ระบบยืมของอัจฉริยะ

INTELLIGENT LOAN SYSTEM

กฤษฎายุทธิ์ เมืองด้วง

KRITSADAYUT MUANGDOUNG

ณัฐภูมินทร์ จอมทอง

NUTTHAPUMIN CHOMTONG

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2023

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2565

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เรื่อง ระบบยืมของอัจฉริยะ

INTELLIGENT LOAN SYSTEM

ผู้จัดทำ

1. นายกฤษฎายุทธิ์ เมืองด้วง รหัสนักศึกษา 62201002
2. นายณัฐภูมินทร์ จอมทอง รหัสนักศึกษา 62201008

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สักกะพันธ์ คล้ายดอกจันทร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อปริญญานิพนธ์ ระบบยืมของอัจฉริยะ
ชื่อนักศึกษา นายกฤษฎายุทธิ์ เมืองด้วง **รหัสนักศึกษา** 62201002
นายณัฐภูมินทร์ จอมทอง **รหัสนักศึกษา** 62201008
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สักกะพันธ์ คล้ายดอกจันทร์
หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ปีการศึกษา 2565

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการนำเสนอระบบยืมของอัจฉริยะ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้บริการยืมเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ล็อกเกอร์ที่ออกแบบมีขนาด 9 ช่อง โดยระบบจะประกอบด้วย 6 ส่วน คือ ระบบสแกนอาร์เอฟไอดี (RFID) เพื่อระบุตัวตนผู้ยืมของ ระบบตรวจสอบอุปกรณ์ด้วยเอ็นเอฟซี (NFC) ระบบปลดล็อคช่องเก็บของด้วยจอสัมผัส ระบบแจ้งเตือนบุคคลที่ยืมของไปยังแอพพลิเคชันไลน์และเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลบนกูเกิลชีต ระบบส่งรูปภาพไปยังแอพพลิเคชันไลน์ และการแสดงผลประวัติบุคคลที่ยืมของด้วยดาต้าสตูดิโอ โดยที่ระบบสแกนอาร์เอฟไอดีเพื่อระบุตัวตนผู้ยืมของ ประกอบไปด้วยโมดูลอาร์เอฟไอดี (RFID Module) ที่ต่อใช้งานกับบอร์ดอีเอสพี 8266 (ESP8266) ใช้ในการส่งแจ้งเตือนบุคคลที่ยืมของไปยังแอพพลิเคชันไลน์และเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลกูเกิลชีต (Google sheets) และโมดูลอาร์เอฟไอดียังใช้ในการตรวจสอบอุปกรณ์ด้วยเอ็นเอฟซีอีกด้วย ในส่วนของการปลดล็อคช่องเก็บของด้วยจอสัมผัสจะใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino mega 2560) เป็นหน่วยประมวลผล โดยเริ่มจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ รับสัญญาณจากหน้าจอสัมผัสและและส่งสัญญาณไปควบคุมการเปิด-ปิดช่องเก็บของ และเมื่อเปิดหรือปิดช่องเก็บของบอร์ดอีเอสพี 32 แคม (ESP32-CAM) จะบันทึกภาพและส่งไปยังแอพพลิเคชันไลน์ จากการทดลองตู้ล็อกเกอร์สามารถเลือกช่องที่ต้องการได้จากหน้าจอสัมผัส นอกจากนี้ตู้ล็อกเกอร์ยังสามารถสแกนบัตรอาร์เอฟไอดีเพื่อยืนยันตัวตน และสแกนตรวจสอบอุปกรณ์ด้วยเอ็นเอฟซีได้ สามารถแจ้งเตือนบุคคลที่ยืมของไปยังแอพพลิเคชันไลน์และเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลได้ ภาพที่บันทึกสามารถส่งไปยังแอพพลิเคชันไลน์ได้ โดยไม่มีความผิดพลาด

คำสำคัญ: ล็อกเกอร์อัจฉริยะ, อาร์เอฟไอดี, แอพพลิเคชันไลน์, กูเกิลชีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project	INTELLIGENT LOAN SYSTEM	
Student	Mr. Kritsadayut Muangdoung	Student ID 62201002
	Mr. Nutthapumin Chomthong	Student ID 62201008
Advisor	Mr. Sakapan Klaydokjan	
Degree	Bachelor of Engineering	
Program in	Electronics Engineering	
Academic Year	2022	

ABSTRACT

This article presents a Intelligent loan system. The purpose is to provide a service to borrow tools used in the laboratory. The designed locker has 9 compartments in total. This Locker consists of 6 parts: RFID scanning system to identify the borrower's identity. The NFC device authentication system is used for checking the equipment. The system can unlock the storage compartment with a touch screen. The system notifies the person who borrows the items to the LINE application and stores the data in the database on Google Sheets. The system sends pictures to the LINE application and the display of the user's history with Data Studio. The RFID scanning system to identify the borrower consists of an RFID module that is connected to the ESP8266 board used to send notifications. It alerts the borrower to the LINE application and stores the data in the Google sheet database. The RFID module is also used to authenticate the device with NFC. The microcontroller will receive the signal from the touch screen and sends the signal to control the opening and closing of the storage compartment. And when opening or closing the locker, the ESP32-CAM will record the image and send it to the application line. Additionally, the lockers can scan RFID cards for identity verification and can scan the device with NFC able to notify people who borrowed the items to the LINE application and store data in the database. The captured images can be sent to the LINE application without errors.

Keywords: smart locker, RFID, application line, Google Sheets

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความช่วยเหลือ และการสนับสนุนจากบุคคลหลายๆ ท่าน ซึ่งผู้เขียนขอขอบคุณทุกๆ ท่านดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ผู้ซึ่งคอยให้การอบรมสั่งสอน เลี้ยงดู สนับสนุนการศึกษาตลอดจนให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบพระคุณ อาจารย์สักกะพันธ์ คล้ายดอกจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำแนะนำแนวคิดต่างๆ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอด จนโครงงานเสร็จสมบูรณ์ ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาของท่านจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้ปกครอง ที่ให้คำปรึกษาในเรื่องต่าง ๆ โดยเฉพาะค่าใช้จ่ายในการทำ โครงงานชิ้นนี้ รวมทั้งเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ให้แนะนำ คอยช่วยเหลือเสมอมา และต้องขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ที่คอยช่วยเหลือในการทำโครงงานจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณค่า และประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

กฤษฎายุทธิ์ เมืองด้วง
ณัฐภูมินทร์ จอมทอง
มิถุนายน 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิจติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง IX

สารบัญรูป X

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน 1

1.3 สมมติฐานของการศึกษา 2

1.4 ขอบเขตของโครงงานและคุณลักษณะเฉพาะ 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน 2

1.7 โครงสร้างปริญญานิพนธ์ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะ 2560 (Arduino Mega2560) 5

2.2 บอร์ดประมวลผลโหนดเอ็มซียูอีเอสพี 8266 (Node MCU ESP8266) 7

2.3 รีเลย์ (Relay) 9

2.4 กลอนแม่เหล็กไฟฟ้า 10

2.5 ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) 10

2.6 บอร์ดบันทึกภาพอีเอสพี 32 แคม (ESP32-CAM) 11

2.7 หน้าจอสัมผัส 12

2.8 การ์ดอาร์เอฟไอดีและตัวอ่านอาร์เอฟไอดี (RFID Card and RFID Reader) 13

2.8.1 การ์ดอาร์เอฟไอดี (RFID Card) 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.8.2 ตัวอ่านการ์ดอาร์เอฟไอดี (RFID Reader) 14

2.9 ไพลอตแลมป์ (Pilot Lamp) 15

2.10 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply) 16

2.11 แท็กเอ็นเอฟซี (NFC Tag) 17

2.12 ตู้ล็อกเกอร์อัจฉริยะ 19

บทที่ 3 การออกแบบ 21

3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบยืมของอัจฉริยะ 21

3.2 ไดอะแกรมการใช้งานระบบยืมของอัจฉริยะ 22

3.3 โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบยืมของอัจฉริยะ 23

3.3.1 โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบอาร์เอฟไอดี 23

3.3.2 โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบปลดล็อกช่องเก็บของจากหน้าจอสัมผัส 25

3.3.3 โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบบันทึกภาพจากบอร์ดอีเอสพี 32 แคม 25

3.4 การออกแบบวงจร 27

3.4.1 การออกแบบวงจรรวมระบบยืมของอัจฉริยะ 27

3.4.2 วงจรรวมระบบอาร์เอฟไอดี 28

3.4.3 วงจรเปลี่ยนระดับแรงดันโดยใช้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์ควบคุม 29

3.5 การออกแบบโครงสร้าง 32

3.5.1 ตู้ล็อคเกอร์ 32

3.5.2 ชุดควบคุมระบบยืมของอัจฉริยะ 33

3.6 การออกแบบหน้าเว็บดาต้าสตูดิโอ (Data Studio) 33

3.7 การสร้างหน้าต่างยูสเซอร์อินเตอร์เฟซ 35

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1 การทดลองสแกนบัตรอาร์เอฟไอดี 41

4.1.1 วิธีการทดลองสแกนบัตรอาเอฟไอดี 41

4.1.2 ผลการทดลองสแกนบัตรอาเอฟไอดี 42

4.2 การทดลองตรวจเช็คอุปกรณ์ด้วยเอ็นเอฟซี 43

4.2.1 วิธีการทดลองตรวจเช็คอุปกรณ์ด้วยเอ็นเอฟซี 43

4.2.2 ผลการทดลองตรวจเช็คอุปกรณ์ด้วยเอ็นเอฟซี 43

4.3 การทดลองส่งแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์และตรวจสอบความถูกต้องของรายชื่อจากบัตรอาร์เอฟไอดีและชื่ออุปกรณ์จากแท็กเอ็นเอฟซี 44

4.3.1 การทดลองส่งแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์และตรวจสอบความถูกต้องของรายชื่อจากบัตรอาร์เอฟไอดีและชื่ออุปกรณ์จากแท็กเอ็นเอฟซี 44

4.3.2 ผลการทดลองส่งแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์และตรวจสอบความถูกต้องของรายชื่อจากบัตรอาร์เอฟไอดีและชื่ออุปกรณ์จากแท็กเอ็นเอฟซี 45

4.4 การทดลองวัดระยะการอ่านข้อมูลของโมดูลอาร์เอฟไอดี 46

4.4.1 วิธีการทดลองวัดระยะการอ่านข้อมูลของโมดูลอาร์เอฟไอดี 46

4.4.2 ผลการทดลองวัดระยะการอ่านข้อมูลของโมดูลอาร์เอฟไอดี 46

4.5 การทดลองระยะเวลาสำรองไฟของแบตเตอรี่สำรอง 48

4.5.1 วิธีการทดลองระยะเวลาสำรองไฟของแบตเตอรี่สำรอง 48

4.5.2 ผลการทดลองระยะเวลาสำรองไฟของแบตเตอรี่สำรอง 48

4.6 การทดลองระยะเวลาการแจ้งเตือนแอพพลิเคชันไลน์หลังสแกนแท็กเอ็นเอฟซี 49

4.6.1 วิธีการทดลองระยะเวลาการแจ้งเตือนแอพพลิเคชันไลน์หลังสแกนแท็กเอ็นเอฟซี 49

4.6.2 ผลการทดลองระยะเวลาการแจ้งเตือนแอพพลิเคชันไลน์หลังสแกนแท็กเอ็นเอฟซี 50

4.7 การทดลองการบันทึกภาพของอีเอสพี 32 แคมเมื่อเปิดและปิดช่องล็อคเกอร์ 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.7.1 วิธีการทดลองการบันทึกภาพของอีเอสพี 32 แคม
เมื่อเปิดและปิดช่องล็อคเกอร์ 51

4.7.2 ผลการทดลองการบันทึกภาพของอีเอสพี 32 แคม
เมื่อเปิดและปิดช่องล็อคเกอร์ 52

4.8 การทดลองการเปิดช่องล็อคเกอร์หลังจากเลือกช่องจากหน้าจอสัมผัส 53

4.8.1 วิธีการทดลองการเปิดช่องล็อคเกอร์หลังจากเลือกช่องจากหน้าจอสัมผัส 53

4.8.2 ผลการทดลองการเปิดช่องล็อคเกอร์หลังจากเลือกช่องจากหน้าจอสัมผัส 53

4.9 การทดลองความถูกต้องของการติดดับของไฟแอลอีดีเมื่อมีการยืมของหรือคืนของ 55

4.9.1 วิธีการทดลองความถูกต้องของการติดดับของไฟแอลอีดี
เมื่อมีการยืมของหรือคืนของ 54

4.9.2 ผลการทดลองความถูกต้องของการติดดับของไฟแอลอีดี
เมื่อมีการยืมของหรือคืนของ 55

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 57

5.1 สรุปผลการทดลองระบบยืมของอัจฉริยะ 57

5.1.1 สรุปผลการทดลองสแกนบัตรอาเอฟไอดี 57

5.1.2 สรุปผลการทดลองตรวจเช็คอุปกรณ์ด้วยแท็กเอ็นเอฟซี 57

5.1.3 สรุปผลการทดลองส่งแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์ 57

5.1.4 สรุปผลการทดลองวัดระยะการอ่านข้อมูลของโมดูลอาร์เอฟไอดี 58

5.1.7 สรุปผลการทดลองการบันทึกภาพของอีเอสพี 32 แคม
เมื่อเปิดและปิดช่องล็อคเกอร์ 58

5.1.8 สรุปผลการทดลองการเปิดช่องล็อคเกอร์หลังจากเลือกช่อง
จากหน้าจอสัมผัส 58

5.1.9 การทดลองความถูกต้องของการติดดับของไฟแอลอีดี
เมื่อมีการยืมของหรือคืนของ 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.2 ปัญหาและอุปสรรค 59
5.3 ข้อเสนอแนะและวิธีการแก้ปัญหา 59

เอกสารอ้างอิง 60
ภาคผนวก ก โปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบยืมของอัจฉริยะ 62
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งานระบบยืมของอัจฉริยะ 98
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ (datasheet) 110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 1 3

1.2 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 2 3

4.1 ผลการทดลองสแกนบัตรอาร์เอฟไอดี 42

4.2 ผลการทดลองตรวจเช็คอุปกรณ์ด้วยเอ็นเอฟซี 43

4.3 ผลการทดลองส่งแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์และตรวจสอบความถูกต้องของรายชื่อสมาชิกจากบัตรอาร์เอฟไอดีและชื่ออุปกรณ์จากแท็กเอ็นเอฟซี 45

4.4 ผลการทดลองระยะการอ่านข้อมูลของโมดูลอาร์เอฟไอดี 46

4.4 ผลการทดลองระยะการอ่านข้อมูลของโมดูลอาร์เอฟไอดี (ต่อ) 47

4.5 ผลการทดลองระยะเวลาสำรองไฟของแบตเตอรี่สำรอง 49

4.6 ผลการทดลองระยะเวลาการแจ้งเตือนแอพพลิเคชันไลน์หลังจากสแกนแท็กเอ็นเอฟซี 50

4.7 ผลการทดลองการบันทึกภาพของอีเอสพี 32 แคมเมื่อเปิดและปิดช่องล็อคเกอร์ 52

4.8 ผลการทดลองการเปิดช่องล็อกเกอร์หลังจากเลือกช่องจากหน้าจอสัมผัส 53

4.9 ผลการทดลองความถูกต้องของการติดดับของไฟแอลอีดีเมื่อมีการยืมของหรือคืนของ 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 รูปของไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะ (Arduino Mega2560) 5

2.2 รูปของขาไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะ 7

2.3 บอร์ดประมวลผลโหนดเอ็มซียูอีเอสพี 8266 (Node MCU ESP8266) 8

2.4 พอร์ตการเชื่อมต่อของบอร์ด 9

2.5 ส่วนประกอบของรีเลย์ 9

2.6 กลอนแม่เหล็กไฟฟ้า 10

2.7 ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) 11

2.8 บอร์ดบันทึกภาพอีเอสพี 32 แคม (ESP32-CAM) 11

2.9 หน้าจอทัชสกรีน (Monitor Touch Screen) 13

2.10 การ์ดอาร์เอฟไอดี (RFID Card) 14

2.11 ตัวอ่านการ์ดอาร์เอฟไอดี (RFID Reader) 14

2.12 ไพลอตแลมป์ (Pilot Lamp) 15

2.13 การทำงานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซับพลาย 16

2.14 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply) 17

2.15 แท็กเอ็นเอฟซี (NFC Tag) 18

2.16 ล็อกเกอร์ฝากของอัจฉริยะ 20

3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบยืมของอัจฉริยะ 21

3.2 ไดอะแกรมการใช้งานระบบยืมของอัจฉริยะ 22

3.3 โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบอาร์เอฟไอดี 24

3.4 โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบปลดล็อคช่องเก็บของจากหน้าจอสัมผัส 25

3.5 โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบบันทึกภาพจากบอร์ดอีเอสพี 32 แคม 26

3.6 วงจรรวมระบบยืมของอัจฉริยะ 27

3.7 วงจรรวมระบบอาร์เอฟไอดี 28

3.8 วงจรเปลี่ยนระดับแรงดันโดยใช้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์ควบคุม 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.9 ตู้ล็อคเกอร์ 32
3.10 ชุดควบคุมระบบยืมของอัจฉริยะ 33
3.11 หน้าเว็บดาต้าสตูดิโอ (Data Studio) 34
3.12 หน้าเริ่มต้นโปรแกรม Nextion Editor 35
3.13 เลือกรุ่นหน้าจอสัมผัส 36
3.14 เลือกรูปแบบการวางหน้าจอ 37
3.15 การออกแบบและเพิ่มรูปภาพ 38
3.16 การเพิ่มหน้าจอที่ใช้งาน 38
3.17 การเพิ่มคำสั่ง Button เลือกยืมหรือคืนของ 39
3.18 การเพิ่มคำสั่ง Button เลือกหมายเลขช่องเก็บของ 40
3.19 การส่งเลขฐานสิบหกไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 40
4.1 การทดลองสแกนบัตรอาร์เอฟไอดี 42
4.2 การทดลองตรวจเช็คอุปกรณ์ด้วยเอ็นเอฟซี 44
4.3 การทดลองส่งแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์ 46
4.4 ระยะการอ่านข้อมูลของโมดูลอาร์เอฟไอดี 48
4.5 การใช้งานระบบยืมของอัจฉริยะขณะไฟดับ 49
4.6 การแจ้งเตือนบนแอพพลิเคชันไลน์ 51
4.7 ภาพจากอีเอสพี 32 แคม 52
4.8 การเปิดช่องล็อกเกอร์หลังจากเลือกช่องจากหน้าจอสัมผัส 54
4.9 สถานะของไฟแอลอีดีขณะยืมของหรือคืนของ 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึง ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน สมมุติฐานของการศึกษา ขอบเขตของการศึกษา ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันมีโรงงานอุตสาหกรรมเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก และในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะมีห้องปฏิบัติงานที่มีตู้เก็บของในการเก็บอุปกรณ์ของแต่ละแผนกงานอย่างเช่น แผนกไฟฟ้ามีตู้เก็บมัลติมิเตอร์ (Multimeter) ออสซิโลสโคป (Oscilloscope) หม้อแปลง แผนกเครื่องกล อย่างเช่น สว่านไฟฟ้า รีเวท (Rivet) เวอร์เนีย (Vernier) เป็นต้น ซึ่งมักจะมีปัญหาการหยิบยืมอุปกรณ์แล้วไม่ทราบว่าใครเป็นคนยืมไป อุปกรณ์สูญหายอุปกรณ์เสียหายไม่ทราบผู้กระทำ ระบบยืมอุปกรณ์จะสามารถติดตามผู้ที่ยืมอุปกรณ์ไปได้ และหากอุปกรณ์เสียหายที่ผู้ใช้คนใดคนหนึ่งก็จะหาคนรับผิดชอบได้ โดยมีการเก็บข้อมูลผู้ใช้ไว้บนฐานข้อมูลกูเกิลชีต (Google Sheets) และแสดงประวัติผู้ยืมอุปกรณ์บนเว็บดาต้าสตูดิโอ (Data Studio)

ในส่วนของตัวโครงงานเป็นระบบยืมอุปกรณ์จากตู้เก็บของโดยสามารถทราบว่าใครเป็นคนหยิบไป โดยการเก็บข้อมูลจากการสแกนบัตรอาร์เอฟไอดี (RFID) และส่งข้อมูลผู้ยืมไปยังฐานข้อมูลกูเกิลชีต และแจ้งเตือนไปยังกลุ่มแอพพลิเคชันไลน์ (Application Line) มีการบันทึกภาพเมื่อมีการเปิดใช้งานตู้ยืมของ มีไฟแสดงสถานะของในตู้ว่าอุปกรณ์อยู่หรือไม่ มีหน้าจอสัมผัสที่งานต่อการใช้งาน

1.2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน

1) เพื่อศึกษาและออกแบบระบบยืมของอัจฉริยะ

2) เพื่อศึกษาและออกแบบการทำงานของระบบอาร์เอฟไอดี

3) เพื่อศึกษาและออกแบบการส่งข้อมูลจากโหนดเอ็มซียู (Node MCU) ไปยังฐานข้อมูลกูเกิลชีตและส่งแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์

4) เพื่อศึกษาการทำงานของบอร์ดบันทึกภาพอีเอสพี 32 แคม (ESP32-CAM)

5) เพื่อศึกษาการทำงานระหว่างบอร์ดอาดุยโน่เมกะ 2560 (Arduino Mega 2560) กับหน้าจอสัมผัส (Monitor touch screen)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

การเก็บข้อมูลการนำอุปกรณ์ออกจากตู้เก็บของด้วยระบบอาร์เอฟไอดี นั้นช่วยให้สามารถติดตามบุคคลที่ยืมอุปกรณ์ไปได้และสามารถเก็บข้อมูลผู้ใช้งานไว้เป็นฐานข้อมูลบนกูเกิลชีตได้ และยังสามารถบันทึกภาพผู้ใช้งานได้อีกด้วย ดังนั้นการใช้ระบบอาร์เอฟไอดี และบันทึกภาพผู้ใช้งานด้วย อีเอสพี 32 แคม จะสามารถเก็บข้อมูลผู้ใช้และติดตามสถานะการยืมของได้

1.4 ขอบเขตของโครงงานและคุณลักษณะเฉพาะ

1) ตู้มีขนาดความสูงไม่น้อยกว่า 130 เซนติเมตร ความยาวไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร ความกว้างไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร จำนวนช่อง 9 ช่อง

2) ตู้เก็บของสามารถสแกนอุปกรณ์ที่อยู่ภายในได้ด้วยเอ็นเอฟซี (NFC)

3) สามารถแสกนอาร์เอฟไอดี เพื่อยืนยันตัวตนผู้ยืมของได้

4) สามารถเลือกช่องที่จะปลดล็อคได้

5) สามารถแจ้งเตือนแก่สมาชิกที่ยืมอุปกรณ์ผ่านกลุ่มไลน์ “Intelligent loan system”

6) มีไฟแอลอีดี (LED) แสดงสถานะอุปกรณ์ในตู้เก็บของ

7) สามารถแสดงเวลาและประวัติของผู้ที่ยืมอุปกรณ์ผ่านเว็บดาต้าสตูดิโอ

8) สามารถบันทึกภาพเมื่อมีการเปิด-ปิดช่องเก็บของ

9) สร้างหน้าต่างยูสเซอร์อินเตอร์เฟซ (User Interface) สำหรับสื่อสารกับผู้ใช้เพื่อเลือกช่องยืมของ คืนของ ผ่านหน้าจอทัชสกรีน (Monitor touch screen)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถออกแบบระบบยืมของอัจฉริยะได้

2) ได้เรียนรู้การทำงานของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

3) ระบบยืมของอัจฉริยะสามารถเก็บข้อมูลบนฐานข้อมูลกูเกิลชีตได้

4) สามารถแจ้งเตือนผู้ยืมของไปยังแอพพลิเคชันไลน์ได้

5) สามารถบันทึกเวลาที่ยืม ประวัติการยืมและบุคคลที่ยืมของได้

6) สามารถแก้ปัญหาการยืมของแล้วหายได้

1.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 2 ช่วงใหญ่ๆ คือแผนการดำเนินงานในภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 ซึ่งได้แจกแจงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 1.1 และ ตารางที่ 1.2 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 1

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน			
	กันยายน	ตุลาคม	พฤษจิกายน	ธันวาคม
1. คิดหัวข้อโครงงานนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา	←	→		
2. ศึกษาค้นคว้าการใช้งาน RFID Module	←	—	→	
3. ศึกษาค้นคว้าการส่งข้อมูลผ่านแอปพลิเคชันไลน์		←	→	
4. ทดลองใช้งานวงจรรีเลย์		←	—	→
5. ทดลองการแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเค-ชันไลน์				← →

ตารางที่ 1.2 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 2

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน				
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม
1. ศึกษาค้นคว้าการใช้งานจอทัชสกรีน	← →				
2. สร้างหน้าต่าง User Interface สำหรับสื่อสารกับผู้ใช้งาน	←	—	→		
3. สร้างหน้าแสดงเวลาและประวัติของผู้ที่หยิบอุปกรณ์ผ่านดาต้าสตูดิโอ		← →			
4. สร้างการแจ้งเตือนสมาชิกที่ยืมอุปกรณ์ผ่านกลุ่มไลน์			←	—	→
5. ศึกษาค้นคว้าและทดลองใช้งานอีเอสพี 32 แคม				←	— →

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 โครงสร้างปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเกี่ยวกับเรื่องระบบยืมของอัจฉริยะ โดยแบ่งออกเป็น 5 ส่วนหลักๆ คือ บทที่ 1-5 ซึ่งแต่ละส่วนจะอธิบายเนื้อหา ที่เกี่ยวข้องไว้อย่างครบถ้วน ในแต่ละบทมีหัวข้อดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ ในบทนี้จะกล่าวถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา จุดมุ่งหมายและ วัตถุประสงค์ของการศึกษา สมมุติฐานของการศึกษา ขอบเขตของการศึกษา ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน รวมถึงโครงสร้างปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ในบทนี้จะกล่าวถึงการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบยืมของอัจฉริยะ และอุปกรณ์ ได้แก่ บอร์ดประมวลผลโหนดเอ็มซียูอีเอสพี 8266 การ์ดอาร์เอฟไอดีและตัวอ่านอาร์เอฟไอดี (RFID Reader) กลอนแม่เหล็กไฟฟ้า ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply) ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะ 2560 หน้าจอสัมผัส รีเลย์ (Relay) บอร์ดบันทึกภาพอีเอสพี 32 แคม เป็นต้น

บทที่ 3 การออกแบบ ในบทนี้กล่าวถึงการออกแบบระบบการทำงานของระบบยืมของอัจฉริยะ โดยมีบล็อกไดอะแกรมการทำงาน โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบ การออกแบบวงจร และการออกแบบโครงสร้างของระบบยืมของอัจฉริยะ

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง ในบทนี้กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองยืมของอัจฉริยะ ซึ่งมีหัวข้อการทดลองประกอบไปด้วย การทดลองสแกนบัตรอาร์เอฟไอดี การทดลองตรวจเช็คอุปกรณ์ด้วยแท็กเอ็นเอฟซี การทดลองส่งแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์ การทดลองวัดระยะการอ่านข้อมูลของโมดูลอาร์เอฟไอดี การทดลองระยะเวลาสำรองไฟของแบตเตอรี่สำรอง การทดลองระยะเวลาการแจ้งเตือนแอพพลิเคชันไลน์หลังจากสแกนแท็กเอ็นเอฟซี การทดลองการบันทึกภาพของอีเอสพี 32 แคม เมื่อเปิดและปิดช่องล็อคเกอร์ การทดลองการเปิดช่องล็อกเกอร์หลังจากเลือกช่องจากหน้าจอสัมผัส การทดลองความถูกต้องของรายชื่อสมาชิกจากบัตรอาร์เอฟไอดีและชื่ออุปกรณ์จากแท็กเอ็นเอฟซี และการทดลองความถูกต้องของการติดดับของไฟแอลอีดีเมื่อมีการยืมของหรือคืนของ

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ ในบทนี้จะกล่าวถึงสรุปผลการทดลอง ปัญหาและอุปสรรค ในการทำงาน ข้อเสนอแนะและวิธีการแก้ไขปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบยืมของอัจฉริยะด้วยการประมวลผลอุปกรณ์ ได้แก่ บอร์ดประมวลผลโหนดเอ็มซียูอีเอสพี 8266 (Node MCU ESP 8266), ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะ 2560 (Arduino MEGA 2560), บอร์ดวงจรรีเลย์ (Relay Circuit), บอร์ดบันทึกภาพอีเอสพี 32 แคม (ESP32-CAM), หน้าจอสัมผัส (Monitor Touch Screen), กลอนไฟฟ้า ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch), การ์ดอาร์เอฟไอดีและตัวอ่านการ์ดอาร์เอฟไอดี (RFID CARD and RFID Reader), ไพลอตแลมป์ (Pilot Lamp), สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply) รวมไปถึงความรู้และทฤษฎีอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นต้น

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะ (Arduino MEGA2560)

บอร์ดประมวลผลอาดุยโน่เมกะ 2560 [1] เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ชิปเอทีเมกะ 2560 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก แสดงดังรูปที่ 2.1 สามารถนำไปพัฒนาโปรเจ็กต์ (Project) ได้หลากหลาย เรียนรู้ง่ายสามารถเขียนโปรแกรมบนอาดุยโน่ไอดีอี (Arduino IDE) และโปรแกรมผ่านยูเอสบี (USB) มีดิจิตอลอินพุต/เอาต์พุต 54 ขา สามารถใช้เป็นเอาต์พุต PWM ได้ 15 ขา มี อนาล็อกอินพุต 16 ขา มี UARTs (Hardware serial ports) 4 ขา ทำงานที่ความถี่ 16 เมกกะเฮิรตซ์ สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วยสายเคเบิลยูเอสบี หรือใช้ adaptor AC-to-DC เพื่อเริ่มต้นใช้งาน และมีปุ่มรีเซ็ต

รูปที่ 2.1 รูปของไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะ 2560
(**ที่มา** : https://www.ai-corporation.net/2021/11/25/arduino-mega2560/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะเมกะ 2560

บอร์ดอาดุยโน่เมกะสามารถรับพลังงานจากพอร์ตยูเอสบี (USB port) หรือจากแหล่งจากไฟ 12 โวลต์ โดยที่แหล่งจ่ายไฟจะถูกเลือกอัตโนมัติแหล่งจ่ายไฟภายนอกสามารถใช้อะแดปเตอร์ (Adapter) หรือจากแบตเตอรี่โดยเลือกช่องที่ต้องการ ทั้งพอร์ตยูเอสบี พอร์ต 12 โวลต์ และขากราวด์ (GND) ของบอร์ด บอร์ดอาดุยโน่เมกะสามารถทำงานได้ในช่วงแรงดัน 6-20 โวลต์ หากแหล่งจ่ายมีค่าต่ำกว่า 7 โวลต์ อาจทำให้ช่องพิน 5 โวลต์ มีแรงดันต่ำกว่า 5 โวลต์ หรือจ่ายไฟได้ไม่เสถียร และหากมีแรงดันสูงกว่า 20 โวลต์ อาจทำให้บอร์ดเสียหายได้ แรงดันช่วงที่เหมาะสมจึงเป็นช่วง 7-12 โวลต์ ขาต่อใช้งานดังรูปที่ 2.2

คุณสมบัติของบอร์ดอาดุยโน่เมกะ 2560

1) ไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega2560

2) แรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์

3) แรงดันไฟฟ้าอินพุตที่แจ็ค 7 ถึง 12 โวลต์

4) ขาอินพุต/เอาต์พุตแบบดิจิตอล 54 พิน

5) ขาอินพุต/เอาต์พุตแบบอนาล็อก 16 พิน

6) กระแสตรงขาอินพุต/เอาต์พุต 20 มิลลิแอมป์

7) กระแสตรงสำหรับพิน 3.3 โวลต์ 50 มิลลิแอมป์

8) หน่วยความจำแฟลช 256 กิโลไบต์

9) ความเร็วสัญญาณนาฬิกา 16 เมกกะเฮิรตซ์

ขาต่อใช้งานทั่วไป

1) ขา VIN เป็นขาจ่ายแรงดันขาเข้าของบอร์ด โดยใช้แหล่งจ่ายจากภายนอก

2) ขา 5 โวลต์ เป็นขาที่จ่ายแรงดัน 5 โวลต์ โดยควบคุมจากบอร์ด

3) ขา 3V3 เป็นแรงดันที่สร้างขึ้นจากเรคกูเลเตอร์บนบอร์ด

4) ขา GND เป็นขากราวด์

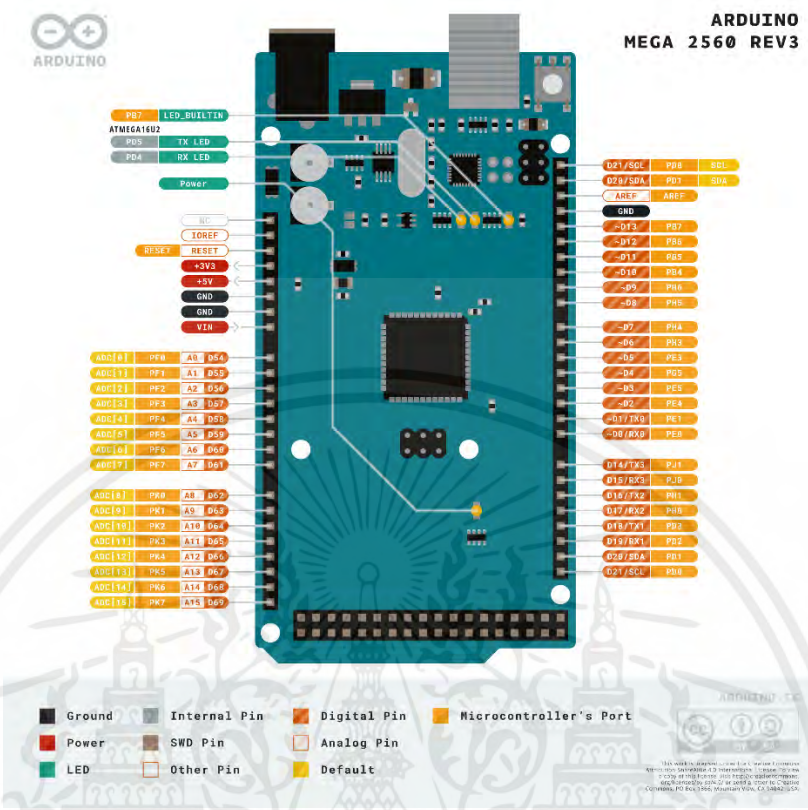
5) ขา External Interrupts 2, 3, 18, 19, 20, 21 ขาเหล่านี้สามารถกำหนดค่าที่เรียกอินเทอรัป ในค่าต่ำๆ ขอบขาขึ้นและลง หรือเปลี่ยนแปลงค่าได้

6) ขา PWM 2 ถึง 13 และ 44 ถึง 46 ให้ PWM เอาต์พุต 8 บิต

7) ขาพอร์ต SPI ขา 50 (MISO), ขา 51 (MOSI), ขา 52 (SCK), ขา 53 (SS) ใช้สำหรับรองรับการสื่อสารแบบเอสพีไอ โดยที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับ ICSP header

8) ขา TWI 20 (SDA) and 21 (SCL) รองรับการเชื่อมต่อแบบ TWI (I2C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 รูปของขาไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะ 2560

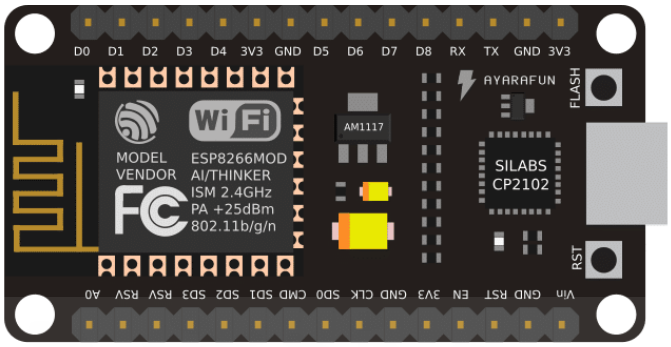
(**ที่มา** : https://docs.arduino.cc/hardware/mega-2560)

2.2 บอร์ดประมวลผลโหนดเอ็มซียูอีเอสพี 8266 (Node MCU ESP8266)

บอร์ดประมวลผลโหนดเอ็มซียูอีเอสพี 8266 [2] เป็นชื่อเรียกชิฟของโมดูลอีเอสพี 8266 ใช้สำหรับการติดต่อสื่อสารบนมาตรฐานไวไฟ สามารถทำงานได้ที่แรงดัน 3.0-3.6 โวลต์ ใช้กระแสโดยเฉลี่ย 80 มิลลิแอมป์ ใช้กระส 10 ไมโครแอมป์ เมื่ออยู่ในโหมดดีฟสลีป (Deep Sleep) กลับมาส่งข้อมูลใช้เวลาน้อยกว่า 2 มิลลิวินาที สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ -40 ถึง 125 องศาเซลเซียส

มีการนำชิฟอีเอสพี 8266 (ESP8266) มาผลิตเป็นโมดูลหลายรุ่นซึ่งจะขึ้นต้นด้วย ESP866 แล้วตามด้วยรุ่น เช่น ESP-01, ESP-03, ESP-07, ESP-12E ESP8266 ติดต่อกับไวไฟแบบซีเรียล สามารถเขียนโปรแกรมลงไปในชิฟ โดยใช้อาดุยโน่ ไอดีอีได้ จึงทำให้สามารถเขียนโปรแกรมคำสั่งได้ง่าย บอร์ดประมวลผลโหนดเอ็มซียูอีเอสพี 8266 มีลักษณะดังรูป 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 บอร์ดประมวลผลโหนดเอ็มซียูอีเอสพี 8266

(**ที่มา** : https://www.allnewstep.com/article/30/nodemcu-esp8266)

2.2.1 องค์ประกอบของบอร์ดประมวลผลโหนดเอ็มซียูอีเอสพี 8266

บอร์ดประมวลผลโหนดเอ็มซียูอีเอสพี 8266 เชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ผ่านพอร์ตเชื่อมต่อจีพีไอโอ (GPIO), เอสพีไอ (SPI), พีดับเบิลยูเอ็ม (PWM), ไอสแควซี (I2C) และอื่นๆ พอร์ตเหล่านี้ใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งรวมทั้งมีพอร์ตที่สามารถจ่ายไฟเลี้ยงให้อุปกรณ์ต่างๆ โหนดเอ็มซียูอีเอสพี 8266 มีตัวสื่อสารกับพอร์ตยูเอสบีของคอมพิวเตอร์ เป็นชิป UART CP2102 จาก Silicon Labs ซึ่งแปลงสัญญาณยูเอสบี เป็นแบบอนุกรม เพื่อช่วยให้คอมพิวเตอร์ของสามารถอัพโหลดโปรแกรมและสื่อสารกับชิป ESP8266 ได้ ขาของโหนดเอ็มซียูอีเอสพี 8266 แสดงดังรูปที่ 2.4

ขาของโหนดเอ็มซียูอีเอสพี 8266

1) ขา VCC ขาที่ใช้สำหรับจ่ายไฟเลี้ยงบอร์ด สามารถใช้แรงดันไฟได้ตั้งแต่ 3.3-3.6 โวลต์

2) ขา GND ต่อกับไฟ 0 โวลต์

3) ขา Reset จะเป็นขาที่ใช้รีเซ็ตการทำงานของบอร์ด

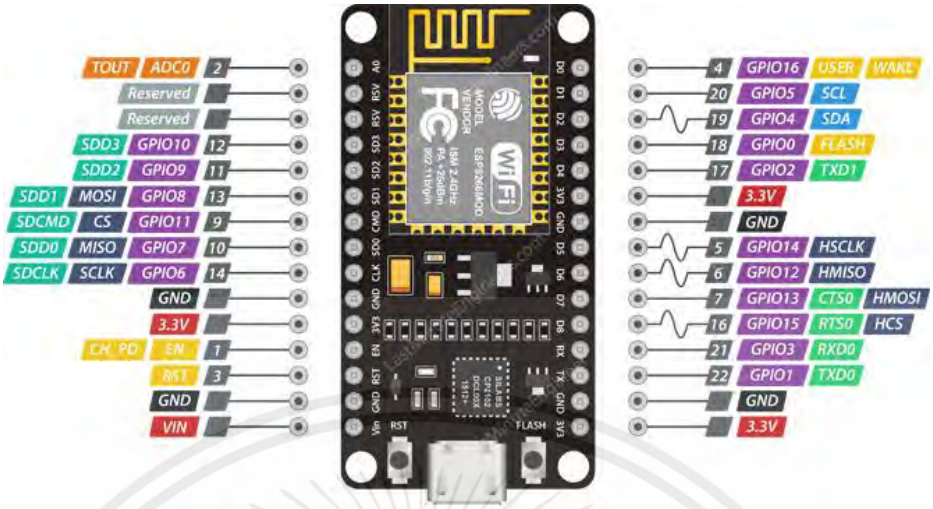
4) ขา GPIO เป็นขาดิจิตอลอินพุต/เอาต์พุตสามารถทำงานได้ที่แรงดันไฟฟ้า 3.3 โวลต์

5) ขา GPIO15 เป็นขาที่ต้องต่อลงกราวเท่านั้นเพื่อให้โมดูลทำงานได้

6) ขา GPIO0 เป็นขาสำหรับเลือกโหมดการทำงานระหว่างแฟลชโหมดกับโหมดปกติ

7) ขา ADC เป็นขาอนาล็อคอินพุต รับแรงดันได้สูงสุด 1 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 พอร์ตการเชื่อมต่อของบอร์ดอีเอสพี 8266

(**ที่มา** : https://www.analogread.com/article/90/)

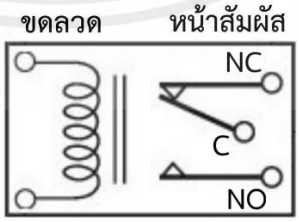
2.3 รีเลย์ (Relay)

รีเลย์ [3] เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ดึงดูดผิวสัมผัสคอนแทคให้เปลี่ยนสถานะ โดนการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อควบคุมการเปิดปิดของหน้าสัมผัส ใช้ควบคุมวงจรต่างๆ

หน้าที่ของรีเลย์ เนื่องจากรีเลย์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ตรวจสอบการใช้กำลังไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลาหากอุปกรณ์ไหนมีการทำงานผิดปกติจะตัดการทำงานในทันที รีเลย์ประกอบด้วย 2 ส่วน

1) หน้าสัมผัส (contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ที่ต้องการ

2) ขดลวด (coil) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ สร้างสนามแม่เหล็กให้แกนโลหะเพื่อให้หน้าสัมผัสสัมผัสต่อกัน (ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นอยู่กับชนิดและรุ่นตามที่ผู้ผลิตกำหนด) ส่วนประกอบแสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบของรีเลย์

(**ที่มา :** https://www.iamall.co.th/content/4402/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดต่อใช้งานมาตรฐาน ของรีเลย์ มี 2 ประเภท ดังนี้

1) จุดต่อแบบ NO (Normally Open) หรือ ปกติเปิด หมายความว่าหากไม่มีการจ่ายไฟฟ้าให้กับขดลวดเหนี่ยวนำ หน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปจะนำไปใช้งานกับวงจรที่ต้องการควบคุมการทำงานเปิด-ปิดเอง

2) จุดต่อแบบ NC (Normally Close) หรือ ปกติปิด หมายความว่าหากยังไม่มีการจ่ายไฟให้กับขดลวดเหนี่ยวนำ หน้าสัมผัสของรีเลย์จะติดกัน โดยทั่วไปจะใช้งานกับวงจรที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลา

2.4 กลอนแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Lock)

กลอนแม่เหล็กไฟฟ้า [4] เป็นกลอนที่นิยมใช้งานลิ้นชัก ตู้ หน้าต่าง และกล่องความปลอดภัย มีวิธีการต่อใช้งานได้ง่าย มีขนาดเล็ก แสดงดังรูปที่ 2.6 เชื่อมต่อกับแหล่งไฟ 12 โวลต์ จะทำงานเมื่อมีการจ่ายไฟให้ขดลวดแม่เหล็กที่อยู่ด้านในจะดึงสลักเข้าด้านในเพื่อปลดล็อคประตู และเมื่อมีการตัดไฟจะไม่มีแรงดึงสลักจึงทำให้เด้งกลับคืนมาเพื่อขวางประตูทำให้เกิดการล็อก

รูปที่ 2.6 กลอนแม่เหล็กไฟฟ้า

(**ที่มา** : https://www.arduitronics.com/product/1730/)

2.5 ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch)

ลิมิตสวิตช์ [5] เป็นอุปกรณ์เปิด/ปิดวงจรไฟฟ้าที่ใช้สำหรับจำกัดระยะทางและตัดหรือต่อวงจร ลิมิตสวิตช์ทำงานได้โดยอาศัยแรงกดภายนอกมากระทำ แสดงดังรูปที่ 2.7 โดยปกติแบ่งออกเป็น ปกติเปิด (NO) และปกติปิด (NC) โดยปกติในตำแหน่งปกติเปิดหน้าสัมผัสจะไม่ต่อถึงกัน ทำให้กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลถึงกันได้ จนเมื่อมีแรงดันภายนอกมากระทำให้จากปกติเปิด (NO) เป็นปกติปิด (NC) ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปได้ และเมื่อไม่มีแรงดันภายนอกมากระทำจะทำให้กลับสู่สภาพเดิมปกติปิด (NC) เป็นปกติเปิด (NO) ทำให้ตัดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.7 ลิมิตสวิตช์

(**ที่มา :** https://commandronestore.com/products/bg500.php)

2.6 บอร์ดบันทึกภาพอีเอสพี 32 แคม (ESP32-CAM)

บอร์ดบันทึกภาพอีเอสพี 32 แคม [6] คือบอร์ดที่มีโมดูลกล้องขนาดเล็ก แสดงดังรูปที่ 2.8 เป็นบอร์ดที่เหมาะกับการใช้กับอุปกรณ์ไอโอที โดยมีไวไฟ และบลูทูธ (Bluetooth) แบบใช้พลังงานต่ำ รองรับการบันทึกภาพผ่านเอสดีการ์ด ใช้แรงดันไฟฟ้าที่ 4.75 - 5.25 โวลต์ มีความจุแรมภายใน 520 กิโลไบต์ 8 เมกกะไบต์ PSRAM ภายในประกอบด้วย LX6CPU 32 บิต 2 ตัว สามารถปรับความถี่ที่ใช้ได้ตั้งแต่ 80 ถึง 240 เมกกะเฮิรตซ์ ทำให้สามารถเขียนคำสั่งข้อมูลได้

รูปที่ 2.8 บอร์ดบันทึกภาพอีเอสพี 32 แคม

(**ที่มา** : https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/
DFRobot%20PDFs/DFR0602_Web.pdf)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 หน้าจอสัมผัส (Monitor touch screen)

หน้าจอสัมผัส [7] ขนาด 5.0 นิ้ว ความละเอียด 800x480 พิกเซล เป็นจอสัมผัสชนิด Resistive สว่างหน้าจอ 250 นิต ในตระกูล Nextion แสดงดังรูปที่ 2.9 มีหน่วยความจำในตัว 32 เมกกะไบต์ EEPROM 1 กิโลไบต์ แรม 8 กิโลไบต์ สามารถแสดงสีได้ 65536 สี มีพอร์ตรับส่งข้อมูล สามารถสื่อสารและสั่งการได้โดยใช้อาดุยโน่เมกะ มีซอฟต์แวร์ Nextion Editor สำหรับสร้างยูสเซอร์อินเตอร์เฟซ (User Interface) ผู้ใช้สามารถสร้างและออกแบบอินเตอร์เฟซของตัวเองได้ สามารถทำงานที่แรงดันไฟ 5 โวลต์ 0.5 แอมป์ โดยสามารถต่อไฟเลี้ยงผ่านพอร์ตไมโครยูเอสบี (Micro USB) หรือขา VCC ได้

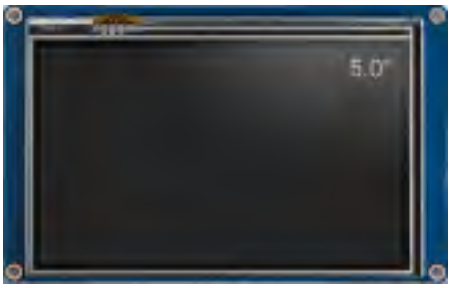
ส่วนประกอบหลักของหน้าจอ

1) ตัวต้านทาน ระบบตัวต้านทานประกอบด้วย ช่องกระจกเคลือบด้วยตัวนำและตัวต้านทานโดยทั้งสองชั้นนี้ไม่ได้อยู่ติดกัน โดยมีตัวกั้นและชั้นตัวต้านทานที่ปรับค่าได้อยู่บนสุด ในขณะที่หน้าจอกำลังทำงานจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านทั้งสองชั้น เมื่อผู้ใช้สัมผัสหน้าจอ ทำให้ชั้นทั้งสองชั้นสัมผัสกันตรงตำแหน่งที่เกิดการสัมผัส เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน และถูกบันทึกไว้และคำนวณหาตำแหน่งโดยทันที เมื่อรู้ว่าสัมผัสตรงส่วนใดแล้ว จะมีไดรเวอร์พิเศษที่ทำหน้าที่แปลการสัมผัสไปเป็นสัญญาณหรือรหัสส่งไปให้ระบบปฏิบัติการ

2) ตัวเก็บประจุ ระบบตัวเก็บประจุ จะเป็นชั้นที่ไว้สำหรับเก็บประจุไฟฟ้าซึ่งจะวางอยู่บนช่องกระจกของหน้าจอ เมื่อผู้ใช้สัมผัสหน้าจอ ประจุไฟฟ้าบางส่วนจะถูกส่งไปยังตัวผู้ใช้ทำให้ประจุไฟฟ้าที่มีอยู่ในตัวเก็บประจุลดลง การลดลงนี้จะเป็นตัวบอกตำแหน่งของการสัมผัสซึ่งจะมีวงจรที่คอยตรวจสอบอยู่ที่มุมของหน้าจอทั้งสี่มุม ต่อจากนั้นคอมพิวเตอร์จะคำนวณ จากผลต่างของประจุไฟฟ้าในแต่ละมุม จนได้ตำแหน่งตรงที่ผู้ใช้สัมผัสแล้วจึงส่งไปให้ไดรเวอร์

3) คลื่นสัญญาณที่ผิวหน้าจอ ระบบคลื่นสัญญาณที่ผิวหน้าจอจะมีตัวรับ และส่งสัญญาณอยู่ตลอดแนวตั้งและแนวนอน ของแผ่นกระจกของหน้าจอ และตัวตัวสะท้อน ซึ่งจะทำหน้าที่ ส่งสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ที่มาจากตัวส่งสัญญาณไปยังตัวอื่น ตัวรับสัญญาณจะเป็นตัวบอกถ้าคลื่นถูกรบกวนโดยการสัมผัสของผู้ใช้ และจะสามารถระบุตำแหน่งที่สัมผัสได้ การใช้ระบบคลื่นทำให้หน้าจอสามารถแสดงภาพได้อย่างชัดเจนมากกว่าทั้งสองระบบข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 หน้าจอทัชสกรีน

(**ที่มา** : https://nextion.tech/basic-series-introduction/)

2.8 การ์ดอาร์เอฟไอดีและตัวอ่านอาร์เอฟไอดี (RFID card and RFID reader)

อาร์เอฟไอดี [8] ย่อมาจากคำว่า Radio Frequency Identification คือการส่งข้อมูลโดยใช้คลื่นวิทยุ มีลักษณะเป็นป้ายอิเล็กทรอนิกส์ สามารถอ่านค่าเพื่อตรวจสอบข้อมูลภายในที่ผู้บันทึกได้ใส่ค่าลงไปไม่ว่าจะเป็น ชื่อพนักงาน รหัสประจำตัวพนักงาน ตำแหน่งพนักงาน วันหมดอายุ วันผลิต วันนำเข้าสินค้าและข้อมูลอื่นๆ ทำงานร่วมกับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีเพื่อสื่อสารกับป้ายด้วยคลื่นวิทยุในการอ่านและเขียน

ส่วนประกอบของอาร์เอฟไอดี

1) ป้าย ประกอบด้วย เสาอากาศ และตัวไมโครชิป เสาอากาศจะทำหน้าที่รับส่งสัญญาณคลื่นวิทยุระหว่าง ป้ายกับเครื่องอ่าน

2) เครื่องอ่านป้าย มีหน้าที่ในการเชื่อมต่อกับป้าย เพื่อทำการอ่านหรือเขียนข้อมูลลงในป้ายโดยใช้สัญญาณวิทยุ

3) ระบบประมวลผล ทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้มาจากป้ายหรือจะสร้างข้อมูลเพื่อส่งไปยังป้ายและยังเป็นที่เก็บระบบฐาน

2.8.1 การ์ดอาร์เอฟไอดี (RFID card)

การ์ดอาร์เอฟไอดี คือการ์ดที่เก็บข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้คำนวณและเก็บรักษาข้อมูล แสดงดังรูปที่ 2.10 โดยจะเป็นการส่งคลื่นแม่เหล็กแทนการสัมผัสทางกายภาพ ใช้คลื่นวิทยุเป็นคลื่นพาหะ ภายในจะประกอบด้วย 2 ส่วนคือส่วนเก็บข้อมูล และส่วนเสาอากาศ การ์ดอาร์เอฟไอดีนี้สามารถเก็บข้อมูลไว้ได้โดยไม่ต้องใช้พลังงาน เมื่อมีการส่งคลื่นวิทยุเข้ามาที่ตัวการ์ด การ์ดจะส่งสัญญาณกลับไป การเลือกซื้อการ์ดนี้ต้องเลือกความถี่ที่เหมือนกันกับตัวอ่านด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.10 การ์ดอาร์เอฟไอดี

(**ที่มา** : https://www.allnewstep.com/article/238/38-arduino-rfid)

2.8.2 ตัวอ่านการ์ดอาร์เอฟไอดี (RFID Reader)

ตัวอ่านการ์ดอาร์เอฟไอดี คือเครื่องที่ใช้อ่านข้อมูลหรือเขียนข้อมูลลงการ์ดอาร์เอฟไอดี แสดงดังรูปที่ 2.11 เครื่องอ่านนี้จะต้องมีความถี่ที่ตรงกันกับตัวการ์ดอาร์เอฟไอดี การ์ดนั้นต้องรองรับการอ่านข้อมูลและเขียนข้อมูล ตัวอ่านนี้สามารถใช้งานกับบอร์ดอาดุยโน่เมกะได้ ควรใช้แรงดันไฟไม่เกิน 3.3 โวลต์ หากเกินไปมากอาจทำให้บอร์ดเสียหายได้

รูปที่ 2.11 ตัวอ่านการ์ดอาร์เอฟไอดี

(**ที่มา** : https://www.allnewstep.com/article/238/38-arduino-rfid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ไพลอตแลมป์ (Pilot Lamp)

ไพลอตแลมป์ [9] คือหลอดไฟแสดงสถานะการทำงานของเครื่องจักรหรือหน้าตู้ควบคุม มีความสำคัญในการบอกสถานะสภาพการทำงานและบอกสถานการณ์ทำงาน เช่น กำลังทำงานอยู่, หยุดทำงาน, แจ้งเตือนในกรณีที่มีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถแสดงสถานะอื่นๆ ได้ตามสีของหลอดไฟ ตามที่ผู้ออกแบบกำหนด ไพลอตแลมป์สามารถทำงานได้ที่แรงดันไฟฟ้า 12/24 โวลต์เอซี/ดีซี และ 220-240 โวลต์เอซี ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าในตู้คอนโทรลที่ใช้งาน มีหลากหลายสีที่สามารถบอกได้ถึงสถานะการทำงาน มีวัสดุสองแบบคือ แบบพลาสติกและแบบโลหะ แสดงดังรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.12 ไพลอตแลมป์

(**ที่มา** : https://mall.factomart.com/type-of-pilot-lamp/)

สีของไพลอตแลมป์ใช้แสดงสถานการณ์ทำงานของเครื่องจักรหรือหน้าตู้ควบคุมที่นิยมใช้กันมีดังนี้

1) สีแดง เป็นสีที่มักจะใช้กับการแจ้งสถานะของเครื่องจักรเมื่อหยุดการทำงาน หรือไม่พร้อมสำหรับการใช้งาน

2) สีเหลือง เป็นการแจ้งสัญญาณเตือน ตัวอย่างเช่น แจ้งเตือนให้ผู้ปฏิบัติงานทำการตรวจเช็คเครื่องจักร เมื่อมีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น

3) สีเขียว เป็นการแจ้งสถานะว่าเครื่องจักรกำลังทำงานอยู่

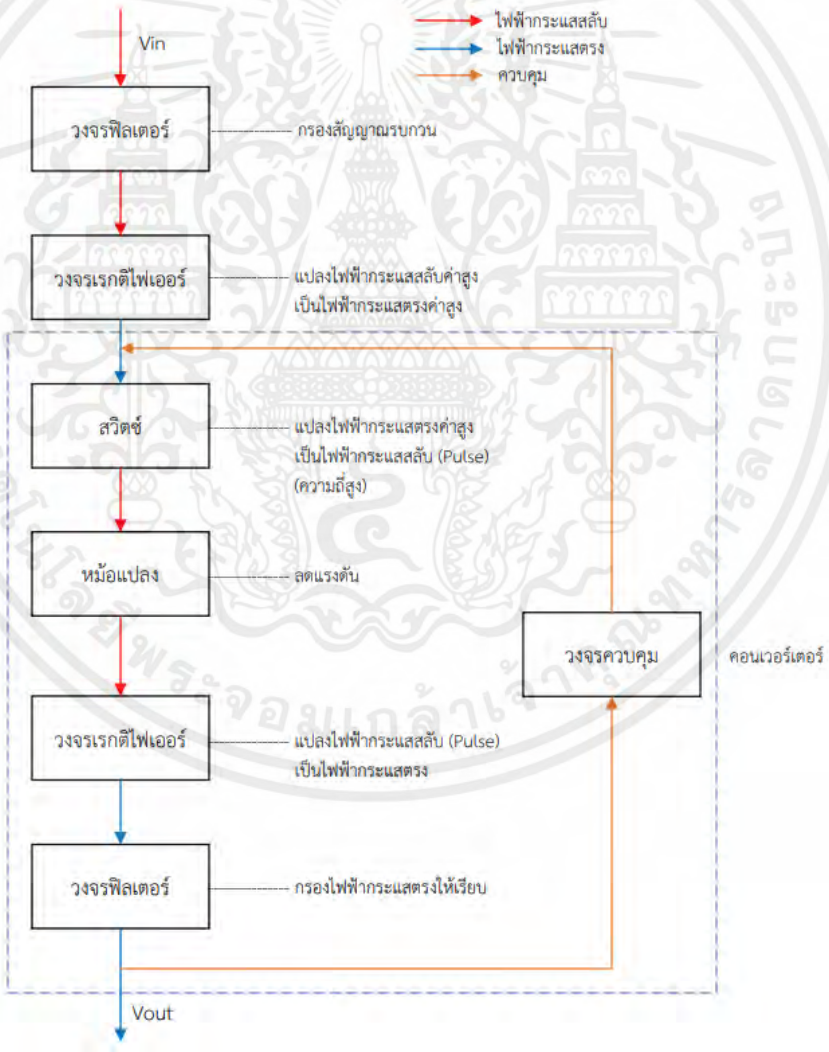
4) สีฟ้า เป็นสีที่นิยมนำไปใช้กับตู้ไฟฟ้า 3 เฟส บอกสถานะการทำงานของ T ตามมาตรฐาน VDE ของประเทศเยอรมัน

ทั้งนี้การเลือกใช้งานสีไฟของ pilot lamp ไม่ได้กำหนดเป็นมาตรฐานที่ชัดเจน ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบ สามารถที่จะเลือกใช้งานตามจุดประสงค์ที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply)

สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย [10] คืออุปกรณ์แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรง แสดงดังรูปที่ 2.14 โดยจะทำงานคล้ายกับหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าทั่วไป แต่มีประสิทธิภาพสูงกว่าและมีขนาดเล็กกว่า ภายในประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ 1) ฟิลเตอร์และเรคติไฟเออร์ (Filter & Rectifier) ซึ่งทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง 2) คอนเวอร์เตอร์ (Converter) ทำหน้าที่แปลงความถี่ไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูง และแปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันต่ำ 3) วงจรควบคุม (Control) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของคอนเวอร์เตอร์ เพื่อให้ได้แรงดันเอาต์พุตตามต้องการ แสดงดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 การทำงานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซับพลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคงค่าแรงดันจะทำโดยการป้อนค่าแรงดันที่เอาต์พุตกลับมายังวงจรควบคุม เพื่อควบคุมให้การนำกระแสมากขึ้นหรือน้อยลงตามการเปลี่ยนแปลงของแรงดันเอาต์พุตซึ่งจะมีผลทำให้แรงดันเอาต์พุตคงที่ได้

สวิตชิ่งเพาเวอร์ซับพลายมีข้อได้เปรียบตรงที่เมื่อเทียบกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าเชิงเส้น คือมีประสิทธิภาพสูง มีขนาดเล็กน้ำหนักเบา แต่มีข้อเสียตรงที่จะมีความเสถียรที่น้อยกว่า

รูปที่ 2.14 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

(**ที่มา** : https://www.thaiconverter.com/product/182/oem5v-10a-50w)

2.11 แท็กเอ็นเอฟซี (NFC Tag)

เอ็นเอฟซี [11] ย่อมาจาก Near Field Communication เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายผ่านคลื่นวิทยุ แสดงดังรูปที่ 2.15 รับส่งข้อมูลที่ความถี่ 13.56 เมกกะเฮิรตซ์ ใช้ส่งข้อมูลได้ในระยะไม่เกิน 10 เซนติเมตร มีความเร็วในการรับส่งข้อมูลได้สูงสุด 424 กิโลบิตต่อวินาที สามารถจับคู่อุปกรณ์ได้อย่างรวดเร็วและใช้พลังงานต่ำ จากข้อดีดังกล่าว เอ็นเอฟซี จึงถูกนำมาใช้ในการรับส่งข้อมูลปริมาณน้อยในระยะเวลาสั้นๆ

2.11.1 เอ็นเอฟซีทำงานอย่างไร

ภายในมีส่วนประกอบที่เรียกว่าแท็กเอ็นเอฟซี สำหรับใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ที่ใช้งานเอ็นเอฟซี ด้วยกัน โดยแท็กเอ็นเอฟซีนี้ จะประกอบด้วยชิปประมวลผล หน่วยความจำ และเสาอากาศสำหรับรับส่งสัญญาณ แท็กเอ็นเอฟซี อาจมีแหล่งพลังงานในตัวเอง หรือใช้พลังงานจากการเหนี่ยวนำของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่มาจากแท็กเอ็นเอฟซี ที่จะติดต่อสื่อสารด้วยก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.2 โหมดการทำงานของเอ็นเอฟซี

การทำงานทั่วไปของเอ็นเอฟซีประกอบไปด้วย 3 โหมดการทำงานคือ Reader/Writer, Card emulation และ peer-to-peer

1) Reader/Writer mode คือโหมดที่สามารถอ่านและเขียนข้อมูลในแท็กเอ็นเอฟซีได้ ตัวอย่างการใช้งานในลักษณะนี้ เช่น สมาร์ทโปสเตอร์ ที่มีลักษณะเป็นโปสเตอร์ประชาสัมพันธ์โปรโมชั่น แจกคูปองส่วนลด ซึ่งสามารถจำกัดจำนวนของผู้ที่ได้รับสิทธิโปรโมชั่นได้ โดยทุกครั้งที่มีผู้นำอุปกรณ์เอ็นเอฟซีมาแตะที่โปสเตอร์ จำนวนโปรโมชั่นที่เหลืออยู่ในแท็กเอ็นเอฟซีจะลดลงไปเรื่อย ๆ ซึ่งการทำงานในลักษณะนี้ไม่สามารถทำได้ในบาร์โค้ด, คิวอาร์โค้ด หรือการ์ดอาร์เอฟไอดีได้ เพราะไม่สามารถแก้ไขข้อมูลได้

2) Card emulation mode คือโหมดทำงานในลักษณะคล้ายกับสมาร์ทการ์ดที่ใช้ในการทำธุรกรรม หรือการระบุสิ่งของที่ใช้ในการจำแนกอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งสามารถทำได้โดยการนำแท็กเอ็นเอฟซีวางไว้ใกล้ๆ กับตัวอ่านเอ็นเอฟซี จากนั้นตัวอ่านเอ็นเอฟซีจะอ่านค่าผ่านคลื่นวิทยุและสามารถนำเลขฐานสิบที่ได้จากแท็กเอ็นเอฟซีไปใช้งานต่อได้

3) peer-to-peer mode คือโหมดการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์เอ็นเอฟซีด้วยกัน ซึ่งการทำงานลักษณะนี้จะแตกต่างจากการส่งข้อมูลผ่านบลูทูธตรงที่การส่งข้อมูลผ่านเอ็นเอฟซีไม่ต้องมีขั้นตอนการจับคู่ระหว่างอุปกรณ์ เนื่องจากในการส่งข้อมูลนั้นต้องนำอุปกรณ์ทั้งคู่มาไว้ในระยะที่ใกล้กันมากๆ (4-10 เซนติเมตร) ตัวอย่างการใช้งานในลักษณะนี้ เช่น ระบบ Android Beam ที่เป็นการนำโทรศัพท์มือถือมาสัมผัสกันเพื่อรับส่งไฟล์

รูปที่ 2.15 แท็กเอ็นเอฟซี

(**ที่มา** : https://www.als-uk.com/news-and-blog/the-future-of-nfc-tags/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 ตัวอย่างตู้ล็อกเกอร์อัจฉริยะ

ตู้ล็อกเกอร์อัจฉริยะส่วนใหญ่จะเป็นตู้ที่ใช้รับฝากของเป็นหลัก ออกแบบมาเพื่อบริบทที่แตกต่างกัน เช่น ตู้บริการรับฝากของในโรงงานอุตสาหกรรม ห้างสรรพสินค้า สนามบิน ห้องสมุด หรือฟิตเนส (Fitness) ซึ่งตัวอย่างตู้ล็อกเกอร์อัจฉริยะมีดังตัวอย่างต่อไปนี้

1) ตู้ล็อกเกอร์อัจฉริยะควบคุมผ่านแอพพลิเคชัน

ตู้ล็อกเกอร์อัจฉริยะควบคุมผ่านแอพพลิเคชัน [12] มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอพพลิเคชันสำหรับระบบควบคุมการเปิด-ปิดตู้ล็อกเกอร์ ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานตามแนวคิดอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง การวิจัยทำได้โดยศึกษาเอกสารและงานวิชัยที่เกี่ยวข้อง สำรวจสภาพปัญหาปัจจุบันและความต้องการของการใช้งานตู้ล็อกเกอร์ ขั้นตอนการกำหนดปัญหาและความต้องการของระบบ ออกแบบและพัฒนาระบบตู้ล็อกเกอร์อัจฉริยะควบคุมผ่านแอพพลิเคชัน การทดสอบระบบการทำงานและประเมินความเหมาะสมของแอพพลิเคชันเฉพาะผู้ใช้งาน โดยการเลือกแบบเจาะจง กลุ่มผู้ใช้งาน 4 กลุ่ม คือ ผู้ดูแล ระบบระดับสูง ผู้ดูแลระบบทั่วไป สมาชิกและบุคคลทั่วไป นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และรายงานในรูปแบบพรรณา

การใช้ชีวิตประจำวันของผู้ใช้งานอุปกรณ์ที่ต้องใช้กุญแจในการรักษาความปลอดภัยของสิ่งของทรัพย์สินซึ่งตู้ล็อกเกอร์เป็นสิ่งหนึ่งที่ใช้ในการเก็บรักษาทรัพย์สินโดยอาศัยกุญแจ ซึ่งจะเห็นได้ว่าสถานบริการให้บริการตู้ล็อกเกอร์ เช่น ฟิตเนส ห้างสรรพสินค้า สนามบิน สวนสนุก ส่วนมากจะเป็นตู้ล็อกเกอร์โดยใช้การสแกนด้วยบัตรอาร์เอฟไอดี กุญแจซึ่งผู้ใช้บริการโดยส่วนใหญ่มีพฤติกรรม เช่น การหลงลืมบัตรทำกุญแจหาย ทำให้เกิดแนวคิดโดยการนำหลักการของอินเตอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้งาน เช่น ระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟผ่านแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Andriod) ระบบสั่งเปิด-ปิดประตูผ่านเครือข่าย ต้นแบบระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟผ่านแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และการประยุกต์ใช้โพรโทคอลแคนบัสกับการควบคุมตู้ล็อกเกอร์

จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องพัฒนาแอพพลิเคชันได้ทำการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการสร้างตู้ล็อกเกอร์ต้องมีองค์ประกอบด้านฮาร์ดแวร์ ดังนี้ บอร์ดประมวลผลโหนดเอ็มซียู เหมาะสำหรับงานด้านอินเตอร์เน็ตออฟธิง (Internet Of Thing)

ความนิยมเนื่องจากมีขนาดเล็กราคาไม่สูง โครงสร้างขาอินพุต (Input) เอาต์พุต (Output) มีจำนวนมากพอใช้งานทั่วไป บนบอร์ดมีระบบไวไฟ รองรับการการทำงานทั้งโหมดสเตชัน (Station) และไคเลน (Client) ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่าย ทำงานเป็นแอคเซสพอยต์ (Access point)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ล็อกเกอร์ฝากของอัจฉริยะ

ล็อกเกอร์ฝากของอัจฉริยะ [13] เป็นตู้ล็อกเกอร์สามารถใช้งานได้ทั้งหมดจำนวน 3 ช่อง โดยใช้ Kotlin ในการสร้าง Mobile Application เพื่อเข้าใช้งานระบบ และปลดล็อกแต่ละตู้ได้อย่างอิสระ แสดงดังรูปที่ 2.16 สามารถเก็บข้อมูลการใช้งานตู้ล็อกเกอร์ไว้ในระบบฐานข้อมูล ที่ใช้ firebase เป็นแม่ข่ายระบบฐานข้อมูล เพื่อตรวจสอบการใช้งานได้ในภายหลัง และในส่วนกระบวนการออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์ได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32 เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ฐานข้อมูลที่บันทึกไว้ จากนั้นจะทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้กับฐานข้อมูลภายในที่กำหนดไว้ เพื่อส่งผลไปควบคุมกลอนไฟฟ้าที่ติดอยู่ภายในล็อกเกอร์แต่ละช่องและส่งข้อมูลการใช้งานผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย ไปยังระบบฐานข้อมูลที่ติดตั้งไว้บนไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32 โดยได้ออกแบบส่วนแสดงผลบนหน้าจอโมบาย แอพพลิเคชัน แสดง สถานะการใช้งานของตู้ล็อกเกอร์ในแต่ละช่อง โดยใช้การเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Kotlin ดึงข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลออกมาแสดงผล ซึ่งตู้ล็อกเกอร์ที่ได้ออกแบบและพัฒนานี้สามารถเข้าใช้งานได้โดยอิสระต่อกันในแต่ละช่องโดยการใช้ยูสเซอร์และพาสเวิร์ด 1 ไอดี ต่อล็อกเกอร์ 1 ช่อง และสามารถเรียกดูข้อมูลการใช้งานปัจจุบันและย้อนหลังได้

รูปที่ 2.16 ล็อกเกอร์ฝากของอัจฉริยะ

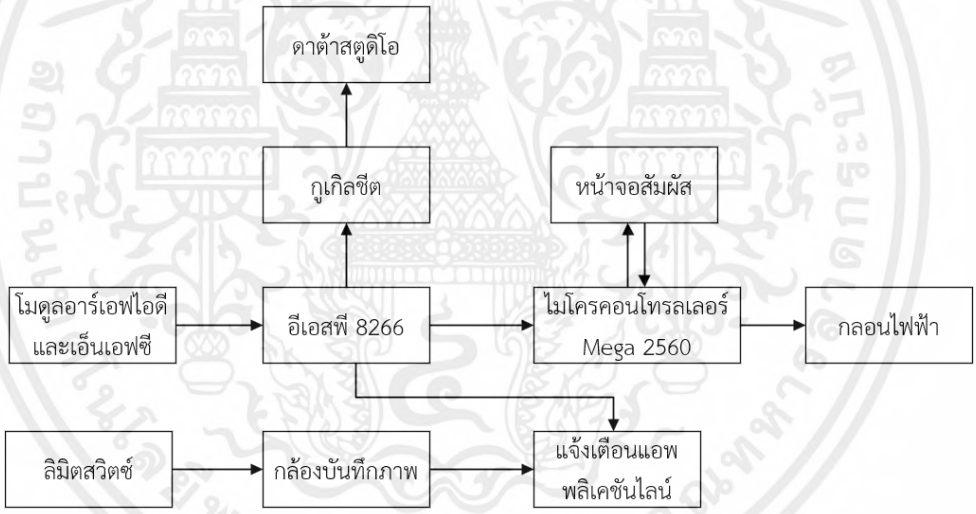
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบระบบยืมของอัจฉริยะ ซึ่งประกอบไปด้วย บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบยืมของอัจฉริยะ โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบยืมของอัจฉริยะ การออกแบบวงจรระบบอาร์เอฟไอดี การออกแบบโครงสร้าง การออกแบบหน้าเว็บดาต้าสตูดิโอ และการสร้างหน้าต่างยูส-เซอร์อินเตอร์เฟซ

3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบยืมของอัจฉริยะ

บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบยืมของอัจฉริยะ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบยืมของอัจฉริยะ

จากรูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบยืมของอัจฉริยะ ขั้นตอนการทำงานแบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอนดังนี้

1) สแกนบัตรอาร์เอฟไอดี (RFID Card) เพื่อเก็บข้อมูลผู้ใช้งานที่โมดูลอาร์เอฟไอดีและเอ็นเอฟซี

2) สแกนอุปกรณ์ที่ยืมด้วยแท็กเอ็นเอฟซี (NFC Tag) ที่โมดูลอาร์เอฟไอดีและเอ็นเอฟซี ข้อมูลรายชื่อและชื่ออุปกรณ์จะส่งไปยังแอพพลิเคชันไลน์ (LINE Application) และเก็บข้อมูลไว้ที่กูเกิลชีต (Google Sheets) ผ่านอีเอสพี 8266 (ESP8266)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ดาต้าสตูดิโอ (Data Studio) รับค่าจากกูเกิลชีตเพื่อแสดงผลประวัติการยืมอุปกรณ์บนเว็บไซต์

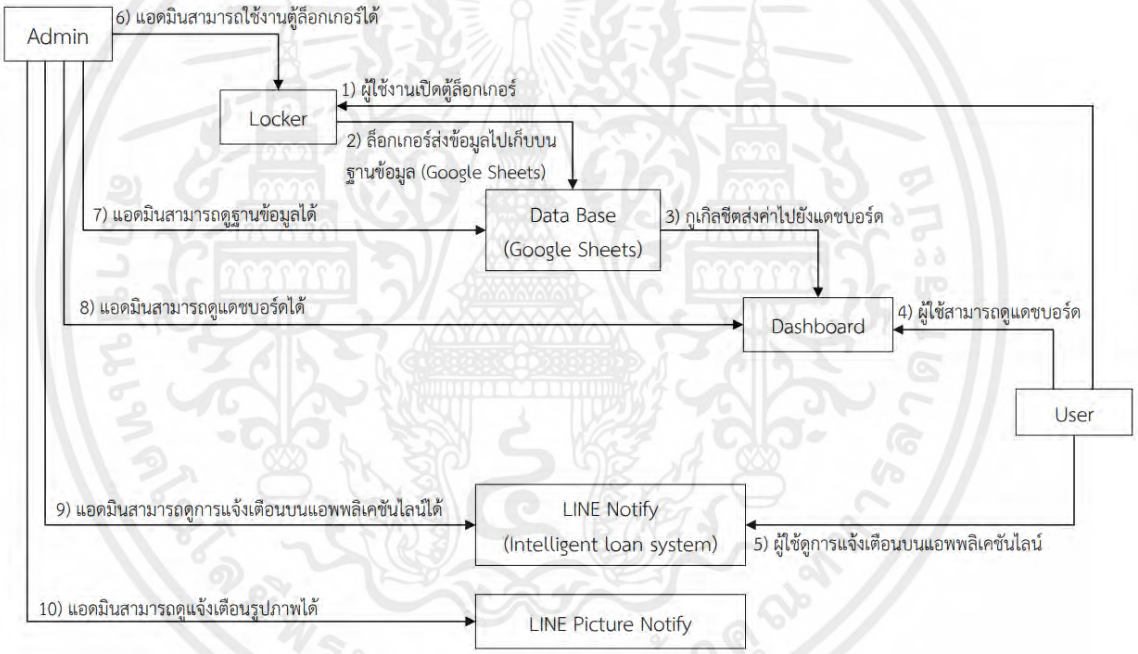
4) บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Mega 2560 รับข้อมูลการกดเลือกยืมหรือคืน โดยการกดหมายเลขช่องที่ต้องการจากหน้าจอสัมผัส

5) บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Mega 2560 สั่งให้กลอนไฟฟ้าทำงานเพื่อปลดล็อกช่องเก็บของ

6) เมื่อช่องเก็บของถูกเปิดกล้องบันทึกภาพผู้ใช้งานจากการเปลี่ยนสถานะของลิมิตสวิตซ์ (Limit Switch) และส่งรูปภาพไปยังแอพพลิเคชันไลน์

7) เมื่อปิดช่องเก็บของกล้องบันทึกภาพผู้ใช้งานอีกครั้งและส่งรูปภาพไปยังแอพพลิเคชันไลน์

3.2 ไดอะแกรมการใช้งานระบบยืมของอัจฉริยะ



รูปที่ 3.2 ไดอะแกรมการใช้งานระบบยืมของอัจฉริยะ

จากรูปที่ 3.2 ไดอะแกรมการใช้งานระบบยืมของอัจฉริยะ คือไดอะแกรมแสดงการใช้งานของผู้ดูแลและผู้ใช้งานระบบยืมของอัจฉริยะ โดยการใช้งานในส่วนของผู้ดูแลจะสามารถใช้งานตู้ล็อกเกอร์ ดูฐานข้อมูล ดูแดช-บอร์ด (Dash Board) ดูการแจ้งเตือนบนแอพพลิเคชันไลน์ และดูแจ้งเตือนรูปภาพได้ ในส่วนของผู้ใช้งานจะสามารถใช้งานตู้ล็อกเกอร์ ดูแดชบอร์ด และดูการแจ้งเตือนบนแอพพลิเคชันไลน์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

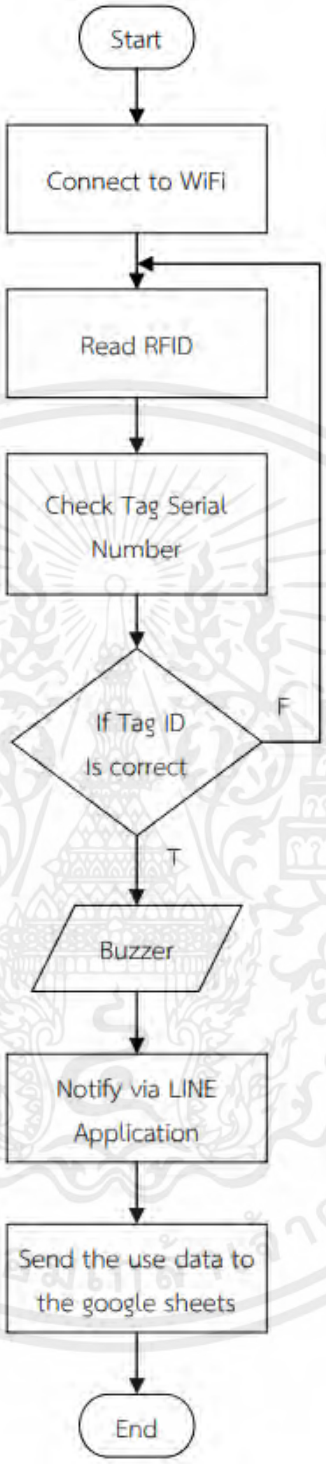
3.3 โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบยืมของอัจฉริยะ

โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบยืมของอัจฉริยะประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก คือ 1) โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบอาร์เอฟไอดี 2) โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบปลดล็อคช่องเก็บของจากหน้าจอสัมผัส 3) โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบบันทึกภาพจากบอร์ดอีเอสพี 32 แคม

3.3.1 โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบอาร์เอฟไอดี

โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบอาร์เอฟไอดี มีการทำงานตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้ เมื่อสแกนบัตรอาร์เอฟไอดี โมดูลอาร์เอฟไอดีจะตรวจเช็คเลขฐานสิบที่อยู่ในบัตรอาร์เอฟไอดี ถ้าหากเลขฐานสิบในบัตรตรงกับเลขฐานสิบที่เขียนไว้ในโปรแกรม บอร์ดอีเอสพี 8266 จะเก็บข้อมูลรายชื่อไว้ จากนั้นเลือกช่องที่ต้องการยืมอุปกรณ์จากหน้าจอสัมผัส และเมื่อนำอุปกรณ์ออกจากช่องเก็บของแล้วนำแท็กเอ็นเอฟซีที่ติดกับอุปกรณ์มาสแกนที่โมดูลอาร์เอฟไอดี โมดูลอาร์เอฟไอดีจะตรวจเช็คเลขฐานสิบอีกครั้ง จากนั้นข้อมูลรายชื่อ ชื่ออุปกรณ์ที่ยืม วันที่ยืม และเวลาที่ยืมจะถูกส่งไปยังฐานข้อมูลกูเกิลชีต แสดงประวัติการยืมบนเว็บดาต้าสตูดิโอ และแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์ผ่านไลน์เอพีไอ ข้อความที่แจ้งเตือนจะเป็นชื่อผู้ยืม เวลาที่ยืมอุปกรณ์ ชื่ออุปกรณ์ และสถานะการยืม เมื่อนำอุปกรณ์มาคืนที่ช่องเก็บของเริ่มจากการสแกนบัตรอาร์เอฟไอดี โมดูลอาร์เอฟไอดีจะตรวจเช็คเลขฐานสิบที่อยู่ในบัตรอาร์เอฟไอดี เลือกช่องที่ต้องการคืนอุปกรณ์จากหน้าจอสัมผัส จากนั้นนำแท็กเอ็นเอฟซีที่ติดกับอุปกรณ์มาสแกนที่โมดูลอาร์เอฟไอดี โมดูลอาร์เอฟไอดีจะตรวจเช็คเลขฐานสิบอีกครั้ง จากนั้นบอร์ดอีเอสพี 8266 จะส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูลกูเกิลชีต แสดงประวัติการยืมบนเว็บดาต้าสตูดิโอ และแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์ ข้อความที่แจ้งเตือนจะเป็นชื่อผู้คืน เวลาที่นำอุปกรณ์มาคืน สถานะการคืน และชื่ออุปกรณ์ ไลน์เอพีไอสามารถนำมาใช้ได้จากทางเว็บไซต์ของแอพพลิเคชันไลน์ จากนั้นนำไลน์เอพีไอที่ได้ไปใส่ในส่วนของการเขียนโปรแกรม โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบอาร์เอฟไอดีแสดงดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

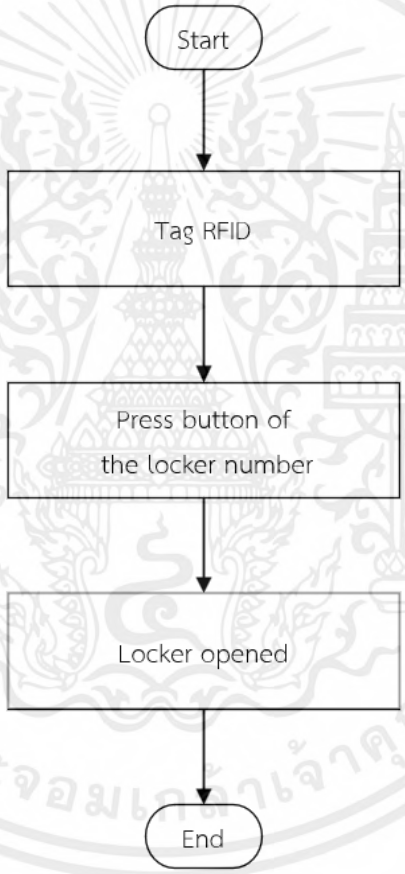


รูปที่ 3.3 โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบอาร์เอฟไอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบปลดล็อคช่องเก็บของจากหน้าจอสัมผัส

โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบปลดล็อคช่องเก็บของจากหน้าจอสัมผัส มีการทำงานตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้ เมื่อสแกนบัตรอาร์เอฟไอดีหน้าจอสัมผัสจะเลื่อนไปยังหน้าเลือกช่องอุปกรณ์อัตโนมัติ ถ้าหากยังไม่ได้สแกนบัตรอาร์เอฟไอดีหน้าจอสัมผัสจะอยู่ที่หน้าแรกซึ่งยังไม่สามารถเลือกช่องอุปกรณ์ได้ ต้องสแกนบัตรอาร์เอฟไอดีก่อนเท่านั้นถึงจะสามารถเลือกช่องอุปกรณ์ได้ เมื่อเลือกช่องอุปกรณ์ที่ต้องการจากหน้าจอสัมผัสบอร์ดอาดุยโน่เมกะ 2560 จะส่งสัญญาณไปไบอัสวงจรขับไพลอตแลมป์และวงจรรีเลย์กลอนไฟฟ้าจะทำงาน ส่วนไพลอตแลมป์จะดับลง แสดงดังรูป 3.4



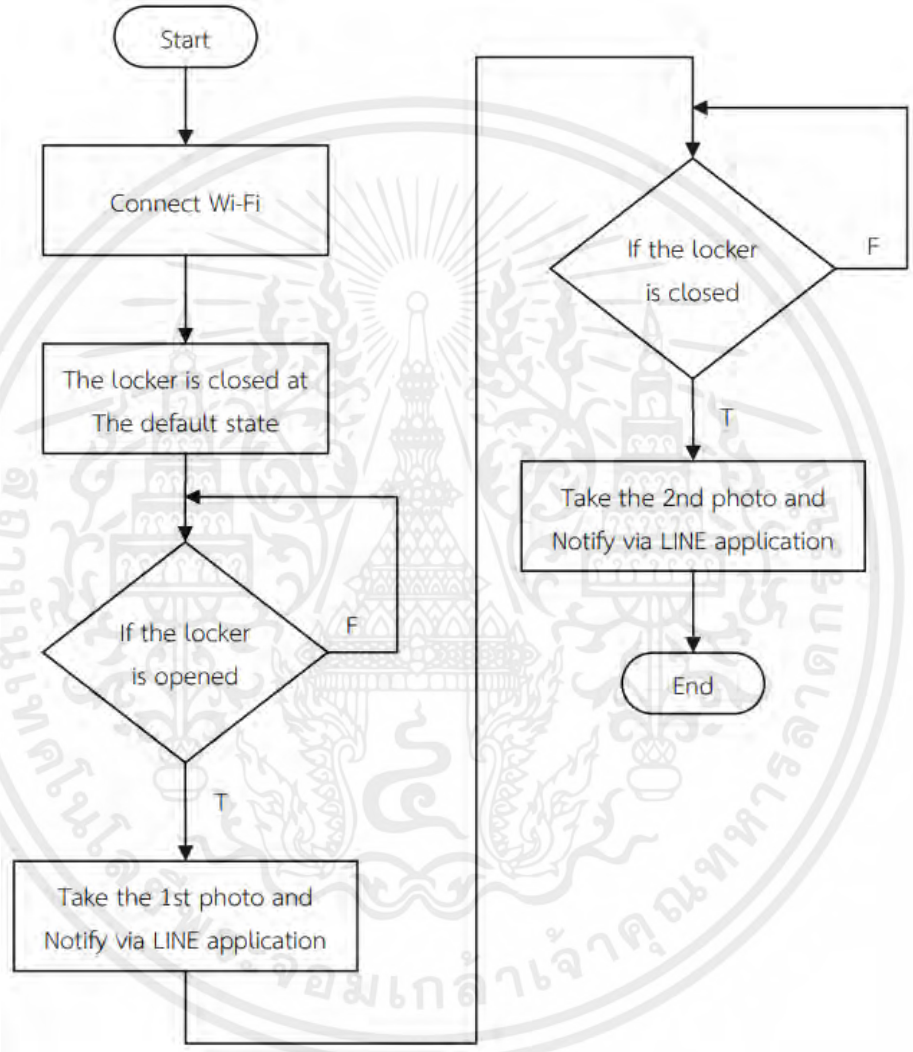
รูปที่ 3.4 โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบปลดล็อคช่องเก็บของจากหน้าจอสัมผัส

3.3.3 โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบบันทึกภาพจากบอร์ดอีเอสพี 32 แคม

โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบบันทึกภาพจากบอร์ดอีเอสพี 32 แคม มีการทำงานตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้ ในขณะที่ช่องเก็บอุปกรณ์ปิดอยู่ลิมิตสวิตซ์มีสถานะเป็นปกติเปิด เมื่อมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปิดช่องเก็บอุปกรณ์ลิมิตสวิตซ์จะเปลี่ยนเป็นสถานะปกติปิด และเริ่มบันทึกภาพครั้งแรก และเมื่อปิดช่องเก็บอุปกรณ์ลิมิตสวิตซ์จะเปลี่ยนเป็นสถานะปกติเปิด และบันทึกภาพอีกครั้ง ทุกครั้งที่บอร์ดอีเอสพี 32 แคม บันทึกภาพจะส่งภาพที่บันทึกไปยังแอพพลิเคชันไลน์ ซึ่งบุคคลที่สามารถดูภาพได้จะมีแค่แอดมินที่ดูแลระบบยืมของอัจฉริยะเท่านั้น แสดงดังรูปที่ 3.5



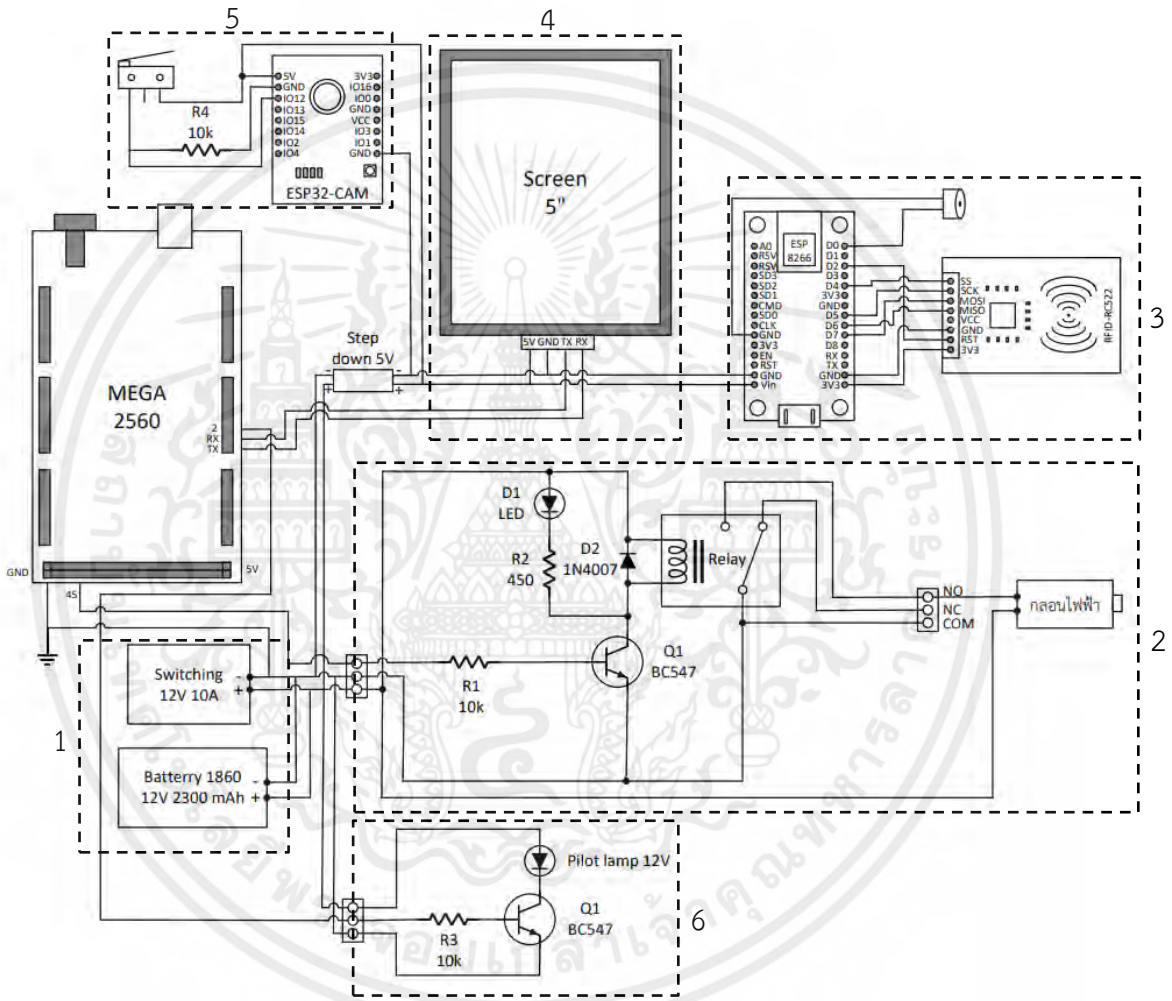
รูปที่ 3.5 โฟลวชาร์ตการทำงานของระบบบันทึกภาพจากบอร์ดอีเอสพี 32 แคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบวงจร

การออกแบบวงจรเป็นส่วนที่สำคัญสำหรับโครงงานอิเล็กทรอนิกส์เพราะเป็นหัวใจหลักของการทำงาน โดยการออกแบบวงจรประกอบด้วย 3 วงจร คือ 1) การออกแบบวงจรรวมระบบยืมของอัจฉริยะ 2) วงจรระบบอาร์เอฟไอดี 3) วงจรเปลี่ยนระดับแรงดันโดยใช้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์ควบคุม

3.4.1 การออกแบบวงจรรวมระบบยืมของอัจฉริยะ



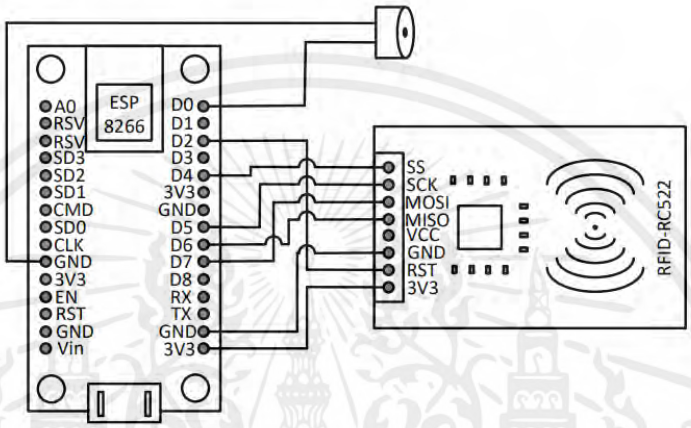
รูปที่ 3.6 วงจรรวมระบบยืมของอัจฉริยะ

จากรูปที่ 3.6 วงจรรวมระบบยืมของอัจฉริยะแบ่งออกเป็น 6 ส่วน คือ 1) แหล่งจ่ายไฟใช้สวิตชิ่ง 12 โวลต์ 10 แอมป์ และแบตเตอรี่สำรองไฟ 12 โวลต์ 2300 มิลลิแอมป์/ชั่วโมง 2) วงจรเปลี่ยนระดับแรงดันรับค่าสัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์ Mega 2560 เพื่อไบอัสทรานซิสเตอร์ขยายแรงดันขับกลอนไฟฟ้า 3) วงจรอาร์เอฟไอดีใช้โมดูลอาร์เอฟไอดี เอ็มเอฟอาร์ซี 522 ต่อกับบอร์ดอีเอสพี 8266

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อส่งข้อมูลการสแกนอาร์เอฟไอดีไปยังแอพพลิเคชันไลน์และฐานข้อมูลกูเกิลชีต 4) หน้าจอสัมผัสต่อใช้งานกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อส่งสัญญาณการสัมผัสหน้าจอเลือกหมายเลขช่องเก็บของ 5) วงจรบันทึกภาพใช้บอร์ดอีเอสพี 32 แคมในการบันทึกภาพเมื่อมีการเปิดหรือปิดช่องเก็บของและส่งรูปภาพไปยังแอพลิเคชันไลน์ 6) วงจรขับไพลอทแลมป์

3.4.2 วงจรระบบอาร์เอฟไอดี



รูปที่ 3.7 วงจรรวมระบบอาร์เอฟไอดี

จากรูปที่ 3.7 เมื่อจ่ายไฟให้บอร์ดประมวลผลโหนดเอ็มซียูอีเอสพี 8266 ทำหน้าที่ประมวลผลรับและส่งข้อมูลจากโมดูลอาร์เอฟไอดี โดยการนำบัตรอาร์เอฟไอดีหรือเอ็นเอฟซี มาสแกนจะทำให้ลำโพงบัสเซอร์ดังขึ้น หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลไปยังกูเกิลชีตและส่งแจ้งเตือนชื่อบุคคลที่สแกนอุปกรณ์ที่ยืมไปยังแอพพลิเคชันไลน์

ขาที่ต่อใช้งานโหนดเอ็มซียูอีเอสพี 8266 กับโมดูลอาร์เอฟไอดี

1) ขา 3V3 ต่อกับพอร์ต 3V3

2) ขา GND ต่อกับ GND

3) ขา D1 ต่อกับพอร์ต SDA

4) ขา D2 ต่อกับพอร์ต SCK

5) ขา D5 ต่อกับพอร์ต MOSI

6) ขา D6 ต่อกับพอร์ต MISO

7) ขา D7 ต่อกับพอร์ต RST

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

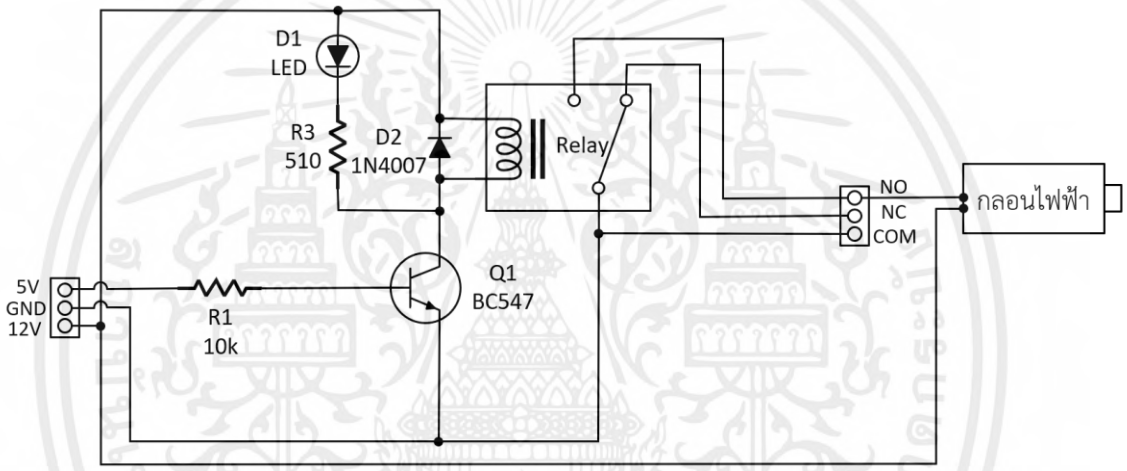
ขาที่ต่อใช้งานโหนดเอ็มซียูอีเอสพี 8266 กับลำโพงบัสเซอร์

1) ขา D8

2) ขา GND

3.4.3 วงจรขับกลอนไฟฟ้า

เป็นวงจรที่ใช้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์และใช้รีเลย์ควบคุมกลอนไฟฟ้า เมื่อมีสัญญาณเอาต์พุตจากอาดุยโน่ เมกะ 2560 มาไบอัสขาเบส (B) ของทรานซิสเตอร์ ทำให้กระแสส่วนน้อยไหลลงขาอีมิเตอร์ (E) ซึ่งจะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน เกิดกระแสไหลผ่านขดลวดพร้อมกับหน้าสัมผัสรีเลย์จะเปลี่ยนจากหน้าสัมผัสปกติปิดเป็นหน้าสัมผัสปกติเปิด ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 วงจรขับกลอนไฟฟ้า

การคำนวณการออกแบบวงจรขับกลอนไฟฟ้า

วงจรขับกลอนไฟฟ้า แบ่งเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนของอินพุต และส่วนของเอาต์พุต โดยในส่วนของอินพุตใช้แหล่งจ่าย V_{CC} จากสวิตชิ่งพาวเวอร์ซับพลาย และใช้แรงดันไบอัสจากบอร์ดอาดุยโน่เมกะ 2560 เป็นแหล่งจ่าย V_B และมีตัวต้านทาน R1 เป็นตัวจำกัดกระแส I_B

ส่วนของอินพุต คือส่วนที่ใช้ในการคอนโทรลทั้งวงจร โดยใช้กระแส I_B และ R_B คือตัวต้านทานที่เอาไว้จำกัดและควบคุมกระแส I_B

ส่วนของเอาต์พุต คือส่วนที่นำรีเลย์มาต่อใช้งาน โดยส่วนนี้จะได้รับไฟเลี้ยงจาก V_{CC} แต่ไฟเลี้ยงจะไหลผ่านโหลดได้หรือไม่ ขึ้นอยู่กับการคอนโทรลของส่วนอินพุต

ขั้นตอนต่อมาคือการคำนวณค่าต่างๆของเอาต์พุต ซึ่งในที่นี้คือโหลดหรือรีเลย์ โดยต้องคำนวณ ค่าต่างๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) กระแสของรีเลย์ คือปริมาณกระแสไฟฟ้าที่รีเลย์ใช้ ซึ่งรีเลย์จะใช้กระแสประมาณ 37.5 มิลลิแอมป์ (ข้อมูลจากดาต้าชีต)

2) แรงดันของแหล่งจ่าย V_{CC} หรือแหล่งจ่ายที่นำมาต่อกับโหลด ซึ่งต้องมีความต่างศักย์มากกว่าหรือเท่ากับ Vf* (Volts forward) ของรีเลย์ ในที่นี้ใช้แหล่งจ่าย 12 โวลต์

*Vf หรือ Volts forward คือปริมาณแรงดันตกคร่อมที่โหลดต้องใช้ในการทำงาน ซึ่งรีเลย์มีค่า Vf 12 โวลต์ เพราะฉะนั้นแหล่งจ่าย V_{CC} จะต้องมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 12 โวลต์ขึ้นไป ไม่เช่นนั้นรีเลย์จะไม่ทำงาน

เมื่อทราบค่ากระแสไฟฟ้าที่รีเลย์ต้องการใช้และแหล่งจ่าย V_{CC} แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการเลือกทรานซิสเตอร์ให้เหมาะกับค่ากระแสไฟฟ้าดังกล่าวโดยเลือกจาก

1) การทนกระแสสูงสุด หรือ $I_{C\,max}$ เพราะ I_C คือกระแสที่ไหลผ่านขา C ซึ่งจะนำโหลดมาต่อที่ขา C กระแสที่ใช้จึงต้องยึดตามโหลด

2) การทนแรงดันสูงสุด หมายถึง ทรานซิสเตอร์สามารถทนแรงดัน V_{CC} ได้แค่ไหน ซึ่ง V_{CC} คือแหล่งจ่ายที่นำมาต่อกับขา C และแรงดันจะไหลจากขา C ไปขา E เพราะฉะนั้นต้องดูค่าการทนแรงดันสูงสุดจากค่า $V_{CE\,max}$ ในดาต้าชีต

จากการคำนวณก่อนหน้านี้ จะได้ค่ากระแสที่รีเลย์ต้องใช้เท่ากับ 37.5 มิลลิแอมป์ และเนื่องจาก I_C ให้ยึดตามกระแสของโหลด เพราะฉะนั้น I_C เท่ากับ 37.5 มิลลิแอมป์ ส่วนค่า $V_{CE\,max}$ ให้ยึดตามค่า V_{CC} ที่ใช้ เพราะฉะนั้น $V_{CE\,max}$ จะเท่ากับ 12 โวลต์ จากนั้นนำค่า I_C และ $V_{CE\,max}$ ที่ได้เป็นเกณฑ์ในการเลือกทรานซิสเตอร์โดยให้ค่า $I_{C\,max}$ และ $V_{CE\,max}$ ของทรานซิสเตอร์ที่เลือกใช้ มีค่ามากกว่า I_C และ $V_{CE\,max}$ ของวงจร

ทรานซิสเตอร์ NPN เบอร์ BC547 เป็นทรานซิสเตอร์ที่สามารถทนกระแส $I_{C\,max}$ ได้สูงถึง 100 มิลลิแอมป์ และมีค่า $V_{CE\,max}$ เท่ากับ 45 โวลต์ ซึ่งเพียงพอต่อการใช้งานและสามารถหาซื้อได้ง่าย จึงเป็นทรานซิสเตอร์ที่เลือกใช้ในวงจรเปลี่ยนระดับแรงดัน

การคำนวณหากระแส I_B ซึ่งเป็นกระแสอินพุตที่ใช้ในการควบคุมวงจรเอาต์พุตทั้งหมด การจะทราบค่ากระแส I_B นั้น จำเป็นจะต้องทราบ 2 อย่างดังนี้

1) กระแส I_c ซึ่งกระแส I_c หรือกระแสของรีเลย์นั้นได้ทราบค่าไปตั้งแต่ตอนต้นแล้ว คือ กระแส I_c เท่ากับ 37.5 มิลลิแอมป์

2) อัตราขยายของทรานซิสเตอร์ กำลังหรืออัตราขยาย หรือ Current Gain (β) เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ทราบค่ากระแส I_B ที่ต้องใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยคำนวณหาค่ากระแส I_B ได้จากสมการที่ 3.1

$$I_C = I_B \times \beta \tag{3.1}$$

หรือ $$I_B = \frac{I_C}{\beta}$$

$$I_B = \frac{37.5}{110}$$

$$I_B = 0.34\ mA$$

โดยอัตราขยายของทรานซิสเตอร์ใช้ค่าต่ำสุด (Min) เท่ากับ 110 ดังนั้นกระแส I_B จะมีค่าเท่ากับ 0.34 มิลลิแอมป์

3) ค่า R_B เป็นอีกหนึ่งตัวแปรที่สำคัญเพราะจะมีผลต่อกระแส I_B ด้วย การคำนวณค่า R_B คล้ายกับการคำนวณค่าความต้านทานทั่วไป แต่ทั้งนี้จะต้องมีเรื่องของ V_{BE} ตกคร่อมที่ทรานซิสเตอร์เข้ามาเกี่ยวด้วย ซึ่งจะใช้สูตรคำนวณค่าความต้านทานเหมือนเดิม แต่เปลี่ยนแรงดันตกคร่อมของโหลดเป็นแรงดันตกคร่อมของทรานซิสเตอร์ (V_{BE}) แทน โดยหาค่า R_B จากสมการที่ 3.2

$$R_B = \frac{(V_B - V_{BE})}{I_B} \tag{3.2}$$

V_B คือแหล่งจ่ายของขา B ซึ่งสามารถใช้ค่าแรงดันสูงเท่าไหร่ก็ได้แต่ต้องมีความสัมพันธ์กับค่า R_B และ I_B ซึ่งแรงดัน V_B ไม่จำเป็นต้องสูงมาก ในที่นี้จะใช้แรงดัน 5 โวลต์จากบอร์ดอาดุยโน่เมกะ 2560 เป็นแรงดัน V_B เพราะฉะนั้นแรงดัน V_B จะเท่ากับ 5 โวลต์

$$R_B = \frac{(5\ -\ 0.7)}{0.34\ \times 10^{-3}}$$

$$R_B = 12.6\ K\Omega$$

ในวงจรเลือกใช้ R_B เท่ากับ 10 $K\Omega$ เนื่องจากเป็นค่าใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณได้และมีขายในตลาด

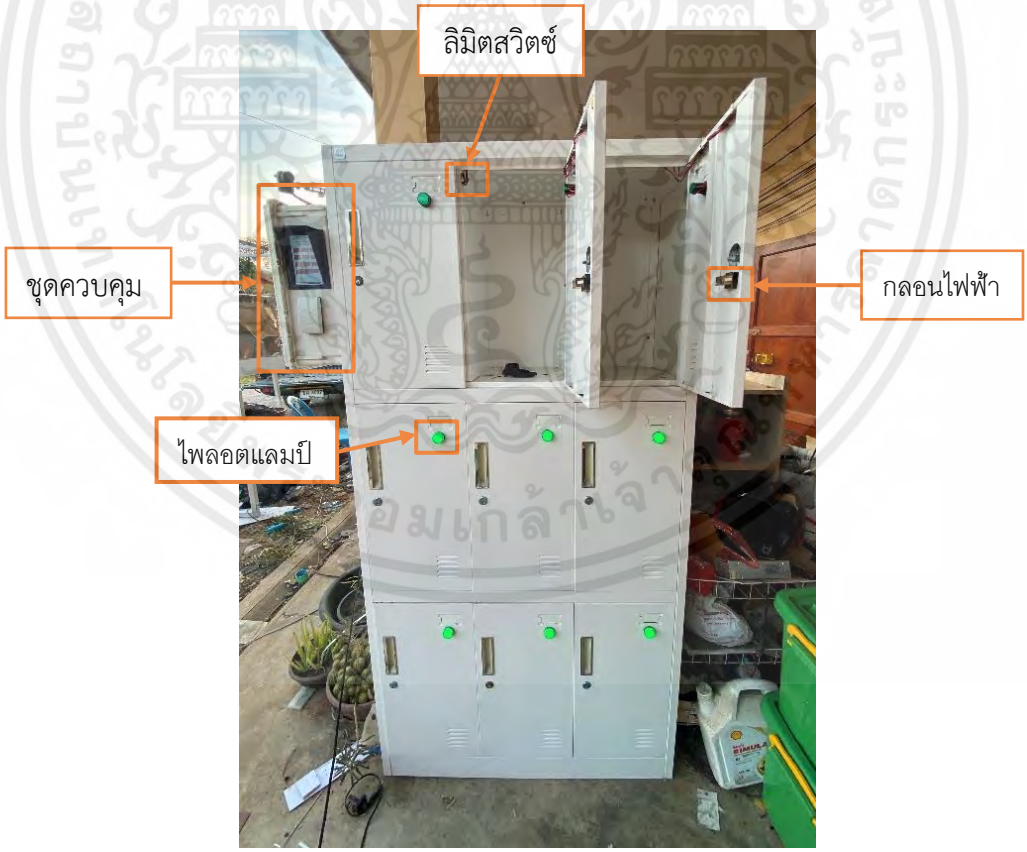
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบโครงสร้าง

การออกแบบโครงสร้างระบบยืมของอัจฉริยะมีความสำคัญเท่ากับการออกแบบวงจรและการออกแบบซอฟต์แวร์ควบคุมเพราะหากออกแบบวงจรและซอฟต์แวร์ได้ดีเพียงใดแต่ถ้าหากมีโครงสร้างหลักที่ไม่แข็งแรงอาจจะทำให้ทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ โครงสร้างหลักแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ตู้ล็อกเกอร์ 2) ชุดควบคุมระบบยืมของอัจฉริยะ

3.5.1 ตู้ล็อกเกอร์

ในการออกแบบตู้ล็อกเกอร์มีขนาดความกว้าง 90 เซนติเมตร ความยาว 35 เซนติเมตร ความสูง 180 เซนติเมตร โดยเจาะบริเวณด้านหลังของประตูช่องล็อคเกอร์เพื่อยึดกลอนไฟฟ้า เจาะรูบริเวณด้านหน้าของช่องล็อคเกอร์เพื่อใส่ไพลอตแลมป์และเจาะรูบริเวณด้านซ้ายของตู้เพื่อเดินสายไฟทั้งหมดออกไปยังชุดควบคุม มีการเดินสายไฟผ่านทางช่องว่างระหว่างตู้ล็อคเกอร์มีการเก็บสายโดยใช้ท่อกระดูกงูพันสายไฟรวมกันจากนั้นยึดด้วยปืนกาวร้อนบริเวณขอบตู้เก็บของ ลิมิตสวิตซ์ติดบริเวณที่ประตูช่องเก็บของ แสดงดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 ตู้ล็อคเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 ชุดควบคุมระบบยืมของอัจฉริยะ

ในการออกแบบชุดควบคุมระบบยืมของอัจฉริยะ ความสูงของชุดควบคุมคือ 41 เซนติเมตร กว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 31 เซนติเมตร ด้านบนมีกล้องบันทึกภาพ เพื่อบันทึกภาพผู้ใช้งานขณะเปิด-ปิดช่องเก็บของ ด้านหน้ามีหน้าจอสัมผัสขนาด 5 นิ้ว มียูสเซอร์อินเตอร์เฟซสำหรับเลือกช่องเก็บของและมีจุดสแกนอาร์เอฟไอดีและเอ็นเอฟซีสำหรับผู้ที่ใช้งานระบบยืมของอัจฉริยะได้ ดังรูปที่ 3.10

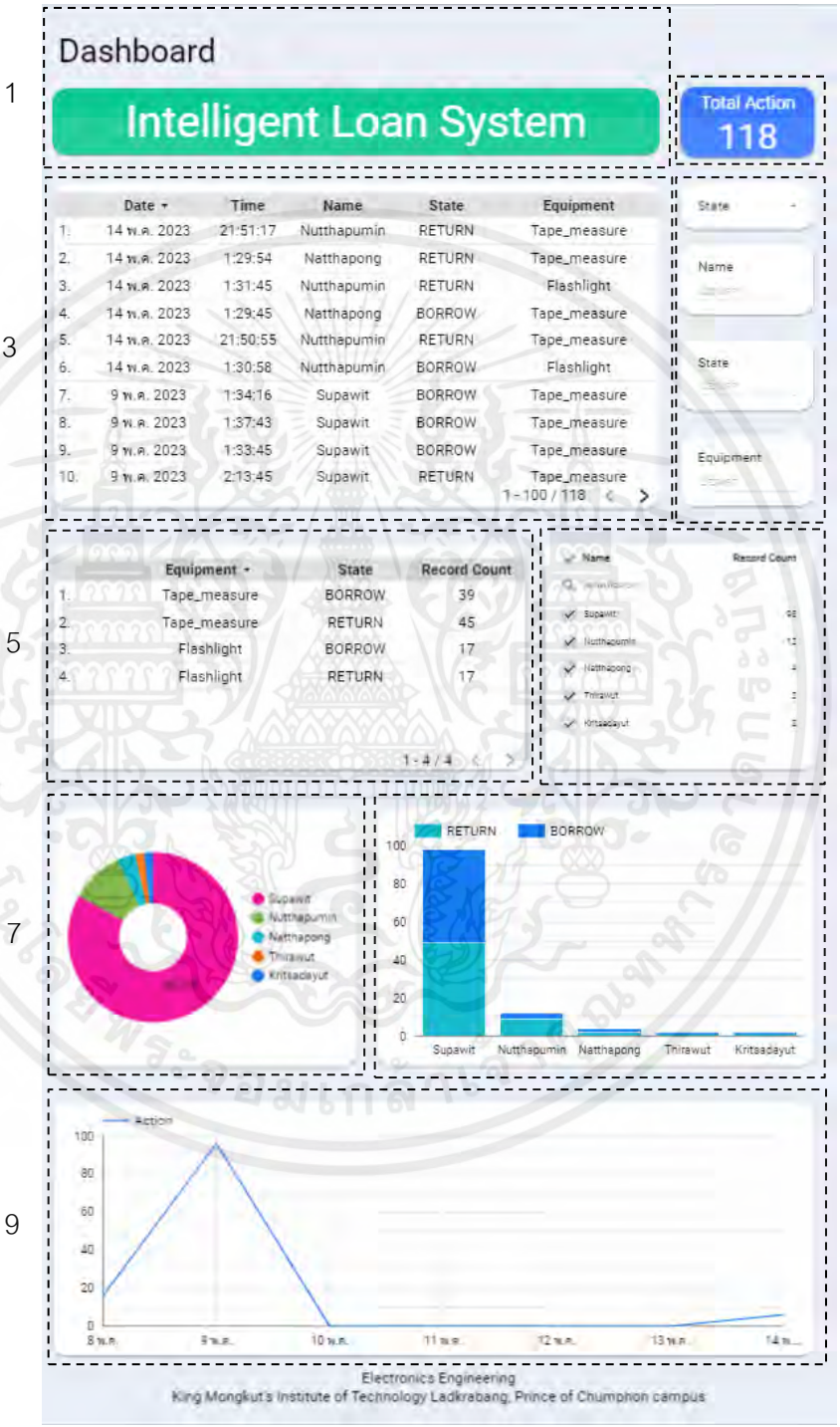
รูปที่ 3.10 ชุดควบคุมระบบยืมของอัจฉริยะ

3.6 การออกแบบหน้าเว็บดาต้าสตูดิโอ

การออกแบบหน้าเว็บดาต้าสตูดิโอมีส่วนแสดงผลหลัก 9 ส่วน ได้แก่ 1) ชื่อชุดข้อมูล 2) จำนวนการใช้งานทั้งหมด 3) ประวัติการใช้งานระบบยืมของอัจฉริยะประกอบไปด้วยข้อมูลวันที่ เวลา ชื่อของผู้ใช้งาน สถานการณ์ยืม-คืน และอุปกรณ์ที่ยืม-คืน 4) การค้นหาข้อมูลภายในเว็บ ซึ่งสามารถค้นหาแยกเป็น 3 หมวดหมู่ ได้แก่ ค้นหาสถานะยืม-คืนแบบตัวเลือกและแบบพิมพ์ค้นหา ค้นหาชื่อผู้ใช้งาน ค้นหาอุปกรณ์ 5) จำนวนการยืม-คืนของแต่ละอุปกรณ์ 6) จำนวนการใช้งานของสมาชิกแต่ละคน 7) กราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดนัทสรุปจำนวนการใช้งานระบบยืมของอัจฉริยะ 8) กราฟแท่งสรุปจำนวนการยืม-คืนของ 9) กราฟสรุปจำนวนการใช้งานระบบยืมของอัจฉริยะแบบรายวัน แสดงดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 หน้าเว็บดาต้าสตูดิโอ

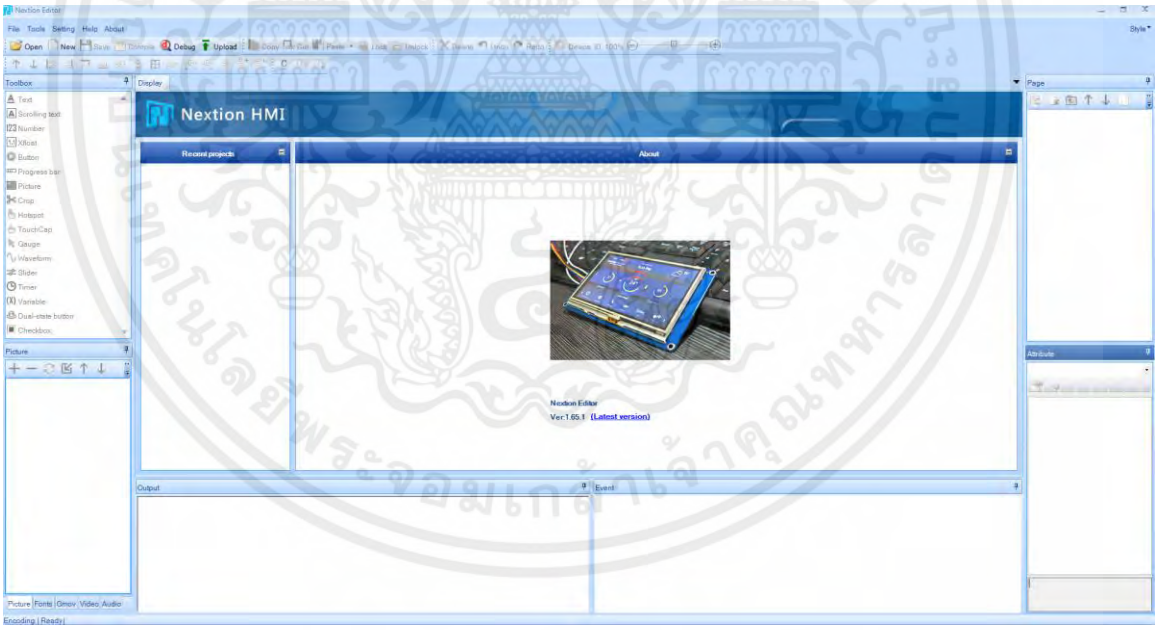
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การสร้างหน้าต่างยูสเซอร์อินเตอร์เฟส

ยูสเซอร์อินเตอร์เฟส หรือ ส่วนที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานสามารถโต้ตอบกับการใช้งาน ซึ่งจะมุ่งเน้นไปที่เรื่องของหน้าตา การออกแบบ และการดีไซน์ ยกตัวอย่างเช่น หน้าจอ แพลตฟอร์ม เมนู ฟอร์มต่าง ๆ การวางภาพ ขนาดตัวอักษร ปุ่ม แป้นพิมพ์ หรือแม้แต่แสงไฟ เป็นต้น สิ่งสำคัญสำหรับยูสเซอร์อินเตอร์เฟส ก็คือดีไซน์ที่ดูสะอาด สวยงาม ดึงดูดใจ อีกทั้งต้องเข้าใจง่าย ใช้งานง่าย เป็นมิตรต่อผู้ใช้งาน นอกจากนี้ยังต้องมีฟังก์ชันที่น่าสนใจ มีภาษาภาพที่ทำให้คนเกิดความรู้สึกอยากจะใช้งาน และที่สำคัญจะต้องมีความเป็นเอกลักษณ์ โดดเด่น แต่ก็ไม่แปลกตามากจนเกินไป เพราะฉะนั้นอาจเปรียบได้ว่ายูสเซอร์อินเตอร์เฟส คือ ศาสตร์แห่งความสวยงามที่จะมาเติมเต็มให้การใช้งานออกมาเป็นรูปร่างจนเกิดเป็นความประทับใจสำหรับผู้ใช้งาน

หน้าต่างยูสเซอร์อินเตอร์เฟสสามารถออกแบบการใช้งานได้ด้วยโปรแกรมของทางค่าย Nextion ที่ชื่อว่า Nextion Editor มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

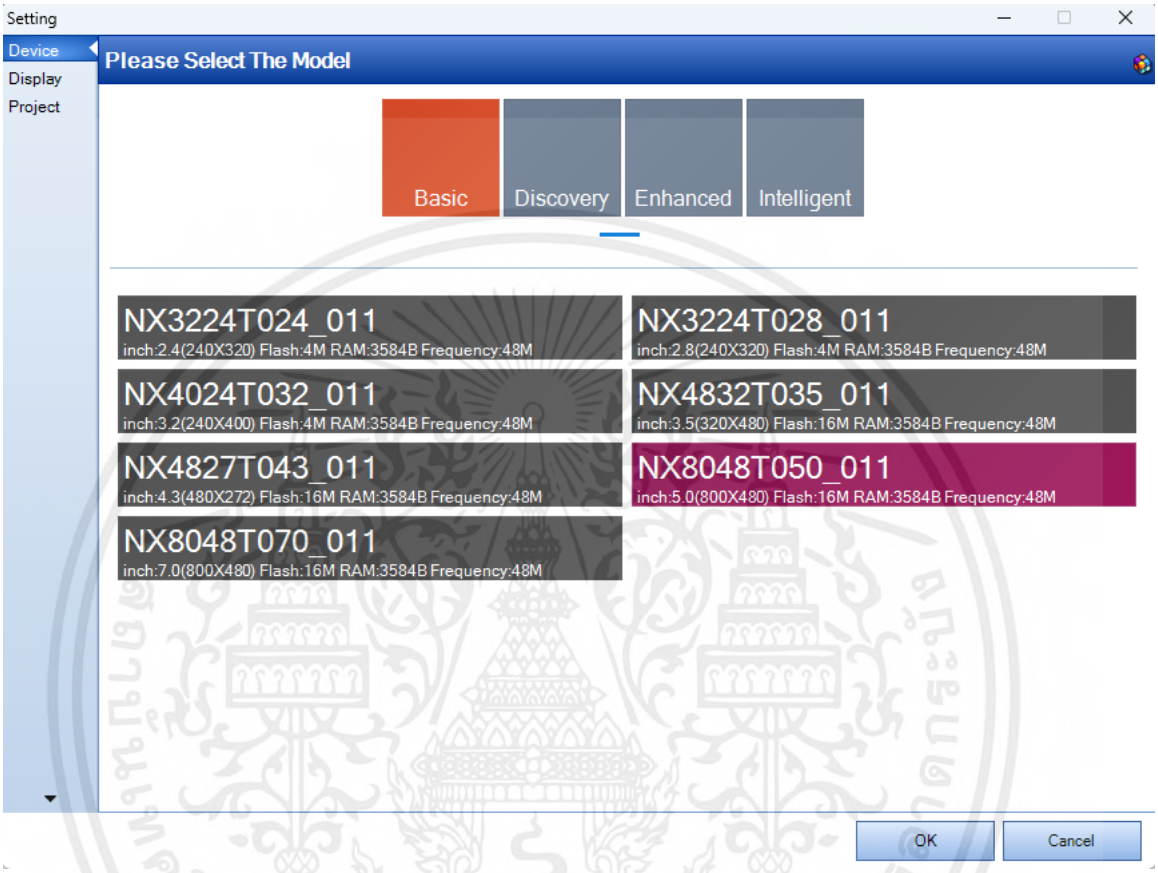
1) เปิดโปรแกรม Nextion Editor ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 หน้าเริ่มต้นโปรแกรม Nextion Editor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

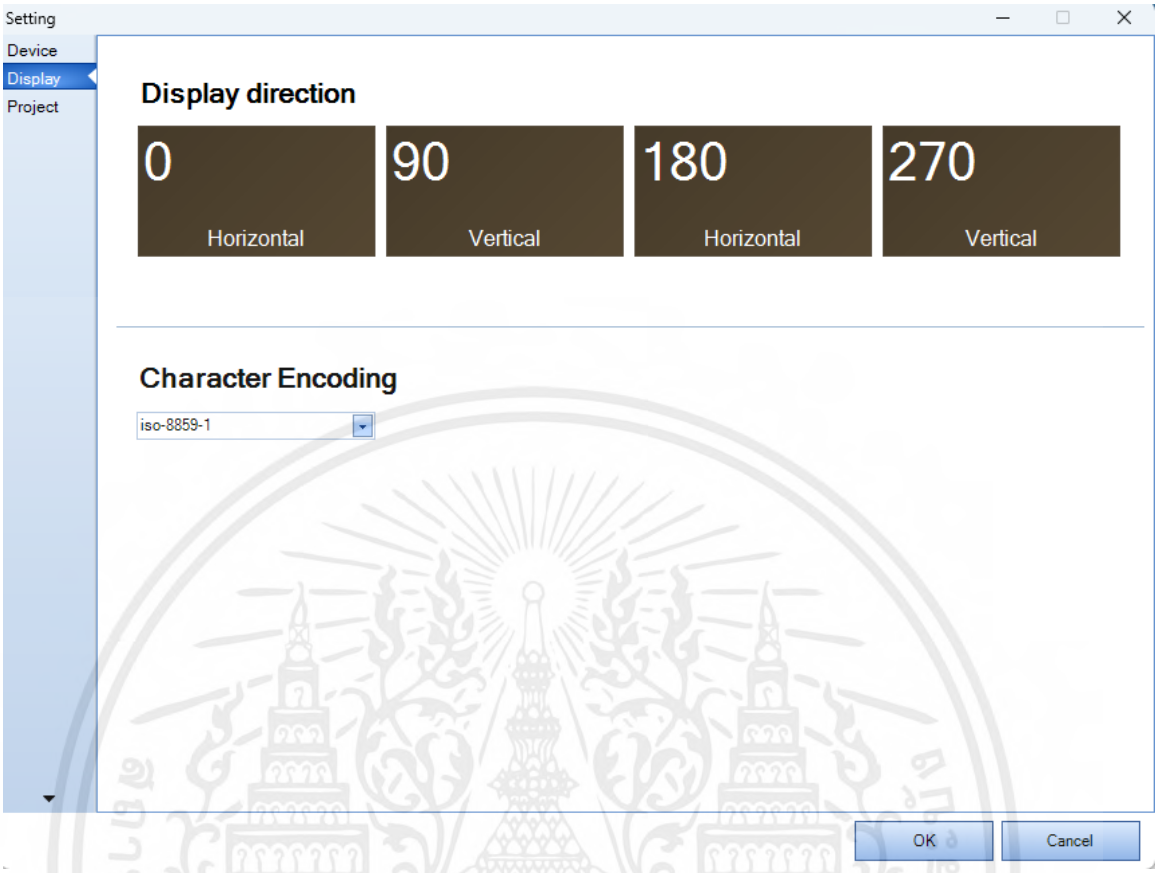
2) ไปที่ File > new จากนั้นเลือกรุ่นหน้าจอที่ใช้งาน ในที่นี้ใช้หน้าจอสัมผัสรุ่น NX8048T050 จากนั้นกด OK ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 เลือกรุ่นหน้าจอสัมผัส

3) ปรับการตั้งค่าหน้าจอ มีให้เลือกทั้งหมด 4 รูปแบบ ได้แก่ 1) 0 องศาแนวนอน 2) 90 องศาแนวตั้ง 3) 180 องศาแนวนอน 4) 270 องศาแนวตั้ง ในที่นี้ต้องการออกแบบหน้าจอในรูปแบบแนวตั้งจึงเลือกใช้ 90 องศาแนวตั้ง ดังรูปที่ 3.14

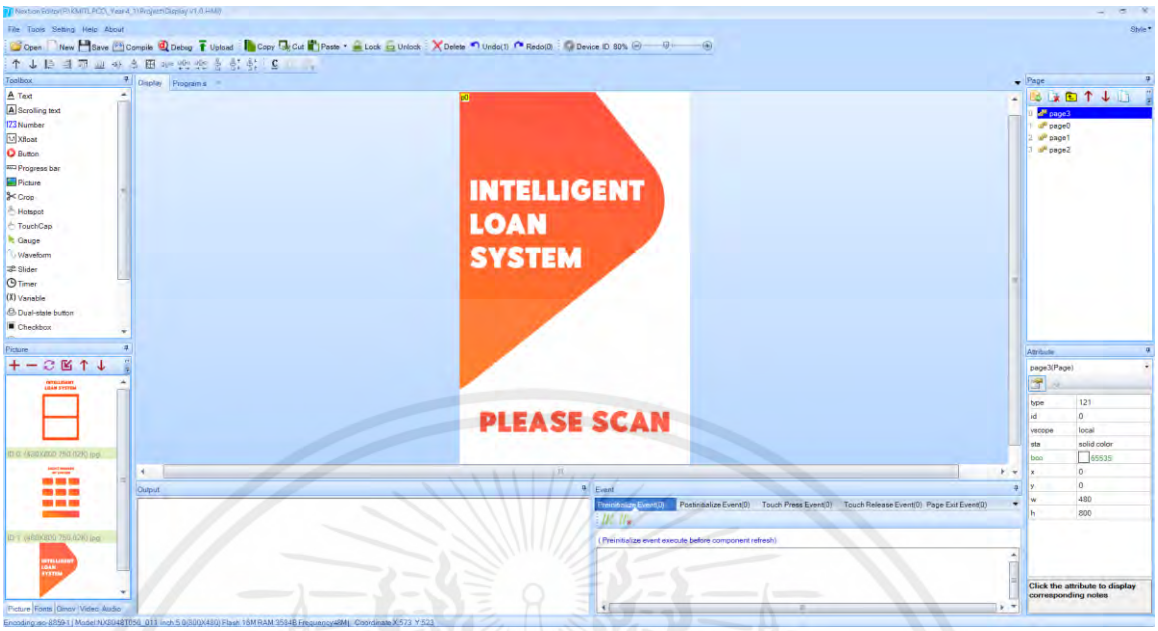
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 เลือกรูปแบบการวางหน้าจอ

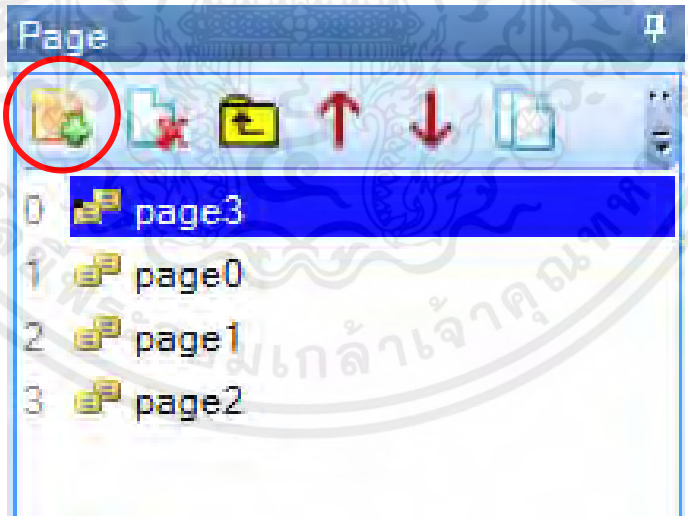
4) เริ่มออกแบบหน้าจอสัมผัส ซึ่งสามารถนำรูปที่ออกแบบไว้มาใช้งานได้โดยกดที่ปุ่มบวกและเลือกไฟล์รูปภาพที่จะใช้งาน การออกแบบหน้าหลักจะออกแบบให้ไม่สามารถสัมผัสได้ในหน้านี้ ข้อมูลที่แสดงบนหน้าจอมีชื่อโครงงาน และคำว่า PLEASE SCAN เพื่อบอกให้ผู้ใช้งานสแกนบัตรอาร์เอฟไอดี สีที่ใช้เป็นสีส้มเพราะว่าเป็นสีที่ดูน่าใช้งานและการออกแบบกราฟิกที่ดูเรียบๆ ทำให้ดูใช้งานง่ายและทำให้ชื่อโครงงานดูโดดเด่น ดังรูปที่ 3.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 การออกแบบและเพิ่มรูปภาพ

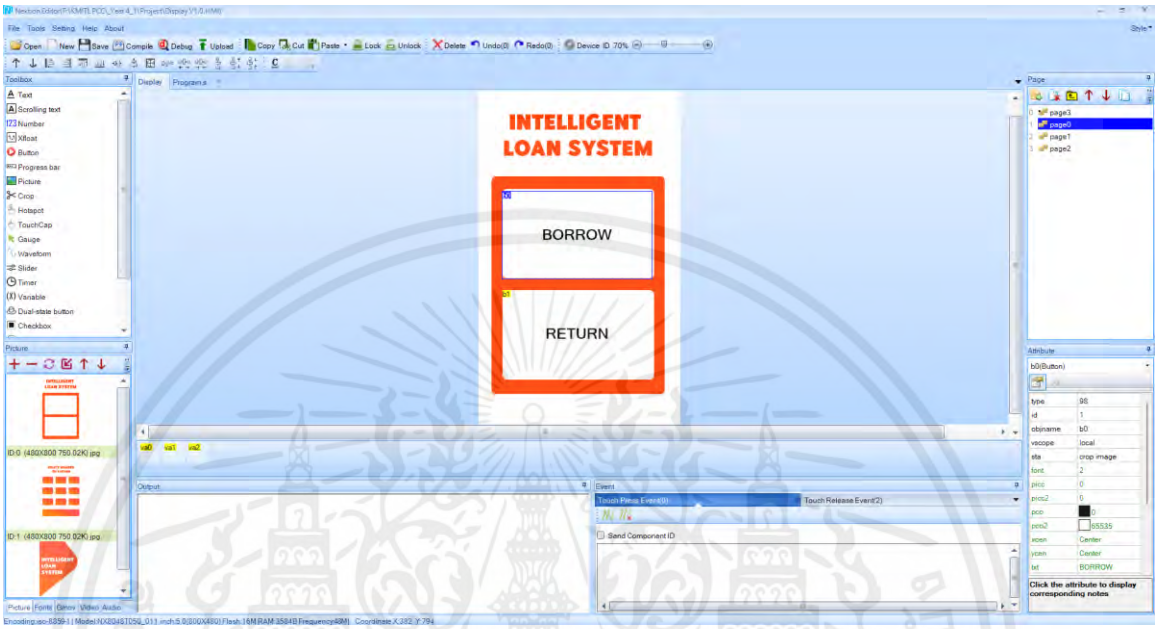
5) กดปุ่มเพิ่มหน้า ในที่นี้จะใช้งานทั้งหมด 4 หน้า ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 การเพิ่มหน้าจอที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

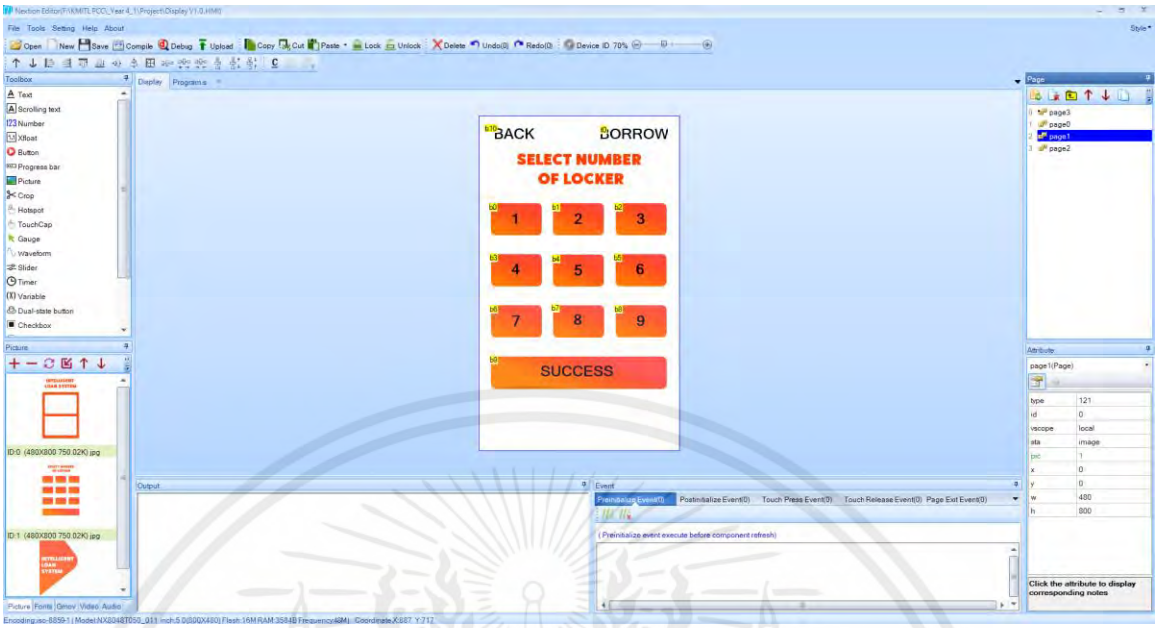
6) ในหน้าที่ 2 เลือกใช้คำสั่ง Button เพื่อรับคำสั่งการสัมผัสหน้าจอ ในที่นี้ใช้คำสั่ง Button b0 และ b1 เพื่อรับการสัมผัสเลือกการยืมของหรือการคืนของ ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 การเพิ่มคำสั่ง Button เลือกยืมหรือคืนของ

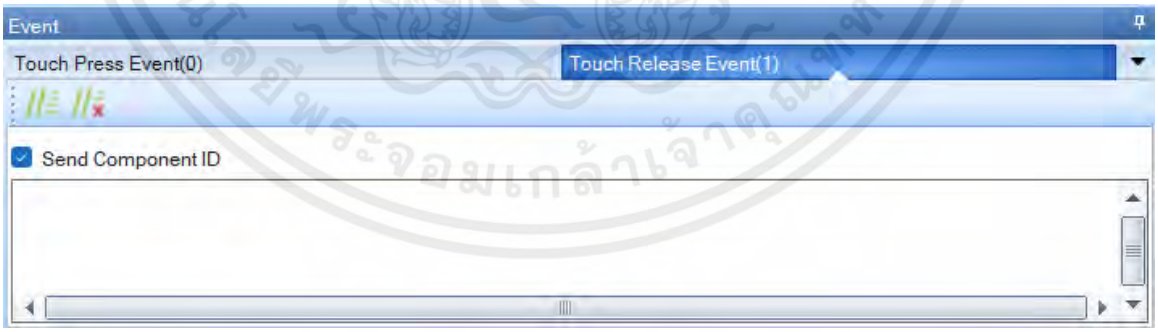
7) ในหน้าที่ 3 และหน้าที่ 4 จะมียูสเซอร์อินเตอร์เฟสที่คล้ายกันคือ การเลือกหมายเลขช่องที่ต้องการยืมหรือคืนของ ด้านบนสุดมีปุ่มย้อนกลับเพื่อกลับไปยังหน้าก่อนหน้า และมีชื่อหน้าคือ BORROW เพื่อบ่งบอกว่าหน้านี้คือหน้าจอในการเลือกยืมของ ถัดลงมาคือชื่อหัวข้อเลือกหมายเลขช่องล็อกเกอร์ มีทั้งหมด 9 หมายเลข และมีปุ่ม SUCCESS เพื่อเสร็จสิ้นการใช้งาน ดังรูปที่ 3.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 การเพิ่มคำสั่ง Button เลือกหมายเลขช่องเก็บของ

8) คลิกที่คำสั่ง Button ของทุกคำสั่ง จากนั้นเลือก Touch Release Event เพื่อให้คำสั่งทำงานหลังจากสัมผัสหน้าจอ หากเลือก Touch Press Event คำสั่งจะทำงานหลังจากปล่อยการนิ้วจากการสัมผัสหน้าจอ คลิกเครื่องหมายถูกที่ Send Component ID เพื่อให้หน้าจอสัมผัสส่งเลขฐานสิบหกไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 การส่งเลขฐานสิบหกไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

9) ไปที่ File > TFT file output จากนั้นเลือกบันทึกไฟล์ไปยังเอสดีการ์ดเพื่อนำไฟล์ไปอัพโหลดใส่หน้าจอสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองระบบยืมของอัจฉริยะซึ่งมีหัวข้อการทดลองประกอบไปด้วยการทดลองสแกนบัตรอาร์เอฟไอดี (RFID Card) ทดลองสแกนแท็กเอ็นเอฟซี (NFC Tag) และการทดลองส่งแจ้งเตือนบนแอพพลิเคชันไลน์ (Application LINE)

4.1 การทดลองสแกนบัตรอาร์เอฟไอดี

อาร์เอฟไอดีโมดูล คือตัวอ่านบัตรที่มีเลขฐานสิบเทียบกับโค้ดที่เขียนไว้ โดยการนำบัตรมาแตะหรือนำมาให้อยู่ใกล้กับอาร์เอฟไอดีโมดูล (RFID Module) ที่ติดอยู่ที่ตู้คอนโทรล หลังจากสแกนเสร็จสมบูรณ์ก็จะส่งเลขฐานสิบไปเทียบกับโค้ดในโหนดเอ็มซียูอีเอสพี 8266 (Node MCU ESP 8266) หากเลขฐานสิบตรงกับข้อมูลที่เขียนไว้จะส่งรายชื่อที่กำหนดไว้ที่บัตรไปยังกูเกิลชีต (Google Sheet) และแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์

4.1.1 วิธีการทดลองสแกนบัตรอาร์เอฟไอดี

1) เสียบปลั๊กและเปิดสวิตช์เพื่อเปิดเครื่อง
2) ต่อแหล่งจ่าย 5 โวลต์ เป็นไฟเลี้ยงให้บอร์ดอีเอสพี 8266
3) ต่อสายอาร์เอฟไอดีโมดูลเข้ากับบอร์ดอีเอสพี 8266
4) ทดลองสแกนบัตรอาร์เอฟไอดี 5 ใบ โดยมีรายชื่อบัตรละ 1 คน รวมทั้งหมด 5 คน
5) ทดลองสแกนบัตรอาร์เอฟไอดี ใบละ 5 ครั้ง จำนวน 5 ใบ รวมทั้งหมด 25 ครั้ง
6) บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.1

การคำนวณเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดในตารางที่ 4.1

$$\%\ \text{ค่าความผิดพลาด} = \frac{\left|\text{จำนวนครั้งที่ทดลองทั้งหมด} - \text{จำนวนครั้งที่สแกน}\right|}{\text{จำนวนครั้งที่ทดลองทั้งหมด}} \times 100 \qquad (4.1)$$

นำผลการทดลองที่ได้ไปหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากสมการที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการทดลองสแกนบัตรอาร์เอฟไอดี

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองสแกนบัตรอาร์เอฟไอดี

หมายเลขบัตร	การสแกนบัตรอาร์เอฟไอดี					ความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
บัตรใบที่ 1	✓	✓	✓	✓	✓	0
บัตรใบที่ 2	✓	✓	✓	✓	✓	0
บัตรใบที่ 3	✓	✓	✓	✓	✓	0
บัตรใบที่ 4	✓	✓	✓	✓	✓	0
บัตรใบที่ 5	✓	✓	✓	✓	✓	0

หมายเหตุ : ✓ หมายถึง ทำงานได้เป็นปกติ

จากผลการทดลองตารางที่ 4.1 พบว่าการสแกนบัตรอาเอฟไอดี ทั้ง 5 ใบ ใบละ 5 ครั้ง แสดงดังรูปที่ 4.1 สามารถแสดงรายชื่อได้ตามที่กำหนดโดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ 0 เปอร์เซ็นต์

รูปที่ 4.1 การทดลองสแกนบัตรอาร์เอฟไอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองตรวจเช็คอุปกรณ์ด้วยเอ็นเอฟซี

เอ็นเอฟซีจะทำงานคล้ายๆ อาร์เอฟไอดีคือ นำแท็กเอ็นเอฟซีมาสแกนที่โมดูลอาร์เอฟไอดีจะส่งคลื่นความถี่ 13.56 เมกกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นความถี่เดียวกับบัตรอาร์เอฟไอดี หลังจากสแกนเสร็จจะส่งข้อมูลไปเก็บยังกูเกิลชีต และส่งแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์

4.2.1 วิธีการทดลองตรวจเช็คอุปกรณ์ด้วยเอ็นเอฟซี

1) เสียบปลั๊กและเปิดสวิตช์เพื่อเปิดเครื่อง

2) ต่อแหล่งจ่าย 5 โวลต์ เป็นไฟเลี้ยงให้บอร์ดอีเอสพี 8266

3) ทดลองสแกนแท็กเอ็นเอฟซี 5 อัน โดยแท็กเอ็นเอฟซี 1 อัน คือ 1 อุปกรณ์ รวมทั้งหมด 5 อุปกรณ์

4) ทดลองสแกนเอ็นเอฟซี อันละ 5 ครั้ง จำนวน 5 อัน รวมทั้งหมด 25 ครั้ง

5) บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.2

การคำนวณเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในตารางที่ 4.2

$$\% \text{ ค่าความผิดพลาด} = \frac{\left|\text{จำนวนครั้งที่ทดลองทั้งหมด} - \text{จำนวนครั้งที่สแกน}\right|}{\text{จำนวนครั้งที่ทดลองทั้งหมด}} \times 100 \qquad (4.2)$$

นำผลการทดลองที่ได้ไปหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากสมการที่ 4.2

4.2.2 ผลการทดลองตรวจเช็คอุปกรณ์ด้วยเอ็นเอฟซี

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองตรวจเช็คอุปกรณ์ด้วยเอ็นเอฟซี

หมายเลขเอ็นเอฟซี	การตรวจเช็คอุปกรณ์ด้วยเอ็นเอฟซี					ความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
เอ็นเอฟซี อันที่ 1	✓	✓	✓	✓	✓	0
เอ็นเอฟซี อันที่ 2	✓	✓	✓	✓	✓	0
เอ็นเอฟซี อันที่ 3	✓	✓	✓	✓	✓	0
เอ็นเอฟซี อันที่ 4	✓	✓	✓	✓	✓	0
เอ็นเอฟซี อันที่ 5	✓	✓	✓	✓	✓	0

หมายเหตุ : ✓ หมายถึง ทำงานได้เป็นปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกผลการทดลองตารางที่ 4.2 พบว่าการสแกนแท็กเอ็นเอฟซี ทั้ง 5 อัน อันละ 5 ครั้ง แสดงดังรูปที่ 4.2 สามารถแสดงอุปกรณ์ได้ตามที่กำหนดไว้ที่แท็กแต่ละอันโดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ 0 เปอร์เซ็นต์

รูปที่ 4.2 การทดลองตรวจเช็คอุปกรณ์ด้วยเอ็นเอฟซี

4.3 การทดลองส่งแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์และตรวจสอบความถูกต้องของรายชื่อสมาชิกจากบัตรอาร์เอฟไอดีและชื่ออุปกรณ์จากแท็กเอ็นเอฟซี

การสแกนบัตรอาร์เอฟไอดี และ แท็กเอ็นเอฟซี นั้นจะส่งผลการสแกนไปยังแอพพลิเคชันไลน์โดยผลของบัตรอาร์เอฟไอดี จะเป็นรายชื่อของสมาชิก โดยบัตรแต่ละใบจะมีรายชื่อที่ไม่เหมือนกัน และในส่วนของแท็กเอ็นเอฟซี จะเป็นรายชื่ออุปกรณ์ของแท็กแต่ละอัน ซึ่งแต่ละอันก็จะมีชื่ออุปกรณ์ไม่ซ้ำเช่นกัน

4.3.1 วิธีการทดลองส่งแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์และตรวจสอบความถูกต้องของรายชื่อสมาชิกจากบัตรอาร์เอฟไอดีและชื่ออุปกรณ์จากแท็กเอ็นเอฟซี

1) เสียบปลั๊กและเปิดสวิตช์เพื่อเปิดเครื่อง

2) ต่อแหล่งจ่าย 5 โวลต์ เป็นไฟเลี้ยงให้บอร์ดอีเอสพี 8266

3) ตรวจสอบการแจ้งเตือนชื่อบุคคลที่สแกนบัตรอาร์เอฟไอดีและแท็กเอ็นเอฟซีผ่านกลุ่มไลน์ Intelligent loan system

4) บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดในตารางที่ 4.3

$$\text{เปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาด} = \frac{|\text{จำนวนครั้งที่ทดลองทั้งหมด - จำนวนครั้งที่สแกน}|}{\text{จำนวนครั้งที่ทดลองทั้งหมด}} \times 100 \qquad (4.3)$$

นำผลการทดลองที่ได้ไปหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากสมการที่ 4.3

4.3.2 ผลการทดลองส่งแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์และตรวจสอบความถูกต้องของรายชื่อสมาชิกจากบัตรอาร์เอฟไอดีและชื่ออุปกรณ์จากแท็กเอ็นเอฟซี

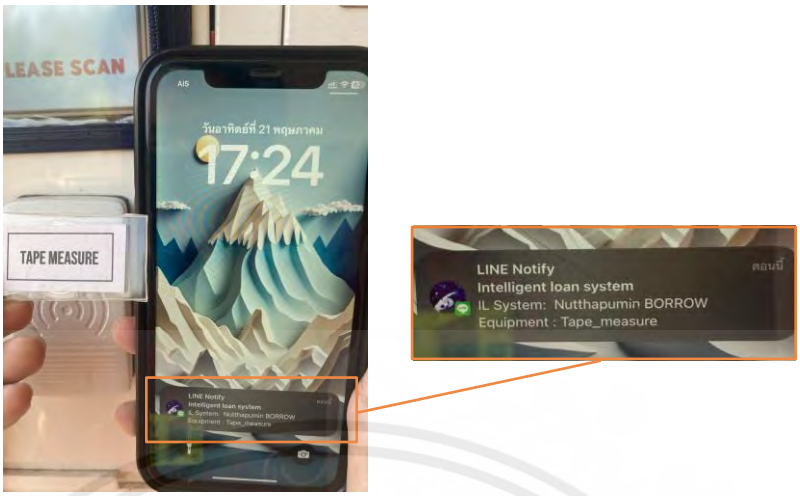
ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองส่งแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์และตรวจสอบความถูกต้องของรายชื่อสมาชิกจากบัตรอาร์เอฟไอดีและชื่ออุปกรณ์จากแท็กเอ็นเอฟซี

อุปกรณ์ที่สแกน	การส่งแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์					ความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
บัตรอาร์เอฟไอดี ใบที่ 1	✓	✓	✓	✓	✓	0
บัตรอาร์เอฟไอดี ใบที่ 2	✓	✓	✓	✓	✓	0
บัตรอาร์เอฟไอดี ใบที่ 3	✓	✓	✓	✓	✓	0
บัตรอาร์เอฟไอดี ใบที่ 4	✓	✓	✓	✓	✓	0
บัตรอาร์เอฟไอดี ใบที่ 5	✓	✓	✓	✓	✓	0
แท็กเอ็นเอฟซี อันที่ 1	✓	✓	✓	✓	✓	0
แท็กเอ็นเอฟซี อันที่ 2	✓	✓	✓	✓	✓	0
แท็กเอ็นเอฟซี อันที่ 3	✓	✓	✓	✓	✓	0
แท็กเอ็นเอฟซี อันที่ 4	✓	✓	✓	✓	✓	0
แท็กเอ็นเอฟซี อันที่ 5	✓	✓	✓	✓	✓	0

หมายเหตุ : ✓ หมายถึง ทำงานได้เป็นปกติ

จากผลการทดลองตารางที่ 4.3 พบว่าการสแกนแท็กเอ็นเอฟซี 5 อัน อันละ 5 ครั้ง และสแกนบัตรอาร์เอฟไอดี 5 ใบ ใบละ 5 ครั้ง แสดงดังรูปที่ 4.3 รายชื่อสมาชิกและชื่ออุปกรณ์มีความถูกต้องและสามารถส่งแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์ได้โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ 0 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 การทดลองส่งแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์

4.4 การทดลองวัดระยะการอ่านข้อมูลของโมดูลอาร์เอฟไอดี

โมดูลอ่านอาร์เอฟไอดี (RFID Reader) รับค่าตัวเลขฐานสิบจากบัตรอาร์เอฟไอดี โดยส่งข้อมูลผ่านสัญญาณวิทยุด้วยความถี่ 13.56 เมกกะเฮิรตซ์ การทดลองการอ่านข้อมูลของโมดูลอ่านอาร์เอฟไอดีเพิ่มระยะการอ่านบัตรเพิ่มขึ้นครั้งละ 0.5 เซนติเมตร เริ่มจากการอ่านบัตรในระยะใกล้สุด – ไกลสุดที่อ่านข้อมูลได้ โดยบัตรอาร์เอฟไอดีใบที่ 1 ชื่อกฤษฎายุทธิ์, บัตรอาร์เอฟไอดีใบที่ 2 ชื่อศุภวิชญ์, บัตรอาร์เอฟไอดีใบที่ 3 ชื่อณัฐพงษ์, บัตรอาร์เอฟไอดีใบที่ 4 ชื่อณัฐภูมินทร์, บัตรอาร์เอฟไอดีใบที่ 5 ชื่อธีรวุฒิ

4.4.1 วิธีการทดลองวัดระยะการอ่านข้อมูลของโมดูลอาร์เอฟไอดี

1) เสียบปลั๊กและเปิดสวิตช์เพื่อเปิดเครื่อง
2) นำบัตรอาร์เอฟไอดีแตะที่โมดูลอาร์เอฟไอดี และเพิ่มระยะห่างครั้งละ 0.5 เซนติเมตร
3) บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.4

4.4.2 ผลการทดลองวัดระยะการอ่านข้อมูลของโมดูลอาร์เอฟไอดี

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองระยะการอ่านข้อมูลของโมดูลอาร์เอฟไอดี

หมายเลขบัตร	ครั้งที่	ระยะการอ่านข้อมูล (เซนติเมตร)								
		0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
บัตรอาร์เอฟไอดี ใบที่ 1 (กฤษฎายุทธิ์)	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองระยะการอ่านข้อมูลของโมดูลอาร์เอฟไอดี (ต่อ)

หมายเลขบัตร	ครั้งที่	ระยะการอ่านข้อมูล (เซนติเมตร)								
		0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
บัตรอาร์เอฟไอดี ใบที่ 1 (กฤษฎายุทธิ์)	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
บัตรอาร์เอฟไอดี ใบที่ 2 (ศุภวิชญ์)	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
บัตรอาร์เอฟไอดี ใบที่ 3 (ณัฐพงษ์)	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
บัตรอาร์เอฟไอดี ใบที่ 4 (ณัฐภูมินทร์)	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
บัตรอาร์เอฟไอดี ใบที่ 5 (ธีรวุฒิ)	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗

หมายเหตุ : ✓ หมายถึง ทำงานได้เป็นปกติ

✗ หมายถึง ไม่สามารถทำงานได้

จากผลการทดลองตารางที่ 4.4 พบว่าการสแกนบัตรอาร์เอฟไอดี 5 ใบ โดยเพิ่มระยะห่างการสแกนครั้งล่ะ 0.5 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 4.4 ในระยะ 0-3 เซนติเมตรบัตรอาร์เอฟไอดีทุกใบสามารถทำงานได้ปกติ ที่ระยะห่าง 3.5 เซนติเมตร บัตรอาร์เอฟไอดีใบที่ 1-3 สามารถทำงานได้ปกติ ส่วนบัตรอาร์เอฟไอดีใบที่ 4 และ 5 ไม่สามารถทำงานได้ และไม่สามารถสแกนได้ในระยะ 4 เซนติเมตรขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 ระยะการอ่านข้อมูลของโมดูลอาร์เอฟไอดี

4.5 การทดลองระยะเวลาสำรองไฟของแบตเตอรี่สำรอง

การสำรองไฟของแบตเตอรี่ ใช้แบตเตอรี่ลิเธียม ไอออน (Lithium Ion Battery) 18650 ต่ออนุกรม 3 ก้อน โดย 1 ก้อนจะมีแรงดันขณะแบตเตอรี่เต็มประจุอยู่ที่ 4.2 โวลต์ 2300 มิลลิแอมป์ต่อชั่วโมง เมื่อนำแบตเตอรี่มาต่ออนุกรมจะได้แรงดัน 12.6 โวลต์ ความจุเท่าเดิมเนื่องจากต่ออนุกรมกัน แบตเตอรี่สำรองใช้เพื่อสำรองไฟเมื่อเกิดเหตุไฟตกหรือไฟดับ ซึ่งอาจจะมีการใช้งานอุปกรณ์ที่จำเป็นในขณะที่ไฟดับ

4.5.1 วิธีการทดลองระยะเวลาสำรองไฟของแบตเตอรี่สำรอง

1) ถอดปลั๊กและเปิดสวิตช์เพื่อเปิดเครื่อง
2) ต่อทุกวงจรเข้ากับแบตเตอรี่
3) บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.5

การหาระยะเวลาการใช้งานแบตเตอรี่ ดังสมการที่ 4.4

$$\text{ระยะเวลาการใช้งานแบตเตอรี่ (ชั่วโมง)} = \frac{\text{ความจุแบตเตอรี่}}{\text{I} \times 1000} \qquad (4.4)$$

แบตเตอรี่ที่ใช้งานคือแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน 18650 12 โวลต์ 2300 มิลลิแอมป์ต่อชั่วโมง เมื่อคำนวณระยะเวลาการใช้งานแบตเตอรี่ จะได้ว่า

$$\text{ระยะเวลาการใช้งานแบตเตอรี่ (ชั่วโมง)} = \frac{2300\ mAh}{1\ \times 1000}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการคำนวณจะได้ระยะเวลาการใช้งานแบตเตอรี่เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที

4.5.2 ผลการทดลองระยะเวลาสำรองไฟของแบตเตอรี่สำรอง

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองระยะเวลาสำรองไฟของแบตเตอรี่สำรอง

การสำรองไฟ	ระยะเวลาสำรองไฟครั้งที่ (ชั่วโมง)					ระยะเวลาเฉลี่ย (ชั่วโมง)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
แบตเตอรี่	1.54	2.00	1.55	1.50	2.10	1.57

จากผลการทดลองตารางที่ 4.5 พบว่าแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อชาร์จเต็มสามารถสำรองไฟได้เฉลี่ย 1 ชั่วโมง 57 นาที จากทดลอง 5 ครั้ง แสดงดังรูปที่ 4.5 มีค่าคลาดเคลื่อนจากการคำนวณอยู่ที่ 22 เปอร์เซ็นต์ โดยระหว่างใช้แหล่งจ่ายจากแบตเตอรี่ สามารถใช้งานระบบยืมของอัจฉริยะได้อย่างปกติ

รูปที่ 4.5 การใช้งานระบบยืมของอัจฉริยะขณะไฟดับ

4.6 การทดลองระยะเวลาการแจ้งเตือนแอพพลิเคชันไลน์หลังสแกนแท็กเอ็นเอฟซี

บอร์ดอีเอสพี 8266 จะรับค่าข้อมูลจากการสแกนบัตรอาร์เอฟไอดี และแท็กเอ็นเอฟซี จากนั้นจะส่งแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์ โดยข้อความที่แจ้งเตือนคือ ชื่อของสมาชิกที่มีบัตร โดยบัตรแต่ละใบจะมีรายชื่อที่ไม่เหมือนกัน และในส่วนของแท็กเอ็นเอฟซี จะเป็นรายชื่ออุปกรณ์ของแท็กแต่ละอัน ซึ่งแต่ละอันจะมีชื่ออุปกรณ์ไม่ซ้ำกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.1 วิธีการทดลองระยะเวลาการแจ้งเตือนแอพพลิเคชันไลน์หลังสแกนแท็กเอ็นเอฟซี

1) เสียบปลั๊กและเปิดสวิตช์เพื่อเปิดเครื่อง

2) ต่อแหล่งจ่าย 5 โวลต์ เป็นไฟเลี้ยงให้บอร์ดอีเอสพี 8266

3) สแกนแท็กเอ็นเอฟซี จากนั้นจับเวลารอจนกว่ามีแจ้งเตือนมายังแอพพลิเคชันไลน์

4) บันทึกผลการทดลองระยะเวลาหลังจากสแกนแท็กเอ็นเอฟซี และมีแจ้งเตือนเข้าแอพพลิเคชันไลน์ ลงในตารางที่ 4.6

การหาระยะเวลาเฉลี่ย ดังสมการที่ 4.5

$$\text{ระยะเวลาเฉลี่ย} = \frac{\text{ผลรวมเวลาทั้งหมด}}{\text{จำนวนครั้งทั้งหมดที่ทดลอง}} \quad (4.5)$$

นำผลการทดลองที่ได้ไปหาระยะเวลาเฉลี่ยจากสมการที่ 4.5

4.6.2 ผลการทดลองระยะเวลาการแจ้งเตือนแอพพลิเคชันไลน์หลังสแกนแท็กเอ็นเอฟซี

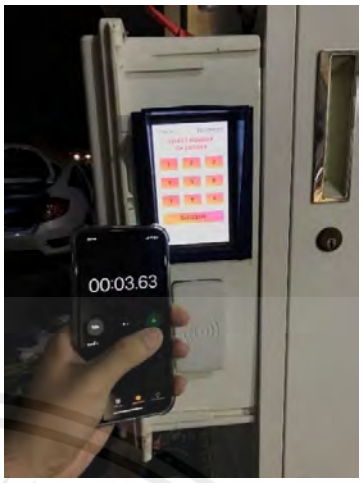
ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองระยะเวลาการแจ้งเตือนแอพพลิเคชันไลน์หลังสแกนแท็กเอ็นเอฟซี

หมายเลขบัตร	ระยะเวลาการแจ้งเตือน (วินาที)					ระยะเวลาเฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
แท็กเอ็นเอฟซี อันที่ 1	4.25	3.50	3.31	3.40	3.13	3.51
แท็กเอ็นเอฟซี อันที่ 2	3.25	3.30	3.09	3.17	3.04	3.17
แท็กเอ็นเอฟซี อันที่ 3	3.32	3.34	3.09	3.58	3.20	3.30
แท็กเอ็นเอฟซี อันที่ 4	3.07	3.22	3.37	3.50	3.18	3.26
แท็กเอ็นเอฟซี อันที่ 5	3.65	3.00	3.42	3.21	3.77	3.41
แท็กเอ็นเอฟซี อันที่ 6	3.92	3.74	3.54	3.36	3.12	3.53
แท็กเอ็นเอฟซี อันที่ 7	3.35	3.45	3.40	3.27	3.33	3.36
แท็กเอ็นเอฟซี อันที่ 8	3.55	3.10	3.40	3.06	3.26	3.27
แท็กเอ็นเอฟซี อันที่ 9	3.10	3.89	3.55	3.33	3.16	3.40

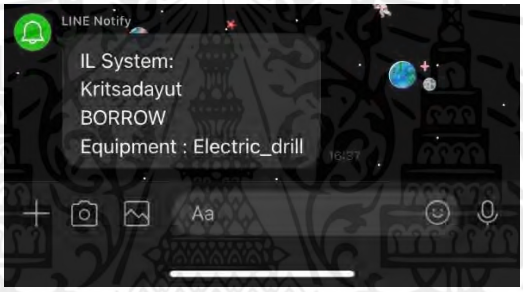
จากผลการทดลองตารางที่ 4.6 พบว่าการสแกนแท็กเอ็นเอฟซี ทั้ง 9 อัน อันละ 5 ครั้ง แสดงดังรูปที่ 4.6 สามารถส่งแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์ได้ใช้เวลาเฉลี่ยโดยประมาณ 3.35 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.6 การแจ้งเตือนบนแอพพลิเคชันไลน์
(ก) สแกนแท็กเอ็นเอฟซี (ข) จับเวลา (ค) ข้อความแจ้งเตือน

4.7 การทดลองการบันทึกภาพของอีเอสพี 32 แคม เมื่อเปิดและปิดช่องล็อเกอร์

จากการทดลองพบว่าบอร์ดอีเอสพี 32 แคม จะบันทึกภาพก็ต่อเมื่อมีการเปิดหรือปิดช่องล็อกเกอร์ และส่งรูปภาพไปยังแอพพลิเคชันไลน์

4.7.1 วิธีการทดลองการบันทึกภาพของอีเอสพี 32 แคม เมื่อเปิดและปิดช่องล็อกเกอร์

1) เสียบปลั๊กและเปิดสวิตช์เพื่อเปิดเครื่อง
2) ต่อแหล่งจ่าย 5 โวลต์ เป็นไฟเลี้ยงให้บอร์ดอีเอสพี 32 แคม
3) สแกนบัตรอาร์เอฟไอดีและแท็กเอ็นเอฟซีที่โมดูลอาร์เอฟไอดี
4) เปิด-ปิดช่องล็อกเกอร์และจับเวลารอจนกว่ามีรูปภาพส่งไปยังแอพพลิเคชันไลน์
5) บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.2 ผลการทดลองการบันทึกภาพของอีเอสพี 32 แคม เมื่อเปิดและปิดช่องล็อกเกอร์

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองการบันทึกภาพของอีเอสพี 32 แคม เมื่อเปิดและปิดช่องล็อกเกอร์

หมายเลขช่อง	การบันทึกภาพของอีเอสพี 32 แคม				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
ช่องที่ 1	✓	✓	✓	✓	✓
ช่องที่ 2	✓	✓	✓	✓	✓
ช่องที่ 3	✓	✓	✓	✓	✓
ช่องที่ 4	✓	✓	✓	✓	✓
ช่องที่ 5	✓	✓	✓	✓	✓
ช่องที่ 6	✓	✓	✓	✓	✓
ช่องที่ 7	✓	✓	✓	✓	✓
ช่องที่ 8	✓	✓	✓	✓	✓
ช่องที่ 9	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ : ✓ หมายถึง ทำงานได้เป็นปกติ

จากผลการทดลองตารางที่ 4.7 การบันทึกภาพของอีเอสพี 32 แคม เมื่อเปิดและปิดช่องล็อกเกอร์พบว่าการเปิดช่องล็อกเกอร์ 9 ช่อง ช่องละ 5 ครั้ง แสดงดังรูปที่ 4.7 สามารถบันทึกภาพ และส่งรูปภาพไปยังแอพพลิเคชันไลน์ได้

รูปที่ 4.7 ภาพจากอีเอสพี 32 แคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 การทดลองการเปิดช่องล็อกเกอร์หลังจากเลือกช่องจากหน้าจอสัมผัส

เมื่อกดเลือกช่องล็อกเกอร์สำหรับการเลือกยืมหรือคืนของ และการกดเลือกหมายเลขช่องล็อกเกอร์บนหน้าจอสัมผัสแล้ว หลังจากนั้นจะมีการส่งสัญญาณจากหน้าจอสัมผัสไปยังบอร์ดอาดุยโน่เมกะ 2560 เพื่อปลดล็อกช่องล็อกเกอร์ที่เลือก โดยการทดลองกดหมายเลขช่องล็อกเกอร์ 9 หมายเลข หมายเลขละ 5 ครั้ง

4.8.1 วิธีการทดลองการเปิดช่องล็อคเกอร์หลังจากเลือกช่องจากหน้าจอสัมผัส

1) เสียบปลั๊กและเปิดสวิตช์เพื่อเปิดเครื่อง

2) เลือกหมายเลขช่องล็อคเกอร์บนหน้าจอสัมผัส

3) บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.8

4.8.2 ผลการทดลองการเปิดช่องล็อคเกอร์หลังจากเลือกช่องจากหน้าจอสัมผัส

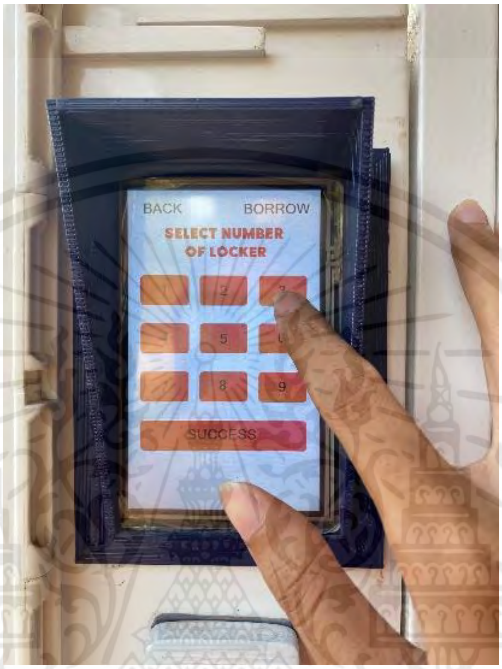
ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองการเปิดช่องล็อกเกอร์หลังจากเลือกช่องจากหน้าจอสัมผัส

หมายเลขช่อง	การเปิดช่องล็อกเกอร์หลังจากเลือกช่องจากหน้าจอสัมผัส				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
ช่องที่ 1	✓	✓	✓	✓	✓
ช่องที่ 2	✓	✓	✓	✓	✓
ช่องที่ 3	✓	✓	✓	✓	✓
ช่องที่ 1	✓	✓	✓	✓	✓
ช่องที่ 2	✓	✓	✓	✓	✓
ช่องที่ 3	✓	✓	✓	✓	✓
ช่องที่ 4	✓	✓	✓	✓	✓
ช่องที่ 5	✓	✓	✓	✓	✓
ช่องที่ 6	✓	✓	✓	✓	✓
ช่องที่ 7	✓	✓	✓	✓	✓
ช่องที่ 8	✓	✓	✓	✓	✓
ช่องที่ 9	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ : ✓ หมายถึง ทำงานได้เป็นปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองตารางที่ 4.8 การเปิดช่องล็อกเกอร์หลังจากเลือกช่องจากหน้าจอสัมผัส พบว่าเมื่อเลือกช่อง ล็อกเกอร์ที่ต้องการจากหน้าจอสัมผัส 9 หมายเลข หมายเลขละ 5 ครั้ง แสดงดังรูปที่ 4.8 สามารถเปิดใช้งานช่องล็อกเกอร์ทั้ง 9 ช่องได้



รูปที่ 4.8 การเปิดช่องล็อกเกอร์หลังจากเลือกช่องจากหน้าจอสัมผัส

4.9 การทดลองความถูกต้องของการติดดับของไฟแอลอีดีเมื่อมีการยืมของหรือคืนของ

หลอดไฟไพลอตแลมป์เป็นหลอดที่ใช้บอกสถานะของในตู้ล็อกเกอร์ หากมีการยืมของไฟแอลอีดีจะดับลงเพื่อแสดงสถานะของในช่องล็อกเกอร์ และไฟแอลอีดีจะติดขึ้นเมื่อมีการคืนของ

4.9.1 วิธีการทดลองความถูกต้องของการติดดับของไฟแอลอีดีเมื่อมีการยืมของหรือคืนของ

1) เสียบปลั๊กและสวิตซ์เพื่อเปิดเครื่อง

2) สแกนบัตรอาร์เอฟไอดีไปยังโมดูลอาร์เอฟไอดี 5 ใบโดยมีรายชื่อบัตรละ 1 คน รวมทั้งหมด 5 คน

3) กดบนหน้าจอสัมผัสเพื่อเลือกยืมหรือคืนของจำนวน 9 ช่อง ช่องล่ะ 5 ครั้ง

4) เปิดประตูช่องล็อกเกอร์ และนำแท็กเอ็นเอฟซีมาสแกนที่โมดูล

5) บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดดังสมการที่ 4.6

$$\% \text{ ค่าความผิดพลาด} = \frac{\left|\text{จำนวนครั้งที่ทดลองทั้งหมด} - \text{จำนวนครั้งที่ตอบสนอง}\right|}{\text{จำนวนครั้งที่ทดลองทั้งหมด}} \times 100 \quad (4.6)$$

นำผลการทดลองที่ได้ไปหาเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดจากสมการที่ 4.6

4.9.2 ผลการทดลองความถูกต้องของการติดดับของไฟแอลอีดีเมื่อมีการยืมของหรือคืนของ

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองความถูกต้องของการติดดับของไฟแอลอีดีเมื่อมีการยืมของหรือคืนของ

หมายเลขช่อง	การติดดับของไฟแอลอีดี					ความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
ช่องที่ 1	✓	✓	✓	✓	✓	0
ช่องที่ 2	✓	✓	✓	✓	✓	0
ช่องที่ 3	✓	✓	✓	✓	✓	0
ช่องที่ 4	✓	✓	✓	✓	✓	0
ช่องที่ 5	✓	✓	✓	✓	✓	0
ช่องที่ 6	✓	✓	✓	✓	✓	0
ช่องที่ 7	✓	✓	✓	✓	✓	0
ช่องที่ 8	✓	✓	✓	✓	✓	0
ช่องที่ 9	✓	✓	✓	✓	✓	0

หมายเหตุ : ✓ หมายถึง ทำงานได้เป็นปกติ

จากผลการทดลองตารางที่ 4.9 พบว่าเมื่อทดลองยืมของและคืนของ ทั้งหมด 9 ช่อง ช่องล่ะ 5 ครั้ง ไฟแอลอีดีสามารถแสดงสถานะได้โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ 0 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) ไฟแอลอีดีตอนคืนของ

(ข) ไฟแอลอีดีตอนยืมของ

รูปที่ 4.9 สถานะของไฟแอลอีดีขณะยืมของหรือคืนของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทสรุปและข้อเสนอแนะ ในบทนี้จะกล่าวถึงสรุปผลการทดลอง ปัญหาและอุปสรรคในการทำงานข้อเสนอแนะและวิธีการแก้ไขปัญหา

5.1 สรุปผลการทดลองระบบยืมของอัจฉริยะ

ระบบยืมของอัจฉริยะ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้บริการยืมเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งระบบยืมของอัจฉริยะได้ใช้บัตรอาร์เอฟไอดีเพื่อระบุตัวตนผู้ยืมและใช้แท็กเอ็นเอฟซีตรวจสอบอุปกรณ์ ซึ่งจากการทดลองสแกนบัตรอาร์เอฟไอดีและตรวจสอบแท็กเอ็นเอฟซี โดยการให้ผู้ใช้งานสามารถสแกนบัตรอาร์เอฟไอดีของตนเองเพื่อยืมและคืนอุปกรณ์ได้ โดยไม่มีความผิดพลาด ในส่วนของการแจ้งเตือนในแอพพลิเคชันไลน์และการเก็บข้อมูลสถานะการยืม-คืนอุปกรณ์ลงใน Google Sheets สามารถแสดงรายชื่อสมาชิกและชื่ออุปกรณ์ได้ตามที่กำหนดไว้โดยไม่มีข้อผิดพลาด และในส่วนการถ่ายรูปขณะผู้ใช้เปิดหรือปิดล็อกเกอร์ส่งให้ผู้ดูแลระบบ สามารถทำงานได้ทุกช่องไม่ว่าผู้ใช้จะยืม-คืนตู้ล็อกเกอร์ช่องใดก็ตาม โดยสรุปตู้ล็อกเกอร์อัจฉริยะสามารถทำงานได้ทุกช่องโดยไม่มีข้อผิดพลาด

5.1.1 สรุปผลการทดลองสแกนบัตรอาร์เอฟไอดี

การทดลองสแกนบัตรอาร์เอฟไอดีที่โมดูลสแกนอาร์เอฟไอดีจำนวน 5 ใบ ใบละ 5 ครั้ง โดยในบัตรแต่ละใบมีรายชื่อสมาชิกบัตรละ 1 คน พบว่าการสแกนบัตรอาร์เอฟไอดีสามารถแสดงรายชื่อได้ตามที่กำหนดไว้ที่บัตรแต่ละใบโดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ 0 เปอร์เซ็นต์

5.1.2 สรุปผลการทดลองตรวจเช็คอุปกรณ์ด้วยแท็กเอ็นเอฟซี

การทดลองตรวจเช็คอุปกรณ์ด้วยแท็กเอ็นเอฟซีโดยการสแกนแท็กเอ็นเอฟซีที่โมดูลสแกนอาร์เอฟไอดีจำนวน 5 อัน อันละ 5 ครั้ง ในแท็กเอ็นเอฟซีแต่ละอันมีชื่ออุปกรณ์ภายในตู้ อย่างละ 1 ชิ้น พบว่าสามารถแสดงอุปกรณ์ได้ตามที่กำหนดไว้ที่แท็กแต่ละอันโดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ 0 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 สรุปผลการทดลองส่งแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์และตรวจสอบความถูกต้องของรายชื่อสมาชิกจากบัตรอาร์เอฟไอดีและชื่ออุปกรณ์จากแท็กเอ็นเอฟซี

การทดลองการส่งแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์โดยการสแกนแท็กเอ็นเอฟซีและบัตรอาร์เอฟไอดีที่โมดูลสแกนอาร์เอฟไอดี อย่างล่ะ 5 ครั้ง พบว่ารายชื่อสมาชิกและชื่ออุปกรณ์มีความถูกต้องและสามารถส่งแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์ได้โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ 0 เปอร์เซ็นต์

5.1.4 สรุปผลการทดลองวัดระยะการอ่านข้อมูลของโมดูลอาร์เอฟไอดี

การทดลองการทดลองวัดระยะการอ่านข้อมูลของโมดูลอาร์เอฟไอดี โดยการสแกนบัตรอาร์เอฟไอดีที่โมดูลสแกนอาร์เอฟไอดีจำนวน 5 ใบ โดยเพิ่มระยะห่างการสแกนครั้งล่ะ 0.5 เซนติเมตร พบว่าในระยะ 0-3 เซนติเมตร บัตรอาร์เอฟไอดีทุกใบสามารถทำงานได้ปกติ ที่ระยะห่าง 3.5 เซนติเมตร บัตรอาร์เอฟไอดีใบที่ 1-3 สามารถทำงานได้ปกติ ส่วนบัตรอาร์เอฟไอดีใบที่ 4 และ 5 ไม่สามารถทำงานได้และไม่สามารถสแกนได้ในระยะ 4 เซนติเมตรขึ้นไป

5.1.5 สรุปผลการทดลองระยะเวลาสำรองไฟของแบตเตอรี่สำรอง

การทดลองระยะเวลาสำรองไฟของแบตเตอรี่สำรอง โดยการใช้แบตเตอรี่ลิเธียม ไอออน 18650 ต่ออนุกรมจำนวน 3 ก้อน เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงให้ตู้ล็อกเกอร์ พบว่าแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อชาร์จเต็มสามารถสำรองไฟได้เฉลี่ย 1 ชั่วโมง 57 นาที จากทดลอง 5 ครั้ง โดยระหว่างใช้แหล่งจ่ายจากแบตเตอรี่สามารถใช้งานระบบยืมของอัจฉริยะได้อย่างปกติ

5.1.6 สรุปผลการทดลองระยะเวลาการแจ้งเตือนแอพพลิเคชันไลน์หลังจากสแกนแท็กเอ็นเอฟซี

การทดลองระยะเวลาการแจ้งเตือนแอพพลิเคชันไลน์หลังจากสแกนแท็กเอ็นเอฟซีที่โมดูลสแกนอาร์เอฟไอดีทั้ง 9 อัน อันละ 5 ครั้ง พบว่าสามารถส่งแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชันไลน์ได้ ใช้เวลาเฉลี่ยโดยประมาณ 3.35 วินาที

5.1.7 สรุปผลการทดลองการบันทึกภาพของอีเอสพี 32 แคมเมื่อเปิดและปิดช่องล็อคเกอร์

การทดลองการบันทึกภาพของอีเอสพี 32 แคมเมื่อเปิดและปิดช่องล็อคเกอร์ โดยการเปิดและปิดประตูช่องล็อกเกอร์จำนวน 9 ช่อง ช่องล่ะ 5 ครั้ง พบว่าบอร์ดอีเอสพี 32 แคมจะบันทึกภาพเมื่อมีการเปิดหรือปิดช่องล็อคเกอร์ และส่งรูปภาพไปยังแอพลิเคชันไลน์

5.1.8 สรุปผลการทดลองการเปิดช่องล็อคเกอร์หลังจากเลือกช่องจากหน้าจอสัมผัส

การทดลองการเปิดช่องล็อกเกอร์หลังจากเลือกช่องจากหน้าจอสัมผัส โดยเลือกช่องล็อกเกอร์ที่ต้องการจากหน้าจอสัมผัส 9 หมายเลข หมายเลขละ 5 ครั้ง พบว่าสามารถเปิดใช้งานช่องล็อกเกอร์ทั้ง 9 ช่องได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.9 สรุปผลการทดลองความถูกต้องของการติดดับของไฟแอลอีดีเมื่อมีการยืมของหรือคืนของ

การทดลองความถูกต้องของการติดดับของไฟแอลอีดีเมื่อมีการยืมหรือคืนของ โดยทดลองยืมของและคืนของ ทั้งหมด 9 ช่อง ช่องละ 5 ครั้ง พบว่าไฟแอลอีดีสามารถแสดงสถานะได้โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ 0 เปอร์เซ็นต์

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1) ระยะเวลาการปลดล็อกช่องเก็บของไม่สอดคล้องกับการใช้งานเนื่องจากมีระยะการหน่วงเวลาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงทำให้ลดประสิทธิภาพการทำงานของระบบยืมของอัจฉริยะ

2) มีสัญญาณรบกวนจากกลอนไฟฟ้า ทำให้วงจรอาดุยโน่เมกะ 2560 ทำงานผิดเพี้ยนไปจากเดิม

3) เมื่อเปิด-ปิดช่องเก็บของ บอร์ดอีเอสพี 32 แคมบันทึกภาพและส่งไปยังแอพพลิเคชันไลน์หลายครั้ง

5.3 ข้อเสนอแนะและวิธีการแก้ปัญหา

1) ใช้ลิมิตสวิตซ์ช่วยในการปิด-เปิดช่องเก็บของ เมื่อกดหมายเลขปลดล็อกช่องเก็บของ ถ้าหากลิมิตสวิตซ์เปิด ให้กลอนไฟฟ้าหยุดทำงาน จะทำให้ใช้งานระบบยืมของอัจฉริยะได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2) นำคาปาซิสเตอร์มาต่อแบบไบอัสตรงและไดโอดต่อแบบไบอัสย้อนกลับ จะช่วยทำให้สัญญาณรบกวนลดลงได้

3) เขียนคำสั่งล้างข้อมูลที่ถูกเก็บซ้ำในหน่วยความจำหลังจากส่งรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] เดชฤทธิ์ มณีธรรม, **“คัมภีร์การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino”**, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2560.

[2] ผศ.อภิศักดิ์ พรหมฝาย, **“IoT เบื้องต้นบน Node MCU”**, กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2565.

[3] **“รีเลย์”** (Relay) (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: https://commandronestore.com, เข้าถึงครั้งสุดท้าย 9 ธันวาคม 2565.

[4] **“กลอนแม่เหล็กไฟฟ้า”** (Magnetic Lock) (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: https://www.arduitronics.com, เข้าถึงครั้งสุดท้าย 9 ธันวาคม 2565.

[5] **“ลิมิตสวิตซ์”** (Limit Switch) (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: https://commandronestore.com, เข้าถึงครั้งสุดท้าย 9 ธันวาคม 2565.

[6] **“บอร์ดบันทึกภาพอีเอสพี 32 แคม”** (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: https://media.digikey.com, เข้าถึงครั้งสุดท้าย 10 ธันวาคม 2565.

[7] **“หน้าจอสัมผัส”** (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: https://nextion.tech/basic-seriesintroduction, เข้าถึงครั้งสุดท้าย 10 ธันวาคม 2565.

[8] ปิยะ โควินท์ทวีวัฒน์, **“RFID ระบบบ่งชี้ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ”**, กรุงเทพฯ: ปิยะจีที, 2564.

[9] **“ไพลอตแลมป์”** (Pilot Lamp) (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: https://mall.factomart.com, เข้าถึงครั้งสุดท้าย 11 ธันวาคม 2565.

[10] **“สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย”** (Switching Power Supply) (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: https://www.thaiconverter.com, เข้าถึงครั้งสุดท้าย 11 ธันวาคม 2565.

[11] **“แท็กเอ็นเอฟซี”** (NFC Tag) (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: https://connextsystem.com/blog/nfc/what-are-nfc-tags/, เข้าถึงครั้งสุดท้าย 20 มกราคม 2566.

[12] พัชรณัฏฐ์ ปัทมานุรักษ์, จิรายุส เป็นมิตร และ ทิพย์มณฑา ผกาแก้ว. 2563. **“ตู้ล็อกเกอร์อัจฉริยะควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน”**. ใน:การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายสภาบันอุดมศึกษาภาคใต้ ครั้งที่ 5 6-7 กุมภาพันธ์ 2563. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช. หน้า 555-567

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[13] ยอดธง ไชยประสิทธิ์ และ ศุภกร ขำสม. 2562. **“ล็อกเกอร์ฝากของอัจฉริยะ”**. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบยืมของอัจฉริยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โค้ดการทำงานของระบบอาร์เอฟไอดี

```
#include <ESP8266WiFi.h> //เรียกใช้ไลบรารี่อีเอสพี 8266
#include <WiFiClientSecure.h> //
#include <SPI.h> //เรียกใช้ไลบรารี่การสื่อสารแบบอนุกรม
#include <RFID.h> //เรียกใช้ไลบรารี่อาร์เอฟไอดี
#include <TridentTD_LineNotify.h> //เรียกใช้ไลบรารี่การแจ้งเตือนแอพพลิเคชันไลน์
#define LINE_TOKEN "PoNQBp37XgRSp2Z7FB1ihBwI4N1R7oTIm5LAfN" //กำหนดไลน์โทเคน
#define ON_Board_LED D2 //กำหนดค่าคงที่ไฟสถานะบนบอร์ดอีเอสพี 8266
#define SS_PIN D4 //กำหนดค่าคงที่ SS PIN เท่ากับขา 4
#define RST_PIN D1 //กำหนดค่าคงที่ RST PIN เท่ากับขา 1
RFID rfid(SS_PIN, RST_PIN);  //ประกาศขาใช้งานอาร์เอฟไอดี

const char* ssid     = "----------------------";  //ประกาศไวไฟ
const char* password = "----------------------";

//---------------------------------------Host & httpsPort ----------------------------------------------------
const char* host = "script.google.com";
const int httpsPort = 443;
String GAS_ID =
"AKfycbyfS4NSKpBkyjgg17wbuFifI8syhcq1N18IRFuAb9J8L0MR1ZxYen9yu4Guwl_Fjv_X";
//ใส่ Script ID ของสเปรดชีต
WiFiClientSecure client;
//-----------------------------------------ตั้งค่าตัวแปร----------------------------------------------------
    int serNum0;
    int serNum1;
    int serNum2;
    int serNum3;
    int serNum4;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  int in    = D7;
  int sent = D8;
  int buz   = D0;
  int i;
  int stat[5]={0,0,0,0,0};
  //---------------------------------กำหนดชื่อผู้ใช้งานและชื่ออุปกรณ์-------------------------------------
  char list[5][50]={"Kritsadayut","Supawit","Nutthapumin","Natthapong","Thirawut"};
  char list1[9][50]={"Drill","Flashlight","Tape_measure","Hammer","Oscilloscope"};
 //-------------------------กำหนดตัวแปรเก็บค่าชื่อ สถานะ และชื่ออุปกรณ์-----------------------------
  String n ;
  String s ;
  String e ;
//-------------------------------------ติดตั้งการใช้งานเริ่มต้น-----------------------------------------
void setup(){
  Serial.begin(115200);
  delay(500);
  pinMode(buz, OUTPUT); //กำหนดขา buz เป็นเอาต์พุต
  pinMode(in, INPUT); //กำหนดขา in เป็นอินพุต
  pinMode(sent, OUTPUT); //กำหนดขา sent เป็นเอาต์พุต
  pinMode(ON_Board_LED,OUTPUT); //กำหนดขา ON_Board_LED เป็นเอาต์พุต
  digitalWrite(ON_Board_LED, HIGH);
  //-----------------------------------------------------------------------------------------------------
  SPI.begin();
  rfid.init();
  Serial.println(F("Read personal data on a MIFARE PICC:"));
  //------------------------------------- เชื่อมต่อไวไฟ ---------------------------------------------
   WiFi.begin(ssid, password);
   Serial.print("Connecting to ");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Serial.println();
    Serial.println(ssid);

    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        Serial.print(".");
        digitalWrite(ON_Board_LED, LOW);
        digitalWrite(buz, LOW);
        delay(250);
        digitalWrite(ON_Board_LED, HIGH);
        digitalWrite(buz, HIGH);
        delay(250);
        digitalWrite(buz, LOW);
    }
    digitalWrite(ON_Board_LED, HIGH);
    Serial.println("");
    Serial.println("Successfully connected to : ");
    Serial.println(ssid);
    Serial.println("IP address: \t ");
    Serial.println(WiFi.localIP());
    Serial.println();

    client.setInsecure();
    Serial.print("");
    //----------------------------------------------------------------------------------------------------------------
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//-----------------------------------------------เริ่มทำงานวนลูป-----------------------------------------------
void loop(){
    int check = 1;
    //Serial.println("Please Scan");
    if (rfid.isCard()) {  //ตรวจสอบเงื่อนไขเลขฐานสิบของการ์ดอาร์เอฟไอดี
        LINE.setToken(LINE_TOKEN); //กำหนดไลน์โทเคน
        while(check==1){
        if (rfid.readCardSerial()) {
                /* การ์ดใบใหม่จะแสดงเลขฐานสิบ. */
                //Serial.println(" ");
                Serial.println("Cardnumber:");
                Serial.print("Dec: ");
                Serial.print(rfid.serNum[0],DEC);
                Serial.print(", ");
                Serial.print(rfid.serNum[1],DEC);
                Serial.print(", ");
                Serial.print(rfid.serNum[2],DEC);
                Serial.print(", ");
                Serial.print(rfid.serNum[3],DEC);
                Serial.print(", ");
                Serial.print(rfid.serNum[4],DEC);
                Serial.println(" ");
//-----------------------------------------ข้อมูลผู้ใช้งานคนที่ 1-----------------------------------------------
          if(rfid.serNum[0]==136 && rfid.serNum[1]==4 && rfid.serNum[2]==21 &&
rfid.serNum[3]==145 && rfid.serNum[4]==8) {
            i = 0;
            buz_i();
            //digitalWrite(buz,1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          digitalWrite(sent,HIGH);
          delay(1000);
          digitalWrite(sent,LOW);
          Serial.println("1");
          if(stat[i]== 0){
           stat[i]= 1;
           n = list[i];
           s = "BORROW";
           //sendData(n,s,o);
         }else{
           stat[i]= 0;
           n = list[i];
           s = "RETURN";
           //sendData(n,s,o);
           //digitalWrite(sent,HIGH);
           //delay(1000);
           //digitalWrite(sent,LOW);
           //Serial.println("2");
            }
         }
//----------------------------------------ข้อมูลผู้ใช้งานคนที่ 2----------------------------------------------
         if(rfid.serNum[0]==117 && rfid.serNum[1]==130 && rfid.serNum[2]==56 &&
rfid.serNum[3]==33 && rfid.serNum[4]==238) {
          i = 1;
          buz_i();
          digitalWrite(sent,HIGH);
          delay(1000);
          digitalWrite(sent,LOW);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          Serial.println("1");
          if(stat[i]== 0){
           stat[i]= 1;
           n = list[i];
           s = "BORROW";
           //sendData(n,s,e);
         }else{
           stat[i]= 0;
           n = list[i];
           s = "RETURN";
           //sendData(n,s,e);
           }
         }
//-----------------------------------------ข้อมูลผู้ใช้งานคนที่ 3-----------------------------------------------------
          if(rfid.serNum[0]==80 && rfid.serNum[1]==223 && rfid.serNum[2]==188 &&
rfid.serNum[3]==26 && rfid.serNum[4]==41) {
          i = 2;
          buz_i();
          digitalWrite(sent,HIGH);
          delay(1000);
          digitalWrite(sent,LOW);
          Serial.println("1");
          if(stat[i]== 0){
           stat[i]= 1;
           n = list[i];
           s = "BORROW";
           //sendData(n,s,e);
         }else{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            stat[i]= 0;
            n = list[i];
            s = "BORROW1";
            //sendData(n,s,e);
            }
            }
//----------------------------------------ข้อมูลผู้ใช้งานคนที่ 4----------------------------------------------------
            if(rfid.serNum[0]==181 && rfid.serNum[1]==234 && rfid.serNum[2]==105 &&
rfid.serNum[3]==33 && rfid.serNum[4]==23) {
           i = 3;
           buz_i();
           digitalWrite(sent,HIGH);
           delay(1000);
           digitalWrite(sent,LOW);
           Serial.println("1");
           if(stat[i]== 0){
            stat[i]= 1;
            n = list[i];
            s = "BORROW";
            //sendData(n,s,e);
          }else{
            stat[i]= 0;
            n = list[i];
            s = "RETURN";
            //sendData(n,s,e);
            }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//-----------------------------------------ข้อมูลผู้ใช้งานคนที่ 5-----------------------------------------------------
        }else if(rfid.serNum[0]==101 && rfid.serNum[1]==42 && rfid.serNum[2]==71 &&
rfid.serNum[3]==33 && rfid.serNum[4]==41){
          i = 4;
          buz_i();
          digitalWrite(sent,HIGH);
          delay(1000);
          digitalWrite(sent,LOW);
          Serial.println("1");
        if(stat[i]== 0){
          stat[i]= 1;
          n = list[i];
          s = "BORROW";
          //sendData(n,s,e);
        }else{
          stat[i]= 0;
          n = list[i];
          s = "RETURN";
          //sendData(n,s,e);
         }
      }else{
      //buz_o();
      //Serial.println("No data");
      }
//-----------------------------------------ข้อมูลอุปกรณ์ที่ 1-----------------------------------------------------
       if(rfid.serNum[0]==136 && rfid.serNum[1]==4 && rfid.serNum[2]==129 &&
rfid.serNum[3]==53 && rfid.serNum[4]==56) {
          i = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          buz_i();
          //digitalWrite(sent,HIGH);
          if(stat[i]== 0){
           stat[i]= 1;
           e = list1[i];
           s = "BORROW";
           sendData(n,s,e);
         }else{
           stat[i]= 0;
           e = list1[i];
           s = "RETURN";
           sendData(o,s,e);
           //digitalWrite(sent,LOW);
           }
         }
//---------------------------------------ข้อมูลอุปกรณ์ที่ 2-----------------------------------------------
         if(rfid.serNum[0]==136 && rfid.serNum[1]==4 && rfid.serNum[2]==142 &&
rfid.serNum[3]==52 && rfid.serNum[4]==54) {
          i = 1;
          buz_i();
          //digitalWrite(sent,HIGH);
          if(stat[i]== 0){
           stat[i]= 1;
           e = list1[i];
           s = "BORROW";
           sendData(n,s,e);
         }else{
           stat[i]= 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            e = list1[i];
            s = "RETURN";
            sendData(n,s,e);
            //digitalWrite(sent,LOW);
            }
          }
//-----------------------------------------ข้อมูลอุปกรณ์ที่ 3-----------------------------------------------
            if(rfid.serNum[0]==136 && rfid.serNum[1]==4 && rfid.serNum[2]==145 &&
rfid.serNum[3]==54 && rfid.serNum[4]==43) {
            i = 2;
            buz_i();
            //digitalWrite(sent,HIGH);
            if(stat[i]== 0){
            stat[i]= 1;
            e = list1[i];
            s = "BORROW";
            sendData(n,s,e);
          }else{
            stat[i]= 0;
            e = list1[i];
            s = "RETURN";
            sendData(n,s,e);
            //digitalWrite(sent,LOW);
            }
            }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//-----------------------------------------ข้อมูลอุปกรณ์ที่ 4-----------------------------------------------
            if(rfid.serNum[0]==136 && rfid.serNum[1]==4 && rfid.serNum[2]==121 &&
rfid.serNum[3]==53 && rfid.serNum[4]==192) {
            i = 3;
            buz_i();
            //digitalWrite(sent,HIGH);
            if(stat[i]== 0){
             stat[i]= 1;
             e = list1[i];
             s = "BORROW";
             sendData(n,s,e);
           }else{
             stat[i]= 0;
             e = list1[i];
             s = "RETURN";
             sendData(n,s,e);
            //digitalWrite(sent,LOW);
             }
//-----------------------------------------ข้อมูลอุปกรณ์ที่ 5-----------------------------------------------
            }else if(rfid.serNum[0]==136 && rfid.serNum[1]==4 && rfid.serNum[2]==137 &&
rfid.serNum[3]==53 && rfid.serNum[4]==48){
            i = 4;
            buz_i();
            //digitalWrite(sent,HIGH);
           if(stat[i]== 0){
            stat[i]= 1;
            e = list1[i];
            s = "BORROW";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            sendData(n,s,e);
          }else{
            stat[i]= 0;
            e = list1[i];
            s = "RETURN";
            sendData(n,s,e);
            //digitalWrite(sent,LOW);
           }
        }else{
        //buz_o();
        //Serial.println("No data");
        }
      }
    check = 0;
    }
rfid.halt();
}
delay(250);
}
//------------------------- ส่งข้อมูลไปยังแอพพลิเคชันไลน์และฐานข้อมูลกูเกิลชีต -------------------------
void sendData(String value,String value2,String value3) {
  Serial.println("==========");
  Serial.print("connecting to ");
  Serial.println(host);
  if (!client.connect(host, httpsPort)) {
    Serial.println("connection failed");
    return;
  }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  String string1 = value; //เก็บค่า value ในตัวแปร string1
  String string2 = value2; //เก็บค่า value2 ในตัวแปร string2
  String string3 = value3; //เก็บค่า value3 ในตัวแปร string3
  String url = "/macros/s/" + GAS_ID + "/exec?name=" + string1 + "&stat=" + string2 +
"&e=" + string3 ; //  4 variables //เก็บค่า url ในตัวแปรชนิด String
//------------------------แสดงข้อมูลชื่อผู้ใช้และชื่ออุปกรณ์บนซีเรียลมอนิเตอร์------------------------------
  Serial.print("requesting URL: ");
  Serial.println(url);
  Serial.println(string1);
  Serial.println(string2);
  Serial.println(string3);
 //-----------------------------------------------------------------------------------------------------------
 client.print(String("GET ") + url + " HTTP/1.1\r\n" +
         "Host: " + host + "\r\n" +
         "User-Agent: BuildFailureDetectorESP8266\r\n" +
         "Connection: close\r\n\r\n");
  Serial.println("request sent");
  while (client.connected()) {
    String line = client.readStringUntil('\n');
    if (line == "\r") {
      Serial.println("headers received");
      break;
    }
  }
  String line = client.readStringUntil('\n');
  if (line.startsWith("{\"state\":\"success\"")) {
    Serial.println("esp8266/Arduino CI successfull!");
  } else {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Serial.println("esp8266/Arduino CI has failed");
  }
  Serial.print("reply was : ");
  Serial.println(line);
  Serial.println("closing connection");
  Serial.println("==========");
}
//-------------------------------ฟังก์ชันการทำงานของลำโพงบัสเซอร์----------------------------------------
void buz_i(){
  digitalWrite(buz,HIGH);
  delay(150);
  digitalWrite(buz,LOW);
  delay(50);
  digitalWrite(buz,HIGH);
  delay(150);
  digitalWrite(buz,LOW);
  delay(50);
  //digitalWrite(buz,HIGH);
  //delay(300);
  //digitalWrite(buz,LOW);
  //delay(850);
  }
  void buz_o(){
  digitalWrite(buz,HIGH);
  delay(800);
  digitalWrite(buz,LOW);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โค้ดการทำงานของระบบปลดล็อกช่องเก็บของจากหน้าจอสัมผัส

```
#include <Nextion.h> //เรียกใช้งานไลบรารี่หน้าจอสัมผัส
int sw = 22; //ประกาศตัวแปร sw เท่ากับขา 22
int rx = 24; //ประกาศตัวแปร rx เท่ากับขา 24
int val = 0; //ประกาศตัวแปร val ให้มีค่าเท่ากับ 0
boolean startTimer = false; //ประกาศตัวแปร startTimer ให้มีค่าเท่ากับ false
const int relay1 = 45; //ประกาศตัวแปร relay1 เท่ากับขา 45
const int relay2 = 46; //ประกาศตัวแปร relay2 เท่ากับขา 46
const int relay3 = 47; //ประกาศตัวแปร relay3 เท่ากับขา 47
const int relay4 = 48; //ประกาศตัวแปร relay4 เท่ากับขา 48
const int relay5 = 49; //ประกาศตัวแปร relay5 เท่ากับขา 49
const int relay6 = 50; //ประกาศตัวแปร relay6 เท่ากับขา 50
const int relay7 = 51; //ประกาศตัวแปร relay7 เท่ากับขา 51
const int relay8 = 52; //ประกาศตัวแปร relay8 เท่ากับขา 52
const int relay9 = 53; //ประกาศตัวแปร relay9 เท่ากับขา 53

const int LED1 = 2; //ประกาศตัวแปร LED1 เท่ากับขา 2
const int LED2 = 3; //ประกาศตัวแปร LED2 เท่ากับขา 3
const int LED3 = 4; //ประกาศตัวแปร LED3 เท่ากับขา 4
const int LED4 = 5; //ประกาศตัวแปร LED4 เท่ากับขา 5
const int LED5 = 6; //ประกาศตัวแปร LED5 เท่ากับขา 6
const int LED6 = 7; //ประกาศตัวแปร LED6 เท่ากับขา 7
const int LED7 = 8; //ประกาศตัวแปร LED7 เท่ากับขา 8
const int LED8 = 9; //ประกาศตัวแปร LED8 เท่ากับขา 9
const int LED9 = 10; //ประกาศตัวแปร LED9 เท่ากับขา 10

NexPage page0    = NexPage(0, 0, "page0"); //กำหนดค่าคงที่ page0
NexPage page1    = NexPage(1, 0, "page1"); //กำหนดค่าคงที่ page1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
NexPage page2    = NexPage(2, 0, "page2"); //กำหนดค่าคงที่ page2
NexPage page3    = NexPage(3, 0, "page3"); //กำหนดค่าคงที่ page3
//Declare your Nextion objects , pageid, component id., component name
//-----------------------------------------------หน้าหลัก-----------------------------------------------------
NexButton b0m = NexButton(0,2,"b0");
//-------------------------------------หน้าเลือกยืมหรือคืน-----------------------------------------------------
NexButton b0s = NexButton(1,1,"b0");
NexButton b1s = NexButton(1,2,"b1");
//-----------------------------------------------หน้ายืม-----------------------------------------------------
NexButton b0 = NexButton(2,1,"b0");
NexButton b1 = NexButton(2,2,"b1");
NexButton b2 = NexButton(2,3,"b2");
NexButton b3 = NexButton(2,4,"b3");
NexButton b4 = NexButton(2,5,"b4");
NexButton b5 = NexButton(2,6,"b5");
NexButton b6 = NexButton(2,7,"b6");
NexButton b7 = NexButton(2,8,"b7");
NexButton b8 = NexButton(2,9,"b8");
//-----------------------------------------------หน้าคืน-----------------------------------------------------
NexButton b0p2 = NexButton(3,1,"b0");
NexButton b1p2 = NexButton(3,2,"b1");
NexButton b2p2 = NexButton(3,3,"b2");
NexButton b3p2 = NexButton(3,4,"b3");
NexButton b4p2 = NexButton(3,5,"b4");
NexButton b5p2 = NexButton(3,6,"b5");
NexButton b6p2 = NexButton(3,7,"b6");
NexButton b7p2 = NexButton(3,8,"b7");
NexButton b8p2 = NexButton(3,9,"b8");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
NexTouch *nex_listen_list[] = {
  &b0m,
  &b0s,
  &b1s,
  &b0,
  &b1,
  &b2,
  &b3,
  &b4,
  &b5,
  &b6,
  &b7,
  &b8,
  &b0p2,
  &b1p2,
  &b2p2,
  &b3p2,
  &b4p2,
  &b5p2,
  &b6p2,
  &b7p2,
  &b8p2,
  NULL
};

//Button b0 component popcallback function
// When ON button is Released the LED turns ON and the state text changes
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//-------------------------ฟังก์ชันการสัมผัสหน้าจอตำแหน่ง b0----------------------------------------
void b0PopCallback(void *ptr){
  digitalWrite(relay1,HIGH); //ให้ relay1 เป็นสถานะ HIGH
  WriteLED1(); //ให้ฟังก์ชัน WriteLED1 ทำงาน
  delay(5000); //หน่วงเวลา 5 วินาที
  digitalWrite(relay1,LOW); //ให้ relay1 เป็นสถานะ LOW
}
//-------------------------ฟังก์ชันการสัมผัสหน้าจอตำแหน่ง b1----------------------------------------
void b1PopCallback(void *ptr){
  digitalWrite(relay2,HIGH); //ให้ relay2 เป็นสถานะ HIGH
  WriteLED2(); //ให้ฟังก์ชัน WriteLED2 ทำงาน
  delay(5000); //หน่วงเวลา 5 วินาที
  digitalWrite(relay2,LOW); //ให้ relay2 เป็นสถานะ LOW
}
//-------------------------ฟังก์ชันการสัมผัสหน้าจอตำแหน่ง b2----------------------------------------
void b2PopCallback(void *ptr){
  digitalWrite(relay3,HIGH); //ให้ relay3 เป็นสถานะ HIGH
  WriteLED3(); //ให้ฟังก์ชัน WriteLED3 ทำงาน
  delay(5000); //หน่วงเวลา 5 วินาที
  digitalWrite(relay3,LOW); //ให้ relay3 เป็นสถานะ LOW
}
//-------------------------ฟังก์ชันการสัมผัสหน้าจอตำแหน่ง b3----------------------------------------
void b3PopCallback(void *ptr){
  digitalWrite(relay4,HIGH); //ให้ relay4 เป็นสถานะ HIGH
  WriteLED4(); //ให้ฟังก์ชัน WriteLED4 ทำงาน
  delay(5000); //หน่วงเวลา 5 วินาที
  digitalWrite(relay4,LOW); //ให้ relay4 เป็นสถานะ LOW
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//-------------------------ฟังก์ชันการสัมผัสหน้าจอตำแหน่ง b4----------------------------------------
void b4PopCallback(void *ptr){
  digitalWrite(relay5,HIGH); //ให้ relay5 เป็นสถานะ HIGH
  WriteLED5(); //ให้ฟังก์ชัน WriteLED5 ทำงาน
  delay(5000); //หน่วงเวลา 5 วินาที
  digitalWrite(relay5,LOW); //ให้ relay5 เป็นสถานะ LOW
}
//-------------------------ฟังก์ชันการสัมผัสหน้าจอตำแหน่ง b5----------------------------------------
void b5PopCallback(void *ptr){
  digitalWrite(relay6,HIGH); //ให้ relay6 เป็นสถานะ HIGH
  WriteLED6(); //ให้ฟังก์ชัน WriteLED6 ทำงาน
  delay(5000); //หน่วงเวลา 5 วินาที
  digitalWrite(relay6,LOW); //ให้ relay6 เป็นสถานะ LOW
}
//-------------------------ฟังก์ชันการสัมผัสหน้าจอตำแหน่ง b6----------------------------------------
void b6PopCallback(void *ptr){
  digitalWrite(relay7,HIGH); //ให้ relay7 เป็นสถานะ HIGH
  WriteLED7(); //ให้ฟังก์ชัน WriteLED7 ทำงาน
  delay(5000); //หน่วงเวลา 5 วินาที
  digitalWrite(relay7,LOW); //ให้ relay7 เป็นสถานะ LOW
}
//-------------------------ฟังก์ชันการสัมผัสหน้าจอตำแหน่ง b7----------------------------------------
void b7PopCallback(void *ptr){
  digitalWrite(relay8,HIGH); //ให้ relay8 เป็นสถานะ HIGH
  WriteLED8(); //ให้ฟังก์ชัน WriteLED8 ทำงาน
  delay(5000); //หน่วงเวลา 5 วินาที
  digitalWrite(relay8,LOW); //ให้ relay8 เป็นสถานะ LOW
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//-------------------------ฟังก์ชันการสัมผัสหน้าจอตำแหน่ง b8----------------------------------------
void b8PopCallback(void *ptr){
  digitalWrite(relay9,HIGH); //ให้ relay9 เป็นสถานะ HIGH
  WriteLED9(); //ให้ฟังก์ชัน WriteLED9 ทำงาน
  delay(5000); //หน่วงเวลา 5 วินาที
  digitalWrite(relay9,LOW); //ให้ relay9 เป็นสถานะ LOW
}
//-----------------------------ฟังก์ชันการทำงานของแอลอีดี 1----------------------------------------
void WriteLED1(){
  digitalWrite(LED1,LOW); //ให้ LED1 เป็นสถานะ LOW
}
//-----------------------------ฟังก์ชันการทำงานของแอลอีดี 2----------------------------------------
void WriteLED2(){
  digitalWrite(LED2,LOW); //ให้ LED2 เป็นสถานะ LOW
}
//-----------------------------ฟังก์ชันการทำงานของแอลอีดี 3----------------------------------------
void WriteLED3(){
  digitalWrite(LED3,LOW); //ให้ LED3 เป็นสถานะ LOW
}
//-----------------------------ฟังก์ชันการทำงานของแอลอีดี 4----------------------------------------
void WriteLED4(){
  digitalWrite(LED4,LOW); //ให้ LED4 เป็นสถานะ LOW
}
//-----------------------------ฟังก์ชันการทำงานของแอลอีดี 5----------------------------------------
void WriteLED5(){
  digitalWrite(LED5,LOW); //ให้ LED5 เป็นสถานะ LOW
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//------------------------------ฟังก์ชันการทำงานของแอลอีดี 6-----------------------------------------
void WriteLED6(){
  digitalWrite(LED6,LOW); //ให้ LED6 เป็นสถานะ LOW
}
//------------------------------ฟังก์ชันการทำงานของแอลอีดี 7-----------------------------------------
void WriteLED7(){
  digitalWrite(LED7,LOW); //ให้ LED7 เป็นสถานะ LOW
}
//------------------------------ฟังก์ชันการทำงานของแอลอีดี 8-----------------------------------------
void WriteLED8(){
  digitalWrite(LED8,LOW); //ให้ LED8 เป็นสถานะ LOW
}
//------------------------------ฟังก์ชันการทำงานของแอลอีดี 9-----------------------------------------
void WriteLED9(){
  digitalWrite(LED9,LOW); //ให้ LED9 เป็นสถานะ LOW
}
//-------------------------ฟังก์ชันการสัมผัสหน้าจอตำแหน่ง b0p2-----------------------------------------
void b0p2PopCallback(void *ptr){
  digitalWrite(relay1,HIGH); //ให้ relay1 เป็นสถานะ HIGH
  WriteLED11(); //ให้ฟังก์ชัน WriteLED11 ทำงาน
  delay(2000); //หน่วงเวลา 2 วินาที
  digitalWrite(relay1,LOW); //ให้ relay1 เป็นสถานะ LOW
}
//-------------------------ฟังก์ชันการสัมผัสหน้าจอตำแหน่ง b1p2-----------------------------------------
void b1p2PopCallback(void *ptr){
  digitalWrite(relay2,HIGH); //ให้ relay2 เป็นสถานะ HIGH
  WriteLED22(); //ให้ฟังก์ชัน WriteLED22 ทำงาน
  delay(2000); //หน่วงเวลา 2 วินาที
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  digitalWrite(relay2,LOW); //ให้ relay2 เป็นสถานะ LOW
}
//-------------------------ฟังก์ชันการสัมผัสหน้าจอตำแหน่ง b2p2----------------------------------------
void b2p2PopCallback(void *ptr){
  digitalWrite(relay3,HIGH); //ให้ relay3 เป็นสถานะ HIGH
  WriteLED33(); //ให้ฟังก์ชัน WriteLED33 ทำงาน
  delay(2000); //หน่วงเวลา 2 วินาที
  digitalWrite(relay3,LOW); //ให้ relay3 เป็นสถานะ LOW
}
//-------------------------ฟังก์ชันการสัมผัสหน้าจอตำแหน่ง b3p2----------------------------------------
void b3p2PopCallback(void *ptr){
  digitalWrite(relay4,HIGH); //ให้ relay4 เป็นสถานะ HIGH
  WriteLED44(); //ให้ฟังก์ชัน WriteLED44 ทำงาน
  delay(2000); //หน่วงเวลา 2 วินาที
  digitalWrite(relay4,LOW); //ให้ relay4 เป็นสถานะ LOW
}
//-------------------------ฟังก์ชันการสัมผัสหน้าจอตำแหน่ง b4p2----------------------------------------
void b4p2PopCallback(void *ptr){
  digitalWrite(relay5,HIGH); //ให้ relay5 เป็นสถานะ HIGH
  WriteLED55(); //ให้ฟังก์ชัน WriteLED55 ทำงาน
  delay(2000); //หน่วงเวลา 2 วินาที
  digitalWrite(relay5,LOW); //ให้ relay5 เป็นสถานะ LOW
}
//-------------------------ฟังก์ชันการสัมผัสหน้าจอตำแหน่ง b5p2----------------------------------------
void b5p2PopCallback(void *ptr){
  digitalWrite(relay6,HIGH); //ให้ relay6 เป็นสถานะ HIGH
  WriteLED66(); //ให้ฟังก์ชัน WriteLED66 ทำงาน
  delay(2000); //หน่วงเวลา 2 วินาที
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  digitalWrite(relay6,LOW); //ให้ relay6 เป็นสถานะ LOW
}
//-------------------------ฟังก์ชันการสัมผัสหน้าจอตำแหน่ง b6p2----------------------------------------
void b6p2PopCallback(void *ptr){
  digitalWrite(relay7,HIGH); //ให้ relay7 เป็นสถานะ HIGH
  WriteLED77(); //ให้ฟังก์ชัน WriteLED77 ทำงาน
  delay(2000); //หน่วงเวลา 2 วินาที
  digitalWrite(relay7,LOW); //ให้ relay7 เป็นสถานะ LOW
}
//-------------------------ฟังก์ชันการสัมผัสหน้าจอตำแหน่ง b7p2----------------------------------------
void b7p2PopCallback(void *ptr){
  digitalWrite(relay8,HIGH); //ให้ relay8 เป็นสถานะ HIGH
  WriteLED88(); //ให้ฟังก์ชัน WriteLED88 ทำงาน
  delay(2000); //หน่วงเวลา 2 วินาที
  digitalWrite(relay8,LOW); //ให้ relay8 เป็นสถานะ LOW
}
//-------------------------ฟังก์ชันการสัมผัสหน้าจอตำแหน่ง b8p2----------------------------------------
void b8p2PopCallback(void *ptr){
  digitalWrite(relay9,HIGH); //ให้ relay9 เป็นสถานะ HIGH
  WriteLED99(); //ให้ฟังก์ชัน WriteLED99 ทำงาน
  delay(2000); //หน่วงเวลา 2 วินาที
  digitalWrite(relay9,LOW); //ให้ relay9 เป็นสถานะ LOW
}
//-----------------------------ฟังก์ชันการทำงานของแอลอีดี 11----------------------------------------
void WriteLED11(){
  delay(500); //หน่วงเวลา 500 มิลลิวินาที
  digitalWrite(LED1,HIGH); //ให้ LED1 เป็นสถานะ HIGH
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//-------------------------------ฟังก์ชันการทำงานของแอลอีดี 22-----------------------------------------
void WriteLED22(){
  delay(500); //หน่วงเวลา 500 มิลลิวินาที
  digitalWrite(LED2,HIGH); //ให้ LED2 เป็นสถานะ HIGH
}
//-------------------------------ฟังก์ชันการทำงานของแอลอีดี 33-----------------------------------------
void WriteLED33(){
  delay(500); //หน่วงเวลา 500 มิลลิวินาที
  digitalWrite(LED3,HIGH); //ให้ LED3 เป็นสถานะ HIGH
}
//-------------------------------ฟังก์ชันการทำงานของแอลอีดี 44-----------------------------------------
void WriteLED44(){
  delay(500); //หน่วงเวลา 500 มิลลิวินาที
  digitalWrite(LED4,HIGH); //ให้ LED4 เป็นสถานะ HIGH
}
//-------------------------------ฟังก์ชันการทำงานของแอลอีดี 55-----------------------------------------
void WriteLED55(){
  delay(500); //หน่วงเวลา 500 มิลลิวินาที
  digitalWrite(LED5,HIGH); //ให้ LED5 เป็นสถานะ HIGH
}
//-------------------------------ฟังก์ชันการทำงานของแอลอีดี 66-----------------------------------------
void WriteLED66(){
  delay(500); //หน่วงเวลา 500 มิลลิวินาที
  digitalWrite(LED6,HIGH); //ให้ LED6 เป็นสถานะ HIGH
}
//-------------------------------ฟังก์ชันการทำงานของแอลอีดี 77-----------------------------------------
void WriteLED77(){
  delay(500); //หน่วงเวลา 500 มิลลิวินาที
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  digitalWrite(LED7,HIGH); //ให้ LED7 เป็นสถานะ HIGH
}
//------------------------------ฟังก์ชันการทำงานของแอลอีดี 88----------------------------------------
void WriteLED88(){
  delay(500); //หน่วงเวลา 500 มิลลิวินาที
  digitalWrite(LED8,HIGH); //ให้ LED8 เป็นสถานะ HIGH
}
//------------------------------ฟังก์ชันการทำงานของแอลอีดี 99----------------------------------------
void WriteLED99(){
  delay(500); //หน่วงเวลา 500 มิลลิวินาที
  digitalWrite(LED9,HIGH); //ให้ LED9 เป็นสถานะ HIGH
}
//-------------------------------------ติดตั้งการใช้งานเริ่มต้น-----------------------------------------
void setup(void) {
  Serial.begin(9600);
  nexInit();
  //Register the pop event callback function of the components

  b0.attachPop(b0PopCallback,&b0);
  b1.attachPop(b1PopCallback,&b1);
  b2.attachPop(b2PopCallback,&b2);
  b3.attachPop(b3PopCallback,&b3);
  b4.attachPop(b4PopCallback,&b4);
  b5.attachPop(b5PopCallback,&b5);
  b6.attachPop(b6PopCallback,&b6);
  b7.attachPop(b7PopCallback,&b7);
  b8.attachPop(b8PopCallback,&b8);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
b0p2.attachPop(b0p2PopCallback,&b0);
b1p2.attachPop(b1p2PopCallback,&b1);
b2p2.attachPop(b2p2PopCallback,&b2);
b3p2.attachPop(b3p2PopCallback,&b3);
b4p2.attachPop(b4p2PopCallback,&b4);
b5p2.attachPop(b5p2PopCallback,&b5);
b6p2.attachPop(b6p2PopCallback,&b6);
b7p2.attachPop(b7p2PopCallback,&b7);
b8p2.attachPop(b8p2PopCallback,&b8);

pinMode(relay1,OUTPUT); //กำหนดขา relay1 เป็นเอาต์พุต
digitalWrite(relay1,LOW); //ให้ relay1 เป็นสถานะ LOW

pinMode(relay2,OUTPUT); //กำหนดขา relay2 เป็นเอาต์พุต
digitalWrite(relay2,LOW); //ให้ relay2 เป็นสถานะ LOW

pinMode(relay3,OUTPUT); //กำหนดขา relay3 เป็นเอาต์พุต
digitalWrite(relay3,LOW); //ให้ relay3 เป็นสถานะ LOW

pinMode(relay4,OUTPUT); //กำหนดขา relay4 เป็นเอาต์พุต
digitalWrite(relay4,LOW); //ให้ relay4 เป็นสถานะ LOW

pinMode(relay5,OUTPUT); //กำหนดขา relay5 เป็นเอาต์พุต
digitalWrite(relay5,LOW); //ให้ relay5 เป็นสถานะ LOW

pinMode(relay6,OUTPUT); //กำหนดขา relay6 เป็นเอาต์พุต
digitalWrite(relay6,LOW); //ให้ relay6 เป็นสถานะ LOW
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
pinMode(relay7,OUTPUT); //กำหนดขา relay7 เป็นเอาต์พุต
digitalWrite(relay7,LOW); //ให้ relay7 เป็นสถานะ LOW

pinMode(relay8,OUTPUT); //กำหนดขา relay8 เป็นเอาต์พุต
digitalWrite(relay8,LOW); //ให้ relay8 เป็นสถานะ LOW

pinMode(relay9,OUTPUT); //กำหนดขา relay9 เป็นเอาต์พุต
digitalWrite(relay9,LOW); //ให้ relay9 เป็นสถานะ LOW

pinMode(LED1,OUTPUT); //กำหนดขา LED1 เป็นเอาต์พุต
digitalWrite(LED1,HIGH); //ให้ LED1 เป็นสถานะ HIGH

pinMode(LED2,OUTPUT); //กำหนดขา LED2 เป็นเอาต์พุต
digitalWrite(LED2,HIGH); //ให้ LED2 เป็นสถานะ HIGH

pinMode(LED3,OUTPUT); //กำหนดขา LED3 เป็นเอาต์พุต
digitalWrite(LED3,HIGH); //ให้ LED3 เป็นสถานะ HIGH

pinMode(LED4,OUTPUT); //กำหนดขา LED4 เป็นเอาต์พุต
digitalWrite(LED4,HIGH); //ให้ LED4 เป็นสถานะ HIGH

pinMode(LED5,OUTPUT); //กำหนดขา LED5 เป็นเอาต์พุต
digitalWrite(LED5,HIGH); //ให้ LED5 เป็นสถานะ HIGH

pinMode(LED6,OUTPUT); //กำหนดขา LED6 เป็นเอาต์พุต
digitalWrite(LED6,HIGH); //ให้ LED6 เป็นสถานะ HIGH

pinMode(LED7,OUTPUT); //กำหนดขา LED7 เป็นเอาต์พุต
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  digitalWrite(LED7,HIGH); //ให้ LED7 เป็นสถานะ HIGH

  pinMode(LED8,OUTPUT); //กำหนดขา LED8 เป็นเอาต์พุต
  digitalWrite(LED8,HIGH); //ให้ LED8 เป็นสถานะ HIGH

  pinMode(LED9,OUTPUT); //กำหนดขา LED9 เป็นเอาต์พุต
  digitalWrite(LED9,HIGH); //ให้ LED9 เป็นสถานะ HIGH

  pinMode(rx,INPUT); //กำหนดขา rx เป็นอินพุต
}
//-------------------------------------------เริ่มทำงานวนลูป-------------------------------------------------
void loop() {
  nexLoop(nex_listen_list);
  delay(1000); //หน่วงเวลา 1 วินาที
  val = digitalRead(rx); //กำหนดให้ตัวแปร val เท่ากับขา rx
  if(digitalRead(rx) == 0 && startTimer == false){
    Serial.println("page 0");
    Serial.write(0xff);
    Serial.write(0xff);
    Serial.write(0xff);
    page3.show();
    startTimer = true;
    Serial.println("true");
    }else if(digitalRead(rx) == 1 && startTimer == true){
    Serial.println("page 1");
    Serial.write(0xff);
    Serial.write(0xff);
    Serial.write(0xff);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    page0.show();
    startTimer = true;
    Serial.println("true");
     }
}
```

//โค้ดการทำงานของระบบบันทึกภาพ

```
#include <WiFi.h> //เรียกใช้งานไลบรารี่ไวไฟ
#include "esp_camera.h" //เรียกใช้งานไลบรารี่อีเอสพี 32 แคม
#include "esp_system.h" //เรียกใช้งานไลบรารี่ระบบอีเอสพี

hw_timer_t *timer = NULL;
void IRAM_ATTR resetModule(){
    ets_printf("reboot\n");
    esp_restart();
}
#include <TridentTD_LineNotify.h> //เรียกใช้งานไลบรารี่แจ้งเตือนแอพพลิเคชันไลน์
#define SSID        "------------------------“ //กำหนดชื่อไวไฟ
#define PASSWORD    "--------------------" //กำหนดรหัสผ่านไวไฟ
#define LINE_TOKEN  "PjrwyRiAitzTp9S72w4bMZ18ppXNwQ1qpCVeC8" //กำหนดไลน์โทเคน

//-----------------------------------กำหนดขาอีเอสพี 32 แคม-----------------------------------------
#define PWDN_GPIO_NUM     32
#define RESET_GPIO_NUM    -1
#define XCLK_GPIO_NUM      0
#define SIOD_GPIO_NUM     26
#define SIOC_GPIO_NUM     27
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#define Y9_GPIO_NUM       35
#define Y8_GPIO_NUM       34
#define Y7_GPIO_NUM       39
#define Y6_GPIO_NUM       36
#define Y5_GPIO_NUM       21
#define Y4_GPIO_NUM       19
#define Y3_GPIO_NUM       18
#define Y2_GPIO_NUM        5
#define VSYNC_GPIO_NUM    25
#define HREF_GPIO_NUM     23
#define PCLK_GPIO_NUM     22
//-----------------------------------------------------------------------------------------------
const int Led_Flash = 4; //ประกาศตัวแปร Led Flash เท่ากับขา 4
const int Led_run = 13; //ประกาศตัวแปร Led run เท่ากับขา 13
int LSWITCH = 12; //ประกาศตัวแปร LSWITCH เท่ากับขา 12
boolean startTimer = false; //ประกาศตัวแปร startTimer เท่ากับ false
unsigned long time_now=0;
int time_capture=0;
//---------------------------------------ติดตั้งการใช้งานเริ่มต้น---------------------------------------
void setup() {
  Serial.begin(115200);
   while (!Serial) {  ;  }
  pinMode(Led_Flash, OUTPUT); //กำหนดขา Led Flash เป็นเอาต์พุต
  pinMode(Led_run, OUTPUT); //กำหนดขา Led run เป็นเอาต์พุต
 //---------------------------------------เชื่อมต่อไวไฟ-------------------------------------------------
 WiFi.begin(SSID, PASSWORD);
  Serial.printf("WiFi connecting to %s\n",  SSID);
  while(WiFi.status() != WL_CONNECTED) { Serial.print("."); delay(400); }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Serial.printf("\nWiFi connected\nIP : ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
//------------------------------------ตั้งค่าไลน์โทเคน----------------------------------------------------
  LINE.setToken(LINE_TOKEN)
//-------------------------------------------------------------------------------------------------------
    startTimer = true; //ให้ startTimer เป็นสถานะ false
    timer = timerBegin(0, 80, true); //timer 0, div 80 เมกกะเฮิรตซ์
    timerAttachInterrupt(timer, &resetModule, true);
    timerAlarmWrite(timer, 20000000, false); //set time in us 15s
    timerAlarmEnable(timer); //ใช้งานอินเทอรัป

  camera_config_t config;
  config.ledc_channel = LEDC_CHANNEL_0;
  config.ledc_timer = LEDC_TIMER_0;
  config.pin_d0 = Y2_GPIO_NUM;
  config.pin_d1 = Y3_GPIO_NUM;
  config.pin_d2 = Y4_GPIO_NUM;
  config.pin_d3 = Y5_GPIO_NUM;
  config.pin_d4 = Y6_GPIO_NUM;
  config.pin_d5 = Y7_GPIO_NUM;
  config.pin_d6 = Y8_GPIO_NUM;
  config.pin_d7 = Y9_GPIO_NUM;
  config.pin_xclk = XCLK_GPIO_NUM;
  config.pin_pclk = PCLK_GPIO_NUM;
  config.pin_vsync = VSYNC_GPIO_NUM;
  config.pin_href = HREF_GPIO_NUM;
  config.pin_sscb_sda = SIOD_GPIO_NUM;
  config.pin_sscb_scl = SIOC_GPIO_NUM;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  config.pin_pwdn = PWDN_GPIO_NUM;
  config.pin_reset = RESET_GPIO_NUM;
  config.xclk_freq_hz = 20000000;
  config.pixel_format = PIXFORMAT_JPEG;

  if(psramFound()){
    config.frame_size = FRAMESIZE_VGA;
    config.jpeg_quality = 10;
    config.fb_count = 1;
    config.grab_mode=CAMERA_GRAB_LATEST;
  } else {
    config.frame_size = FRAMESIZE_QQVGA;
    config.jpeg_quality = 12;
    config.fb_count = 1;
    config.grab_mode=CAMERA_GRAB_LATEST;
  }

  //-----------------------------------เริ่มใช้งานกล้องบันทึกภาพ-----------------------------------------
  esp_err_t err = esp_camera_init(&config);
  if (err != ESP_OK) {
    Serial.printf("Camera init failed with error 0x%x", err);
    return;
    startTimer == true;
  }
}
//-----------------------------------------------เริ่มทำงานวนลูป-------------------------------------------------
void loop() {
    timerWrite(timer, 0); //รีเซ็ต timer เท่ากับ 0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 long tme = millis();
//--------------------ถ้าลิมิตสวิตซ์เท่ากับ 1 และ startTimer เท่ากับ true----------------------------
   if(digitalRead(LSWITCH) == 1 && startTimer == true){
       digitalWrite(Led_run, HIGH); //ให้ Led run เป็นสถานะ HIGH
        delay(10); //หน่วงเวลา 10 มิลลิวินาที
         Camera_capture(); //ให้ฟังก์ชันถ่ายภาพทำงาน
         delay(10); //หน่วงเวลา 10 มิลลิวินาที
       Serial.println("OK");
       startTimer = false;      //ให้ startTimer เป็น false
//--------------------ถ้าลิมิตสวิตซ์เท่ากับ 0 และ startTimer เท่ากับ false----------------------------
   }else if(digitalRead(LSWITCH) == 0 && startTimer == false ){
         digitalWrite(Led_run, HIGH); //ให้ Led run เป็นสถานะ HIGH
        delay(10); //หน่วงเวลา 10 มิลลิวินาที
         Camera_capture(); //ให้ฟังก์ชันถ่ายภาพทำงาน
         delay(10); //หน่วงเวลา 10 มิลลิวินาที
       digitalWrite(Led_run, LOW); //ให้ Led run เป็นสถานะ LOW
       Serial.println("OK");
     startTimer = true; //ให้ startTimer เป็น true
     delay(20); //หน่วงเวลา 20 มิลลิวินาที
   }

 /*  if(millis() > time_now + 1000) {
       time_now = millis();
       digitalWrite(Led_run, HIGH); //ให้ Led run เป็นสถานะ HIGH
        delay(20); //หน่วงเวลา 10 มิลลิวินาที
       digitalWrite(Led_run, LOW); //ให้ Led run เป็นสถานะ LOW
      }
     tme = millis() - tme;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      if(digitalRead(LSWITCH) == 1){
        if(++time_capture > 60){
          time_capture=0;
          Camera_capture();
          Serial.println("Over Time");
        }
       }
      Serial.println(digitalRead(LSWITCH));
      delay(200); //หน่วงเวลา 200 มิลลิวินาที
      */
}
//-----------------------------------------ฟังก์ชันถ่ายภาพ-----------------------------------------
void Camera_capture() {
  digitalWrite(Led_Flash, HIGH); //ให้ Led Flash เป็นสถานะ HIGH
  delay(100); //หน่วงเวลา 100 มิลลิวินาที
  digitalWrite(Led_Flash, LOW); //ให้ Led Flash เป็นสถานะ LOW
  delay(100); //หน่วงเวลา 100 มิลลิวินาที
  digitalWrite(Led_Flash, HIGH); //ให้ Led Flash เป็นสถานะ HIGH
  camera_fb_t * fb = NULL;
  fb = esp_camera_fb_get();
  esp_camera_fb_return(fb);
  //fb=NULL;
  fb = esp_camera_fb_get();
  if(!fb) {
    Serial.println("Camera capture failed");
    delay(200); //หน่วงเวลา 200 มิลลิวินาที
    return;
  }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    digitalWrite(Led_Flash, LOW); //ให้ Led Flash เป็นสถานะ LOW
    Send_line(fb->buf,fb->len);
    esp_camera_fb_return(fb);
}
//-----------------------------ฟังก์ชันส่งรูปภาพไปยังแอพพลิเคชันไลน์----------------------------------
void Send_line(uint8_t *image_data,size_t   image_size){
    LINE.notifyPicture("พบการเปิดช่องล็อคเกอร์",image_data, image_size);
  }
//-------------------------------------------------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งานระบบยืมของอัจฉริยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งานระบบยืมของอัจฉริยะ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานทั่วไป

1. เสียบปลั๊กแล้วทำการเปิดเครื่องโดยกดสวิตช์เปิด ดังรูปที่ ข.1

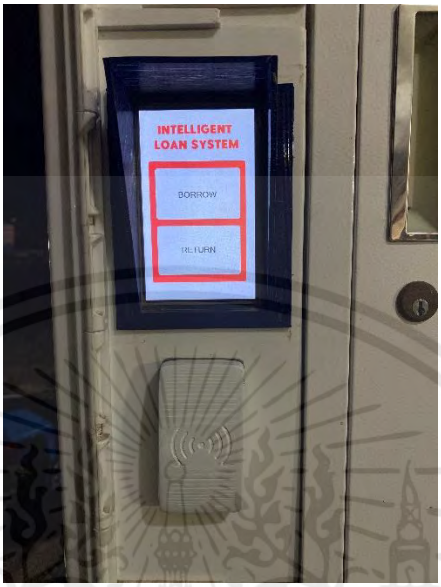
รูปที่ ข.1 สวิตซ์เปิด

2. สแกนบัตรสมาชิกที่จุดอ่านอาร์เอฟไอดี เมื่อเสียงลำโพงบัสเซอร์หยุด ดังรูปที่ ข.2

รูปที่ ข.2 จุดอ่านอาร์เอฟไอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เลือกการยืมหรือคืนจากหน้าจอสัมผัส ดังรูปที่ ข.3



รูปที่ ข.3 เลือกการยืมหรือคืนจากหน้าจอสัมผัส

4. เลือกหมายเลขช่องเก็บของที่ต้องการจากหน้าจอสัมผัส ดังรูปที่ ข.4

รูปที่ ข.4 หมายเลขช่องเก็บของจากหน้าจอสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. นำอุปกรณ์มาสแกนที่จุดอ่านอาร์เอฟไอดี ดังรูปที่ ข.5

รูปที่ ข.5 สแกนอุปกรณ์ที่จุดอ่านอาร์เอฟไอดี

6. กดปุ่ม success ที่หน้าจอสัมผัส ดังรูปที่ ข.6

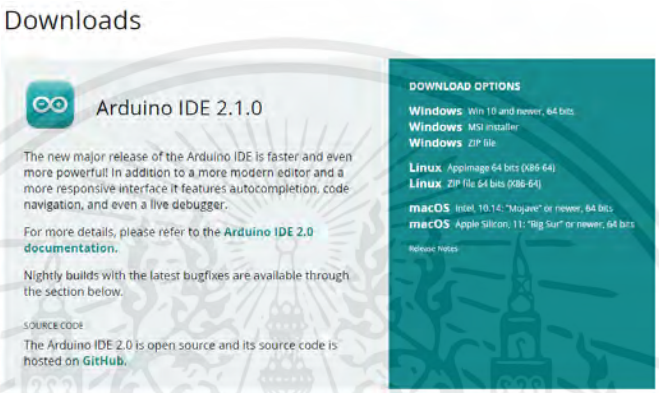
รูปที่ ข.6 ปุ่ม success ที่หน้าจอสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งระบบยืมของอัจฉริยะ

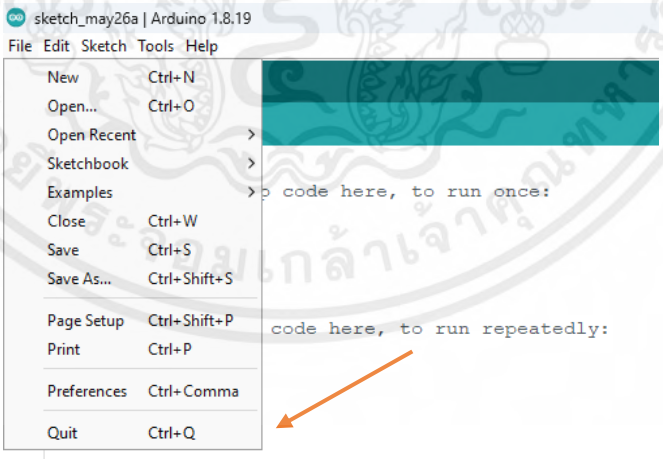
1. การเตรียมโปรแกรมอาดุยโน่ (Arduino IDE) สำหรับบอร์ดประมวลผลโหนดเอ็มซียูอีเอสพี 8266 และอีเอสพี 32 แคม

1.1) ดาวน์โหลดอาดุยโน่ไอดีอีจากเว็บไซต์ https://www.arduino.cc/en/software จากนั้นติดตั้งโปรแกรมลงบนคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ ข.7



รูปที่ ข.7 หน้าดาวน์โหลดอาดุยโน่ไอดีอี

1.2 เปิดโปรแกรมขึ้นมา คลิกไปที่เมนู File -> Preferences เพื่อติดตั้งบอร์ดอีเอสพี 8266 ดังรูปที่ ข.8

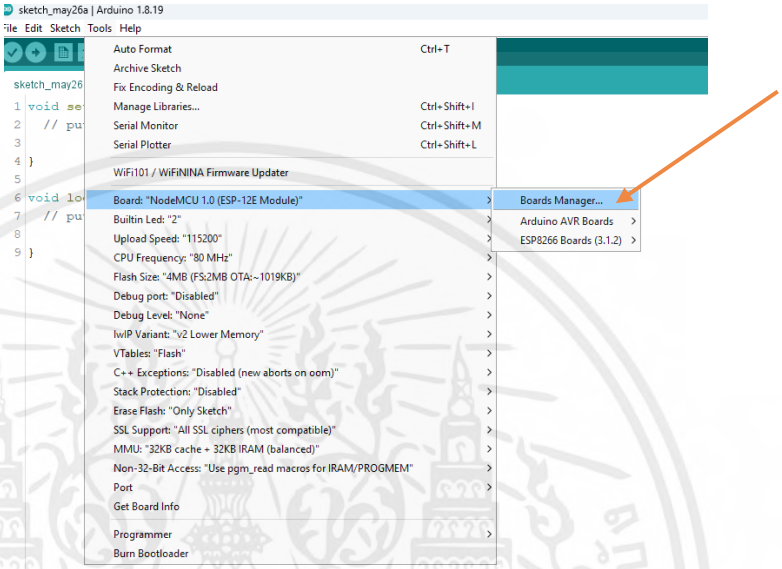


รูปที่ ข.8 เปิด Preferences

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3) เพิ่ม http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json และ https://raw.githubusercontent.com/espressif/arduino-esp32/gh-pages/package_esp32_index.json ลงในช่อง Additional Boards Manager URLs

1.4) เลือกเมนูชื่อ Tool -> Board -> Board Manager ดังรูปที่ ข.9



รูปที่ ข.9 เปิด Board Manager

1.5) ค้นหา ESP 8266 และ ESP32 ในช่องการค้นหา จากนั้นกดติดตั้ง ดังรูปที่ ข.10

รูปที่ ข.10 ติดตั้งไลบรารี่อีเอสพี 8266 และ อีเอสพี 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตั้งค่าไวไฟ (Wi-Fi) ในโปรแกรมอาดุยโน่ไอดีอี ดังรูปที่ ข.11

```
const char* ssid     = "----------------";
const char* password = "----------------";
```

รูปที่ ข.11 ตั้งค่าไวไฟ

3. สร้างฐานข้อมูลกูเกิลชีต

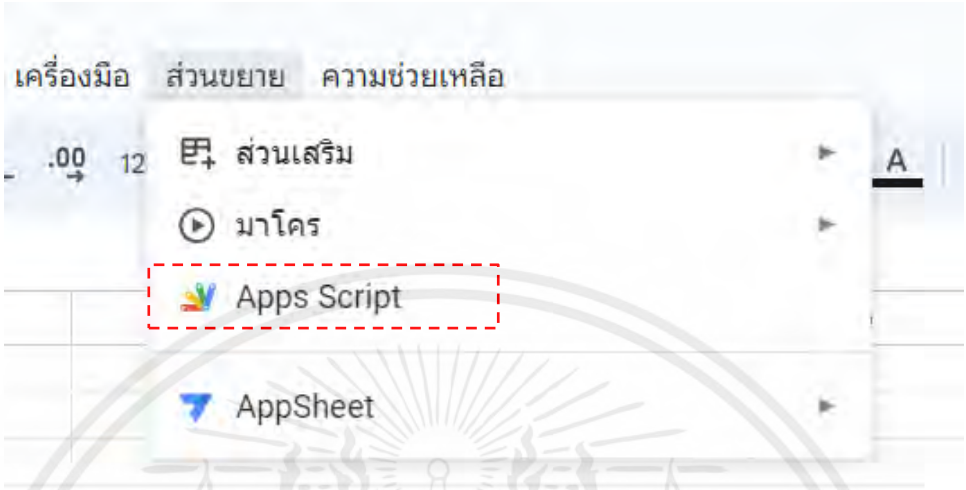
3.1) เข้าหน้าเว็บไซต์กูเกิลชีตจาก https://docs.google.com/spreadsheets จากนั้นล็อกอินเข้าใช้งานด้วย Gmail

3.2) สร้างสเปรดชีตใหม่ ดังรูปที่ ข.12

รูปที่ ข.12 การสร้างสเปรดชีตใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3) เปิดใช้งาน App Script ดังรูปที่ ข.13



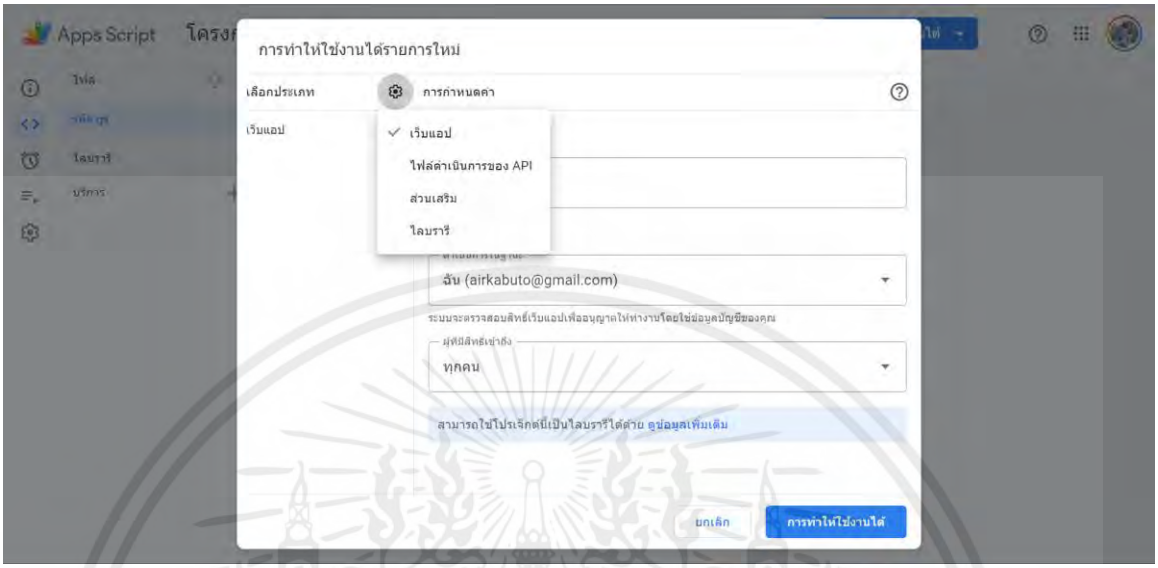
รูปที่ ข.13 การเปิดใช้งานส่วนขยาย

3.4) ใช้โค้ด App Script จาก https://docs.google.com/document/d/1w2J4_gdw0_MJH_RFuhA2pFHQNm5npI5sFm685DI6k2o/edit?usp=sharing จากนั้นกดการทำให้ใช้งานได้ -> การทำให้ใช้งานได้รายการใหม่ ดังรูปที่ ข.14

รูปที่ ข.14 การเปิดใช้งาน App Script

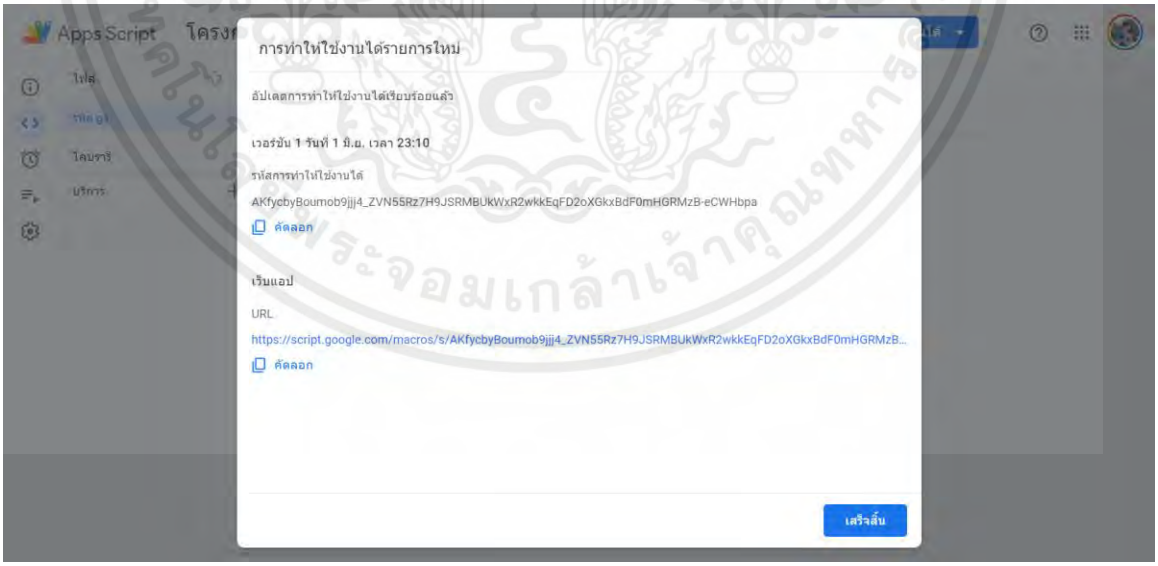
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5) เลือกประเภทเป็นเว็บแอปจากนั้นกด การทำให้ใช้งานได้ ดังรูปที่ ข.15



รูปที่ ข.15 การทำให้ใช้งานได้

3.6) คัดลอกรหัสการทำให้ใช้งานได้ไปวางที่โปรแกรมอาดุยโน่ไอดีอี ดังรูปที่ ข.16



รูปที่ ข.16 คัดลอก GAD ID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นำรหัสการทำให้ใช้งานได้วางที่ GAS_ID ดังรูปที่ ข.17

```
const char* host = "script.google.com";
const int httpsPort = 443;
String GAS_ID = "-----------------------------------------";
```

รูปที่ ข.17 ใช้งานรหัส GAS_ID

5. เปลี่ยนชื่อผู้ใช้ที่ list[50] [50] และชื่ออุปกรณ์ในตู้ล็อกเกอร์ list1[50] [50] ดังรูปที่ ข.18

```
char list[50][50]={"Kritsadayut Muangdoung","Supawit Wanwiriya","Natthapong Sangjan"};
char list1[50][50]={"Drill","Flashlight","Tape_measure","Hammer","Oscilloscope"};
```

รูปที่ ข.18 เปลี่ยนชื่อผู้ใช้ และชื่ออุปกรณ์

6. ออกโทเคนไลน์จากเว็บไซต์ https://notify-bot.line.me/th/

7. เข้าสู่ระบบ ดังรูปที่ ข.19

รูปที่ ข.19 เข้าสู่ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. กดปุ่มออกโทเคน ดังรูปที่ ข.20

รูปที่ ข.20 ออกโทเคน

9. กดคัดลอกโทเคนเพื่อนำไปใส่ในโค้ดของอีเอสพี 8266 และอีเอสพี 32 แคม ดังรูปที่ ข.21

```
#include <TridentTD_LineNotify.h>
#define LINE_TOKEN "--------------------"
```

รูปที่ ข.21 ใส่ไลน์โทเคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

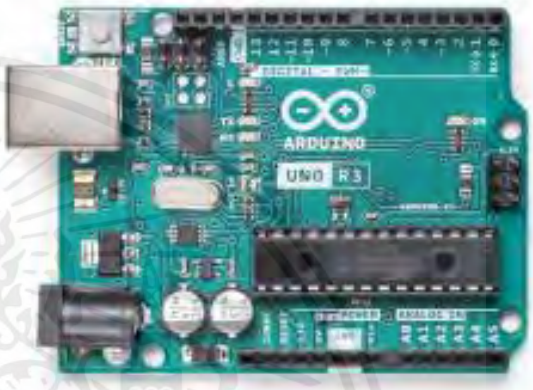
ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ (datasheet)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arduino® UNO R3

Product Reference Manual
SKU: A000066



Description

The Arduino UNO R3 is the perfect board to get familiar with electronics and coding. This versatile microcontroller is equipped with the well-known ATmega328P and the ATMega 16U2 Processor.
This board will give you a great first experience within the world of Arduino.

Target areas:

Maker, introduction, industries

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- **ATMega328P** Processor
  - **Memory**
    - AVR CPU at up to 16 MHz
    - 32KB Flash
    - 2KB SRAM
    - 1KB EEPROM
  - **Security**
    - Power On Reset (POR)
    - Brown Out Detection (BOD)
  - **Peripherals**
    - 2x 8-bit Timer/Counter with a dedicated period register and compare channels
    - 1x 16-bit Timer/Counter with a dedicated period register, input capture and compare channels
    - 1x USART with fractional baud rate generator and start-of-frame detection
    - 1x controller/peripheral Serial Peripheral Interface (SPI)
    - 1x Dual mode controller/peripheral I2C
    - 1x Analog Comparator (AC) with a scalable reference input
    - Watchdog Timer with separate on-chip oscillator
    - Six PWM channels
    - Interrupt and wake-up on pin change
  - **ATMega16U2 Processor**
    - 8-bit AVR® RISC-based microcontroller
  - **Memory**
    - 16 KB ISP Flash
    - 512B EEPROM
    - 512B SRAM
    - debugWIRE interface for on-chip debugging and programming
  - **Power**
    - 2.7-5.5 volts

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 The Board

1.1 Application Examples

The UNO board is the flagship product of Arduino. Regardless if you are new to the world of electronics or will use the UNO as a tool for education purposes or industry-related tasks.

First entry to electronics: If this is your first project within coding and electronics, get started with our most used and documented board; Arduino UNO. It is equipped with the well-known ATmega328P processor, 14 digital input/output pins, 6 analog inputs, USB connections, ICSP header and reset button. This board includes everything you will need for a great first experience with Arduino.

Industry-standard development board: Using the Arduino UNO board in industries, there are a range of companies using the UNO board as the brain for their PLC's.

Education purposes: Although the UNO board has been with us for about ten years, it is still widely used for various education purposes and scientific projects. The board's high standard and top quality performance makes it a great resource to capture real time from sensors and to trigger complex laboratory equipment to mention a few examples.

1.2 Related Products

- Starter Kit
- Tinkerkit Braccio Robot
- Example

2 Ratings

2.1 Recommended Operating Conditions

Symbol	Description	Min	Max
	Conservative thermal limits for the whole board:	-40 °C (-40°F)	85 °C (185°F)

NOTE: In extreme temperatures, EEPROM, voltage regulator, and the crystal oscillator, might not work as expected due to the extreme temperature conditions

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

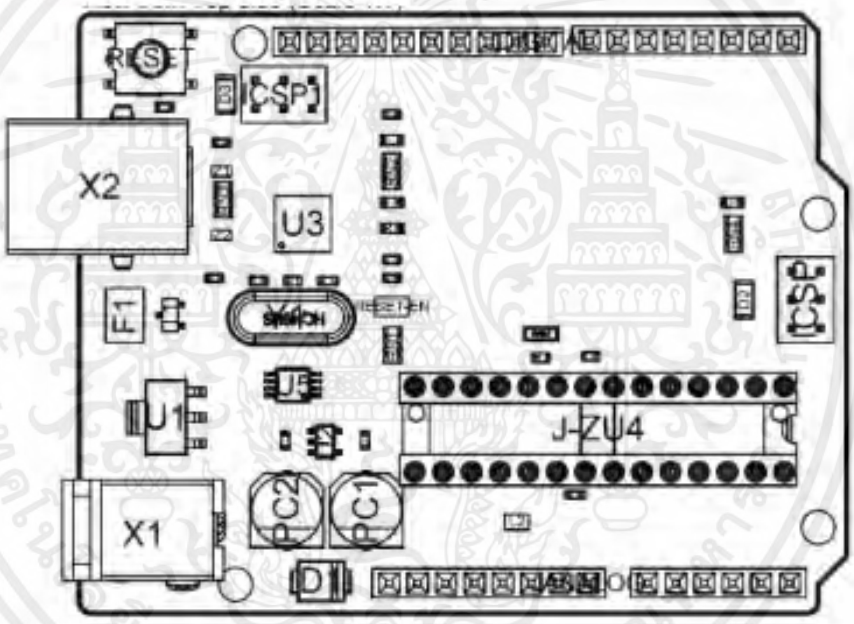
2.2 Power Consumption

Symbol	Description	Min	Typ	Max	Unit
VINMax	Maximum input voltage from VIN pad	6	-	20	V
VUSBMax	Maximum input voltage from USB connector		-	5.5	V
PMax	Maximum Power Consumption	-	-	xx	mA

3 Functional Overview

3.1 Board Topology

Top view



Board topology

Ref.	Description	Ref.	Description
X1	Power jack 2.1x5.5mm	U1	SPX1117M3-L-5 Regulator
X2	USB B Connector	U3	ATMEGA16U2 Module
PC1	EEE-1EA470WP 25V SMD Capacitor	U5	LMV358LIST-A.9 IC
PC2	EEE-1EA470WP 25V SMD Capacitor	F1	Chip Capacitor, High Density
D1	CGRA4007-G Rectifier	ICSP	Pin header connector (through hole 6)
J-ZU4	ATMEGA328P Module	ICSP1	Pin header connector (through hole 6)
Y1	ECS-160-20-4X-DU Oscillator		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ESP8266EX

Datasheet

Version 6.9

Espressif Systems
Copyright © 2023

www.espressif.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Overview

Espressif's ESP8266EX delivers highly integrated Wi-Fi SoC solution to meet users' continuous demands for efficient power usage, compact design and reliable performance in the Internet of Things industry.

With the complete and self-contained Wi-Fi networking capabilities, ESP8266EX can perform either as a standalone application or as the slave to a host MCU. When ESP8266EX hosts the application, it promptly boots up from the flash. The integrated high-speed cache helps to increase the system performance and optimize the system memory. Also, ESP8266EX can be applied to any microcontroller design as a Wi-Fi adaptor through SPI/SDIO or UART interfaces.

ESP8266EX integrates antenna switches, RF balun, power amplifier, low noise receive amplifier, filters and power management modules. The compact design minimizes the PCB size and requires minimal external circuitries.

Besides the Wi-Fi functionalities, ESP8266EX also integrates an enhanced version of Tensilica's L106 Diamond series 32-bit processor and on-chip SRAM. It can be interfaced with external sensors and other devices through the GPIOs. Software Development Kit (SDK) provides sample codes for various applications.

Espressif Systems' Smart Connectivity Platform (ESCP) enables sophisticated features including:

- Fast switch between sleep and wakeup mode for energy-efficient purpose;
- Adaptive radio biasing for low-power operation
- Advance signal processing
- Spur cancellation and RF co-existence mechanisms for common cellular, Bluetooth, DDR, LVDS, LCD interference mitigation

1.1. Wi-Fi Key Features

- 802.11 b/g/n support
- 802.11n support (2.4 GHz), up to 72.2 Mbps
- Defragmentation
- 2 x virtual Wi-Fi interface
- Automatic beacon monitoring (hardware TSF)
- Support Infrastructure BSS Station mode/SoftAP mode/Promiscuous mode
- Antenna diversity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2. Specifications

Table 1-1. Specifications

Categories	Items	Parameters
Wi-Fi	Certification	Wi-Fi Alliance
	Protocols	802.11 b/g/n (HT20)
	Frequency Range	2.4G ~ 2.5G (2400M ~ 2483.5M)
	TX Power	802.11 b: +20 dBm
		802.11 g: +17 dBm
		802.11 n: +14 dBm
	Rx Sensitivity	802.11 b: –91 dbm (11 Mbps)
		802.11 g: –75 dbm (54 Mbps)
		802.11 n: –72 dbm (MCS7)
	Antenna	PCB Trace, External, IPEX Connector, Ceramic Chip
Hardware	CPU	Tensilica L106 32-bit processor
	Peripheral Interface	UART/SDIO/SPI/I2C/I2S/IR Remote Control
		GPIO/ADC/PWM/LED Light & Button
	Operating Voltage	2.5V ~ 3.6V
	Operating Current	Average value: 80 mA
	Operating Temperature Range	–40°C ~ 125°C
	Package Size	QFN32-pin (5 mm x 5 mm)
	External Interface	-
Software	Wi-Fi Mode	Station/SoftAP/SoftAP+Station
	Security	WPA/WPA2
	Encryption	WEP/TKIP/AES
	Firmware Upgrade	UART Download / OTA (via network)
	Software Development	Supports Cloud Server Development / Firmware and SDK for fast on-chip programming
	Network Protocols	IPv4, TCP/UDP/HTTP
	User Configuration	AT Instruction Set, Cloud Server, Android/IOS App

📖 *Note:*

The TX power can be configured based on the actual user scenarios.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Pin Definitions

Figure 2-1 shows the pin layout for 32-pin QFN package.

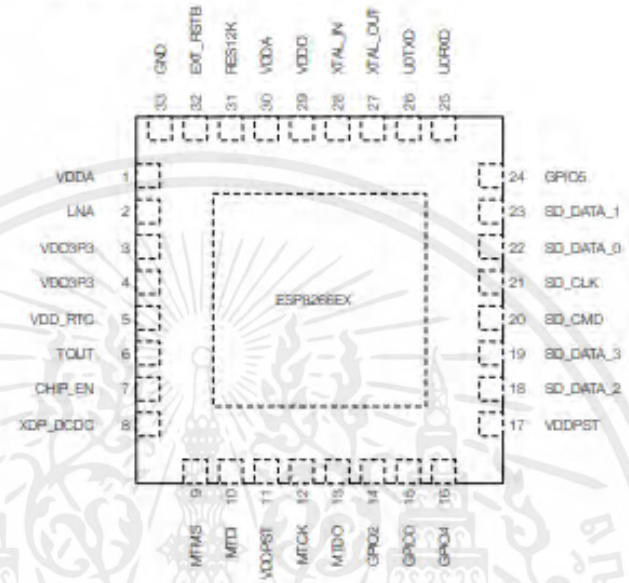


Figure 2-1. Pin Layout (Top View)

Table 2-1 lists the definitions and functions of each pin.

Table 2-1. ESP8266EX Pin Definitions

Pin	Name	Type	Function
1	VDDA	P	Analog Power 2.5V ~ 3.6V
2	LNA	I/O	RF antenna interface Chip output impedance=39+j6 Ω. It is suggested to retain the π-type matching network to match the antenna.
3	VDD3P3	P	Amplifier Power 2.5V ~ 3.6V
4	VDD3P3	P	Amplifier Power 2.5V ~ 3.6V
5	VDD_RTC	P	NC (1.1V)
6	TOUT	I	ADC pin. It can be used to test the power-supply voltage of VDD3P3 (Pin3 and Pin4) and the input power voltage of TOUT (Pin 6). However, these two functions cannot be used simultaneously.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin	Name	Type	Function
7	CHIP_EN	I	Chip Enable High: On, chip works properly Low: Off, small current consumed
8	XPD_DCDC	I/O	Deep-sleep wakeup (need to be connected to EXT_RSTB); GPIO16
9	MTMS	I/O	GPIO 14; HSPI_CLK
10	MTDI	I/O	GPIO 12; HSPI_MISO
11	VDDPST	P	Digital/IO Power Supply (1.8V ~ 3.6V)
12	MTCK	I/O	GPIO 13; HSPI_MOSI; UART0_CTS
13	MTDO	I/O	GPIO 15; HSPI_CS; UART0_RTS
14	GPIO2	I/O	UART TX during flash programming; GPIO2
15	GPIO0	I/O	GPIO0; SPI_CS2
16	GPIO4	I/O	GPIO4
17	VDDPST	P	Digital/IO Power Supply (1.8V ~ 3.6V)
18	SDIO_DATA_2	I/O	Connect to SD_D2 (Series R: 200Ω); SPIHD; HSPIHD; GPIO9
19	SDIO_DATA_3	I/O	Connect to SD_D3 (Series R: 200Ω); SPIWP; HSPIWP; GPIO10
20	SDIO_CMD	I/O	Connect to SD_CMD (Series R: 200Ω); SPI_CS0; GPIO11
21	SDIO_CLK	I/O	Connect to SD_CLK (Series R: 200Ω); SPI_CLK; GPIO6
22	SDIO_DATA_0	I/O	Connect to SD_D0 (Series R: 200Ω); SPI_MISO; GPIO7
23	SDIO_DATA_1	I/O	Connect to SD_D1 (Series R: 200Ω); SPI_MOSI; GPIO8
24	GPIO5	I/O	GPIO5
25	U0RXD	I/O	UART Rx during flash programming; GPIO3
26	U0TXD	I/O	UART TX during flash programming; GPIO1; SPI_CS1
27	XTAL_OUT	I/O	Connect to crystal oscillator output; can be used to provide BT clock input
28	XTAL_IN	I/O	Connect to crystal oscillator input
29	VDDD	P	Analog Power 2.5V ~ 3.6V
30	VDDA	P	Analog Power 2.5V ~ 3.6V
31	RES12K	I	Serial connection with a 12 kΩ resistor and connect to the ground
32	EXT_RSTB	I	External reset signal (Low voltage level: active)

Note:

1. *GPIO2, GPIO0, and MTDO are used to select booting mode and the SDIO mode;*
2. *U0TXD should not be pulled externally to a low logic level during the powering-up.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MFRC522

Contactless Reader IC

Rev. 3.2 — 22 May 2007
112132

Product data sheet
PUBLIC INFORMATION

1. Introduction

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

2. General description

The MFRC522 is a highly integrated reader/writer for contactless communication at 13.56 MHz. The MFRC522 reader supports ISO 14443A / MIFARE® mode.

The MFRC522's internal transmitter part is able to drive a reader/writer antenna designed to communicate with ISO/IEC 14443A/MIFARE® cards and transponders without additional active circuitry. The receiver part provides a robust and efficient implementation of a demodulation and decoding circuitry for signals from ISO/IEC 14443A/MIFARE® compatible cards and transponders. The digital part handles the complete ISO/IEC 14443A framing and error detection (Parity & CRC). The MFRC522 supports MIFARE®Classic (e.g. MIFARE® Standard) products. The MFRC522 supports contactless communication using MIFARE® higher transfer speeds up to 848 kbit/s in both directions.

Various host interfaces are implemented:

- SPI interface
- serial UART (similar to RS232 with voltage levels according pad voltage supply)
- I^2C interface.

3. Features

- Highly integrated analog circuitry to demodulate and decode responses
- Buffered output drivers to connect an antenna with minimum number of external components
- Supports ISO/IEC 14443A / MIFARE®
- Typical operating distance in Reader/Writer mode for communication to a ISO/IEC 14443A / MIFARE® up to 50 mm depending on the antenna size and tuning
- Supports MIFARE® Classic encryption in Reader/Writer mode
- Supports ISO/IEC 14443A higher transfer speed communication up to 848 kbit/s
- Support of the MFIN / MFOUT
- Additional power supply to directly supply the smart card IC connected via MFIN / MFOUT
- Supported host interfaces

founded by Philips

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- SPI interface up to 10 Mbit/s
- I^2C interface up to 400 kbit/s in Fast mode, up to 3400 kbit/s in High-speed mode
- serial UART in different transfer speeds up to 1228.8 kbit/s, framing according to the RS232 interface with voltage levels according pad voltage supply

- Comfortable 64 byte send and receive FIFO-buffer
- Flexible interrupt modes
- Hard reset with low power function
- Power-down mode per software
- Programmable timer
- Internal oscillator to connect 27.12 MHz quartz
- 2.5 - 3.3 V power supply
- CRC Co-processor
- Free programmable I/O pins
- Internal self test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Quick reference data

Table 1. Quick reference data

Symbol	Parameter	Conditions		Min	Typ	Max	Unit
AV_{DD}	Supply Voltage	$AV_{SS} = DV_{SS} = PV_{SS} = TV_{SS} = 0$ V, $PV_{DD} \leq AV_{DD} = DV_{DD} = TV_{DD}$	[1][2]	2.5	-	3.6	V
DV_{DD}			[1][2]				
TV_{DD}			[1][2]				
PV_{DD}	Pad power supply	$AV_{SS} = DV_{SS} = PV_{SS} = TV_{SS} = 0$ V, $PV_{DD} \leq AV_{DD} = DV_{DD} = TV_{DD}$	[3]	1.6	-	3.6	V
SV_{DD}	MFIN/MFOUT Pad Power Supply	$AV_{SS} = DV_{SS} = PV_{SS} = TV_{SS} = 0$ V,		1.6	-	3.6	V
I_{HPD}	Hard Power-down Current	$AV_{DD} = DV_{DD} = TV_{DD} = PV_{DD} = 3$ V, N_{RESET} = LOW	[4]	-	-	5	µA
I_{SPD}	Soft Power-down Current	$AV_{DD} = DV_{DD} = TV_{DD} = PV_{DD} = 3$ V, RF level detector on	[4]	-	-	10	µA
I_{DVDD}	Digital Supply Current	$DV_{DD} = 3$ V		-	6.5	9	mA
I_{AVDD}	Analog Supply Current	$AV_{DD} = 3$ V, bit RCVOff = 0		-	7	10	mA
$I_{AVDD,RCVOFF}$	Analog Supply Current, receiver switched off	$AV_{DD} = 3$ V, bit RCVOff = 1		-	3	5	mA
I_{PVDD}	Pad Supply Current		[2]	-	-	40	mA
I_{TVDD}	Transmitter Supply Current	Continuous Wave	[1][3][8]	-	60	100	mA
T_{amb}	operating ambient temperature			-25		+85	°C

[1] Supply voltage below 3 V reduces the performance (e.g. the achievable operating distance).

[2] AV_{DD}, DV_{DD} and TV_{DD} shall always be on the same voltage level.

[3] PV_{DD} shall always be on the same or lower voltage level than DV_{DD}.

[4] I_{TVDD} depends on TV_{DD} and the external circuitry connected to Tx1 and Tx2

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

[6] During operation with a typical circuitry the overall current is below 100 mA.

[7] I_{SPD} and I_{HPD} are the total currents over all supplies.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Ordering information

Table 2: Ordering information

Type number	Package		
	Name	Description	Version
MFRC52201HN1/TRAYB (delivered in 1 Tray)	HVQFN32	see Package Outline in Figure 33 "Package outline package version (HVQFN32)" see Packing Information in Figure 34 "Packing Information 1 Tray"	SOT617-1
MFRC52201HN1/TRAYBM (delivered in 5 Tray)	HVQFN32	see Package Outline in Figure 33 "Package outline package version (HVQFN32)" see Packing Information in Figure 35 "Packing Information 5Tray"	SOT617-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Block diagram

The Analog interface handles the modulation and demodulation of the analog signals.

The contactless UART handles the protocol requirements for the communication schemes in co-operation with the host. The comfortable FIFO buffer allows a fast and convenient data transfer from the host to the contactless UART and vice versa.

Various host interfaces are implemented to fulfil different customer requirements.

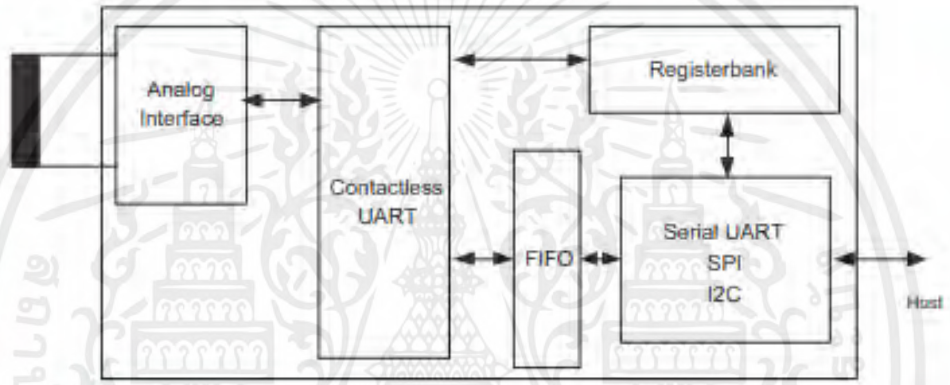


Fig 1. Simplified MFRC522 Block diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายกฤษฎายุทธิ์ เมืองด้วง

วัน เดือน ปีเกิด 22 กันยายน 2543

ที่อยู่ปัจจุบัน 181 หมู่ 13 ตำบลเทพราช อำเภอสิชล
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80340

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2558 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
จากโรงเรียนสิชลคุณาธารวิทยา จังหวัดนครศรีธรรมราช
พ.ศ. 2561 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
จากโรงเรียนสิชลคุณาธารวิทยา จังหวัดนครศรีธรรมราช
Tel. 0987352278
Email: 62201002@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ-นามสกุล นายณัฐภูมินทร์ จอมทอง

วัน เดือน ปีเกิด 19 พฤศจิกายน 2543

ที่อยู่ปัจจุบัน 291/20 หมู่ 4 ตำบลทับสะแก อำเภอทับสะแก
จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 77130

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2558 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
จากโรงเรียนประจวบวิทยาลัย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
พ.ศ. 2561 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
จากโรงเรียนประจวบวิทยาลัย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

Tel. 0928420362
Email: 62201008@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้