ระบบป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะแบบอัตโนมัติ

Automatic Anti-Theft Vehicle System

ชณัญญา พร้อมจรรยา

ชนะพล งามประดิษฐ์

ชิดชนก ยมพงษ์

พัชรี พลอยประไพ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Automatic Anti-Theft Vehicle System

Chanunya Promjanya

Chanapon Ngampradit

Chitchanok Yomphong

Patcharee Ployprapai

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINNEERING IN INSTRUMENTATION ENGINNEEING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2564

คณะวิศวกรรมศาตร์

สถาบันเทคโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะแบบอัตโนมัติ
Automatic Anti-Theft Vehicle System

นักศึกษาผู้จัดทำ	นางสาวชณัญญา	พร้อมจรรยา	**รหัสนักศึกษา**	**62015022**
	นายชนะพล	งามประดิษฐ์	**รหัสนักศึกษา**	**62015025**
	นางสาวชิดชนก	ยมพงษ์	**รหัสนักศึกษา**	**62015032**
	นางสาวพัชรี	พลอยประไพ	**รหัสนักศึกษา**	**62015084**

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2564

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	**ลายมือชื่อ**
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุธรรม สัทธรรมสกุล	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบป้องกันการโจรกรรมยาพาหนะแบบอัตโนมัติ Automatic Anti-Theft Vehicle System			
นักศึกษาผู้จัดทำ	นางสาวชณัญญา	พร้อมจรรยา	รหัสนักศึกษา	62015022
	นายชนะพล	งามประดิษฐ์	รหัสนักศึกษา	62015025
	นางสาวชิดชนก	ยมพงษ์	รหัสนักศึกษา	62015032
	นางสาวพัชรี	พลอยประไพ	รหัสนักศึกษา	62015084
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุธรรม	สัทธรรมสกุล		
ปีการศึกษา	2564			

บทคัดย่อ

โครงงานระบบป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะแบบอัตโนมัติ เป็นระบบที่สร้างขึ้นโดยมุ่งเน้นไปที่การป้องกันการโจรกรรมรถยนต์เป็นหลักไม่เน้นการแจ้งเตือนในลักษณะของเสียงสัญญาณเตือนข้อความแจ้งเตือนแต่จะตัดระบบการสตาร์ทเครื่องยนต์ในกรณีที่เป็นยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในเป็นระบบขับเคลื่อนและจะตัดการทำงานของตัวส่งสัญญาณขับเคลื่อนมอเตอร์ในกรณีที่เป็นยานพาหนะไฟฟ้า โดยระบบการป้องกันการโจรกรรมจะเข้าสู่โหมดป้องกันการโจรกรรมเองโดยอัตโนมัติเมื่อผู้ใช้งานไม่ได้ใช้งานยานพาหนะแล้วด้วยการวิเคราะห์จากปริมาณการใช้ หรือ การชาร์จของกระแสไฟฟ้าที่ไหลที่แบตเตอรี่ สำหรับการปลดล็อคระบบการโจรกรรม ทำได้โดยใช้ระบบ RFID ในการยืนยันตัวตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title Automatic Anti-Theft Vehicle System

Authors Ms. Chanunya Promjany
Mr. Chanpon Ngampradit
Ms. Chitchanok Yomphong
Ms. Patcharee Ployprapai

Thesis Advisor Asst.Prof.Sutham Satthamsakul

Year 2021

ABSTRACT

Automatic vehicle theft prevention system project It is a system created with a primary focus on car theft prevention. Notifications are not highlighted in the form of a notification sound alarm. but will cut off the engine start system in the case of Vehicles that uses an combustion engine as a propulsion system and will cut off the motor drive transmitter in the case of an electric vehicles The anti-theft system automatically enters the anti-theft mode when the user is no longer using the vehicle. By analyzing the consumption or charging of the current flowing at the battery. for unlocking the theft system. This can be done by using the RFID system to verify your identity.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีอันเนื่องมาจากการให้คำปรึกษา และ ความกรุณาเป็นอย่างสูงจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุธรรม สัทธรรมสกุล และ คณะอาจารย์ที่เป็นกรรมการการสอบปริญญานิพนธ์ทุกท่าน ได้ให้คำแนะนำแนวทางข้อคิดต่าง ๆ ข้อเสนอการแก้ไขอย่างถูกวิธี อีกทั้งยังเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ วงจรการทำงานของระบบการต่อวงจรขั้นตอนการทำงาน ในการทำปริญญานิพนธ์นี้ ตลอดจนการเขียนรายงานและรูปเล่มปริญญานิพนธ์เพื่อนำเสนอ

ขอขอบคุณอาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุมที่ให้คำแนะนำเพิ่มเติม และ ถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีอันเป็นประโยชน์สูงสุด ต่อการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ทั้งยังขอขอบพระคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าจอมคุณทหารลาดกระบังอันเป็นสถานศึกษาที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเจ้าหน้าที่บุคลากร คณะวิศวกรรมศาสตร์ที่คอยให้ความช่วยเหลือในการติดต่ออำนวยความสะดวกในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่งที่สนับสนุนแรงบันดาลใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้คุณค่า และประโยชน์ทั้งปวงนี้คณะผู้จัดทำหวังว่าจะมีประโยชน์ไม่มากก็น้อย หากมีข้อผิดพลาดและบกพร่องประการใด ๆ ทางคณะผู้จัดทำต้องกราบขออภัยและขอนอบรับข้อผิดพลาดไว้ด้วยความยินดีอย่างยิ่ง

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VIII
สารบัญภาพ IX

บทที่1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 2
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 เทคโนโลยี RFID 3
2.1.1 องค์ประกอบRFID 4
2.1.2 มาตรฐาน RFID 6
2.1.3 ข้อเปรียบเทียบ RFID และบาร์โค้ด (Barcode) 6
2.1.4 องค์ประกอบของระบบ RFID 7
2.1.5 ระยะการรับส่งข้อมูลและกำลังส่ง 8
2.2 Arduino R3 8
2.2.1 คุณสมบัติของ บอร์ดรุ่น Arduino Uno R3 9
2.2.2 การจ่ายไฟของบอร์ดบอร์ดรุ่น Arduino Uno R3 9
2.2.3 การสื่อสาร Arduino Uno R3 10
2.2.4 ส่วนประกอบของ Arduino 10
2.2.5 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม Arduino 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3 Relay 13
2.3.1 ส่วนประกอบสำคัญของรีเลย์ 14
2.3.2 ประเภทของรีเลย์ 15
2.3.3 ชนิดของรีเลย์ 17
2.4 ADS 1115 16 Bits ADC 18
2.5 YHDC HST016L 19
2.5.1 หลักการทำงานของSensor YHDC HST016L 20
2.6 Buzzer 20
2.7 Board Model Data logging shield V1.0 21
2.8 ภาษาซี 22
2.8.1 โครงสร้างภาษาซี 22
2.8.2 โปรแกรมภาษาซีเบื้องต้น 23
2.8.3 การรับและการพิมพ์ข้อมูลเบื้องต้น 23
2.8.4 ส่วนของฟังก์ชั่น setup 23
2.8.5 ส่วนของฟังก์ชั่น loop 24
2.8.6 คำสั่ง if 25
2.8.7 คำสั่ง if...else 26
2.8.8 คำสั่ง for 27
2.8.9 คำสั่ง switch – case 28
2.8.10 คำสั่ง while 28
2.9 ESP32 29
2.9.1 ฟังก์ชั่นเกี่ยวกับความปลอดภัย 29
2.9.2 คุณสมบัติของ ESP32 30
2.10 แบตเตอรี่ 32
2.10.1 ชนิดของแบตเตอรี 32
2.11 RTC (Real Time Clock) 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.12 SD Card 35
2.13 Key Card 36
2.14 Transistor 38
2.14.1 ทรานซิสเตอร์สามารถแบ่งตามโครงสร้างได้ 2 ประเภท 39
2.14.2 หลักการทำงานของทรานซิสเตอร์ 40
2.14.3 การต่อใช้งานในวงจรไฟฟ้า 40
2.14.4 Mode การทำงานของทรานซิสเตอร์ 41

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 42
3.1 การออกแบบ 42
3.2 วิธีการดำเนินงาน 44
3.3 ขั้นตอนในการทำงานของระบบ 44
3.4 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ภายในกล่อง Control Box 47
3.5 ขั้นตอนการทำงานในส่วนของ Control Box 48

บทที่ 4 ผลการทดลอง 50
4.1 กล่าวนำ 50
4.2 ขั้นตอนการทดลอง 50

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 57
5.1 สรุปผลการทดลอง 57
5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางในการแก้ไขปัญหา 58
5.3 วิธีการแก้ไขปัญหา 58
5.4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม 59

บรรณานุกรม 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ก วิธีใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์.....61

ภาคผนวก ข ไมโครคอนโทรลเลอร์.....65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงการเปรียบเทียบตัวแปรของเงื่อนไขที่เขียนอยู่ภายในวงเล็บ.....26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 แสดงลักษณะของ RFID 3
2.2 ภาพรวมของระบบRFID 4
2.3 ป้าย (Tag, Transponder) 5
2.4 เครื่องอ่านป้าย (Reader, Interrogator) 5
2.5 มาตรฐานโดยรวม....6
2.6 แสดงลักษณะของบาร์โค้ดและ RFID....6
2.7 Arduino R3 9
2.8 Layout & Pin out Arduino Board 10
2.9 เลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการ upload 11
2.10 เลือกหมายเลขComport ของบอร์ด 12
2.11 กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและ Compile โค้ดโปรแกรม 12
2.12 Upload โค้ดโปรแกรม....13
2.13 อุปกรณ์ Relay....13
2.14 หน้าสัมผัสแบบ Normal Close (NC)....14
2.15 รีเลย์ในสภาวะปกติที่ไม่มีการกดสวิตช์ 15
2.16 ตัวอย่างเมื่อกดสวิตช์ แบตเตอรี่จ่ายไฟให้ขดลวด 15
2.17 ADS 1115 16 Bits ADC 19
2.18 YHDC HST016L 19
2.19 หลักการทำงานของ YHDC HST016L 20
2.20 Buzzer 21
2.21 อุปกรณ์ Board Model Data Logging Shield V1.0 21
2.22 ส่วนของฟังก์ชั่น setup....24
2.23 ภาษาC สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์AVR....24
2.24 ตัวอย่างส่วนของฟังก์ชั่น loop....25
2.25 คำสั่ง if....25
2.26 ตัวอย่างคำสั่งif...else....26
2.27 ตัวอย่างคำสั่ง if ในการทดสอบอื่น ๆ 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.28 ตัวอย่างคำสั่ง for 27
2.29 ตัวอย่างคำสั่งใช้กำหนดค่าเริ่มต้นของตัวแปรควบคุมการวนรอบ 28
2.30 ตัวอย่าง switch – case 28
2.31 ตัวอย่างคำสั่ง while 29
2.32 อุปกรณ์ESP32 31
2.33 อุปกรณ์ESP8266 31
2.34 แบตเตอรี่ธรรมดา หรือ แบบน้ำ 32
2.35 แบตเตอรี่แบบเจล 33
2.36 แบตเตอรี่ตะกั่ว 33
2.37 แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน 34
2.38 แบตเตอรี่ลิเธียมฟอสเฟต 34
2.39 อุปกรณ์ Real Time Clock 35
2.40 SD Card 36
2.41 Key Card แบบบัตร 37
2.42 Key Card แบบพวงกุญแจ 37
2.43 Key Card แบบเหรียญ 37
2.44 ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ภายใน 38
2.45 คีย์การ์ดแบบชิป 2 ตัวในบัตรเดียว 38
2.46 หลักการทำงานของทรานซิสเตอร์ NPN 39
2.47 หลักการทำงานของทรานซิสเตอร์ PNP 39
2.48 การต่อใช้งานในวงจรไฟฟ้า 40
3.1 โครงสร้างวัดค่ากระแสไฟฟ้าเพื่อนำมาวิเคราะห์ 42
3.2 โครงสร้างระบบป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะแบบอัตโนมัติ 43
3.3 Flow Chart แสดงวิธีการดำเนินงาน 45
3.4 Flow Chart แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบทั้งหมด 47
3.5 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ภายในกล่อง 48
3.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและเก็บค่าของกระแสไฟฟ้า 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.1 วัดค่าแรงดันฟ้าจากรถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า 51
4.2 วัดค่ากระแสไฟฟ้าจากรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน 52
4.3 กราฟแสดงค่าของกระแสไฟฟ้ารถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน 52
4.4 กราฟของกระแสไฟฟ้าของรถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้าแบบรถไฟฟ้า 53
4.5 เริ่มการต่อรีเลย์เข้ากับอุปกรณ์ที่ให้คำสั่งขับเครื่องอุปกรณ์ 53
4.6 เริ่มที่กล่องควบคุมเข้าไปกับตัวรถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า 54
4.7 ต่ออุปกรณ์เข้ากับรถเครื่องยนต์สันดาป โดยต่อสายสีดำเข้าขั้วลบ 54
4.8 ต่ออุปกรณ์เข้ากับรถเครื่องยนต์สันดาป โดยต่อสายสีขาวเข้าขั้วบวก 55
4.9 นำอุปกรณ์ไฟฟ้ามาจับตรงบริเวณเพื่อดูการไหลของกระไฟฟ้าภายในเครื่องยนต์สันดาป 55
4.10 นำยานพาหนะที่ติดตั้งอุปกรณ์แล้วไปทดสอบโดยเป็นสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า 56
4.11 นำอุปกรณ์ไปติดตั้งกับยานพาหนะที่เป็นรถยนต์เครื่องยนต์สันดาป 56
4.12 เมื่อรถไม่มีการกินกระแสฟ้าจะทำให้ระบบทำงานอัตโนมัติ 57
4.13 RFID อ่านคีย์การ์ด แล้วสามารถใช้งานรถได้ 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันความก้าวหน้าของเทคโนโลยีเกี่ยวกับยานพาหนะถือเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีความจำเป็นความสำคัญต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์ในปัจจุบันด้วยความสะดวกและรวดเร็วประหยัดเวลานอกจากนี้ยังมีความสำคัญต่อสังคมทุกสาขาอาชีพนับวันที่จะเพิ่มความสำคัญ ซึ่งกำลังอยู่ในช่วงเปลี่ยนผ่านจากยานพาหนะ อาทิ เช่น รถมอเตอร์ไซค์ เรือ ที่ขับเคลื่อนด้วยระบบเครื่องยนต์สันดาปเพียงอย่างเดียวเปลี่ยนแปลงการทำงานไปสู่ระบบการทำงานแบบผสมผสาน หรือ ระบบไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวในอนาคตที่กำลังได้รับความนิยมมากยิ่งขึ้นแม้จะมีการเปลี่ยนผ่านของเทคโนโลยียานยนต์ไปอย่างไรก็ตามแต่สิ่งหนึ่งที่ยังคงมีอยู่คู่กันเสมอนั่นก็การคือ การโจรกรรมยานพาหนะ ในขณะเดียวกันก็มีความพยายามในการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ มาพัฒนาระบบป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะหลากหลายรูปแบบทั้งในรูปแบบของสัญญาณร้องเตือนหรือป้องกันการขับเคลื่อนยานยนต์ หรือ พาหนะถึงแม้ว่าจะติดตั้งระบบติดตามป้องกันที่ถูกโจรกรรมไปแล้วก็ตามด้วยระบบ GPS เป็นต้น “อาชญากรรม” ถือเป็นปัญหาสังคมที่สำคัญปัญหาหนึ่งของสังคมไทย ซึ่งการเกิดอาชญากรรมในประเทศไทยนั้นเกิดขึ้นมาตั้งแต่อดีตต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบันอาชญากรรมนั้นถือเป็นภัยที่คุกคามความสงบและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของสังคม

สำหรับโครงงานนี้ระบบที่นำเสนอจะเป็นระบบป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะแบบอัตโนมัติโดยทำหน้าที่ป้องกันการขับเคลื่อนยานพาหนะทำงานซ้อนเข้าไปอีกหนึ่งชั้นกับระบบเดิมของยานพาหนะที่ต้องการเลือกอยู่แล้วไม่มุ่งเน้นที่ระบบการเตือนเพราะไม่ต้องการให้มิจฉาชีพทราบว่ามีระบบป้องกันการโจรกรรมแต่จะเน้นที่การทำงานเบื้องหลังเพื่อป้องกันระบบขับเคลื่อนไม่ให้สามารถทำงานได้และมีจุดเด่นในเรื่องของการกลับมาทำงานในโหมดป้องกันการโจรกรรมได้เองโดยอัตโนมัติเพื่อความสะดวกกับผู้ใช้งานอีกทั้งยังเน้นเรื่องความปลอดภัยด้วยระบบปลดล็อคในชั้นที่สองก่อนการใช้งาน ยานพาหนะด้วยระบบคณะผู้จัดทำ RFID

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1.2.1 เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะ

1.2.2 เพื่อศึกษาการสร้างเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดกระแสไฟฟ้าแบบสองทิศทาง

1.2.3 เพื่อศึกษาการสร้างอุปกรณ์ในการเรียนรู้และวิเคราะห์สถานะของยานพาหนะจากปริมาณกระแสไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

โครงงานระบบป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะแบบอัตโนมัติ เป็นระบบที่สร้างขึ้น โดยมุ่งเน้นไปที่การป้องกันการเกิด การโจรกรรมรถยนต์เป็นหลักไม่เน้นการแจ้งเตือนในลักษณะของเสียงสัญญาณเตือน สามารถตัดระบบการสตาร์ทเครื่องยนต์ในกรณีที่ เป็นยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในเป็นระบบขับเคลื่อนและจะตัดการทำงานของตัวส่งสัญญาณขับเคลื่อน มอเตอร์ในกรณีที่เป็นรถยนต์ไฟฟ้าโดยระบบการป้องกันการโจรกรรมจะ เข้าสู่โหมดป้องกันการโจรกรรมเองโดยอัตโนมัติเมื่อผู้ใช้งานไม่ได้มีการใช้งานยานพาหนะ นั้นแล้วด้วยการวิเคราะห์จากปริมาณการใช้ หรือ การชาร์จของกระแสไฟฟ้าที่ไหลที่แบตเตอรี่ สำหรับการปลดล็อกระบบการโจรกรรมทำได้โดยใช้ระบบ RFID ในการยืนยันตัวตนผ่านระบบคีย์การ์ดที่ได้ตั้งค่าไว้ในระบบ

1.3.1 พัฒนาระบบการป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะ
1.3.2 พัฒนาระบบการตัดกำลังการทำงานของยานพาหนะ
1.3.3 พัฒนาระบบการยืนยันตนเองด้วยระบบ RFID (Radio Frequency Identification)

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1.4.1 ศึกษาส่วนโครงการของตัวยานพาหนะเพื่อให้เข้าใจหลักการทำงานของตัวยานพาหนะการคำนวณกระแสที่ใช้ในการเริ่มการทำงานของตัวยานพาหนะ
1.4.2 ศึกษาระบบการป้องกันที่มีอยู่ในปัจจุบันเพื่อนำมาประมวลผลการสร้างแนวคิดโครงสร้างเพื่อแก้ไขปัญหาจุดด้อยของแต่ละชนิดและนำมาใช้พัฒนาโครงการ
1.4.3 ศึกษาการทำงานของ RFID (Radio Frequency Identification) เพื่อใช้การยืนยันตนเองในการเริ่มการทำงานของตัวยานพาหนะ
1.4.4 ศึกษาการทำงานของ ไมโครคอนโทรลเลอร์
1.4.5 ศึกษาการทำงาน YHDC HST016L เซนเซอร์วัดกระแสไฟฟ้าโมดูลวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า
1.4.6 เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานติดตั้งและทดสอบการทำงานของโครงการ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เพื่อป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะ
1.5.2 สามารถลดความเสี่ยงต่อการโจรกรรมยานพาหนะได้
1.5.3 เพื่อลดปัญหาการโจรกรรมที่ก่อให้เกิดการสูญเสียทรัพย์สิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยี RFID

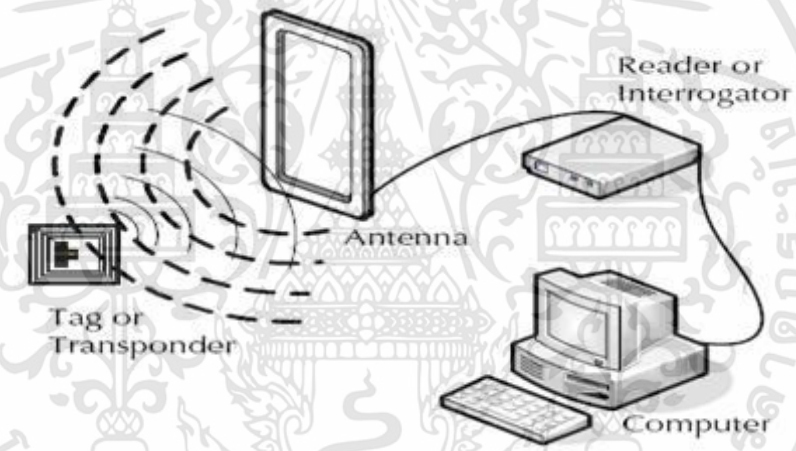
RFID ย่อมาจาก Radio Frequency Identification หรือเป็นระบบชี้เฉพาะอัตโนมัติ Automatic Identification แบบไร้สาย (wireless) เป็นระบบที่สามารถระบุเอกลักษณ์ของวัตถุด้วยคลื่นความถี่วิทยุ โดยมีการแนวความคิดในการนำคลื่นวิทยุมาใช้เพื่อแสดงตำแหน่งหรือแสดงตัวตนถูกพัฒนามาตั้งแต่ค.ศ 1980 มีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปใช้งานแทนระบบบาร์โค้ด (Barcode) โดยจุดเด่นของ RFID (Radio Frequency Identification) อยู่ที่การอ่านข้อมูลจากแท็ก (Tag) ได้หลาย ๆ แท็กแบบไร้สัมผัสและสามารถอ่านค่าได้แม้ในสภาพที่ทัศนวิสัยไม่ดี ทนต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทกสามารถอ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงโดยข้อมูลจะเก็บไว้ในไมโครชิป ที่อยู่ในแท็ก ในปัจจุบันได้มีการนำ RFID (Radio Frequency Identification) เพื่อไปประยุกต์ใช้งานในด้านอื่น ๆ นอกจากนำมาใช้แทนระบบบาร์โค้ดแบบเดิม เช่น การใช้ในบัตรพนักงาน บัตรนักศึกษา บัตรที่จอดรถ มีขนาดเล็กจึงเป็นที่นิยมมากเพียงพอที่จะนำมาใช้เชิงพาณิชยกรรมการบริหาร และในหน่วยงานของราชการต่าง ๆ ต่อมา RFID (Radio Frequency Identification) จนมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จนสามารถลดขนาดเล็กลงให้เป็นแผ่น ขนาดเล็ก (Chip) ที่พบเห็นกันอยู่ในปัจจุบันหรือที่พบเห็นอยู่ในรูปของแท็กสินค้ามีขนาดเล็กจนสามารถแทรกลงระหว่างชั้นของเนื้อกระดาษได้

รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของ RFID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 องค์ประกอบของ RFID (Radio Frequency Identification)

ระบบของ RFID (Radio Frequency Identification) มี 2 ส่วนด้วยกันโดยส่วนแรก คือ ทรานสปอนเดอร์หรือแท็ก (Transponder / Tag) ที่ใช้ติดกับวัตถุต่าง ๆ โดยที่แท็กบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้น ๆ เอาไว้ส่วนที่สอง คือ เครื่องสำหรับอ่านเขียนหรือข้อมูลของภายในแท็กด้วยคลื่นความถี่ (Interrogator/Reader) โดยด้วยคลื่นความถี่วิทยุเพื่อความเข้าใจผมขอเปรียบเทียบกับระบบบาร์โค้ดเพื่อให้เห็นภาพชัดเจนแท็กในระบบ RFID คือบาร์โค้ดที่ติดฉลากของสินค้าและเครื่องอ่านในระบบ RFID (Radio Frequency Identification) คือเครื่องอ่านบาร์โค้ด (Scanner) โดยข้อแตกต่างของทั้งสองระบบคือ RFID จะใช้คลื่นความถี่วิทยุในการอ่าน เขียนส่วนระบบรหัสแท่งจะใช้แสงเลเซอร์ใช้สำหรับในการอ่าน โดยข้อเสียของระบบบาร์โค้ดคือหลังการอ่านเป็นการใช้แสงในการอ่านแท็กที่ไม่มีอะไรปกปิด หรือต้องอยู่ในเส้นตรงเดียวกับคลื่นบริเวณที่สามารถรับคลื่นวิทยุได้สามารถอ่านข้อมูลและการอ่านแท็กในระบบ RFID โดยระยะในการอ่านข้อมูลได้ไกลกว่าระบบบาร์โค้ด ดังแสดงที่รูปที่ 2.2

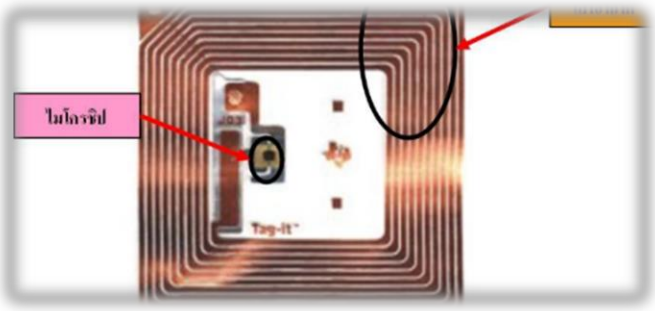


รูปที่ 2.2 ภาพรวมของระบบ RFID

1) ป้าย (Tag, Transponder)

ป้าย (Tag Transponder [transceiver-responder]) ดังที่ได้ยกตัวอย่าง ป้าย Tag ที่ติดสินค้ากันขโมย และ ตั๋วรถไฟฟ้าที่เป็นเหรียญกลม ๆ สีดำสิ่งเหล่านี้ก็คือ Tag ซึ่งโดยทั่วไปแล้วภายในจะประกอบด้วย เสาอากาศ และ ตัวไมโครชิป ในส่วนของตัวเสาอากาศนั้นจะทำหน้าที่รับส่งสัญญาณคลื่นวิทยุระหว่าง ป้าย (Tag) กับเครื่องอ่าน (Reader) นอกจากนั้นแล้วยังสามารถทำหน้าที่สร้างพลังงานเพื่อป้อนให้กับไมโครชิปได้อีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ป้าย (Tag, Transponder)

2) เครื่องอ่านป้าย (Reader, Interrogator)

หน้าที่ของเครื่องอ่านป้าย (Reader, Interrogator) คือจะทำการเชื่อมต่อกับป้ายเพื่อทำหน้าที่ใช้ในการอ่านการเขียนข้อมูลลงในป้ายโดยใช้สัญญาณวิทยุ ซึ่งภายในเครื่องอ่านจะองค์ประกอบไปด้วย เสาอากาศอุปกรณ์นี้มีหน้าที่เพื่อเป็นภาครับส่งสัญญาณภาครับสัญญาณวิทยุ และภาคส่งสัญญาณวิทยุวงจรควบคุมการอ่านเขียนข้อมูล และส่วนที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกันกับในส่วนของป้ายเครื่องอ่านนั้นจะมีชนิดและลักษณะรูปร่างหลากหลายแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน เช่น แบบมือถือ แบบติดหนัง จนไปถึงแบบขนาดใหญ่เท่าประตู เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 เครื่องอ่านป้าย (Reader, Interrogator)

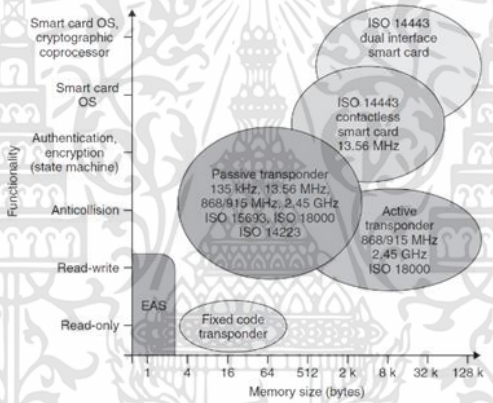
3) ฮาร์ดแวร์ หรือระบบที่ใช้ประมวลผล

ฮาร์ดแวร์ หรือระบบที่ใช้ประมวลผลเป็นส่วนที่จะทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้มาจากป้าย (Tag) หรือจะสร้างข้อมูลเพื่อส่งไปยังป้าย (Tag) หรือว่าจะเป็นที่เก็บระบบฐานข้อมูลทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบที่นำเอาไปใช้ตัวอย่างอย่าง เช่น ระบบการจัดการฟาร์มปศุสัตว์ ระบบคลังสินค้า ระบบขนส่ง ระบบการบริหารจัดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรัพยากรต่าง ๆ เป็นต้นหน่วยรับข้อมูล หรือหน่วยนำเข้าข้อมูลเป็นหน่วยเริ่มต้นของในการทำงานของคอมพิวเตอร์เพราะมีหน้าที่ในการนำข้อมูลหรือคำสั่งต่าง ๆ เข้าไปในระบบการทำงานของคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์รับข้อมูลของหน่วยรับข้อมูลมีหลายชนิด เช่น แป้นพิมพ์ เมาส์ เครื่องสแกนหน้าจอ เป็นต้น แต่ทุกชนิดทำหน้าที่รับข้อมูล หรือนำคำสั่งเข้าสู่ระบบการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์เหมือนกันกับอุปกรณ์ของหน่วยรับข้อมูลแต่ละชนิดมีวิธีการนำเข้าข้อมูล หรือรับคำสั่งตลอดจนลักษณะของรูปแบบข้อมูลที่นำเข้านั้นต่างกัน แต่หน้าที่สำคัญคือเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับข้อมูล หรือคำสั่งเข้าสู่ระบบการทำงานของคอมพิวเตอร์หน่วยรับข้อมูลจึงเป็นหน่วยทำงานที่ช่วยให้มนุษย์ สามารถติดต่อการสั่งงานเครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยมีมาตรฐานของ RFID ดังแสดงในรูปที่ 2.5

2.1.2 มาตรฐาน RFID



รูปที่ 2.5 มาตรฐานโดยรวม

2.1.3 ข้อเปรียบเทียบ RFID บาร์โค้ด (Barcode)

เนื่องจากในปัจจุบันบาร์โค้ด (Barcode) เองก็ยังได้รับความนิยมอยู่พอสมควรถึงแม้ว่าเป็นระบบ RFID พื้นฐานจะเริ่มที่จะได้รับความนิยมมากขึ้นก็ตามแต่ก็ต้องยอมรับว่าระบบ RFID ก็ยังไม่สามารถเข้ามาแทนที่ระบบบาร์โค้ดได้เนื่องจากเหตุผลและข้อได้เปรียบเสียเปรียบกันหลายประการโดยมีลักษณะของระบบบาร์โค้ดและ RFID ดังแสดงในรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะของบาร์โค้ด และ RFID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) **RFID สามารถอ่านและเขียนข้อมูลได้** RFID เป็นระบบที่มีความสามารถในการอ่านข้อมูลโดยจะทำการประมวลผล และสามารถบันทึกค่าข้อมูลบางอย่างกลับลงไปที่แท็ก (TAG) ได้โดยตรงและสามารถเขียนข้อมูลทับได้จึงทำให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งจะลดต้นทุนได้ซึ่งหากนำไปผลิตเป็นป้ายสินค้าจะช่วยลดต้นทุนได้ในการผลิตประมาณ 5% ของรายรับในขณะที่ระบบบาร์โค้ดสามารถทำการอ่านแถบรหัสได้อย่างเดียว
2) **RFID มีความปลอดภัยสูง** RFID มีความปลอดภัยสูงเนื่องจากข้อมูลมีการเก็บในข้อมูลที่เป็นดิจิตอลที่อยู่ในรูปแบบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งรักษาความปลอดภัยของข้อมูลด้วยการเข้ารหัสได้
3) **RFID สามารถหาค่าได้เองอัตโนมัติ** RFID สามารถที่อ่านค่าได้เองโดยอัตโนมัติเมื่อแท็กอยู่ในรัศมีของการอ่าน และ สามารถอ่านข้อมูลได้พร้อม ๆ กันหลาย ๆ แท็กอย่างรวดเร็วแต่การใช้งานระบบบาร์โค้ดผู้ใช้งาน จะต้องนำเครื่องสแกนไปอ่านที่แถบรหัสโดยตรงและจึงสามารถอ่านได้ทีละแถบเท่านั้นความเร็วในการอ่านนั้นก็การอ่านข้อมูลจากแถบบาร์โค้ดหลายสิบเท่า
4) **RFID ไม่มีปัญหาเรื่องการอ่านข้อมูลซ้ำ** RFID สามารถขจัดปัญญาหาที่เกิดจากการอ่านข้อมูลซ้ำ ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากระบบบาร์โค้ดและค่าเฉลี่ยความถูกต้องการอ่านข้อมูลด้วยระบบบาร์โค้ด 80 เปอร์เซ็นต์
5) **RFID สามารถอ่านได้แม้ตัวป้ายถูกบดบัง** RFID สามารถอ่านได้แม้ตัวป้ายถูกบดบังอยู่และป้ายไม่ต้องอยู่ในระนาบเดียวกับเครื่องอ่านก็สามารถที่ทำการอ่านได้ทำให้ไม่ต้องเคลื่อนย้ายสิ่งของ จึงสามารถลดความเสียหายของแท็กแถมยังช่วยลดเวลาและข้อผิดพลาดในการทำงานได้อีกด้วย
6) **RFID สามารถอ่านได้จากระยะไกล** RFID สามารถอ่านได้จากระยะไกล แม้จะอยู่ในพื้นที่ ๆ ไม่สะดวก หรือในพื้นที่อันตรายในขณะที่ระบบบาร์โค้ดต้องอยู่ในระยะใกล้ ๆ และตำแหน่งที่สามารถสแกนถึงแถบโค้ดได้
7) **RFID สามารถอ่านได้ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เป็นอุปสรรคต้องการอ่าน** RFID มีความทนทานต่อความเปียกชื้นและแรงสั่นสะเทือน รวมถึงการกระทบกระแทก โดยยังสามารถอ่านได้แม้ในสภาพสิ่งแวดล้อมที่เป็นอุปสรรคต่อการอ่าน

2.1.4 องค์ประกอบของระบบ RFID

ระบบ RFID มีองค์ประกอบหลักอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน โดยส่วนแรก คือ ทรานสปอนเตอร์ หรือ แท็ก (Transponder / Tag) ที่ใช้ติดกับวัตถุต่าง ๆ ที่ต้องการ โดยแท็กจะบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้น ๆ เอาไว้ส่วนที่สอง คือเครื่องสำหรับอ่านหรือเขียนข้อมูลภายในแท็กด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (Interrogator / Reader) โดยทำการทำงานนั้นเครื่องอ่านจะทำหน้าที่จ่ายกำลังงานในรูปคลื่นความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยุให้กับตัวบัตรส่งผลให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายในนั้น สามารถส่งข้อมูลภายจำเพาะที่แสดงถึงตัวตน (Identity) กลับมาประมวลผลที่ตัวอ่านได้หากนำมาเปรียบเทียบกับระบบบาร์โค้ดเพื่อให้เห็นถึงการเทียบเคียงชัดเจนขึ้นกล่าวคือแท็กในระบบ RFID ก็ คือ เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Scanner) โดยข้อแตกต่างของทั้งสองระบบคือระบบ RFID จะใช้คลื่นความถี่วิทยุในการอ่านหรือการเขียนส่วนระบบบาร์โค้ดจะใช้แสงเลเซอร์ในการอ่าน ซึ่งข้อเสียของระบบบาร์โค้ดคือหลักการอ่านเป็นการใช้แสงในการอ่านแท็กตัวบาร์โค้ดจึงทำให้ต้องอ่านแท็กที่ไม่มีอะไรปกปิดตัวบาร์โค้ดอยู่หรือจะต้องอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันกับลำแสงที่ยิงออกมาจากตัวเครื่องสแกนเท่านั้นและสามารถอ่านได้เพียงครั้งละ 1 แท็ก ในระยะใกล้แต่ระบบ RFID จะมีความแตกต่างออกไป โดยสามารถอ่านแท็กได้โดยไม่จำเป็นต้องเห็นแท็กหรือแท็กนั้นอาจจะซ่อนอยู่ในวัตถุอื่น ๆ ก็สามารถที่จะอ่านได้และแท็กไม่จำเป็นต้องอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันกับคลื่นความถี่เพียงแค่อยู่ในบริเวณที่สามารถรับคลื่นวิทยุนั้นได้ก็จะสามารถอ่านข้อมูลได้

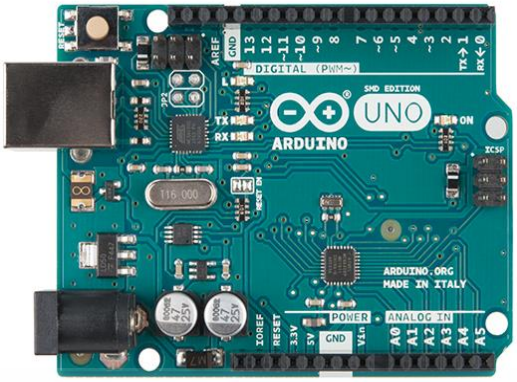
2.1.5 ระยะการรับส่งข้อมูลและกำลังส่งข้อมูล

ระยะการรับส่งข้อมูลในระบบ RFID ขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญต่าง ๆ คือกำลังส่งของตัวอ่านข้อมูล (Reader / Interrogator power) กำลังส่งของแท็ก (Tag Power) และสภาพแวดล้อม ส่วนการออกแบบสายอากาศของตัวอ่านข้อมูลจึงจะเป็นตัวกำหนดลักษณะรูปร่างของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่กระจายออกมาจากสายอากาศ ดั้งนั้นระยะการรับและส่งข้อมูลบางทีอาจขึ้นอยู่กับมุมของการรับส่งระหว่างแท็กและตัวอ่านข้อมูลด้วยเช่นกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปร่างของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสำคัญ

2.2 Arduino R3

บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ได้ง่ายดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษาทั้งนี้ ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลงเพิ่มเติมพัฒนาต่อยอดตัวบอร์ดหรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วยความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่าง ๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ดหรือที่จะสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่าง ๆ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 ได้รับความนิยมอีกบอร์ดหนึ่งเนื่องจากมีราคาไม่แพงซึ่งส่วนใหญ่โปรเจคและไลบรารีต่าง ๆ ที่พัฒนาขึ้นมาถูกอ้างอิงกับบอร์ดนี้เป็นหลักเพราะเป็นขนาดที่เหมาะกับการเริ่มต้นการเรียนรู้ Arduino ดังแสดงในรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 Arduino R3

2.2.1 คุณสมบัติของ บอร์ดรุ่น Arduino Uno R3

1) ใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328
2) ใช้แรงดันไฟฟ้าเลี้ยงไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328 มีค่า 5 โวลต์
3) แรงดันไฟฟ้าป้อนที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ อยู่ในช่วง 7 – 12 โวลต์
4) มีพอร์ตดิจิตอลอินพุต/เอาต์พุต (Digital VO) จำนวน 14 พอร์ต 5
5) มีพอร์ตอนาลอกอินพุต (Analog Input) จำนวน 6 พอร์ต
6) สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้า แต่ละพอร์ตได้ 40 มิลลิแอมป์ (mA)
7) สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าในพอร์ต 3.3 V จ่ายได้ 50 มิลลิแอมป์ (mA)
8) มีพื้นที่หน่วยความจำโปรแกรม 32 กิโลไบต์ (KB)
9) มีพื้นที่หน่วยความจำชั่วคราวแบบ SRAM 2 กิโลไบต์ (KB)

2.2.2 การจ่ายไฟของบอร์ดบอร์ดรุ่น Arduino Uno R3

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 สามารถใช้พลังงานไฟฟ้าจากพอร์ต USB ที่เชื่อมต่อจากคอมพิวเตอร์ (Computer) และ โน้ตบุ๊ค (Laptop) หรือใช้แหล่งพลังงานไฟฟ้าจากภายนอกโดยบอร์ดสามารถเลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าได้โดยอัตโนมัติ โดยในส่วนของแหล่งหลังงานไฟฟ้าจากภายนอก สามารถใช้ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current;DC) ที่ได้จากอะแดปเตอร์ (Adapter) ที่เป็นอุปกรณ์ตัวแปลง (Converter) ที่แปลงไฟฟ้าจากกระแสสลับ (Aternating Current ; AC) ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงหรือจากแบตเตอรี่โดยมีขั้วไฟฟ้าของอะแดปเตอร์สามารถเชื่อมต่อด้วยการเสียบปลั๊กขนาด 2.1 มม. เข้ากับแจ๊คพาวเวอร์ของตัวบอร์ดเองช่วงแรงดันของแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่แนะนำควรมีค่าอยู่ในช่วง 7 - 12 โวลต์ แต่ถ้าใช้แรงดันไฟฟ้ามากกว่า 12 โวลต์ ส่งผลให้ไอซีควบคุม แรงดันไฟฟ้าร้อนมากเกินไปและอาจส่งผลให้เกิดความเสียที่ตัวบอร์ดเองได้ขาพาวเวอร์ซัพพลายมีดังนี้ Vin เป็นขารับแรงดันไฟฟ้าเลี้ยงบอร์ด Arduino จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าภายนอก -5V ขาจ่ายแรงดันไฟฟ้า 5 V ที่ได้จากแรงดันจาก Vin - 3.3V เป็นขาจ่ายแรงดันไฟฟ้า 3.3 V ที่สร้างขึ้นโดยวงจรเร็กกลูเลเตอร์ภายในบอร์ดจ่ายกระแสสูงสุด คือ 50 มิลลิแอมป์ GND เป็นขากราวนด์

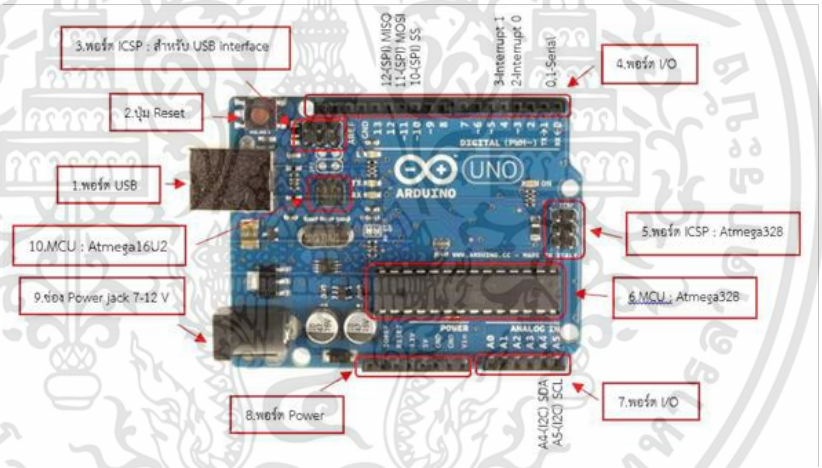
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การสื่อสาร Arduino Uno R3

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 มีพอร์ตที่สามารถสื่อสารเพื่อเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์หรือบอร์ด Arduino อื่น ๆ หรือไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่น ๆ หลายรูปแบบตามความสามารถของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT mega 328 ที่มีพอร์ตสื่อสารอนุกรมแบบ UART ที่พอร์ตดิจิตอล ขา 0 (R และพอร์ตดิจิตอล ขา 1 (TX) ช่องทางการสื่อสารแบบอนุกรมยังเชื่อมโยงผ่านพอร์ต USB และยังปรากฏเป็นพอร์ต COM เสมือนซอฟต์แวร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ ด้วยเฟิร์มแวร์ 8U2 ที่มีอยู่คอมพิวเตอร์สามารถเชื่อมต่อได้โดยใช้ไดรเวอร์ USB มาตรฐานและไม่ต้องใช้ไดรเวอร์ภายนอก ซอฟต์แวร์ Arduino จึงแสดงผลการสื่อสารผ่านพอร์ตแบบอนุกรมผ่านทางพอร์ต USB ระหว่างบอร์ด Arduino กับคอมพิวเตอร์ผ่านขา RX และ TX ซึ่งทำให้ไฟ LED กะพริบเมื่อข้อมูลถูกส่งผ่านทางพอร์ต USB

2.2.4 ส่วนประกอบของ Arduino

มีส่วนประกอบสำคัญโดยแต่ละตำแหน่งการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 Layout & Pin out Arduino Board

1) USB Port : ใช้สำหรับต่อกับ Computer เพื่ออัปโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด
2) Reset Button : เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่
3) ICSP Port ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2
4) I/O Port: Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้บาง Pin จะทำหน้าที่อื่นเพิ่มเติมด้วย Pin 0, เช่น 1 เป็นขา Tx, Rx Serial, Pin3, 5, 6, 9, 10 และ 11 เป็นขา PWM
5) ICSP Port: Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader
6) MCU: Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) I/OPort: นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้วยังเปลี่ยนเป็นช่องรับสัญญาณอนาลอกตั้งแต่ขา A0 - A5
8) Power Port: ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง 3.3+V, +5V, GND, Vin
9) Power Jack: รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง7 - 12V
10) MCU ของ Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega16U2

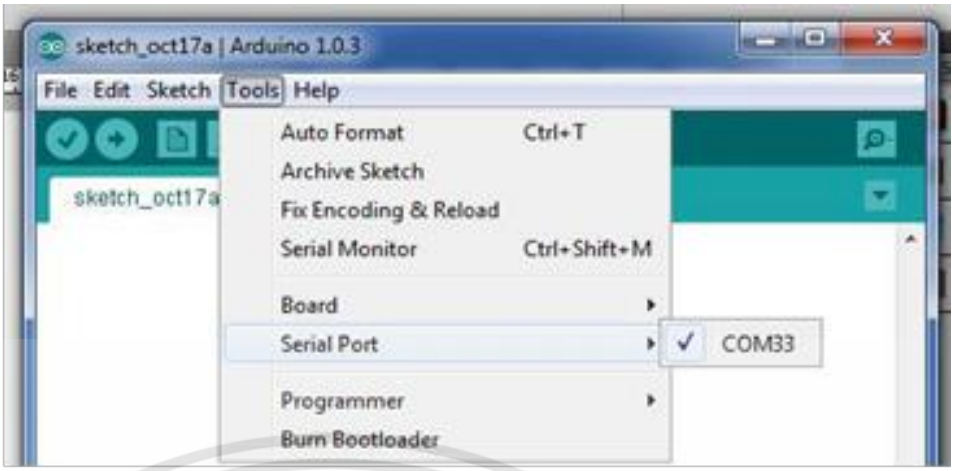
2.2.5 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม Arduino

ในขั้นตอนของการเขียนโปรแกรม Arduino IDE บน Arduino UNO มีขั้นตอนทั้งหมด 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) เขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ผ่านทางโปรแกรม Arduino IDE ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จาก Arduino.cc/en/main/software
2) หลังจากที่เขียนโค้ดบนโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้งานเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ใช้ดังแสดงในรูปที่ 2.8 และเลือกหมายเลข Com port ดังแสดงรูปที่ 2.9
3) กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และ Compile โค้ดโปรแกรมดังแสดงในรูปที่ 2.10 จากนั้นกดปุ่ม Upload โค้ดโปรแกรม ดังแสดงในรูปที่ 2.11 บอร์ด Arduino ผ่านทางสาย USB เมื่ออัพโหลดเรียบร้อยแล้วจะแสดงข้อความแถบข้างล่าง “Done uploading” และบอร์ดจะเริ่มทำงานตามที่เขียนโปรแกรม ไว้ได้ทันที ดังแสดงในรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.9 เลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการ upload

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 เลือกหมายเลข Comport ของบอร์ด

รูปที่ 2.11 กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและ Compile โค้ดโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.12 Upload โค้ดโปรแกรม

2.3 Relay

คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดที่ใช้กันนิยมอย่างแพร่หลาย ในวงจรควบคุมอัตโนมัติทำหน้าที่เปรียบเสมือนสวิตช์ไฟที่ใช้แรงดันไฟฟ้าในการเปิดและปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อควบคุมวงจรต่าง ๆ รีเลย์จะทำงานโดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้ตัวกับขดลวด เพื่อเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็กสำหรับใช้ดึงดูดหน้าสัมผัส (contact) ให้เปลี่ยนทิศทางการไหลของไฟฟ้าเพื่อควบคุมการจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ คล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานกับวงจรควบคุมต่าง ๆ ได้มากมาย ดังแสดงรูปที่ 2.13

รูปที่ 2.13 อุปกรณ์ Relay

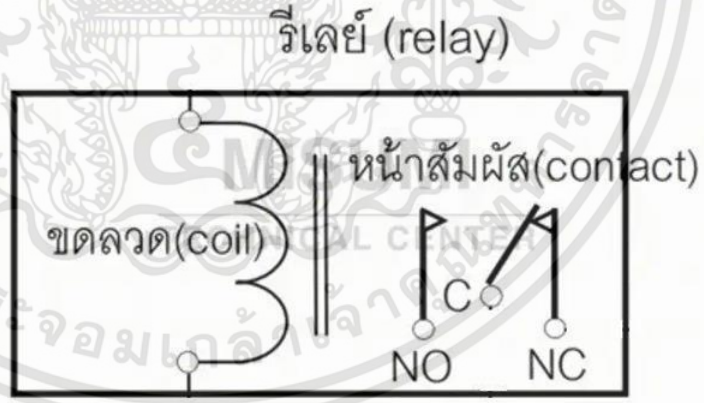
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ส่วนประกอบสำคัญของรีเลย์

1) **ขดลวด (coil)** ทำหน้าที่รับแรงดันไฟฟ้าจากวงจรตัวควบคุม หรือ (controller) เพื่อเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้า ให้เปลี่ยนเป็นพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าในการทำให้ดึงดูดหน้าสัมผัส (contact) ดังแสดงรูปที่ 2.14 ให้เปลี่ยนตำแหน่งการทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเพื่อเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดันค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่ผู้ผลิตกำหนด จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระทุ้งให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน

2) **หน้าสัมผัส (contact)** หน้าสัมผัสจะยึดติดอยู่กับแกนเหล็กทำหน้าที่เหมือนสวิตช์ที่กำหนดทิศทางการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ควบคุมจุดต่อ NC ย่อมาจาก normal close ดังแสดงรูปที่ 2.14 หมายความว่าปกติปิดคือหากยังไม่มีการจ่ายไฟให้ขดลวด (coil) หน้าสัมผัสนี้จะเชื่อมต่อกับจุดต่อ C โดยทั่วไปแล้วมักใช้ต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์ หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลาจุดต่อ NO ย่อมาจาก normal open หมายความว่าปกติเปิดคือหากยังไม่มีการจ่ายไฟให้ขดลวด (coil) หน้าสัมผัสจะยังไม่เชื่อมต่อกับจุดต่อ C โดยทั่วไปแล้วมักต่อจุดนี้เข้าไปกับอุปกรณ์ หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานในช่วงเวลาจำกัดเท่านั้นจุดต่อ C ย่อมาจาก common หมายถึงจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ

3) **จุดต่อใช้งานมาตรฐานในวงจร**



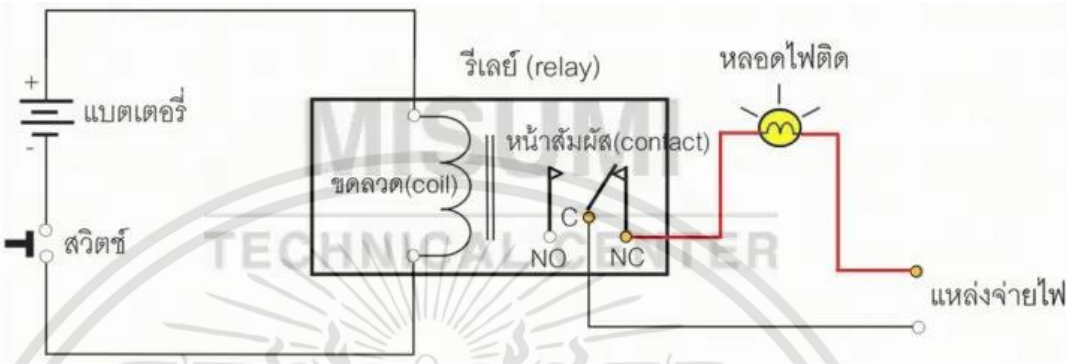
รูปที่ 2.14 หน้าสัมผัสแบบ Normal Close (NC)

4) **การทำงานของรีเลย์**

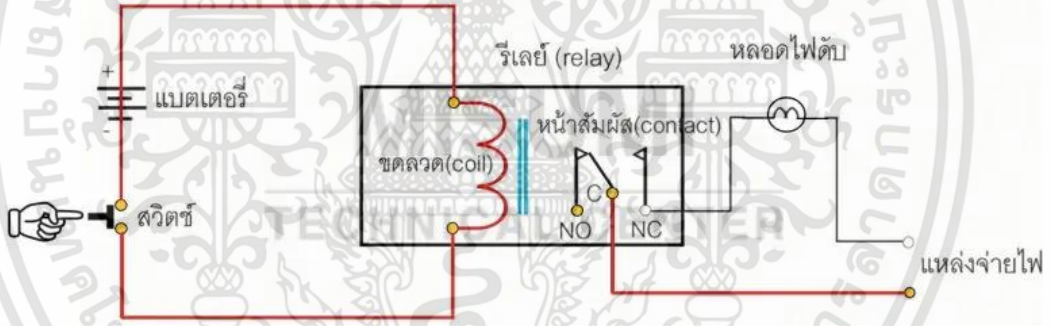
การทำงานเมื่อกระแสไฟไหลผ่านขดลวด (Coil) ลงกราวด์ (Ground) จะเกิดการสร้างอำนาจของแม่เหล็กไฟฟ้าดูดส่งผลทำให้หน้าสัมผัส (Contact) ติดกันกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายจึงไหลผ่านหน้าสัมผัสไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในยานพาหนะได้โดยมีตัวอย่างการทำงานของรีเลย์ ในสภาวะการทำงานแบบปกติที่ไม่มีการกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิตช์ไม่มีการจ่ายไฟให้ขดขวดทำให้ไม่เกิดการเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสหรือเรียกว่าสภาวะปกติปิด (NC) ดังแสดงรูปที่ 2.15 และตัวอย่างการทำงานเมื่อมีการกดสวิตช์แบตเตอรี่จ่ายไฟทำให้เกิดการเหนี่ยวนำส่งผลทำให้หน้าสัมผัสเปลี่ยนสภาวะเป็นปกติเปิด (NO) ดังแสดงรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.15 รีเลย์ในสภาวะปกติที่ไม่มีการกดสวิตช์ แบตเตอรี่ไม่จ่ายไฟขดลวด (coil)ทำให้ไม่เกิดการเหนี่ยวนำหน้าสัมผัส (contact) จึงอยู่ในสภาวะปกติปิด (NC) ไฟติด



รูปที่ 2.16 ตัวอย่างเมื่อกดสวิตช์ แบตเตอรี่จ่ายไฟให้ขดลวด (coil) ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำส่งผลให้หน้าสัมผัส (contact) เปลี่ยนสถานะเป็นสภาวะปกติเปิด (NO) ทำให้ไฟดับ

2.3.2 ประเภทของรีเลย์

รีเลย์อาจแบ่งได้ตามประเภทของปริมาณไฟฟ้ากระตุ้นโดยแรงดัน กระแส กำลังไฟ ฯลฯ ปริมาณเชิงกลดำเนินการโดยความดัน ความเร็วของการอัตราการไหลออกของก๊าซเหลว หรือ ก๊าซ ฯลฯ และปริมาณความร้อนรีเลย์ป้องกันไฟฟ้าสามารถกว้างแบ่งออกได้เป็นสองประเภทรีเลย์แม่เหล็กไฟฟ้า และรีเลย์แบบคงที่ตามหลักการของการใช้งานและการก่อสร้างรีเลย์อาจจำแนก ได้ตามประเภทของแรงดึงดูดของแม่เหล็กไฟฟ้าประเภทการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดอิเล็กโทรดนิคัมแบบขดลวดเคลื่อนที่ชนิดความร้อนแบบไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) **เพาเวอร์รีเลย์ (Power Relay)** คือรีเลย์ที่ช่วยตรวจสอบการทำงานของวงจรไฟฟ้าที่มีความผิดปกติจากการเกิดกระแสไฟฟ้าขาดหรือกระแสไฟฟ้าเกิน และเกิดแรงดันต่ำ - แรงดันสูง ได้เป็นอย่างดีโดยเพาเวอร์รีเลย์นั้นจะทำหน้าที่ตัดวงจรส่วนที่ผิดปกติออกทันทีเพื่อป้องกันไม่ให้อุปกรณ์และส่วนประกอบต่าง ๆ ของไฟฟ้าเกิดความเสียหายได้
2) **โซลิดสเตตรีเลย์** เป็นรีเลย์ที่มีขนาดเล็กโครงสร้างแตกต่างจากรีเลย์ทั่วไปคือไม่ใช้ส่วนของหน้าสัมผัสในการตัด - ต่อวงจรแต่จะใช้อุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์ ทำให้ไม่มีชิ้นส่วนเคลื่อนที่ข้อดี คือลดเสียงรบกวนตอบสนองการทำงานอย่างรวดเร็วป้องกันการสั่นสะเทือน และแรงกระแทกมีอายุการใช้งานนานนิยมนำไปใช้กับอุปกรณ์ต่อพ่วงคอมพิวเตอร์เครื่องทำความร้อนไฟฟ้าและเครื่องจักรอุตสาหกรรม
3) **แลทชิ่งรีเลย์ (Latching Relay)** คืออุปกรณ์สลับหรือเปลี่ยนตำแหน่งการทำงานอัตโนมัติโดยมีหลักการทำงานคือจ่ายกระแสไฟเข้าที่ฝั่งขาเปิดและฝั่งขาปิดทุกครั้งทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดหรือหน้าสัมผัสของรีเลย์เพื่อเปิด - ปิดและสลับการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบควบคุมเดียวกันแลทชิ่งรีเลย์จะนิยมใช้ติดตั้งเข้ากับระบบควบคุมการทำงานของเครื่องมือเครื่องจักร เช่น แอร์ ปั๊มน้ำ มอเตอร์ เป็นต้น
4) **เซฟตี้รีเลย์ (Safety Relay)** อุปกรณ์รับสัญญาณจากเซนเซอร์ที่ช่วยควบคุมตรวจสอบ และรักษาความปลอดภัยของเครื่องใช้ไฟฟ้า หลักการทำงานคือจะตัดการทำงานของไฟฟ้าในระบบทันทีที่มีไฟเกิน ใช้งานง่ายโดยแค่นำไปติดตั้งหรือเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องจักรในอุตสาหกรรม เช่น เซ็นเซอร์ม่านแสงนิรภัย Safety Light Curtain ปุ่มกดฉุกเฉิน (Emergency Stop Button)
5) **ไทม์เมอร์รีเลย์ (Timer Relay)** มีลักษณะคล้ายนาฬิกามีทั้งแบบอนาลอก และแบบดิจิตอลเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับกำหนดเวลาเพื่อ เปิด - ปิดระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้า หรือหยุดจ่ายกระแสไฟรีเลย์จะเริ่มทำงานตามเวลาที่ผู้ใช้งานตั้งค่าไว้ โดยที่หน้าสัมผัสจะสามารถอยู่ในสถานะคงที่หรือสลับตรงกันข้ามกัน และทำให้เริ่มนับเวลาหรือหยุดเวลาจนครบกำหนดได้
5) **เทอร์มินอลรีเลย์ (Terminal Relay)** รีเลย์ Work saving relay เป็นรีเลย์ชนิดประหยัดพลังงานมีขนาดเล็กซึ่งจะติดตั้งอยู่ในหน่วยรีเลย์นำไปประยุกต์ใช้งานจากแบบอินพุต - เอาต์พุต (I/O) เป็นแบบคอนโทรลเลอร์ที่ตั้งโปรแกรมได้เมื่อต้องการลดการใช้พลังงานสามารถ นำไปใช้เชื่อมต่อโซลินอยด์วาล์วหรืออุปกรณ์อื่น ๆ เข้ากับคอนโทรลเลอร์ เช่น PLC ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) **สเต็ปปิ้งรีเลย์ (Stepping Relay)** อุปกรณ์ช่วยควบคุมและสลับตำแหน่งการทำงานอัตโนมัติของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อยู่ในวงจรควบคุมเดียวกัน โดยมีหน้าสัมผัสและจุดเชื่อมต่อการใช้งานมากกว่ารีเลย์ชนิดอื่น ๆ รีเลย์ที่มีหลายคอนแทคโดยแต่ละหน้าคอนแทค contact จะมีทำงานสลับกับเรียงไปตามลำดับหากมีการจ่ายไฟเข้าไป 1 ครั้งหน้าคอนแทค contact แรกจะทำงานและหยุดทำงานลงเมื่อมีการจ่ายไฟครั้งที่ 2 ทำให้หน้าคอนแทคต่อ ๆ ไปทำงานเรียงสลับกันนิยมใช้ติดตั้งเข้ากับแผงควบคุมระบบการทำงานที่มีขนาดใหญ่ เช่น การควบคุมระบบเครื่องสูบน้ำ การควบคุมกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม

2.3.3 ชนิดของรีเลย์

การแบ่งชนิดของรีเลย์สามารถแบ่งได้ 11 แบบ คือชนิดของรีเลย์แบ่งตามลักษณะของคอยล์ หรือแบ่งตามลักษณะการใช้งาน (Application) ได้แก่ รีเลย์ ดังต่อไปนี้

1) **รีเลย์กระแส (Current relay)** คือรีเลย์ที่ทำงานโดยใช้กระแสมีทั้งชนิดกระแสขาด (Under - current) และกระแสเกิน (Over current)
2) **รีเลย์แรงดัน (Voltage relay)** คือรีเลย์ที่ทำงานโดยใช้แรงดันมีทั้งชนิดแรงดันขาด (Under - voltage) และแรงดันเกิน (Over voltage)
3) **รีเลย์ช่วย (Auxiliary relay)** คือรีเลย์ที่เวลาใช้งานจะต้องประกอบเข้ากับรีเลย์ชนิดอื่น จึงจะทำงานได้
4) **รีเลย์กำลัง (Power relay)** คือรีเลย์ที่รวมเอาคุณสมบัติของรีเลย์กระแส และรีเลย์แรงดันเข้าด้วยกัน
5) **เลย์เวลา (Time relay)** คือรีเลย์ที่ทำงานโดยมีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 4 แบบ คือ
   - ก. **รีเลย์กระแสเกินชนิดเวลาผกผันกับกระแส** คือรีเลย์ที่มีเวลาทำงานเป็นส่วนกลับกับกระแส
   - ข. **รีเลย์กระแสเกินชนิดทำงานทันที** คือรีเลย์ที่ทำงานทันทีทันใดเมื่อมีกระแสไหลผ่านเกินกว่าที่กำหนดไว้
   - ค. **รีเลย์แบบดิฟฟินิตไทม์เล็ก** คือรีเลย์ที่มีเวลาการทำงานไม่ขึ้นอยู่กับความมากน้อยของกระแส หรือค่าไฟฟ้าอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดงานขึ้น
   - ง. **รีเลย์แบบอินเวอสดิฟฟินิตมินิมั่มไทม์เล็ก** คือรีเลย์ที่ทำงานโดยรวมเอาคุณสมบัติของเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time) และเป็นแบบดิฟฟินิตไทม์แล็ก (Definite time lag relay) เข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

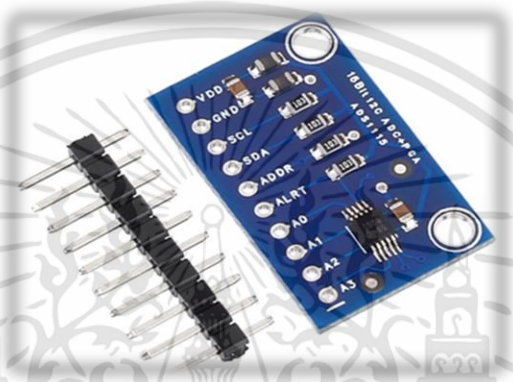
6) **รีเลย์กระแสต่างๆ (Differential relay)** คือรีเลย์ที่ทำงานโดยอาศัยผลต่างของกระแส
7) **รีเลย์มีทิศทาง (Directional relay)** คือรีเลย์ที่ทำงานเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผิดทิศทางมีแบบรีเลย์กำลังมีทิศทาง (Directional power relay) และ รีเลย์กระแสมีทิศ (Directional current relay)
8) **รีเลย์ระยะทาง (Distance relay)** คือระยะทางรีเลย์มีหลากหลายรูปแบบ ดังนี้ รีแอกแตนซ์รีเลย์ (Reactance relay) อิมพีแดนซ์รีเลย์ (Impedance relay) โมห์รีเลย์ (Mho relay) โอห์มรีเลย์ ออฟเซทโมห์รีเลย์ (Off set mhorelay) โพลาไรซ์โมห์รีเลย์ (Polarized mho relay)
9) **รีเลย์อุณหภูมิ (Temperature relay)** คือรีเลย์ที่ทำงานตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้
10) **รีเลย์ความถี่ (Frequency relay)** คือรีเลย์ที่ทำงานเมื่อความถี่ของระบบต่ำกว่าหรือมากกว่าที่ตั้งไว้
11) **บูคโฮลซ์รีเลย์ (Buchholz ‘s relay)** คือรีเลย์ที่ทำงานด้วยก๊าซ ใช้กับหม้อแปลงที่แช่อยู่ในน้ำมัน เมื่อเกิดฟอลต์ขึ้นภายในหม้อแปลงจะทำให้น้ำมันแตกตัวและเกิดก๊าซขึ้นภายในไปดันหน้าสัมผัสให้รีเลย์ทำงาน

2.4 ADS1115 16 Bit ADC

โมดูลแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (ADC) ระดับ 16 bit สามารถอ่านอนาลอกได้ 4 ช่องใช้วัดเป็น Differential ระหว่าง 2 ช่องสัญญาณโมดูลสื่อสารกับ Arduino ไมโครคอนโทรลเลอร์ Microcontroller ยอดนิยมผ่านบัส Inter Integrate Circuit Bus สามารถเซ็ตความละเอียดได้ ใช้ไฟเลี้ยง 2.0 - 5.5v ใช้กระแสต่ำประมาณ 150uA สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ไม่มีตัวแปล อนาลอกเป็นดิจิทัล หรือเมื่อต้องการ ADC ที่มีความแม่นยำสูงกว่า ADS1115 จะให้ความแม่นยำ 16 บิตที่ 860 ตัวอย่าง/วินาทีบน Inter Integrate Circuit Bus ชิปสามารถกำหนดค่าเป็น 4 ช่อง สัญญาณเข้าปลายเดียวหรือสองช่องสัญญาณที่แตกต่างกันที่ดีมันยังรวมถึงเกณฑ์การขยายที่ตั้งโปรแกรม ได้สูงถึง x16 เพื่อช่วยเพิ่มสัญญาณซิงเกิ้ล / ดิฟเฟอเรนเชียลที่เล็กลงให้เต็มช่วงชอบ ADC นี้เพราะสามารถทำงานจากกำลังต่อลอจิก 2V ถึง 5V สามารถวัดสัญญาณได้หลากหลาย และใช้งานง่ายมากเป็นตัวแปลง 16 บิตสำหรับวัตถุประสงค์ทั่วไปที่ยอดเยี่ยมของชิปมีขนาดค่อนข้างเล็ก จึงนิยมใช้มาวางบนบอร์ดที่มีเฟอร์ไรท์เพื่อให้ AVDD และ AGND โดยมีการเชื่อมต่อทำได้ผ่าน Inter Integrate Circuit Bus ที่อยู่สามารถเปลี่ยนเป็นหนึ่งในสี่ตัวเลือกเพื่อให้สามารถเชื่อมต่อ ADS1115 ได้สูงสุด 4 เครื่องบนบัส Inter Integrate Circuit Bus แบบ 2 สายเดี่ยว สำหรับอินพุตแบบปลายเดี่ยว 16 รายการ เพื่อให้เริ่มต้นได้มีโค้ดตัวอย่างสำหรับทั้ง Raspberry Pi (ในไลบรารี Adafruit Pi Python), Arduino ในที่เก็บไลบรารี ADS1X15 Arduino และ Circuit Python เพียงเชื่อมต่อ GND กราวด์กับ VDD กับแหล่งจ่ายไฟลอจิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ SCL/SDA กับพอร์ต Inter Integrated Circuit Bus ซึ่งเป็นพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ไม่มีตัวแปลงอนาลอกเป็นดิจิทัลหรือเมื่อต้องการ ADC ที่มีความแม่นยำสูงกว่า ADS1115 ที่จะให้ความแม่นยำ 16 บิต ที่ 860 ตัวอย่างต่อวินาที บน Inter Integrate Circuit Bus ชิปสามารถกำหนดค่าเป็นสี่ช่องสัญญาณเข้าปลายเดียว หรือสองช่องสัญญาณที่แตกต่างกันได้รวมถึงแอมพลิฟายเออร์เกนที่ตั้งโปรแกรมได้สูงถึง x16 เพื่อช่วยเพิ่มสัญญาณซิงเกิ้ลต่อดิฟเฟอเรนเชียลที่เล็กลงให้เต็มช่วง ADC สามารถทำงานจากกำลังต่อลอจิก 2V ถึง 5V สามารถวัดสัญญาณได้หลากหลายและสามารถนำมาใช้งานได้ง่าย ดังแสดงรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 ADS 1115 16 Bits ADC

2.5 YHDC HST016L

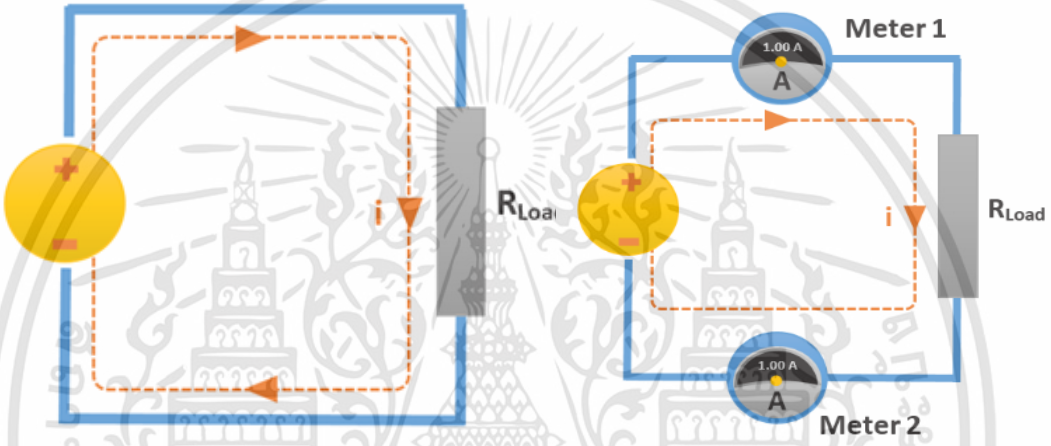
YHDC HST016L เซนเซอร์วัดกระแสไฟฟ้า ใช้งานโดยนำไปครอบสายไฟ โดย CT เป็นแบบแยกได้โดยมีตัวล็อกจึงสะดวกในการใช้งานสายยาว 1 เมตร CT YHDC HST016L เป็นเซนเซอร์ที่ใช้วัดกระแสในไฟฟ้า AC สามารถวัดได้สูงสุดที่ 100A การใช้งานเพียงแค่เอาเซนเซอร์ไปครอบไว้ที่สายไฟที่ต้องการวัดกระแสเท่านั้น ดังแสดงรูปที่ 2.18

รูปที่ 2.18 YHDC HST016L

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 หลักการทำงานของ YHDC HST016L

การทำงานคือการที่วงจรหนึ่งที่ประกอบด้วยแหล่งจ่ายไฟและโหลด (R Load) กระแส (I) จะไหลจากขั้วบวกของแหล่งจ่าย ผ่านโหลดและไปยังขั้วลบของแหล่งจ่าย ถ้าต้องการทราบกระแส (I) ที่ไหลผ่านโหลด (R Load) วิธีที่ง่ายที่สุดคือใช้สูตร I=V/R คือต้องทราบแรงดันแหล่งจ่าย (V) ค่าความต้านทานโหลด (R) ก็จะทราบกระแส (I) ที่ไหลผ่านโหลด (R Load) หรือใช้ Multimeter ต่ออนุกรมกับโหลด (R Load) ซึ่งสามารถวัดก่อนเข้าโหลด (Meter1) หรือหลังโหลด (Meter2) ดังรูปที่ 2.19 Meter ทั้งสองจะอ่านกระแสได้เท่ากัน

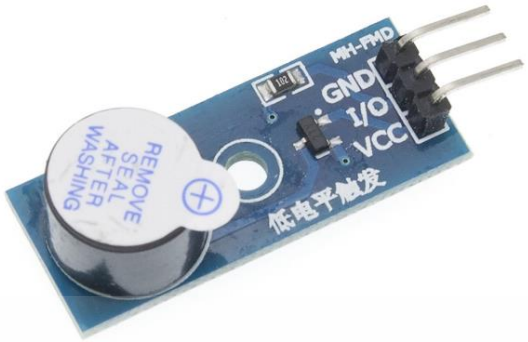


รูปที่ 2.19 หลักการทำงานของ YHDC HST016L

2.6 Buzzer

คืออุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งทำหน้าที่ส่งเสียงสัญญาณเตือนสามารถติดตั้งใช้งานบนแผงควบคุมตัวตั้งเวลาอุปกรณ์รับและส่งสัญญาณเตือนโมดูล Buzzer หรือโมดูลส่งเสียงใช้สร้างวงจรเตือนได้ใช้ไฟเลี้ยง 3.3 ถึง 5V ใช้ TR เบอร์ 9012 ในการขยายสัญญาณโดยจะส่งเสียงร้องเมื่อมีการจ่ายไฟเข้าที่ขา I/O สามารถนำไปใช้ใน Arduino ได้อย่างหลากหลายทั้งอุปกรณ์กันขโมย หรืออุปกรณ์แจ้งเตือนต่าง ๆ Buzzer จะมี 2 ชนิด คือ แบบ Active และ Passive แบบ Active คือจ่ายไฟ VCC เข้าไปแล้ว Buzzer จะทำงานทันทีมีเสียงเพียงโทนเดียวดังต่อเนื่องเมื่อยังจ่ายไฟอยู่แบบ Passive จะไม่สามารถส่งเสียงดังได้ด้วยการเพียงจ่ายไฟแต่ต้องเขียนโน้ตเสียงให้มันด้วยผ่านทางการเขียนคำสั่งใน (Microcontroller) ไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น Arduino UNO R3 แต่ข้อดีคือสามารถกำหนดโทนเป็นโน้ตได้จึงสามารถทำให้ Buzzer ดังเป็นเสียงดนตรีได้โมดูลเสียง Active Buzzer Module สามารถสร้างเสียงเตือนได้ง่ายโดยการต่อขา I/O ของ Active Buzzer กับขา I/O ของ Arduino หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรงและต่อกับเข้ากับขา VCC ของ Active Buzzer กับไฟเลี้ยง 3.3 - 5VDC และขา GND กับ GND ในการสั่งให้ Active Buzzer มีเสียงทำได้โดยการสั่งขาที่ต่อกับ Active Buzzer ให้เป็น LOW

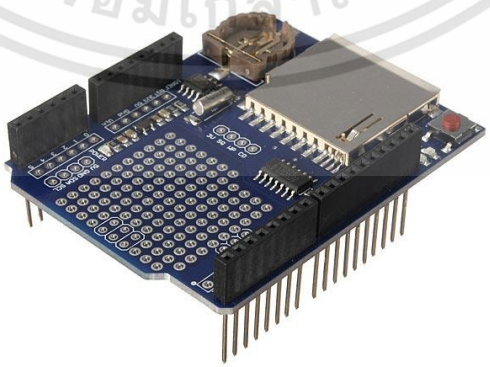
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 Buzzer

2.7 Board Model Data logging shield V1.0

Data logging คือระบบซึ่งเป็นฐานเก็บข้อมูลโดยจะรับค่าที่บันทึกซึ่งเป็นระบบอนาลอกจากเซนเซอร์และทำการเปลี่ยนข้อมูลเป็นระบบดิจิตอลต่อมาจึงใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการอ่านข้อมูลบนหน้าจอจาก Memory Card ของ Data logging ซึ่งทำหน้าที่เก็บค่าที่วัดได้ตามช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ผู้ใช้งานกำหนดไว้ให้บันทึกได้อย่างอัตโนมัติในส่วนของฮาร์ดแวร์ผู้ใช้งานสามารถเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการลงใน Memory Card Compact Flash โดยสามารถเรียกดูค่าที่เก็บไว้ได้ตลอดเวลาเป็นแบบ Real time โดยไฟล์ที่ผู้ใช้งานดูจะถูกบันทึกเป็น CSV file (Comma separated variable) ทำให้สามารถใช้โปรแกรม Microsoft excel อ่านค่าได้อย่างง่ายดายจึงสะดวกต่อผู้ใช้งานทุกประเภทเพื่อการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลเป็น shield ที่ใช้สำหรับเก็บค่าต่าง ๆ ตามเวลาที่ต้องการ เช่น ค่าของเซนเซอร์ ต่าง ๆ โดยค่าที่ต้องการจะบันทึกค่าลงบน SD Card ใน shield ประกอบด้วย RTC (Real time clock) ช่องเสียบ SD Card และช่องใส่ถ่าน Back up เพื่อช่วยให้ RTC ยังทำงานอยู่ในกรณีไม่มีไฟเลี้ยงบอร์ดใช้งานได้กับบอร์ด Arduino UNO, Duemilanove, Diecimila, Leonardo, ADK/Mega R3



รูปที่ 2.21 อุปกรณ์ Board Model Data Logging Shield V1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ภาษาซี

ภาษาของ Arduino จะอ้างอิงตามภาษา C/C++ จึงอาจกล่าวได้ว่าการเขียนโปรแกรมสำหรับ Arduino ซึ่งก็รวมถึงบอร์ด Arduino ก็ คือการเขียนโปรแกรมภาษา C โดยเป็นวิธีการเรียกใช้ ฟังก์ชั่น และไลบรารีที่ทาง Arduino ได้สามารถเขียนโปรแกรมคำสั่งงานได้ในบทนี้จะอธิบายถึงโครงสร้างโปรแกรมของ Arduino แบ่งได้เป็นสองส่วน คือ void setup และ void loop โดยฟังก์ชั่น setup เมื่อโปรแกรมทำงานจะทำคำสั่งสั่งของฟังก์ชั่นนี้เพียงครั้งเดียว ใช้ในการกำหนดค่าเริ่มการทำงานส่วนฟังก์ชั่น loop เป็นส่วนทำงานโปรแกรมจะทำคำสั่งสั่งในฟังก์ชั่นนั่นต่อเนื่องกันตลอดเวลาโดยปกติใช้กำหนดโหมดการทำงานของขาต่าง ๆ กำหนดการสื่อสารแบบอนุกรม ฯลฯ ส่วนของ loop เป็นโค้ดโปรแกรมที่ทำงาน เช่น อ่านค่าอินพุต ประมวลผล สั่งงานเอาต์พุต ฯลฯ โดยส่วนส่วนเริ่มต้น เช่น ตัวแปรนั้นจะต้องเขียนที่ส่วนหัวของโปรแกรมก่อนถึงตัวฟังก์ชั่นนอกจากนั้นยังต้องคำนึงถึงตัว พิมพ์เล็กและใหญ่ของตัวแปร และใช้ชื่อฟังก์ชั่นนั้นให้ถูกต้องการเขียนโปรแกรมแต่ละภาษานั้นของโครงสร้างโปรแกรมจะต่างกัน ในส่วนนี้จะกล่าวถึงโครงสร้างของการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซี (C/C++) รวมทั้งการเขียนโปรแกรมอย่างง่ายลักษณะโครงสร้างภาษาซีแบ่งออกได้เป็น 5 ส่วนโครงสร้างของโปรแกรมประกอบด้วยหลายส่วน แต่ในการเขียนโปรแกรมนั้นไม่จำเป็นต้องเขียนหมดทุกส่วนส่วนใดไม่ใช้ก็ตัดทิ้งได้แต่ทุกโปรแกรมต้องมีส่วนปรีโปร์เซสเซอร์ไดเร็กทีฟ และมีส่วนฟังก์ชั่นหลักรายละเอียดของส่วนต่าง ๆ เป็นดังต่อไปนี้

2.8.1 โครงสร้างภาษาซี

1) **ปรีโปรเซสเซอร์ไดเร็กทีฟ (Preprocessor directives)** ส่วนนี้ทุกโปรแกรมต้องมีกระทำตามคำสั่งก่อนที่จะคอมไพล์โปรแกรม ซึ่งจะเริ่มต้นด้วยเครื่องหมายไดเร็กทีฟ (directive) # และตามด้วยชื่อโปรแกรมหรือชื่อตัวแปรที่ต้องการ
2) **ส่วนประกาศ (Global declarations)** ส่วนนี้จะใช้ในการประกาศตัวแปร หรือฟังก์ชั่นที่ต้องใช้ในโปรแกรม โดยทุก ๆ ส่วนของโปรแกรมสามารถจะเรียกใช้ข้อมูลที่ประกาศไว้ในส่วนนี้ได้ส่วนนี้บางโปรแกรมอาจไม่มีก็ได้สำหรับรายละเอียดต่าง ๆ จะได้กล่าวต่อไป
3) **ส่วนฟังก์ชั่นหลัก (main() function)** ส่วนนี้ทุกโปรแกรมจะต้องมีจะประกอบไปด้วยประโยคคำสั่งต่าง ๆ ที่จะให้โปรแกรมทำงาน โดยนำคำสั่งต่าง ๆ มาต่อเรียงกันแต่ละประโยคคำสั่งจะจบด้วยเครื่องหมายเซมิโคลอน (Semicolon ;) โดยโปรแกรมหลักนี้จะเริ่มต้นด้วย main() ตามด้วยเครื่องหมายปีกกาเปิด ({) และจบด้วยเครื่องหมายปีกกาปิด (})

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) **ส่วนกำหนดฟังก์ชั่นขึ้นใช้เอง (Uses – defined functions)** เป็นการเขียนคำสั่งและฟังก์ชั่นต่าง ๆ ขึ้นใช้โปรแกรมโดยต้องอยู่ในเครื่องหมาย { } และสร้างฟังก์ชั่นหรือคำใหม่ที่ให้ทำงานตามที่ต้องการ ให้กับโปรแกรมและสามารถเรียกใช้ได้ภายในโปรแกรม
5) **ส่วนอธิบายโปรแกรม (Program comments)** ส่วนนี้ใช้เขียนคอมเมนต์โปรแกรม เพื่ออธิบายการทำงานต่าง ๆ ทำให้ผู้ศึกษาโปรแกรมในภายหลังทำความเข้าใจโปรแกรมได้ง่ายขึ้นเมื่อคอมไพล์โปรแกรมส่วนนี้จะถูกข้ามไป

2.8.2 โปรแกรมภาษาซีเบื้องต้น

ดังที่กล่าวมาแล้วว่าส่วนประกอบของโปรแกรมมีหลายส่วน ส่วนใดไม่ใช้สามารถตัดทิ้งได้ภาษา C เป็นภาษาที่การเขียนโปรแกรมเป็นโครงสร้างโมดูลโดยจะมีการเขียนโมดูลต่าง ๆ เก็บไว้ใช้ซึ้งแต่ละโมดูลสามารถเรียกมาใช้ภายหลังได้ในที่นี้การจะเขียนโปรแกรมอย่างง่าย ๆ ที่สุดก่อนจากนั้นจะพัฒนาโปรแกรมให้ใหญ่ขึ้นโดยเขียนโปรแกรมแทรกเข้าไปในโปรแกรมอย่างง่ายนี้

2.8.3 การรับและการพิมพ์ข้อมูลเบื้องต้น

ต่อไปจะกล่าวถึงการรับข้อมูลและการส่งข้อมูล โดยจะกล่าวถึงฟังก์ชั่นในการรับข้อมูลจากแป้นพิมพ์และการส่งข้อมูลออกทางจอภาพโดยคำสั่งดังกล่าวจะอยู่ในไลบราลี stdio.h ซึ่งจะต้องเรียกออกมาก่อน

1) **ฟังก์ชั่น printf ()** ฟังก์ชั่นนี้ได้ทดลองใช่อย่างง่าย ๆ มาแล้ว โดยฟังก์ชั่น printf() มีชื่อเต็มว่า print format เป็นฟังก์ชั่นพิมพ์ข้อความต่าง ๆ ออกทางจอภาพ
2) **ฟังก์ชั่น scanf ()** ฟังก์ชั่นนี้จะตรงข้ามกับฟังก์ชั่น print() โดยจะใช้อ่านค่าจากการกดคีย์บอร์ดที่อยู่ในรูปรหัส ASCII ไปเก็บในตัวแปรได้

2.8.4 ส่วนของฟังก์ชั่น setup

ฟังก์ชั่นนี้จะเขียนที่ส่วนต้นของโปรแกรมทำงานเมื่อโปรแกรมเริ่มต้นครั้งเดียวใช้เพื่อกำหนดค่าของตัวแปรโหมดการทำงานของขาต่าง ๆ เริ่มต้นเรียกใช้ไลบรารี ดังแสดงรูปที่ 2.22 ในขณะที่โปรแกรมภาษา C มาตรฐานที่เขียนบน AVR GCC (เป็นโปรแกรม ภาษา C ที่ใช้ C คอมไพเลอร์แบบ GCC สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR) จะเขียนได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ตัวอย่าง
int buttonPin = 13;
void setup()
{
Serial.begin(9600);
pinMode(buttonPin, INPUT);
}
void loop()
{
if (digitalRead(buttonPin) == HIGH)

Serial.println('H');
else
Serial.println('L');
delay(1000);
```

รูปที่ 2.22 ตัวอย่างส่วนของฟังก์ชั่น setup

```
int main(void)
{
init();
setup();
for (;;)
loop();
return ;
        }
```

รูปที่ 2.23 ภาษา C สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR

2.8.5 ส่วนของฟังก์ชั่น loop

หลังจากที่เขียนฟังก์ชั่น setup มีการกำหนดค่าเริ่มต้นของโปรแกรมแล้วส่วนถัดมาก็คือฟังก์ชั่น loop ซึ่งมีการทำงานตรงตามชื่อคือจะทำงานตามฟังก์ชั่นวนต่อเนื่องตลอดการทำงานเวลาภายในฟังก์ชั่นจะมีโปรแกรมของผู้ใช้งาน เพื่อรับค่าจากพอร์ตประมวลผลการทำงานแล้วสั่งเอาต์พุตออกขาเพื่อควบคุมการทำงานของบอร์ดโปรแกรมทำงานวนในของฟังก์ชั่น loop ตลอดเวลาหลังจากทำงานในฟังก์ชั่น setup จึงสรุปได้ว่าฟังก์ชั่น setup คือส่วนต้นของโปรแกรมที่ใช้ในการประกาศหรือตั้งค่าการทำงานในตอนเริ่มต้นทำงานในขณะที่ฟังก์ชั่น loop เป็นเสมือนส่วนของโปรแกรมหลักที่ต้องวนทำงานอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาอย่างไรก็ตามในบางโปรแกรมอาจมีเฉพาะส่วนของฟังก์ชั่น setup และไม่มีฟังก์ชั่น loop ก็ได้นั่นแสดงว่าโปรแกรมนั้น ๆ ต้องการตั้งค่าการทำงานหรือกำหนดให้มีการทำเพียงครั้งหรือรอบเดียวทำงานทันที ดังแสดงในรูปที่ 2.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int buttonPin = 13;
//setup initializes eerial and the button
pin void setup()
{
Serial.begin(9600); pinMode(buttonPin,
INPUT);
}
//loop checks the button pin each time,
//and will send serial if it is pressed
void loop()
{
if (digitalRead(buttonPin) == HIGH)
Serial.println('H');
else
Serial.println('L');
delay(1000);
}
```

รูปที่ 2.24 ตัวอย่างส่วนของฟังก์ชั่น loop

2.8.6 คำสั่ง if

ใช้ทดสอบเพื่อกำหนดเงื่อนไขการทำงานของโปรแกรม เช่น ถ้าอินพุตมีค่ามากกว่าค่าที่กำหนดไว้จะให้ทำอะไรโดยมีรูปแบบการเขียน ดังแสดงในรูปที่ 2.25 ตัวโปรแกรมจะทดสอบว่าถ้าตัวแปร Some Variable มีค่ามากกว่า 50 หรือ ไม่ ถ้าใช่ให้ทำอะไรถ้าไม่ใช่ให้ข้ามการทำงานส่วนนี้ การทำงานของคำสั่งนี้จะทดสอบเขียนในเครื่องหมายวง เล็บถ้าเงื่อนไขเป็นจริงทำตามคำสั่งที่เขียนในวงเล็บปีกกา ถ้าเงื่อนไขข้ามการทำงานส่วนนี้ไปส่วนของการทดสอบเงื่อนไขที่เขียนอยู่ภายในวงเล็บจะต้องใช้ตัวกระทำเปรียบเทียบต่าง ๆ ดังตารางที่ 2.1 เทคนิคสำหรับการเขียนโปรแกรมใช้ในการเปรียบเทียบตัวแปรให้ใช้ตัวกระทำ == (เช่น if (x==10)) ห้ามเขียนผิดเป็น = (เช่น if (x=10)) คำสั่งที่เขียนผิดในแบบที่สองนี้ทำให้ผลการทดสอบเป็นจริงเสมอและเมื่อผ่านคำสั่งแล้ว x มีค่าเท่ากับ 10 จึงส่งผลทำให้การทำงานของโปรแกรมนั้นได้ผลลัพธ์ไม่เป็นตามที่กำหนดไว้จึงใช้คำสั่ง if ในคำสั่งควบคุมการแยกเส้นทางของโปรแกรมโดยใช้คำสั่ง if...else

```
if (somevariable > 50)
{
//

do something Here
}
```

รูปที่ 2.25 ตัวอย่างคำสั่ง if

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบตัวแปรของเงื่อนไขที่เขียนอยู่ภายในวงเล็บ

x == y	(x เท่ากับ y)
x != y	(x ไม่เท่ากับ y)
x < y	(x น้อยกว่า y)
x > y	(x มากกว่า y)
x <= y	(x น้อยกว่าหรือเท่ากับ y)
x >= y	(x มากกว่าหรือเท่ากับ y)

2.8.7 คำสั่ง if...else

ใช้ทดสอบเพื่อกำหนดเงื่อนไขการทำงานของโปรแกรมได้มากกว่าคำสั่ง if ธรรมดา โดยสามารถกำหนดได้ว่าถ้าเงื่อนไขเป็นจริงให้ทำอะไรถ้าเป็นเท็จให้ทำอะไร เช่น อินพุตอนาลอก ที่อ่านได้น้อยกว่า 500 ให้ทำอะไรถ้าค่ามากกว่า หรือ เท่ากับ 500 ให้ทำอีกอย่างจะเขียนคำสั่งได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.26 หลังคำสั่ง else สามารถตามด้วยคำสั่ง if สำหรับในการทดสอบอื่น ๆ ให้รูปแบบคำสั่งกลายเป็น if....else...if เป็นการทดสอบเงื่อนไขต่าง ๆ เมื่อเป็นจริงให้ทำตามที่ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 2.27 หลังคำสั่ง else สามารถตามด้วยคำสั่ง if ได้ไม่จำกัดจำนวนสามารถใช้คำสั่ง switch case แทนคำสั่ง if...else...if สำหรับการทดสอบเงื่อนไขจำนวนมาก ๆ นำ ได้เมื่อใช้คำสั่ง if...else แล้วต้องกำหนดด้วยว่าถ้าทดสอบไม่ตรงกับเงื่อนไขใด ๆ เลยให้ทำอะไรโดยให้กำหนดที่คำสั่ง else ตัวสุดท้าย

```
if (pinFiveInput < 500)

{
//do thing A
}

Else
{
//do thing B

}
```

รูปที่ 2.26 ตัวอย่างคำสั่ง if...else

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if (pinFiveInput < 500)
{
//do Thing A
}
else if (pinFiveInput >= 1000)
{
//do Thing B
}
else
{
//do Thing C
}
```

รูปที่ 2.27 ตัวอย่างคำสั่ง if ในการทดสอบอื่น ๆ

2.8.8 คำสั่ง for

คำสั่งนี้ใช้เพื่อสั่งคำสั่งที่อยู่ภายในวงเล็บปีกกาหลัง for มีการทำงานซ้ำกันตามจำนวนรอบที่ต้องการคำสั่งนี้มีประโยชน์มากสำหรับการทำงานใด ๆ ที่ต้องทำซ้ำกัน และทราบจำนวนรอบของการทำงานที่แน่นอนใช้คู่กับตัวแปรอาเรย์ในการเก็บสะสมค่าที่อ่านค่า ที่ได้จากขาอินพุตอนาลอกหลาย ๆ ขาที่มีหมายเลขขาต่อเนื่องกันรูปแบบคำสั่ง for แบ่งได้ 3 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 2.28 เริ่มต้น initialization โดยใช้กำหนดค่าเริ่มต้นของตัวแปรควบคุมการวนรอบในการทำงานแต่ละรอบทดสอบ condition ถ้าเงื่อนไขเป็นจริงทำตามคำสั่งในวงเล็บปีกกา แล้วมาเพิ่มหรือลดค่าตัวแปรตามที่สั่งใน increment แล้วทดสอบเงื่อนไขอีกทำซ้ำจนกว่าเงื่อนไขเป็นเท็จ คำสั่ง for ของภาษา C ยืดหยุ่นกว่าคำสั่ง for ของภาษาคอมพิวเตอร์อื่น ๆ มันสามารถละเว้นบางส่วนหรือทั้งสามส่วนของคำสั่ง for คำสั่งอย่างไรก็ตามยังต้องมีเซมิโคลอน นอกจากนั้นยังนำคำสั่งภาษา C++ ที่มีตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องมาเขียนในส่วนของ initialization condition และ increment ของคำสั่ง for ได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.29

```
for (initialization; condition; increment)

{
//statement(s);
}
```

รูปที่ 2.28 ตัวอย่างคำสั่ง for

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
for (int i=1; i <= 8; i++)
{
//    statement using the value i;
}
```

รูปที่ 2.29 ตัวอย่างคำสั่งใช้กำหนดค่าเริ่มต้นของตัวแปรควบคุมการวนรอบ

2.8.9 คำสั่ง switch - case

ใช้ทดสอบเงื่อนไขเพื่อกำหนดในการทำงานของโปรแกรม ถ้าตัวแปรที่ทดสอบตรงกับเงื่อนไขใดก็ให้ทำงานตามที่กำหนดไว้พารามิเตอร์ var ตัวแปรที่ต้องการทดสอบว่าตรงกันเงื่อนไขใด default ถ้าไม่ตรงกับเงื่อนไขใด ๆ เลย ทำคำสั่งต่อท้ายนี้ break เป็นส่วนสำคัญ มากใช้ เขียนต่อท้าย case ต่าง ๆ เมื่อพบเงื่อนไขนั้นแล้วทำตามต่างให้หยุดการทำงานขอคำสั่ง switch - case ถ้าไม่ได้เขียน break ไว้เมื่อพบเงื่อนไขและทำตามเงื่อนไขแล้วโปรแกรมจะทำงานตามเงื่อนไขต่อไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะพบคำสั่ง break ดังแสดงในรูปที่ 2.30

```
switch (var)
{
case 1:
//do something when var == 1
break;
case 2:
//do something when var == 2
break;
default:
//if nothing else matches, do the default
}
```

รูปที่ 2.30 ตัวอย่าง switch - case

2.8.10 คำสั่ง while

ในการใช้งานคำสั่ง while นั้นจะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือการกำหนดเงื่อนไข condition ไว้สำหรับลูปเพื่อทำงาน และส่วนของคำสั่งที่ต้องการให้ทำงานในขณะที่เงื่อนไขเป็นจริง คำสั่งวนรอบ โดยจะทำคำสั่งที่เขียนในวงเล็บปีกกาอย่างต่อเนื่องจนกว่าเงื่อนไขที่เขียนในวงเล็บคำสั่ง while จะทำเท็จคำสั่งที่ให้ทำซ้ำ ๆ จะต้องมีการเปลี่ยนแปลง ค่าตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบโดยการมีการเพิ่มค่าตัวแปรหรือเงื่อนไขภายนอก เช่น การอ่านค่าจากตัวตรวจจับได้เรียบร้อยแล้วให้หยุดการอ่านค่ามิฉะนั้นเงื่อนไขในวงเล็บของ while เป็นจริงตลอดเวลาทำให้คำสั่ง while ทำงานวนรอบไปเรื่อย ๆ ไม่รู้จบรูปแบบคำสั่ง ดังแสดงในรูปที่ 2.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
while(expression)
{
//statement(s)

}
```

พารามิเตอร์**expression** เป็นคำสั่งทดสอบเงื่อนไข (ถูกหรือผิด)

ตัวอย่าง `var = 0; while(var < 200)`

```
{
//do something repetitive 200 times
var++;
```

รูปที่ 2.31 ตัวอย่างคำสั่ง while

2.9 ESP32

ESP32 เป็นชื่อของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รองรับการเชื่อมต่อ Wi-Fi มีความสามารถการเชื่อมต่อ Bluetooth Low - Energy (BLE, BT4.0, Bluetooth Smart) ผลิตโดยบริษัท Espressif จากประเทศจีน ESP32 ได้แก้ไขจุดด้อยต่าง ๆ ของ ESP8266 ไปจนหมดไม่ว่าจะเป็นเรื่องของ I/O และอนาลอกอินพุตนั้นที่มีไม่เพียงพอกับการใช้งานและปรับสเปคของฮาร์ดแวร์ให้สูงขึ้นมีความเสถียรภาพสูงก่อนที่ ESP32 จะได้ถือกำเนิด ESP32 ดังแสดงในรูปที่ 2.32 ได้แก้ไขจุดด้อยต่าง ๆ ของ ESP8266 ดังแสดงในรูปที่ 2.33 ไปจนหมดไม่ว่าจะเป็นเรื่องของ I/O และอนาลอกอินพุตที่มีไม่เพียงพอกับการใช้งาน และปรับสเปกของฮาร์ดแวร์ให้สูงขึ้น มีความเสถียรภาพสูง MCU – ESP32 เป็นไมโครคอลโทรลเลอร์ที่รองรับการเชื่อมต่อ Wi-Fi , Bluetooth – BLE ในตัว ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมคือภาษา C หรือ Python ภาษา Python ต้องทำการอัพเกรดเฟิร์มแวร์ให้รองรับ Python การพัฒนาโปรแกรมขึ้นอยู่กับผู้ที่พัฒนาโปรแกรม IDE ที่ใช้พัฒนาคือ Arduino IDE หรือ Visual Studio สำหรับ Visual Studio จำเป็นต้องติดตั้ง Plugin Espressif IDF หรือ Platform IO IDE และต้อง Enable (Arduino) ESP32 รองรับการเชื่อมต่อ Wi-Fi และ BLE หรือ Bluetooth ได้โดยไม่ต้องซื้อโมดูลเพิ่มเติมบอร์ด ESP32 ยังมีการทำงานที่แบ่งเป็น 2 Core และ Pin I/O เลือกฟังก์ชั่นการทำงานได้ใน Pin เดียวกันการแปลงอนาลอกเป็นดิจิตอลหรือดิจิตอลเป็นอนาลอกการเชื่อมต่อ SD Card Camera PWD RTC และ Touch เป็นต้น เช่น

2.9.1 ฟังก์ชั่นเกี่ยวกับความปลอดภัย

1) รองรับการเข้ารหัส Wi-Fi แบบ WEP และ WPA/WPA2 PSK/Enterprise
2) มีวงจรเข้ารหัส AES / SHA2 /Elliptical Curve Cryptography/RSA – 4096 ในด้านประสิทธิ์ภาพการใช้งาน ESP32 สามารถทำงานได้ดีโดยรับ – ส่ง ข้อมูลได้ความเร็วสูงสุดที่ 150Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11n HT1140 ได้ความเร็วสูงสุด 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11n HT20 ได้ความเร็วสูงสุดที่ 54Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11g และได้ความเร็วสูงสุดที่ 11Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11b เมื่อใช้การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล UDP จะสามารถรับ – ส่งข้อมูลได้ที่ความเร็ว 135Mbps ในโหมด Sleep ใช้กระแสไฟฟ้าเพียง 2.5 uA ด้วยเหตุนี้ ESP32 จึงเหมาะสำหรับนำมาใช้งานมากด้วยเหตุผลทางด้านราคาและประสิทธิ์ภาพที่ได้

2.9.2 คุณสมบัติของ ESP32

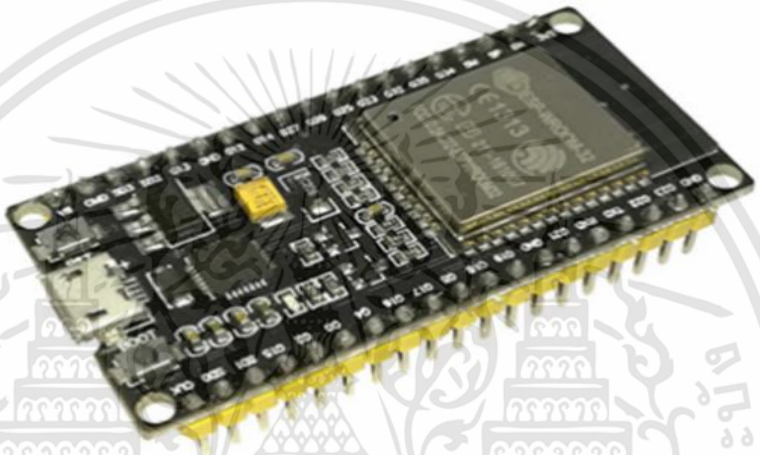
1) ซีพียูใช้สถาปัตยกรรม Tensilica LX6 แบบ 2 แกนสมองสัญญาณนาฬิกา k240MHz
2) มีแรมในตัว 512KB
3) รองรับการเชื่อมต่อรอมภายนอกสูงสุด 16MB
4) มาพร้อมกับ Wi-Fi i มาตรฐาน 802.11 b/g/n รองรับการใช้งานทั้งในโหมด Station softAP และ Wi-Fi direct
5) มีบลูทูธในตัว รองรับการใช้งานในโหมด 2.0 และ โหมด 4.0 BLE
6) ใช้แรงดันไฟฟ้าในการทำงาน 2.6V ถึง 3V
7) ทำงานได้ที่อุณหภูมิ -40°C ถึง 125°C
8) วงจรกรองสัญญาณรบกวนในวงจรขยายสัญญาณ
9) เซ็นเซอร์แม่เหล็ก
10) เซ็นเซอร์สัมผัส (Capacitive touch) รองรับ 10 ช่อง
11) รองรับการเชื่อมต่อคลิสตอล 32.768 kHz สำหรับใช้เป็นวงจรนับเวลาโดยเฉพาะ
12) รองรับ UART จำนวน 3 ช่อง
13) รองรับ SPI จำนวน 3 ช่อง
14) รองรับ Inter Integrate Circuit Bus จำนวน 2 ช่อง
15) รองรับ ADC จำนวน 12 ช่อง
16) รองรับ Inter Integrate Circuit Bus จำนวน 2 ช่อง
17) รองรับ PWM / Timer ทุกช่อง
18) รองรับการเชื่อมต่อกับ SD - Card

นอกจากนี้ ESP32 ยังรองรับฟังก์ชั่นเกี่ยวกับความปลอดภัยต่าง ๆ ดังนี้รองรับการเข้ารหัส Wi-Fi แบบ WEP และ WPA/WPA2 PSK/Enterprise มีวงจรเข้ารหัส AES / SHA2 / Elliptical Curve Cryptography / RSA - 4096 ในตัวในด้านประสิทธิ์ภาพการใช้งานตัว ESP32 สามารถทำงานได้ดี โดยรับ – ส่งข้อมูลได้ความเร็วสูงสุดที่ 150Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11n HT40 ได้ความเร็วสูงสุด 72Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11n HT20 ได้ความเร็วสูงสุดที่ 54Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11g และได้ความเร็วสูงสุดที่ 11Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11b เมื่อใช้การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล UDP จะสามารถรับ – ส่งข้อมูลได้ที่ความเร็ว 135Mbps ในโหมดของ Sleep ใช้กระแสไฟฟ้าเพียง 2.5uA หลังจากชิปไอซี ESP32 เปิดตัวได้ไม่นานก็มีผู้ผลิตหลายรายที่ให้การตอบรับโดยการผลบอร์ดพัฒนา ESP32 ออกมาช่วยให้ ESP32 สามารถนำมาพัฒนาได้ง่ายมากขึ้นในแต่ละบอร์ดก็จะมีความแตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันในเรื่องของฟิเจอร์ที่เพิ่มเติมเรื่องขนาดของ ESP32 และรุ่นของโมดูลที่เลือกใช้ทำให้บอร์ดพัฒนา ESP32 เกิดขึ้นมาใหม่เสมอบอร์ดพัฒนา ESP32 ที่ผลิตโดยบริษัท Espressif ที่เป็นผู้ผลิตชิปไอซี ESP32 ผู้ผลิตไอซีผลิตโมดูลและผลิตบอร์ดพัฒนาเองเป็นบอร์ดพัฒนา ESP32 บอร์ดแรกทำให้ตำแหน่งขาต่าง ๆ ของ DevKitC ESP32 ถูกใช้เป็นมาตรฐานของบอร์ดพัฒนา ESP32 เช่น เดียวกับบริษัทอื่น ๆ อีกด้วยบอร์ดพัฒนา DevKitC ESP32 มีอยู่ด้วยกัน 2 รุ่น คือ

1) V1 : บอร์ดสีฟ้าเป็นรุ่นแรก
2) V2 : เปลี่ยนสีของแผ่นวงจรพิมพ์เป็นสีดำ



รูปที่ 2.32 อุปกรณ์ESP32

รูปที่ 2.33 อุปกรณ์ESP8266

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 แบตเตอรี่

แบตเตอรี่ถือเป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ทำการเก็บไฟฟ้าโดยการสร้างแรงดันไฟฟ้า จากปฏิกริยาทางเคมีไฟฟ้ากักเก็บพลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อนโดยส่วนประกอบ หลักของแบตเตอรี่ประกอบด้วยส่วนหลักสามส่วน คือขั้วบวก (แคโทด) ขั้วลบ (แอโนด) และสารละลายอิเล็กโตรไลน์ ซึ่งเมื่อแบตเตอรี่ถูกใช้งาน ขั้วลบหรือขั้วแอโนดเป็นขั้วที่เกิดปฏิกิริยาทางเคมีส่งผลให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนปฏิกิริยาออกซิเดชั่น และขั้วบวกหรือขั้วแคโทดเป็นขั้วที่เกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่รับอิเล็กตรอนปฏิกิริยารีดักชั่นโดยอิเล็กตรอน ที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นจะวิ่งผ่านลวดโลหะทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าขึ้น โดยอิเล็กโตรไลต์เป็นสารละลายที่ไม่นำอิเล็กตรอนแต่จะทำหน้าที่ส่งผ่านไอออนที่จำเป็นต่อการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวได้อย่างต่อเนื่องจนกว่าแบตเตอรี่จะหมด

2.10.1 ชนิดของแบตเตอรี่

แบตเตอรี่มี 4 ชนิดได้แก่ 1.แบตน้ำ (Flood)
2.เจล (Gel)
3.ตะกั่ว (Lead)
4.ลิเธียม (Lithium)

1) แบตน้ำ (Flood) หรือแบตเตอรี่ธรรมดาแบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรดส่วนผสมภายในแบตเตอรี่นั้น ประกอบไปด้วยโลหะผสมระหว่างตะกั่วกับพลวงแบตเตอรี่ชนิดน้ำ นั้นเหมาะสำหรับคนที่มีเวลาในการดูแลรถมากพอสมควรเพราะต้องหมั่นตรวจสอบระดับน้ำกลั่นและคอยเติมอยู่สม่ำเสมอ เพื่อให้ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่น้ำอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานตลอดเวลา ข้อดีของแบตเตอรี่น้ำคือมีความทนทานต่อการปะจุไฟเกินและคายประจุ มีอายุใช้งานค่อนข้างนานและมีราคาถูก ดังแสดงในรูปที่ 2.34

รูปที่ 2.34 แบตเตอรี่แบบธรรมดา หรือ แบบน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) **แบตเจล (Gel)** คือแบตเตอรี่ที่เป็นระบบปิดไม่มีการถ่ายเทอากาศและที่สำคัญไม่ต้องการ การดูแลรักษาหรือการเติมน้ำกลั่นทำให้ช่วงนึงมีการใช้กันมากขึ้นตามทฤษฎีเพื่อลดปัญหาการรั่วไหลของน้ำกลั่นออกจากตัวของแบตเตอรี่ทำให้มียังข้อเสียในเรื่องของการใช้งานประสิทธิภาพการทำงาน ที่ไม่อาจจะเทียบเท่าได้กับแบตเตอรีชนิดตะกั่ว (Lead) แต่จากการทดสอบประสิทธิภาพแล้วก็พอ ๆ กับแบตเตอรี่แบบตะกั่วและราคายังถูกกว่าอีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.35

รูปที่ 2.35 แบตเตอรี่แบบเจล

3) **ตะกั่ว (Lead)** คือแบตเตอรี่ที่เป็นระบบปิดเหมือนกับแบตเตอรี่เจล (Gel) รู้จักกันในชื่อแบตเตอรี่กรดตะกั่ว หรือที่เรียกกันว่าแบตเตอรี่ตะกั่วกรดที่ตอนนี้ใช้กันอย่างแพร่หลายมีความทนทานสูงต่อการใช้งาน และการดูแลรักษาง่ายใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากแบตเตอรี่ไม่ต้องเติมน้ำกลั่นหากไม่ได้ใช้งานต้องมีการนำมาอัดประจุแบตเตอรี่ซ้ำทุก 3 เดือนทำให้สามารถเก็บแบตเตอรี่ไว้ได้นาน ดังแสดงในรูปที่ 2.36

รูปที่ 2.36 แบตเตอรี่ตะกั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) **ลิเธียม (Lithium)** คือแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดมีอยู่ด้วยกันหลายแบบแต่ที่นิยมใช้กันอยู่มี 2 แบบ คือ แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Lithium-Ion Battery) และแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนฟอสเฟต (Lithium Iron Phosphate) แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Lithium - Ion Battery) ดังแสดงในรูปที่ 2.37 เป็นแบตเตอรี่ที่ค่าการจ่ายไฟที่แรงและคงที่มีระยะเวลาในการชาร์จประจุไฟฟ้าจนเต็มได้เร็วกว่า ไวกว่าแต่ราคาก็แพงกว่าแบตเตอรี่ชนิดอื่น เช่นเดี่ยวกันกับแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนฟอสเฟต ดังแสดงในรูปที่ 2.38 เป็นแบตเตอรี่ที่พัฒนามาจากแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนทนต่อความร้อนที่เกิดจากปฏิกริยาเคมีซึ่งสามารถให้พลังงานที่สูงกว่าไม่เป็นพิษ และมีอายุการใช้งานที่มากกว่าแบตตอรี่รุ่นเก่าจึงทำให้มีราคาที่สูง

รูปที่ 2.37 แบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออน

รูปที่ 2.38 แบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออนฟอสเฟต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 RTC (Real Time Clock)

เป็นอุปกรณ์ที่ให้ค่าเวลาตามจริงทำงานโดยการจับสัญญานนาฬิกาที่ได้มาจาก Crystal มีถ่านสำรองมาให้เพื่อให้สามารถบันทึกเวลาได้ถึงแม้ว่าจะไม่มีไฟเลี้ยงมาที่ตัวบอร์ด ทำให้ไม่ต้องตั้งเวลาใหม่ทุกครั้ง โมดูล RTC นี้จำเป็นอย่างยิ่งกับการใช้งานที่ต้องมีการบันทึกเวลา (Time Stamp) หรือ มีการทำงานที่เกี่ยวพันกับเวลาจริงเช่น การตั้งเวลาเปิดปิด Relay Module ดังนั้นในการนำมาประยุกต์ใช้กับงานที่ต้องการเวลาที่แม่นยำ และเป็นเวลาตามนาฬิกาที่สามารถบอกได้ตั้งแต่ วันที่ เดือน ปี ชั่วโมง นาที วินาที จึงมีความเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จับเวลาแยกซึ่งก็ทำให้ต้องมีสัญญาณนาฬิกาจาก Crystal แยกต่างหากด้วยเช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.39

รูปที่ 2.39 อุปกรณ์ Real Time Clock

2.12 SD Card

SD Card หรือ Secure Digital Card เป็น Flash memory ประเภทหนึ่งนั้นนิยมนำมาใช้กับอุปกรณ์พกพาแบบขนาดเล็กต่าง ๆ หลากหลายประเภทไม่ว่าจะเป็นโทรศัพท์มือถือ กล้องดิจิตอลหรือเครื่องพีดีเอโดยที่ SD Card นั้นพัฒนาขึ้นมาอยู่บนพื้นฐานของการ์ดหน่วยความจำแบบ MMC Card โดยจะมีความกว้างและยาวเท่ากันนั่นคือมีความยาว 32 มิลลิเมตร และกว้าง 24 มิลลิเมตรแต่จะมีความหนาที่มากกว่า MMC Card อยู่เล็กน้อยนั่นคือมีความหนา 2.1 มิลลิเมตร โดยทางบริษัท Toshiba ได้เพิ่มความสามารถทางด้านฮาร์ดแวร์ ที่ทำหน้าที่เข้ารหัสข้อมูลเข้าไปในเทคโนโลยีเดิมของ MMC Card และยังใส่เทคนิคพิเศษที่เรียกว่า DRM (Digital Rights Management) ซึ่งเป็นตัวจัดการเกี่ยวกับเรื่องของลิขสิทธิ์ของข้อมูลมาให้นอกจากนั้นที่ด้านข้างของ SD Card ยังมีสวิตช์ล็อคสำหรับป้องกันการเขียนข้อมูลทับเอาไว้ให้อีกด้วยแต่อย่างไรก็ตาม SD Card ก็ยังมีข้อเสียเปรียบ MMC Card อยู่บ้างเช่นเรื่องของการสูญเสียพื้นที่ข้อมูลไปโดยเปล่าประโยชน์กล่าวคือในกรณีของ SD Card ในทุก ๆ 64 MB จะมีอัตราการสูญเสียพื้นที่ข้อมูลไปประมาณ 1.5 MB ในขณะที่ MMC Card ในทุก ๆ 64 MB จะมีอัตราการสูญเสียพื้นที่ข้อมูลไปเพียงประมาณ 0.5 MB เท่านั้นซึ่งถือว่าต่างกันมากราว ๆ 3 เท่าเลยทีเดียวและเนื่องจาก SD card เป็นหน่วยความจำชนิดหนึ่งที่กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันเชื่อว่าหลายคนคงจะเคยเห็นหรือใช้งาน SD card กันมาบ้าง ไม่ว่าจะเป็นพวกกล้องดิจิตอลเครื่องเล่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพลง MP3 กล้องวีดีโอ และ SD card ก็ยังแบ่งได้หลากหลายแบบซึ่งการเลือกใช้ SD card ให้เข้ากับอุปกรณ์ของนั้นก็มีความสำคัญเป็นอย่างมากเมื่อ SD card ไม่เข้ากับเครื่องจะทำให้อุปกรณ์นั้นทำงานได้ไม่ปกติอาจจะช้ากว่า หรือบางครั้งทำให้เครื่องค้างไม่สามารถใช้งานได้ SD Card ที่นิยมใช้กันบางตัวมีความจุเท่ากันแต่มีราคาแพงกว่าหรือมีความจุน้อยกว่าแต่กลับมีราคาแพงกว่า SD card ตัวที่ความจุเยอะทั้งนี้เนื่องจาก SD Card นั้นมีการแบ่งสเปกให้ทางความเร็วในการอ่านและเขียนข้อมูลให้เข้ากับลักษณะการใช้งานแต่ละประเภท ดังแสดงตัวอย่างของ SD card ตามรูปที่ 2.40

รูปที่ 2.40 SD Card

2.13 key card

คีย์การ์ดคือกุญแจอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งเรียกว่า RFID (Radio Frequency Identification) ส่วนใหญ่จะใช้งานกับระบบควบคุมการเข้าออก (Access control) เช่น ใช้ในการเปิดประตูหรือไม้กั้นเพื่อผ่านเข้าพื้นที่หรือใช้ในการแสดงตัวตนเพื่อลงเวลาเข้าออกงานตามสำนักงานทั่วไป ในคีย์การ์ดประกอบด้วย 2 ส่วน คือ รูปทรงของของคีย์การ์ดเมื่อมองจากภายนอก และชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ภายใน รูปทรงของคีย์การ์ดเมื่อสังเกตุจากภายนอกจะมีหลายหลายรูปแบบที่นิยมใช้กันใช้ในประเทศไทยหลัก ๆ จะมีอยู่ 3 แบบโดยการแบ่งตามรูปร่าง ได้แก่ แบบที่ 1 แบบบัตรสามารถใส่ในกระเป๋าสตางค์ได้โดยแบบบัตรเครื่องอ่าน (RFID Reader) จะอ่านได้ไกลและเร็วกว่าแบบบัตรสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบย่อย คือ บัตรแบบหนาและบัตรแบบบางมีขนาดเท่ากับบัตร ATM Automatic Teller Machine ดังแสดงในรูปที่ 2.41 สามารถกันน้ำได้ แบบที่ 2 แบบพวงกุญแจ ดังแสดงในรูปที่ 2.42 สามารถห้อยเป็นพวงกุญแจรวมกับกุญแจอื่น ๆ ได้เป็นแบบพลาสติกชนิดแข็งกันน้ำมีขนาดเล็กพกพาได้สะดวก และแบบที่ 3 แบบเหรียญ ดังแสดงในรูปที่ 2.43 เหมือนแบบพวงกุญแจมีขนาดเล็กสามารถพกพาได้ชั่วคราวนิยมใช้กันสำหรับผ่านเข้าออกพื้นที่ชั่วคราว เช่น บัตรเข้าอาคารสาธารณะหรือระบบขนส่งมวลชนบางแห่งชิ้น ส่วนอิเล็กทรอนิกส์ภายใน ดังแสดงในรูปที่ 2.44 ข้อมูลของบัตรคีย์การ์ดจะถูกเก็บไว้ในชิป (IC) มีขนาดเล็กต่อกับสายอากาศ (Antenna) เครื่องอ่านคีย์การ์ด จะส่งคลื่นวิทยุเพื่ออ่านข้อมูลจากบัตรคีย์การ์ดเมื่อได้หมายเลขบัตรคีย์การ์ด แล้วระบบจะสั่งงานต่อเพื่อเปิดประตูหรือไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

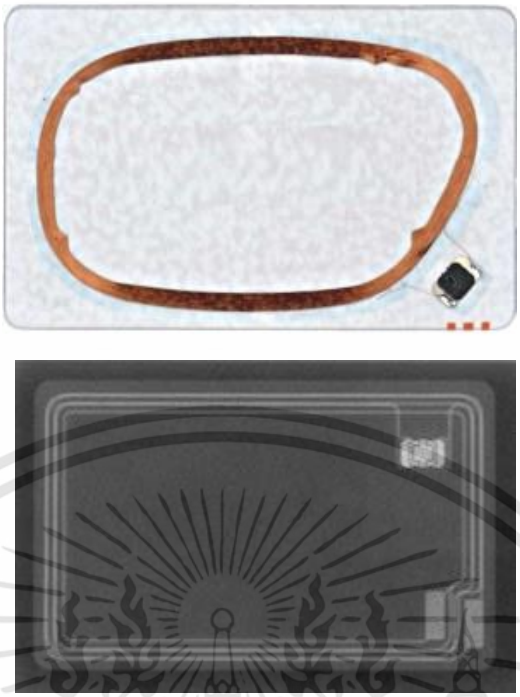
กั้นหรือเพื่อขึ้นลิฟท์ไปยังชั้นที่ถูกกำหนดระบุไว้แล้วและคีย์การ์ดแบบชิป 2 ตัวในบัตรเดียว ดังแสดงในรูปที่ 2.45 โดยปกติในคอนโด อพาร์ทเม้นท์จะให้บัตรคีย์การ์ดกับผู้พักอาศัยห้องละ 1 ใบโดยสามารถใช้เข้าพื้นที่หลากหลายส่วน เช่น เปิดไม้กั้นเข้าเพื่อจอดรถภายในหรือเปิดประตูเข้าที่พักและใช้แตะเพื่อขึ้นลิฟท์ไปยังชั้นที่ระบุไว้ซึ่งบางแห่งจะมีเครื่องอ่าน (RFID Reader) แต่ละจุดเป็นคนละแบบคนละยี่ห้อคอนโดบางแห่งจะสั่งโรงงานผลิตบัตรแบบพิเศษซึ่งรวมชิปเก็บข้อมูลไว้ในบัตรเดียว

รูปที่ 2.41 key Card แบบบัตร

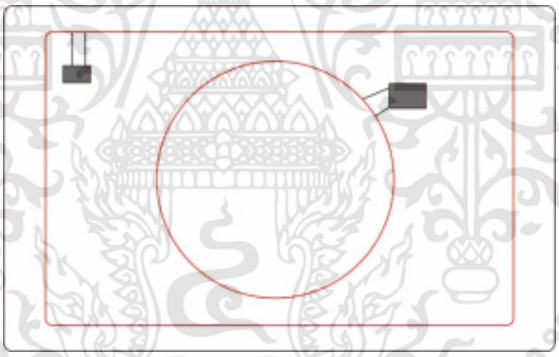
รูปที่ 2.42 key Card แบบพวงกุญแจ

รูปที่ 2.43 key Card แบบเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.44 ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ภายใน



รูปที่ 2.45 คีย์การ์ดแบบชิป 2 ตัวในบัตรเดียว

2.14 Transistor

ทรานซิสเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ถูกพัฒนาจากตัวไดโอดซึ่งมีคุณสมบัติของทรานซิสเตอร์นั้นหมายความว่าสามารถนำไปใช้งานในด้านขยายสัญญาณให้มีขนาดใหญ่ขึ้นนั่นเอง โดยการป้อนสัญญาณที่มีขนาดเล็กให้ทรานซิสเตอร์ (Transistor) ทรานซิสเตอร์ (Transistor) ก็จะนำกระแสได้มากที่สามารถทำให้เกิดสัญญาณขนาดใหญ่ทางขาออกได้อย่างง่ายและทรานซิสเตอร์ (Transistor) ยังเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่สามารถทำหน้าที่ขยายสัญญาณไฟฟ้าเปิด/ปิดสัญญาณไฟฟ้าคงค่าแรงดันไฟฟ้าหรือการกล้ำสัญญาณไฟฟ้า (modulate) เป็นต้นการทำงานของทรานซิสเตอร์เปรียบได้กับวาลว์ที่ถูกควบคุมด้วยสัญญาณไฟฟ้าขาเข้าเพื่อปรับขนาดกระแสไฟฟ้าขาออกที่มาจากแหล่งจ่ายแรงดัน

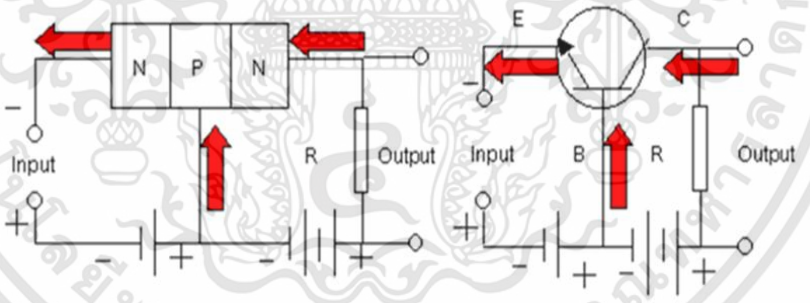
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14.1 ทรานซิสเตอร์สามารถแบ่งตามโครงสร้างได้ 2 ประเภท

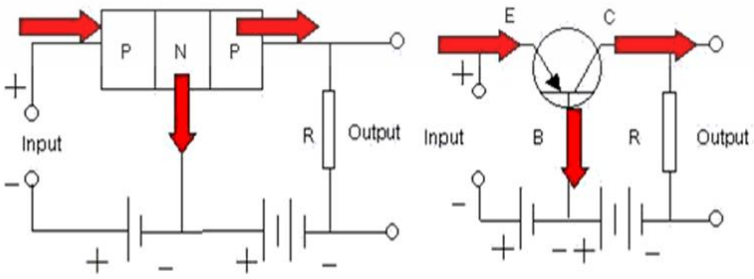
ลักษณะโครงสร้างของทรานซิสเตอร์นั้นสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท ประเภทที่หนึ่ง คือ ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP และทรานซิสเตอร์ชนิด NPN จะมีขาต่อใช้งานอยู่สามขาคือ คอลเลกเตอร์ (collector) เบส (base) และอิมิตเตอร์ (emitter) โดยทรานซิสเตอร์ (Transistor) จะทำหน้าที่ในการขยายสัญญาณไฟฟ้าและควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าหรือเป็นสวิตช์เปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

1) **ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN** การป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับทรานซิสเตอร์ชนิด NPN คือการจ่ายไฟลบให้ขา E เมื่อเทียบกับที่จ่ายให้ขา B และ จ่ายไฟบวกให้ขา C เมื่อเทียบกับไฟลบที่จ่ายให้ขา B มีทั้งไฟบวกและไฟลบแต่การเทียบศักย์ไฟฟ้า Forward นั้นจะเทียบระหว่างขา B กับขา E เท่านั้นทำให้ขา B ซึ่งเป็นสาร P ได้รับแรงไฟ Forward คือเป็นไฟบวกเมื่อเทียบกับขา E เท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.46

2) **ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP** การป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับทรานซิสเตอร์ชนิด PNP โดยการจ่ายไฟบวกให้ขา E เมื่อเปรียบเทียบไฟกับขาลบที่จ่ายให้ขา B และจ่ายไฟลบเข้าขา C เมื่อเทียบกับไฟบวกที่จ่ายให้ขา B ทำให้ขา B มีทั้งไฟลบและไฟบวกทำให้ขา B ซึ่งเป็นสาร N ได้รับ Forward Bias คือเป็นลบเมื่อเทียบกับขา E เท่านั้นดังแสดงในรูปที่ 2.47



รูปที่ 2.46 หลักการทำงาน ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN



รูปที่ 2.47 การทำงานของทรานซิสเตอร์ชนิด PNP

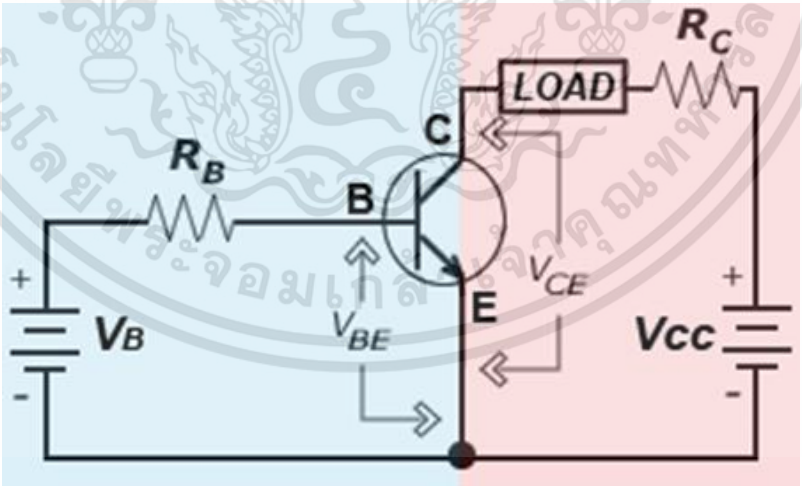
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14.2 หลักการทำงานของทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์มีหน้าที่ในการควบคุมทิศทางทาง และปริมาณกระแสไฟฟ้าแต่ทั้งนี้ทั้งนั้นหลักการสำคัญ หรือเรียกได้ว่าเป็นจุดประสงค์หลักของทรานซิสเตอร์ (Transistor) เลยก็คือการใช้กระแสไฟฟ้าน้อย ๆ ควบคุมกระแสไฟฟ้ามาก ๆ หมายถึงเมื่อมีปริมาณกระแสไฟฟ้าเพียงเล็กน้อยที่ขาเบสก็จะสามารถควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าที่มากกว่าหลายเท่าตัวของขาคอลเลกเตอร์ และอิมิเตอร์ได้เนื่องจากทรานซิสเตอร์มีค่ากำลังขยายหรือที่เรียกว่า Current Gain หรือ HFE หรือ β นั่นเอง

2.14.3 การต่อใช้งานในวงจรไฟฟ้า

การใช้งาน NPN ทรานซิสเตอร์มีการแยกแหล่งจ่ายออกเป็น 2 แหล่ง คือ Vcc หรือ Vb และนอกจากนี้ยังมีการแบ่งวงจรออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนอินพุต (สีฟ้า) และเอาเอาต์พุต (สีชมพู) ส่วนอินพุตคือส่วนที่ใช้ในการคอนโทรลซึ่งเป็นหน้าที่ของขา B เพราะฉะนั้นในส่วนนี้จะใช้ Vb เป็นแหล่งจ่ายให้กับขา B ส่วน Rb คือตัวต้านทานของขา B มีหน้าที่จำกัดไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขา B มากเกินไปส่วน เอาต์พุต คือส่วนที่จะนำเอาโหลดหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ เช่นหลอด LED มอเตอร์ มาต่อดังนั้นในส่วนนี้จะใช้แหล่งจ่าย Vcc ซึ่งเป็นอีกแหล่งจ่ายหนึ่งที่แยกต่างหากและมักจะมีค่าความต่างศักย์สูงกว่าแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ Vb แต่ทั้งนี้กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านขา CE ได้หรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับว่ามีกระแสไฟฟ้าที่ขา B หรือไม่ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าที่ขา B ก็จะมีกระแสไฟฟ้าจาก Vcc ไหลผ่านขา CE และโหลดด้วย ส่วน Rc มีไว้จำกัดกระแสที่จะไหลผ่านโหลดไม่ให้มากเกินไปทั้งส่วนอินพุตและเอาต์พุตจะใช้กราวน์ร่วมกันที่ขา E (สำหรับแบบ NPN) ดังแสดงในรูปที่ 2.48



รูปที่ 2.48 การต่อใช้งานในวงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14.4 Mode ในการทำงานของทรานซิสเตอร์ ทรานซิสเตอร์มีโหมดการทำงานอยู่หลัก 4 โหมดได้แก่

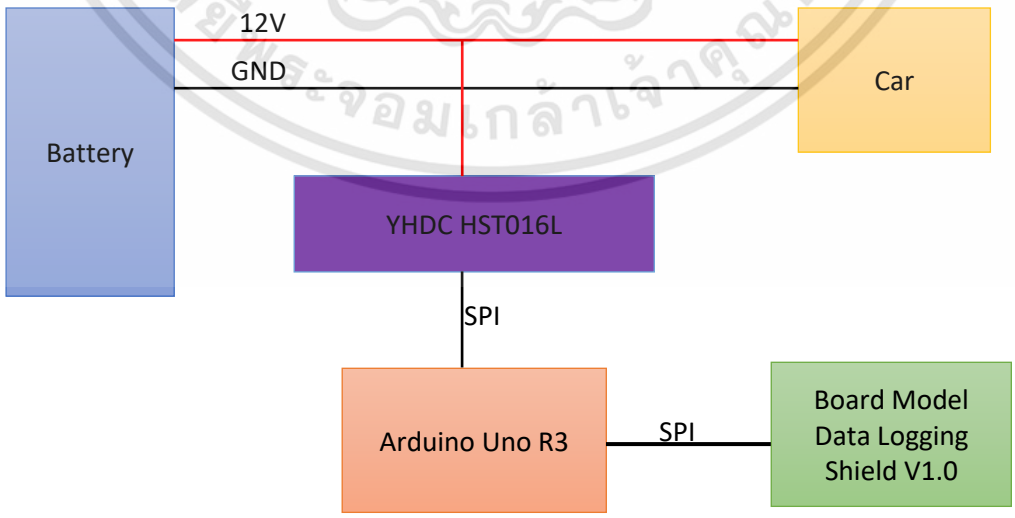
1) **Active Mode** คือโหมดที่มีการทำงานซึ่งในโหมดนี้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขา CE จะเป็นสัดส่วนกับกระแสไฟฟ้าที่ขา B คือยิ่งกระแสไฟฟ้าที่ขา B มีค่ามาก กระแสที่ CE ก็จะมีค่ามาก ๆ แต่จะมากไม่ถึงและไม่เกินแหล่งจ่าย Vcc
2) **Cut - Off Mode** คือโหมดที่ไม่มีการทำงานไม่มีกระแสที่ขา B จึงไม่มีกระแสที่ CE ด้วยเปรียบเสมือนเป็นวงจรเปิด
3) **Saturation Mode** คือโหมดอิ่มตัวคล้าย ๆ กับ Active Mode แต่ในโหมดนี้คือการที่กระแสไฟฟ้าที่ขา B มากจนอิ่มตัว เป็นผลให้ CE ได้รับกระแสมากที่สุด คือจะได้รับแรงดันจากแหล่งจ่ายโดยตรง แรงดัน CE มีค่าเท่ากับแรงดัน Vcc เปรียบเสมือนทรานซิสเตอร์ Shot Circuit ซึ่งเป็นโหมดที่นิยมใช้เพราะโหลดจะได้รับกระแสสูงสุด
4) **Reverse - Active Mode** มีลักษณะใกล้เคียงกับ Active Mode เช่นกันแต่ในโหมดนี้ กระแสไฟฟ้าจะไหลจากขา E ไปขา C แทน ใช้ในงานบางงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3
การออกแบบและวิธีการดำเนินการ

3.1 การออกแบบ

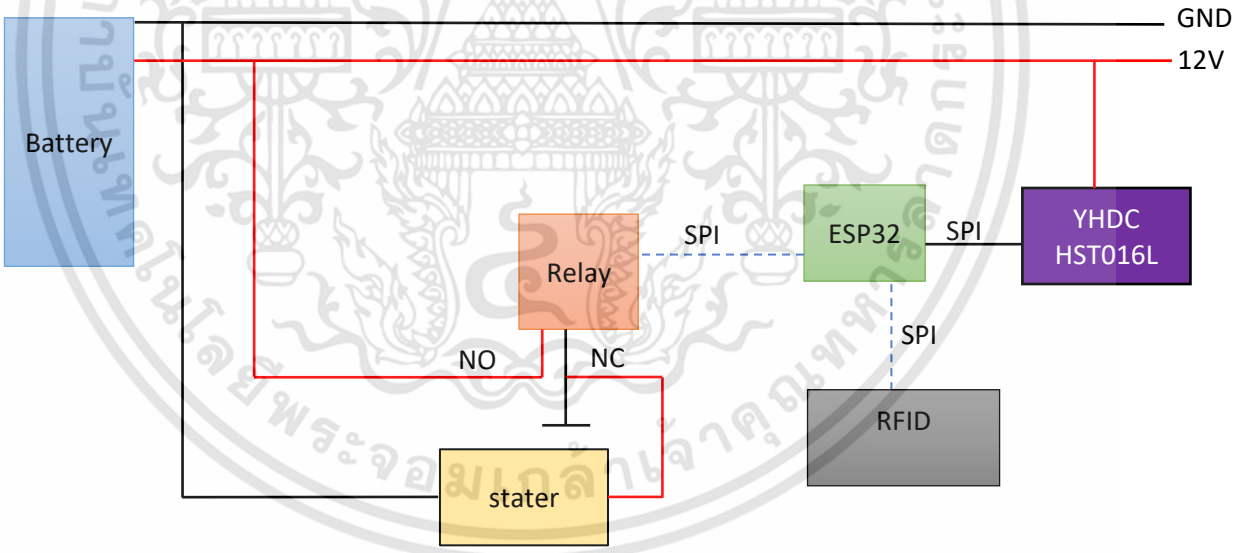
หลักการในการที่จะออกแบบอุปกรณ์ ระบบป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะอัตโนมัติโดยสามารถควบคุมการทำงานของ ระบบป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะเพื่อที่จะลดปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการโจรกรรมเกี่ยวกับยานพาหนะนั้นทำให้เกิดการสูญเสียทรัพย์สิน โดยสามารถแบ่งส่วนของการทำงานให้มีประสิทธิภาพของอุปกรณ์ป้องกันการโจรกรรม ให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุดโดยมีการนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ที่มีอยู่กับบอร์ด Arduino เพื่อที่ทำให้อุปกรณ์สามารถรับและส่งข้อมูลได้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยมีการแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 เป็นส่วนที่ใช้ในการเก็บค่าข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์การใช้กระแสไฟฟ้าของยานพาหนะนั้น ๆ เพื่อที่นำค่ามากำหนดในการเขียนโปรแกรมในการสั่งงานในส่วนที่ 2 โดยส่วนที่ 1 อุปกรณ์ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่ใช้นำมาควบคุมและใช้ในการสื่อสารรับ - ส่งข้อมูล เป็น Arduino Uno R3 โดยอุปกรณ์ในส่วนต่อมาที่นำมาใช้การวัดค่าของกระแสไฟฟ้าของยานพาหนะนั้น ๆ คือ YHDC HST016L อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าของกระแสไฟฟ้าเพื่อที่ส่งค่าเป็นค่าอนาลอกให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) หลังจากนั้นมีการเก็บค่าไฟที่อุปกรณ์ตัวถัดไป คือ Board Model Data Logging Shield V1.0 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บค่าในการวัดกระแสไฟฟ้าที่ได้จากและนำค่าที่วัดมาเก็บใน SD card เก็บอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมจากตัวบอร์ดมีการกำหนดค่าของเวลาเป็นลักษณะ Real time โดยใช้ RTC ที่มีติดตั้งมากับ Board Model Data Logging Shield V1.0 เพื่อทำให้สามารถที่กำหนดช่วงของการนำเอากระแสไฟฟ้าที่วัดได้นั้นนำมาวิเคราะห์ โดยทั้งหมดนี้เป็นการเชื่อมต่อและการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์แบบมาตรฐาน SPI ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 โครงสร้างอุปกรณ์วัดค่าและเก็บค่ากระแสไฟฟ้าเพื่อนำมาวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อมาคือเป็นส่วนที่ 2 เป็นส่วนที่เป็นการออกแบบอุปกรณ์ของโครงการระบบป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะแบบอัตโนมัติ โดยส่วนที่ 2 อุปกรณ์ที่ใช้ในคือ ESP32 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์มีขนาดเล็กและสามารถนำมาใช้ในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ได้ โดยการที่ทำการออกแบบระบบจะมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดกระแสเป็น YHDC HST016L เพื่อที่จะให้อุปกรณ์ส่งค่ามาให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เพื่อนำค่ามาวิเคราะห์ตามค่าที่กำหนดไว้ในโปรแกรมและจะทำให้อุปกรณ์สามารถทำงานแบบอัตโนมัติได้อุปกรณ์ในลำดับต่อมาเป็น RFID เพื่อใช้ในการแสดงยืนยันตัวตนผ่านระบบของคีย์การ์ด (Key card) เมื่อได้ค่าคีย์การ์ดนั้นแล้วมีการส่งค่าให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตรวจสอบว่ามีการยืนยันตัวตน โดยใช้คีย์การ์ดที่ถูกต้องเพื่อทำให้มีการเกิดการปลดล็อคอุปกรณ์ระบบป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะแบบอัตโนมัตินี้ โดยการตัดต่อหน้าสัมผัสของรีเลย์เพื่อที่เกิดการนำไปสู่การที่สามารถนำยานพาหนะที่ติดอุปกรณ์นี้กลับมาใช้งานได้อีกครั้ง แต่ถ้าหากเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับค่าคีย์การ์ดที่ไม่ถูกต้อง หรือไม่ตรงกับค่าที่ได้กำหนดในการตั้งค่าไว้ทำให้รีเลย์ไม่สามารถทำการตัดต่อหน้าสัมผัสได้จึงทำให้ยานพาหนะนั้น ๆ ไม่สามารถใช้งานได้แล้วทำให้ลดปัญหาการโจรกรรมยานพาหนะได้โดยมีการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์เป็นแบบมาตรฐาน SPI มีโครงสร้างระบบ ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 โครงสร้างของระบบป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะแบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

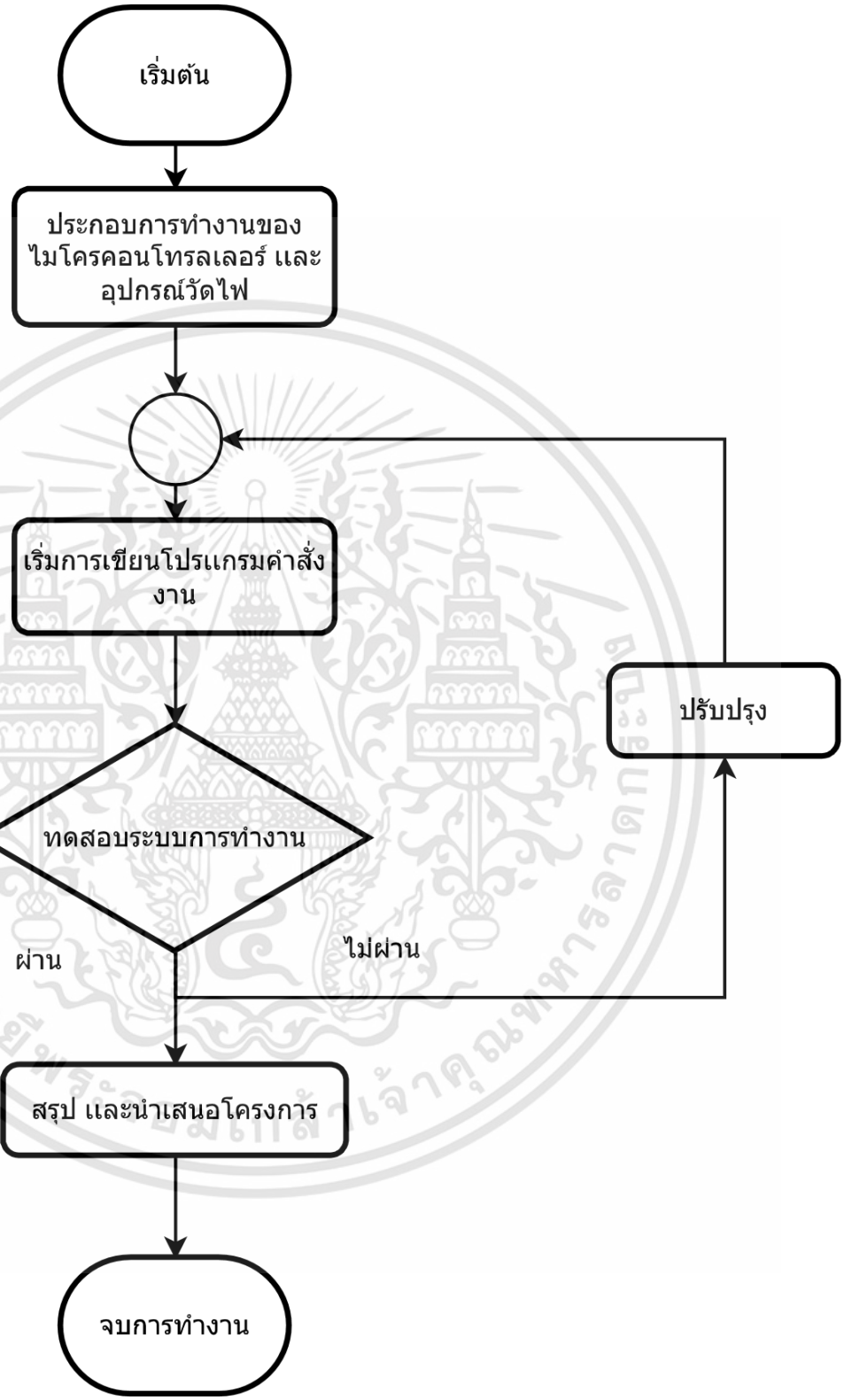
3.2 วิธีการดำเนินงานดังนี้

เริ่มต้น Flow Chart แสดงวิธีการดำเนินงานจากขั้นตอนที่ 1 คือ เป็นการเริ่มต้นการทำงานของระบบป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะอัตโนมัติ โดยเริ่มจากการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในระบบนี้มีการศึกษาเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าของกระแสไฟฟ้า และอุปกรณ์อื่น ๆ จากนั้นมีการนำค่าที่ได้มาใช้ในการวิเคราะห์การใช้งานค่าของกระแสไฟฟ้ากับยานพาหนะชนิดนั้น ๆ ที่ใช้ในการทดสอบ และนำมาเขียนโปรแกรมเพื่อใช้เป็นคำสั่งการทำงานให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เมื่อทดสอบระบบของอุปกรณ์นี้แล้วถ้าไม่สามารถที่จะใช้งานอุปกรณ์ได้ทำให้เกิดการวิเคราะห์ในโปรแกรมว่ามีความผิดพลาด หรือติดปัญหาที่ตรงไหนแล้วทำการแก้ไขโปรแกรมข้อผิดพลาดแล้วทดสอบระบบใหม่อีกครั้งจากนั้นจึงนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้ทำการทดลองระบบนั้นมาสรุปแล้วนำเสนอข้อมูลที่สรุปได้และนำไปทำสื่อเพื่อนำเสนอ ดังแสดงในรูปที่ 3.3

3.3 ขั้นตอนในการทำงานของระบบดังนี้

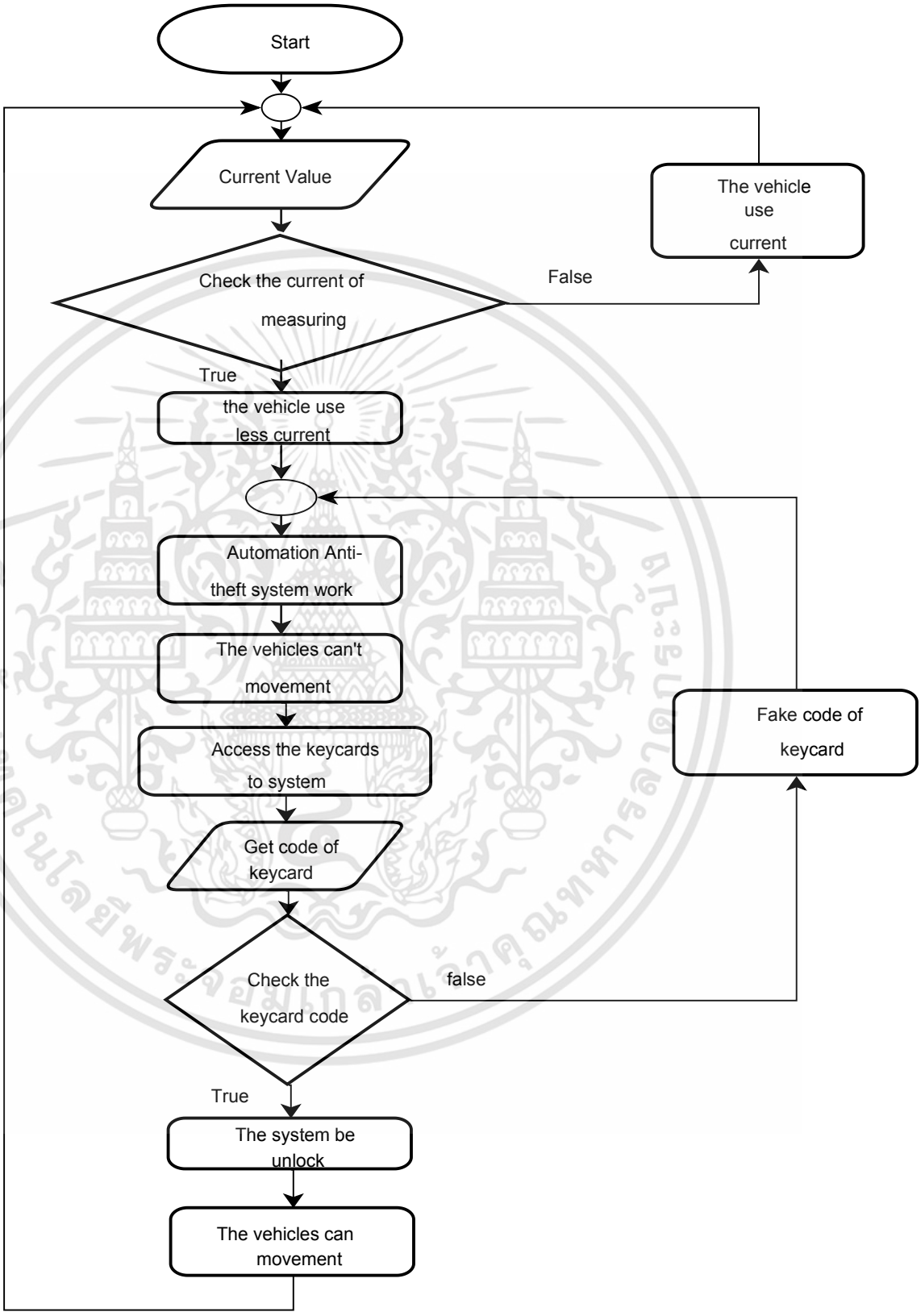
ขั้นตอนการทำงานของระบบมี Flow Chart แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 3.4 แสดงให้เห็นถึงการทำงานของระบบป้องกันยานพาหนะแบบอัตโนมัติโดยเริ่มจากการที่ไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าการวัดค่ากระแสจากตัว YHDC HST016L แล้วนำมาวิเคราะห์ว่ามีค่าตามที่ได้มีการกำหนดไว้นั้นในโปรแกรมที่สั่งงานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อได้ค่าแล้วว่าเป็นค่าของกระแสไฟฟ้าในขณะที่ยานพาหนะนั้น ๆ ไม่ได้ทำการใช้งานจะทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นสั่งงานให้อุปกรณ์รีเลย์นั้นสลับหน้าสัมผัส เพื่อทำให้เกิดการทำการล็อคยานพาหนะแบบอัตโนมัติไม่สามารถขับเคลื่อนยานพาหนะหรือใช้งานได้เมื่อที่ต้องการใช้ยานพาหนะนั้นต้องทำการยืนยันตัวเอง โดยการใช้คีย์การ์ดเพื่อใช้การยืนยันตัวตนกับ RFID เพื่อทำการตรวจสอบว่าเป็นคีย์การ์ดถูกต้องตามที่ได้ตั้งค่าไว้ในโปรแกรมหรือไม่ ถ้าเป็นคีย์การ์ดที่ตรวจสอบแล้วไม่ถูกต้องจะทำให้ไม่สามารถที่ใช้งานยานพาหนะนั้นได้แต่ถ้ามีการตรวจสอบคีย์การ์ดแล้วเป็นคีย์การ์ดที่ถูกต้องกับที่กำหนดไว้ ทำให้เกิดการตัดต่อหน้าสัมผัสของอุปกรณ์รีเลย์จะสามารถที่จะใช้งานยานพาหนะนั้นได้อีกครั้งแล้วอุปกรณ์ YHDC HST016L จะทำการตรวจวัดค่าของกระแสไฟฟ้า ถ้าค่าของกระแสไฟฟ้าอยู่ในช่วงที่มีค่าสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้นั้นอุปกรณ์จะไม่ทำการของการป้องกันยานพาหนะอัตโนมัติ จนกว่าจะไม่ได้ใช้ยานพาหนะนั้น ๆ แล้วอุปกรณ์ YHDC HST016L วัดค่าของกระแสไฟฟ้าอยู่ในช่วงที่ได้กำหนดไว้ระบบจะทำการล็อคโดยอัตโนมัติ เพื่อใช้ในระบบการป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะได้แล้วระบบจะทำตามวงจรนี้แบบวนซ้ำไปเรื่อย ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 Flow Chart แสดงวิธีการดำเนินงาน

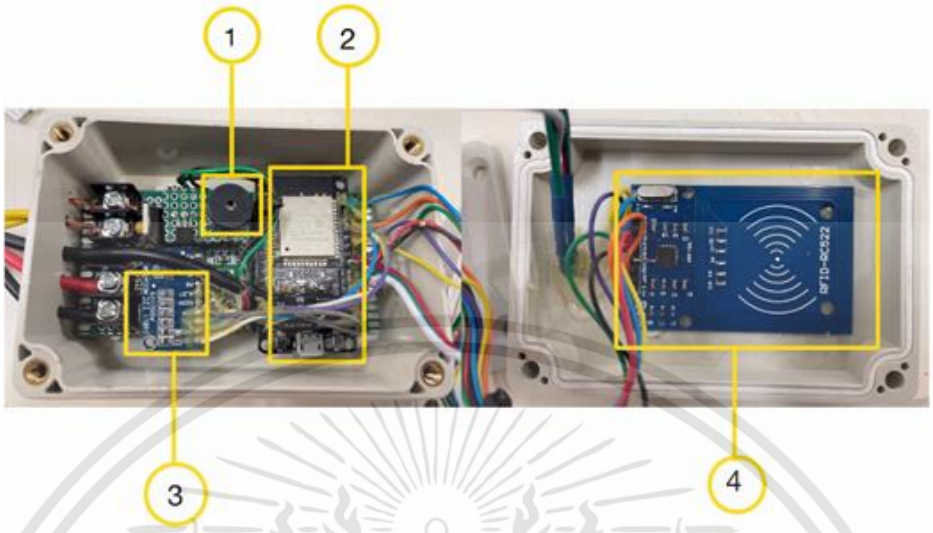
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



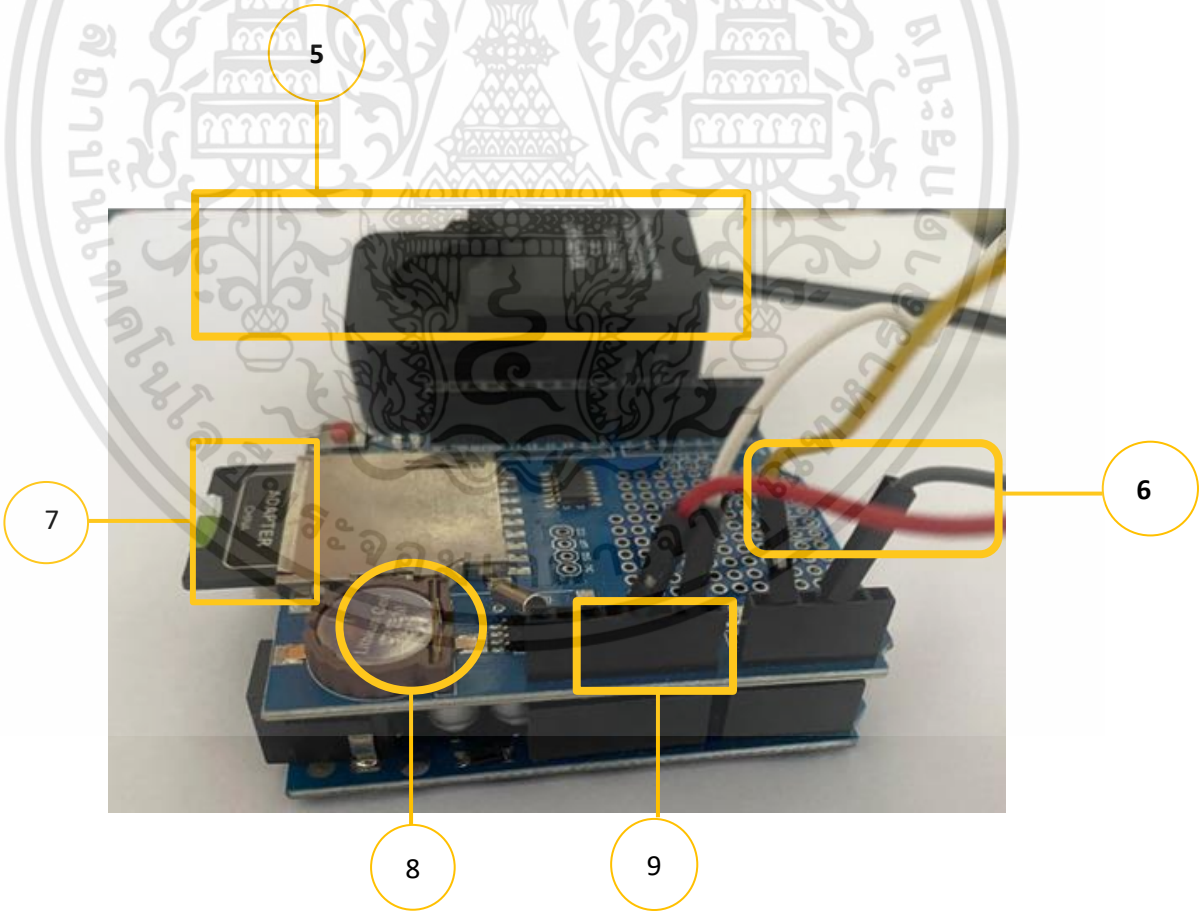
รูปที่ 3.4 Flow Chart แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ภายในกล่อง Control Box



รูปที่ 3.5 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ภายในกล่อง



รูปที่ 3.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและเก็บค่าของกระแสไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบระบบเป็นการออกแบบอุปกรณ์ที่ทำให้ยานยนต์ไฟฟ้ามีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยไม่จำเป็นต้องดัดแปลงตัวยานพาหนะเพียงแต่ต้องทำกล่องเพื่อจัดเก็บอุปกรณ์แล้วสามารถนำไปติดตั้งที่ตัวยานาพาหนะ โดยมีการจัดวางอุปกรณ์ภายในกล่อง ดังแสดงในรูปที่ 3.5 และ ดังแสดงในรูปที่ 3.6 ดังนี้ โดยแต่ละอุปกรณ์มีชื่อตามหมายเลขที่ระบุไว้ดังนี้

หมายเลข 1 คือ Buzzer

หมายเลข 2 คือ ESP 32

หมายเลข 3 คือ ADS 1115 16 Bits ADC

หมายเลข 4 คือ RFID

หมายเลข 5 คือ YHDC HST016L

หมายเลข 6 คือ Board Model Data Logging Shield V1.0

หมายเลข 7 คือ SD Card

หมายเลข 8 คือ RTC (Real Time Clock)

หมายเลข 9 คือ Arduino Uno R3

3.5 ขั้นตอนการทำงานในส่วนของ Control Box

1) **RFID** ตัว RFID (Radio Frequency Identity) ใช้ในการตรวจสอบยืนยันตัวตนโดยใช้คีย์การ์ดในการยืนยันตัวตนและรับค่าที่จะรับค่าแล้วส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องว่าเป็นการ์ดที่ถูกต้องตามที่ได้ตั้งค่าตามคีย์การ์ด หรือไม่เมื่อคีย์การ์ดถูกต้องจะสามารถยืนยันตัวตนตามที่ได้ระบุไว้ในโค้ดของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ระบบสั่งค่าไปที่อุปกรณ์เพื่อทำการตัดต่อหน้าสัมผัสจึงจะทำให้กล่องควบคุมสามารถสั่งงานกับตัวของยานพาหนะนั้นสามารถทำงานได้
2) **ESP 32** ทำหน้าที่เป็น ไมโครคอนโทรลเลอร์ รับข้อมูล และประมวลผลสามารถรับค่าส่งค่าและสามารถสั่งงานได้โดยการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C ผ่านโปรแกรม Arduino IDE เพื่อทำให้ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำงานได้ตามฟังก์ชั่นที่ต้องการ
3) **Relay** ทำหน้าที่ในการตัดต่อหน้าสัมผัสจึงจะทำให้กล่องควบคุมสามารถสั่งงานกับตัวของยานพาหนะนั้น ๆ สามารถทำงานได้และเมื่อรถมีการเปิดสวิตช์กุญแจระบบจะไม่ถูกตัดการทำงาน โดยจะได้จะรับการสั่งงานจากไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)
4) **ADS 1115 16 Bits ADC** การใช้ ADS 1115 เพื่อให้อุปกรณ์ YHDC HST016L เซนเซอร์วัดกระแสไฟฟ้าสามารถวัดค่าได้เสถียรมากกว่า ADC ที่เป็นการรับค่าจาก YHDC HST016L และการอ่านค่าโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) **YHDC HST016** เป็นเซนเซอร์วัดกระแสทำหน้าที่วัดกระแสการใช้งานการนำตัวของเซนเซอร์ YHDC HST016L ไปครอบสายไฟเพื่อต้องการจะทราบค่าอัตรารับกระแสไฟฟ้าการทำงานของอุปกรณ์ภายในรถเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) รับค่าแล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อให้เกิดการทำงานของอุปกรณ์อัตโนมัติ
6) **Board Model Data Logging Shield V1.0** เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการรับข้อมูล Arduino Uno R3 ที่ ได้รับค่าการวัดค่ากระแสไฟฟ้าของยานพาหนะจากตัวอุปกรณ์ YHDC HST016L นำข้อมูลนั้นไปเก็บไว้ที่ SD Card โดยค่าของกระแสไฟฟ้าหน่วยเป็น A (แอมแปร์) เพื่อทีจะนำค่าไปเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรมให้ระบบการทำงานของตัวกล่องควบคุม
7) **SD card** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลค่าของกระแสไฟฟ้าของยานพาหนะที่ได้ทำการวัดค่าจาก Arduino Uno R3 ส่งค่าไป Board Model Data Logging Shield V1.0 แล้วทำให้ตัว Board Model Data Logging เก็บค่าที่วัดได้ไว้ที่อุปกรณ์นี้
8) **RTC (Real Time Clock)** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการกำหนดเวลาในรูปแบบ Real Time เพื่อทำให้สามารถดูเวลาการเก็บค่าของกระแสไฟฟ้าของยานพาหนะนั้น ๆ ณ เวลาหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

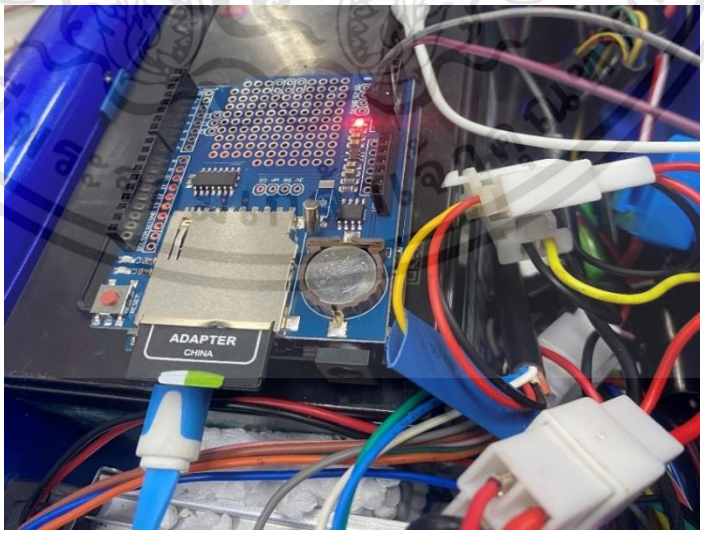
บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

การทดลองของระบบป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะแบบอัตโนมัติ ประกอบไปด้วยการวัดค่าของกระแสไฟฟ้าของยานพาหนะที่ทำการทดลองเพื่อนำผลมาวิเคราะห์การทำงาน และแสดงผลออกมาในรูปแบบของกราฟเพื่อใช้ในการศึกษาการใช้งานของกระแสไฟฟ้าของยานพาหนะนั้น ๆ ทั้งยานพาหนะที่เป็นเครื่องยนต์สันดาปภายในหรือยานพาหนะที่เป็นพลังงานไฟฟ้าอาทิ เช่น รถยนต์ รถยนต์ไฟฟ้าและสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า ฯลฯ

4.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. เริ่มต้นโดยการนำอุปกรณ์มาเก็บค่าของกระแสไฟฟ้าจากยานพาหนะโดย 2 ยานพาหนะแบบรถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และจากรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายในปกติ ดังแสดงที่รูป 4.2 ที่จะทำการทดลอง คือ
   1) YHDC HST016L เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่ากระแสไฟฟฟ้า (A)
   2) Arduino Uno R3
   3) Board Model Data Logging Shield V1.0
   4) SD card



รูปที่ 4.1 วัดค่าแรงดันฟ้าจากรถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า

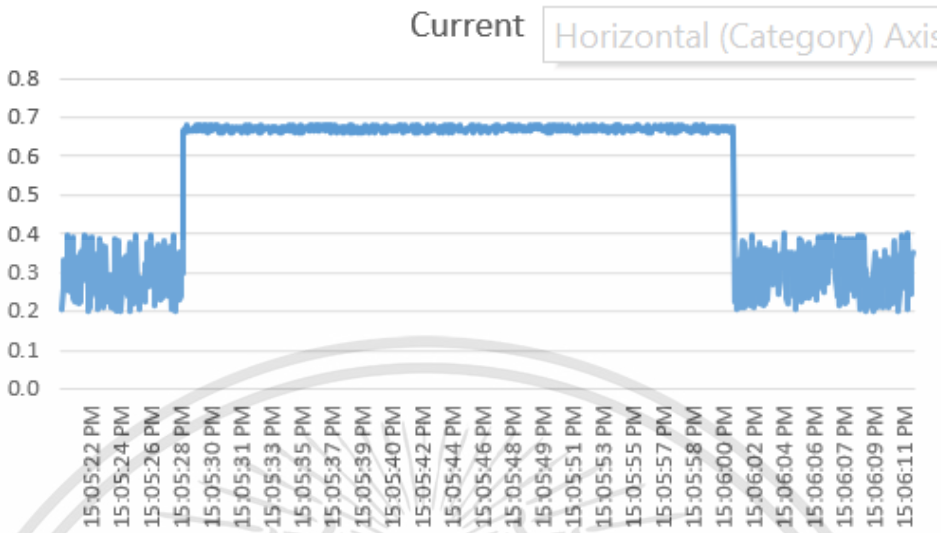
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 วัดค่ากระแสไฟฟ้าจากรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายในปกติ

2. นำค่าของกระแสไฟฟ้าที่ทำการวัดได้ทั้งหมดนำมาแสดงทำเป็นกราฟ ดังแสดงในรูปที่ 4.3 และดังแสดงในรูปที่ 4.4 เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบการใช้กระแสไฟฟ้าของยานพาหนะ 2 แบบ คือ
   1) รถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภานในปกติ
   2) รถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า เพื่อใช้แทนยานพาหนะแบบไฟฟ้า

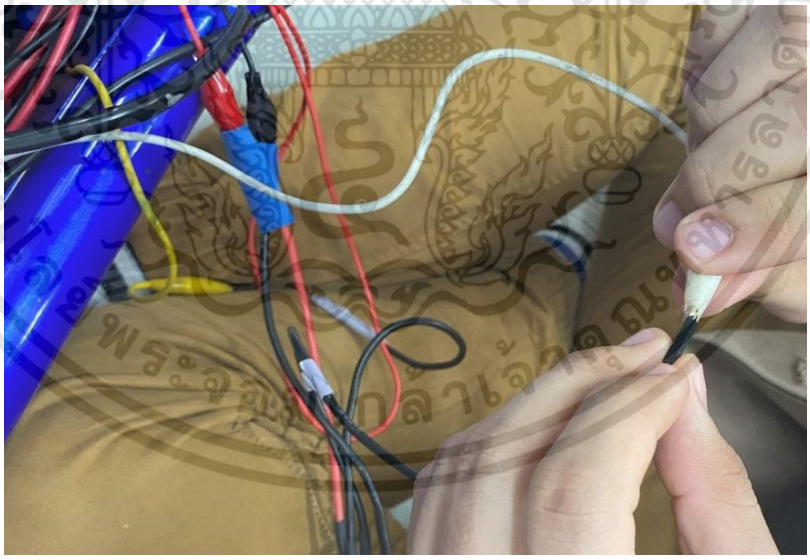
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงค่าของกระแสไฟฟ้ารถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 กราฟของกระแสไฟฟ้าของรถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้าแบบรถไฟฟ้า

3. เมื่อนำกราฟมาวิเคราะห์เสร็จแล้วให้นำมาดูว่าค่ากระแสไฟฟ้า Minimum หรือ Maximum แล้วนำค่ามากำหนดย่านโดยการต่อรีเลย์ให้กับอุปกรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 4.5 เพื่อใช้ในการตั้งค่าให้กับอุปกรณ์ในการเข้าสู่โหมดป้องกันการโจรกรรมแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 4.5 เริ่มการต่อรีเลย์เข้ากับอุปกรณ์ที่ให้คำสั่งขับเครื่องอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นำอุปกรณ์ระบบป้องกันการโจรกรรรยานพาหนะแบบอัตโนมัตินำมาติดตั้งกับรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายในมีการต่ออุปกรณ์เข้าที่ขั้วลบ ดังแสดงในรูปที่ 4.7 และต่ออุปกรณ์เข้าที่ขั้วบวกเข้ากับรถยนต์สันดาปภายใน ดังแสดงในรูปที่ 4.8 และรถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 4.6 เพื่อใช้ในการทำการทดสอบอุปกรณ์รถยนต์ที่เป็นเครื่องยนต์สันดาปภายใน และการจำลองโดยใช้รถไฟฟ้าแบบสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้าเพื่อเปรียบเสมือนรถยนต์ไฟฟ้าจาก นั้นเมื่อต่ออุปกรณ์ถึงนำ YHDC HST016L วัดไฟฟ้าเพื่อดูการไหลของกระแสไฟฟ้าภายในรถยนต์สันดาปภายใน

รูปที่ 4.6 เริ่มที่กล่องควบคุมเข้าไปกับตัวรถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า

รูปที่ 4.7 ต่ออุปกรณ์เข้ากับรถเครื่องยนต์สันดาปโดยต่อสายสีดำเข้าขั้วลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 ต่ออุปกรณ์เข้ากับรถเครื่องยนต์สันดาป โดยต่อสายสีขาวเข้าขั้วบวก

รูปที่ 4.9 นำอุปกรณ์วัดไฟฟ้ามาจับตรงบริเวณเพื่อดูการไหลของกระแสไฟฟ้าภายในรถเครื่องยนต์สันดาป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. นำยานพาหนะที่ติดตั้งอุปกรณ์ ระบบป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะแบบอัตโนมัติไปทดลอง โดยมีการนำรถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้าดังแสดงในรูปที่ 4.10 และรถยนต์ที่เป็นเครื่องยนต์แบบสันดาปภายใน ดังแสดงในรูปที่ 4.11 ไปทำการทดสอบเพื่อที่จะทำการตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ที่ทำขึ้นมาเพื่อทำให้รู้ถึงประสิทธิภาพในทำงานของอุปกรณ์ที่ได้นำมาทดสอบ

รูปที่ 4.10 นำยานพาหนะที่ติดตั้งอุปกรณ์แล้วไปทดสอบโดยเป็นสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า

รูปที่ 4.11 นำอุปกรณ์ไปติดตั้งกับยานพาหนะที่เป็นรถยนต์เครื่องยนต์สันดาป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. หลังจากนั้นทำการทดลองโดยเมื่อรถไม่มีการกินกระแสฟ้าจะทำให้ระบบทำงานอัตโนมัติ ดังแสดงในรูปที่ 4.12 ทำการทดลองโดยใช้คีย์การ์ดเพื่อนำมายืนยันตัวตนกับ RFID ดังแสดงในรูปที่ 4.13 เพื่อใช้ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ที่ทำการติดตั้งเพิ่มเข้าไปในรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายในและรถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้าเพื่อจำลองยานพาหนะที่เป็นการใช้ไฟฟ้าในการขับเคลื่อน

รูปที่ 4.12 เมื่อรถไม่มีการกินกระแสฟ้าจะทำให้ระบบทำงานอัตโนมัติ

รูปที่ 4.13 RFID อ่านคีย์การ์ดแล้วสามารถใช้งานรถได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอหลักการทำงานของการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ และทฤษฎีการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์และทฤษฎีการใช้เทคโนโลยี RFID (Radio Frequency Identification) เพื่อทำการสร้างโครงการ ระบบป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะอัตโนมัติจากการทดลองของระบบการป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะแบบอัตโนมัติมีประสิทธิภาพการทำงานได้ทั้งแบบยานพาหนะเครื่องยนต์สันดาปและแบบยานพาหนะแบบไฟฟ้า โดยมีการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ที่รับและส่งสัญญาณให้อุปกรณ์ต่าง ๆ โดยอุปกรณ์ตัวแรกเป็นตัววัดกระแสไฟฟ้าจากการใช้กระแสไฟฟ้าของตัวของยานพาหนะโดยใช้ YHDCH HST016L เป็นอุปกรณ์เซนเซอร์วัดค่าของกระแสไฟฟ้าและเพื่อที่ทำหน้าที่ส่งค่าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์การจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับวงจรในตัวยานพาหนะตัวต่อมาเป็น RFID เพื่อใช้ในการตรวจสอบเพื่อใช้ในการยืนยันตัวตนโดยการใช้คีย์การ์ดในการยืนยันตัวตนเพื่อที่จะรับค่าของคีย์การ์ดแล้วส่งให้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) จะทำการตรวจสอบความถูกต้องว่าคีย์การ์ดที่นำมาใช้นั้นถูกต้องตามที่ได้ตั้งค่าตามคีย์การ์ดไว้ หรือไม่เมื่อคีย์การ์ดที่ใช้นั้นมีเลขที่ถูกต้องตามที่ระบุไว้ ทำให้สามารถยืนยันตัวตนตามเลขของคีย์การ์ดที่ได้ระบุไว้ในโค้ดใช้สั่งงานไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ระบบจะทำการสั่งการให้ค่าไปที่อุปกรณ์รีเลย์ทำการตัดต่อของหน้าสัมผัส (Contact) จึงจะทำให้กล่องควบคุมสามารถสั่งงานกับตัวของยานพาหนะนั้น ๆ จึงทำให้ยานพาหนะที่ติดตั้งอุปกรณ์สามารถทำงานได้ และเมื่อรถมีการเปิดสวิตช์กุญแจระบบจะไม่ถูกตัดการทำงานจากอุปกรณ์ที่ติดตั้ง โดยที่เมื่อตัววัดกระแสไฟฟ้าสามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าได้ แต่ในอีกกรณีหนึ่งถ้าหากตัววัดกระแสไฟฟ้า สามารถตรวจจับค่าของกระแสไฟฟ้าในระบบยานพาหนะได้ค่าที่น้อยกว่าค่า Minimum อุปกรณ์ที่ได้ทำการติดตั้งไว้จะการให้เกิดการทำงานของระบบป้องกันยานพาหนะอัตโนมัติทำงานและการใช้ ADS 1115 เพื่อให้อุปกรณ์ YHDC HST016L เซนเซอร์วัดค่ากระแสไฟฟ้าของยานพาหนะทำให้สามารถวัดค่ากระแสได้เสถียรมากกว่าอุปกรณ์ ADC จากตัวของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยการทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) สามารถรับค่าส่งค่าและสามารถสั่งการอุปกรณ์อื่นโดยการเขียนโปรแกรม โดยใช้ภาษา C โดยผ่านโปรแกรม Arduino IDE เพื่อทำให้ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำงานได้ตามฟังก์ชั่นที่นั้นต้องการและได้มีการนำอุปกรณ์ Board Model Data logging shield V1.0 เพื่อนำมาใช้ในการเก็บข้อมูลของค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้จาก YHDC HST016Lของยานพาหนะชนิดต่าง ๆ เพื่อที่จะทำการนำที่ค่าที่ได้มาวิเคราะห์ และทำการนำค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้นำมาพอร์ตลงไปเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟเพื่อนำค่าเหล่านั้นมาเป็นองค์ประกอบ เพื่อใช้ในการเขียนสั่งงานให้แก่ระบบการทำงานของระบบป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะอัตโนมัติ ทำงานได้ตรงกับความต้องการ

ในขั้นตอนแรกได้ทำการค้นหาอุปกรณ์ แต่ละชนิดให้มีประสิทธิภาพการทำงานที่อุปกรณ์สามารถสั่งการตามความต้องการได้ โดยการทำอุปกรณ์ทั้งหมดที่มีต่อเอาต์พุตและอินพุตกับไมโครคอนโทรลเลอร์และทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้าของยานพาหนะเพื่อใช้งานในเก็บข้อมูลที่วัดได้เข้าไปใน SD Card ที่เชื่อมต่อกับ Board Model Data logging Shield V1.0 และนำค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้นั้นนำค่ามาทำเป็นกราฟเพื่อนำกราฟมาวิเคราะห์เพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าของยานพาหนะนั้น มากำหนดค่าในโปรแกรมเพื่อที่จะสั่งงานให้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) จะทำให้เมื่อเวลามีการทดลองใช้อุปกรณ์ระบบที่สั่งงานไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ทราบว่าอุปกรณ์จะมีการทำงานที่เป็นอัตโนมัติเมื่อไหร่และไม่ควรทำงานเมื่อไหร่โดยคำนวณจากค่าของกระแสฟ้าที่จ่ายมาจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า เพื่อป้อนให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในยานพาหนะ

ในขั้นตอนต่อไป โดยการสั่งอุปกรณ์ติดตั้งกับยานพาหนะเพื่อใช้ทดสอบและใช้งานอุปกรณ์ระบบป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะอัตโนมัติ โดยการนำอุปกรณ์ไปติดตั้งตามคู่มือการติดตั้งอุปกรณ์และทำการทดลองใช้อุปกรณ์ที่สร้างขึ้นมา โดยการนำอุปกรณ์นั้นไปใช้งานจริงโดยการนำยานพาหนะนั้นมาติดตั้งอุปกรณ์ โดยสามารถทำการเริ่มต้นใช้งานเริ่มจากเปิดสวิตช์กุญแจแต่ยังไม่ได้ยืนยันตัวตนด้วยคีย์การ์ดจะให้ระบบทำงาน และทำให้ไม่สามารถใช้งานยานพาหนะที่ได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ได้แต่ถ้าหากเมื่อทำการนำคีย์การ์ดไปเพื่อยืนยันตัวตนแล้วเป็นคีย์การ์ดที่ถูกต้องแล้ว ทำให้สามารถทำให้ยานพาหนะเคลื่อนที่ได้โดยสั่งการทำงานไปที่กล่องควบคุมได้และสามารถที่ใช้งานยานพาหนะได้อีกครั้ง

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางในการแก้ไขปัญหา

1. ในการเก็บกระแสไฟฟ้านั้น มีค่าละเอียดค่อนข้างมากไม่สามารถวิเคราะห์กราฟได้อย่างชัดเจนจึงทำให้กราฟมีความไม่สัมพันธ์ในการวิเคราะห์
2. ปัญหาการเสื่อมคุณภาพของตัวแบตเตอรี่
3. ปัญหาการเชื่อมต่อของแบตเตอรี่

5.3 วิธีการแก้ไขปัญหา

1. เก็บค่าอย่างละเอียดนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบเพื่อหาค่าที่เสถียรนำมาวิเคราะห์
2. เช็คค่าอุปกรณ์ก่อนที่จะนำมาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โครงการนี้สามารถนำอุปกรณ์ไปต่อยอดเพิ่มระบบการทำงาน รวมถึงสามารถปรับปรุงอุปกรณ์ได้อีกไม่ว่าจะเป็นการติดตั้ง Module GPS แล้วระบุตำแหน่งของยานพาหนะที่ติดตั้งอุปกรณ์และอาจจะทำให้อุปกรณ์นั้นสามารถเชื่อมต่อกับกล่อง ECU (Electronic Control Units) ของยานพาหนะต่าง ๆ ได้ เพื่อทำให้อุปกรณ์สามารถติดตั้งได้ง่ายขึ้นและสามารถทำให้อุปกรณ์เชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือ Smartphone โดยผ่านการเชื่อมต่อโดยใช้ Wi-Fi หรือเป็น IOT (Internet of thing) ได้โดยอาจจะทำการเชื่อมต่อโมดูลซิมการ์ดที่สามารถรับอินเตอร์เน็ต (Internet) ได้และทำการเชื่อมต่อข้อมูลโดยผ่านแอพพลิเคชั่น Blynk

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. การทำงานของอุปกรณ์อาดูโน่อาร์3 สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มีนาคม 2564 https://medium.com/@pattanapong.sriphการทำงานของอุปกรณ์
2. RFID เทคโนโลยีการทำงานของอุปกรณ์การทำงาน RFID Radio Frequency Identification สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มีนาคม 2564 หน้าที่1-8 จาก http://www.lampangtc.ac.th/mnfile/branch5/file/knowledge/RFID.pdf https://blog.thaieasyelec.com/rfid-ch1-basic-rfid/
3. SD Card (Secure Digital Card) สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มีนาคม 2564 https://ecloudtec.com/news/memorycard/
4. RC522 With Arduino UNO R3 สอนวิธีดู Card UID ของ RFID สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มีนาคม 2564 จากhttps://www.youtube.com/watch?v=CylR2QcpMoI
5. RFID Module อ่านค่า Tag ด้วย Arduino สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มีนาคม 2564 จาก https://www.youtube.com/watch?v=Avqzq7gOx9Q
6. Node MCU ESP32 สืบค้นเมื่อ 29 เมษายน 2564 จาก https://www.artronshop.co.th/article/51/esp32
7. เซนเซอร์วัดกระแสไฟฟ้าสืบค้นเมื่อ29 เมษายน 2564 จาก https://www.analogread.com/product/677
8. Buzzerสืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2564 จาก http://www.princebot.net/article/8/%
9. Board Model Data logging shield สืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2564 จาก https://www.cybertice.com/article/36/%
10. นิภาภรณ์ คำเจริญ 2543 14. หนังสือคู่มือเรียนรู้ คอมพิวเตอร์เบื้องต้น กรุงเทพฯ : เอส.พี.ซี พริ้นติ้ง.จำกัดสืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2564
11. ADS1115 16-Bit ADCสืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2564 จาก https://www.modulemore.com/product/581
12. รีเลย์ (Relay สืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม)จาก http://www.psptech.co.th/%E0%B8%A3%
13. ESP32 สืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2564 https://www.artronshop.co.th/article/51/esp32-%
14. โครงสร้างโปรแกรมของ Arduino สืบค้นเมื่อ 11 มิถุนายน 2565 http://www.sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP_Unit_3.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

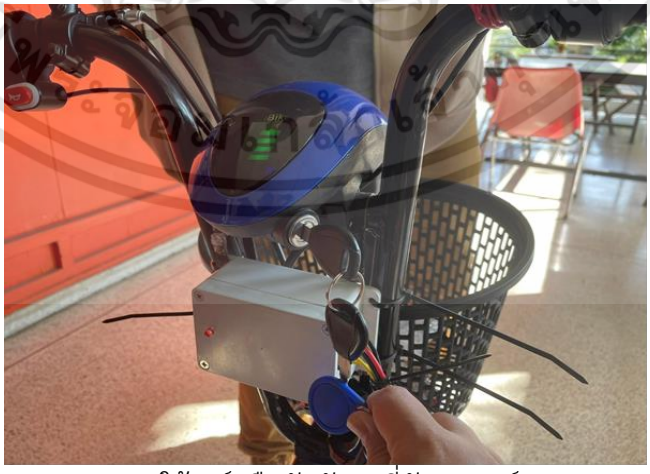
ภาคผนวก ก
วิธีใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์

ก.1 วิธีการใช้งานระบบป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะแบบอัตโนมัติ

1.เสียบกุญแจแล้วทำการเปิดสวิตช์กุญแจทำการบิดสวิตช์ เพื่อทำการจ่ายไฟให้ตัวอุปกรณ์จ่ายไฟจากแบตเตอรี่ให้กับตัวรถจะมีแทบไฟของแบตเตอรี่ขึ้นแสดงว่าสามารถใช้รถได้แล้ว

ก.1 การเปิดสวิตช์กุญแจ

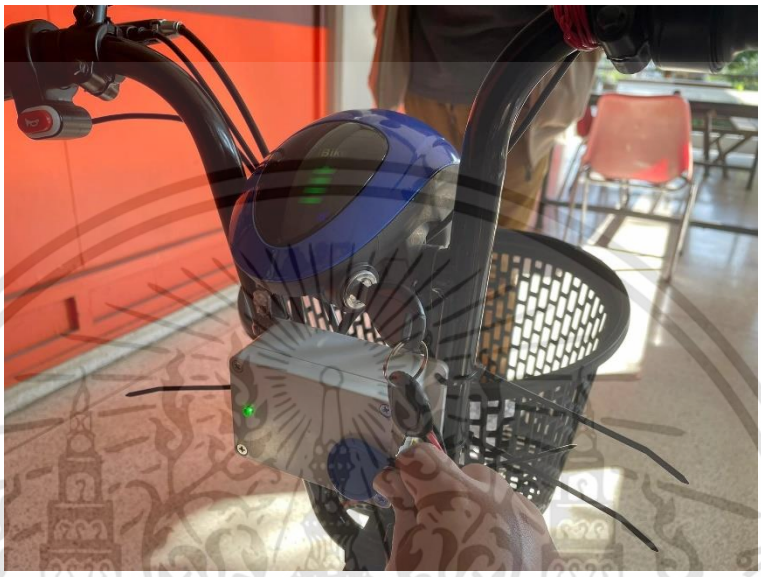
2.แต่ยานพาหนะจะยังไม่สามารถเคลื่อนที่ได้เนื่องจากต้องทำแตะการ์ด RFID ที่กล่องอุปกรณ์ก่อนเพื่อทำการยืนยันตัวตนจะสามารถทำให้ตัวควบคุมทำงานได้



ก.2 ใช้การ์ดยืนยันตัวตนที่ตัวอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

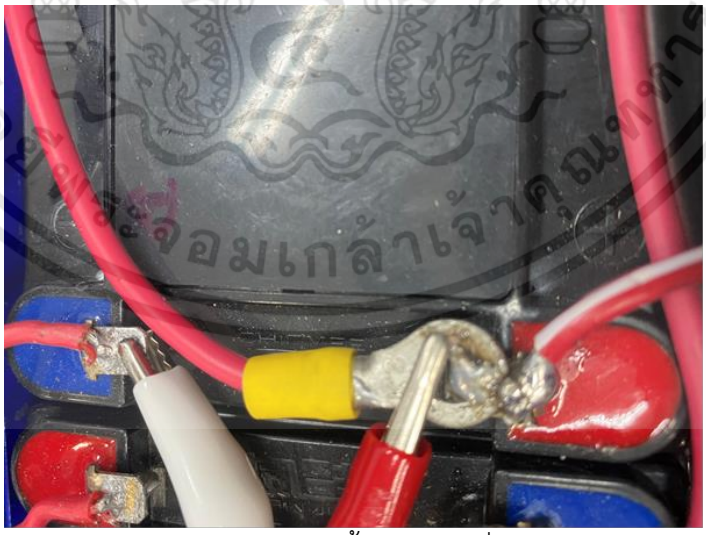
3.โดยสังเกตจากสถานะของไฟ LED จะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเขียวเมื่อ RFID ได้คีย์การ์ดตามที่ตั้งค่าไว้หลังจากนั้นระบบไฟฟ้าจะเชื่อมต่อกับตัวกล่องควบคุมและสามารถใช้งานรถต่อได้เลย



ก.3 ไฟแสดงสถานการณ์ใช้งาน

ก.2 การติดตั้งระบบป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะอัตโนมัติ

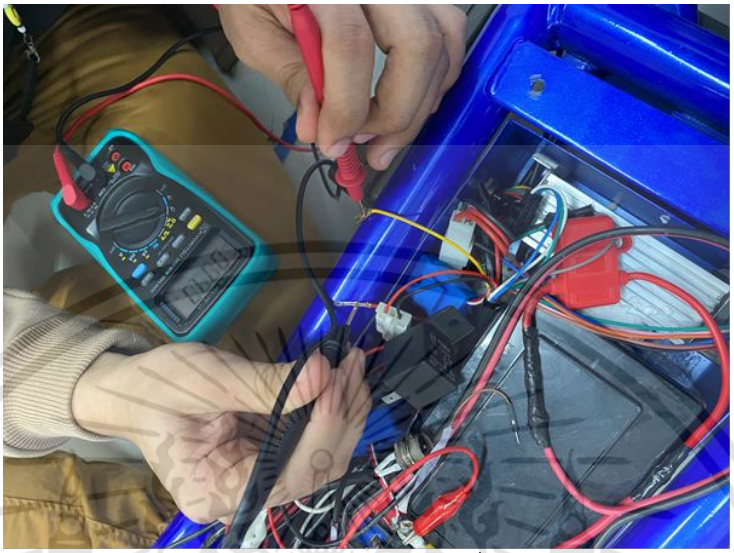
1.เริ่มจากการติดตั้งโดยการต่อสายไฟเข้าที่บวกลบเข้าที่ขั้วในแบตเตอรี่



ก.4 การต่อขั้วแบตเตอร์รี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ใช้ Multi meter หาจุดเชื่อมต่อระหว่างชุดคอนโทรลกับแหล่งจ่ายไฟ



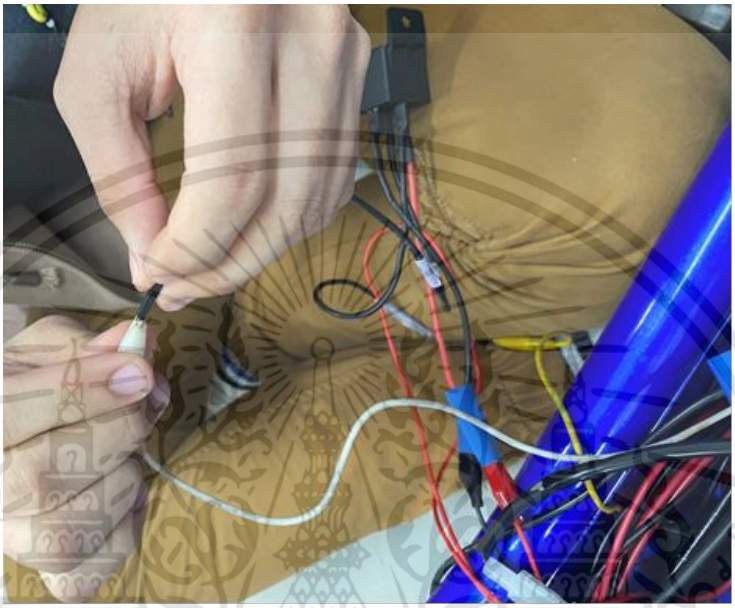
ก.5 Multi meter หาจุดเชื่อมต่อ

3.หลังจากนั้นต่อ Relay เข้าอุปกรณ์ที่สิ่งจากอุปกรณ์รถเพื่อสั่งคำสั่งไปยังกล่องควบคุม

ก.6 การต่อรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.โดยใช้หน้าสัมผัสที่เป็น NO (Normal open) แล้วจากนั้นทำการติดตั้งตัวอุปกรณ์แล้วต่อไฟเพื่อใช้ในการสลับหน้าสัมผัสของ Relay จาก No เป็น Nc (Normal Close) เพื่อทำอุปกรณ์บนตัวยานพาหนะสามารถสั่งงานการควบคุมไปยังกล่องควบคุมได้



ก.7 ต่ออุปกรณ์กับตัวรีเลย์

5.แล้วทำการติดตั้งอุปกรณ์ลงไปบนตัวของยานพาหนะ

ก.8 ติดตั้งตัวอุปกรณ์กับตัวยานพาหนะ

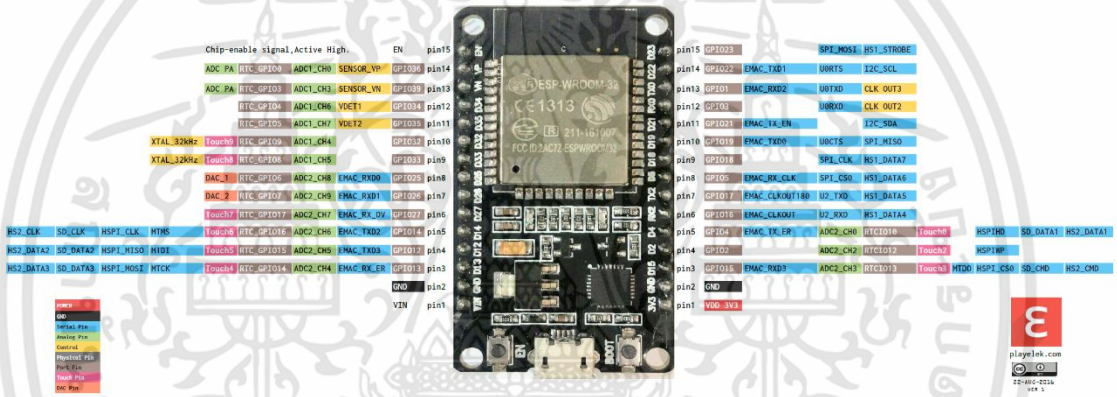
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ไมโครคอนโทรลเลอร์

ข.1 คู่มือการใช้งานบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Node MCU ESP32

Node MCU ก็คือบอร์ดคล้ายๆกับเบอร์ Arduino แต่ละตัว Node MCU จะมีความสามารถเชื่อมต่อ Wi-Fi เพราภายในบอร์ดของ Node MCU จะมี ESP32 ซึ่งมีความสามารถเชื่อมต่อ Wi-Fi อยู่ในตัวและเป็นแพลตฟอร์ม IOT สามรถใช้เขียนโปรแกรมลงยังบอร์ดเหมือนกับบอร์ด Arduino โดย ESP32 คือไมโครชิปที่เป็นรูปแบบ TCP/TP มีหน้าที่สำหรับเชื่อมต่อ Wi-Fi



ข.Pin out ของ Node MDCU ESP32

คุณสมบัติของ Node MCU ESP32

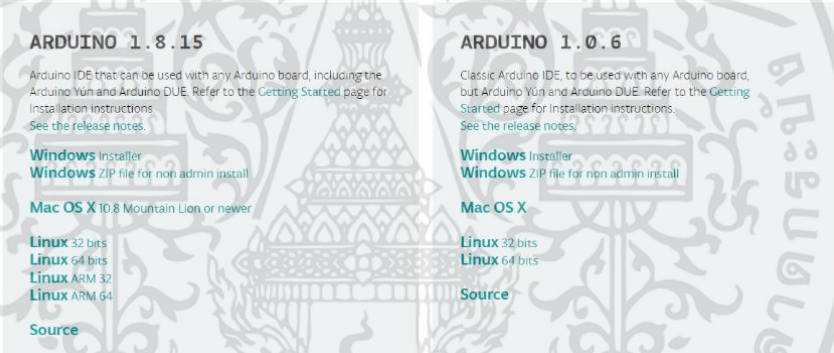
1) ซีพียูใช้สถาปัตยกรรม Tensilica LX6 แบบ 2 แกนสมอง สัญญาณนาฬิกา240 MHz
2) มีแรมในตัว 512KB
3) รองรับการเชื่อมต่อรอมภายนอกสูงสุด 16MB
4) มาพร้อมกับ Wi-Fi i มาตรฐาน 802.11 b/g/n รองรับการใช้งานทั้งในโหมด Station softAP และ Wi-Fi direct
5) มีบลูทูธในตัวรองรับการใช้งานในโหมด 2.0 และ โหมด 4.0 BLE
6) ใช้แรงดันไฟฟ้าในการทำงาน 2.6 V ถึง 3 V
7) ทำงานได้ที่อุณหภูมิ -40°C ถึง 125°C
8) วงจรกรองสัญญาณรบกวนในวงจรขยายสัญญาณ
9) เซ็นเซอร์แม่เหล็ก
10) เซ็นเซอร์สัมผัส (Capacitive touch) รองรับ 10 ช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11) รองรับการเชื่อมต่อคลิสตอล 32.768 kHz สำหรับใช้กับส่วนวงจรนับเวลโดยเฉพาะ
12) รองรับ UART จำนวน 3 ช่อง
13) รองรับ SPI จำนวน 3 ช่อง
14) รองรับ Inter Integrate Circuit Bus จำนวน 2 ช่อง
15) รองรับ ADC จำนวน 12 ช่อง
16) รองรับ Inter Integrate Circuit Bus จำนวน 2 ช่อง
17) รองรับ PWM / Timer ทุกช่อง
18) รองรับการเชื่อมต่อกับ SD - Card

ข.2 การติดตั้งบอร์ด ESP32 ลงโปรแกรม Arduino IDE

1.โดยการเริ่มใช้งานจำเป็นต้องทำการติดตั้ง ESP32 ลงโปรแกรม Arduino IDE โดยสามารถดาวน์โหลดโปรแกรม Arduino IDE ได้ที่



ข.1 โปรแกรม Arduino IDEเมื่อทำการติดตั้ง Arduino IDE เรียบร้อยแล้วให้ปิด Arduino IDE ขึ้นมา

2.เลือกระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ทำงานในการติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE

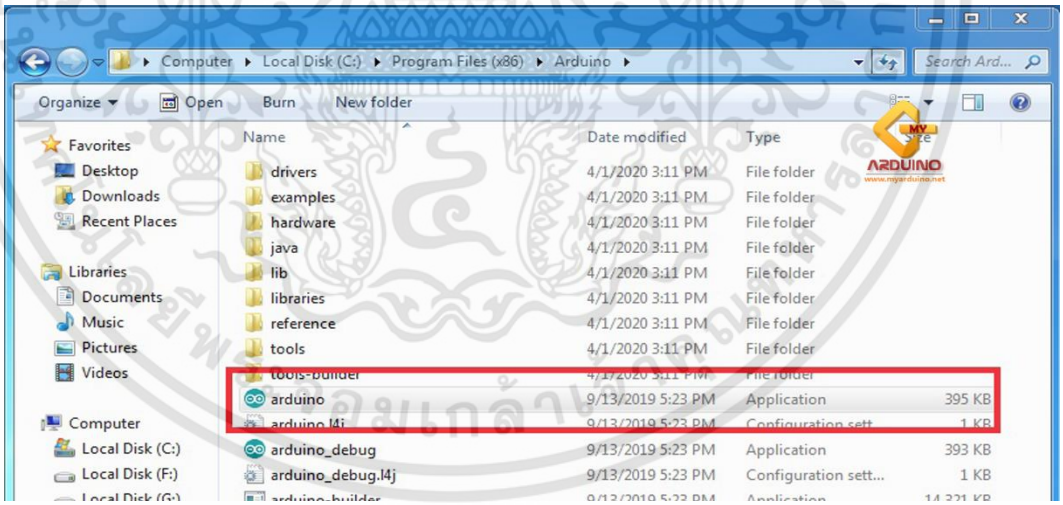
ข.2 แสดงเวอร์ชั่นการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.เลือก just Download และการติดตั้งโปรแกรม

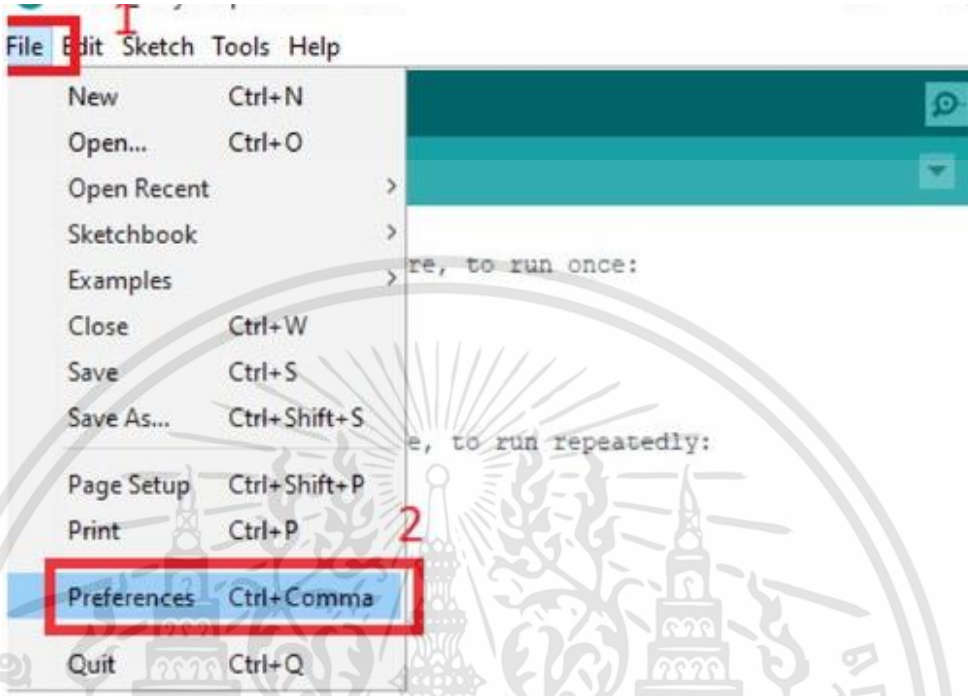
ข.3 just Download

4.เลือกไฟล์ Arduino เพื่อเปิดโปรแกรม Arduino IDE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

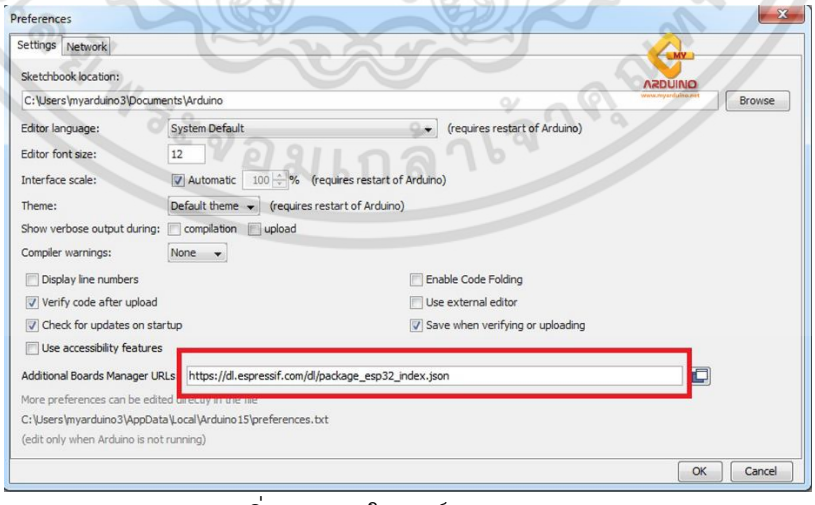
5.ไปที่ File เลือก Preferences



ข.5 การตั้งค่าการใช้งาน

6.ใส่ URLลงใน Addition Board แล้วกด ok URLs คือดังภาพด้านล่าง

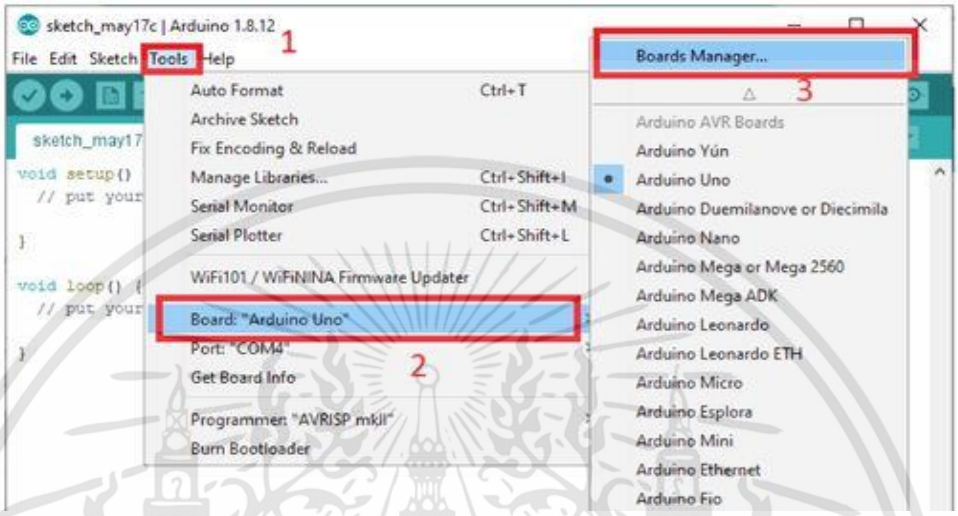
https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json



ข.6การเพิ่มURL ลงในบอร์ด Addition Board

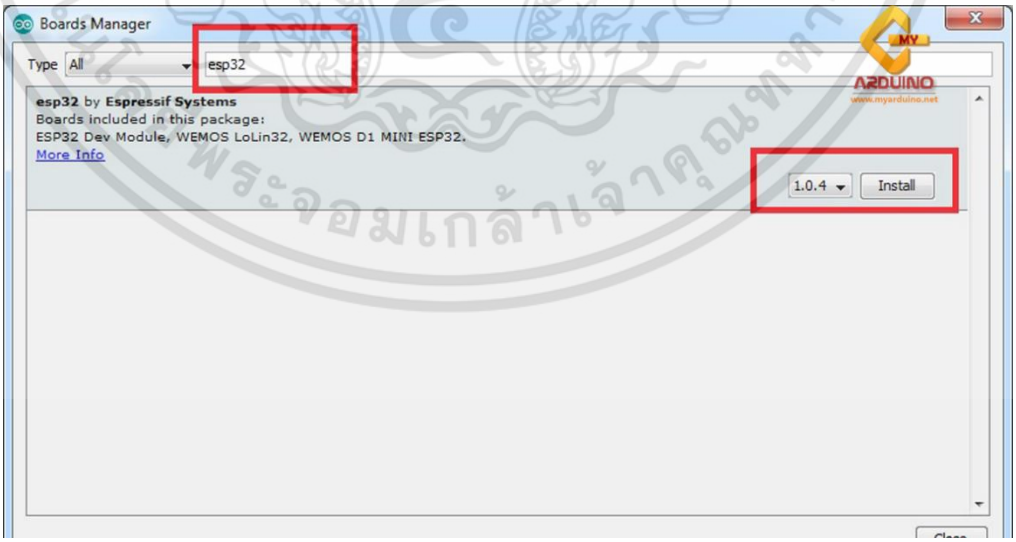
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.เพิ่มบอร์ดลงบนโปรแกรมโดยไปที่แถบเครื่องมือแล้วคลิกเมนูเลือก Tools ตามด้วย Board แล้วเลือก Boards Manager



ข.7 เพิ่มบอร์ด ESP 32

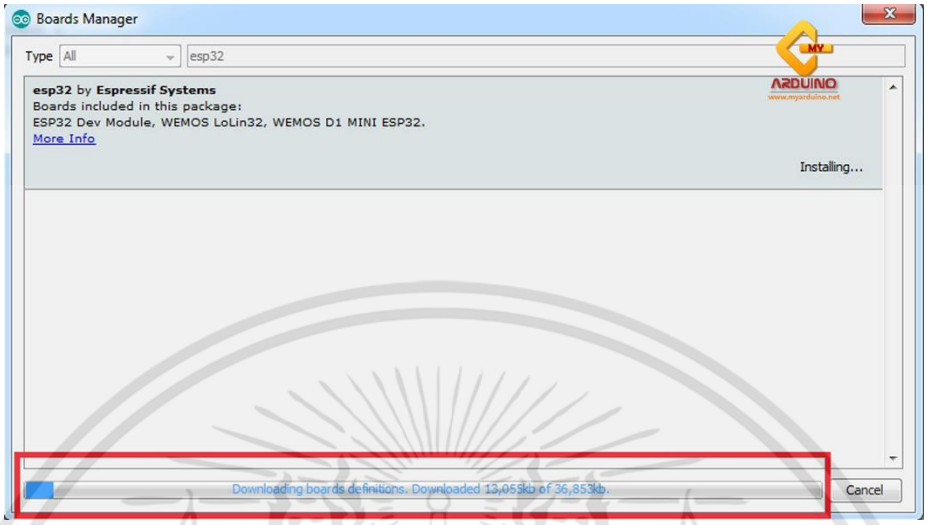
8.ให้ค้นหา ESP32 ในช่องค้นหาจะเห็น ESP 32 by ESP32 และทำการติดตั้งโดยเวอร์ชั่นจะเป็นเวอร์ชั่นล่าสุดแล้วทำการ Install เมื่อติดตั้งเรียบร้อยจะมีข้อความขึ้นว่า INSTALLED สีฟ้า ๆ ทำการปิดหน้าต่าง



ข.8 การติดตั้งบอร์ด ESP 32

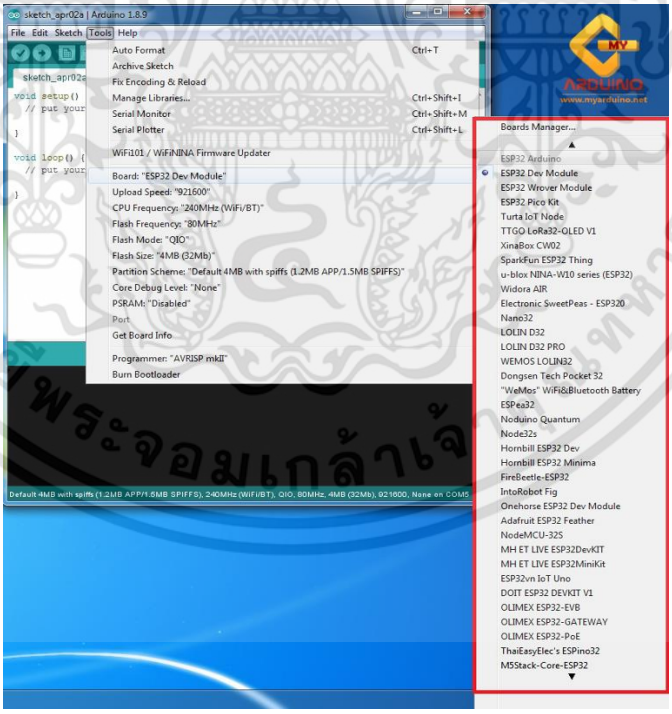
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.รอการติดตั้งจะเสร็จ



ข.9 การติดตั้งโปรแกรม

10.เมื่อติดตั้งโปรแกรมเสร็จบอร์ด ESP32 ให้เลือกใช้งานบอร์ด Node MCU ที่จะใช้งานนั้นเอง



ข.10 เมื่อติดตั้งโปรแกรมสำเร็จจะแสดงบอร์ด ESP32 ให้เลือกใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.3 โปรแกรมที่ใช้ในการส่งค่าไปยังส่วนแสดงผล

```
// Libraries
#include <Wire.h>
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#include <Adafruit_ADS1015.h>
#define SS_PIN  17
#define RST_PIN 22
#define RelayPin        33
#define LEDLOCKPin      5
#define LEDUNLOCKPin    4
#define Buzzer          13
#define ON  1
#define OFF 0
int SetAmpsMax   = 15100;
 int SetAmpsMin   = 13144;

      1.  int SetTimeDelay  = 1500;
const int ipaddress[4] = {103, 97, 67, 25};
byte nuidPICC[4] = {0, 0, 0, 0};
MFRC522::MIFARE_Key key;
MFRC522 rfid = MFRC522(SS_PIN, RST_PIN);
//*****************************************************//
unsigned char status;
unsigned char str[16]; //MAX_LEN is 16: size of the array
String accessGranted [2] = {"57e5d360", "14cca72b"};
int accessGrantedSize = 2;
boolean locked = true;
String Temp="";
boolean State     = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
boolean StateStop = 1;
int  ADCValue     = 0;
float  volt       = 0.00;
float mA = 0.0;
bool BuzzerCon    = 0;
bool StateLock    = 1;

/*ตัวแปรสำหรับนับค่าเวลาของระบบ*/
short int TimeValB=0;
unsigned long ShowTimeB  ;
unsigned long PreviousTimeB = 0;
int StartB=0;
Adafruit_ADS1115 ads;
// ฟังชั่น smooth หรือ lowpass filter
float newVal = 0.0;
float sensorVal = 0.0;
float filterConstant = 0.95; // filter constant
float smooth(float data, float filterVal, float smoothedVal)
 {
  smoothedVal = (data * (1 - filterVal)) + (smoothedVal  *  filterVal);
  return smoothedVal;
 }

void setup(){
  ads.begin();
  ads.startComparator_SingleEnded(0, 1000);
  Serial.begin(115200);
  pinMode(RelayPin,OUTPUT);
  pinMode(LEDLOCKPin,OUTPUT);
  pinMode(LEDUNLOCKPin,OUTPUT);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  pinMode(Buzzer,OUTPUT);
  StateLock=1;
  Lock(1);
  digitalWrite(Buzzer,0);
  SPI.begin();
  rfid.PCD_Init();
  rfid.PCD_DumpVersionToSerial();
  Serial.println("Robojax Tutorial");
  Serial.println("ACS758 Current Sensor");
}

void loop(){
  Amp();
  delay(500);
  readRFID();
  if(ADCValue <= SetAmpsMin ||  ADCValue>= SetAmpsMax)
   TimeValB      = 0;
   ShowTimeB     = 0;
   PreviousTimeB = 0;
   StartB        = 0;
  }
  else
  {
   if(StateLock==0)
     {
     if(TimeValB<=10){
       ShowTimeB  = millis();
       if(StartB==0){PreviousTimeB = ShowTimeB;StartB=1;}
       TimeValB =(ShowTimeB - PreviousTimeB)/SetTimeDelay;
       if(StartB==1){ShowTimeB=0;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        }
        if(TimeValB>=10)
        {
          StateLock=1;
          Lock(1);
          Temp="";
        }
       }
      }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.4 คำสั่งแสดงวัดค่าไฟฟ้า

```
#include <DS1307RTC.h>
#include <TimeLib.h>
#include <Wire.h>
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
File myFile;
const int chipSelect = 10;
String time ;
tmElements_t tm;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(11,INPUT_PULLUP);
  while (!Serial) ; // wait for serial
  delay(200);
  Serial.println("DataLogger Shield Test");
  pinMode(SS, OUTPUT);
  if (!SD.begin(chipSelect)) {
    Serial.println("SD Card initialization failed!");
    return;
  }
  Serial.println("SD Card OK.");
  ReadText();
}
void loop() {
  time = Now()+" SenSerValue : A0_value : "+String(analogRead(A0));
  Serial.println(time);
  WriteText(time);
delay(0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
void ReadText(){
  // re-open the file for reading:
  myFile = SD.open("DLG.txt");
  if (myFile) {
    Serial.println("DLG.txt:");
    // read from the file until there's nothing else in it:
    while (myFile.available()) {
      Serial.write(myFile.read());
    }
    // close the file:
    myFile.close();
  }
  else {
    // if the file didn't open, print an error:
    Serial.println("error opening DLG.txt");
  }
}
void WriteText(String txt){
  myFile = SD.open("DLG.txt", FILE_WRITE);
  if (myFile) {
    myFile.println(txt);
    myFile.close();
  }
  else {
    // if the file didn't open, print an error:
    Serial.println("error opening DLG.txt");
  }
}
String Now(){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  String time = "";
  if (RTC.read(tm)) {
    //    time = String(tm.Hour+":"+tm.Minute+":"+tm.Secnd+" DAY :
"+tm.Day+"/"+tm.Month+"/"+tmYearToCalendar(tm.Year));
    time+=tm.Hour;
    time+=":";
    time+=tm.Minute;
    time+=":";
    time+=tm.Second;
    time+=" DAY : ";
    time+=tm.Day;
    time+="/";
    time+=tm.Month;
    time+="/";
    time+=tmYearToCalendar(tm.Year);
  }
  else {
    time = "NO";
    if (RTC.chipPresent()) {
      Serial.println("The DS1307 is stopped.  Please run the SetTime");
      Serial.println("example to initialize the time and begin running.");
      Serial.println();
    }
    else {
      Serial.println("DS1307 read error!  Please check the circuitry.");
      Serial.println();
    }
  }
  return time;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้