuit operation, the overall current is below 100 mA.

[8] Typical value using a complementary driver configuration and an antenna matched to 40 Ω between pins TX1 and TX2 at 13.56 MHz.

5. Ordering information

Table 2. Ordering information

Type number	Package		
	Name	Description	Version
MFRC52201HN1/TRAYB[1]	HVQFN32	plastic thermal enhanced very thin quad flat package; no leads; 32 terminal; body 5 × 5 × 0.85 mm	SOT617-1
MFRC52201HN1/TRAYBM[2]	HVQFN32	plastic thermal enhanced very thin quad flat package; no leads; 32 terminal; body 5 × 5 × 0.85 mm	SOT617-1
MFRC52202HN1/TRAYB[1]	HVQFN32	plastic thermal enhanced very thin quad flat package; no leads; 32 terminal; body 5 × 5 × 0.85 mm	SOT617-1
MFRC52202HN1/TRAYBM[2]	HVQFN32	plastic thermal enhanced very thin quad flat package; no leads; 32 terminal; body 5 × 5 × 0.85 mm	SOT617-1

[1] Delivered in one tray.

[2] Delivered in five trays.

All information provided in this document is subject to legal disclaimers.

© NXP Semiconductors N.V. 2016. All rights reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้