การอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญเพื่อระบบธุรกิจแฟรนไชส์ที่มีประสิทธิผล

UPGRADING COFFEE VENDING MACHINE FOR EFFECTIVE FRANCHISE SYSTEM

นางสาวกัลยาวัสถ์ สุภัทโรภาสพงศ์

นายณัฐวัชร์ ลิขิตวานิช

นายศิการ ทรัพย์สมบูรณ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

การอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญเพื่อระบบธุรกิจแฟรนไชส์ที่มีประสิทธิผล

UPGRADING COFFEE VENDING MACHINE FOR EFFECTIVE FRANCHISE SYSTEM

นางสาวกัลยาวัสถ์ สุภัทโรภาสพงศ์

นายณัฐวัชร์ ลิขิตวานิช

นายศิการ ทรัพย์สมบูรณ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UPGRADING COFFEE VENDING MACHINE FOR EFFECTIVE FRANCHISE SYSTEM

Ms. KALLAYAWAS SUPATTAROPASTPONG
Mr. NATTAVAT LIKITVANIT
Mr. SIKARN SUBPAYASOMBOON

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULLFILMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN AUTOMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญเพื่อระบบธุรกิจแฟรนไชส์ที่มีประสิทธิผล UPGRADING COFFEE VENDING MACHINE FOR EFFECTIVE FRANCHISE SYSTEM		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นางสาวกัลยาวัสถ์ สุภัทโรภาสพงศ์	**รหัสนักศึกษา**	58010074
	นายณัฐวัชร์ ลิขิตวานิช	**รหัสนักศึกษา**	58010427
	นายศิการ ทรัพย์สมบูรณ์	**รหัสนักศึกษา**	58011208
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมอัตโนมัติ		
ปีการศึกษา	2561		

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญเพื่อระบบธุรกิจแฟรนไชส์ที่มีประสิทธิผล		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นางสาวกัลยาวัสถ์	สุภัทโรภาสพงศ์	**รหัสนักศึกษา** 58010074
	นายณัฐวัชร์	ลิขิตวานิช	**รหัสนักศึกษา** 58010427
	นายศิการ	ทรัพย์สมบูรณ์	**รหัสนักศึกษา** 58011208
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. ไสว พงศ์สวัสดิ์		
ปีการศึกษา	2561		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการนำเสนอวิธีการบนพื้นฐาน IoT สำหรับการอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญของเจ้าของสิทธิรายหนึ่งให้มีแดชบอร์ดบนระบบคลาวด์เพื่อปรับปรุงประสิทธิผลของระบบธุรกิจแฟรนไชส์ วิธีการอัพเกรดใช้บอร์ด Arduino แทนส่วนควบคุมตู้กาแฟหยอดเหรียญเดิมและติดตั้งโมดูล Raspberry Pi ในการทำหน้าที่เป็นเกตเวย์สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างตู้กาแฟหยอดเหรียญและระบบคลาวด์ Ubidots จากการใช้ระบบการล็อกอินของบัญชีผู้ใช้ที่สร้างขึ้นทำให้เจ้าของสิทธิสามารถตรวจสอบยอดขายของเครื่องดื่มที่กำหนดและสถานะความพร้อมใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญของผู้รับสิทธิทุกรายผ่านแดชบอร์ดที่ถูกสร้างขึ้น รวมถึงการควบคุมอัตราส่วนของผงเครื่องดื่มสำเร็จรูปและน้ำเพื่อการควบคุมคุณภาพ แต่ในส่วนของผู้รับสิทธิสามารถตรวจสอบสถานะความพร้อมใช้งานและยอดขายรายวันจากตู้กาแฟหยอดเหรียญของตนเองเท่านั้น ฟังก์ชันของตู้กาแฟหยอดเหรียญที่ถูกอัพเกรดและแดชบอร์ดบนระบบคลาวด์ที่มีการทำงานที่ถูกต้องและเป็นไปตามข้อกำหนดของเจ้าของสิทธิซึ่งสามารถยืนยันได้จากผลการทดสอบที่ได้จากการจำลองค่าข้อมูล

คำสำคัญ การอัพเกรด, ตู้กาแฟหยอดเหรียญ, ระบบธุรกิจแฟรนไชส์, คลาวด์, IoT, แดชบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Upgrading Coffee Vending Machine for Effective Franchise System
Authors	Ms. Kallayawas Supattaropastpong Mr. Nattavat Likitvanit Mr. Sikarn Subpayasomboon
Thesis Advisor	Assoc.Prof. Dr. Sawai Pongswatd
Academic Year	2018

ABSTRACT

In order to improve an effectiveness of franchise system, this thesis presents a technique based on Internet of Things (IoT) for upgrading a franchisor's coffee vending machine to provide a cloud dashboard. The proposed technique employs an Arduino board to replace an existing machine controller and installs a Raspberry Pi module to perform as a gateway for data transmission between the coffee vending machine and the Ubidots cloud server. Based on user login system, the franchisor is allowed to monitor the sales of drinks and the availability status of all machines on the created dashboard as well as to control the ratio of instant coffee powder and water for quality control, but each franchisee is allowed to monitor his own coffee vending machine status and daily sales of drinks only. Test results from data simulations confirm that the upgraded machine and created dashboard function correctly in accordance with the franchisor's requirements.

Keywords: Upgrading, Coffee Vending Machine, Franchise System, Cloud, Internet of Things, Dashboard

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความกรุณาจากคณาจารย์ คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. ไสว พงศ์สวัสดิ์ เป็นอย่างสูง ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการให้ความรู้ คำแนะนำที่มีประโยชน์ในการดำเนินงานเป็นอย่างดี รวมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการดำเนินงาน นับตั้งแต่เริ่มต้นดำเนินงานจนแล้วเสร็จเรียบร้อย ตลอดจนอาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติที่เคารพทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้ทั้งด้านทฤษฎีและทางด้านปฏิบัติ พร้อมทั้งประสบการณ์อีกมากมาย ซึ่งเป็นประโยชน์ในการนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดทำโครงงานให้แก่คณะผู้จัดทำจนเกิดผลสำเร็จในการดำเนินงานครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้แต่งหนังสือและเอกสารอ้างอิงที่คณะผู้จัดทำได้นำมาใช้อ้างอิงเพื่อทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 2

1.3 ขอบเขตปริญญานิพนธ์ 2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 3

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 5

1.6 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์ 5

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 กล่าวนำ 6

2.2 Internet of Things 6

2.3 Arduino Mega 2560 7

2.3.1 ข้อมูลจำเพาะของ Arduino Mega 2560 8

2.3.2 การใช้แหล่งจ่ายไฟ 8

2.3.3 หน่วยความจำ 10

2.3.4 อินพุตและเอาต์พุต 10

2.3.5 ฟังก์ชันอื่น ๆ เพิ่มเติม 10

2.3.6 การสื่อสาร 10

2.3.7 การเขียนชุดคำสั่ง 11

2.4 โปรโตคอล Modbus RTU 13

2.4.1 วัตถุประสงค์ในการใช้งาน 14

2.4.2 การทำงาน 14

2.5 Raspberry Pi 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.5.1 ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi Model B 17
2.5.2 Raspberry Pi Model B + ... 20
2.6 Node-RED 25
2.6.1 การเขียนโปรแกรมแบบ Flow-based 25
2.6.2 การดำเนินการของ Node-RED 26
2.6.3 การแก้ไขบนเบราว์เซอร์ 26
2.6.4 การสร้างขึ้นบน Node.js 26
2.6.5 การพัฒนา Flow ร่วมกับผู้อื่น 27
2.6.6 แดชบอร์ดของ Node-RED 27
2.7 โปรโตคอล MQTT 28
2.7.1 องค์ประกอบของโปรโตคอล MQTT 29
2.7.2 กลุ่มผู้ใช้ 29
2.7.3 เส้นทางการส่งข้อมูล 29
2.7.4 คุณภาพข้อมูล 30
2.7.5 การส่งข้อมูล 30
2.7.6 การรับข้อมูล 30
2.8 JSON 30
2.9 Cloud Computing 33
2.9.1 Software as a Service 34
2.9.2 Platform as a Service 34
2.9.3 Infrastructure as a Service 35

บทที่ 3 การอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญที่นำเสนอ 36
3.1 กล่าวนำ 36
3.2 รายละเอียดความต้องการในการอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญของเจ้าของสิทธิ 36
3.3 รายละเอียดตู้กาแฟหยอดเหรียญก่อนการอัพเกรด 37
3.3.1 รายละเอียดข้อมูลจำเพาะของตู้กาแฟหยอดเหรียญ 38
3.3.2 รายละเอียดส่วนประกอบและระบบคสบคุมเดิมของตู้กาแฟหยอดเหรียญ 39
3.3.3 รายละเอียดฟังก์ชันการทำงานของตู้กาแฟหยอดเหรียญ 44
3.4 แนวคิดในการอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญ 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.5 การออกแบบโครงสร้างของระบบในการอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญ 48
3.6 การอัพเกรดส่วนฮาร์ดแวร์ของตู้กาแฟหยอดเหรียญใหม่ 50
3.6.1 ส่วนควบคุมด้วยการใช้ Arduino Mega 50
3.6.2 ส่วนหน้าจอสัมผัสเชื่อมต่อกับผู้ใช้และกรอบหน้าตู้กาแฟหยอดเหรียญ 52
3.6.3 การเพิ่มเกตเวย์ในการแลกเปลี่ยนข้อมูล 56
3.7 การอัพเกรดส่วนซอฟท์แวร์ของตู้กาแฟหยอดเหรียญใหม่ 57
3.7.1 ส่วนโปรแกรมชุดคำสั่งของส่วนควบคุม Arduino 57
3.7.2 การติดตั้งและการเขียนโปรแกรม Node-RED ให้กับเกตเวย์ 61
3.7.3 การจัดเก็บข้อมูลและแสดงผลบนคลาวด์ Ubidots 65
3.8 การติดตามการใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญที่ถูกอัพเกรด 80

บทที่ 4 ผลการทดสอบฟังก์ชันการทำงานของตู้กาแฟหยอดเหรียญที่นำเสนอ 81
4.1 กล่าวนำ 81
4.2 ผลการทดสอบฟังก์ชันการทำงานของตู้กาแฟหยอดเหรียญที่ถูกอัพเกรด. 81
4.2.1 ฟังก์ชันการทำงานของส่วนควบคุม Arduino Mega 81
4.2.2 ฟังก์ชันการแสดงผลของจอสัมผัส 83
4.3 ผลการทดสอบการติดตามการใช้งานตู้กาแฟหยอดเหรียญที่ถูกอัพเกรด. 85
4.3.1 การแลกเปลี่ยนข้อมูลด้วย Node-RED 85
4.3.2 การจัดเก็บและแสดงผลบนคลาวด์ Ubidots 86

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน 96
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 96
5.2 ปัญหาและอุปสรรค 97
5.3 ข้อเสนอแนะ 97

เอกสารอ้างอิง 99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แผนการดำเนินงาน 4
2.1 ตารางเลขรีจิสเตอร์ 14
2.2 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเทคนิคของ Raspberry Pi โมเดล A และ B 16
3.1 ตารางข้อมูลจำเพาะตู้กาแฟหยอดเหรียญ 38
3.2 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้งานในตู้กาแฟหยอดเหรียญ 42
3.3 เงื่อนไขการทำงานของตู้กาแฟหยอดเหรียญ 57
3.4 ตัวแปรประเภท Raw บน Ubidots 67
3.5 ตัวแปรประเภท Synthetic บน Ubidots 69
3.6 เงื่อนไขการแสดงผลการติดตามการใช้งานตู้กาแฟหยอดเหรียญผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 73
4.1 การสรุปผลฟังก์ชันการทำงานตามเงื่อนไขของตู้กาแฟหยอดเหรียญ 83
4.2 การสรุปผลฟังก์ชันการทำงานตามเงื่อนไขของจอแสดงผลหน้าตู้กาแฟหยอดเหรียญ 84
4.3 การสรุปผลการแสดงผลการติดตามการใช้งานตู้กาแฟหยอดเหรียญผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต. 90
4.4 การสรุปผลความสามารถกระทำการบน Ubidots ของบัญชีผู้ใช้เจ้าของสิทธิ 92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 บอร์ด Arduino Mega 2560 7
2.2 Pin Diagram บอร์ด Arduino Mega 2560 9
2.3 โปรแกรม Arduino IDE 12
2.4 หน้าตาโปรแกรม Arduino IDE 13
2.5 โลโก้ Modbus 13
2.6 เฟรมข้อมูลของโปรโตคอล Modbus RTU 15
2.7 ตัวอย่างโครงสร้างบอร์ด Raspberry Pi โมเดล A และ B 17
2.8 ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi (Model B) 17
2.9 พอร์ต GPIO ในโมเดล A และ B (Revision 1) และโมเดล B (Revision 2) 18
2.10 สายที่เชื่อมต่อสัญญาณภาพออกแบบ RCA 18
2.11 Raspberry PI Camera Module 19
2.12 สาย HDMI 19
2.13 สายแปลง HDMI เป็น VGA 19
2.14 Raspberry Pi Model B + ... 20
2.15 ขาสัญญาณของ GPIO 21
2.16 Pin Diagram ขาสัญญาณของ GPIO 21
2.17 ชิพ LAN9514 22
2.18 ช่องเสียบ Micro SD Card 23
2.19 คอนเน็คเทอร์ Audio Out 24
2.20 พอร์ต RJ-45 25
2.21 ลักษณะการเป็น Browser-Based Flow Editing 26
2.22 แดชบอร์ดของ Node-RED 27
2.23 โครงสร้างการรับ-ส่งข้อมูลด้วยโปรโตคอล MQTT 28
2.24 ชุดข้อมูลแบบ Object 31
2.25 ชุดข้อมูลแบบ Array 31
2.26 ชุดข้อมูลแบบ Value 31
2.27 ชุดข้อมูลแบบ String 32
2.28 ชุดข้อมูลแบบ Number 32
2.29 การเข้าถึงข้อมูลบนคลาวด์ 33
3.1 ตู้จำหน่ายกาแฟหยอดเหรียญ BD.24CPM-3 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.2 ส่วนประกอบหน้าแสดงผลตู้จำหน่ายกาแฟหยอดเหรียญ 39
3.3 ส่วนประกอบหน้าตู้จำหน่ายกาแฟหยอดเหรียญ 39
3.4 ส่วนประกอบภายในตู้จำหน่ายกาแฟหยอดเหรียญ 40
3.5 ส่วนประกอบแผงตั้งค่าตู้จำหน่ายกาแฟหยอดเหรียญ 40
3.6 ส่วนประกอบด้านหลังตู้จำหน่ายกาแฟหยอดเหรียญ 41
3.7 ส่วนควบคุมเดิมของตู้กาแฟหยอดเหรียญ 41
3.8 เลย์เอาท์ของบอร์ดวงจรควบคุมเดิม 42
3.9 แผนภาพลำดับขั้นการทำงานของตู้กาแฟหยอดเหรียญ 44
3.10 แผนภาพลำดับขั้นการทำงานการปล่อยแก้ว 45
3.11 แผนภาพลำดับขั้นการทำงานการชงเครื่องดื่ม 46
3.12 แนวคิดในการควบคุมโดยพื้นฐานของ IoT หรือที่เรียกว่า Internet of Things 47
3.13 โครงสร้างของระบบในการอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญในรูปแบบบล็อคไดอะแกรม 48
3.14 โครงสร้างเครือข่ายการส่งข้อมูลด้วยโปรโตคอล MQTT 49
3.15 โครงสร้างของระบบในการอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญในรูปแบบสถาปัตยกรรมของระบบ . 49
3.16 การออกแบบวงจรส่วนควบคุมที่มีการปรับปรุง 50
3.17 การออกแบบวงจรส่วนควบคุมที่มีการปรับปรุงบนโปรแกรมโพรทิอุส 51
3.18 การจัดวางเลย์เอาท์วงจรส่วนควบคุมที่มีการปรับปรุงบนโปรแกรมโพรทิอุส 51
3.19 Graphic Specification ของหน้าจอสัมผัส 53
3.20 การทำหน้าจอแสดงผลด้วยโปรแกรม Nextion 54
3.21 กรอบหน้าตู้กาแฟหยอดเหรียญที่ทำการสแกนสามมิติและเปิดผ่านโปรแกรม SOLIDWORKS 54
3.22 การแก้ไขกรอบหน้าตู้กาแฟหยอดเหรียญผ่านโปรแกรม SOLIDWORKS 55
3.23 กรอบยึดจอสัมผัสหน้าตู้ที่สร้างขึ้นใหม่ด้วยวิธีการปริ้นท์สามมิติ 55
3.24 Raspberry Pi 3 Model B+ ที่ใช้สำหรับทำหน้าที่เป็นเกตเวย์ 56
3.25 อุปกรณ์เกตเวย์ 56
3.26 แผนภาพลำดับขั้นการทำงานในการชงเครื่องดื่มที่เพิ่มการเซ็ตค่าไปยังมอดบัสรีจิสเทอร์ 58
3.27 แผนภาพลำดับขั้นการทำงานในการส่งข้อมูลสถานะความพร้อมใช้งานของระดับน้ำในถังบรรจุภายใน 59
3.28 แผนภาพลำดับขั้นการทำงานในการส่งข้อมูลสถานะความพร้อมใช้งานของแก้ว 59
3.29 แผนภาพลำดับขั้นการทำงานในการปรับอัตราส่วนผงและน้ำ 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.30 การติดตั้ง Node-RED ผ่าน Terminal 61
3.31 หน้า UI ของ Node-RED 62
3.32 การใช้ Node function 62
3.33 Text Editor ใน Node function 63
3.34 Flow การเชื่อมต่อระหว่าง Node 63
3.35 การกำหนดค่าให้กับ Node Modbus 64
3.36 การกำหนดค่า Server ให้กับ Node MQTT 64
3.37 การกำหนดค่า Username ให้กับ Node MQTT 65
3.38 หน้าแดชบอร์ดบน Ubidots 65
3.39 การเพิ่ม Device บน Ubidots 66
3.40 การเพิ่มตัวแปรบน Ubidots 67
3.41 การสร้างหน้าแดชบอร์ดเพื่อแสดงผลข้อมูล 72
3.42 พาเลทแสดงหน้าแดชบอร์ดทั้งหมด 72
3.43 Graphic Specification กำหนดการจัดหน้าบนแดชบอร์ด 74
3.44 Graphic Specification กำหนดอักษรบนแดชบอร์ด 75
3.45 Graphic Specification กำหนดสีบนแดชบอร์ด 76
3.46 Graphic Specification กำหนดลักษณะกราฟบนแดชบอร์ด 77
3.47 การเพิ่ม Widget ลงบนหน้าแดชบอร์ด 77
3.48 การเพิ่มชื่อผู้ใช้บน Ubidots 78
3.49 การเพิ่ม Organization บน Ubidots 78
3.50 การกำหนดหน้าแดชบอร์ดติดตามการใช้งานให้กับกลุ่มผู้ให้สิทธิ์ทางการค้าบน Ubidots 79
3.51 การกำหนดบัญชีผู้ใช้ให้กับกลุ่มผู้ให้สิทธิ์ทางการค้าบน Ubidots 79
3.52 การกำหนดความสามารถในการกระทำการให้กับ Role ที่สร้างขึ้นบน Ubidots 80
4.1 แผนภาพลำดับขั้นการทำงานหลักของตู้กาแฟหยอดเหรียญที่ถูกอัพเกรด 81
4.2 บอร์ดวงจรส่วนควบคุมตู้กาแฟหยอดเหรียญ 82
4.3 Debug Messages การส่งข้อมูลด้วย Modbus RTU 86
4.4 ตัวแปรที่ถูกสร้างขึ้นบน Ubidots 87
4.5 ค่าที่ถูกบรรจุในตัวแปรที่ถูกสร้างขึ้นบน Ubidots 87
4.6 ตัวแปรที่ผ่านการประมวลผลบน Ubidots 88
4.7 ค่าที่ผ่านการประมวลผลบรรจุในตัวแปรบน Ubidots Summation ทุก ๆ 1 วัน 88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.8 ค่าที่ผ่านการประมวลผลบรรจุในตัวแปรบน Ubidots Summation ทุก ๆ 1 เดือน 89
4.9 ค่าที่ผ่านการประมวลผลบรรจุในตัวแปรบน Ubidots Summation ทุก ๆ 1 ปี 89
4.10 หน้าแดชบอร์ดแสดงสถานะพร้อมใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญและยอดขายรายวัน 91
4.11 หน้าแดชบอร์ดแสดงกราฟเปรียบเทียบยอดขายและตารางแสดงจำนวนแก้วที่ขายได้ย้อนหลังและปัจจุบัน 91
4.12 หน้าแดชบอร์ดแสดงสไลด์บาร์ปรับอัตราส่วนผงเครื่องดื่มสำเร็จรูปและน้ำ 91
4.13 พาเลทแสดงแดชบอร์ดที่บัญชีผู้ใช้เจ้าของสิทธิสามารถเข้าถึงได้ 93
4.14 แดชบอร์ดหน้า Franchisor – Status and Daily Sales ID1 93
4.15 แดชบอร์ดหน้า Franchisor - Record of Sales 93
4.16 แดชบอร์ดหน้า Franchisor - Recipe Control 94
4.17 ค่าข้อมูลที่มีการบรรจุในรูปแบบตัวแปรเป็นฐานข้อมูล 94
4.18 การดาวน์โหลดค่าข้อมูลที่มีการบรรจุในรูปแบบตัวแปรเป็นฐานข้อมูล 94
4.19 แดชบอร์ดหน้า Franchisee – Status and Daily Sales ID1 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ธุรกิจตู้กาแฟหยอดเหรียญ (Coffee Vending Machine) เป็นอีกหนึ่งธุรกิจที่กำลังได้รับความนิยม เนื่องจากธุรกิจตู้กาแฟหยอดเหรียญมีความเป็นอัตโนมัติทำให้เจ้าของเครื่องได้รับความสะดวกในการดำเนินธุรกิจ ไม่ต้องดำเนินการขายด้วยตัวเอง ซึ่งบริษัทแฟรนไชส์ (Franchise) แห่งหนึ่งเป็นเจ้าของสิทธิ (Franchisor) ในการจำหน่ายตู้กาแฟหยอดเหรียญและวัตถุดิบในรูปของผงเครื่องดื่มสำเร็จรูป ให้แก่ผู้รับสิทธิ (Franchisee) ซึ่งทำให้มีตู้กาแฟหยอดเหรียญไปติดตั้งอยู่ตามจุดต่าง ๆ ที่มีความสามารถในการชงกาแฟร้อนโดยอัตโนมัติ มีความสามารถปรับรูปแบบรสชาติ ปริมาณ และมีความสามารถบันทึกยอดขายได้ แต่ทว่าเมื่อธุรกิจได้รับการตอบรับเป็นอย่างดี จึงมีผู้รับสิทธิจำนวนมากขึ้น นอกจากนี้ผู้รับสิทธิเองสามารถลงทุนซื้อสิทธิเพื่อสวมสิทธิการดำเนินธุรกิจมากกว่าหนึ่งตู้ ทำให้มีพื้นที่ที่ตู้กาแฟหยอดเหรียญไปตั้งบริการหลายจุด จากตู้กาแฟหยอดเหรียญจำนวนหนึ่งตู้ที่ยังสามารถคอยดูแลได้ตลอดในการตรวจสอบยอดขาย สถานะความพร้อมใช้งาน รวมถึงการควบคุมรูปแบบรสชาติ และปริมาณให้เป็นไปตามมาตรฐาน แต่เมื่อตู้กาแฟหยอดเหรียญเหล่านี้เพิ่มจำนวนขึ้นเป็นทวีคูณไปตั้งให้บริการตามสถานที่ต่าง ๆ จะทำให้เป็นเรื่องยากที่จะสามารถเข้าไปทำการดูแลได้ สำหรับระบบธุรกิจแฟรนไชส์นอกจากค่าตอบแทนที่เป็นค่าธรรมเนียมแรกเข้า (Franchise Fee) ที่เจ้าของสิทธิจะได้รับแล้ว ยังมีค่าตอบแทนผลดำเนินการ (Royalty Fee) ที่ต้องจ่ายอย่างต่อเนื่องเป็นเปอร์เซ็นต์จากยอดขายหรือจากยอดสั่งซื้อสินค้า [1] ทำให้เจ้าของสิทธิมีความต้องการที่จะติดตามยอดขายเพื่อคำนวณค่าตอบแทนผลการดำเนินการ รวมถึงเพื่อใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมตลาด การวิเคราะห์ความเหมาะสมของทำเลที่ตั้ง แต่อย่างไรก็ดี เจ้าของสิทธิจะมีวิธีการในการติดตามการใช้งานของผู้รับสิทธิแต่ละรายในเรื่องผลการดำเนินการ (ยอดขาย) และสถานะความพร้อมใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญเมื่อจำหน่ายออกไปแล้ว รวมไปถึงวิธีการในการรักษามาตรฐาน รูปแบบรสชาติ ปริมาณของตู้กาแฟหยอดเหรียญที่จำหน่ายไปยังผู้รับสิทธิแต่ละรายและผู้รับสิทธิเองจะมีวิธีการในการตรวจสอบสถานะความพร้อมใช้งานของตู้และยอดขายกับยอดเงินของตนเองโดยไม่ต้องไขเงินเพื่อนำมานับ โดยวิธีการที่ใช้นั้นไม่จำเป็นต้องจ่ายเงินจำนวนมากในการจ้างพนักงานคอยดูแลและตรวจสอบอยู่ตลอดเวลา แต่สามารถติดตามและควบคุมผ่านการเข้าถึงระยะไกลด้วยเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet) เมื่อตู้กาแฟหยอดเหรียญ ไม่มีความสามารถในการสื่อสารกับเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินเทอร์เน็ต การที่จะติดตามการใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญเหล่านี้สามารถตรวจสอบได้ที่ตัวตู้กาแฟหยอดเหรียญเท่านั้น

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นทำให้คณะผู้จัดทำมีความต้องการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบธุรกิจแฟรนไชส์ด้วยการอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญที่ได้กล่าวถึงไปแล้ว ให้เกิดเป็นระบบแฟรนไชส์ที่ควบคุมโดย IoT (Internet of Things) โดยปรับปรุงเพื่อเพิ่มความสามารถที่ตู้กาแฟหยอดเหรียญในการเชื่อมต่อสื่อสารกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ให้มีความสามารถที่จะส่งเก็บข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียกเก็บค่าตอบแทนดำเนินการและข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความเป็นไปของธุรกิจและแสดงผลผ่านเครือข่ายโดยข้อมูลที่ถูกนำมาแสดงผล ได้แก่ ยอดขายของเครื่องดื่มและสถานะความพร้อมใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญแต่ละตู้ในแต่ละที่ เจ้าของสิทธิและผู้รับสิทธิเข้าถึงข้อมูลเหล่านี้ด้วยอุปกรณ์ใด ๆจากที่ใดก็ได้ เพียงแค่อุปกรณ์เหล่านั้นมีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ก็สามารถล็อกอิน (Log in) เพื่อตรวจสอบติดตามการใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญได้ รวมถึงเพิ่มความสามารถในการควบคุมรูปแบบรสชาติ ปริมาณจากศูนย์กลางด้วยเจ้าของสิทธิผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพียงผู้เดียวเท่านั้น ทำให้ธุรกิจแฟรนไชส์มีจุดเด่นเฉพาะตัว และมีมาตรฐานรสชาติซึ่งถือเป็นการสร้างแบรนด์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่จำเป็นต้องใช้คนดูแลอยู่ตลอด 24 ชั่วโมง

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์คือ การอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญเพื่อทำให้ระบบธุรกิจแฟรนไชส์มีประสิทธิภาพโดยการเพิ่มความสามารถในการแสดงสถานะความพร้อมใช้งาน ติดตามยอดขายของเครื่องดื่มที่กำหนด และการรักษามาตรฐานรูปแบบรสชาติและปริมาณผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. การอัพเกรดส่วนฮาร์ดแวร์ (Hardware) ของตู้กาแฟหยอดเหรียญใหม่ ได้แก่ การอัพเกรดส่วนควบคุม ด้วยการใช้ Arduino Mega ในการควบคุมการทำงานและจัดการข้อมูลตู้กาแฟหยอดเหรียญอัจฉริยะแทนตัวควบคุมเดิม การอัพเกรดส่วนกราฟิก (Graphic) เชื่อมต่อการสั่งงานและแสดงผลผ่านจอสัมผัสแทนปุ่มกดเดิม การอัพเกรดกรอบหน้าตู้กาแฟหยอดเหรียญมารองรับจอสัมผัส และการอัพเกรดเพิ่ม Raspberry Pi 3 B+ เป็นเกตเวย์ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างตู้กาแฟหยอดเหรียญและเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การอัพเกรดส่วนซอฟท์แวร์ (Software) ของตู้กาแฟหยอดเหรียญใหม่ ได้แก่ การอัพเกรดส่วนโปรแกรมชุดคำสั่งของส่วนควบคุม Arduino Mega ในการควบคุมฟังก์ชันการทำงานของตู้กาแฟหยอดเหรียญ การอัพเกรดการติดตั้งและการเขียนโปรแกรม Node-RED ให้กับ Raspberry Pi 3 B+ ในการแลกเปลี่ยนและจัดการข้อมูล และการอัพเกรดส่วนเก็บข้อมูลและแสดงผลบน Ubidots (Cloud Computing Service) ในการกำหนดขอบเขตการเข้าถึงข้อมูลของเจ้าของสิทธิและผู้รับสิทธิด้วยประเภทของบัญชีผู้ใช้ เจ้าของสิทธิสามารถตรวจสอบสถานะความพร้อมใช้งานได้แก่ สถานะความพร้อมใช้ของน้ำ สถานะความพร้อมใช้ของแก้วกระดาษ และสถานะอุณหภูมิของน้ำในหม้อต้มและยอดขายของตู้กาแฟหยอดเหรียญรวมถึงการควบคุมรูปแบบรสชาติและปริมาณของตู้กาแฟหยอดเหรียญทุกตู้ ส่วนผู้รับสิทธิสามารถตรวจสอบสถานะความพร้อมใช้งานได้แก่ สถานะความพร้อมใช้ของน้ำ สถานะความพร้อมใช้ของแก้วกระดาษ และสถานะอุณหภูมิของน้ำในหม้อต้มและยอดขายรายวันเฉพาะตู้ของตนเองผ่านหน้าแดชบอร์ดที่สร้างขึ้นบน Ubidots

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. รายละเอียดตู้กาแฟหยอดเหรียญเดิมก่อนมีการอัพเกรด
2. แนวคิดในการอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญ
3. การออกแบบโครงสร้างของระบบในการอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญ
4. การอัพเกรดส่วนฮาร์ดแวร์ของตู้กาแฟหยอดเหรียญใหม่
5. การอัพเกรดส่วนซอร์ฟแวร์ของตู้กาแฟหยอดเหรียญใหม่
6. การทดสอบการติดตามการใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญใหม่

จากขั้นตอนการดำเนินงานข้างต้นสามารถสรุปเป็นแผนการดำเนินงานดังตารางที่ 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ลำดับ	รายละเอียด	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธันวาคม			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	รายละเอียดตู้กาแฟหยอดเหรียญเดิมก่อนมีการอัพเกรด																				
2	แนวคิดในการอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญ																				
3	การออกแบบโครงสร้างของระบบในการอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญ																				
4	การอัพเกรดส่วนฮาร์ดแวร์ของตู้กาแฟหยอดเหรียญใหม่																				
5	การอัพเกรดส่วนซอร์ฟแวร์ของตู้กาแฟหยอดเหรียญใหม่																				
6	การทดสอบการติดตามการใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญใหม่																				

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ระบบแฟรนไชส์มีประสิทธิผลสามารถเฝ้าดูและควบคุมตู้กาแฟหยอดเหรียญผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้

2. เจ้าของสิทธิสามารถตรวจสอบความพร้อมใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญที่มีการจำหน่ายไปยังผู้รับสิทธิแต่ละราย

2. เจ้าของสิทธิสามารถเข้าถึงและรวบรวมข้อมูลจากส่วนกลางผ่าน Ubidots เพื่อวิเคราะห์และจัดทำแผนธุรกิจ

3. เจ้าของสิทธิสามารถควบคุมมาตรฐานรูปแบบรสชาติและปริมาณของเครื่องดื่มที่มีการจำหน่ายจากตู้กาแฟหยอดเหรียญของผู้รับสิทธิทุกรายด้วยการกำหนดค่าจากส่วนกลางผ่าน Ubidots แต่เพียงผู้เดียว

4. เจ้าของสิทธิและผู้รับสิทธิสามารถติดตามยอดขายของเครื่องดื่มที่กำหนดผ่าน Ubidots ได้

1.6 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ในฉบับนี้จัดทำทั้งหมด 5 บท โดยแต่ละบทมีรายละเอียดดังนี้

บทที่ 1 บทนำ โดยในบทนี้จะอธิบายถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ วัตถุประสงค์ ขอบเขตการศึกษา และผลที่คาดว่าจะได้รับ

บทที่ 2 บทนี้จะอธิบายถึงพื้นฐานความรู้และข้อมูลต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในตู้กาแฟหยอดเหรียญที่นำเสนอ

บทที่ 3 การออกแบบและรายละเอียด ในบทนี้จะอธิบายถึงการออกแบบและสร้าง ทั้งในส่วนของซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ ของตู้กาแฟหยอดเหรียญที่นำเสนอ

บทที่ 4 ผลการทดสอบ ในบทนี้จะอธิบายถึงผลการทดสอบการอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญที่นำเสนอ

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินการ ในบทนี้จะอธิบายถึงบทสรุปของปริญญานิพนธ์ทั้งหมด ปัญหาที่เกิดขึ้น และข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

โครงงานนี้นำเสนอการดัดแปลงส่วนควบคุมของตู้กาแฟหยอดเหรียญด้วยตัวควบคุม พัฒนาให้สามารถส่งเก็บข้อมูล และแสดงผลการติดตามการใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.2 Internet of Things [1]

Internet of Things (IoT) คือ การที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยงหรือส่งข้อมูลถึงกันได้ด้วยอินเทอร์เน็ต โดยไม่ต้องป้อนข้อมูล การเชื่อมโยงนี้ง่ายจนทำให้เราสามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ไปจนถึงการเชื่อมโยงการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้ากับการใช้งานอื่น ๆ จนเกิดเป็นบรรดา Smart ต่าง ๆ ได้แก่ Smart Device, Smart Grid, Smart Home, Smart Network, Smart Intelligent Transportation ทั้งหลายที่เราเคยได้ยินนั่นเอง ซึ่งแตกต่างจากในอดีตที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นเพียงสื่อกลางในการส่งและแสดงข้อมูลเท่านั้น กล่าวได้ว่า Internet of Things นี้ได้แก่การเชื่อมโยงของอุปกรณ์อัจฉริยะทั้งหลายผ่านอินเทอร์เน็ตที่เรานึกออก เช่น แอปพลิเคชัน แว่นตากูเกิลกลาส รองเท้าวิ่งที่สามารถเชื่อมต่อข้อมูลการวิ่ง ทั้งความเร็ว ระยะทาง สถานที่ และสถิติได้

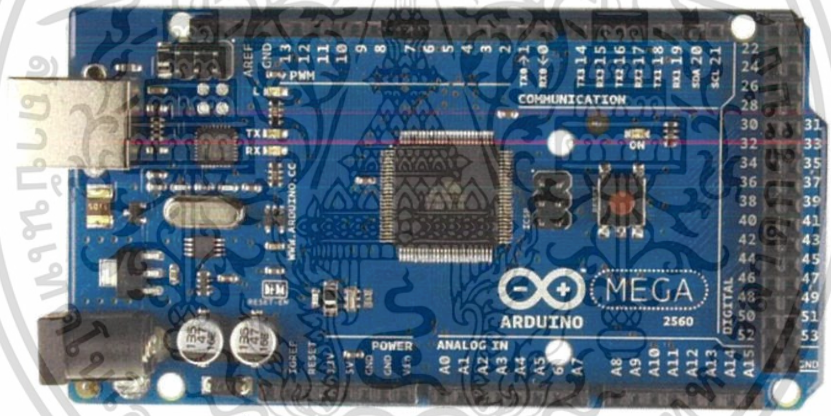
นอกจากนั้น Cloud Storage หรือ บริการรับฝากไฟล์และประมวลผลข้อมูลของคุณผ่านทางออนไลน์ หรือเราเรียกอีกอย่างว่า แหล่งเก็บข้อมูลบนก้อนเมฆ เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่เราใช้งานบ่อย ๆ แต่ไม่รู้ว่าเป็นหนึ่งในรูปแบบของ Internet of Things สมัยนี้ผู้ใช้นิยมเก็บข้อมูลไว้ในก้อนเมฆมากขึ้น เนื่องจากมีข้อดีหลายประการ คือ ไม่ต้องกลัวข้อมูลสูญหายหรือถูกโจรกรรม ทั้งยังสามารถกำหนดให้เป็นแบบส่วนตัวหรือสาธารณะก็ได้ เข้าถึงข้อมูลได้ทุกที่ทุกเวลาด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใด ๆผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แถมยังมีพื้นที่ใช้สอยมาก มีให้เลือกหลากหลาย ช่วยเราประหยัดค่าใช้จ่ายได้อีกด้วย เนื่องจากเราไม่ต้องเสียเงินซื้ออุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล เช่น ฮาร์ดไดร์ฟ หรือ Flash drive ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 Arduino Mega 2560

[3] Arduino เป็นภาษาอิตาลี โดยเป็นชื่อโครงการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ในรูปแบบ Open Source คือวิธีการในการออกแบบ พัฒนา และแจกจ่ายสำหรับต้นฉบับของสินค้า หรือความรู้โดยเฉพาะซอฟต์แวร์ โดยโอเพนเซอร์ถูกพิจารณาว่าเป็นทั้งรูปแบบหนึ่งในการออกแบบ และแผนการในการดำเนินการ โอเพนเซอร์เปิดโอกาสให้บุคคลอื่นนำเอาระบบนั้นไปพัฒนาได้ต่อไป

Arduino เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดแบบสำเร็จรูปในยุคปัจจุบัน ซึ่งถูกสร้างมาจาก Controller ตระกูล ARM ของ ATMEL ข้อดีของไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดคือเรื่องของ Open Source ที่สามารถนำไปพัฒนาต่อเป็นอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ และความสามารถในการเพิ่ม Boot Loader เข้าไปที่ตัว ARM จึงทำให้การ Upload Code เข้าตัวบอร์ดสามารถทำได้ง่ายขึ้น และยังมีการพัฒนา Software ที่ใช้ในการควบคุมตัวบอร์ดของ Arduino มีลักษณะเป็นภาษา C++ ที่โปรแกรมเมอร์มีความคุ้นเคยในการใช้งาน ตัวบอร์ดสามารถนำโมดูลมาต่อเพิ่ม



รูปที่ 2.1 บอร์ด Arduino Mega 2560

ดังรูปที่ 2.1 เป็นบอร์ด Arduino Mega 2560 คือบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนาจาก ATmega2560 มี 54 digital input/output ดังรูปที่ 2.2 โดยมี 14 ขา สามารถใช้เป็น output แบบ PWM ได้ มี analog inputs 16 ขา มี UARTs 4 ขา ทำงานที่ความถี่ 16 MHz สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วยสายเคเบิล USB หรือใช้ adaptor AC-to-DC เพื่อเริ่มต้นใช้งาน และมีปุ่ม reset สามารถต่อเข้ากับ shields ที่ออกแบบเพื่อใช้งานกับ Arduino Duemilanove หรือ Diecimila.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ข้อมูลจำเพาะของ Arduino Mega 2560

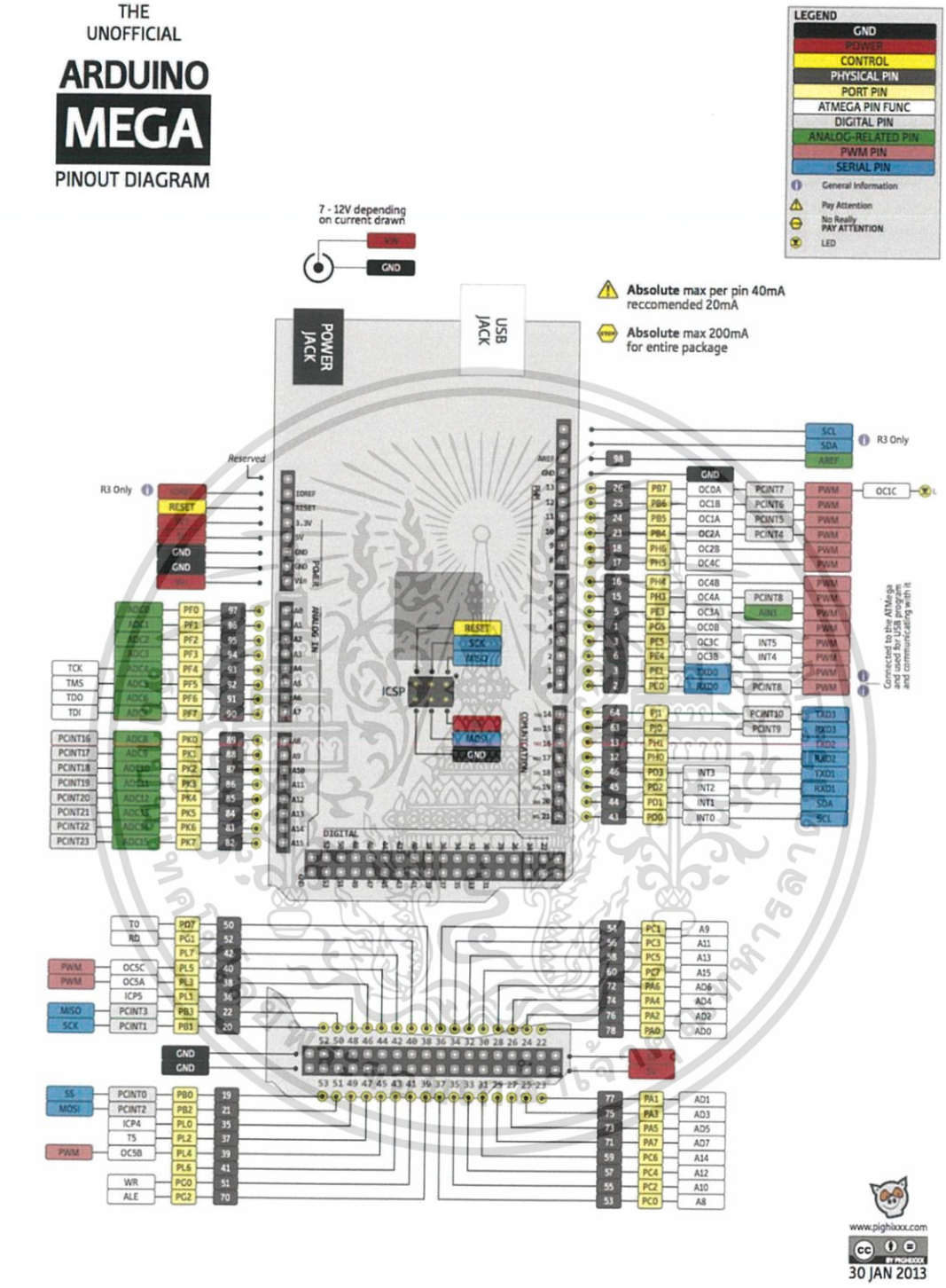
ชิปไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์	ATmega 2560
แรงดันไฟฟ้า	5 โวลต์
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ)	7 - 12 โวลต์
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด)	6 - 20 โวลต์
พอร์ต Digital I/O	54 พอร์ต (มี 15 พอร์ต PWM output)
พอร์ต Analog Input	16 พอร์ต
กระแสไฟฟ้ารวมที่จ่ายได้ในทุกพอร์ต	40 มิลลิแอมป์
กระแสไฟที่จ่ายได้ในพอร์ต 3.3 V	50 มิลลิแอมป์
พื้นที่โปรแกรมภายใน	256 KB แต่ 8 KB ถูกใช้โดย Boot Loader
พื้นที่แรม	8 KB
พื้นที่หน่วยความจำถาวร (EEPROM)	4 KB
ความถี่คริสตัล	16 MHz

2.3.2 การใช้แหล่งจ่ายไฟ

Arduino Mega สามารถเชื่อมรับพลังงานโดยการเชื่อมต่อ micro USB connector หรือจากpower supply จากภายนอกได้ โดยแหล่งพลังงานจะถูกเลือกโดยอัตโนมัติ แหล่งจ่ายจากภายนอกสามารถมาได้จาก AC-to-DC adapter หรือจากแบตเตอรี่ โดยต่อเข้ากับ 2.1 mm center-positive plug ไปยังช่องเสียบแหล่งจ่าย และการต่อเข้ากับแบตเตอรี่สามารถทำได้โดยการต่อเข้ากับ GND และ Vin pin header ของ power connecter บอร์ดสามารถทำงานได้ในช่วงแรงดัน 6 ถึง 20 โวลต์ถ้าแหล่งจ่ายมีค่าต่ำกว่า 7 โวลต์อาจส่งผลให้ 5 โวลต์ pin มีแรงดันที่ต่ำกว่า 5 โวลต์และบอร์ดอาจจะไม่เสถียร แต่ถ้าหากแรงดันมีค่าสูงกว่า 12 โวลต์อาจส่งผลให้บอร์ด Overheat และอาจทำให้บอร์ดเสียหายได้ ดังนั้นช่วงแรงดันที่เหมาะสมกับบอร์ดคือ 7 ถึง 12 โวลต์

- VIN เป็น input โวลต์age ของบอร์ด Arduino โดยใช้แหล่งจ่ายจากภายนอก
- 5 โวลต์เป็น output pin ที่ควบคุม 5 โวลต์จากบอร์ด
- 3.3 โวลต์เป็น 3.3 โวลต์ supply ที่สร้างขึ้นจาก regulator บนบอร์ด และให้กระแสได้สูงสุด 50 มิลลิแอมป์
- GND เป็น groud pin
- IOREF เป็น pin ที่ให้ Voltage reference กับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อเลือกค่าแรงดันให้กับ shield ที่มาเชื่อมต่อกับบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 Pin Diagram บอร์ด Arduino Mega 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 หน่วยความจำ

ATmega2560 มีหน่วยความจำ 256 KB (8 KB ใช้สำหรับ boot loader) นอกจากนี้ยังมีอีก 8 KB สำหรับ SRAM และ 4 KB สำหรับ EEPROM

2.3.4 อินพุตและเอาต์พุต

ในแต่ละ digital pins ทั้ง 54 pins บนบอร์ด Arduino Mega สามารถเป็นได้ทั้ง input และ output โดยจะทำงานที่แรงดัน 5 โวลต์และให้กระแสสูงสุด 40 มิลลิแอมป์

2.3.5 ฟังก์ชันอื่น ๆ เพิ่มเติม

Serial: 0 (Rx) และ 1(Tx); Serial 1: 19(Rx) และ 18 (Tx); Serial 2: 17 (Rx) และ16(Tx); Serial 3:15 (Rx) และ 14 (Tx) ใช้สำหรับรับ (Rx) และส่ง(Tx) TTL serial dataโดย pin 0 และ 1 จะถูกเชื่อมต่อไปยัง corresponding pins ของ ATmega16U2 USB-to-TTL serial chip

External Interrupts: 2 (interrupt 0) , 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), 21 (interrupt 2). pins เหล่านี้สามารถที่จะกำหนดค่าที่เรียกinterrupt ในค่าต่ำ ๆ, ขอบขาขึ้นและลง หรือเปลี่ยนแปลงค่า

PWM: 2 ถึง 13 และ 44 ถึง 46 ให้ output PWM output 8-bits

SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS) ใช้สำหรับรองรับการสื่อสารแบบ SPI โดยที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับ ICSP header ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกับ Uno, Duemilanove และ Diecimila

LED 13 : เป็น build-in LED ที่เชื่อมต่อกับ digital pin 13 เมื่อ pin มีค่าเป็น HIGH LEDจะติด , แต่เมื่อ pin เป็น LOW LED จะดับ

TWI : 20 (SDA) and 21 (SCL). รองรับการเชื่อมต่อแบบ TWI(I2C)

AREF. แรงดันอ้างอิง สำหรับ analog input บอร์ด Mega2560 มี 16 analog inputs แต่ละ pins ให้ความละเอียด 10 bits

Reset ใช้ในการ reset ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยทั่วไปจะใช้โดยการเพิ่มปุ่ม reset ไว้บน shield เพื่อป้องกันปุ่มที่อยู่บนบอร์ด

2.3.6 การสื่อสาร

Arduino Mega สามารถสื่อสารกับคอมพิวเตอร์, Arduino ตัวอื่น ๆ หรือ microcontroller ได้ โดยที่จะให้การสื่อสารแบบอนุกรม UART TTL (5 โวลต์) ซึ่งมีอยู่ใน pins 0 (Rx) และ 1 (Tx) นอกจากนี้สามารถใช้การสื่อสารแบบอนุกรมผ่าน USB และจะปรากฏเป็น COM port เสมือนไปยัง Software แต่อย่างไรก็ตามต้องใช้ ไฟล์ .inf บนระบบปฏิบัติการ Windows แต่ OSX และ Linux สามารถ recognize ได้โดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7 การเขียนชุดคำสั่ง [4]

Arduino Mega สามารถรองรับการโปรแกรมด้วย Arduino Software โดยสามารถใช้ได้ทั้งในระบบปฏิบัติการ Windows , Mac OS X และ Linux ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนางานสำหรับบอร์ด Arduino นั่นคือโปรแกรมที่เรียกว่า Arduino IDE ในการเขียนโปรแกรมและคอมไพล์ลงบอร์ด โดยขนาดของโปรแกรม Arduino โดยปกติแล้วใหญ่กว่าโค้ด AVR ปกติเนื่องจากโค้ด AVR เป็นการเข้าถึงจากรีจิสเตอร์โดยตรง แต่โค้ด Arduino เข้าถึงผ่านฟังก์ชัน เพื่อให้สามารถเขียนโค้ดได้ง่ายมากกว่าการเขียนโค้ดแบบ AVR หรือเวอร์ชันอื่น ๆ ของ Arduino หรือบอร์ดตัวอื่น ๆ ที่คล้ายกัน เช่น Generic ESP8266 modules, NodeMCU หรือ WeMos D1 เป็นต้น

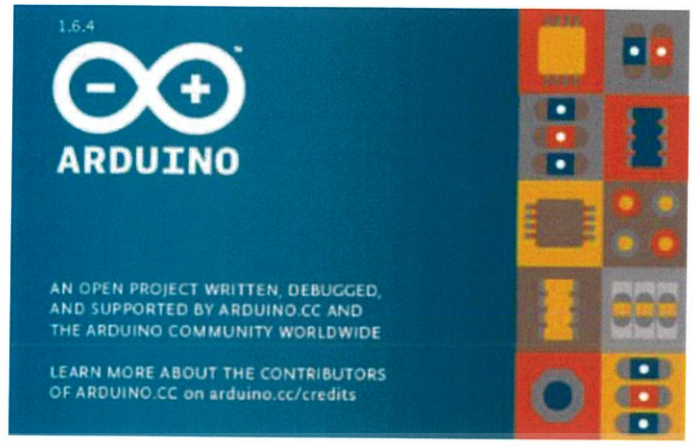
IDE ย่อมาจาก (Integrated Development Environment) คือ ส่วนเสริมของระบบการพัฒนาหรือตัวช่วยต่าง ๆ ที่จะคอยช่วยเหลือ Developer หรือช่วยเหลือคนที่พัฒนา Application เพื่อเสริมให้เกิดความรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ ตรวจสอบระบบที่จัดทำได้ ทำให้การพัฒนางานต่าง ๆ เร็วมากขึ้น

แนวคิดการใช้งานโปรแกรม Arduino IDE

1. เขียนโปรแกรมด้วยภาษา C/C++ สำหรับ Arduino
2. คอมไพล์หรือแปลโปรแกรมภาษา C/C++ ให้เป็นภาษาสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์และบันทึกเป็น Intel Hex File
3. อัปโหลด Intel Hex File ลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งอยู่บนบอร์ด Arduino ผ่านสาย USB หรือผ่าน Programmer

โดยที่โปรแกรมที่ถูกเขียนด้วย Arduino IDE จะถูกเรียกว่า Sketch ดังรูปที่ 2.3 ฟังก์ชัน setup จะเริ่มทำงานเป็นอันดับแรกเมื่อ Arduino เริ่มทำงาน และคำสั่งที่ถูกเขียนลงไปในนี้จะทำงานเพียงครั้งเดียวเท่านั้น ฟังก์ชัน loop จะเริ่มทำงานทันทีเมื่อฟังก์ชัน setup ทำงานเสร็จ และคำสั่งที่ถูกเขียนลงไปจะทำงานตั้งแต่คำสั่งแรกไล่ไปจนถึงคำสั่งสุดท้าย แล้วกลับมาที่คำสั่งแรก ไล่ไปจนถึงคำสั่งสุดท้าย วนซ้ำแบบนี้ไปเรื่อย ๆ ตลอดการทำงานของ Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



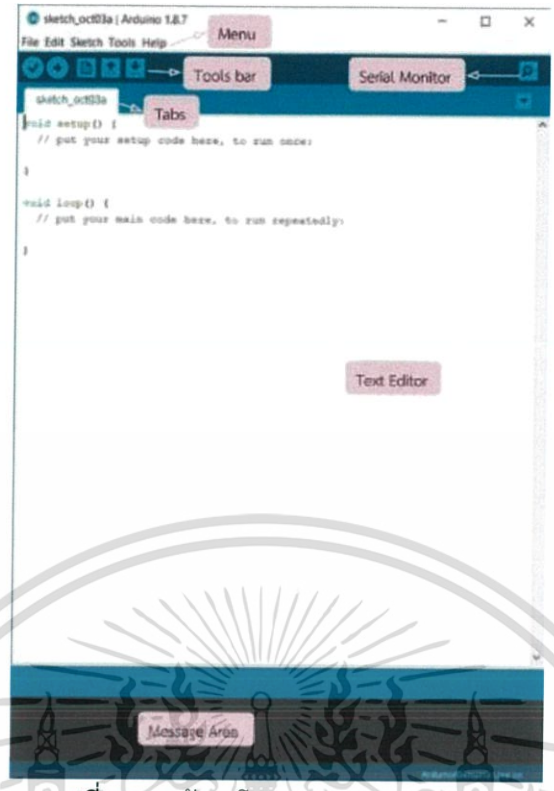
รูปที่ 2.3 โปรแกรม Arduino IDE

เมื่อเรียกให้โปรแกรมทำงานจะมีหน้าตาดังรูปที่ 2.4 ตัวโปรแกรมประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. เมนู (Menu) ใช้เลือกคำสั่งต่าง ๆ ในการใช้งานโปรแกรม
2. แถบเครื่องมือ (tools bar) เป็นการนำคำสั่งต่าง ๆ ในการใช้งานบ่อย ๆ มาสร้างเป็นปุ่มเพื่อให้เรียกใช้คำสั่งได้รวดเร็วขึ้น
3. แถบเลือกโปรแกรม (Tabs) เป็นแถบที่ใช้เลือกไฟล์โปรแกรมแต่ละตัว (กรณีที่เขียนโปรแกรมขนาดใหญ่ประกอบด้วยไฟล์หลายตัว)
4. พื้นที่เขียนโปรแกรม (Text Editor) เป็นพื้นที่สำหรับเขียนโปรแกรมภาษา C/C++
5. พื้นที่แสดงสถานการณ์ทำงาน (Message Area) เป็นพื้นที่โปรแกรมใช้แจ้งสถานะการทำงานของโปรแกรม เช่นผลการคอมไพล์โปรแกรม
6. พื้นที่แสดงข้อมูล (Text Area) ใช้แจ้งว่าโปรแกรมที่ผ่านการคอมไพล์แล้วมีขนาดกี่ไบต์
7. ปุ่มสำหรับเปิดหน้าต่าง Serial Monitor ปุ่มนี้จะอยู่ทางมุมด้านขวามือ คลิกปุ่มนี้เมื่อต้องการเปิดหน้าต่างสื่อสารและแสดงข้อมูลอนุกรม โดยต้องมีการต่อฮาร์ดแวร์ Arduino และเลือกพอร์ตการเชื่อมต่อให้ถูกต้องก่อน

   หน้าต่าง Serial Monitor มีบทบาทค่อนข้างมากในการใช้แสดงผลการทำงานของโปรแกรมแทนการใช้อุปกรณ์แสดงผลอื่น ๆ เนื่องจาก Arduino ได้เตรียมคำสั่งสำหรับใช้แสดงค่าของตัวแปรที่ต้องการดูผลการทำงานไว้แล้วนั่นคือ Serial.print ส่วนการส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ ไปยังฮาร์ดแวร์ Arduino หรือแผลวงจรควบคุมให้พิมพ์ข้อความและคลิกปุ่ม Send ในการรับส่งข้อมูลต้องกำหนดอัตราเร็วในการถ่ายทอดข้อมูลหรือบอดเรต (baud rate) ให้กับโปรแกรมในคำสั่ง Serial.begin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 หน้าตาโปรแกรม Arduino IDE

2.4 โปรโตคอล Modbus RTU [5]

รูปที่ 2.5 โลโก้ Modbus

Modbus คือโปรโตคอลการสื่อสารที่พัฒนาขึ้นโด บริษัท Modicon systems ด้วยรูปแบบง่าย ๆ เป็นรูปแบบการส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ที่ต้องการข้อมูลเราเรียกว่า Modbus Master ส่วนอุปกรณ์ที่ให้ข้อมูลที่ต้องการเราเรียกว่า Modbus slave ใน Modbus Network ที่เป็นมาตรฐานนั้นจะมี Master ตัวเดียวแต่ Slave มีได้ถึง 247 ตัว โดยแต่ละตัวจะมี ID ระบุเหมือนเลขที่บ้านตั้งแต่ 1 ถึง 247 และ Master สามารถ Write ข้อมูลไปยัง Slave ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 วัตถุประสงค์ในการใช้งาน

Modbus เป็น Openโปรโตคอลหมายความว่าบุคคลทั่วไปสามารถพัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้การสื่อสารแบบ Modbus โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใด ๆ Modbus จึงเป็นโปรโตคอลพื้นฐานและนิยมใช้อย่างแพร่หลายในทุกอุตสาหกรรม โดยใช้รับส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ควบคุมกับ Controller หรือระบบประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ

2.4.2 การทำงาน

Modbus เป็นการสื่อสารโดยการส่งข้อมูลไปตามสายสัญญาณ Serial ระหว่างอุปกรณ์ โดยวิธีการสื่อสารที่ง่ายที่สุดคือการต่อสายสัญญาณ Serial ระหว่าง Master หนึ่งตัวกับ Slave หนึ่งตัว ข้อมูลต่าง ๆ ของอุปกรณ์ที่เป็น Slave จะเก็บอยู่ในตาราง 4 ตารางที่มีคุณลักษณะต่างกัน โดยสองตางรางแรกจะเก็บข้อมูลของแบบ Discrete ที่เป็นค่า On/Off (Coil) ส่วนอีกสองตารางที่เหลือจะเก็บค่าตัวเลข (Register) Coil และ Register ต่างก็มีตารางแบบ Read-only คืออ่านได้อย่างเดียว และ Read-write คืออ่านได้และเขียนข้อมูลลงไปได้ แต่ละตารางจะมีข้อมูล 9999 (เก้าพันเก้าร้อยเก้าสิบเก้า) ค่า Coil หรือ Contact ซึ่งเป็น Discrete แต่ละตัวจะถูกระบุตำแหน่งด้วย Address ตั้งแต่ 0000 ถึง 270E ซึ่งเป็นเลขฐานสิบหก (แปลงเป็นฐานสิบคือ 0 ถึง 9998)

Register แต่ละตัวใช้พื้นที่ 16 bits = 2 bytes = 1 word และ address ตั้งแต่ 0000 ถึง 270E เช่นกัน

ตารางที่ 2.1 ตารางเลขรีจิสเตอร์

Data Addresses	Coil/Register Numbers	Type	Table Name
0000 to 270E	1 – 9999	Read-Write	Discrete Output Coils
0000 to 270E	10001 – 19999	Read-Only	Discrete Input Contacts
0000 to 270E	30001 – 39999	Read-Only	Analog Input Registers
0000 to 270E	40001 – 4999	Read-Write	Analog Output Holding Registers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Coil / Register Number จะเป็นเพียง Location name จะไม่ปรากฏอยู่ในข้อมูลที่ถูกรับส่ง แต่Data Addressจะถูกระบุอยู่ในข้อมูล เช่นเดียวกับบุรุษไปรษณีย์จะส่งจดหมายได้ต้องปรากฏบ้านเลขที่อยู่บนซองจดหมาย ยกตัวอย่างเช่น Register ตัวแรกคือ 40001 จะมี Data Address คือ 0000 เมื่อนำตัวเลข 40001 ลบด้วย 0000 จะได้ค่าที่เรียกว่า Offset คือ 40001 โดยแต่ละตารางจะมีค่า Offset คือ 1, 10001, 30001และ 40001 ตามลำดับ โดยมีข้อมูลที่รับส่งอยู่ในรูปแบบเฟรมข้อมูลซึ่งมีลักษณะการจัดเรียงเฟรมข้อมูลดังรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 เฟรมข้อมูลของโปรโตคอล Modbus RTU

2.5 Raspberry Pi

[6] Raspberry Pi (ออกเสียงว่า ราส-เบอร์-รี่-พาย) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดจิ๋ว ที่มีขนาดเพียงเท่ากับบัตรเครดิต ที่สำคัญคือ ราสเบอร์รี่พายนี้มีราคาที่ถูกมาก เมื่อเทียบกับคอมพิวเตอร์เดสก์ท็อปปกติ แต่ ทำงานได้เหมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกอย่างสามารถต่อ ราสเบอร์รี่พายนี้เข้ากับจอคอมพิวเตอร์หรือจอทีวีที่รองรับ HDMI หรือถ้าไม่มีพอร์ต HDMI ก็ไม่ต้องกังวล สามารถต่อผ่านสายสัญญาณวิดีโอปกติ (เส้นสีเหลือง) ได้เช่นกัน แต่ความละเอียดอาจจะต่ำกว่า นอกจากต่อจอแสดงผลแล้ว ก็ต้องต่ออุปกรณ์รับข้อมูล ราสเบอร์รี่พายนี้รองรับเมาส์และคีย์บอร์ดผ่าน USB port ปกติ เพราะฉะนั้นสามารถนำเมาส์และคีย์บอร์ดที่มีอยู่แล้วมาต่อได้เลย ระบบจ่ายไฟของราสเบอร์รี่พายก็ง่ายมาก ๆ เพียงเสียบสาย Mini USB ที่เราใช้ชาร์จมือถือและอุปกรณ์อื่น ๆ เข้ากับคอมพิวเตอร์หรือเข้ากับหัวชาร์จไฟมือถือก็ได้เช่นกัน

ราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi) เกิดขึ้นในปี 2549 ที่มหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ ประเทศอังกฤษ โดยผู้สร้างทั้งสี่คนคือ อีเบน อัพตั้น, ร็อบ มูลลิ่นส์, แจ็ค แลง และ อลัน มายครอฟท์ มีจุดมุ่งหมายที่จะให้ ราสเบอร์รี่พายเป็นคอมพิวเตอร์ราคาย่อมเยาที่ใคร ๆ ก็สามารถหามาครอบครองได้ และสามารถศึกษาการทำงานของคอมพิวเตอร์พร้อมทั้งเขียนโปรแกรมง่าย ๆ ได้ทันที การที่ราสเบอร์รี่พายเป็นบอร์ดวงจรรวมที่เปลือยเปล่า ทำให้เด็ก ๆ ได้เห็นชิ้นส่วนทั้งหมดที่เป็นส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์ได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะทำให้เข้าใจการทำงานของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันที่มาในกล่องสวยงามได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

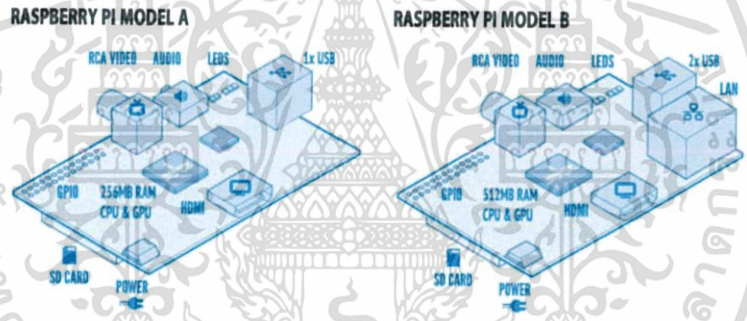
ในเมื่อมันเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ดังนั้นมันจึงจำเป็นต้องมีระบบปฏิบัติการ Rasberry Pi สามารถลง OS ในตระกูล Linux ได้หลากหลายไม่ว่าจะเป็น Raspbian, Ubuntu, SARPi หรือแม้แต่ MS Windows ก็สามารถลงได้ แต่ระบบปฏิบัติการที่เป็นที่นิยมมากที่สุดก็เห็นจะเป็น Raspbian บอร์ด Raspberry Pi ปัจจุบันมีด้วยกัน 3 โมเดล คือ โมเดล A โมเดล B และ โมเดล B+ ซึ่งโมเดล A และ โมเดล B มีคุณสมบัติทางเทคนิคที่ใกล้เคียงกัน ดังรูปที่ 2.7 เป็นตัวอย่างโครงสร้างบอร์ด Raspberry Pi โมเดล A และ B แตกต่างกันเพียงบางส่วน รายละเอียดดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตารางเปรียบเทียบตคุณสมบัติทางเทคนิคของ Rasberry Pi โมเดล A และ B

	โมเดล A	โมเดล B
System on a chip (SoC)	Broadcom BCM2835 (CPU, GPU, DSP, SDRAMandSingle USB Port)	
CPU	700MHz ARM1176JZF-S core (ARM11 family, ARMv6 instruction set)	
GPU	Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz OpenGL ES 2.0 (24 GFLOPS) MPEG-2 and VC-1, 1080p 30 h.264/MPEG-4 AVC high-profile decoder andencoder	
Memory (SDRAM)	256 MB (ShaRED with GPU)	512 MB (ShaRED with GPU)
USB 2.0 Ports	1(direct form BCM2835	2 (via the build in integrated 3-port USB hub)
Video Input	A CSI input connector allows for the connection of RPF designed camera module (ออกแบบมาให้เชื่อมต่อกับ Raspberry Pi Camera Module โดยเฉพาะ)	
Video Outputs	Composite RCA (PAL and NTSC), HDMI (rev 1.3 & 1.4), raw LCD Panels via DSI 14 HDMI resolutions from 640x350 to 1920x1200 plus various PAL and NTSC standards.(มีทั้งสองแบบ คือ แบบ RCA และแบบ HDMI)	
Audio Outputs	3.5 mm jack, HDMI, and as of revision 2 boards, I^2S audio (also potentially for audio input)	
Onboard storage	SD/ MMC/ SDIO card slot (3.3V card power support only)	

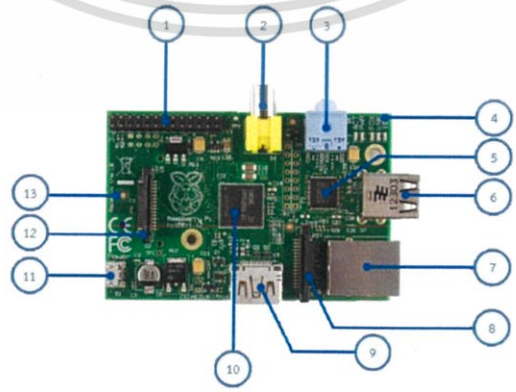
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Onboard network	-	10/100 Ethernet (8P8C) USB adapter on the third port of the USB hub
Low-level peripheralsLow-level peripherals	8 x GPIO, UART, I2C Bus, SPI Bus with two chip selects, I2S audio +3.3V, +5V, Ground	
Power ratings	300 mA (1.5 W)	700 mA (3.5 W)
Power source	5 volt via Micro USB or GPIO header	
Size	85.60 mm x 53. Mm (3.370-inch x 2.125 inch)	
Weight	45 g. (1.6 oz.)	



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างโครงสร้างบอร์ด Raspberry Pi โมเดล A และ B

2.5.1 ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi Model B



รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi (Model B)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. พอร์ต GPIO ซึ่งในโมเดล A และ B (Revision 1) ทุก Pin จะเหมือนกัน แต่โมเดล B (Revision 2) จะแตกต่างกัน รายละเอียดดังรูปที่ 2.9

Raspberry Pi Model A & B (Revision 1)

3.3V	1	2	5V
I2C0 SDA	3	4	DNC
I2C0 SCL	5	6	GROUND
GPIO4	7	8	UART TXD
DNC	9	10	UART RXD
GPIO 17	11	12	GPIO 18
GPIO 21	13	14	DNC
GPIO 22	15	16	GPIO 23
DNC	17	18	GPIO 24
SP10 MOSI	19	20	DNC
SP10 MISO	21	22	GPIO 25
SP10 SCLK	23	24	SP10 CE0 N
DNC	25	26	SP10 CE1 N

Raspberry Pi Model B (Revision 2)

3.3V	1	2	5V
I2C1 SDA	3	4	5V
I2C1 SCL	5	6	GROUND
GPIO4	7	8	UART TXD
GROUND	9	10	UART RXD
GPIO 17	11	12	GPIO 18
GPIO 27	13	14	GROUND
GPIO 22	15	16	GPIO 23
3.3V	17	18	GPIO 24
GPIO 10 MOSI	19	20	GROUND
GPIO 9 MISO	21	22	GPIO 25
GPIO 11 SCLK	23	24	GPIO 8
GROUND	25	26	GPIO 7

รูปที่ 2.9 พอร์ต GPIO ในโมเดล A และ B (Revision 1) และโมเดล B (Revision 2)

2. พอร์ตเชื่อมต่อสัญญาณภาพออกแบบ RCA ตัวอย่างของสายที่เชื่อมต่อแสดงดังรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.10 สายที่เชื่อมต่อสัญญาณภาพออกแบบ RCA

3. จุดเชื่อมต่อสัญญาณเสียงขนาด 3.5 มิลลิเมตร

4. LED แสดงสถานะของบอร์ด อยู่ภายในบริเวณกรอบสีแดง ดังภาพ

- ACT คือ ไฟสถานะ SD Card Access (สีเขียว)
- PWR คือ ไฟสถานะ 3.3V Power (สีแดง)
- FDX คือ ไฟสถานะ Full Duplex LAN Model B (สีเขียว)
- LNK คือ ไฟสถานะ Link/Activity LAN Model B (สีเขียว)
- 100 คือ ไฟสถานะ 10/100Mbps LAN Model B (สีเหลือง)

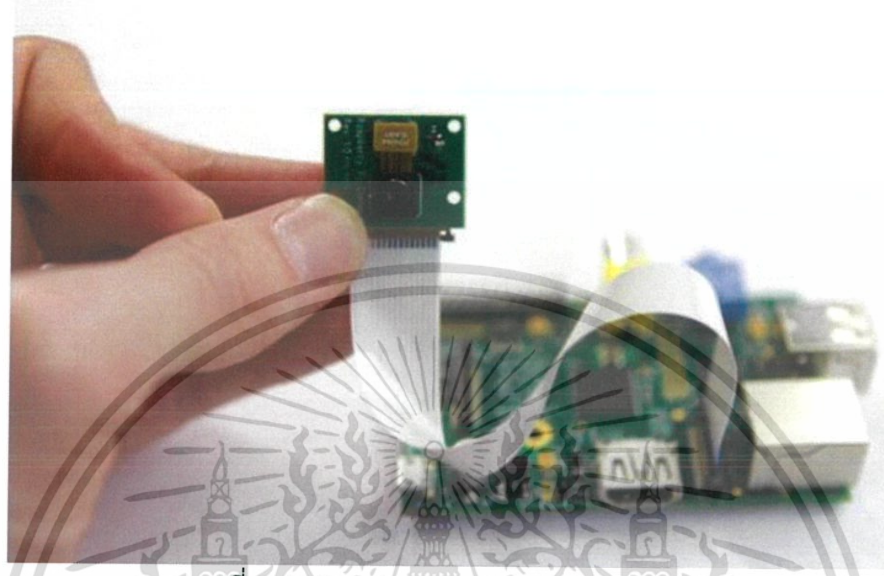
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ชิปควบคุม LAN (LAN Controller)

6. พอร์ต USB 2.0 จำนวน 2 พอร์ต

7. พอร์ต RJ-45 Ethernet LAN 10/100Mbps

8. พอร์ต CSI (Camera Serial Interface) สำหรับเชื่อมต่อโมดูลกล้องดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 Raspberry PI Camera Module

9. พอร์ต HDMI สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณภาพและเสียง ตัวอย่างสาย HDMI และตัวแปลง HDMI to VGA แสดงดังรูปที่ 2.12 และ 2.13 ตามลำดับ

รูปที่ 2.12 สาย HDMI

รูปที่ 2.13 สายแปลง HDMI เป็น VGA

10. ชิพ Broadcom BCM2835 ARM11 700MHz

11. พอร์ต Micro USB Power สำหรับเป็นไฟเลี้ยงวงจรบอร์ด Raspberry Pi

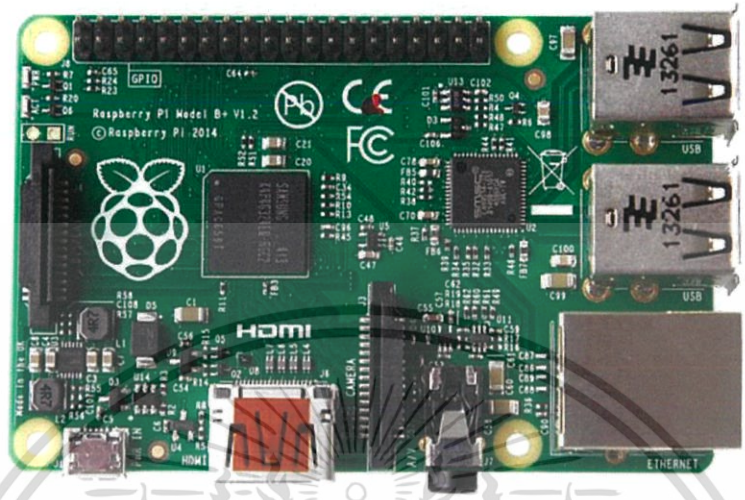
12. พอร์ต DSI (Display Serial Interface) ใช้สำหรับต่อจอแสดงผล เช่น จอแสดงผลแบบ TFT Touch Screen เป็นต้น

13. ช่องเสียบ SD Card อยู่บริเวณด้านล่างของบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 Raspberry Pi Model B+ [7]

หลังจากเปิดตัวบอร์ด Model B มาได้ 2 จนในที่สุดบอร์ด Model B+ หรือ Raspberry Pi Model B+ (อ่านว่า บี-พลัส) ก็ได้ออกมาให้เห็นกัน

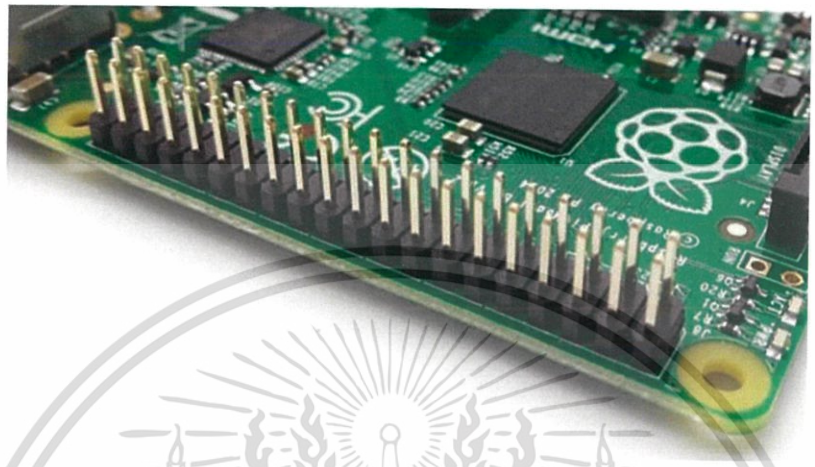


รูปที่ 2.14 Raspberry Pi Model B+

ดังรูปที่ 2.14 Model B+ ยังคงใช้ชิพ BCM2835 ของ Broadcom ในตระกูล Application Processor ของ ARM บนสถาปัตยกรรม ARM11 มีความเร็วในการทำงานที่ 700MHz เท่าเดิม ใช้ชิพช่วยประมวลผลกราฟฟิกของ VideoCore IV เช่นเดิม มีหน่วยความจำหลัก (Primary Memory: RAM) ขนาด 512MB แบบเดิม (บอร์ดลง RAM ครอบ CPU ไว้) และยังคงไม่มีหน่วยความจำสำรอง (Secondary Storage Memory) คือไม่มีพวกแฟลชเมมโมรี่ต่าง ๆ บนบอร์ดเหมือนเดิม ขนาดความกว้างและความยาวบอร์ดเท่าเดิม ใช้แหล่งจ่ายไฟผ่านคอนเน็คเตอร์ microUSB แบบเดิม สามารถรันระบบปฏิบัติการ Raspbian หรือระบบอื่น ๆ ขาสัญญาณบนพอร์ต GPIO ในส่วน 26 ขาแรกจัดเรียงเหมือนเดิม ใช้พอร์ต HDMI แบบ Full-Size ขนาดเท่าเดิม พอร์ตสำหรับส่วนของ Audio Out ผ่าน Audio Jack ยังคงทำหน้าที่ได้เหมือนเดิม คอนเน็คเตอร์สำหรับต่อกล้อง Raspberry Pi Camera และ DSI Display ยังคงมีอยู่เช่นเดิม สำหรับตัว Raspberry Pi 3 Model B+ หน่วยประมวลผล Broadcom BCM2837B0 แบบ Quad-Core ความเร็ว 1.4GHz จากเดิม 1.2GHz เพิ่มการเชื่อมต่อไร้สายแบบ Dual-Band (2.4GHz กับ 5GHz) เพิ่มชิป Bluetooth 4.2 จากเดิมมีเฉพาะ Bluetooth Low Energy รองรับ Gigabit Ethernet ผ่าน USB 2.0 โดยเพิ่มความเร็วเป็น 300Mbps มากกว่าเดิม 3 เท่า และสุดท้ายมาพร้อม Power over Ethernet (PoE) ในตัว ช่วยให้จ่ายไฟผ่านพอร์ต LAN ได้เลย ถ้าดูจากสเปคหลัก ๆ จะเห็นว่ายังคงเหมือนเดิมอยู่แทบทั้งหมด แต่เมื่อดูในรายละเอียดแล้วจะพบว่ามีการพัฒนาและปรับปรุงเปลี่ยนแปลงในหลาย ๆ ส่วนให้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เพิ่มจำนวนขาสัญญาณของ GPIO มากขึ้น จากเดิม 26 ขา เป็น 40 ขา โดยยังคงออกแบบให้ขาสัญญาณ 26 ดังรูปที่ 2.15 ขาแรกจัดเรียงไว้อยู่ในรูปแบบเดิมดังรูปที่ 2.16 Pin Diagram ขาสัญญาณของ GPIO เพื่อให้ยังพอที่จะสามารถต่อใช้งานกับอุปกรณ์เชื่อมต่อเดิมได้หรือหากต้องแก้ไขก็ทำเพียงเล็กน้อย



รูปที่ 2.15 ขาสัญญาณของ GPIO

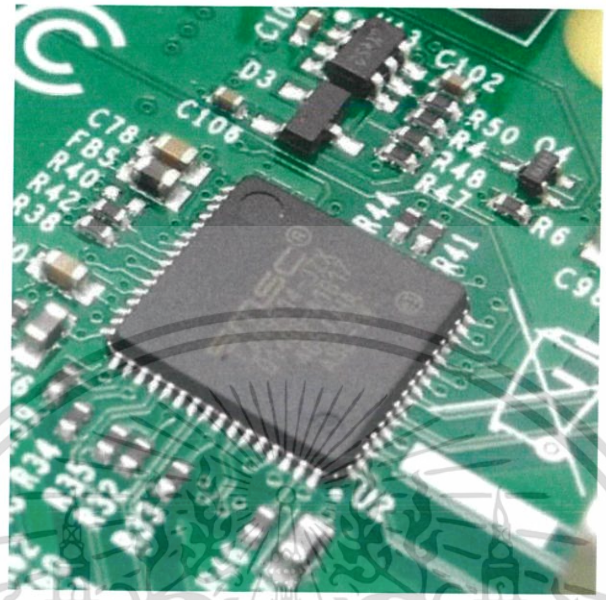
3.3V	1	2	
I2C1 SDA	3	4	
I2C1 SCL	5	6	GROUND
GPIO4	7	8	UART TXD
GROUND	9	10	UART RXD
GPIO 17	11	12	GPIO 18
GPIO 27	13	14	GROUND
GPIO 22	15	16	GPIO 23
3.3V	17	18	GPIO 24
GPIO 10 MOSI	19	20	GROUND
GPIO 9 MISO	21	22	GPIO 25
GPIO 11 SCLK	23	24	GPIO 8
GROUND	25	26	GPIO 7
DNC	27	28	DNC
GPIO 5	29	30	GROUND
GPIO 6	31	32	GPIO 12
GPIO 13	33	34	GROUND
GPIO 19	35	36	GPIO 16
GPIO 26	37	38	GPIO 20
GROUND	39	40	GPIO 21

รูปที่ 2.16 Pin Diagram ขาสัญญาณของ GPIO

ขา GPIO ที่เพิ่มขึ้นมาเฉพาะคือขา ID_SD และ ID_SC สำหรับเชื่อมต่อกับ EEPROM แบบ I2C ใช้เก็บค่าคอนฟิกต่าง ๆ ที่ต้องการ เพื่อกำหนดค่า GPIO อัตโนมัติในตอนเริ่มระบบ นอกจากนี้เป็นขา GND เพิ่มขึ้นมา 3 ขาและ GPIO เพิ่มขึ้นมา 9 ขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เพิ่มจำนวนช่องเสียบ USB ให้มากขึ้น จากเดิมที่เคยมี 2 ช่องใน Model B ได้เพิ่มเป็น 4 ช่องใน Model B+ โดยเปลี่ยนชิพที่ใช้เป็นเบอร์ที่มีช่องสัญญาณมากขึ้นจาก LAN9512 เป็น LAN9514 ดังรูปที่ 2.17 แต่ยังคงเป็นมาตรฐาน USB 2.0 เช่นเดิม

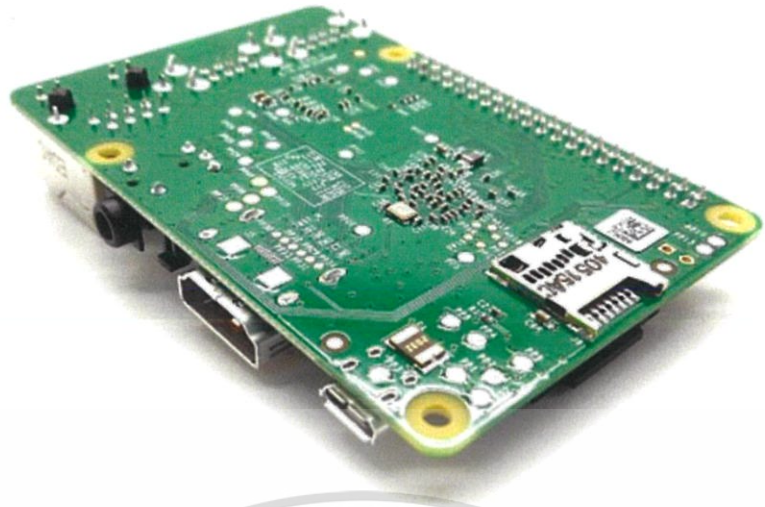


รูปที่ 2.17 ชิพ LAN9514

ตรงนี้สะดวกให้กับผู้ใช้มาก ๆ เพราะปกติแล้วเวลาใช้งานมักจะต้องต่ออุปกรณ์อย่างน้อยก็เมาส์และคีย์บอร์ด แล้วหากต้องการใช้ Wi-Fi Dongle อีกก็ต้องเพิ่ม USB Hub เข้าไปเอง มาคราวนี้ไม่ต้องเพิ่มแล้ว นอกจากนี้ยังปรับปรุงประสิทธิภาพของแหล่งจ่ายไฟที่จ่ายให้ USB ให้ดีขึ้นและสามารถใช้งานแบบ Hot-Swap ได้ด้วย

- เปลี่ยนมาใช้ช่องเสียบ Micro SD Card แทน Standard Full-Size SD Card ตรงนี้ก็ถือว่าออกมาลดพื้นที่แผ่นวงจรและรองรับอนาคต เพราะช่องเสียบของรุ่นเก่ามีขนาดใหญ่เทอะทะแล้วการ์ดยังยื่นออกมาจากตัวบอร์ดค่อนข้างมากมีโอกาสไปค้ำจนตัวการ์ดหักได้ นอกจากนี้การ์ดที่ขายในท้องตลาดปัจจุบันส่วนใหญ่เป็น Micro SD Card เวลาเอามาใช้กับบอร์ดเก่าก็ต้องเสียบผ่าน Adapter เมื่อใช้ไปนาน ๆ ถอด-เสียบบ่อย ๆ ทำให้หลวมหลุดหรือหน้าสัมผัสไม่สนิทได้ง่ายและช่องเสียบรุ่นใหม่ยังใช้แบบ Push-Push ดังรูปที่ 2.18 ที่มีสปริงภายในทำให้เวลาถอดหรือเสียบหน้าสัมผัสเข้าตำแหน่งได้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 ช่องเสียบ Micro SD Card

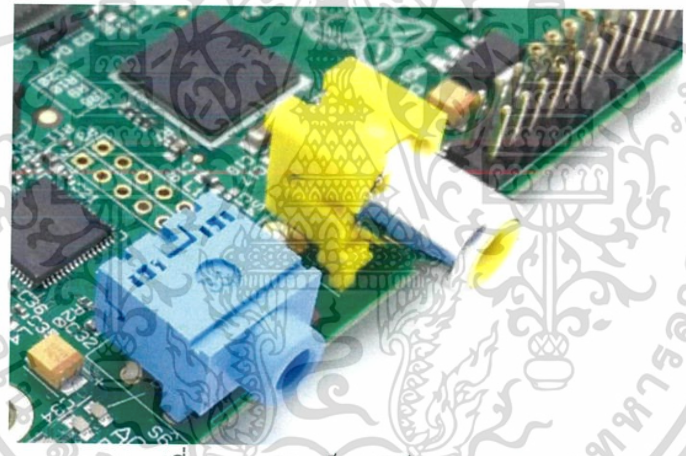
- ปรับปรุงภาคจ่ายไฟใหม่แทบทั้งหมด ตรงนี้ถือเป็นจุดที่มีการปรับปรุงเป็นอย่างมากและส่งผลต่อสเถียรภาพโดยรวมของบอร์ด ทั้งช่วยยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ต่าง ๆ จากไฟที่นิ่งขึ้น แล้วยังช่วยลดโอกาสที่ระบบจะล่มได้จากการดึงไฟเวลาถอด-เสียบ USB

เดิมบอร์ด Model A และ Model B รับไฟ 5 โวลต์จาก USB แล้วใช้วงจรแหล่งจ่ายบนบอร์ดไฟสร้างแรงดัน 3.3, 2.5 และ 1.8 โวลต์ขึ้นใช้งาน ภาคจ่ายไฟของรุ่นเก่าอาศัยวงจรที่ประกอบด้วยคอมโพเนนต์ไม่มากเพื่อให้พอที่จะสามารถทำงานได้ในราคาที่ไม่แพงนัก ซึ่งหากทำงานตามปกติแล้วย่อมไม่มีปัญหา แต่หากเกิดเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิด เช่น แรงดันที่เข้ามาทางพอร์ต USB ต่ำกว่า 5 โวลต์ เป็นต้น ก็จะส่งผลกระทบกับแรงดันทั้งระบบ รวมถึงแรงดันที่ไปเลี้ยงซีพียูและวงจรทางด้านเน็ตเวิร์คด้วย ปัญหาต่อมาคือการออกแบบเดิมเรียงลำดับของชุดวงจรแปลงแรงดัน (Regulator) แปลงจาก 5 ไปเป็น 3.3 โวลต์ก่อน แล้วเอา 3.3 ไปเป็น 2.5 โวลต์อีกที แล้วสุดท้ายเอา 2.5 มาแปลงเหลือ 1.8 โวลต์ตามลำดับ ซึ่งแรงดันที่ตกคร่อมชุดแปลงแรงดันจาก 5 เป็น 3.3 โวลต์ นั้นสูงถึง 1.7 โวลต์ทำให้วงจรแปลงแรงดันชุดนี้มีความร้อนสูงกระทบกับต่อประสิทธิภาพในการแปลงแรงดันโดยรวม ปัญหาสุดท้ายคือฟิวส์ที่ใช้ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินทั้งระบบนั้นรับได้ที่เพียง 1 แอมป์ซึ่งน้อยเกินไปสำหรับการใช้งานในบางสถานการณ์และไม่มีวงจรป้องกันการถอดเสียบแบบ Hot-Swap พอร์ต USB การเสียบอุปกรณ์ที่กินกระแสสูงอย่างพวก Wi-Fi Dongle อาจส่งผลให้อุปกรณ์ USB ทั้งหมดที่เชื่อมต่ออยู่หลุดจากระบบ หรือในกรณีร้ายแรงคือทำให้ซีพียูและบอร์ดรีบูตไปเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ภาคจ่ายไฟชุดใหม่ของ Model B+ ที่มีสเถียรภาพมากขึ้นและยังลดการสูญเสียภายในวงจรลงไปได้ โดยอัพเกรดให้ฟิวส์มีขนาด 2 แอมป์และเปลี่ยนมาใช้ MOSFET แทน Diode เป็นตัวป้องกันในชั้นถัดมาช่วยลดการสูญเสียแรงดันของวงจรแหล่งจ่ายจาก 0.5 โวลต์เหลือเพียง 0.1 โวลต์ ในส่วนของวงจรแปลงแรงดันหันมาใช้ Buck Converter แบบ Dual แทนของเดิม ลดการสูญเสียพลังงานจากความร้อนเมื่อแปลงเป็น 3.3 และ 1.8 โวลต์ลงไปได้มาก นอกจากนี้ยังเสริมด้วยตัว Step-Down Converter สำหรับชุดของแรงดัน 3.3 โวลต์ และ Hot-Swap Protector เสริมเข้ามาป้องกันในส่วนของการรักษาระดับแรงดัน 5 โวลต์ ทำให้สามารถถอดและเสียบอุปกรณ์ USB ในแบบ Hot-Swap ได้โดยไม่กระทบกับระบบ และผลรวมของการเลือกใช้ชุดจ่ายไฟใหม่นี้ยังช่วยลดการสิ้นเปลืองพลังงานของบอร์ดลงได้อีกประมาณ 0.5 - 1 วัตต์ เท่าที่ลองทดสอบเสียบ Wi-Fi Dongle รวมทั้งอุปกรณ์อื่น ๆ ที่กินไฟเยอะ ๆ บางตัวที่เคยใช้แล้วทำให้ระบบรีบูตแน่ ๆ มาถึงตอนนี้ไม่รีบูตเองแล้ว

- วงจรเสียงได้รับการปรับปรุงด้านการป้องกันสัญญาณรบกวนให้ดีขึ้นอีกเล็กน้อย ซึ่งเป็นผลพวงจากการปรับปรุงภาคจ่ายไฟของบอร์ด



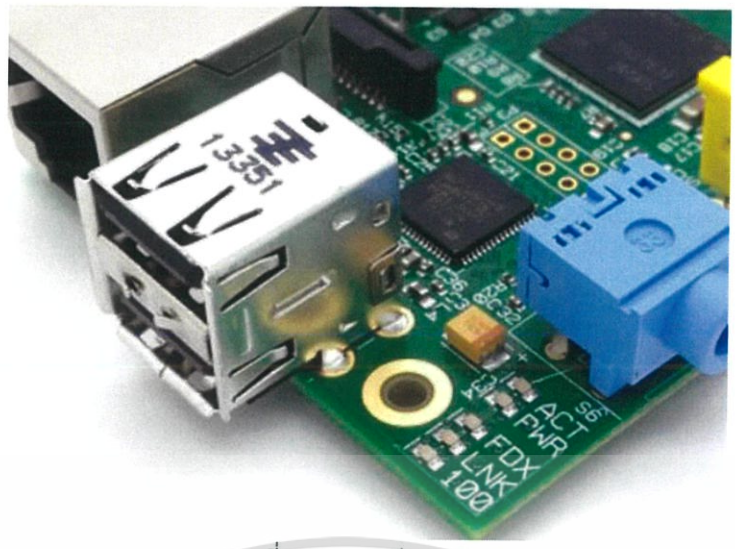
รูปที่ 2.19 คอนเน็คเตอร์ Audio Out

ในส่วนของคอนเน็คเตอร์ Audio Out ได้รวมสัญญาณ Video Out จากคอนเน็คเตอร์แบบ RCA เดิมมาไว้ด้วยกัน ทำให้คอนเน็คเตอร์ Audio Out ตัวใหม่เปลี่ยนขั้วภายในจาก 3 แกนเป็น 4 ดัง รูปที่ 2.19 การใช้งาน Audio Out กับ Video Out ต้องพึ่งพาอุปกรณ์เสริมสักเล็กน้อยเป็นสายแปลงหัวจาก 4 ขั้วให้เป็น Audio Out แบบ Stereo (สีขาวกับสีแดง) และ Video Out (สีเหลือง) เหมือนภาพข้างล่างนี้ แต่ถ้าใช้งาน HDMI Audio ก็ต่อผ่านพอร์ต HDMI ได้เช่นเดิม

- ตำแหน่งของจุดยึดน็อตบนแผ่นวงจรและตำแหน่งคอนเน็คเตอร์ต่าง ๆ เปลี่ยนไป ดังนั้นกล่องที่เคยใช้งานอยู่จะใช้ไม่ได้ต้องเปลี่ยนกล่องใหม่

- LED แสดงผลบนบอร์ดก็เปลี่ยนตำแหน่งไปและลดจำนวนลง จากเดิมจะมี LED แสดงสถานะต่าง ๆ ได้แก่ Power Activity Full-Duplex Link 100Mbps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 พอร์ต RJ-45

ลดเหลือเพียง Power สำหรับแสดงสถานะไฟเลี้ยงเข้าบอร์ด และ Activity สำหรับแสดงสถานะเมื่อ CPU ทำงานเท่านั้นส่วนไฟแสดงสถานะของ LAN ย้ายไปอยู่บนพอร์ต RJ-45 แบบใหม่ที่มีไฟ Link กับ Activity ในตัวดังรูปที่ 2.20

2.6 Node – RED

[8] Node - RED เป็นเครื่องมือการเขียนโปรแกรมแบบ Flow-Based Programming เดิมทีพัฒนาโดยทีมงานบริการด้านเทคโนโลยี Emerging Technology ของไอบีเอ็มและตอนนี้เป็นส่วนหนึ่งของ JS Foundation ซึ่งยังเป็นเครื่องมือในการเขียนโปรแกรมสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ฮาร์ดแวร์, APIs และบริการออนไลน์ด้วยวิธีการใหม่ ๆ และน่าสนใจเข้าด้วยกัน โดยมีตัวแก้ไขบนเบราว์เซอร์ที่ช่วยให้สามารถเชื่อมต่อเข้าด้วยกันโดย Node ที่มีให้เลือกใช้งานอย่างหลากลาย รวมถึงจุดเด่นที่มีแดชบอร์ดที่สวยงามและมีประสิทธิภาพ ยิ่งทำให้ Node-RED เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมมากในการแสดงผลหรือเป็น interface ที่เชื่อมระหว่างผู้ใช้งาน

2.6.1 การเขียนโปรแกรมแบบ Flow-Based

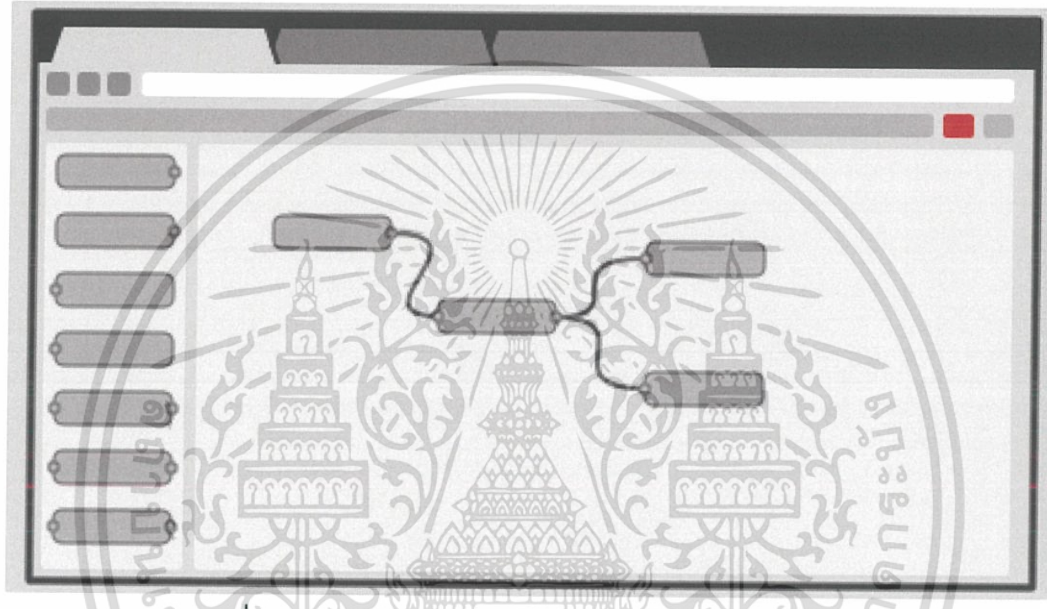
การเขียนโปรแกรมแบบ Flow-Based Programming และมี interface ในการใช้งานผ่านทาง Web browser ทั่ว ๆ ไป โดยการเขียนโปรแกรมนั้นเป็นรูปแบบควบคุมการไหลของข้อมูล เป็นวิธีการที่สามารถอธิบายพฤติกรรมของแอ็พพลิเคชันเป็นเครือข่ายกล่องดำหรือ Node ที่เรียกว่า Node - RED โดยแต่ละ Node มีหน้าที่ชัดเจน คือรับข้อมูลบางอย่าง กระทำการบางอย่างกับข้อมูลนั้น และส่งข้อมูลนั้นไป เครือข่ายเป็นผู้รับผิดชอบต่อการไหลของข้อมูลระหว่าง Node หากสามารถแบ่งปัญหาออกเป็นขั้นตอนได้ก็จะสามารถทำความเข้าใจได้ว่าแต่ละ Flow ทำหน้าที่อะไรโดยไม่จำเป็นต้องมีความเข้าใจโค้ดโปรแกรมใน Node แต่ละบรรทัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 การดำเนินการของ Node-RED

Node-RED นั้นทำงานบน Node.js ซึ่งเป็น Platform ตัวหนึ่งที่เขียนด้วย JavaScript สำหรับเป็น Web Server เพื่อเข้าถึงตัวแก้ไข Flow ภายในเบราว์เซอร์ที่สร้างแอปพลิเคชันโดยการลาก Node จากพาเลทไปที่พื้นที่ทำงานและเริ่มเชื่อมต่อกันในลักษณะดังรูปที่ 2.21 ด้วยการคลิกเพียงครั้งเดียวแอ็พพลิเคชันจะถูกนำไปรันไทม์ พาเลทของ Node สามารถขยายได้ง่ายโดยการติดตั้ง Node ใหม่ที่สร้างขึ้นสามารถแชร์เป็นไฟล์ JSON ได้อย่างง่ายดาย

2.6.3 การแก้ไขบนเบราว์เซอร์



รูปที่ 2.21 ลักษณะการเป็น Browser-Based Flow Editing

Node-RED มีตัวแก้ไข Flow บนพื้นฐานของเบราว์เซอร์ที่ช่วยให้สามารถเชื่อมต่อเข้าด้วยกันโดยใช้ Node ที่หลากหลายบนพาเลท สามารถรันไทม์ได้ในคลิกเดียว ฟังก์ชัน JavaScript สามารถสร้างขึ้นภายในตัวแก้ไขโดยใช้โปรแกรมแก้ไขข้อความที่มีรูปแบบ และมีไลบรารีในตัว

2.6.4 การสร้างขึ้นบน Node.js

รันไทม์ที่มีโครงสร้างอย่างง่ายถูกสร้างขึ้นบน Node.js ทำให้เหมาะสำหรับการทำงานของเครือข่ายบนฮาร์ดแวร์ที่มีต้นทุนต่ำเช่น Raspberry Pi รวมทั้งในระบบคลาวด์ ด้วยโมดูลมากกว่า 225,000 โมดูลในที่เก็บในแพคเกจ จึงเป็นเรื่องง่ายที่จะขยายจำนวน Node เพื่อเพิ่มความสามารถใหม่ ๆ ให้กับมัน

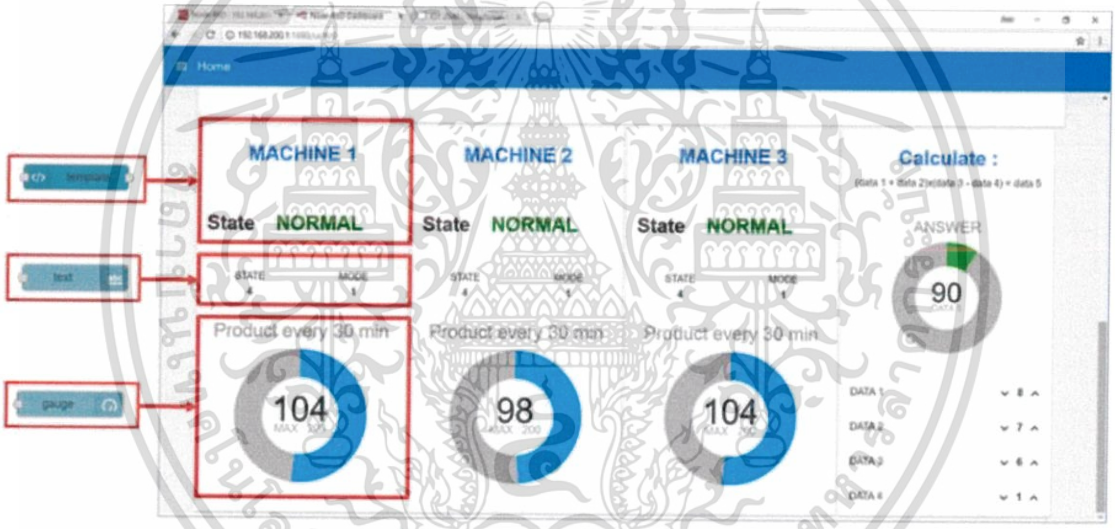
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 การพัฒนา Flow ร่วมกับผู้อื่น

Flow ที่สร้างขึ้นใน Node-RED จะถูกจัดเก็บโดยใช้ JSON ซึ่งสามารถนำเข้าและส่งออกได้ง่ายเพื่อใช้ร่วมกับผู้อื่น ไลบรารีจะอยู่ในรูปแบบไลบรารีออนไลน์ช่วยให้สามารถแบ่งปัน Flow กับคนทั่วโลก

2.6.6 แดชบอร์ดของ Node-RED

จุดเด่นของ Node-RED อย่างหนึ่งก็คือแดชบอร์ด เพราะเราสามารถใช้หน้าแดชบอร์ดนี้ในการแสดงผลต่าง ๆ ออกมาในรูปแบบ graphic ได้ทันทีดังตัวอย่างในรูปที่ 2.22 หากเรามีการใช้งาน PLC อยู่จะเห็นว่าแม้ว่า PLC จะมี Web server ให้ใช้งาน แต่การแสดงผลเป็น graphic เหมือนที่ Node-RED ทำได้นั้น ต้องใช้ความพยายามและความรู้ในการโปรแกรมอย่างมาก แต่หากเราใช้ IoT2040 มาเป็นตัวกลางเพื่อแสดงค่าจาก PLC มาแสดงผลขึ้นแดชบอร์ดด้วย Node-RED เราจะสามารถทำหน้าตาแดชบอร์ดได้ทันที



รูปที่ 2.22แดชบอร์ดบน Node-RED

ลักษณะการใช้งานหน้าแดชบอร์ดจะประกอบด้วยส่วนสำคัญๆดังรูปข้างล่างคือ

Theme : สีของหน้าแดชบอร์ดว่าเป็นโทน dark หรือ light

Tab : หรือจะเรียกว่าหน้า Page ของแดชบอร์ดก็ได้จะเข้าใจง่ายกว่า

Group : คือส่วนย่อยๆในแต่ละ Page นั่นเอง

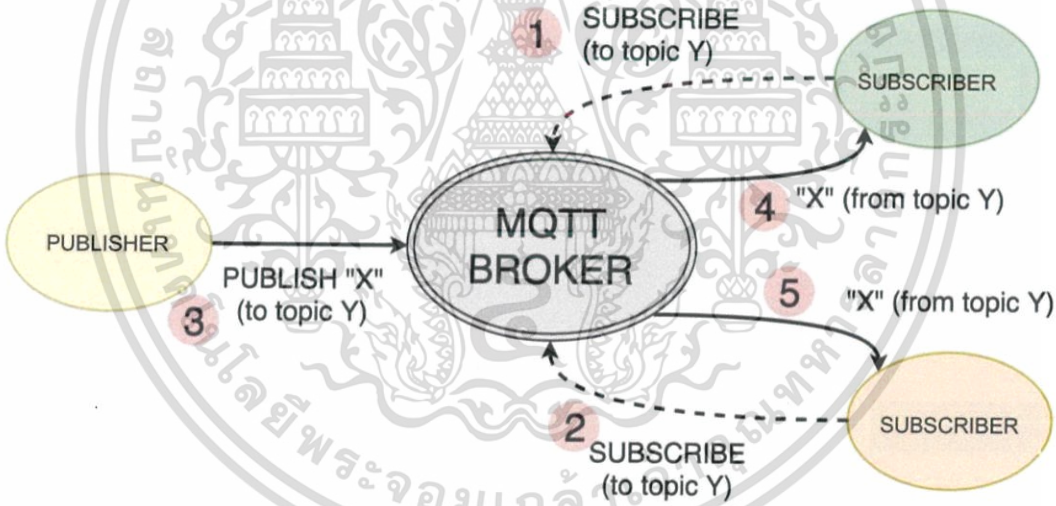
Node : คือ part ของแดชบอร์ดซึ่งเราต้องระบุว่าจะให้มันอยู่ใน Page ไหนและ Group ไหนด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 โปรโตคอล MQTT [10]

Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) เป็นโปรโตคอลที่ออกแบบมาเพื่อการเชื่อมต่อแบบ M2M (machine-to-machine) คืออุปกรณ์กับอุปกรณ์ สนับสนุนเทคโนโลยี IoT (Internet of Things) คือเทคโนโลยีที่อินเทอร์เน็ตเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ โทรทัศน์ ตู้เย็น เข้ากับอินเทอร์เน็ตทำให้สามารถเชื่อมโยงสื่อสารกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะทำให้มนุษย์สามารถ ควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ จากที่อื่นได้ เช่นการสั่งปิดเปิดไฟในบ้านจากที่อื่น ๆ

เนื่องจากโปรโตคอลตัวนี้มีน้ำหนักเบา ออกแบบมาเพื่อใช้งานกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก การรับส่งข้อมูลในเครือข่ายที่มีขนาดเล็ก แบนวิธต่ำ ใช้หลักการแบบ publisher / subscriber คล้ายกับหลักการที่ใช้ใน Web Service ที่ต้องใช้ Web Server เป็นตัวกลางระหว่างคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ แต่ MQTT จะใช้ตัวกลางที่เรียกว่า Broker เพื่อทำหน้าที่ จัดการคิว รับ-ส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์และทั้งในส่วนที่เป็น Publisher และ Subscriber ดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 โครงสร้างการรับ-ส่งข้อมูลด้วยโปรโตคอล MQTT

จากรูปที่ 2.23 จะเห็นได้ว่า Topic จะเป็นตัวอ้างอิงหลัก ข้อมูลทีจะ Publisher ออกไปยัง Broker จะต้องมี topic กำกับไว้เสมอ ทางฝ่าย subscriber ก็จะอ้างถึง topic เพื่อเรียกข้อมูลที่ต้องการ เหมือนกับการสมัครเป็นสมาชิกของหนังสือพิมพ์ฉบับหนึ่ง ชื่อของหนังสือก็เปรียบเหมือน topic และผู้ผลิตก็คือ publisher เมื่อถึงเวลาที่หนังสือเสร็จ ผู้ส่ง Broker ก็จะนำหนังสือพิมพ์มาส่งให้เรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 องค์ประกอบของโปรโตคอล MQTT

จะประกอบไปด้วย Broker , Publisher และ Subscriber แต่ล่ะอย่างก็จะทำหน้าที่แตกต่างกันออกไปโดย

- Broker ทำหน้าที่เป็นตัวกลางคอยจัดการกับ ข้อความโดย อ้างอิงจาก Topic
- Publisher จะทำหน้าที่คอยส่งข้อมูลไปยังหัวข้อนั้น ๆ
- Subscriber จำทำหน้าที่คอยดูการเปลี่ยนแปลงของ message ที่อ้างอิงด้วย Topic เช่นถ้ามีหัวข้อหน้าสนใจและมีการเปลี่ยนแปลงก็จะทำการดึงข้อมูลนั้น ๆ มาใช้งาน

2.7.2 กลุ่มผู้ใช้

กลุ่มผู้ใช้ (User)ใน MQTT จะแบ่งกลุ่มของผู้ใช้งานออกเป็น 2 ระดับ คือ

- ระดับสูงสุด – สามารถที่จะรับ-ส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ หรือช่องทางใด ๆ ก็ได้ในระบบ หรือเปรียบได้กับแอดมินที่สามารถเข้าไปดูข้อความได้ทุดห้องแม้จะเป็นห้องลับก็ตาม
- ระดับทั่วไป – สามารถรับ-ส่งข้อมูลกับอุปกรณ์หรือช่องทางที่กำหนดไว้เฉพาะเท่านั้น เปรียบได้กับผู้ใช้งาน Line ที่สามารถแชทในห้องที่ตัวเองสร้างได้ หรือเป็นสมาชิกในห้อง แต่ไม่สามารถเข้าไปแชทในห้องที่ไม่ได้เป็นสมาชิก

ในการใช้งานจริง ในอุปกรณ์ต่าง ๆ ควรจะใช้งานในระดับทั่วไป เพื่อความปลอดภัยกรณีอุปกรณ์เหล่านั้นถูกแฮกแล้วไม่สร้างความเสียหายไปยังอุปกรณ์อื่น ๆ ที่อยู่ในช่องทางเฉพาะของแต่ละอุปกรณ์

2.7.3 เส้นทางการส่งข้อมูล

เส้นทาง (Topic) เปรียบเหมือนกับหัวข้อ หรือห้องแชทที่ต้องการจะคุย และการคุยกันจะมีเฉพาะอุปกรณ์ที่อยู่ในห้องนั้น ๆ (Subscribe) ถึงจะสามารถได้รับข้อมูลที่มีการส่งไปในห้องนั้น ๆ ที่ถูกเรียกว่าเส้นทางเนื่องจากการใช้งานส่งข้อมูลและรับข้อมูลจะเหมือนกับเส้นทางในระบบไฟล์ เช่น /Room1/LED ซึ่งระบบเส้นทางนี้นอกจากอุปกรณ์จะสามารถรอการสนทนาในห้องตามเส้นทาง /Room1/LED ได้แล้ว ยังสามารถรอสนทนาเส้นทาง /Room1 ได้ด้วย หากเป็นการรอฟังในเส้นทาง (Subscribe) /Room1 จะหมายถึงการส่งข้อมูลใด ๆ ที่นำหน้าด้วย /Room1 เช่น /Room1/LED , /Room1/Value ผู้ที่รอฟัง (Subscribe) /Room1 อยู่จะได้รับข้อมูลเหล่านั้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4 คุณภาพข้อมูล

คุณภาพข้อมูล (QoS)แบ่งออกเป็น 3 ระดับดังนี้

- QoS0 – ส่งข้อมูลเพียงครั้งเดียว ไม่สนใจว่าผู้รับจะได้รับหรือไม่
- QoS1 – ส่งข้อมูลเพียงครั้งเดียว ไม่สนใจว่าผู้รับจะได้รับหรือไม่ แต่ให้จำค่าที่ส่งล่าสุดไว้ เมื่อมีการเชื่อมต่อใหม่จะได้รับข้อมูลครั้งล่าสุดอีกครั้ง
- QoS2 – ส่งข้อมูลหลาย ๆ ครั้งจนกว่าปลายทางจะได้รับข้อมูล มีข้อเสียที่สามารถทำงานได้ช้ากว่า QoS0 และ QoS1

2.7.5 การส่งข้อมูล

การส่งข้อมูล (Publish) ในแต่ละครั้งจะต้องประกอบไปด้วยเส้นทาง (Topic) ข้อมูล และคุณภาพข้อมูล ซึ่งการส่งข้อมูลจะเรียกว่า Publish

2.7.6 การรับข้อมูล

การรับข้อมูล (Subscribe) ในระบบ MQTT จะรับข้อมูลได้เฉพาะเมื่อมีการเรียกใช้การ Subscribe ไปยัง Topic ที่กำหนด อาจเปรียบได้กับการ Subscribe คือการเข้าไปนั่งรอเพื่อนในกลุ่ม Line ส่งแชทมาหา เมื่อมีการส่งข้อมูลเข้ามาจะเกิดสิ่งที่เรียกว่าเหตุการณ์ (Event)

2.8 JSON [11]

JSON (JavaScript Object Notation) คือ รูปแบบของข้อมูลที่ใช้สำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีขนาดเล็ก ซึ่งคนสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย และสามารถถูกสร้างและอ่านโดยเครื่องได้ง่าย มันถูกกำหนดภายใต้ภาษา JavaScript (JavaScript Programming Language, Standard ECMA-262 3rd Edition – December 1999.) JSON เป็นรูปแบบข้อมูลตัวอักษรที่มีความเป็นอิสระอย่างสมบูรณ์ แต่จะมีหลักการการเขียนที่คุ้นเคยกับนักเขียนโปรแกรมภาษาต่าง ๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็น ภาษา C, C++, C#, Java, Javascript, Perl, Python และอื่น ๆ คุณสมบัติเหล่านี้ทำให้ JSON เป็นภาษาแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีสมบูรณ์แบบ

มาตรฐานของฟอร์แมต JSON คือ RFC 4627 มี Internet media type เป็น application/json และมีนามสกุลของไฟล์เป็น .json ปัจจุบัน JSON นิยมใช้ในเว็บแอปพลิเคชันโดยเฉพาะ AJAX โดย JSON เป็นฟอร์แมตทางเลือกในการส่งข้อมูล นอกเหนือไปจาก XML ซึ่งนิยมใช้กันอยู่แต่เดิม สาเหตุที่ JSON เริ่มได้รับความนิยมเป็นเพราะกระชับและเข้าใจง่ายกว่า XML

JSON หรือ Java Script Object Notation เป็นวิธีการที่ทำให้ JavaScript แลกเปลี่ยนข้อมูลกับ Server ได้อย่างง่ายดาย JSON ถูกสร้างขึ้นจากชุดข้อมูลของ literal object notation ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

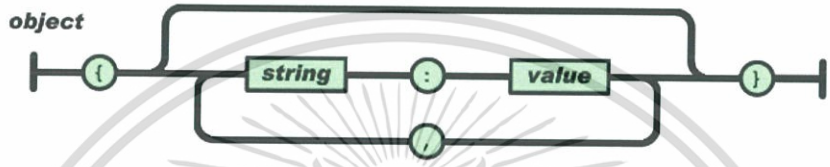
javascript JSON จะใช้ [] แทน array และใช้ {} แทน hash (หรือ associate array) แต่ละสมาชิกคั่นด้วย comma (,) และแต่ละ ชื่อสมาชิกคั่นด้วย colon (:)

JSON สามารถสร้างได้ 2 รูปแบบ คือ

- การจัดเก็บในชุดข้อมูลที่มีชื่อข้อมูลและข้อมูลคู่กัน ในภาษาต่างๆ ข้อมูลจะจัดอยู่ในรูปแบบของ Object, record, struct, dictionary, hash table, keyed list หรือ assosiative array

- ลำดับของค่าข้อมูล ในภาษาโปรแกรมส่วนใหญ่ จะจัดอยู่ในรูปแบบของ array, vector, list หรือ sequence

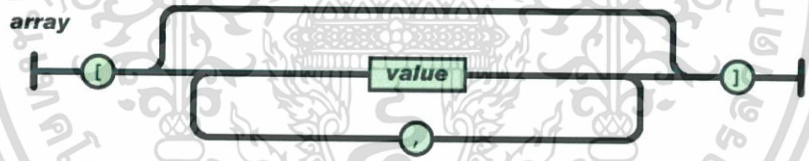
Object



รูปที่ 2.24 ชุดข้อมูลแบบ Object

ดังรูปที่ 2.24 Object นั้นเป็นชุดของข้อมูลที่มีชื่อข้อมูลและค่าของข้อมูลนั้นคู่กัน ซึ่งจะถูกเริ่มต้นด้วยเครื่องหมาย { และจะปิดท้ายข้อมูลด้วยเครื่องหมาย } ข้อมูลแต่ละค่าจะมีเครื่องหมาย : กำกับระหว่างชื่อข้อมูลกับค่าของข้อมูล และแต่ละข้อมูลจะมีเครื่องหมาย , คั่น

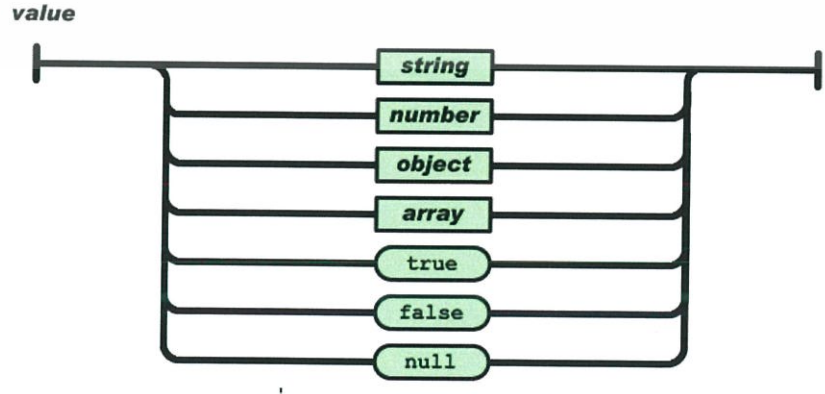
Array



รูปที่ 2.25 ชุดข้อมูลแบบ Array

ดังรูปที่ 2.25 Array เป็นลำดับของข้อมูล ซึ่งจะถูกเริ่มต้นด้วยเครื่องหมาย [และจะจบด้วยเครื่องหมาย] แต่ละค่าของข้อมูลจะถูกคั่นด้วยเครื่องหมาย ม

Value

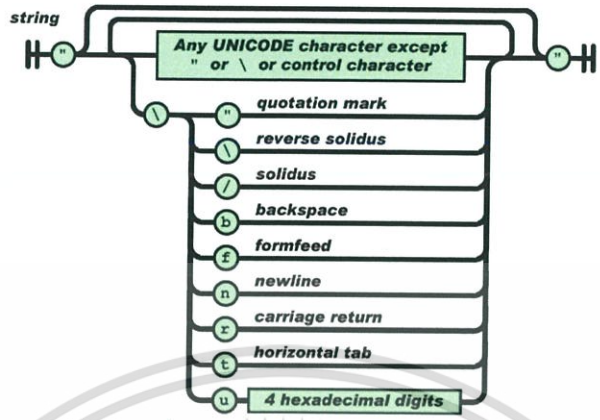


รูปที่ 2.26 ชุดข้อมูลแบบ Value

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังรูปที่ 2.26 Value เป็น String ที่อยู่ในเครื่องหมาย “ ” หรือตัวเลข หรือค่าทางตรรกศาสตร์ true,false หรือค่า null หรือ object หรือ array ซึ่งโครงสร้างสามารถวางซ้อนกันได้

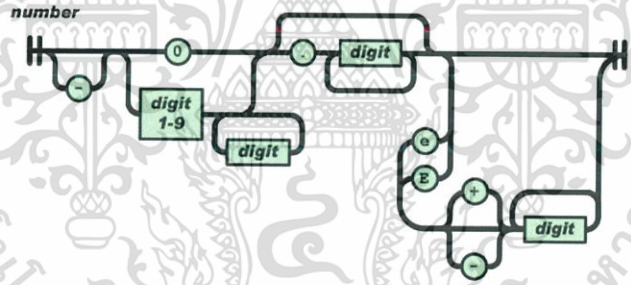
String



รูปที่ 2.27 ชุดข้อมูลแบบ String

ดังรูปที่ 2.27 String เป็นลำดับของตัวอักษรตั้งแต่ 0 ตัวอักษรหรือมากกว่า ซึ่งอยู่ภายใต้เครื่องหมาย “ ” และจะใช้เครื่องหมาย ในการใส่เครื่องหมายกำกับต่าง ๆ ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกับ String ในภาษา C หรือภาษา Java

Number



รูปที่ 2.28 ชุดข้อมูลแบบ Number

ดังรูปที่ 2.28 Number นั้นมีความคล้ายคลึงกับ Number ในภาษา C หรือภาษา Java อย่างมาก แต่จะไม่สามารถใช้เลขฐาน 8 กับเลขฐาน 16 ได้

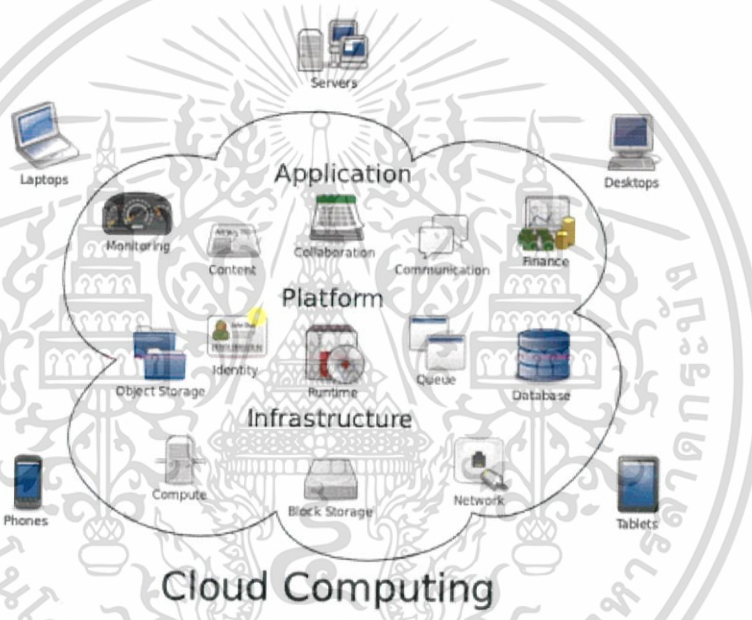
JSON นั้นใช้ลักษณะภาษาของ Javascript แต่ไม่ถูกมองว่าเป็นภาษาโปรแกรม กลับถูกมองว่าเป็นภาษาในการแลกเปลี่ยนข้อมูลมากกว่า ในปัจจุบันมีไลบรารีของภาษาโปรแกรมอื่น ๆ ที่ใช้ประมวลผลข้อมูลในรูปแบบ JSON มากมาย ตัวอย่างของ JSON

```
[
  {"firstname":"name","lastname":"name"},
  {"firstname":"name1", "lastname":"name2"}
]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 Cloud Computing [12]

Cloud Computing คือบริการที่ครอบคลุมถึงการให้ใช้กำลังประมวลผล หน่วยจัดเก็บข้อมูล และระบบออนไลน์ต่าง ๆ จากผู้ให้บริการ เพื่อลดความยุ่งยากในการติดตั้ง ดูแลระบบ ช่วยประหยัดเวลา และลดต้นทุนในการสร้างระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่ายเอง ซึ่งก็มีทั้งแบบบริการฟรีและแบบเก็บเงิน หากแปลความหมายของคำว่า Cloud Computing ดูจะเข้าใจยาก หรือถ้าแปลเป็นไทย “การประมวลผลบนกลุ่มเมฆ” ก็ยิ่งดูจะงงเข้าไปใหญ่ แต่น่าจะง่ายกว่าถ้าบอกว่า Cloud Computing คือการที่เราใช้ซอฟต์แวร์, ระบบ, และทรัพยากรของเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการผ่านอินเทอร์เน็ต โดยสามารถเลือกกำลังการประมวลผล เลือกจำนวนทรัพยากร ได้ตามความต้องการในการใช้งาน และให้เราสามารถเข้าถึงข้อมูลบนคลาวด์จากที่ไหนก็ได้ ดังรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 การเข้าถึงข้อมูลบนคลาวด์

จากรูปที่ 2.29 จะเห็นว่าด้านในของกรอบที่เป็นก้อนเมฆก็คือทรัพยากรของผู้ให้บริการที่มีทั้ง Hardware และ Software (ซึ่งก็ทำงานบน Hardware ของผู้ให้บริการเช่นกัน) ผู้ใช้บริการเพียงแค่ต่อเชื่อมเข้าไปใช้ผ่าน Network ด้วยเว็บบราวเซอร์ หรือ Client แอพพลิเคชั่น บนอุปกรณ์ต่าง ๆ ของตน เช่น มือถือ, Tablet, Notebook, หรือ Chromebook เป็นต้น

เหตุผลที่ทำให้ Cloud Computing เป็นที่นิยมนั่นก็เพราะ Cloud Computing เป็นบริการที่เราใช้หรือเช่าใช้ระบบคอมพิวเตอร์หรือทรัพยากรด้านคอมพิวเตอร์ ของผู้ให้บริการ เพื่อนำมาใช้ในการทำงาน โดยที่เราไม่จำเป็นต้องลงทุนซื้อ Hardware และ Software เองทั้งระบบ ไม่ต้องวางระบบเครือข่ายเอง ลดความรับผิดชอบในการดูแลระบบลง (เพราะผู้ให้บริการจะเป็นผู้ดูแลให้เอง) แถมตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัพเกรดระบบยังทำได้ง่ายกว่า ผู้ใช้ทุกคนสามารถเข้าถึงระบบ ข้อมูลต่าง ๆ ผ่านอินเทอร์เน็ต สามารถจัดการ บริหารทรัพยากรของระบบ ผ่านเครือข่าย และมีการแบ่งใช้ทรัพยากรร่วมกัน (shaRED services) ได้ด้วยและการจ่ายเงินเพื่อเช่าระบบ ก็สามารถจ่ายตามความต้องการของเรา ใช้เท่าไหร่จ่ายเท่านั้นได้ หากวันใดความต้องการมีมากขึ้นก็สามารถซื้อเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มศักยภาพของระบบ Cloud Computing ได้ โดยที่ไม่ต้องอัพเกรดระบบ และเครื่องคอมพิวเตอร์ให้วุ่นวาย ดังนั้น ธุรกิจขนาดเล็ก และขนาดกลาง รวมไปถึงสถาบันการศึกษา จึงหันมาใช้บริการ Cloud Computing ที่ทั้งช่วยลดต้นทุนและลดความยุ่งยากทั้งหลายกันมาก คล้ายกับเป็นการ Outsource งานนี้ออกไปเพื่อจะได้ Focus กับงานหลักของตนเองจริง ๆ

บริการ Cloud Computing มีหลากหลายรูปแบบ แต่ในที่นี้ เราขอพูดถึงรูปแบบหลักๆ 3 แบบได้แก่

2.9.1 Software as a Service

Software as a Service (SaaS) เป็นการที่ใช้หรือเช่าใช้บริการซอฟต์แวร์หรือแอพพลิเคชั่นผ่านอินเทอร์เน็ต โดยประมวลผลบนระบบของผู้ให้บริการ ทำให้ไม่ต้องลงทุนในการสร้างระบบคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์เอง ไม่ต้องพะวงเรื่องค่าใช้จ่ายในการดูแลระบบ เพราะซอฟต์แวร์จะถูกเรียกใช้งานผ่านคลาวด์จากที่ไหนก็ได้ ซึ่งบริการ Software as a Service ที่ใกล้ตัวเรามากที่สุดก็คือ GMail นั่นเอง นอกจากนั้นก็เช่น Google Docs หรือ Google Apps ที่เป็นรูปแบบของการใช้งานซอฟต์แวร์ผ่านเว็บบราวเซอร์ สามารถใช้งานเอกสาร คำนวณ และสร้าง Presentation โดยไม่ต้องติดตั้งซอฟต์แวร์บนเครื่องเลย แถมใช้งานบนเครื่องไหนก็ได้ ที่ไหนก็ได้ แชร์งานร่วมกันกับผู้อื่นก็สะดวก ซึ่งการประมวลผลจะทำบน Server ของ Google ทำให้เราไม่ต้องการเครื่องที่มีกำลังประมวลผลสูงหรือพื้นที่เก็บข้อมูลมาก ๆ ในการทำงาน Chromebook ราคาประหยัดซักเครื่องก็ทำงานได้แล้ว มหาวิทยาลัยทั้งในไทยและต่างประเทศหลายแห่งในปัจจุบัน ก็ยกเลิกการตั้ง Mail Server สำหรับใช้งาน e-mail ของบุคลากร และนักศึกษาในมหาวิทยาลัยกันเองแล้ว แต่หันมาใช้บริการอย่าง Google Apps แทน เป็นการลดต้นทุน, ภาระในการดูแล, และความยุ่งยากไปได้มาก

2.9.2 Platform as a Service

Platform as a Service (PaaS) สำหรับการพัฒนาแอพพลิเคชั่นนั้น หากเราต้องการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นที่ค่อนข้างซับซ้อน ซึ่งรันบนเซิร์ฟเวอร์ หรือ Mobile application ที่มีการประมวลผลทำงานอยู่บนเซิร์ฟเวอร์ เราก็ต้องตั้งเซิร์ฟเวอร์ เชื่อมต่อระบบเครือข่าย และสร้างสภาพแวดล้อม เพื่อทดสอบและรันซอฟต์แวร์และแอพพลิเคชั่น เช่น ติดตั้งระบบฐานข้อมูล, Web server, Runtime, Software Library, Frameworks ต่าง ๆ เป็นต้น จากนั้นก็อาจยังต้องเขียนโค้ดอีกจำนวนมาก แต่ถ้าเราใช้บริการ PaaS ผู้ให้บริการจะเตรียมพื้นฐานต่าง ๆ เหล่านี้ไว้ให้เราต่อยอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้เลย พื้นฐานทั้ง Hardware, Software, และชุดคำสั่ง ที่ผู้ให้บริการเตรียมไว้ให้เราต่อยอดนี้เรียกว่า Platform ซึ่งก็จะทำให้ลดต้นทุนและเวลาที่ใช้ในการพัฒนาซอฟท์แวร์อย่างมาก ตัวอย่าง เช่น Google App Engine, Microsoft Azure ที่หลายๆบริษัทนำมาใช้เพื่อลดต้นทุนและเป็นตัวช่วยในการทำงาน

Application ดังๆหลายตัวเช่น Snapchat ก็เลือกเช่าใช้บริการ PaaS อย่าง Google App Engine ทำให้สามารถพัฒนาแอพที่ให้บริการคนจำนวนมหาศาลได้ โดยใช้เวลาพัฒนาไม่นานด้วยทีมงานแค่ไม่กี่คน

2.9.3 Infrastructure as a Service

Infrastructure as a Service (IaaS) เป็นบริการให้ใช้โครงสร้างพื้นฐานทางคอมพิวเตอร์ อย่าง หน่วยประมวลผล ระบบจัดเก็บข้อมูล ระบบเครือข่าย ในรูปแบบระบบเสมือน (Virtualization) ข้อดีคือองค์กรไม่ต้องลงทุนสิ่งเหล่านี้เอง, ยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนโครงสร้างระบบไอทีขององค์กรในทุกรูปแบบ, สามารถขยายได้ง่าย ขยายได้ทีละนิดตามความเติบโตขององค์กรก็ได้ และที่สำคัญ ลดความยุ่งยากในการดูแล เพราะหน้าที่ในการดูแล จะอยู่ที่ผู้ให้บริการ ตัวอย่างเช่น บริการ Cloud storage อย่าง DropBox ซึ่งให้บริการพื้นที่เก็บข้อมูลนั่นเอง แต่นอกจากนี้ก็ยังมีบริการให้เช่ากำลังประมวลผล, บริการให้เช่า เซิร์ฟเวอร์เสมือน เพื่อใช้ลงและรันแอพพลิเคชั่นใด ๆ ตามที่เราต้องการไม่ว่าจะเป็น Web Application หรือ Software เฉพาะด้านขององค์กร เป็นต้น

ตัวอย่างบริการอื่น ๆ ในกลุ่มนี้ก็เช่น Google Compute Engine, Amazon Web Services, Microsoft Azure

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญที่นำเสนอ

3.1 กล่าวนำ

ในบทนี้กล่าวถึงรายละเอียดในการอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญและออกแบบโครงสร้างการส่งข้อมูลที่กำหนดเก็บไว้ในฐานข้อมูลและแสดงผลบนระบบ Cloud Computing Service

3.2 รายละเอียดความต้องการในการอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญของเจ้าของสิทธิ

การอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญเพื่อระบบธุรกิจแฟรนไชส์ที่มีประสิทธิผลนั้นเป็นการอัพเกรดตามความต้องการหรือข้อกำหนดของเจ้าของสิทธิซึ่งมีรายละเอียดความต้องการอัพเกรดคือ

- สามารถตรวจสอบยอดขายเครื่องดื่มของผู้รับสิทธิแต่ละรายและของผู้รับสิทธิทุกรายผ่านแดชบอร์ดบนระบบคลาวด์
- สามารถตรวจสอบสถานะความพร้อมใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญแต่ละตู้ผ่านแดชบอร์ดบนระบบคลาวด์
- สามารถตรวจสอบยอดขายเครื่องดื่มแบบย้อนหลังและดาวน์โหลดข้อมูลเหล่านั้นผ่านแดชบอร์ดบนระบบคลาวด์
- สามารถเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการตรวจสอบด้วยการล็อกอินโดยสามารถกำหนดความสามารถบนระบบให้เจ้าของสิทธิและผู้รับสิทธิกระทำการได้ต่างกัน
- บัญชีผู้ใช้ของเจ้าของสิทธิมีความสามารถในการเฝ้าดูและควบคุมการใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญทุกตู้ส่วนบัญชีผู้ใช้ของผู้รับสิทธิมีความสามารถในการเฝ้าดูการใช้งานตู้กาแฟหยอดเหรียญของตนเองเท่านั้น

ในการดำเนินการอัพเกรดในที่นี้เป็นการอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญเพียงตู้เดียวเท่านั้นให้เป็นไปตามความต้องการที่เจ้าของสิทธิระบุมาข้างต้น ซึ่งตู้กาแฟหยอดเหรียญที่ใช้ในธุรกิจแฟรนไชส์นี้เป็นตู้กาแฟรุ่นเดียวกันขั้นตอนและวิธีการอัพเกรดนั้น สามารถทำได้ด้วยวิธีการเดียวกันดังที่จะกล่าวต่อไปในหัวข้อที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 รายละเอียดตู้กาแฟหยอดเหรียญก่อนการอัพเกรด

ตู้กาแฟหยอดเหรียญที่นำมาอัพเกรดคือตู้กาแฟหยอดเหรียญรุ่น BD.24CPM-3 มีลักษณะดังรูปที่ 3.1 เมื่อทราบรายละเอียดในการอัพเกรดแล้วจึงต้องทำการศึกษารายละเอียดในส่วนของข้อมูลจำเพาะ ส่วนประกอบ ระบบควบคุมเดิม และฟังก์ชันการทำงานเดิมเสียก่อน แล้วจึงทำการศึกษาการจัดวางหรือเลย์เอาท์ (Layout) ของวงจรส่วนควบคุมเดิมและฮาร์ดแวร์ที่มีการทำงานร่วมกันด้วยว่าอุปกรณ์ใดทำหน้าที่อะไรและมีผลต่อฟังก์ชันการทำงานใดของตู้กาแฟหยอดเหรียญ

รูปที่ 3.1 ตู้จำหน่ายกาแฟหยอดเหรียญ BD.24CPM-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 รายละเอียดข้อมูลจำเพาะของตู้กาแฟหยอดเหรียญ

ข้อมูลจำเพาะของตู้กาแฟหยอดเหรียญนั้นสามารถศึกษาได้จากใบปลิวประกอบการขายของเจ้าของสิทธิ ซึ่งจะมีการระบุข้อมูลพื้นฐานดังตารางที่ 3.1

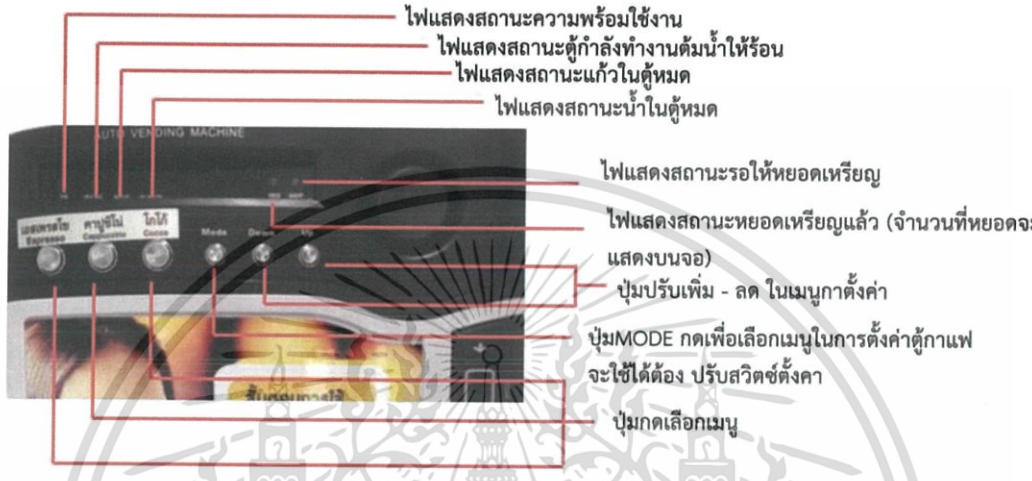
ตารางที่ 3.1 ตารางข้อมูลจำเพาะของตู้กาแฟหยอดเหรียญ [13]

รุ่น	รุ่น BD.24CPM-3 (เครื่องดื่ม 3 ชนิด ใส่ผงวัตถุดิบ 3 ชนิด)
ขนาดตู้ / น้ำหนัก	43×49×31.5 ซม. น้ำหนัก 22 กิโลกรัม
โครงเหล็กนิรภัย	สูง 1.70 เมตร กว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 65 เซนติเมตร หนัก 40 กิโลกรัม มีหลังคากันแดดและฝน มีประตูเปิด-ปิด 2 บาน
กล่องเก็บผงเครื่องดื่ม	ทำจากวัสดุพิเศษไม่เป็นอันตราย มีระบบความร้อนป้องกันการแข็งตัวของผงเครื่องดื่มและรักษาคุณภาพของผงเครื่องดื่ม
ใช้ผงวัตถุดิบชนิด	3 in 1 (ผงสำเร็จรูปแบบผสม)
ภาชนะสำหรับใส่วัตถุดิบ	ถ้วยกระดาษ 1 ถ้วย ขนาด 6.5 ออนซ์
ช่องหยอดเหรียญ	1 ช่องหยอดเหรียญใช้ได้เฉพาะเหรียญ 10 เท่านั้น (ตั้งราคาจำหน่ายได้จากตู้)
ระบบตั้งอัตราส่วนผสม	ตั้งอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำร้อนกับผงเครื่องดื่มได้ เพื่อปรับรสชาติได้ตามต้องการ
ระบบควบคุมอุณหภูมิ	มีระบบควบคุมอุณหภูมิด้วยความร้อน สามารถทำความร้อนได้ 88-98 องศา
ระบบตรวจสอบยอดขาย	มีระบบบันทึกยอดขายในเครื่อง สามารถตรวจสอบสถิติการใช้และลบสถิติได้
การป้อนน้ำ	ประกอบด้วยถังภายในขนาด 2.7 ลิตร
ถังบรรจุน้ำ	ขนาด 5 ลิตร
ระบบแก้ว	ระบบการใช้แก้วมี 2 รูปแบบ คือ แก้วกระดาษอัตโนมัติที่อยู่ในตู้ และ แก้วที่ถูกนำมารองดื่มเอง
ระบบไฟฟ้า	220 V / 50 Hz / 800 W
จุดคุ้มทุน	จุดทุนระหว่าง 3-6 เดือน คำนวณต้นทุนแก้ว 1 บาท ผงเครื่องดื่ม 3 บาท ค่าไฟ 1 บาท รวมต้นทุน 5 บาท ราคาขาย 10 บาทต่อแก้ว จะได้กำไร 5 บาทต่อแก้ว (ขายวันละ 100 แก้ว) = 500 บาทต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 รายละเอียดส่วนประกอบและระบบควบคุมเดิมของตู้กาแฟหยอดเหรียญ

ส่วนการศึกษาส่วนประกอบของตู้กาแฟหยอดเหรียญเดิมนั้นใช้การสังเกตส่วนประกอบทางกายภาพที่มีให้เห็นจริง และ ทำการระบุส่วนประกอบต่าง ๆ ออกมาโดยประกอบไปด้วย ส่วนแสดงผลหน้าตู้กาแฟหยอดเหรียญที่รับคำสั่งงานจากผู้ใช้เป็นรูปแบบปุ่มกด โดยมีทั้งปุ่มกดเลือกเครื่องดื่ม รวมไปถึงปุ่มกดในการตั้งค่าและมีส่วนแสดงสถานะด้วยไฟแอลอีดี (LED) ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 3.2

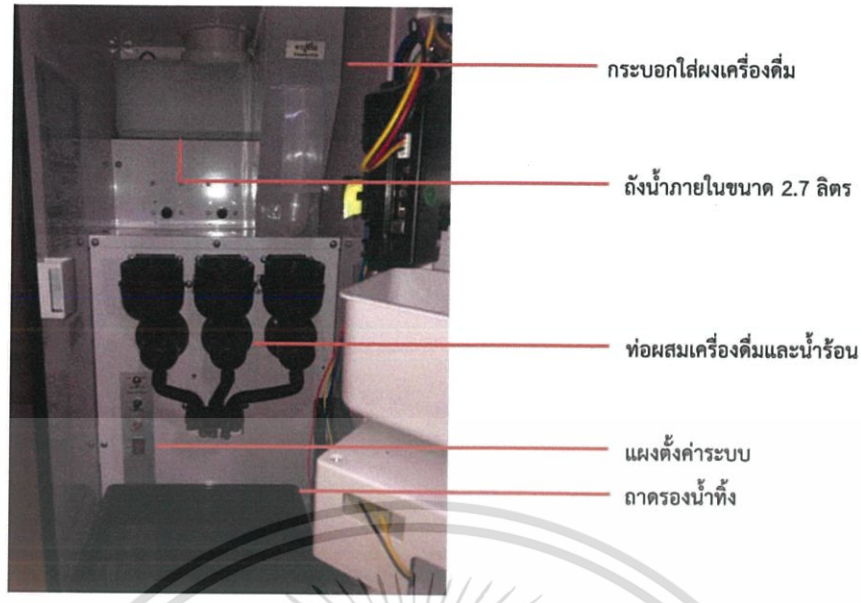


รูปที่ 3.2 ส่วนประกอบหน้าแสดงผลตู้จำหน่ายกาแฟหยอดเหรียญ

ส่วนถัดมาที่อยู่ทางฝั่งด้านหน้าของตู้กาแฟหยอดเหรียญนั้นประกอบไปด้วย ช่องหยอดเหรียญ ช่องรับแก้ว และถาดรองแก้วดังรูปที่ 3.3

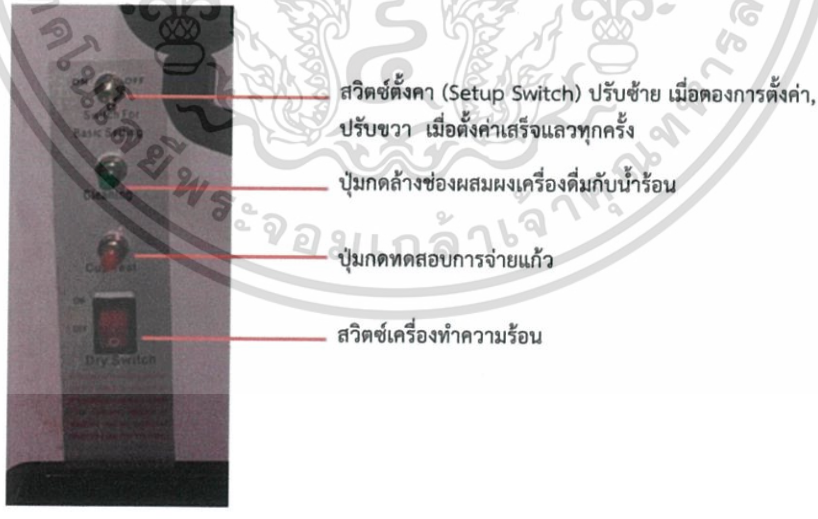
รูปที่ 3.3 ส่วนประกอบหน้าตู้จำหน่ายกาแฟหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ส่วนประกอบภายในตู้จำหน่ายกาแฟหยอดเหรียญ

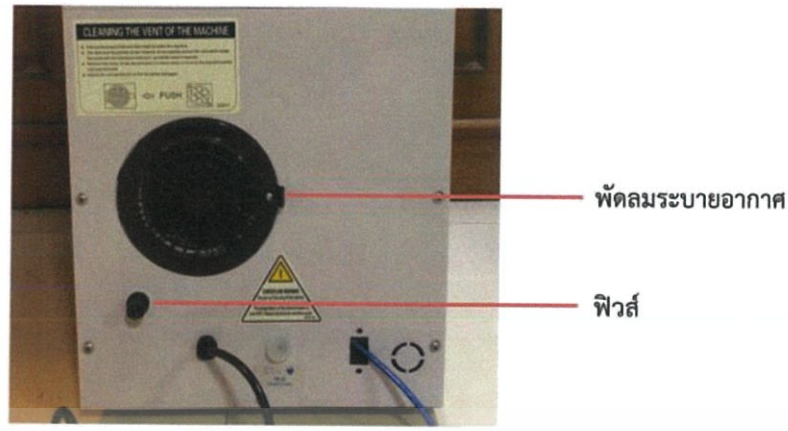
จากรูปที่ 3.4 เมื่อเปิดตู้กาแฟหยอดเหรียญ เพื่อทำการศึกษาส่วนประกอบภายในตู้ ซึ่งภายในตู้ประกอบไปด้วย ตัวกระบอกบรรจุผงเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิด ถังบรรจุน้ำภายใน ช่องผสมเครื่องดื่ม ถาดรองน้ำทิ้ง และแผงตั้งค่า ซึ่งแผงตั้งค่าเองประกอบไปด้วย สวิตช์ตั้งค่าสำหรับปรับซ้าย ขวาเมื่อต้องการตั้งค่าใช้งานหรือเมื่อมีการตั้งค่าแล้วเสร็จ พร้อมให้เครื่องใช้งาน มีปุ่มสำหรับกดล้างช่องผสมเครื่องดื่ม ปุ่มกดทดสอบการปล่อยแก้วกระดาษ และสวิตช์ทำความร้อนเพื่อไล่ความชื้น ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ส่วนประกอบแผงตั้งค่าตู้จำหน่ายกาแฟหยอดเหรียญ

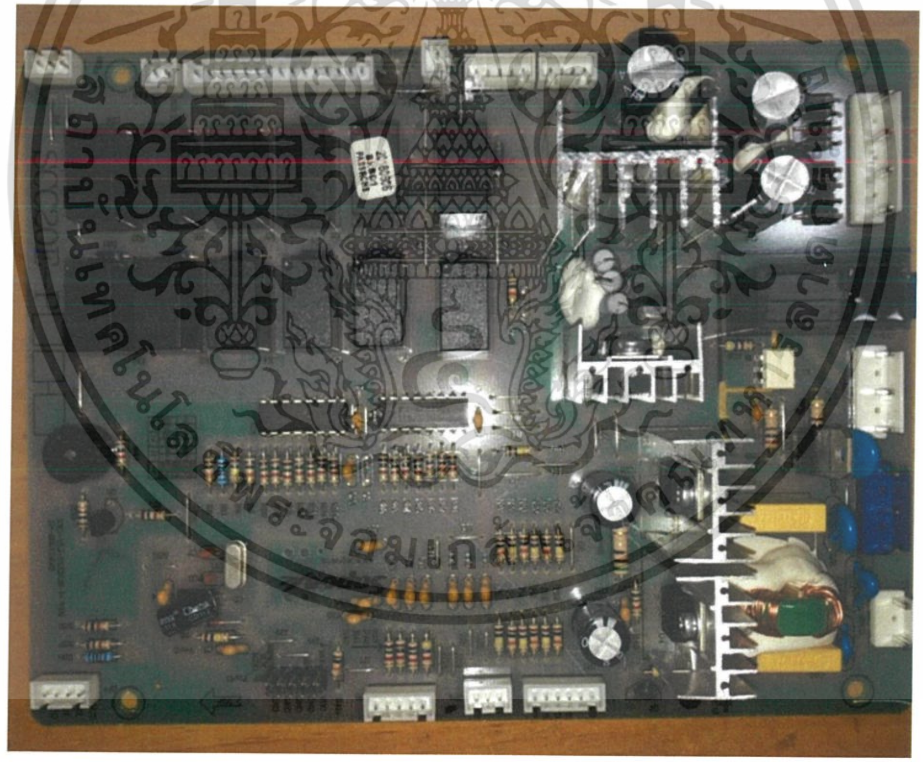
โดยส่วนประกอบหลังตู้นั้นจะมีส่วนที่เป็นช่องระบายอากาศ ใช้ในการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากการทำงานของตู้กาแฟหยอดเหรียญดังรูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



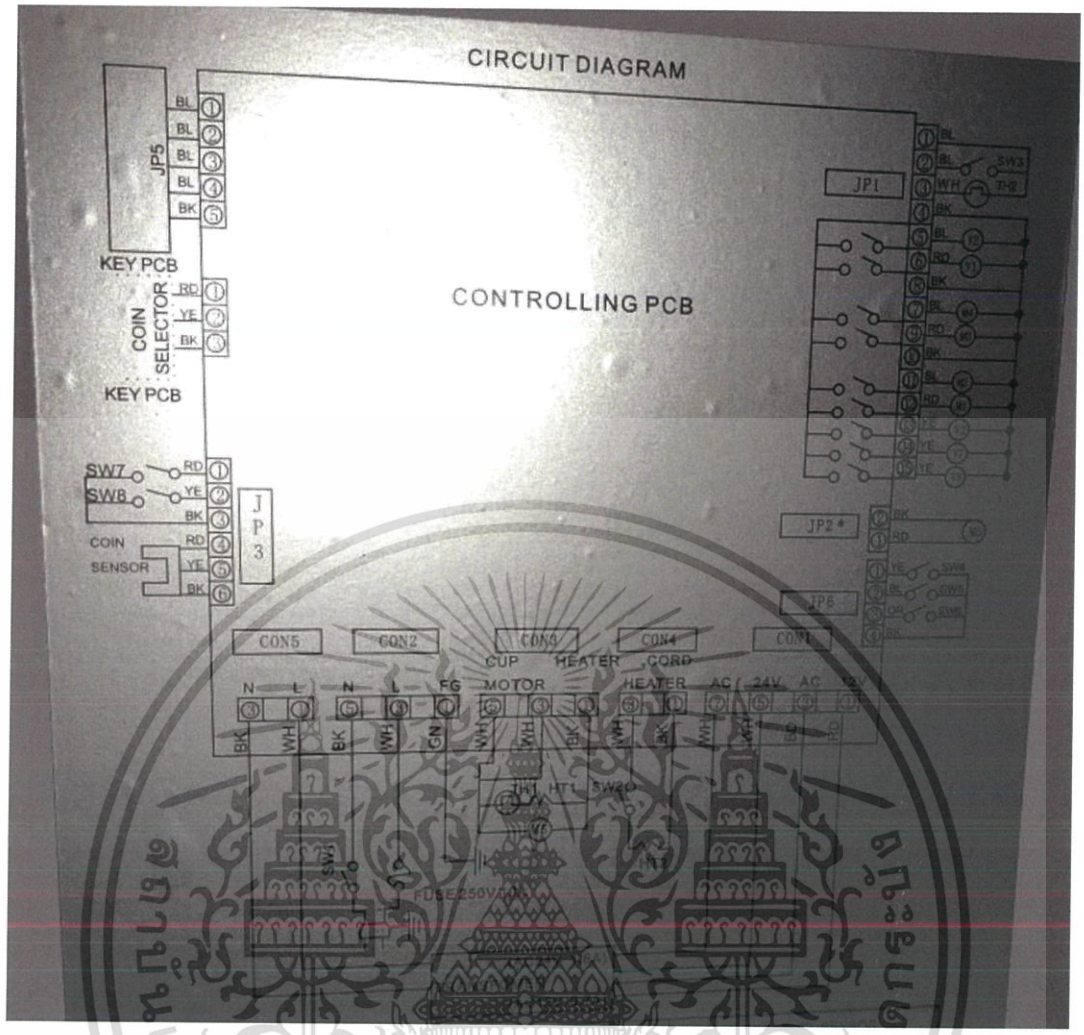
รูปที่ 3.6 ส่วนประกอบด้านหลังตู้จำหน่ายกาแฟหยอดเหรียญ

และส่วนควบคุมเดิมจะมีลักษณะเป็นบอร์ดวงจรดังรูปที่ 3.7 ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ โดยฮาร์ดแวร์ที่ถูกควบคุมและเชื่อมต่ออยู่กับส่วนควบคุมนั้นจะมีการแสดงบนเลย์เอาท์ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.7 ส่วนควบคุมเดิมของตู้กาแฟหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 เลย์เอาท์ของบอร์ดวงจรควบคุมเดิม

นอกจากที่จะศึกษาฮาร์ดแวร์ที่ถูกใช้งานตามเลย์เอาท์แล้ว ยังจะต้องมีการศึกษาฮาร์ดแวร์จริงว่ามีลักษณะอย่างไร และ มีไว้เพื่อใช้งานใด แล้วทำการบันทึกรายการหน้าที่ของฮาร์ดแวร์ทั้งหมดออกมาดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้งานในตู้กาแฟหยอดเหรียญ

ฮาร์ดแวร์	หน้าที่การทำงาน
Power Switch	สวิตซ์เปิด-ปิดตู้กาแฟหยอดเหรียญ
Mode Function Switch	สวิตซ์เปิด-ปิดการตั้งค่าของตู้กาแฟหยอดเหรียญ
Cup Switch	ลิมิตสวิตซ์ตรวจสอบการมีอยู่ของแก้วกระดาษ
Feeding Motor1	มอเตอร์สำหรับป้อนผงเครื่องดื่มชนิดที่ 1
Feeding Motor2	มอเตอร์สำหรับป้อนผงเครื่องดื่มชนิดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Feeding Motor3	มอเตอร์สำหรับป้อนผงเครื่องดื่มชนิดที่ 3
Exhaust Fan Motor	มอเตอร์พัดลมระบายของตู้กาแฟหยอดเหรียญ
Electromagnetism Valve1	วาล์วเปิด-ปิดควบคุมปริมาณการป้อนน้ำสำหรับเครื่องดื่มชนิดที่ 1
Electromagnetism Valve2	วาล์วเปิด-ปิดควบคุมปริมาณการป้อนน้ำสำหรับเครื่องดื่มชนิดที่ 2
Electromagnetism Valve3	วาล์วเปิด-ปิดควบคุมปริมาณการป้อนน้ำสำหรับเครื่องดื่มชนิดที่ 3
Snap-Action Thermostat	อุปกรณ์สำหรับป้องกันหม้อต้มความร้อนเกิน
Stirring Motor1	มอเตอร์สำหรับผสมผงเครื่องดื่มชนิดที่ 1 กับน้ำ
Stirring Motor2	มอเตอร์สำหรับผสมผงเครื่องดื่มชนิดที่ 2 กับน้ำ
Stirring Motor3	มอเตอร์สำหรับผสมผงเครื่องดื่มชนิดที่ 3 กับน้ำ
Cord Heater Switch	สวิตซ์เปิด-ปิดอุปกรณ์ให้ความร้อนสำหรับไล่ความชื้นที่กล่องบรรจุผงเครื่องดื่ม
Cleaning Button	สวิตซ์สำหรับสั่งงานล้างทำความสะอาดท่อผสมเครื่องดื่มและน้ำร้อน
Cup Motor Switch	ลิมิตสวิตซ์คุมการหมุนของมอเตอร์ที่ใช้สำหรับการปล่อยแก้วกระดาษ
Cup Motor	มอเตอร์สำหรับปล่อยแก้วกระดาษ
Water Heater	หม้อต้มให้ความร้อนกับน้ำ
Water Temperature Sensor	เครื่องมือวัดอุณหภูมิของน้ำในหม้อต้ม
Water Level Sensor	เครื่องมือวัดชนิดลูกลอยวัดระดับน้ำภายในถังบรรจุภายใน
Cup Test Switch Button	สวิตซ์ทดสอบการปล่อยแก้ว
Cord Heater	อุปกรณ์ให้ความร้อนสำหรับไล่ความชื้นกล่องบรรจุผงเครื่องดื่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 รายละเอียดฟังก์ชันการทำงานของตู้กาแฟหยอดเหรียญ

นอกจากทำการศึกษาอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานของตู้กาแฟหยอดเหรียญแล้ว จะทำการศึกษาการทำงานของตู้กาแฟหยอดเหรียญว่ามีลำดับขั้นการทำงานเป็นอย่างไรฟังก์ชันใดทำงานก่อนหรือหลัง เพื่อสะดวกต่อการทำงานในขั้นตอนการออกแบบการทำงานเมื่อมีการปรับปรุงส่วนควบคุม โดยการทดสอบการทำงานแล้วสังเกตกระบวนการแต่ละขั้นตอนว่าอุปกรณ์ใดทำงานในกระบวนการใดบ้าง แล้วจึงทำการเขียนแผนภาพลำดับขั้นการทำงานออกมา ดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 แผนภาพลำดับขั้นการทำงานของตู้กาแฟหยอดเหรียญ

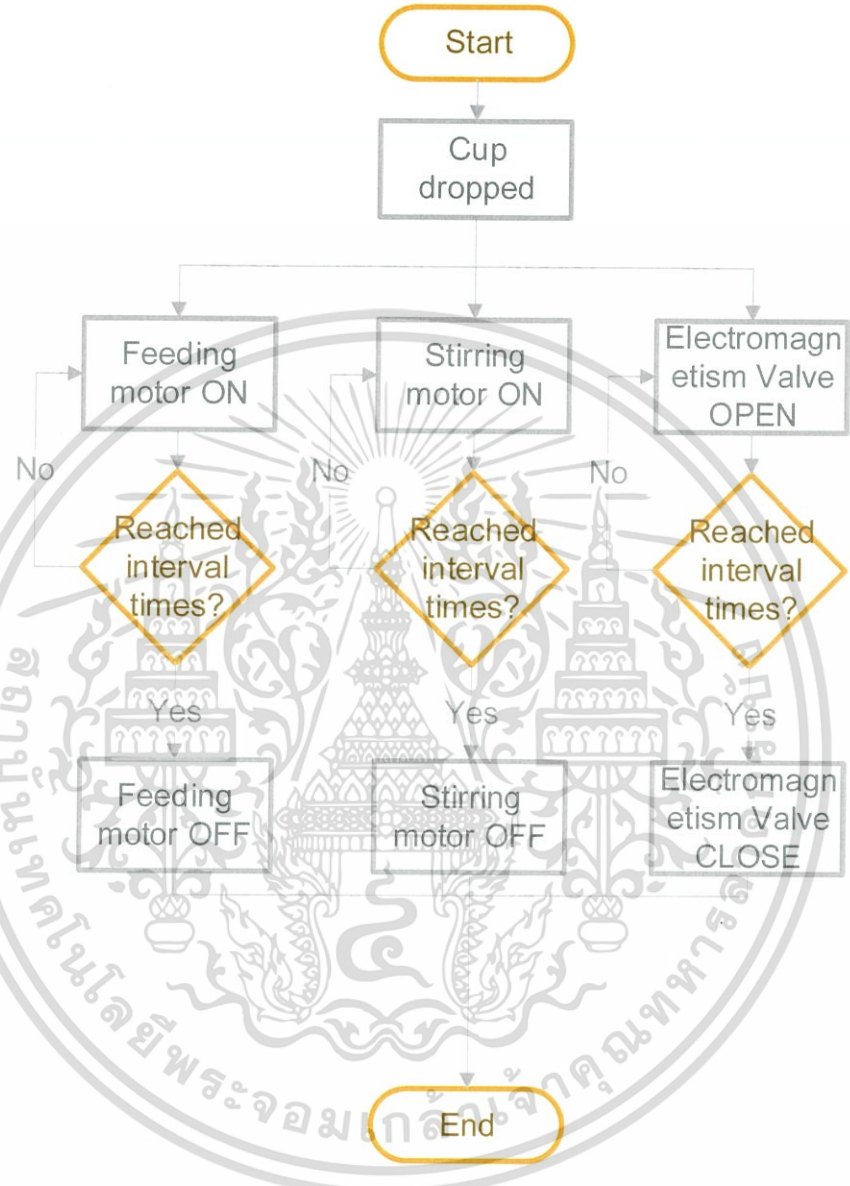
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อศึกษาการทำงานโดยรวมออกมาแล้วยังต้องศึกษากระบวนการแยกย่อยลงไปอย่างลำดับขั้นการทำงานในการปล่อยแก้ว สามารถทำได้โดยการใช้สวิตช์ทดสอบการปล่อยแก้วเพื่อสังเกตกระบวนการปล่อยแก้ว แล้วเขียนแผนภาพลำดับขั้นการทำงานออกมาได้ดังรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 แผนภาพลำดับขั้นการทำงานการปล่อยแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมถึงกระบวนการชงเครื่องดื่มนั้นก็มีลำดับขั้นในการทำงานซึ่งจำเป็นจะต้องสังเกตกระบวนการชงจากการทำงานในแต่ละครั้ง และบันทึกเป็นแผนภาพลำดับขั้นการทำงาน ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แผนภาพลำดับขั้นการทำงานการชงเครื่องดื่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 แนวคิดในการอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญ

เมื่อทำการศึกษาตู้กาแฟหยอดเหรียญเดิมก่อนที่จะมีการอัพเกรดแล้วนั้น จะทำให้สามารถระบุได้ว่าตู้กาแฟหยอดเหรียญเดิมสามารถทำฟังก์ชันใดได้บ้างและส่วนใดที่ต้องมีการอัพเกรด เพื่อที่จะดำเนินการอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญให้มีความสามารถเป็นไปตามความต้องการของเจ้าของสิทธิ เพื่อระบบแฟรนไชส์ที่มีประสิทธิผลนั้นมีวิธีการบนพื้นฐานแนวคิดในการควบคุมด้วย IoT หรือที่เรียกว่า Internet of Things

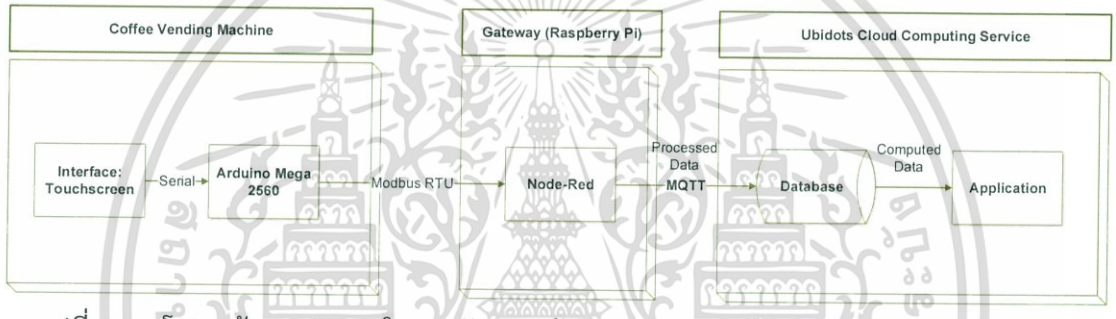
รูปที่ 3.12 แนวคิดในการควบคุมโดยพื้นฐานของ IoT หรือที่เรียกว่า Internet of Things

จากรูปที่ 3.12 ด้วยแนวคิด Internet of Things ที่พูดถึงการทำให้สิ่งต่าง ๆ มีโครงสร้างพื้นฐานที่สามารถเชื่อมต่อกับโลกอินเทอร์เน็ตได้นั้น ทำให้สิ่งต่าง ๆ ที่ไม่มีความสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตถูกทำให้สามารถเฝ้าดูและควบคุมการใช้งานได้ผ่านการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในทางเดียวกันนี้คือการทำให้ตู้กาแฟหยอดเหรียญมีโครงสร้างพื้นฐานที่สามารถเฝ้าดูและควบคุมการใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ซึ่ง Cloud Computing Service หรือ บริการรับฝากไฟล์และประมวลผลข้อมูลผ่านทางออนไลน์เป็นหนึ่งในรูปแบบของ Internet of Things เพื่อให้เจ้าของสิทธิและผู้รับสิทธิสามารถเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ของตู้กาแฟหยอดเหรียญผ่านอินเทอร์เน็ตได้จากอุปกรณ์ใดก็ได้ที่มีการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบโครงสร้างของระบบในการอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญ

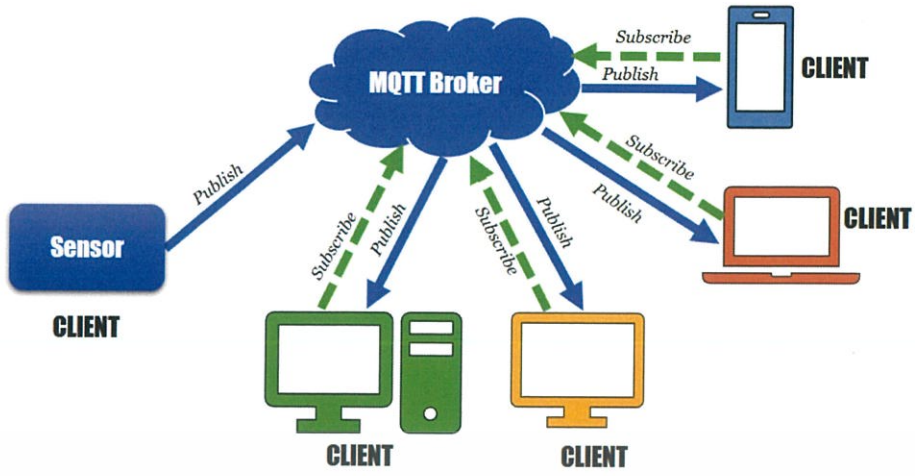
ในขั้นตอนนี้เป็นการออกแบบโครงสร้างของระบบในการอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญ ให้เป็นไปตามแนวคิดที่ประยุกต์ใช้ในการปรับปรุง เพื่อทำให้เกิดความเข้าใจต่อภาพรวมของระบบว่าควรจะต้องมีอุปกรณ์ใดในระบบและควรใช้ข้อกำหนดทางการสื่อสารหรือโปรโตคอลหรือการสื่อสารแบบใดให้สามารถส่งเก็บข้อมูลจากการติดตามการใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญที่มีการปรับปรุงส่วนควบคุมเดิมให้สามารถรับ - ส่งข้อมูลไปเก็บยังผู้ใช้บริการ Cloud Computing Service บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่ง Cloud Computing Service หรือ บริการรับฝากไฟล์และประมวลผลข้อมูลผ่านทางออนไลน์ หรือเราเรียกอีกอย่างว่า แหล่งเก็บข้อมูลบนก้อนเมฆ เป็นหนึ่งในรูปแบบของ Internet of Things โดยโครงสร้างของระบบเมื่อแสดงอยู่ในรูปแบบของบล็อคไดอะแกรมแล้วจะมีลักษณะดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 โครงสร้างของระบบในการอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญในรูปแบบบล็อคไดอะแกรม

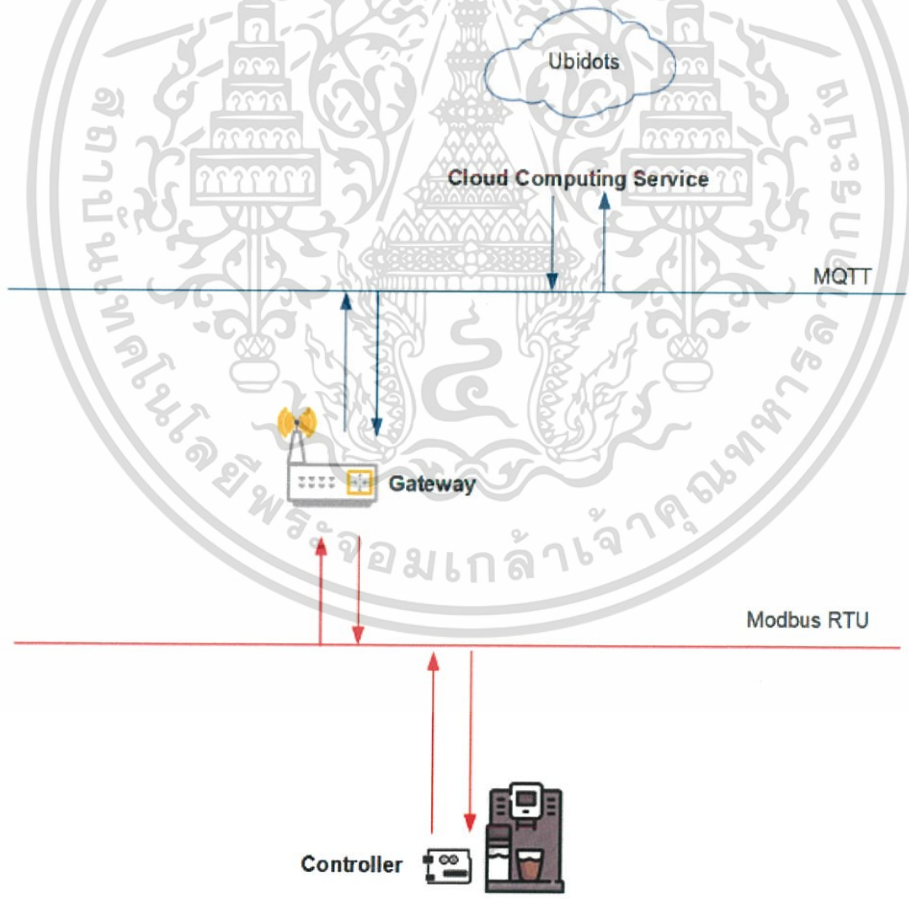
ในที่นี้ทำการออกแบบโครงสร้างให้ Ubidots เป็นผู้ให้บริการระบบ Cloud Computing Service ประเภท Software as a Service (SaaS) ซึ่งเป็นการที่ใช้หรือเช่าใช้บริการซอฟต์แวร์หรือแอพพลิเคชั่น ผ่านอินเทอร์เน็ต ประมวลผลบนระบบของผู้ให้บริการ โดยมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นเกตเวย์ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง Ubidots และ ตู้กาแฟหยอดเหรียญที่มีการอัพเกรดส่วนควบคุมให้สามารถรับ – ส่งข้อมูลได้ด้วยโปรโตคอล Modbus RTU ผ่านตัวกลางที่เป็นสาย USB ซึ่งเกตเวย์ที่ได้กล่าวถึงนี้เองจะสื่อสารกับ Ubidots ด้วยโปรโตคอล MQTT โดยมีลักษณะการสื่อสารด้วยโปรโตคอล MQTT ดังรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 โครงสร้างเครือข่ายการส่งข้อมูลด้วยโปรโตคอล MQTT

เพื่อให้เห็นภาพรวมที่ แสดงวิธีการส่งผ่านข้อมูลจากตู้กาแฟหยอดเหรียญไปยังระบบ Cloud Computing Service บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการออกแบบโครงสร้างในรูปแบบสถาปัตยกรรมของระบบ (Network Architecture) ดังรูปที่ 3.15



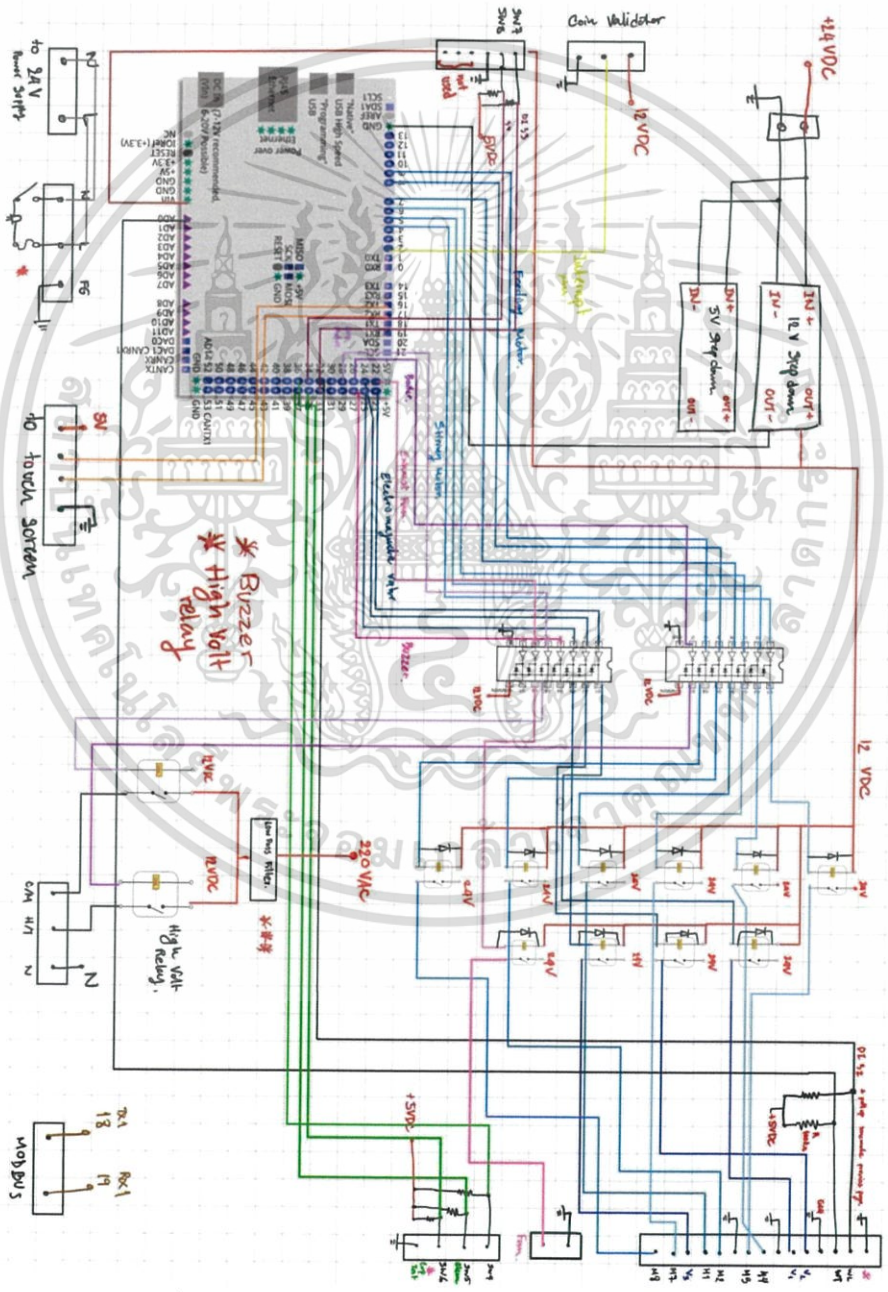
รูปที่ 3.15 โครงสร้างของระบบในการอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญในรูปแบบสถาปัตยกรรมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การอัพเกรดส่วนฮาร์ดแวร์ของตู้กาแฟหยอดเหรียญใหม่

3.6.1 ส่วนควบคุมด้วยการใช้ Arduino Mega

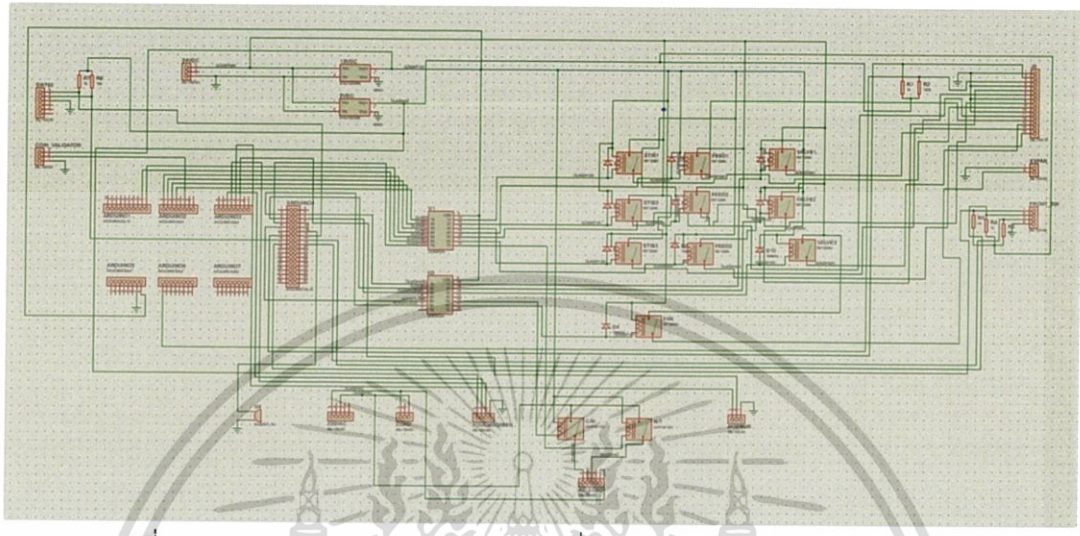
เดิมทีตู้กาแฟหยอดเหรียญนั้นส่วนควบคุมเดิมไม่มีความสามารถในการสื่อสารหรือรับ-ส่งข้อมูล จึงจะต้องทำการปรับปรุงให้ส่วนควบคุมมีความสามารถในการรับ-ส่งข้อมูล โดยส่วนที่เป็นบอร์ดวงจรของส่วนควบคุมซึ่งจะต้องทำการจัดวางอุปกรณ์บนบอร์ดควบคุม ให้บอร์ดวงจรส่วนควบคุมที่มีการปรับปรุง มีขนาดเท่ากับบอร์ดวงจรส่วนควบคุมเดิม เพื่อให้สามารถนำไปแทนที่ในตำแหน่งเดียวกันได้ ดังรูปที่ 3.16



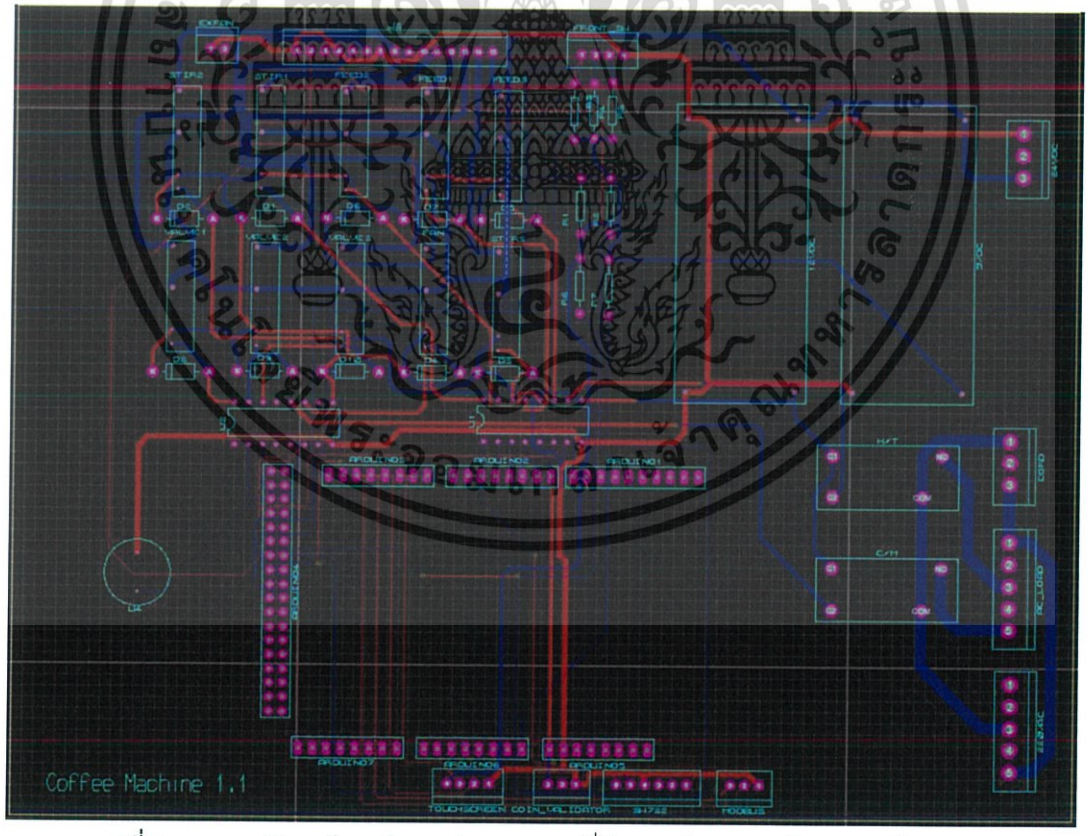
รูปที่ 3.16 การออกแบบวงจรส่วนควบคุมที่มีการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการออกแบบวงจรส่วนควบคุมและกำหนดอุปกรณ์ที่ใช้งานบนบอร์ดแล้วนั้น อันประกอบไปด้วยอุปกรณ์จำพวก Relay เป็นหลักและปรับปรุงจากส่วนควบคุมที่ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์เป็น Arduino Mega เพื่อปรับปรุงเพิ่มความสามารถส่วนการรับ - ส่ง ข้อมูลที่ตู้กาแฟหยอดเหรียญ จากนั้นจึงทำการจัดวางผังวงจรบนโปรแกรมโพรทิอุส เพื่อเตรียมนำไปผลิตวงจร



รูปที่ 3.17 การออกแบบวงจรส่วนควบคุมที่มีการปรับปรุงบนโปรแกรมโพรทิอุส



รูปที่ 3.18 การจัดเลย์เอาท์วงจรส่วนควบคุมที่มีการปรับปรุงบนโปรแกรมโพรทิอุส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

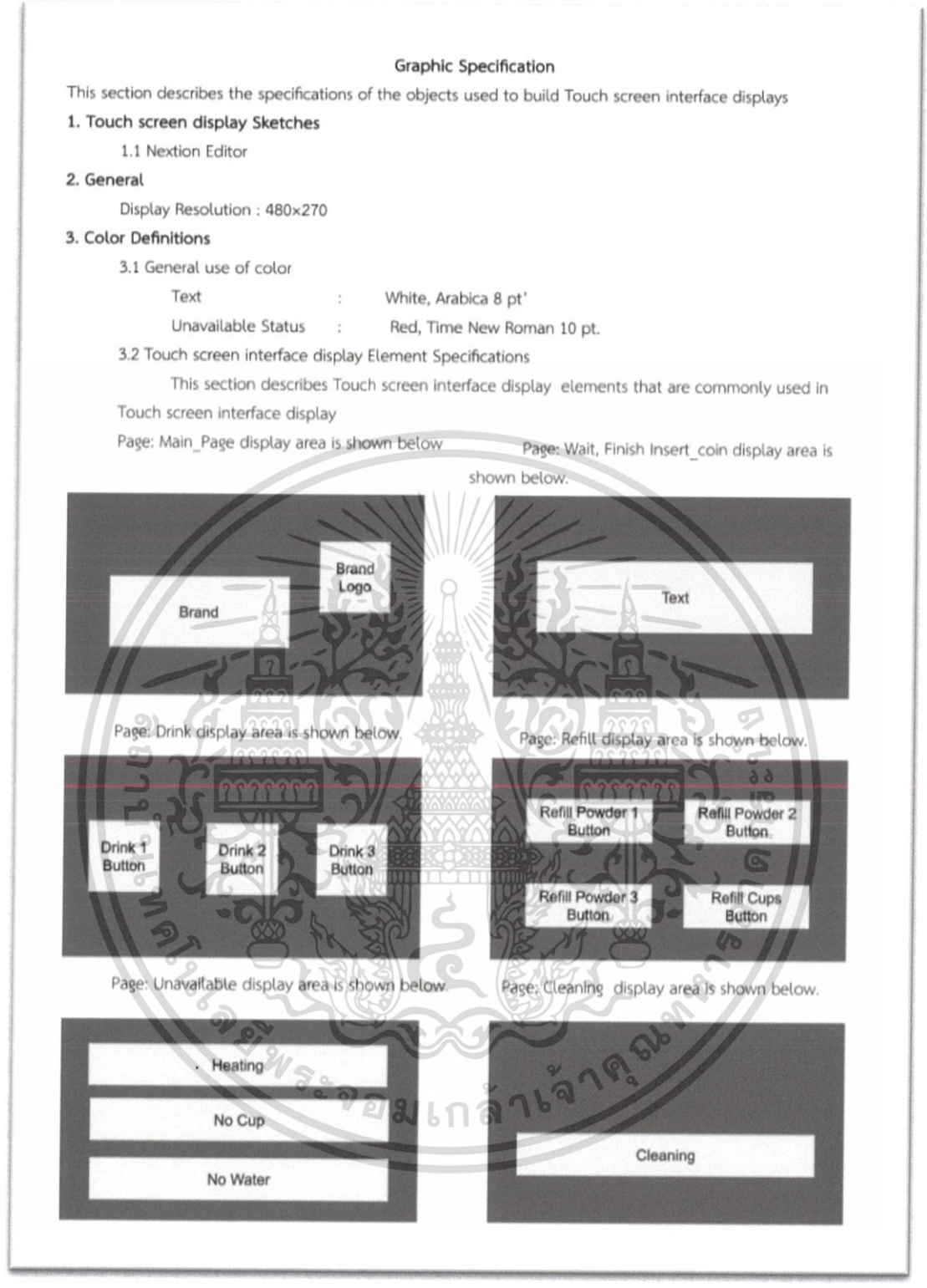
3.6.2 ส่วนหน้าจอสัมผัสเชื่อมต่อกับผู้ใช้และกรอบหน้าตู้กาแฟหยอดเหรียญ

จากเดิมที่ส่วนแสดงผลหน้าตู้ มีลักษณะการรับคำสั่งจากผู้ใช้ด้วยปุ่มกด ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการปรับปรุงมาใช้จอสัมผัสแทน เพื่อความทันสมัยและการออกแบบการรับคำสั่งที่สามารถกำหนดได้เอง ซึ่งจะต้องทำการกำหนดหน้ากราฟิกที่ใช้ในการแสดงผลก่อนว่ามีจำนวนกี่หน้าและแต่ละหน้ามีหน้าที่ใดบ้าง ให้เพียงพอต่อฟังก์ชันการทำงานของตู้กาแฟหยอดเหรียญ โดยมีรายละเอียดการแบ่งจำนวนหน้าที่ออกแบบจำนวน 8 หน้า ได้แก่

- Main_Page: หน้าจอแสดงผลสำหรับแตะเพื่อเริ่มการใช้งาน
- Drink: หน้าจอแสดงผลเมนูเครื่องดื่มสำหรับกดเลือกเมนู
- Unavailable: หน้าจอแสดงผลสถานะความไม่พร้อมใช้งาน
- Wait: หน้าจอแจ้งผู้ใช้ให้รอการทำงานของตู้กาแฟหยอดเหรียญ
- Finish: หน้าจอแจ้งผู้ใช้ว่ากระบวนการทำงานเสร็จสิ้นแล้ว
- Insert_coin: หน้าจอแสดงผลแจ้งให้ผู้ใช้ทำการหยอดเหรียญ
- Refill: หน้าจอสำหรับกดรีเซ็ตผงเครื่องดื่มหลังจากมีการเติมผงลงในกระบอกบรรจุ
- Cleaning: หน้าจอแสดงสถานะการทำความสะอาดช่องผสม

ก่อนที่จะทำส่วนกราฟิกไปยังจอสัมผัส ซึ่งในการอัพเกรดนี้ใช้จอสัมผัสของ Nextion จะทำการกำหนดรายละเอียดด้วย Graphic Specification รูปที่ 3.19

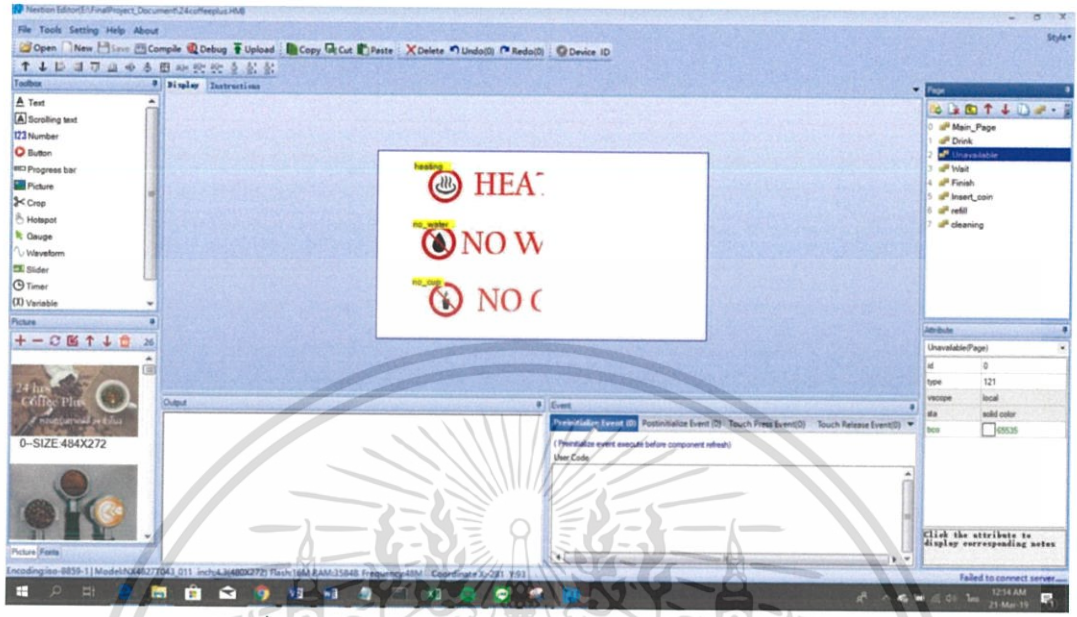
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 Graphic Specification ของหน้าจอสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากออกแบบแล้วจึงดำเนินการในโปรแกรม Nextion Editor ซึ่งเป็นเครื่องมือในการทำหน้าจอแสดงผล Nextion ลักษณะดังรูปที่ 3.20 ตามที่ได้มีการกำหนดรูปแบบดัง Graphic Specification ดังรูป 3.19



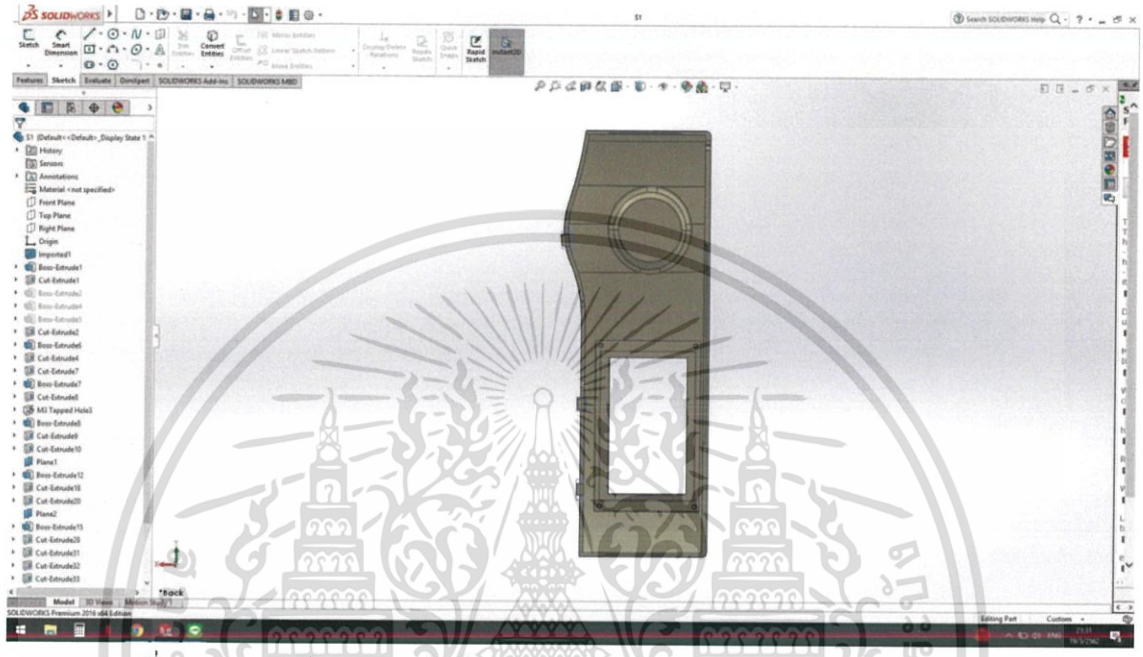
รูปที่ 3.20 การทำหน้าจอแสดงผลด้วยโปรแกรม Nextion

หลังจากนั้นให้นำไฟล์ build folder ใส่ลงใน SD Card ที่จะนำไปใส่ให้กับเข้ากับจอแสดงผล โดยที่หน้าจอแสดงผลนี้จะทำหน้าที่เป็นส่วนป้อนการสั่งงาน และมีความสัมพันธ์กันกับส่วนควบคุม Arduino Mega ที่จะถูกโปรแกรมให้ควบคุมหน้าจอสัมผัสด้วย

รูปที่ 3.21 กรอบหน้าตู้กาแฟหยอดเหรียญที่ทำการสแกนสามมิติและเปิดผ่านโปรแกรม SOLIDWORKS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากในขั้นตอนการอัพเกรดมีการปรับปรุงส่วนแสดงผลเป็นหน้าจอสัมผัสดังนั้นจึงต้องทำการสร้างกรอบหน้าขึ้นมาใหม่ เพื่อให้สามารถรองรับกับหน้าจอสัมผัสได้ โดยเริ่มต้นให้นำเอากรอบเดิมไปทำการสแกนสามมิติเพื่อจะนำไฟล์มาทำการดัดแปลงซึ่งไฟล์กรอบหน้าตู้กาแฟหยอดเหรียญที่เปิดผ่านโปรแกรม SOLIDWORKS นั้นมีลักษณะดังรูปที่ 3.21 แล้วหลังจากนั้นจึงนำไปทำการแก้ไขผ่านโปรแกรม SOLIDWORKS ดังรูปที่ 3.22 (อาจเป็นโปรแกรมอื่นได้ที่สามารถแก้ไขไฟล์ได้)



รูปที่ 3.22 การแก้ไขกรอบหน้าตู้กาแฟหยอดเหรียญผ่านโปรแกรม SOLIDWORKS

และเมื่อทำการแก้ไขให้สามารถรับกับจอแสดงผลแล้วจึงนำไปทำการสร้างกรอบรับจอแสดงผลใหม่ด้วยวิธีการปริ้นท์สามมิติซึ่งจะเป็นชิ้นงานใหม่ดังรูปที่ 3,23

รูปที่ 3.23 กรอบยึดจอสัมผัสหน้าตู้ที่สร้างขึ้นใหม่ด้วยวิธีการปริ้นท์สามมิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3 การเพิ่มเกตเวย์ในการแลกเปลี่ยนข้อมูล

ตามที่ได้ทำการออกแบบโครงสร้างระบบที่ใช้ในการอัพเกรด ซึ่งจะต้องทำการเพิ่มอุปกรณ์ที่เรียกว่าเกตเวย์ มาเชื่อมต่อกับตู้กาแฟหยอดเหรียญเพื่อให้ตู้กาแฟหยอดเหรียญสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกับระบบ Cloud Computing Service ได้ โดยข้อมูลที่ต้องการส่งเก็บและแสดงผลได้แก่ ยอดขายของเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิด (จำนวนแก้วและจำนวนเงิน) สถานะความพร้อมใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญ แบ่งเป็น สถานะปริมาณน้ำ (No water) และสถานะจำนวนแก้ว (No cup) อุณหภูมิของน้ำในหม้อต้ม สถานะความพร้อมใช้ของเกตเวย์รวมไปถึงข้อมูลที่ต้องการส่งกลับลงมาควบคุมการใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญคือ อัตราส่วนปริมาณผงเครื่องดื่ม และ น้ำ ในที่นี้ได้ประยุกต์ใช้ Raspberry Pi 3 Model B+ ดังรูปที่ 3.24 ทำหน้าที่เป็นเกตเวย์ดังรูปที่ 3.25 ซึ่งตัวมันเองมี Node-RED เป็นโปรแกรมที่ฝังตัวอยู่ทำหน้าที่เป็นเครื่องมือใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้าด้วยกันผ่าน APIs และ ระบบออนไลน์แล้วยังให้เกตเวย์ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์พักข้อมูลอีกด้วย โดยให้ Raspberry Pi เชื่อมต่ออยู่กับส่วนควบคุม Arduino Mega ด้วยสาย USB

รูปที่ 3.24 Raspberry Pi 3 Model B+ ที่ใช้สำหรับทำหน้าที่เป็นเกตเวย์

รูปที่ 3.25 อุปกรณ์เกตเวย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การอัพเกรดส่วนซอฟท์แวร์ของตู้กาแฟหยอดเหรียญใหม่

3.7.1 ส่วนโปรแกรมชุดคำสั่งของส่วนควบคุม Arduino

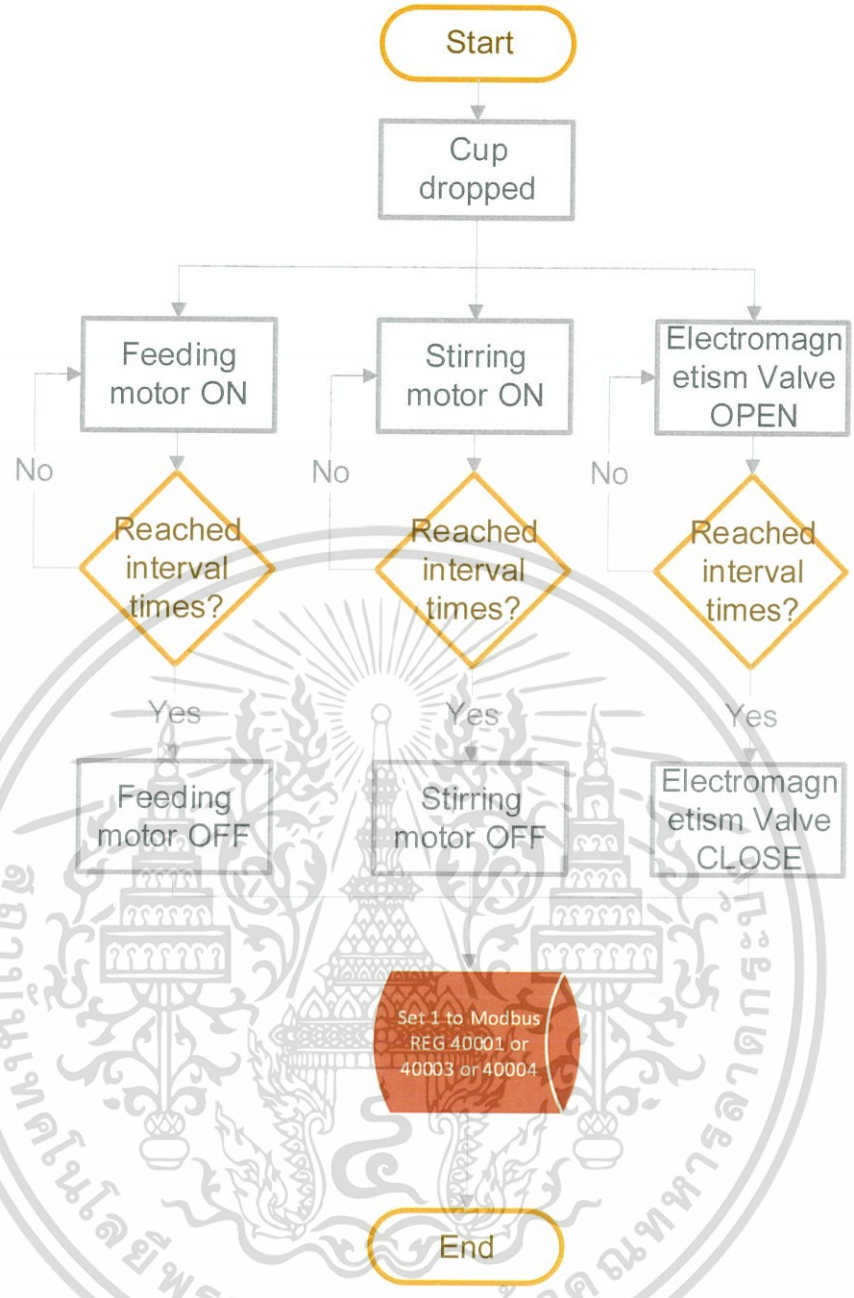
เมื่อมีการปรับปรุงส่วนควบคุมด้วยตัวควบคุม Arduino Mega ซึ่งจะต้องเขียนชุดคำสั่งให้กับตัวควบคุม จึงมีการออกแบบการทำงานของตู้กาแฟหยอดเหรียญโดยจะออกแบบให้สามารถทำงานได้ตามฟังก์ชันเดิมได้ แต่เพิ่มในส่วนการส่งเก็บข้อมูล ซึ่งจะต้องมีการกำหนดเงื่อนไขการทำงานว่าควรมีความสามารถในการทำงานอย่างไรบ้างและเพิ่มส่วนใดบ้างซึ่งในที่นี้เพิ่มในส่วนการเก็บข้อมูลไปยัง Modbus Register นั่นเองโดยมีเงื่อนไขดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 เงื่อนไขการทำงานของตู้กาแฟหยอดเหรียญ

เงื่อนไข	คำอธิบาย
1	สามารถทำให้ตู้กาแฟหยอดเหรียญมีความสามารถในการทำงานได้เช่นเดียวกันกับการใช้ส่วนควบคุมเดิม
2	สามารถส่งค่า "1" ไปเก็บยัง Modus Register ได้เมื่อจบกระบวนการชงเครื่องดื่มชนิดหนึ่ง ๆ
3	สามารถควบคุมอุณหภูมิของน้ำได้
4	สามารถปรับปริมาณผงและน้ำต่อการชงเครื่องดื่มได้
5	สามารถระบุสถานะความพร้อมใช้งานทั้ง 3 สถานะของตู้กาแฟหยอดเหรียญได้
6	สามารถส่งค่า "1" หรือ "0" ไปเก็บยัง Modus Register ได้เมื่อ Water Level Switch หรือ Cup Switch มีการ "ON" หรือ "OFF" อยู่
7	สามารถใช้ฟังก์ชัน Cleaning Cup test, Drop cup และ Dry Switch ได้
8	สามารถสื่อสารกับเกตเวย์ (เกตเวย์) เพื่อส่งเก็บข้อมูลของตู้กาแฟหยอดเหรียญได้

โดยสามารถเขียนเป็นแผนภาพลำดับขั้นการทำงานแต่ละส่วนออกมาตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ว่าตู้กาแฟหยอดเหรียญต้องมีฟังก์ชันใดบ้าง ทำงานอย่างไร ซึ่งแผนภาพลำดับขั้นการทำงานหลักจะคงเดิมดังรูปที่ 3.9 เพื่อให้สามารถทำงานได้ตามฟังก์ชันเดิม แต่จะแตกต่างกันออกไปในกระบวนการที่เป็นส่วนย่อย ๆ ดังรูปที่ 3.26 แสดงถึงแผนภาพลำดับขั้นกำทำงานในการชงเครื่องดื่มซึ่งจะเพิ่มในส่วนการเซ็ตค่าไปยังมอดบัสรีจิสเตอร์

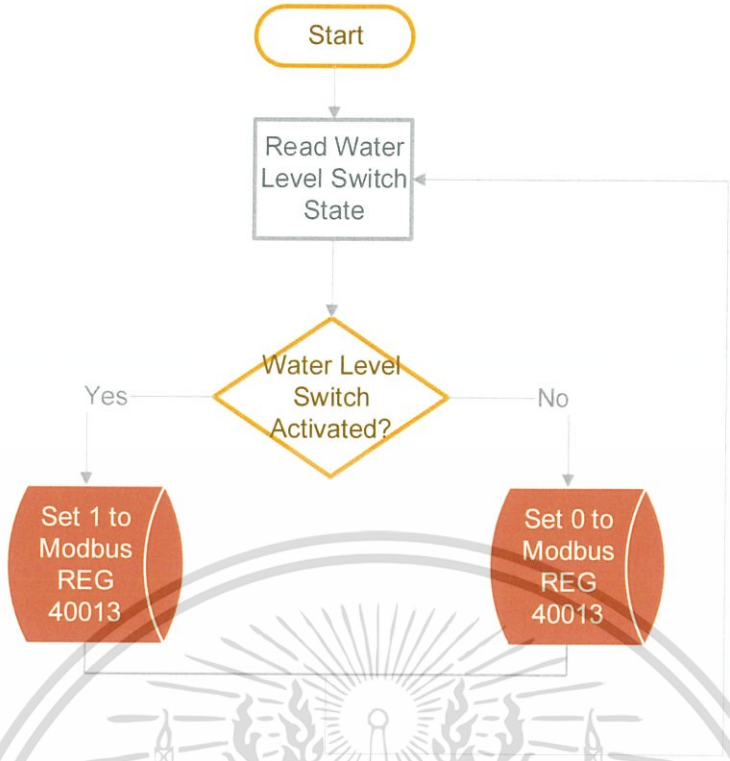
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



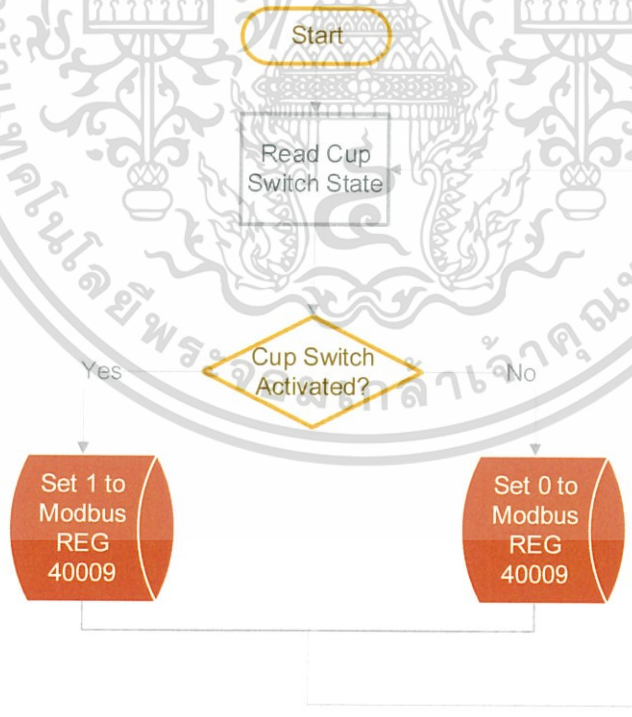
รูปที่ 3.26 แผนภาพลำดับขั้นการทำงานในการชงเครื่องดื่มที่เพิ่มการเซ็ตค่าไปยังมอดบัสรีจิสเตอร์

และนอกจากในเรื่องฟังก์ชันการทำงานแล้วนั้นจะต้องออกแบบในเรื่องของฟังก์ชันการส่งข้อมูลสถานะความพร้อมใช้งานโดยสามารถเขียนเป็นแผนภาพลำดับขั้นการทำงานได้ดังรูปที่ 3.27 และ รูปที่ 3.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



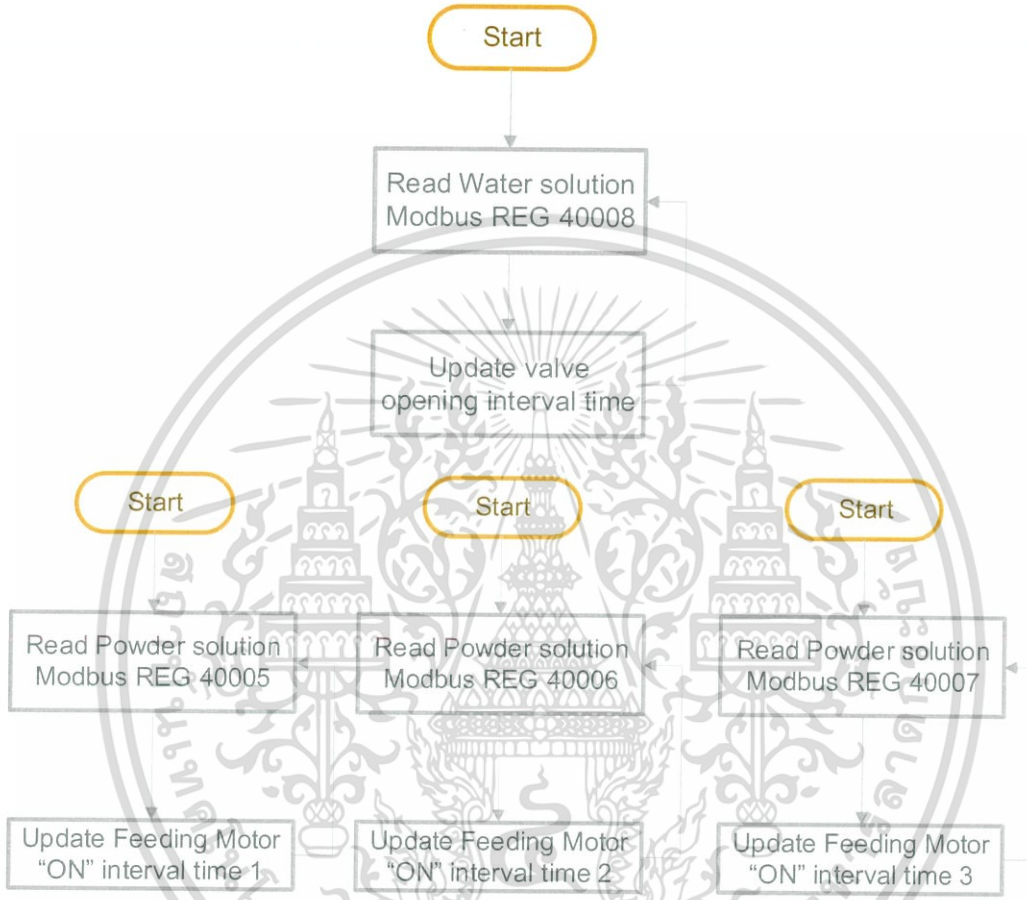
รูปที่ 3.27 แผนภาพลำดับขั้นการทำงานในการส่งข้อมูลสถานะความพร้อมใช้งานของระดับน้ำในถังบรรจุภายใน



รูปที่ 3.28 แผนภาพลำดับขั้นการทำงานในการส่งข้อมูลสถานะความพร้อมใช้งานของแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปคือให้มีการตรวจเช็คสถานะของ Water level switch และ Cup Switch ซ้ำ ๆ เพื่อเช็คสถานะพร้อมใช้งาน ซึ่งถ้าเกิดการทำงานขึ้น ให้เซ็ตค่ามอดบัสรีจิสเตอร์เป็น 1 นอกจากนั้นในส่วนของความสามารถในการปรับอัตราส่วนระหว่างผงเครื่องดื่มและน้ำที่ผสมกันนั้นจะรับค่าผ่านเครือข่ายและนำค่านั้นมาอัพเดตดังรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.29 แผนภาพลำดับขั้นการทำงานในการปรับอัตราส่วนผงและน้ำ

ดังนั้นในการที่จะควบคุมการทำงานของตู้กาแฟหยอดเหรียญนั้นจะต้องเขียนชุดคำสั่งควบคุมผ่านโปรแกรม Arduino IDE ให้ทำงานตามแผนภาพลำดับการทำงานโดยจะแบ่งชุดคำสั่งดังนี้

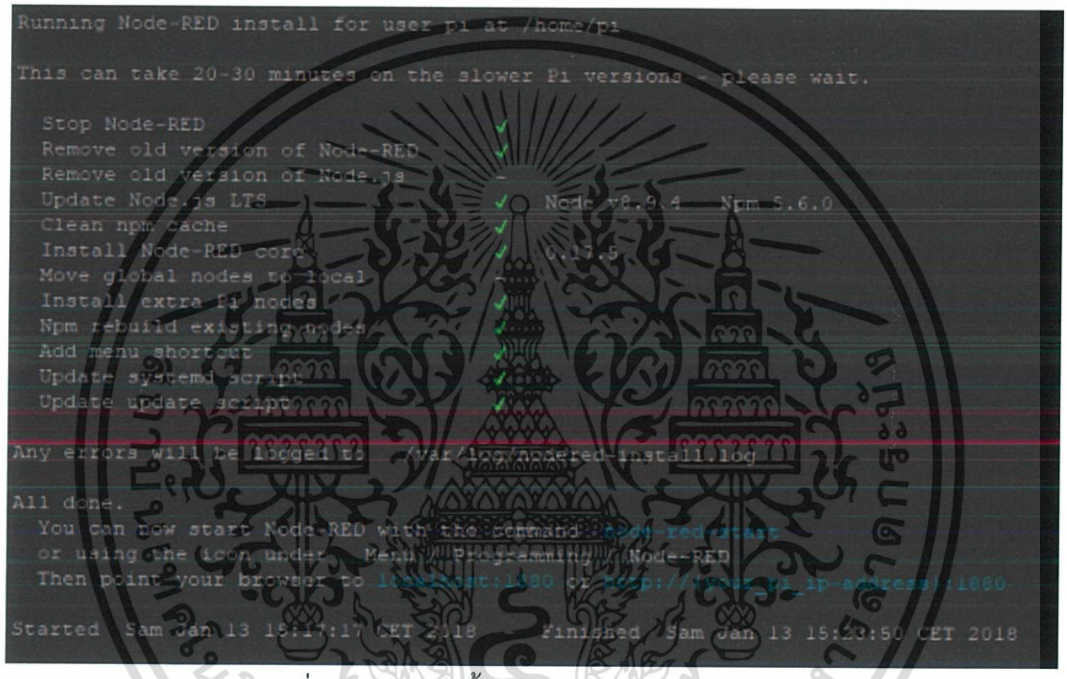
- คำสั่งที่ใช้ในการจัดการข้อมูลในการส่งเก็บ
- คำสั่งที่ใช้ในการอ่านค่าอุณหภูมิของน้ำในหม้อต้ม
- คำสั่งที่ใช้ในการควบคุมการปล่อยแก้ว
- คำสั่งที่ใช้ในการควบคุมการชงเครื่องดื่ม
- คำสั่งที่ใช้ในการควบคุมการทำงานฟังก์ชันหลัก
- คำสั่งที่ใช้ในการควบคุมหน้าจอสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.2 การติดตั้งและการเขียนโปรแกรม Node-RED ให้กับเกตเวย์

เพื่อให้เกตเวย์ทำหน้าที่มาดึงข้อมูลที่ถูกเก็บในรูปแบบอาเรย์ภายในรีจิสเตอร์ต่าง ๆ ด้วยโปรโตคอล Modbus RTU ส่งออกไปผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และ ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์พักข้อมูลด้วย Raspberry Pi ที่เปรียบเสมือนกับคอมพิวเตอร์เล็ก ๆ เครื่องหนึ่ง ดังนั้นจึงต้องทำการติดตั้ง Node-RED ให้กับมันเสียก่อนเพื่อใช้ Node-RED ในการจัดการกระบวนการดังกล่าว ด้วยการพิมพ์คำสั่งลงไปใน command line ของ Raspberry Pi หรือที่เรียกว่า Terminal ดังรูปที่ 3.30

```
bash <(curl -sL https://raw.githubusercontent.com/node-red/raspbian-deb-
package/master/resources/update-nodejs-and-nodered)
```



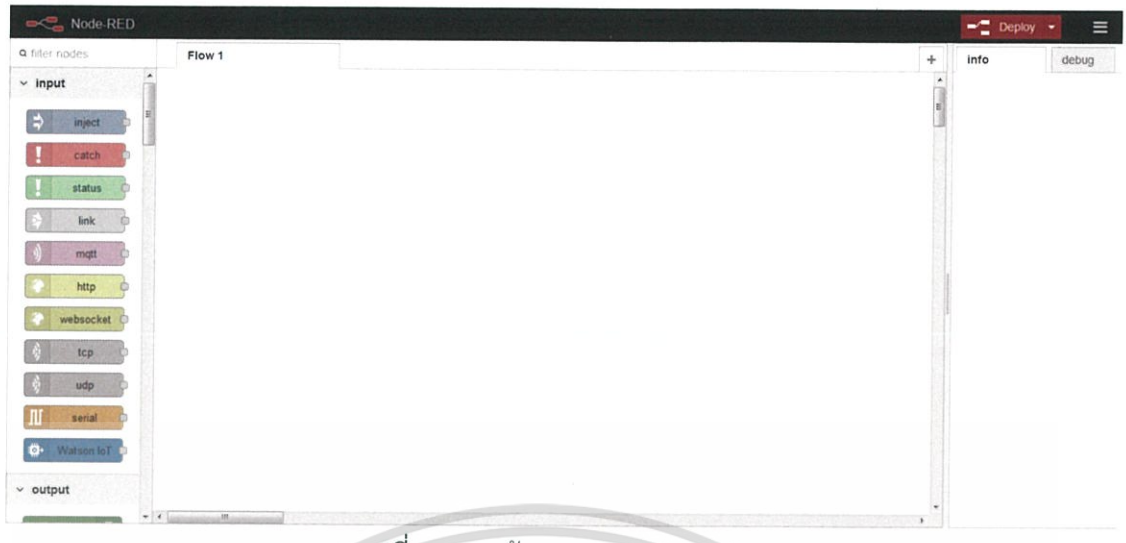
รูปที่ 3.30 การติดตั้ง Node-RED ผ่าน Terminal

และเมื่อทำการติดตั้งเสร็จสิ้นแล้ว จะต้องมีการ Run ตัว Node-RED ก่อนจึงจะสามารถใช้งานได้ ด้วยการพิมพ์คำสั่งลงไปใน Terminal ดังนี้ `node-red-start` ซึ่งคำสั่งนี้จะต้องใช้งานทุกครั้งที่ Raspberry Pi มีการบูท คณะผู้จัดทำจึงเลือกใช้คำสั่งที่ทำให้ Node-RED ถูกเปิดใช้งานโดยอัตโนมัติทุกครั้งที่มีการบูท Raspberry Pi นั่นก็คือคำสั่ง

```
sudo systemctl enable nodered.service
```

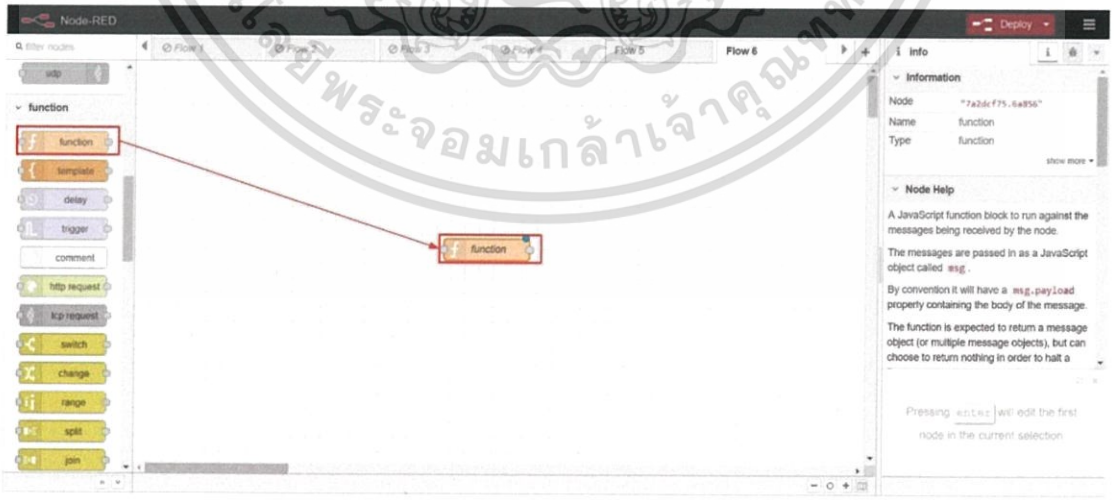
หลังจากนี้ Node-RED ที่เป็นเครื่องมือการเขียนโปรแกรมแบบ Flow-Based Programming จะเป็นปัจจัยหลักในการส่งเก็บข้อมูลเนื่องจาก Raspberry Pi ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ Run ตัว Node-RED นั่นเอง จากนั้นเปิด Web Browser แล้วใส่ IP Address ของ Raspberry Pi ของเรา โดยใช้ port 1880 จะปรากฏเป็นหน้า UI ของ Node-RED ดังรูปที่ 3.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.31 หน้า UI ของ Node-RED

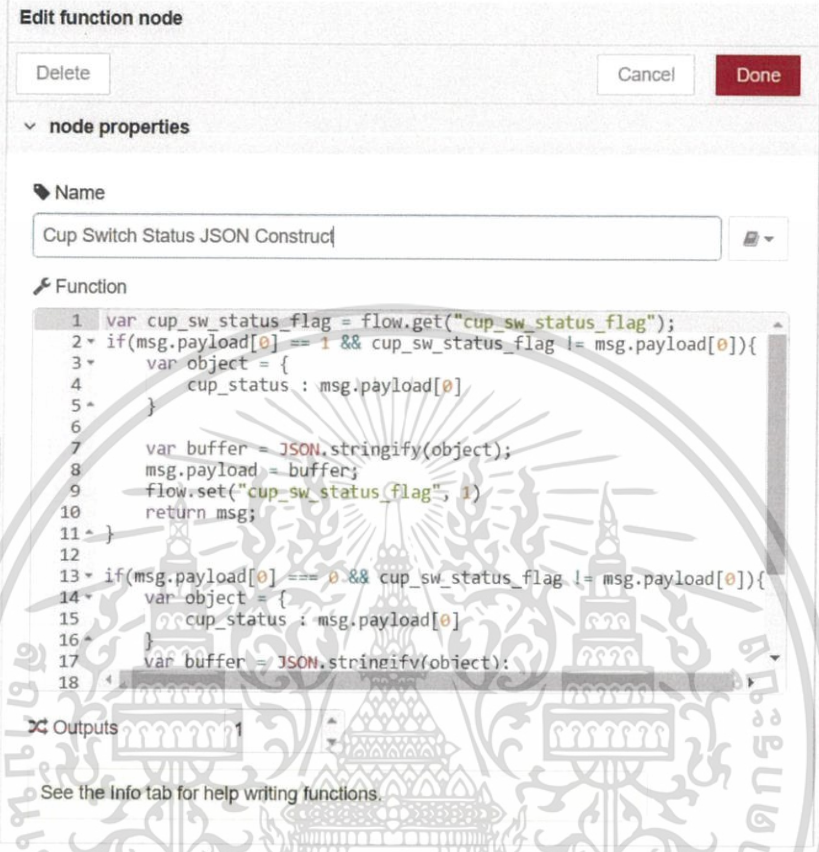
การใช้งาน Node-RED นั้น จะเป็นการใช้งานแบบ Flow-based programming โดยเราสามารถเลือก Node ที่ต้องการจะใช้มาวางบน Workspace ได้เลย Workspace ใน Node-RED จะถูกเรียกว่า Flow เราสามารถเพิ่ม Flow ด้วยกดเครื่องหมาย + บน tabโดยจะเพิ่มมาอยู่ในรูปแบบของ tab ทางด้านบนของ Flow ทุก ๆ ครั้งที่มีการเพิ่ม Node และ เชื่อมต่อ Node บน Flow จะต้องทำการ Deploy ทุกครั้งที่มีการแก้ไข ซึ่งจะเป็นการ compile และ update คำสั่งให้พร้อมใช้งาน และที่เกตเวย์นี้เองจะเกิดการประมวลผลข้อมูลบางส่วนก่อนส่งเก็บไปยัง server ที่เป็นระบบ Cloud Computing และในการประมวลผลจะต้องมีการสร้างฟังก์ชัน ดังนั้นเราจะใช้ Node function ในการเขียนคำสั่งประมวลผลข้อมูลโดยเลือก Node function มาวางดังรูปที่ 3.32 ซึ่งภายใน Node นี้จะสามารถใส่คำสั่งเพื่อดำเนินการต่าง ๆ กับข้อมูลก่อนที่ข้อมูลจะถูกส่งต่อไป



รูปที่ 3.32 การใช้ Node function

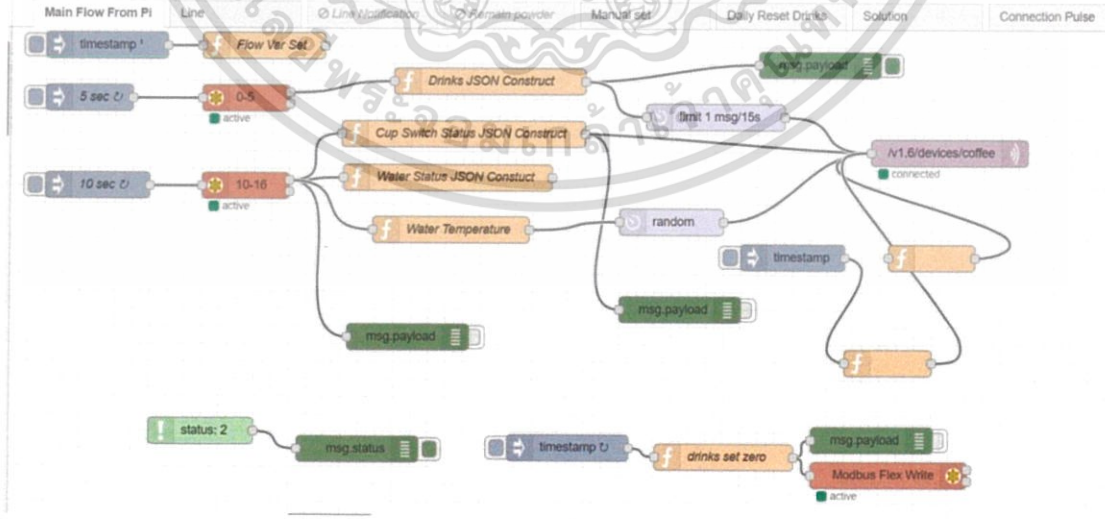
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และทำการ Double Click ที่ Node function จะมีหน้า Text Editor ให้ใช้งาน จะต้องทำการใส่ชื่อและคำสั่งเพื่อระบุการทำงานของ Node โดยรูปแบบการเขียนจะอยู่ในลักษณะของ JSON Format ดังรูปที่ 3.33



รูปที่ 3.33 Text Editor ใน Node function

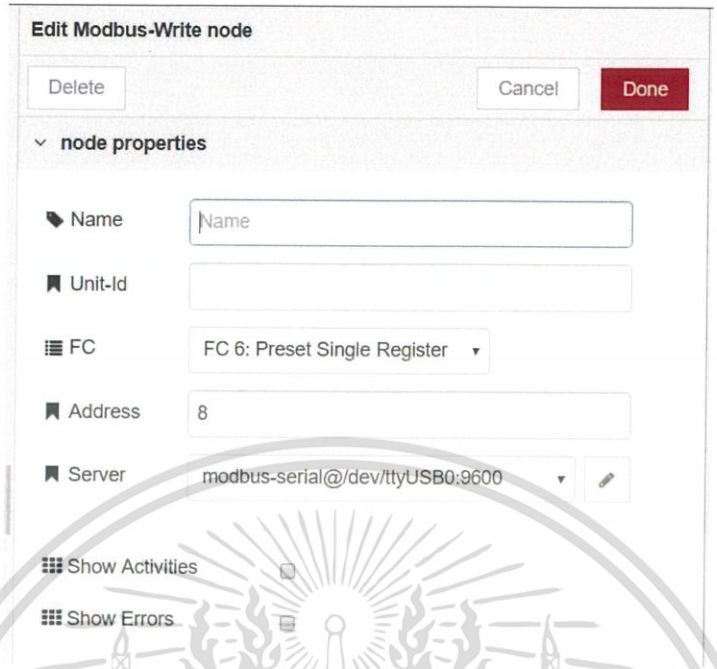
ในการดำเนินงานจะทำการเชื่อมต่อ Node ต่างเป็น flow ให้กับข้อมูลดังรูปที่ 3.34



รูปที่ 3.34 Flow การเชื่อมต่อระหว่าง Node

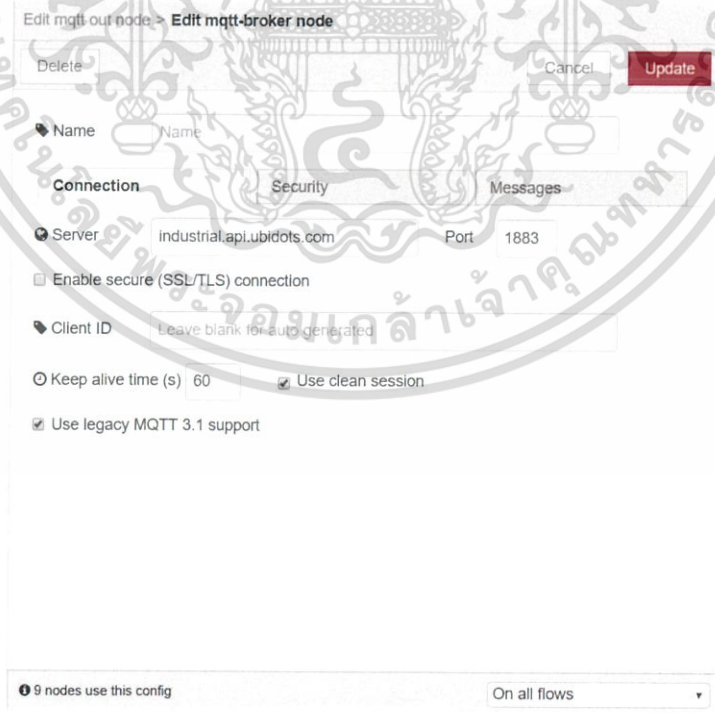
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ Node Modbus จะต้องทำการกำหนดค่าแอดเดรสและฟังก์ชันโค้ดที่ใช้ในการสื่อสาร



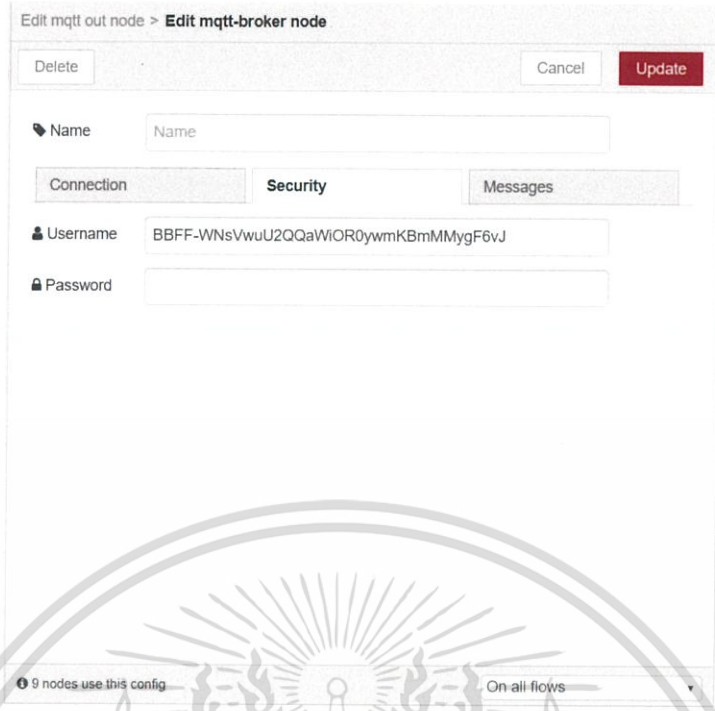
รูปที่ 3.35 การกำหนดค่าให้กับ Node Modbus

ดังรูปที่ 3.35 แอดเดรส 8 หมายถึงรีจิสเตอร์ 40008 นั่นเอง ส่วน Node MQTT เองก็ต้องทำการกำหนดค่าเช่นกันคือการกำหนด server และ username ซึ่ง username จะต้องตรงกับ Token บน Ubidots ดังรูปที่ 3.36 และ 3.37



รูปที่ 3.36 การกำหนดค่า Server ให้กับ Node MQTT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.37 การกำหนดค่า Username ให้กับ Node MQTT

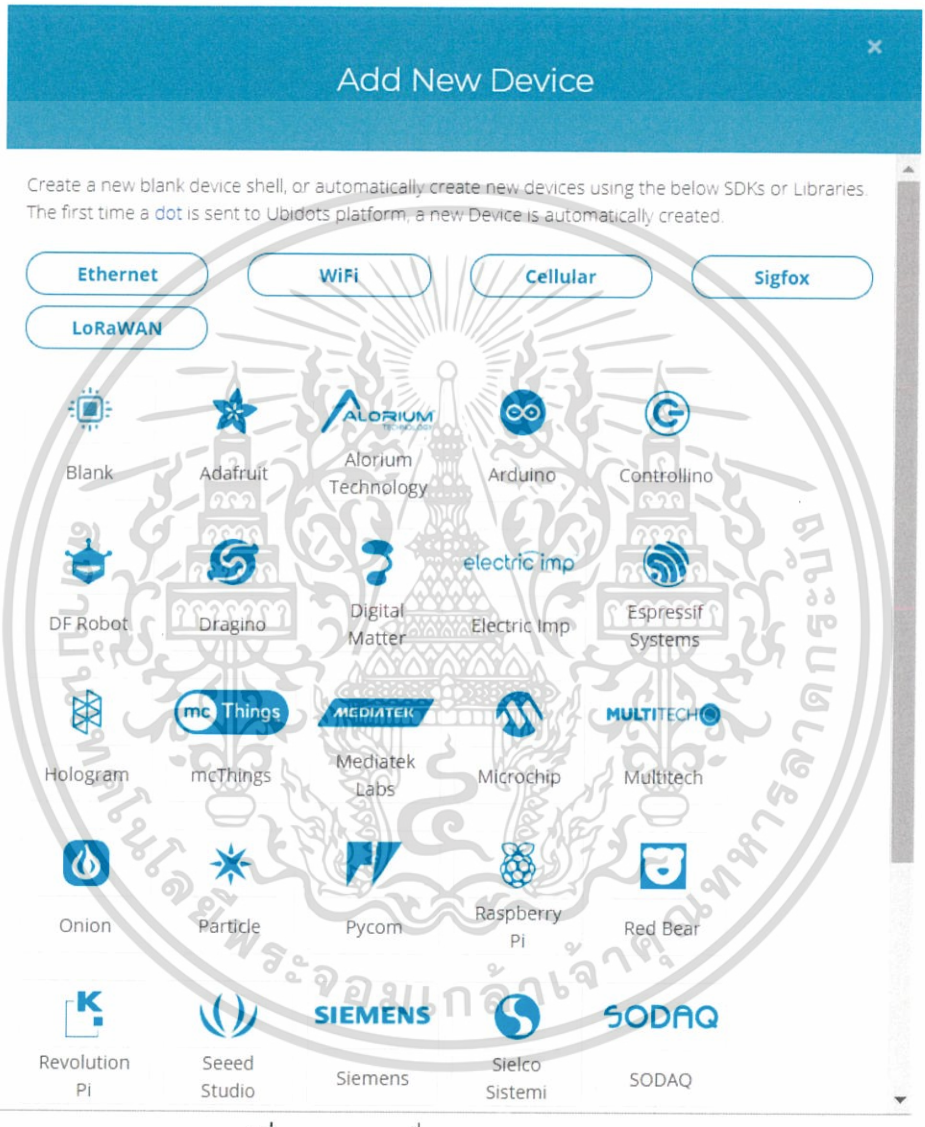
3.7.3 การจัดเก็บข้อมูลและแสดงผลบนคลาวด์ Ubidots

Ubidots ซึ่งเป็นผู้ให้บริการระบบ Cloud Computing Service ประเภท Software as a Service (SaaS) ซึ่งเป็นการที่ใช้หรือเช่าใช้บริการซอฟต์แวร์หรือแอพพลิเคชั่น ผ่านอินเทอร์เน็ต โดยประมวลผลบนระบบของผู้ให้บริการ

รูปที่ 3.38 หน้าแดชบอร์ดบน Ubidots

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ubidots มีความสามารถเก็บข้อมูลลงบนฐานข้อมูล ประมวลผลข้อมูล และแสดงผลข้อมูลด้วยรูปแบบต่าง ๆ ดังรูปที่ 3.38 โดยเริ่มต้นการใช้งานจะเริ่มจากการสร้าง Device สำหรับเก็บตัวแปร และสร้างตัวแปรสำหรับบรรจุค่าที่รับเข้า-ส่งออกไป ชื่อของตัวแปรจะถูกใช้ในการอ้างเป็น Topic สำหรับการสื่อสารด้วยโปรโตคอล MQTT และถูกใช้เป็นชื่อที่ตรงกันกับใน Node function อีกด้วย

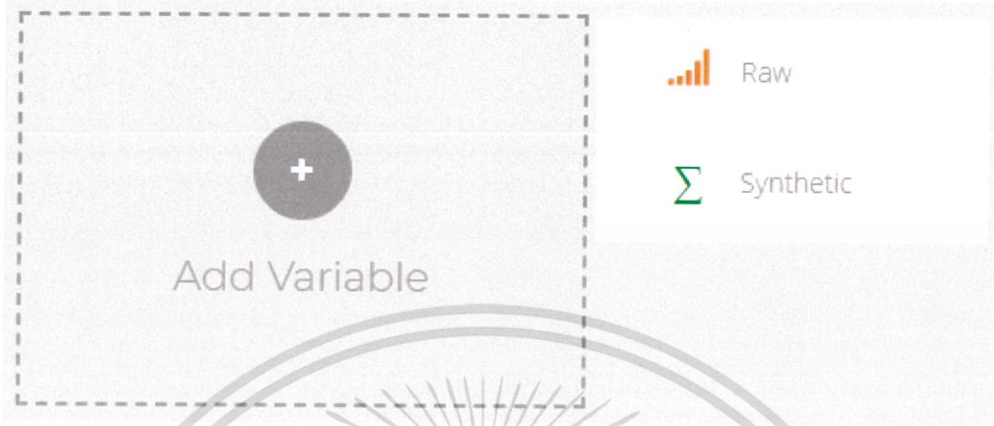


รูปที่ 3.39 การเพิ่ม Device บน Ubidots

ในการดำเนินการอัพเกรด Device ที่ถูกสร้างขึ้นจะเป็นประเภท Blank ดังรูปที่ 3.39 โดยกำหนดชื่อว่า COFFEE ในที่นี้ Device ที่สร้างมานั้นหมายถึง ตู้กาแฟหยอดเหรียญ 1 ตู้ หากต้องการที่จะแสดงผลข้อมูลของตู้กาแฟหยอดเหรียญเพิ่มขึ้น จะต้องทำการสร้าง Device เพิ่มขึ้นนั่นเอง แล้วจากนั้นจึงสร้างตัวแปร บน Ubidots ซึ่งตัวแปรนั้นคือข้อมูลที่เราสนใจจะนำมาแสดงผล ตัวแปรจะมีอยู่ 2 ประเภทคือ Raw และ Synthetic ดังรูปที่ 3.40 ค่าที่บรรจุในตัวแปรประเภท Raw จะเป็นค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลดิบที่ไม่ผ่านการประมวลผลหรือคำนวณค่า เป็นตัวแปรที่บรรจุค่าข้อมูลที่รับมาจากเกตเวย์โดยตรง ส่วนค่าที่บรรจุในตัวแปรประเภท Synthetic เป็นค่าข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลหรือคำนวณค่ามาแล้วด้วยระบบ Cloud Computing Service



รูปที่ 3.40 การเพิ่มตัวแปรบน Ubidots

เพื่อจะเก็บค่าและแสดงผลจะทำการสร้างตัวแปรประเภท Raw ขึ้นมาดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ตัวแปรประเภท Raw บน Ubidots

ชื่อตัวแปร	คำอธิบาย
drink1	บรรจุค่าข้อมูลดิบโดยรับค่าที่มีค่าเท่ากับ 1 ทุก ๆ ครั้งที่มีการซื้อเครื่องดื่มชนิดที่ 1
drink2	บรรจุค่าข้อมูลดิบโดยรับค่าที่มีค่าเท่ากับ 1 ทุก ๆ ครั้งที่มีการซื้อเครื่องดื่มชนิดที่ 2
drink3	บรรจุค่าข้อมูลดิบโดยรับค่าที่มีค่าเท่ากับ 1 ทุก ๆ ครั้งที่มีการซื้อเครื่องดื่มชนิดที่ 3
cup_status	บรรจุค่าข้อมูลดิบโดยรับค่าที่มีค่าเท่ากับ 1 และ 0 ซึ่งเป็นค่าสถานะความพร้อมใช้ของแก้วกระดาษคือเมื่อแก้วกระดาษกำลังจะหมดจะรับค่าเท่ากับ 1 มาบรรจุในตัวแปร
water_status	บรรจุค่าข้อมูลดิบโดยรับค่าที่มีค่าเท่ากับ 1 และ 0 ซึ่งเป็นค่าสถานะความพร้อมใช้ของแก้วกระดาษคือเมื่อแก้วกระดาษกำลังจะหมดจะรับค่าเท่ากับ 1 มาบรรจุในตัวแปร
water_temp_status	บรรจุค่าข้อมูลดิบซึ่งเป็นค่าอุณหภูมิของน้ำในหม้อต้ม
online	บรรจุค่าข้อมูลดิบที่มีค่าเป็น 1 ที่ได้รับจากเกตเวย์ทุก ๆ 1 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

status	บรรจุค่าที่มีค่าเท่ากับ 1 และ 0 ซึ่งเกิดจากการเซ็ตค่าของฟังก์ชันอีเวนท์ ใช้สำหรับระบุสถานะออนไลน์ของ เกตเวย์
water_solution	บรรจุค่าข้อมูลดิบโดยรับค่าเป็นเปอร์เซนต์ 0 - 100 เป็นค่าอัตราส่วนปริมาณน้ำในการผสมเครื่องดื่ม
supplied_powder1	บรรจุค่าข้อมูลดิบโดยรับค่าเป็นปริมาณตัวเลข ซึ่งเป็นจำนวนผงเครื่องดื่มชนิดที่ 1ในหน่วยถุงที่มีการซัพพลายในแต่ละเดือน
supplied_powder2	บรรจุค่าข้อมูลดิบโดยรับค่าเป็นปริมาณตัวเลข ซึ่งเป็นจำนวนผงเครื่องดื่มชนิดที่ 2ในหน่วยถุงที่มีการซัพพลายในแต่ละเดือน
supplied_powder3	บรรจุค่าข้อมูลดิบโดยรับค่าเป็นปริมาณตัวเลข ซึ่งเป็นจำนวนผงเครื่องดื่มโกชนิดที่ 3ในหน่วยถุงที่มีการซัพพลายในแต่ละเดือน
powder1_solution	บรรจุค่าข้อมูลดิบโดยรับค่าเป็นเปอร์เซนต์ 0 - 100 เป็นค่าอัตราส่วนปริมาณผงเครื่องดื่มชนิดที่ 1ในการผสมเครื่องดื่ม
powder2_solution	บรรจุค่าข้อมูลดิบโดยรับค่าเป็นเปอร์เซนต์ 0 - 100 เป็นค่าอัตราส่วนปริมาณผงเครื่องดื่มชนิดที่ 2ในการผสมเครื่องดื่ม
powder3_solution	บรรจุค่าข้อมูลดิบโดยรับค่าเป็นเปอร์เซนต์ 0 - 100 เป็นค่าอัตราส่วนปริมาณผงเครื่องดื่มชนิดที่ 3ในการผสมเครื่องดื่ม
powder_remain_1	บรรจุค่าข้อมูลดิบโดยรับค่าเป็นปริมาณตัวเลข ซึ่งเป็นจำนวนผงเครื่องดื่มชนิดที่ 1ในหน่วยถุงที่คงเหลืออยู่กับเจ้าของตู้กาแฟหยอดเหรียญ
powder_remain_2	บรรจุค่าข้อมูลดิบโดยรับค่าเป็นปริมาณตัวเลข ซึ่งเป็นจำนวนผงเครื่องดื่มชนิดที่ 2ในหน่วยถุงที่คงเหลืออยู่กับเจ้าของตู้กาแฟหยอดเหรียญ
powder_remain_3	บรรจุค่าข้อมูลดิบโดยรับค่าเป็นปริมาณตัวเลข ซึ่งเป็นจำนวนผงเครื่องดื่มชนิดที่ 3ในหน่วยถุงที่คงเหลืออยู่กับเจ้าของตู้กาแฟหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และทำการสร้างตัวแปรประเภท Synthetic ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ตัวแปรประเภท Synthetic บน Ubidots

ชื่อตัวแปร	Synthetic	คำอธิบาย
sum_drink1_1D	sum(drink1 ,"1D")	บรรจุค่าผลรวมของจำนวนแก้วที่ขายได้ใน 1 วันของเครื่องดื่มชนิดที่ 1
sum_drink2_1D	sum(drink2 ,"1D")	บรรจุค่าผลรวมของจำนวนแก้วที่ขายได้ใน 1 วันของเครื่องดื่มชนิดที่ 2
sum_drink3_1D	sum(drink3 ,"1D")	บรรจุค่าผลรวมของจำนวนแก้วที่ขายได้ใน 1 วันของเครื่องดื่มชนิดที่ 3
sum_drink1_1H	sum(drink1 ,"1H")	บรรจุค่าผลรวมของจำนวนแก้วที่ขายได้ใน 1 ชั่วโมงของเครื่องดื่มชนิดที่ 1
sum_drink2_1H	sum(drink2 ,"1H")	บรรจุค่าผลรวมของจำนวนแก้วที่ขายได้ใน 1 ชั่วโมงของเครื่องดื่มชนิดที่ 2
sum_drink3_1H	sum(drink3 ,"1H")	บรรจุค่าผลรวมของจำนวนแก้วที่ขายได้ใน 1 ชั่วโมงของเครื่องดื่มชนิดที่ 3
sumdrink1_1m	sum(sum_drink1_1D,"1M")	บรรจุค่าผลรวมของจำนวนแก้วที่ขายได้ใน 1 เดือนของเครื่องดื่มชนิดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

sumdrink2_1m	sum(sum_drink2_1D,"1M")	บรรจุค่าผลรวมของจำนวนแก้วที่ขายได้ใน 1 เดือนของเครื่องดื่มชนิดที่ 2
sumdrink3_1m	sum(sum_drink3_1D,"1M")	บรรจุค่าผลรวมของจำนวนแก้วที่ขายได้ใน 1 เดือนของเครื่องดื่มชนิดที่ 3
sum_drink1_1Y	sum(sumdrink1_1m,"1Y")	บรรจุค่าผลรวมของจำนวนแก้วที่ขายได้ใน 1 เดือนของเครื่องดื่มชนิดที่ 1
sum_drink2_1Y	sum(sumdrink2_1m,"1Y")	บรรจุค่าผลรวมของจำนวนแก้วที่ขายได้ใน 1 เดือนของเครื่องดื่มชนิดที่ 2
sum_drink3_1Y	sum(sumdrink3_1m,"1Y")	บรรจุค่าผลรวมของจำนวนแก้วที่ขายได้ใน 1 เดือนของเครื่องดื่มชนิดที่ 3
d1_sale	10*sum_drink1_1D	บรรจุค่ายอดขายของเครื่องดื่มชนิดที่ 1 ใน 1 วัน
d2_sale	10*sum_drink2_1D	บรรจุค่ายอดขายของเครื่องดื่มชนิดที่ 2 ใน 1 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

d3_sale	10*sum_drink3_1D	บรรจุค่ายอดขายของเครื่องดื่มชนิดที่ 3 ใน 1 วัน
total_sale	d1_sale+d2_sale+d3_sale	บรรจุค่าผลรวมยอดขายของเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิด ใน 1 วัน
total_1D	sum_drink1_1D+sum_drink2_1D+sum_drink3_1D	บรรจุค่าผลรวมของจำนวนแก้วที่ขายได้ใน 1 วันของเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิด
sum_total	sumdrink1_1m+sumdrink2_1m+sumdrink3_1m	บรรจุค่าผลรวมของจำนวนแก้วที่ขายได้ใน 1 เดือนของเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิด
sumonline	sum(online,"1D")	ผลรวมของค่าตัวแปร online ใช้สำหรับเซ็ตค่าตัวแปร status หากไม่มีการอัพเดต

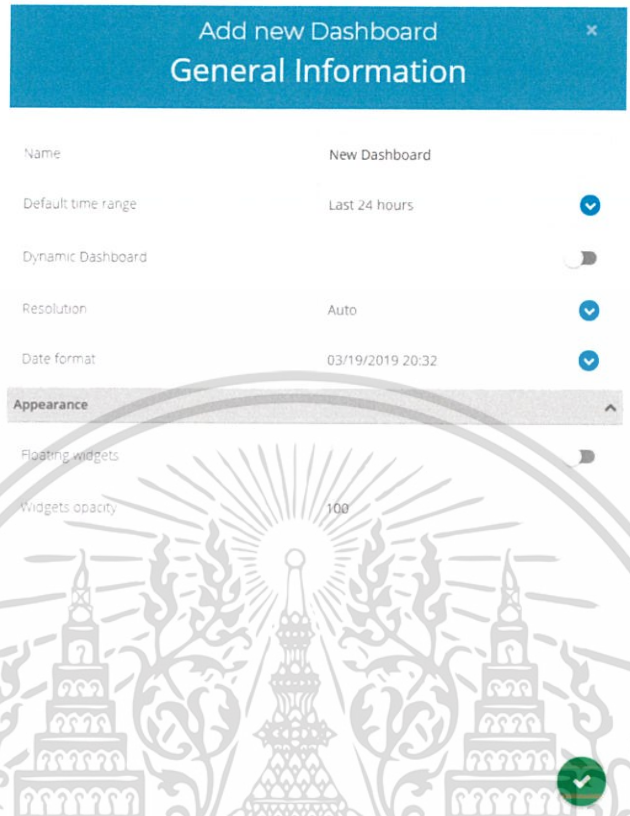
ช่วงของข้อมูลที่สามารถกำหนดได้ดังนี้

- "nT" : ทุก ๆ n นาที
- "nH" : ทุก ๆ n ชั่วโมง
- "nD" : ทุก ๆ n วัน
- "W" : ทุก ๆ สิ้นสัปดาห์
- "M" : ทุก ๆ สิ้นเดือน

ตารางที่กล่าวถึงไปข้างต้นเป็นการสร้างตัวแปรที่เป็นส่วนเก็บข้อมูลหรือที่เรียกว่าฐานข้อมูลเท่านั้น แต่หากจะสร้างส่วนที่ใช้สำหรับแสดงผลผ่านเครือข่ายบน Ubidots เองก็มีฟังก์ชันสำหรับการสร้างหน้าแดชบอร์ด เพื่อเป็นส่วนแสดงผลข้อมูลซึ่งจะต้องทำการเพิ่มหน้าแดชบอร์ดเสียก่อน ด้วยการตั้งชื่อ กำหนดช่วงเวลาที่ใช้สำหรับแสดงผลข้อมูลที่มีการอัพเดต กำหนดความละเอียดของหน้า

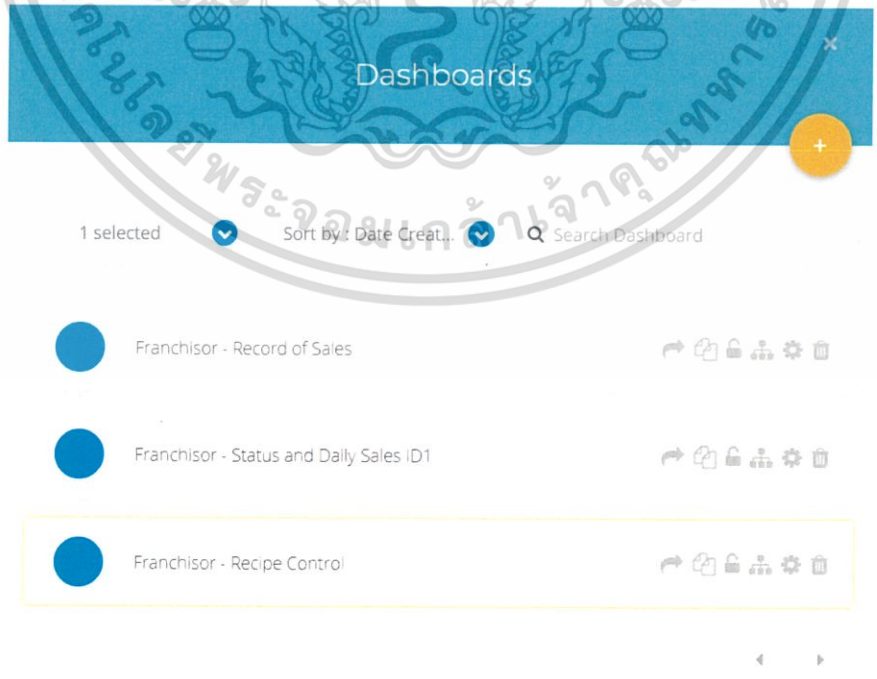
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงผล (กำหนดเป็น Auto จะปรับตามความละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้เข้าถึง) ส่วน Default time range นั้นขึ้นอยู่กับว่าข้อมูลบนหน้าแดชบอร์ด นั้นแสดงผลในรอบเวลาเท่าใดดังรูปที่ 3.41



รูปที่ 3.41 การสร้างหน้าแดชบอร์ดเพื่อแสดงผลข้อมูล

หลังจากทำการสร้างหน้าแดชบอร์ด ทั้งหมดแล้วจะแสดงอยู่ในพาเลทดังรูปที่ 3.42



รูปที่ 3.42 พาเลทแสดงหน้าแดชบอร์ดทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่การสร้างแดชบอร์ดนี้จะต้องกำหนดเงื่อนไขของข้อมูลที่จะแสดง ว่าจะแสดงผลข้อมูลใดบ้าง และจะแสดงผลข้อมูลในรูปแบบใด เพื่อจะนำไปใช้ในหารกำหนดจำนวนหน้าแดชบอร์ดและรายละเอียดบนหน้าแดชบอร์ดนั้นๆ โดยมีเงื่อนไขที่กำหนดดังตารางที่ 3.6 ดังนี้

ตารางที่ 3.6 เงื่อนไขการแสดงผลการติดตามการใช้งานตู้กาแฟหยอดเหรียญผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เงื่อนไข	คำอธิบาย
1	สามารถแสดงผลสถานะความพร้อมใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญทั้ง สถานะความพร้อมใช้งานของน้ำ สถานะความพร้อมใช้งานของแก้ว และอุณหภูมิน้ำ
2	สามารถติดตามยอดขาย และ แสดงยอดขายเป็นรายวัน รายเดือน และรายปีได้ และแสดงยอดเงินของวันปัจจุบันได้
3	สามารถแสดงผลตารางข้อมูลยอดขาย เป็นข้อมูลปัจจุบัน และข้อมูลย้อนหลังได้
4	สามารถแสดงผลยอดขายในรูปแบบกราฟ เป็นรายเดือนและรายปีได้
5	สามารถควบคุมรสชาติด้วยการปรับอัตราส่วนของน้ำ และ ผงเครื่องดื่มสำเร็จรูปผ่านการรับค่าผ่านเครือข่ายจากผู้ใช้ได้

ในการดำเนินงานนี้จะประกอบไปด้วยหน้าแดชบอร์ด จำนวน 3 หน้าได้แก่

- Franchisor – Record of Sales เป็นหน้าแสดงกราฟเปรียบเทียบยอดขายของเครื่องดื่มแต่ละชนิด และ ตารางแสดงจำนวนแก้วที่ขายได้ของเครื่องดื่มแต่ละชนิดและผลรวมของเครื่องดื่มที่ขายได้ทุกชนิด เป็นข้อมูลย้อนหลังและปัจจุบันสำหรับเจ้าของสิทธิ
- Franchisor - Recipe Control เป็นหน้าสำหรับปรับอัตราส่วนระหว่างผงเครื่องดื่มแต่ละชนิดและน้ำสำหรับเจ้าของสิทธิ
- Franchisor - Status and Daily Sales ID1 เป็นหน้าแสดงผลสถานะความพร้อมใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญ และยอดขายรายวันสำหรับเจ้าของสิทธิ
- Franchisee - Status and Daily Sales ID1 เป็นหน้าแสดงผลสถานะความพร้อมใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญ และยอดขายรายวันสำหรับผู้รับสิทธิ

ซึ่งในที่นี้จะทำการกำหนดรายละเอียดของส่วนประกอบบนหน้าแดชบอร์ดด้วย Graphic Specification ดังรูปที่ 3.43 – 3.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Graphic Specification

This section describes the specifications of the objects used to build Dashboards.

1. Dashboard Sketches

1.1 Ubidots | Dashboards

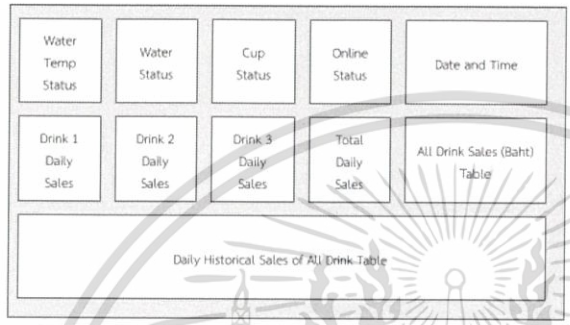
2. General

Display Resolution : Auto

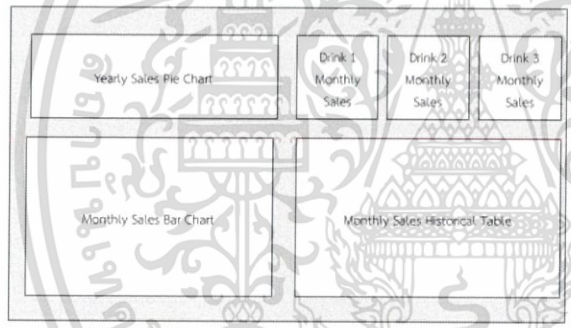
3.Dashboad Element Specifications

This section describes elements that are commonly used in Each Dashboard.

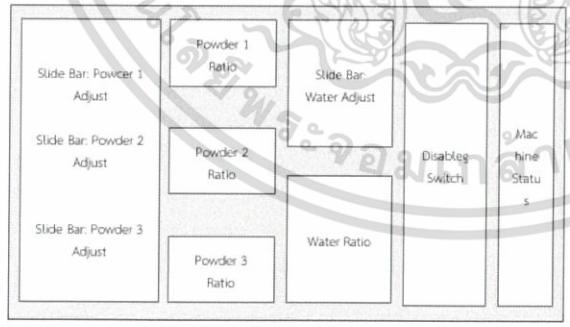
3.1 Franchisor - Status and Daily Sales ID1 Dashboard display area is shown below



3.2 Franchisor - Record of Sales Dashboard display area is shown below



3.3 Franchisor - Recipe Control Dashboard display area is shown below



รูปที่ 3.43 Graphic Specification กำหนดการจัดหน้าของแดชบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 Dynamic Text

Basic Specifications

- Numerical Form

  Font size : 20 pt.

  Font : Open San

Display	Color	Numeric Descriptions
0 0 0	Dark Brown	Each Drink Daily Sales
0	Light Blue	Total Drink Daily Sales
	Light Blue	Water Temperature Status
0 0 0	Dark Brown	Each Drink Monthly Sales
50	Orange	Powder 1 Ratio
50	Blue Purple	Powder 2 Ratio
50	Green	Powder 3 Ratio
57	Light Blue	Water Ratio

- Table Form

  Font size : 10 pt.

  Font : Open San

  Color : Black

รูปที่ 3.44 Graphic Specification กำหนดตัวอักษรบนแดชบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 Status Indicator

Display	Descriptions	Process Status	Color
	Water Status	Available	Light Blue
	Water Status	Unavailable	Red
	Cup Status	Available	Green
	Cup Status	Unavailable	Red
	Online Status	Available	Green
	Online Status	Unavailable	Grey

3.6 Input
Basic Specifications

- Slide Bar

Display	Color	Descriptions
	Orange	Powder 1 Ratio Adjust
	Blue Purple	Powder 2 Ratio Adjust
	Green	Powder 3 Ratio Adjust
	Light Blue	Water Ratio Adjust

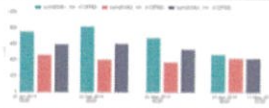
รูปที่ 3.45 Graphic Specification กำหนดสีบนแดชบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 Graph

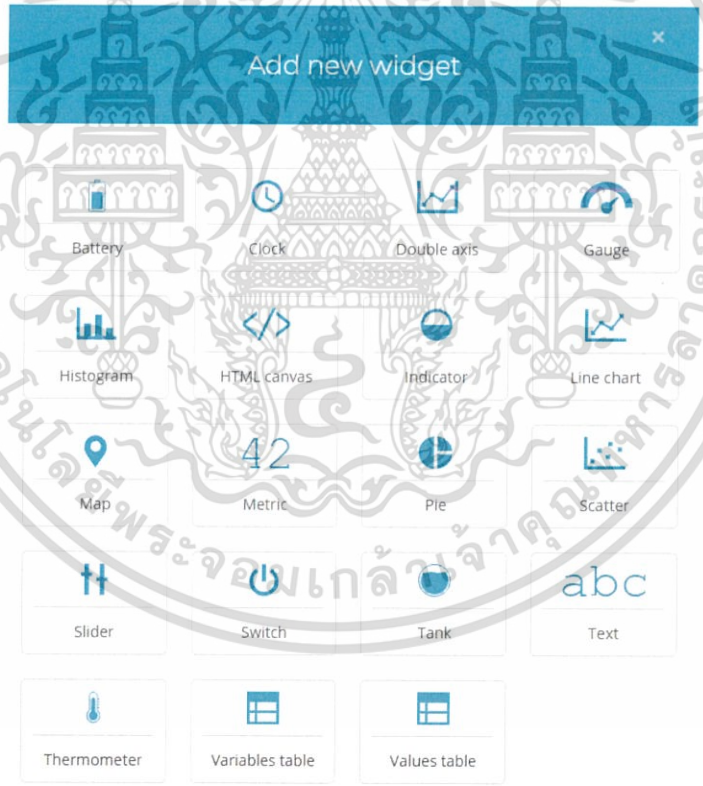
Basic Specifications

- Bar Chart and Pie Chart

Display	Color	Descriptions
	Green	Drink 1 Sale
	Red	Drink 2 Sale
	Dark Grey	Drink 3 Sale
	Green	Drink 1 Sale
	Red	Drink 2 Sale
	Dark Grey	Drink 3 Sale

รูปที่ 3.46 Graphic Specification กำหนดลักษณะกราฟบนแดชบอร์ด

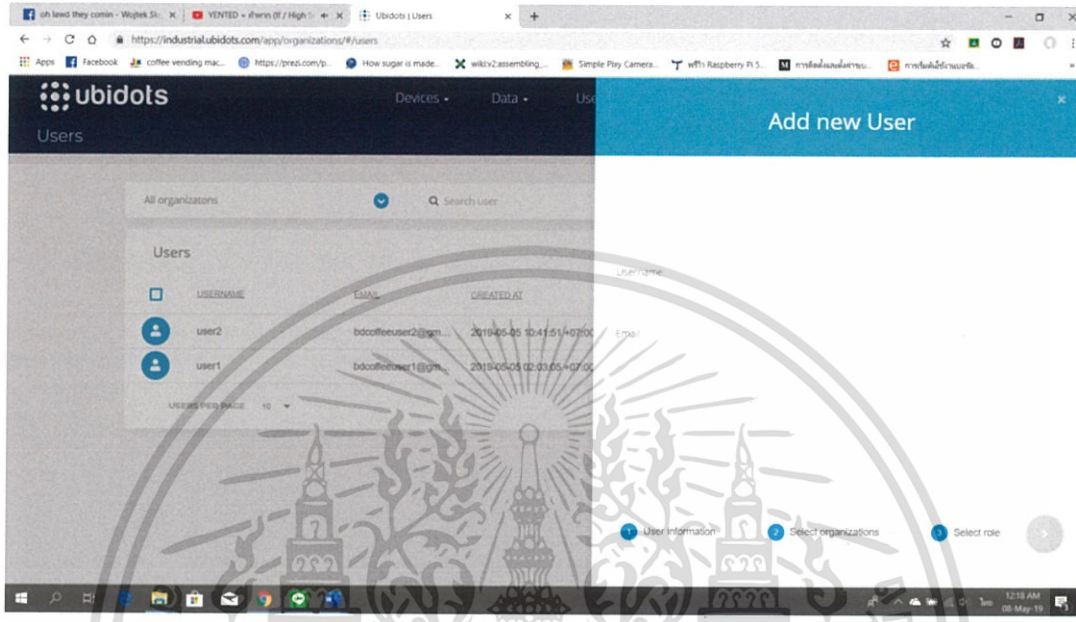
หลังจากที่ทำการเพิ่มหน้าแดชบอร์ด แล้วจึงสามารถทำการเพิ่ม Widget ดังรูปที่ 3.47 ลงไปในแต่ละหน้าดังที่ได้กำหนดเอาไว้ใน Graphic Specification ซึ่งในการใช้งาน Widget ที่มีนั้นจะต้องทำการตั้งค่าเลือกตัวแปรที่ต้องการนำมาแสดงค่า



รูปที่ 3.47 การเพิ่ม Widget ลงบนหน้าแดชบอร์ด

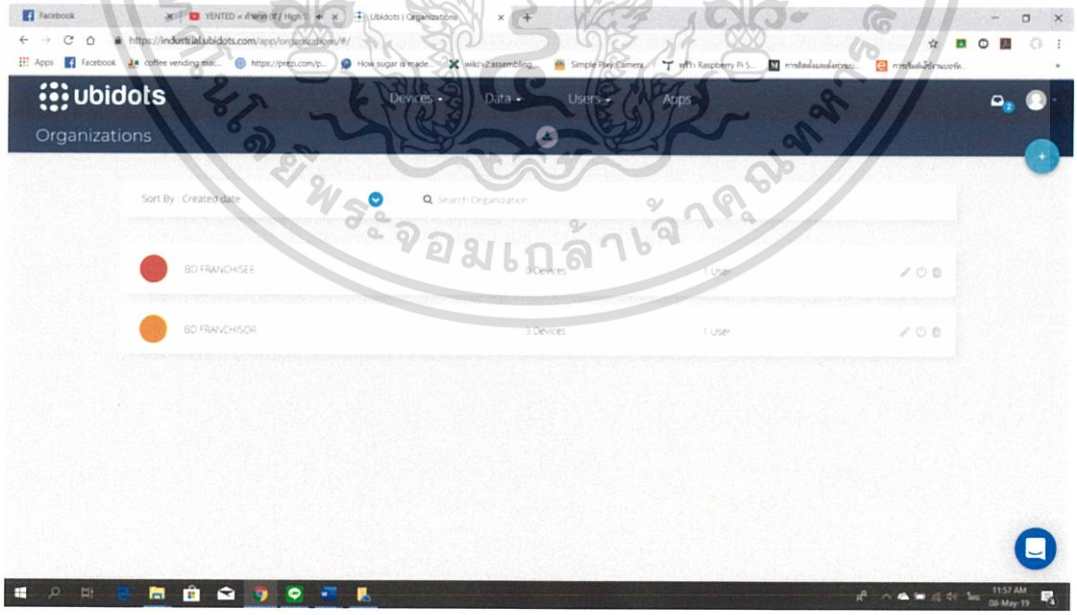
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อที่จะใช้กับระบบบธุรกิจแฟรนไชส์ ในการที่จะดูข้อมูลผ่านการแสดงผลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนั้น สามารถกำหนดการเข้าถึงได้บนระบบ Cloud Computing Service ได้เลย โดยบน Ubidots นั้นจะต้องทำการเพิ่มบัญชีผู้ใช้และกำหนด Role ให้กับบัญชีผู้ใช้ที่สร้างขึ้น โดยที่ Role สามารถกำหนดการใช้งานได้ว่าสามารถกระทำการใดกับข้อมูลได้บ้างดังรูปที่ 3.48



รูปที่ 3.48 การเพิ่มชื่อผู้ใช้บน Ubidots

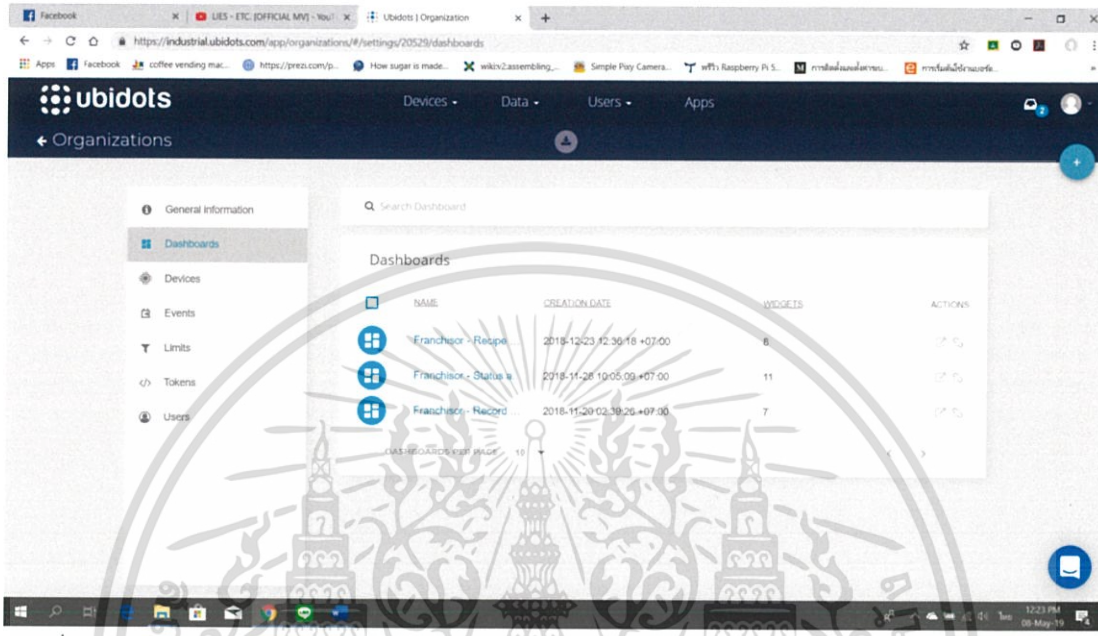
เมื่อทำการเพิ่มจำนวนผู้ใช้แล้วนั้นจึงทำการกำหนดการจัดการ (Organization) เพื่อจัดกลุ่มการใช้งานของแต่ละผู้ใช้ว่าสามารถเข้าถึงหน้าแดชบอร์ดใดและกระทำการใดได้ดังรูปที่ 3.49



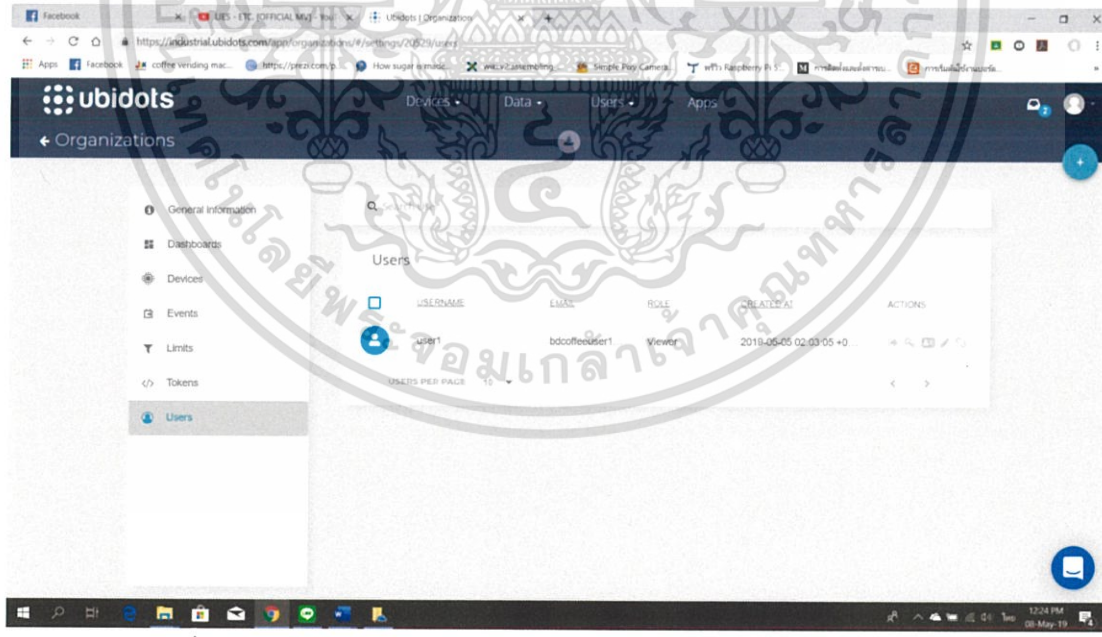
รูปที่ 3.49 การเพิ่ม Organization บน Ubidots

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในที่นี้การดำเนินงานเพื่อระบบธุรกิจแฟรนไชส์จึงมีการจัดกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม สำหรับเจ้าของสิทธิ และสำหรับผู้รับสิทธิ หลังจากเพิ่ม Organization แล้วจะทำให้สามารถกำหนดค่าให้กับแต่ละกลุ่มได้ ไม่ว่าจะเป็นการกำหนดหน้าแสดงผลการติดตามการใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญว่าสามารถเข้าถึงหน้าแดชบอร์ดใดได้ดังรูปที่ 3.50 และกำหนดบัญชีผู้ใช้ที่อยู่ในกลุ่มการใช้งานดังรูปที่ 3.51



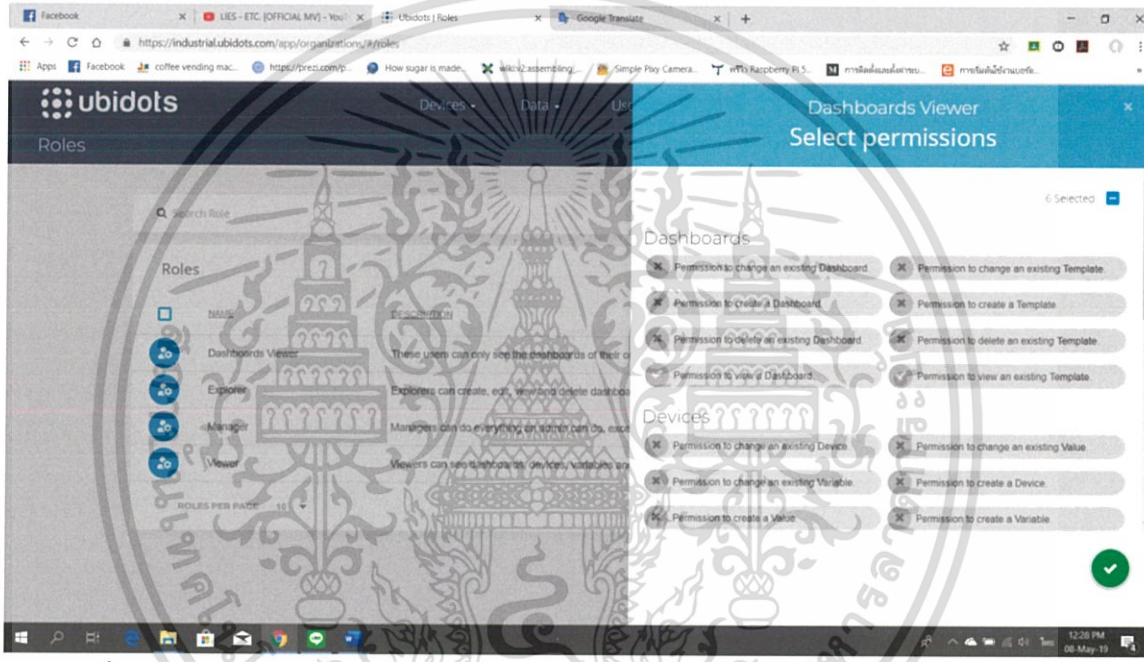
รูปที่ 3.50 การกำหนดหน้าแดชบอร์ดติดตามการใช้งานให้กับกลุ่มผู้ให้สิทธิ์ทางการค้าบน Ubidots



รูปที่ 3.51 การกำหนดบัญชีผู้ใช้ให้กับกลุ่มผู้ให้สิทธิ์ทางการค้าบน Ubidots

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัญชีผู้ใช้แต่ละบัญชีจะต้องมีการกำหนด Role หรือเป็นการกำหนดความสามารถในการกระทำการใดๆบนระบบ Cloud Computing Service นี้ และเดิมที Role บน Ubidots นั้นจะมีอยู่จำนวน 5 Role คือ แดชบอร์ด Viewer, Explorer, Manager และ Viewer โดยที่ผู้ดูแลบัญชีหลักหรือ Administrator สามารถเพิ่ม Role และกำหนดความสามารถการกระทำการต่าง ๆ ได้ดังรูปที่ 3.52 ซึ่งการอัพเกรดในส่วนนี้ทางคณะผู้จัดทำได้มีการกำหนดให้บัญชีผู้ใช้ของเจ้าของสิทธิเป็น Viewer และมีการแก้ไขความสามารถบางส่วนจากค่าเริ่มต้นให้เหมาะสมและตรงกับความต้องการที่เจ้าของสิทธิระบุเอาไว้ ส่วนบัญชีผู้ใช้ของผู้รับสิทธิกำหนดเป็นแดชบอร์ดViewer เพื่อตรวจสอบสถานะความพร้อมใช้งานและยอดขายเครื่องดื่มจองตนเองเท่านั้น



รูปที่ 3.52 การกำหนดความสามารถในการกระทำการให้กับ Role ที่สร้างขึ้นบน Ubidots

3.8 การติดตามการใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญที่ถูกอัพเกรด

ในหัวข้อนี้จะแยกการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนที่ทดสอบการใช้งานว่าสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขการใช้งานหลักหรือไม่ ด้วยการกดเลือกเครื่องดื่มแต่ละชนิด หยอดเหรียญ 10 จากนั้นรอดูกระบวนการและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นว่าสามารถชงเครื่องดื่มออกมาได้หรือไม่และเกิด ความผิดปกติใดขึ้น อีกส่วนคือทดสอบการติดตามการใช้งานผ่านหน้าแดชบอร์ดบนระบบคลาวด์ด้วยการจำลองค่าข้อมูลป้อนไปยังระบบคลาวด์และดูผลการติดตามผ่านหน้าแดชบอร์ดผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตว่าสามารถติดตามการใช้งานได้หรือไม่ แสดงสถานะความพร้อมใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญได้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดสอบฟังก์ชันการทำงานของตู้กาแฟหยอดเหรียญที่นำเสนอ

4.1 กล่าวนำ

ในบทที่ 4 นี้จะอธิบายถึงผลการทดสอบฟังก์ชันการทำงานและการติดตามการใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญที่นำเสนอ ซึ่งจะกล่าวถึงผลการจำลองค่าข้อมูลที่เกิดจากขั้นตอนการปฏิบัติที่ได้กล่าวไปในบทที่ 3 เมื่อได้ปฏิบัติงานตามขั้นตอนข้างต้นแล้วนั้น อีกส่วนที่สำคัญก็คือผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นตามมาซึ่งจะกล่าวถึงดังนี้

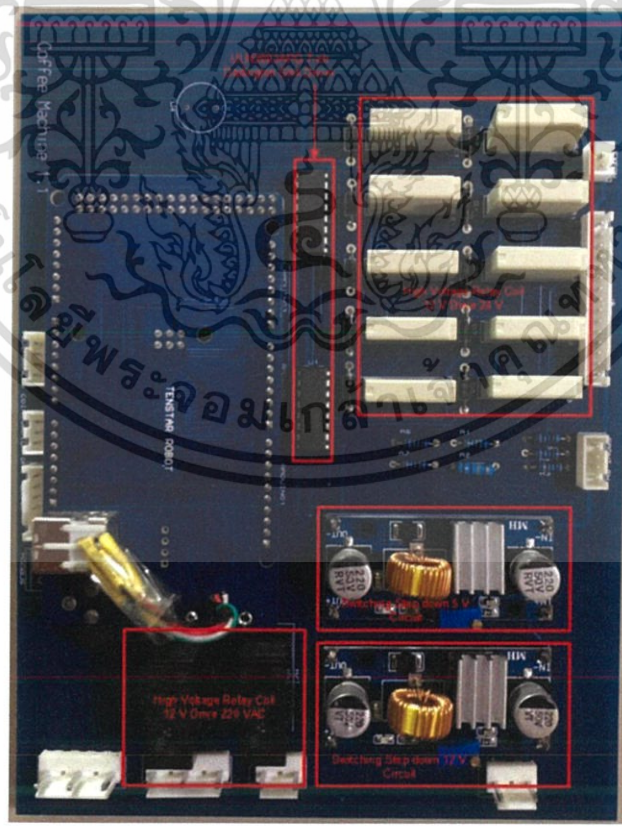
4.2 ผลการทดสอบฟังก์ชันการทำงานของตู้กาแฟหยอดเหรียญที่ถูกอัพเกรด

4.2.1 ฟังก์ชันการทำงานของส่วนควบคุม Arduino Mega

รูปที่ 4.1 แผนภาพลำดับขั้นการทำงานหลักของตู้กาแฟหยอดเหรียญที่ถูกอัพเกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทำบอร์ดวงจรของส่วนควบคุมใหม่ ให้สอดรับกับการอัพเกรดส่วนควบคุมด้วยการใช้ Arduino Mega เพื่อจัดการในเรื่องช่องทางการสื่อสารในการส่งเก็บข้อมูล โดยที่การควบคุมด้วย Arduino Mega จะต้องคงลักษณะขั้นตอนการทำงานของตู้กาแฟหยอดเหรียญเดิมที่มีลักษณะลำดับขั้นการทำงานดังรูปที่ 4.1 ซึ่งอธิบายขั้นตอนการทำงานขอตู้กาแฟหยอดเหรียญได้ว่าเมื่อมีการหยอดเหรียญและกดเลือกเครื่องดื่ม จะมีการตรวจสอบจำนวนเงินที่หยอด ซึ่งจำนวนเงินที่หยอดจะต้องเท่ากับจำนวนเงินที่ตั้งค่าไว้ และจะเห็นว่าเมื่อมีการตรวจสอบจำนวนเงินแล้วนั้น ในทุก ๆ การหยอดเหรียญซื้อเครื่องดื่ม ตู้กาแฟหยอดเหรียญก็จะทำการตรวจสอบสถานะพร้อมใช้ด้วยทุกครั้งซึ่งจะแบ่งเป็น 3 สถานะที่ทำให้ตู้ไม่สามารถทำงานจนจบลำดับขั้นการทำงานได้คือ Heating คือสถานะที่น้ำกำลังถูกให้ความร้อนจนพอเหมาะ No Cup คือสถานะความพร้อมใช้ของแก้วกระดาษว่าหมดหรือไม่ และ No Water คือสถานะความพร้อมของปริมาณน้ำว่ามีเพียงพอต่อการใช้หรือไม่ เมื่อทำการตรวจสอบเงื่อนไขความพร้อมใช้งานแล้วนั้นจึงทำการปล่อยแก้วกระดาษลงมายังช่องปล่อยแก้วแล้วจึงเริ่มชงเครื่องดื่มถือเป็นการจบกระบวนการทำงาน 1 ครั้งนั่นเอง และเพิ่มความสามารถในการส่งข้อมูล โดยบอร์ดวงจรส่วนควบคุมจะมีลักษณะดังรูปที่ 4.2 ซึ่งเมื่อนำไปทดสอบการใช้งานแล้วสามารถสรุปผลการทดสอบออกมาได้ดังปรากฏในตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.2 บอร์ดวงจรส่วนควบคุมตู้กาแฟหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 การสรุปผลฟังก์ชันการทำงานตามเงื่อนไขของตู้กาแฟหยอดเหรียญ

เงื่อนไข	คำอธิบาย	ผลที่ได้
1	สามารถทำให้ตู้กาแฟหยอดเหรียญมีความสามารถในการทำงานได้เช่นเดียวกันกับการใช้ส่วนควบคุมเดิม	ผ่าน
2	สามารถควบคุมอุณหภูมิของน้ำได้	ผ่าน
3	สามารถปรับปริมาณผงและน้ำต่อการชงเครื่องดื่มได้	ผ่าน
4	สามารถระบุสถานะความพร้อมใช้งานทั้ง 3 สถานะของตู้กาแฟหยอดเหรียญได้	ผ่าน
5	สามารถใช้ฟังก์ชั่น Cleaning Cup test Drop cup และ Dry Switch ได้	ผ่าน
6	สามารถสื่อสารกับเกตเวย์เพื่อส่งเก็บข้อมูลของตู้กาแฟหยอดเหรียญได้	ผ่าน

โดยสรุปแล้วผลการทำงานตามเงื่อนไขเมื่อมีการอัพเกรดส่วนควบคุมโดยใช้ Arduino Mega แทนส่วนควบคุมเดิมซึ่งเงื่อนไขเหล่านี้ที่กล่าวไปดังตารางเป็นส่วนสำคัญที่ต้องเป็นไปตามที่กำหนดเพื่อที่จะสามารถควบคุมให้ตู้กาแฟหยอดเหรียญสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยิ่งไปกว่านั้นคือทำให้ตู้กาแฟสามารถสามารถส่งเก็บข้อมูลไปยังเครือข่ายได้

4.2.2 ฟังก์ชันการแสดงผลของจอสัมผัส

ส่วนแสดงผลของตู้กาแฟหยอดเหรียญจากที่แสดงผลสถานะต่าง ๆ ด้วยไฟแอลอีดี และรับคำสั่งจากผู้ใช้ด้วยปุ่มกด หลังจากถูกอัพเกรดเป็นหน้าจอสัมผัส โดยให้คงการทำงานเดิมไว้คือสามารถกดเลือกชนิดของเครื่องดื่มได้ดังเดิม แต่ตัดฟังก์ชันบางส่วนออกเพื่อรักษามาตรฐาน โดยฟังก์ชันที่ตัดออกมีดังนี้ การปรับอัตราส่วนผงเครื่องดื่ม และน้ำ ซึ่งฟังก์ชันดังกล่าวจะถูกย้ายไปส่วนที่เป็นเครือข่าย โดยจะกล่าวถึงในหัวข้อที่ 4.3.2 และนอกจากนั้นยังมีส่วนที่เพิ่มเข้ามาคือส่วนที่เป็นปุ่มสำหรับรับคำสั่งจากผู้ใช้ว่ามีการเติมผงเครื่องดื่ม สามารถสรุปผลออกมาได้ดังตารางที่ 4.2 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การสรุปผลฟังก์ชันการทำงานตามเงื่อนไขของจอแสดงผลหน้าตู้กาแฟหยอดเหรียญ

เงื่อนไข	คำอธิบาย	รูปภาพประกอบ	ผลที่ได้
1	หน้าแสดงผลเป็นหน้าเริ่มต้นใช้งานเมื่อมีการสัมผัสจอ		ผ่าน
2	หน้าแสดงผลเมนูเครื่องดื่มและสามารถกดเลือกเครื่องดื่มได้		ผ่าน
3	หน้าแสดงผลขั้นตอนแจ้งผู้ใช้ให้ทำการหยอดเหรียญเมื่อมีการกดเลือกเครื่องดื่ม		ผ่าน
4	หน้าแสดงผลสถานะความพร้อมใช้งานของตู้กาแฟเมื่อตู้กาแฟฯอยู่ในสถานะไม่พร้อมใช้งาน		ผ่าน
5	หน้าแสดงผลสถานะการทำงานแก่ผู้ใช้		ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6	หน้าแสดงผลปุ่มรับคำสั่งแจ้งการเติมผงเครื่องดื่มจากผู้ดูแลตู้กาแฟฯ		ผ่าน
7	หน้าแสดงผลสถานะระหว่างที่มีการทำความสะอาดช่องผสม		ผ่าน

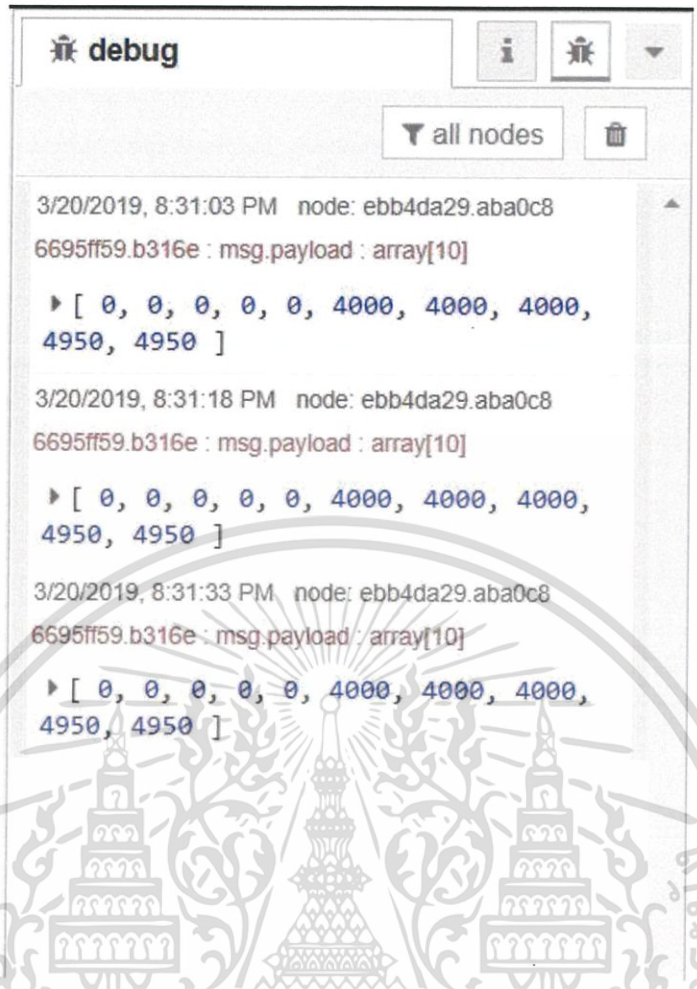
จากข้อมูลตามตารางที่ 4.2 ข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการอัพเกรดส่วนกราฟิกส่วนเชื่อมต่อการสั่งงานและแสดงผลผ่านจอสัมผัส ในการแสดงการทำงาน สถานะการทำงาน และรับคำสั่งจากผู้ใช้เป็นไปตามฟังก์ชันที่ตั้งไว้ ซึ่งสะดวกกว่าการใช้ปุ่มกดแบบเดิม โดยหน้าจอแสดงผลเป็นลำดับขั้นทำให้ผู้ใช้ใช้งานตู้กาแฟหยอดเหรียญง่ายขึ้นเพียงทำตามขั้นตอนที่แสดงผลบนจอ

4.3 ผลการทดสอบการติดตามการใช้งานตู้กาแฟหยอดเหรียญที่ถูกอัพเกรด

4.3.1 การแลกเปลี่ยนข้อมูลด้วย Node-Red

จากการใช้ Node–Red ที่ติดตั้งอยู่ใน Raspberry Pi เป็นเครื่องมือสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้าด้วยกันผ่าน APIs และระบบออนไลน์ ซึ่งถูกฝังตัวไว้กับ Raspberry Pi เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูล มาทำการดึงข้อมูล และส่งกลับข้อมูล ที่ส่วนควบคุม Arduino ด้วยโปรโตคอล Modbus RTU นั้น ผลการสื่อสารข้อมูลจะสามารถดูได้จาก Debug Massages ของตัว Node-Red เอง ดังรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 Debug Messages การส่งข้อมูลด้วย Modbus RTU

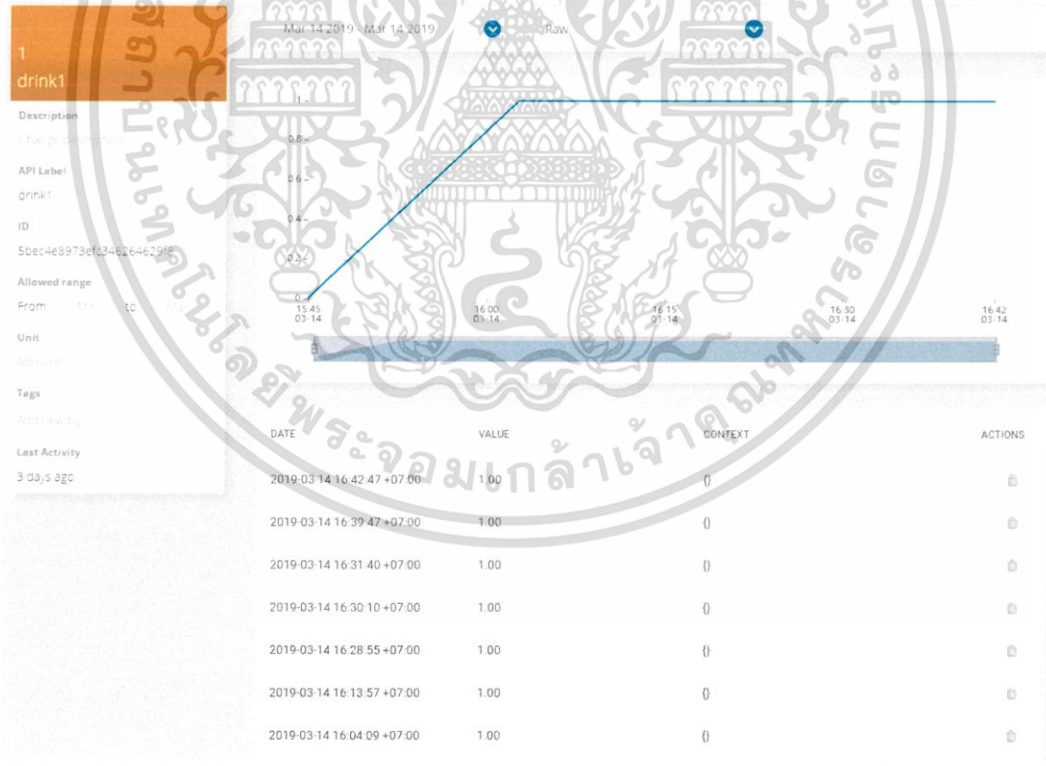
จากรูปที่ 4.3 จะเห็นว่าเมื่อข้อมูลมีการอัพเดตจะแสดงที่ Debug Massages โดยข้อมูลที่ส่งด้วยโปรโตคอล Modbus จะอยู่ในรูปแบบของอาเรย์ ซึ่งในกรณีของการรับ ส่งข้อมูลกับระบบ Cloud Computing Service เองก็เช่นกัน หรือสามารถดูได้จากการอัพเดตค่าของตัวแปรบน Ubidots ซึ่งจะอธิบายถึงผลการดำเนินงานในเรื่องของตัวแปรบรรจุค่าอย่างละเอียดในหัวข้อที่ 4.3.2

4.3.2 การจัดเก็บและแสดงผลบนคลาวด์ Ubidots

จากการทดสอบการใช้งาน Cloud Computing Service เมื่อมีการใช้งานตู้กาแฟฯตามจริงบนแพลตฟอร์มของ https://industrial.ubidots.com หรืออาจเรียกว่า Ubidots ในการทำหน้าที่เป็นส่วนเก็บข้อมูล และ แสดงผลข้อมูลที่มีการส่งด้วยโปรโตคอล MQTT จาก Node-Red แล้วนั้น ข้อมูลที่ส่งจะถูกเก็บอยู่ในลักษณะของตัวแปร ภายในตัวแปรจะบรรจุค่าต่าง ๆ ที่ได้รับมาจากเกตเวย์เป็นฐานข้อมูลดังรูปที่ 4.4 และ รูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

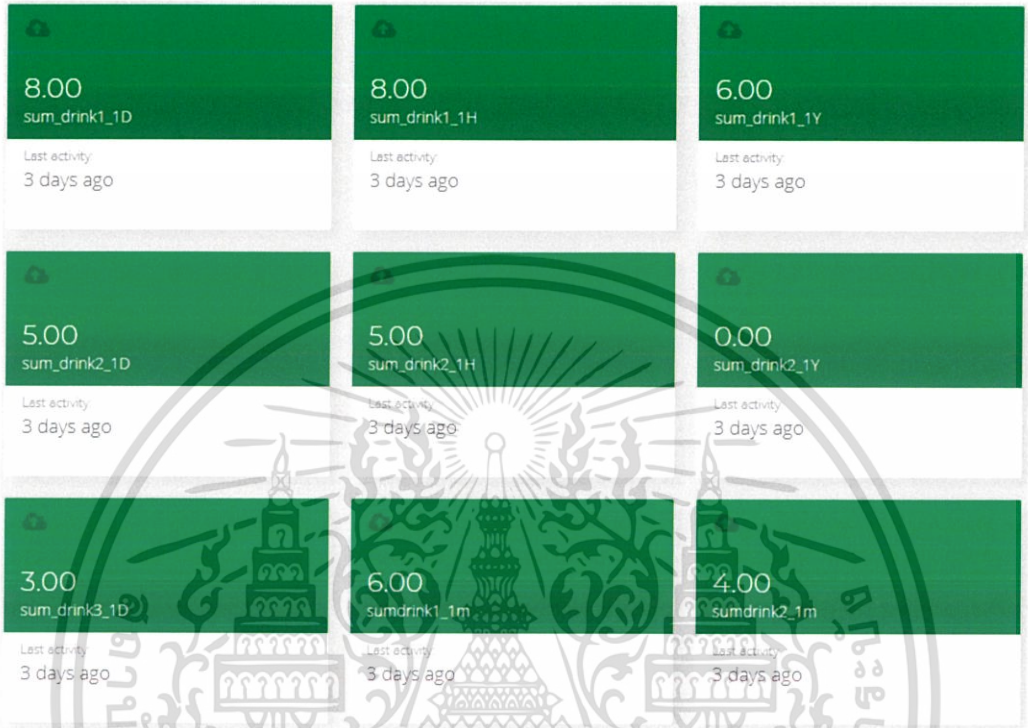
รูปที่ 4.4 ตัวแปรที่ถูกสร้างขึ้นบน Ubidot



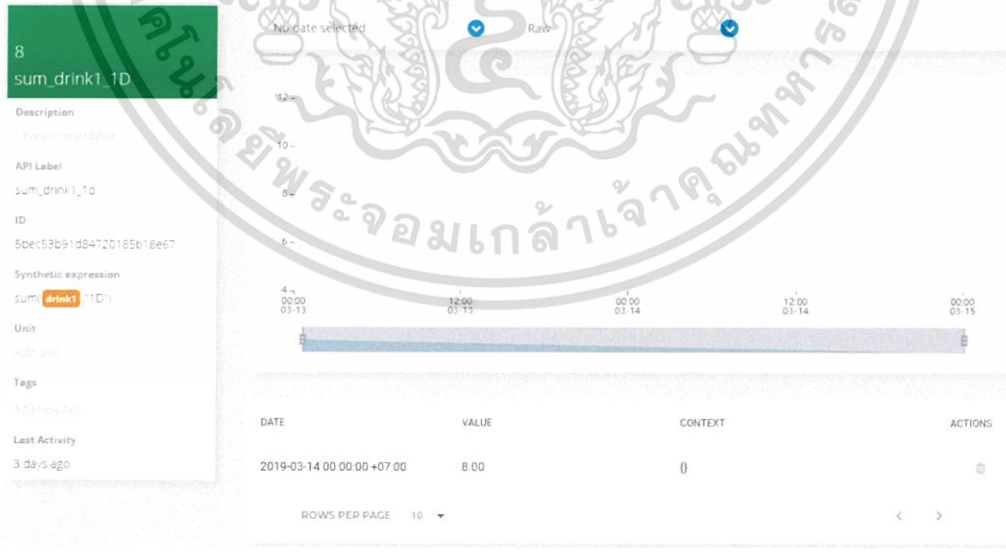
รูปที่ 4.5 ค่าที่ถูกบรรจุในตัวแปรที่ถูกสร้างขึ้นบน Ubidots

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปจะเห็นว่าตัวแปรที่ถูกสร้างขึ้นจะเก็บค่าของตัวเองและมีการอัพเดตทุกครั้งเมื่อมีการรับค่าที่ส่งเข้ามาจาก Node-Red นอกจากเก็บข้อมูลแล้วการที่ Ubidots มีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลด้วยการกำหนดการดำเนินการข้อมูลให้กับตัวแปรจะทำให้ได้ข้อมูลที่เกิดการ Summation ในช่วง 1 ชั่วโมง 1 วัน 1เดือน และ 1 ปี



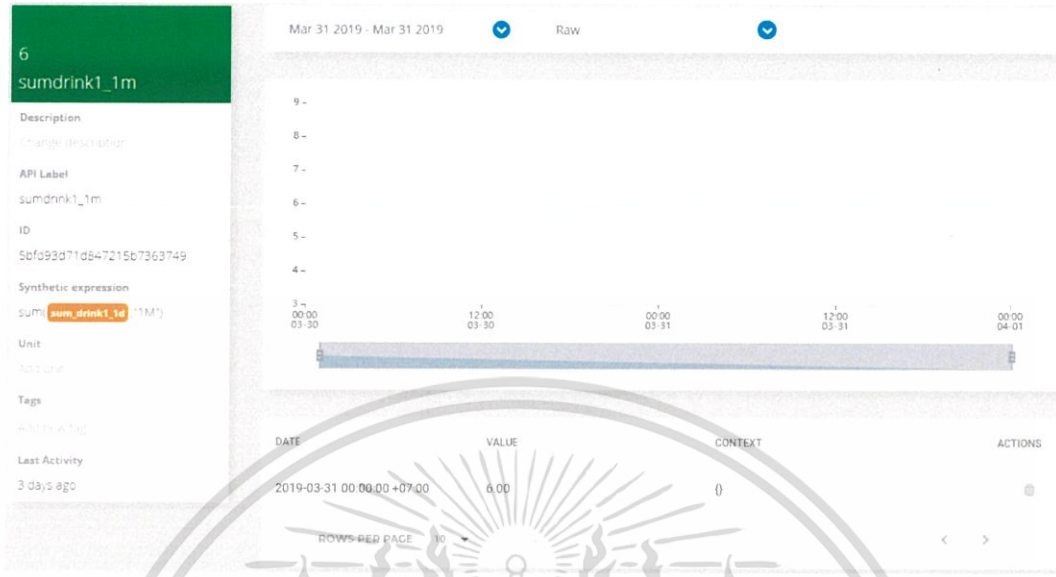
รูปที่ 4.6 ตัวแปรที่ผ่านการประมวลผลบน Ubidots



รูปที่ 4.7 ค่าที่ผ่านการประมวลผลบรรจุในตัวแปรบน Ubidots Summation ทุก ๆ 1 วัน

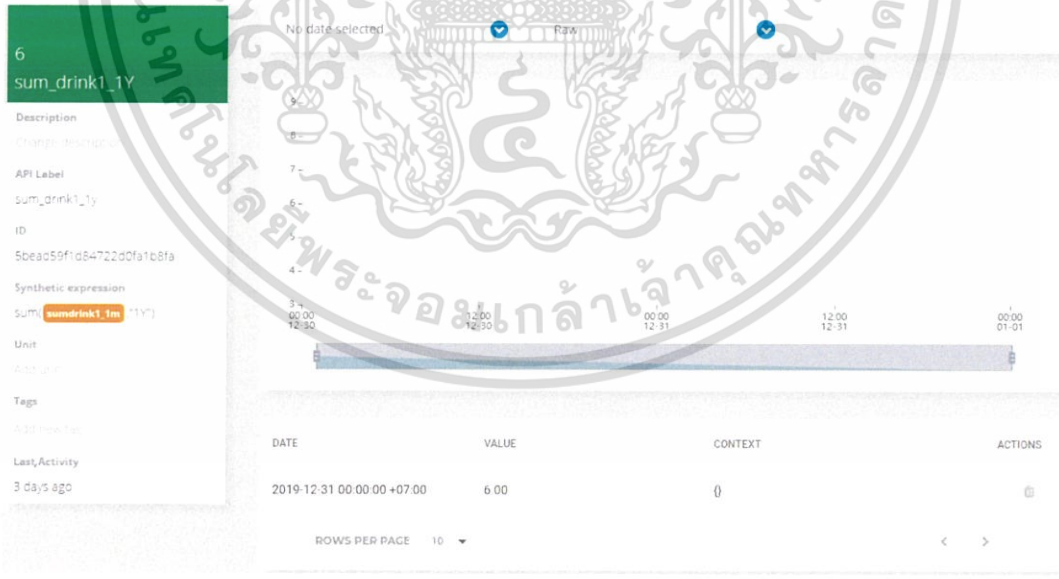
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.7 จะเห็นว่าตัวแปรที่ถูกกำหนดให้มีการ Summation ทุก ๆ 1 วัน ข้อมูลที่ปรากฏบนฐานข้อมูลนั้นใน 1 วันจะมีข้อมูลเพียงค่าเดียว



รูปที่ 4.8 ค่าที่ผ่านการประมวลผลบรรจุในตัวแปรบน Ubidots Summation ทุก ๆ 1 เดือน

จากรูปที่ 4.8 จะเห็นว่าตัวแปรที่ถูกกำหนดให้มีการ Summation ทุก ๆ 1 เดือน ข้อมูลที่ปรากฏบนฐานข้อมูลนั้นใน 1 เดือนจะมีข้อมูลเพียงค่าเดียว ถึงแม้ว่าจะยังไม่สิ้นสุดเดือนนั้น ๆ ข้อมูลที่เข้ามาก็จะถูกอัพเดตเป็นภาพรวมของทั้งเดือนนั่นเอง



รูปที่ 4.9 ค่าที่ผ่านการประมวลผลบรรจุในตัวแปรบน Ubidots Summation ทุก ๆ 1 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

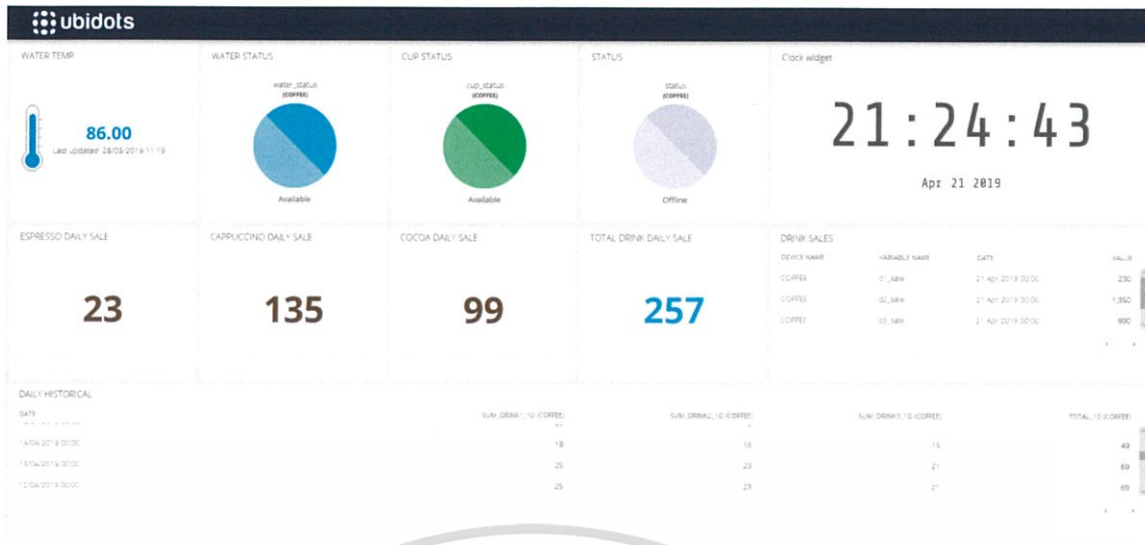
จากรูปที่ 4.9 จะเห็นว่าตัวแปรที่ถูกกำหนดให้มีการ Summation ทุก ๆ 1 ปี ข้อมูลที่ปรากฏบนฐานข้อมูลนั้นใน 1 เดปีจะมีข้อมูลเพียงค่าเดียว และเช่นเดียวกับข้อมูลที่มีการ Summation ทุก ๆ 1 เดือน โดยที่ถึงแม้ว่าจะยังไม่สิ้นสุดปีนั้น ๆ ข้อมูลที่เข้ามาก็จะถูกอัพเดตเป็นภาพรวมของทั้งปี โดยมองวันที่อัพเดตเป็นวันสิ้นปีนั่นเอง

จากการที่ได้นำข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลมาแล้วมาแสดงผลเพื่อติดตามการใช้ตู้กาแฟหยอดเหรียญผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยจะแสดงผลหลายรูปแบบสามารถสรุปผลการดำเนินงานได้ดังตารางที่ 4.3

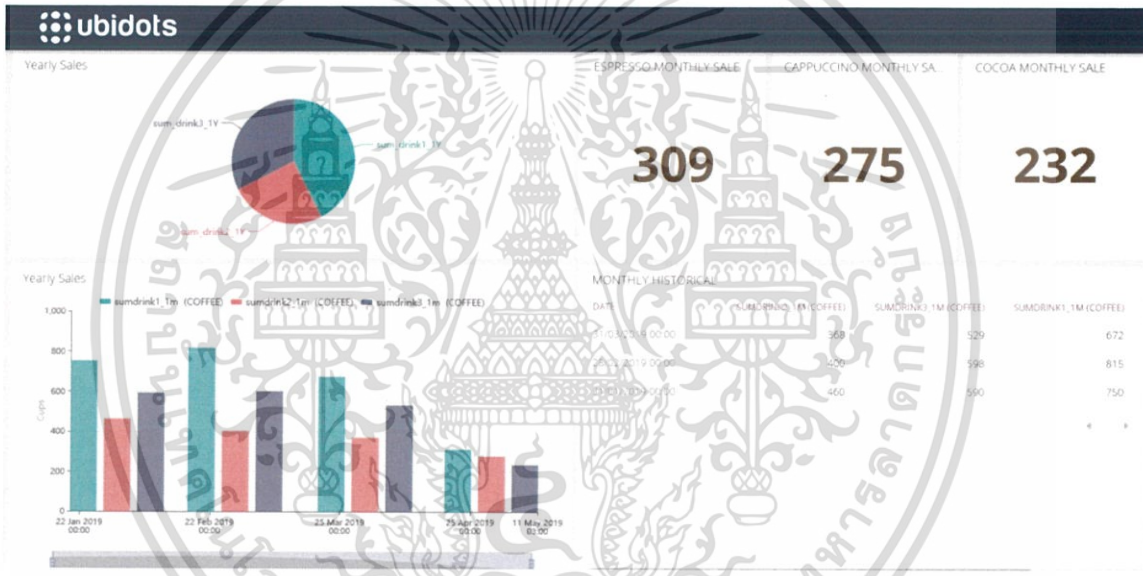
ตารางที่ 4.3 การสรุปผลการแสดงผลการติดตามการใช้งานตู้กาแฟหยอดเหรียญผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เงื่อนไข	คำอธิบาย	ผลที่ได้
1	สามารถแสดงผลสถานะความพร้อมใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญทั้งสถานะความพร้อมใช้งานของน้ำ สถานะความพร้อมใช้งานของแก้ว และอุณหภูมิน้ำ	ผ่าน
2	สามารถแสดงยอดขายเป็นรายวัน รายเดือน และรายปีได้ และแสดงยอดเงินของวันปัจจุบันได้	ผ่าน
3	สามารถแสดงผลตารางข้อมูลยอดขายเป็นข้อมูลปัจจุบัน และข้อมูลย้อนหลังได้	ผ่าน
4	สามารถแสดงผลยอดขายในรูปแบบกราฟ เป็นรายเดือนและรายปีได้	ผ่าน
5	สามารถควบคุมรสชาติด้วยการปรับอัตราส่วนของน้ำ และ ผงเครื่องดื่มสำเร็จรูปผ่านการรับค่าผ่านเครือข่ายจากผู้ให้สิทธิ์ทางการค้าได้	ผ่าน 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 หน้าแดชบอร์ดแสดงสถานะพร้อมใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญและยอดขายรายวัน



รูปที่ 4.11 หน้าแดชบอร์ดแสดงกราฟเปรียบเทียบยอดขายและตารางแสดงจำนวนแก้วที่ขายได้ย้อนหลังและปัจจุบัน

รูปที่ 4.12 หน้าแดชบอดร์ดสไลด์บาร์ปรับอัตราส่วนผงเครื่องดื่มสำเร็จรูปและน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

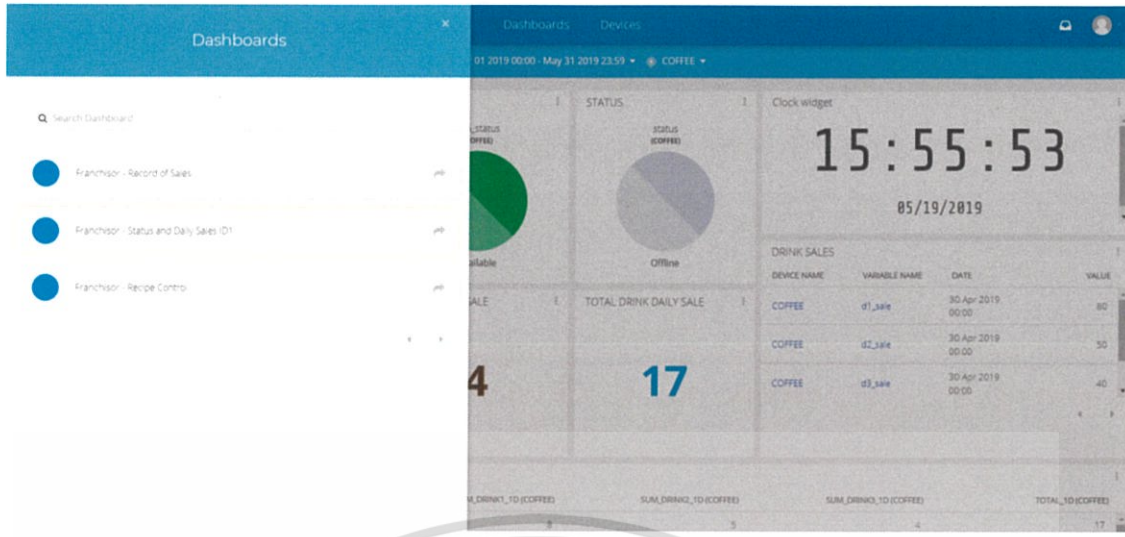
จากข้อมูลดังตารางที่ 4.3 จะเห็นว่า Ubidots ถูกนำมาใช้ในการเก็บข้อมูลและแสดงผลการติดตามการใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญได้เป็นไปตามเงื่อนไขที่ต้องการ โดยเพิ่มความสามารถนอกเหนือจากการแสดงผลคือสามารถรับค่าในการปรับอัตราส่วนปริมาณผงเครื่องดื่ม และปริมาณน้ำ ดังรูปที่ 4.10 – 4.12 แสดงส่วนแสดงผลที่บัญชีผู้ใช้หลักหรือ Administrator (คณะผู้จัดทำ) จะสามารถเข้าถึงได้ซึ่งก็คือทุกหน้าแดชบอร์ดและสามารถจัดการกับข้อมูลได้ดังที่กล่าวไปข้างต้นแล้ว

จากการดำเนินการกำหนดค่าในการเข้าถึงข้อมูลให้กับบัญชีผู้ใช้ของเจ้าของสิทธิและผู้รับสิทธิ์แล้วนั้นทำให้ทั้งสองสามารถทำการล็อกอินได้ด้วยบัญชีผู้ใช้และรหัสของตนเองผ่านเว็บไซต์ https://ggun.iot.ubidots.com/accounts/signin/ ซึ่งเมื่อทำการล็อกอินด้วยบัญชีผู้ใช้ของเจ้าของสิทธิแล้วสามารถสรุปความสามารถกระทำการบน Ubidots ของเจ้าของสิทธิได้ดังตาราง 4.4

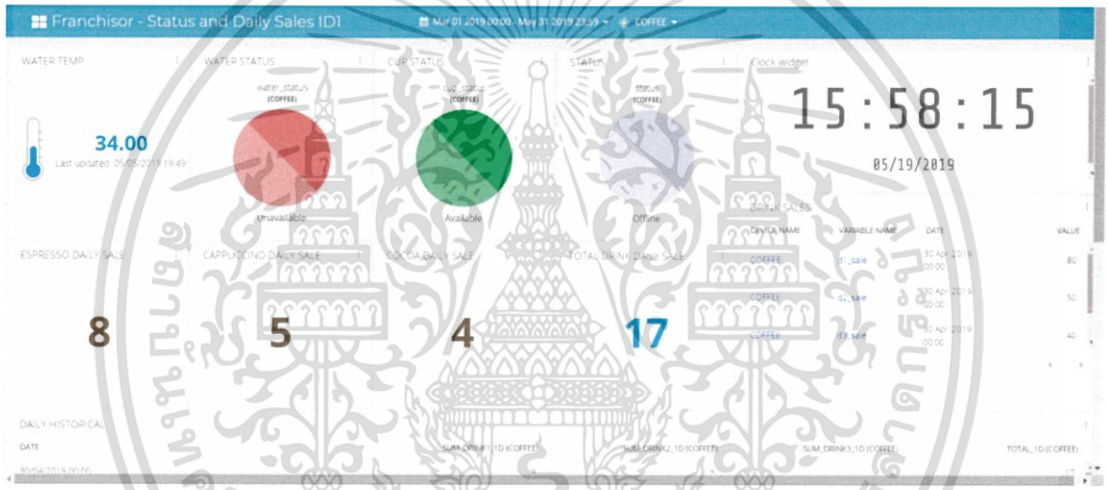
ตารางที่ 4.4 การสรุปผลความสามารถกระทำการบน Ubidots ของบัญชีผู้ใช้เจ้าของสิทธิ

การกระทำการ	คำอธิบาย	ผลที่ได้
1	สามารถดูแดชบอร์ดหน้า Franchisor – Status and Daily Sales ID1 ซึ่งเป็นหน้าแสดงผลยอดขายรายวันของเครื่องดื่มที่กำหนดและสถานะความพร้อมใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญที่จำหน่ายไปยังผู้รับสิทธิรายหนึ่งได้	ผ่าน
2	สามารถดูแดชบอร์ดหน้า Franchisor - Record of Sales ซึ่งเป็นหน้าแสดงผลยอดขายรายเดือนและรายปีของเครื่องดื่มที่กำหนดในรูปแบบกราฟและตารางของตู้กาแฟหยอดเหรียญทุกตู้	ผ่าน
3	สามารถดูแดชบอร์ดหน้า Franchisor - Recipe Control ซึ่งเป็นหน้ากำหนดอัตราส่วนระหว่างผงเครื่องดื่มสำเร็จรูปและน้ำเพื่อกำหนดรูปแบบรสชาติและปริมาณในการชงเครื่องดื่มของตู้กาแฟหยอดเหรียญทุกตู้	ผ่าน
4	สามารถตรวจสอบค่าข้อมูลที่มีการบรรจุในรูปแบบตัวแปรเป็นฐานข้อมูล	ผ่าน
5	สามารถดาวน์โหลดค่าข้อมูลที่มีการบรรจุในรูปแบบตัวแปรเป็นฐานข้อมูล	ผ่าน

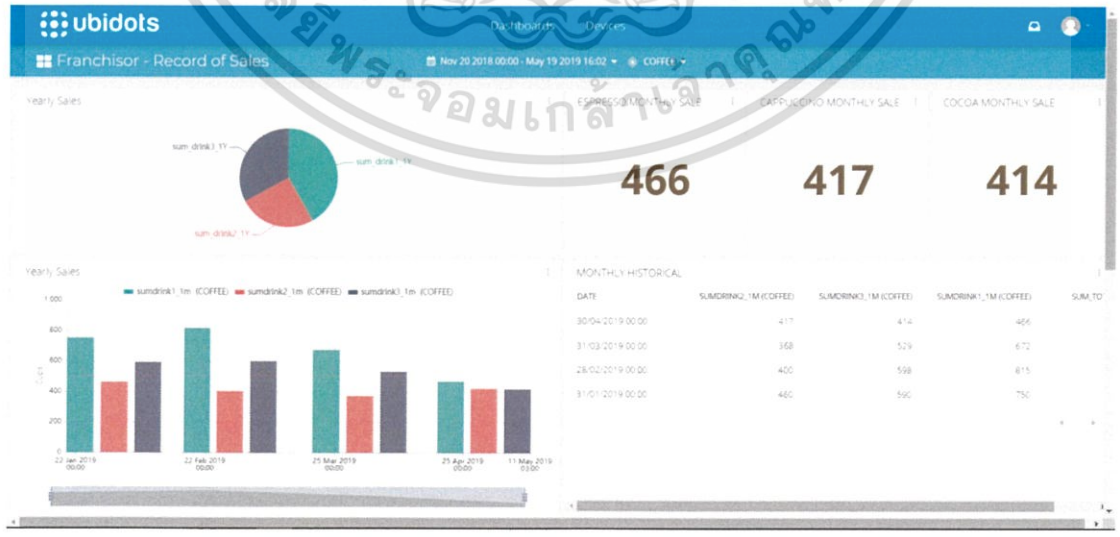
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 พาเลทแสดงแดชบอร์ดที่บัญชีผู้ใช้เจ้าของสิทธิสามารถเข้าถึงได้

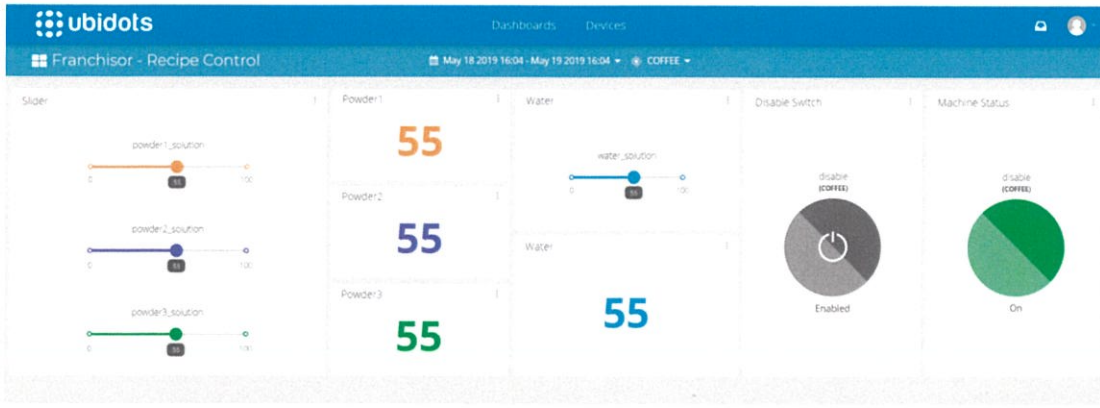


รูปที่ 4.14 แดชบอร์ดหน้า Franchisor – Status and Daily Sales ID1

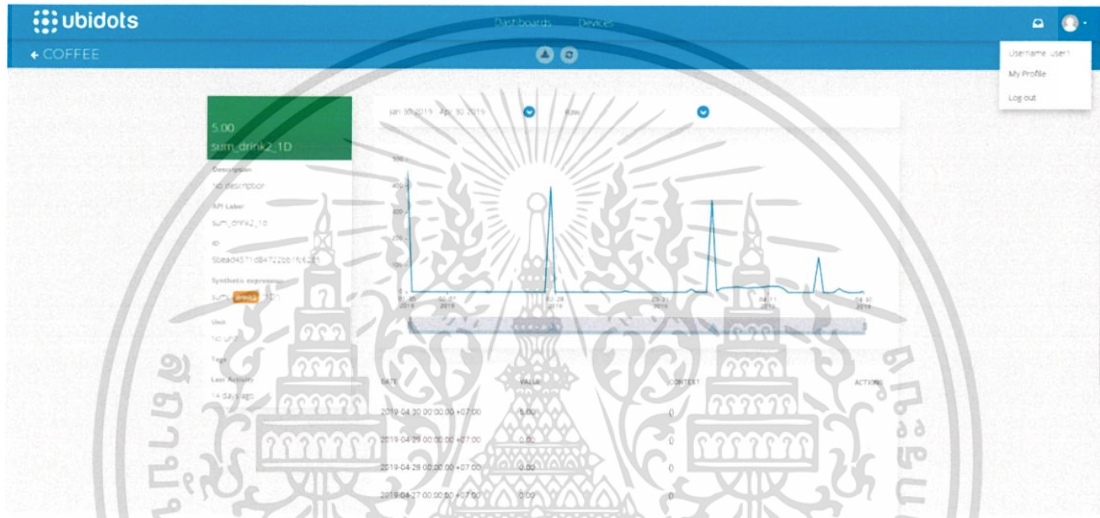


รูปที่ 4.15 แดชบอร์ดหน้า Franchisor - Record of Sales

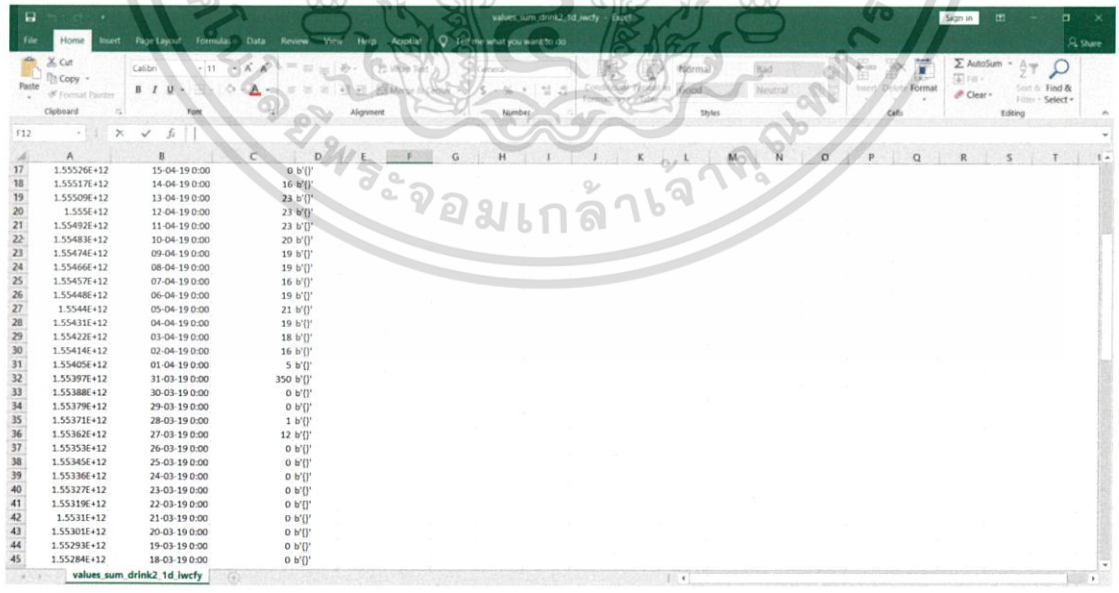
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 แดชบอร์ดหน้า Franchisor - Recipe Control



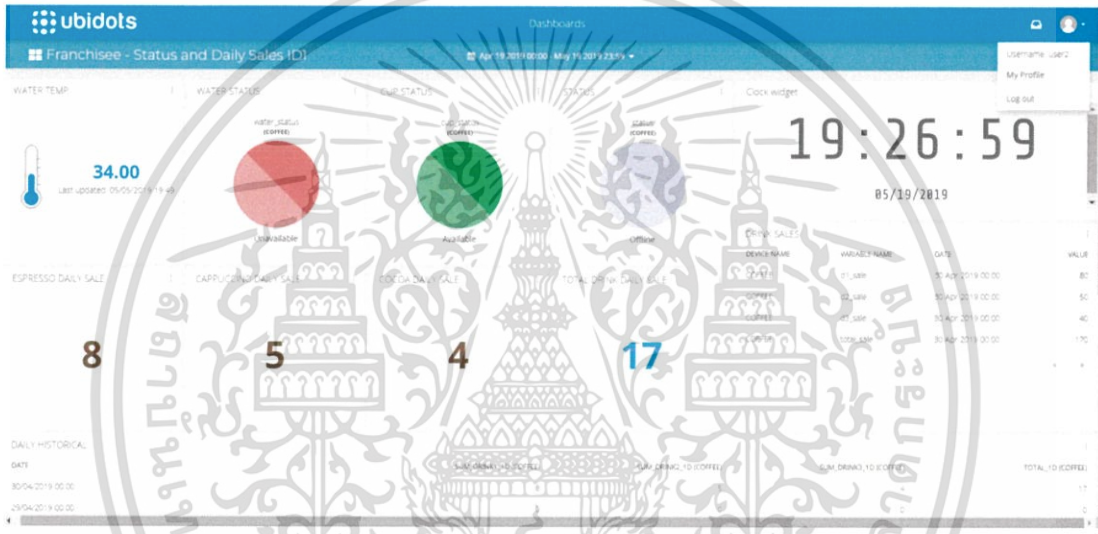
รูปที่ 4.17 ค่าข้อมูลที่มีการบรรจุในรูปแบบตัวแปรเป็นฐานข้อมูล



รูปที่ 4.18 การดาวน์โหลดค่าข้อมูลที่มีการบรรจุในรูปแบบตัวแปรเป็นฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.13 - 4.18 จะเห็นว่าการล็อกอินด้วยบัญชีผู้ใช้ของเจ้าของสิทธิสามารถกระทำการต่าง ๆ ได้เป็นไปตามตารางสรุปที่ 4.4 คือเจ้าของสิทธิสามารถตรวจสอบความพร้อมใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญที่มีการจำหน่ายไปยังผู้รับสิทธิแต่ละราย สามารถเข้าถึงและรวบรวมข้อมูลจากส่วนกลางบน Ubidots สามารถควบคุมมาตรฐานรูปแบบราสชาติและปริมาณของเครื่องดื่ม และติดตามยอดขายของเครื่องดื่มได้ ในส่วนของผู้รับสิทธิเมื่อมีการล็อกอินด้วยบัญชีผู้ใช้ของตนเองแล้วจะสามารถตรวจสอบสถานะความพร้อมใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญของตนเองและยอดขายรายวันของเครื่องดื่มที่กำหนดทั้งในหน่วยจำนวนแก้วและจำนวนเงินที่ขายได้จากส่วนแสดงผลหน้า Franchisee – Status and Daily Sales ID1 โดยเป็นหน้าแสดงผลเพียงหน้าเดียวเท่านั้นที่ผู้รับสิทธิสามารถเข้าถึงได้ ดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 แดชบอร์ดหน้า Franchisee – Status and Daily Sales ID1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานการอัพเกรดตู้กาแฟหยอดเหรียญเพื่อระบบแฟรนไชส์ที่มีประสิทธิผล ตลอดระยะเวลาที่ได้ดำเนินงานตามขั้นตอนการดำเนินงานมานั้น ด้วยวิธีการบนพื้นฐานแนวคิด IoT ในการเชื่อมต่อระหว่างตู้กาแฟหยอดเหรียญกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อพัฒนาตู้กาแฟหยอดเหรียญระบบเดิมที่ไม่มีความสามารถในเรื่องการรับ-ส่งข้อมูล โดยตู้กาแฟหยอดเหรียญที่มีการดัดแปลงส่วนควบคุมโดย Arduino Mega เริ่มตั้งแต่การใช้งานตามฟังก์ชันการทำงานหลักก่อนที่จะมีการดัดแปลงส่วนควบคุมและการปรับจากปุ่มกดเป็นหน้าจอสัมผัส สามารถใช้งานได้ตามเงื่อนไขการใช้งานทั้งหมดเป็นอย่างดี สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลได้ด้วยเกตเวย์ที่ทำการติดตั้งเพิ่ม เป็นการทำให้ระบบแฟรนไชส์มีประสิทธิผลสามารถเฝ้าดูและควบคุมตู้กาแฟหยอดเหรียญผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้และสามารถเข้าถึงข้อมูลเหล่านั้นซึ่งเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการขายได้จากอุปกรณ์ต่าง ๆได้ไม่ว่าจะเป็น คอมพิวเตอร์ แทบเลต สมาร์ทโฟน ด้วยการล็อกอินเข้าใช้งานด้วยบัญชีผู้ใช้ที่สร้างขึ้น โดยผลจากการดำเนินงานนั้นส่งผลให้เกิดประโยชน์แก่เจ้าของสิทธิให้สามารถตรวจสอบความพร้อมใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญที่มีการจำหน่ายไปยังผู้รับสิทธิแต่ละรายสามารถเข้าถึงและรวบรวมข้อมูลจากส่วนกลางผ่าน Ubidots เพื่อวิเคราะห์และจัดทำแผนธุรกิจสามารถติดตามยอดขายของเครื่องดื่มที่กำหนดผ่าน Ubidots ได้ และสามารถควบคุมมาตรฐานรูปแบบรสชาติและปริมาณของเครื่องดื่มที่มีการจำหน่ายจากตู้กาแฟหยอดเหรียญของผู้รับสิทธิทุกรายด้วยการกำหนดค่าจากส่วนกลางผ่าน Ubidots แต่เพียงผู้เดียวเท่านั้นโดยไม่จำเป็นต้องตั้งค่านั้น ๆ ตามบริเวณที่ตู้กาแฟหยอดเหรียญตั้งอยู่ ในทางเดียวกันผู้รับสิทธิเองนั้นได้รับประโยชน์จากการดำเนินงานด้วย โดยที่สามารถติดตามสถานะความพร้อมใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญและติดตามยอดขายเครื่องดื่มที่กำหนดจากระยะไกล โดยข้อมูลจะถูกนำไปแสดงผลในรูปแบบกราฟ ตาราง อินดิเคเตอร์ และปริมารณตัวเลข ทำให้สามารถดูข้อมูลเหล่านั้นและสามารถเข้าใจการใช้งานได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

จากการดำเนินงานทำโครงงานในครั้งนี้ผู้จัดทำได้พบปัญหาและอุปสรรคต่อการทำงานหลายข้อด้วยกันโดยจะอธิบายดังต่อไปนี้คือ

1. ในขั้นตอนการศึกษาฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการทำงานของตู้กาแฟหยอดเหรียญนั้นฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ ที่ประกอบกันภายในตู้กาแฟไม่มีการระบุชื่อและรุ่นเอาไว้ทำให้เกิดความยากต่อการการศึกษาการทำงานร่วมกันของฮาร์ดแวร์ว่าสัมพันธ์กันอย่างไรบ้าง ประกอบกับการศึกษาการใช้งานตู้กาแฟหยอดเหรียญในเรื่องของฟังก์ชันการตั้งค่าในโหมดต่าง ๆ เนื่องจากไม่มีคู่มือการใช้งานของตู้จึงทำให้เกิดความล่าช้าต่อการดำเนินการอัพเกรดเป็นผลให้ดำเนินงานเกินระยะเวลาที่กำหนดในแผนการดำเนินงาน
2. ในขั้นตอนการสร้างส่วนเก็บข้อมูลและแสดงผลผ่านเครือข่ายนั้นใช้ระยะเวลาในการศึกษานานเพื่อที่จะเลือกใช้บริการระบบคลาวด์แบบใดและเมื่อทำการเลือกใช้งานแล้วจะต้องทำความเข้าใจในการใช้งาน Ubidots ว่ามีความสามารถในการแสดงผลแบบใดบ้างและมีข้อจำกัดในการแสดงผลอย่างไร อีกทั้ง Ubidots เองมักมีการปรับปรุงและพัฒนาระบบอยู่ตลอดทำให้ต้องศึกษาฟังก์ชันการทำงานและปรับแผนการสร้างส่วนเก็บข้อมูล การประมวลผลข้อมูลบน Ubidots ให้เหมาะสมอยู่เสมอ
3. ปัญหาที่เกิดจากการปริ้นท์สามมิติกรอบหน้าของตู้กาแฟหยอดเหรียญ ซึ่งจากการปริ้นท์พลาสติกจะมีการหดตัวทำให้คาดการณ์ระยะเผื่อให้พอดีได้ยาก อีกทั้งในเรื่องความละเอียดของการปริ้นท์ทำให้ต้องทำการแก้ไขชิ้นงานด้วยการการขัดเพื่อให้เนื้อพลาสติกมีความละเอียดมากยิ่งขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. การติดตามสถานะความพร้อมใช้งานของตู้กาแฟหยอดเหรียญนั้น คณะผู้จัดทำได้ได้ทดลองใช้งานการแจ้งเตือนผ่านแอพลิเคชันไลน์ ด้วย Line Notify เพื่อเป็นทางเลือกให้แก่ผู้ที่มีความต้องการรับสิทธิ์ทางการค้าธุรกิจตู้กาแฟหยอดเหรียญ เพื่อความสะดวกในการติดตามการใช้งานที่มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หน้าแดชบอร์ดบน Ubidots หน้า Franchisee - Status and Daily Sales ID1 และ Franchisor - Status and Daily Sales ID1 ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการเพิ่มการแสดงสถานะการออนไลน์หรือสถานะการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตของเกตเวย์อีกด้วยโดยมองว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการตรวจสอบการเชื่อมต่อว่ายังมีการรับ-ส่งข้อมูลอยู่
3. ในระยะยาวที่มีการจำหน่ายตู้กาแฟหยอดเหรียญเป็นจำนวนมากไปยังจุดต่าง ๆ อาจจะต้องเปลี่ยนการปริ้นท์สามมิติเป็นการขึ้นรูปตัวกรอบหน้าของตู้กาแฟให้รับกับจอแสดงผลซึ่งจะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการจัดทำกรอบรับส่วนแสดงผลที่ตู้กาแฟหยอดเหรียญมากกว่า
4. ในการดำเนินงานนี้เป็นเพียงการอัพเกรดต้นแบบตู้กาแฟหยอดเหรียญตู้เดียว ในอนาคตหากมีจำนวนตู้กาแฟหยอดเหรียญในรุ่นเดียวกันนี้มากกว่า 1 ตู้ในระบบธุรกิจแฟรนไชส์ สามารถทำการเพิ่มจำนวน Device และเพิ่มจำนวนผู้ใช้ให้มากขึ้นบน Ubidots เพื่อรองรับตู้กาแฟหยอดเหรียญในจำนวนที่มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] "**แฟรนไชส์ คืออะไร?**"[ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.thaifranchisecenter.com/document/show.php?docuID=48,เข้าถึงเมื่อ: กันยายน.2018

[2] "**ทำความรู้จักกับ Internet of Things**" [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www.aware.co.th/iot%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3/,เข้าถึงเมื่อ: กันยายน.2018.

[3] "**Arduino คืออะไร? ตอนที่2 มาทำความรู้จักกับ Arduino รุ่นต่างๆกัน**" [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/basic-electronics.html,เข้าถึงเมื่อ: กันยายน.2018.

[4] "**เอกสารประกอบการเรียน วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ (2105-2105)**" [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.ayuttech.ac.th/2017/images/pdf/boonkoed/microcontroller_9.pdf,เข้าถึงเมื่อ: ตุลาคม.2018.

[5] "**Modbus Protocol คืออะไร**" [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://automationreview.blogspot.com/2013/10/modbus-protocol.html,เข้าถึงเมื่อ: ตุลาคม.2018

[6] "**บทความการพัฒนาโปรแกรมบน Raspberry Pi ด้วย Qt**" [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronics-application/%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9E%E0%B8%B1%E0%B8%92%E0%B8%99%E0%B8%B2%E0%B9%82%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B9%81%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%9A%E0%B8%99-raspberry-pi-%E0%B8%94%E0%B9%89%E0%B8%A7%E0%B8%A2-qt.html,เข้าถึงเมื่อ: ตุลาคม.2018

[7] "**Raspberry Pi 512MB Model B+ (ปรับปรุงใหม่ล่าสุด) ต่างจากรุ่นเดิมอย่างไร**" [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

article/%E0%B8%9E%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%A7-raspberry-pi-512mb-model-b-%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B8%E0%B8%87%E0%B9%83%E0%B8%AB%E0%B8%A1%E0%B9%88%E0%B8%A5%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B8%B8%E0%B8%94-%E0%B8%95%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%88%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%B8%E0%B9%88%E0%B8%99%E0%B9%80%E0%B8%94%E0%B8%B4%E0%B8%A1%E0%B8%AD%E0%B8%A2%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B9%84%E0%B8%A3-by-thaieasyelec.html,เข้าถึงเมื่อ: ตุลาคม.2018

[8] “**ABOUT Node-Red**” [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://nodered.org/about/,เข้าถึงเมื่อ: ตุลาคม.2018

[9] “**การใช้งาน Node-RED บน Raspberry Pi**” [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.eduthaieasyelec.com/16630359/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%83%E0%B8%8A%E0%B9%89%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99-node-red-%E0%B8%9A%E0%B8%99-raspberry-pi,เข้าถึงเมื่อ: ตุลาคม.2018

[10] “**MQTT คืออะไร?**” [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://medium.com/@tanakornpiamsin/%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B8%94%E0%B8%95%E0%B8%B1%E0%B9%89%E0%B8%87-mqtt-server-d31bcae85d0d,เข้าถึงเมื่อ: ตุลาคม.2018

[11] “**ทำความรู้จักกับ JSON คืออะไร**”[ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.boxsingle.com/?page=Blog.ShowBlogDetail&blogID=13,เข้าถึงเมื่อ: ตุลาคม.2018

[12] “**Cloud Computing คืออะไร?**”[ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://sc2.kku.ac.th/office/sci-it/index.php/29-cloud-computing.html,เข้าถึงเมื่อ: ตุลาคม.2018

[13] “**ตู้จาหน่ายกาแฟหยอดเหรียญอัตโนมัติ (BD.24 Coffee Plus Machine)**”[ใบปลิว],กรุงเทพฯ: บริษัท บอสริช ดี,เข้าถึงเมื่อ: กันยายน.2018.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้