# การพัฒนาระบบการควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญด้วย IoT

# THE DEVELOPMENT OF CONTROL SYSTEM FOR COIN-OPERATED WASHING MACHINE USING IoT


โดย

นางสาวธัญชนก สุทิฏฐานุคติ

นางสาวธิดารัตน์ ไชยทอง

นาวสาวธิษณามดี เหมือนมา

นางสาวภณิดา แววงษ์


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# THE DEVELOPMENT OF CONTROL SYSTEM FOR COIN-OPERATED WASHING MACHINE USING IoT

TANCHANOK SUTIDTANUKATI
THIDARAT CHAITHONG
TISANAMADEE MUENMA
PHANIDA WAEOWONG

THE PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE BACHELOR DEGREE IN ELECTRICAL ENGINEERING
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING SCHOOL OF ENGINEER
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2565

# การพัฒนาระบบการควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญด้วย IoT

# THE DEVELOPMENT OF CONTROL SYSTEM FOR COIN-OPERATED WASHING MACHINE USING IoT


โดย

นางสาวธัญชนก สุทิฏฐานุคติ
นางสาวธิดารัตน์ ไชยทอง
นาวสาวธิษณามดี เหมือนมา
นางสาวภณิดา แววงษ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.ธีรยศ เวียงทอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2565

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนาระบบการควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญด้วย IoT

ผู้จัดทำ

1.นางสาวธัญชนก สุทิฏฐานุคติ

2.นางสาวธิดารัตน์ ไชยทอง

3.นาวสาวธิษณามดี เหมือนมา

4.นางสาวภณิดา แววงษ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์.ดร.ธีรยศ เวียงทอง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# การพัฒนาระบบการควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญด้วย IoT

นางสาว ธัญชนก สุทิฏฐานุคติ
นางสาว ธิดารัตน์ ไชยทอง
นางสาว ธิษณามดี เหมือนมา
นางสาว ภณิดา แวววงษ์
รศ.ดร. ธีรยศ เวียงทอง อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2565

## บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการพัฒนาระบบการควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญด้วย IoT เพื่อแก้ไขปัญหาที่ได้จากการสำรวจและสอบถามจากผู้ใช้บริการเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ โดยการพัฒนาระบบการชำระเงิน ให้สามารถชำระเงินได้ทั้งรูปแบบการชำระเงินแบบหยอดเหรียญและแบบอิเล็กทรอนิกส์ และการนำ Line Bot มาใช้เป็นสื่อกลางในการสื่อสารระหว่างผู้ใช้บริการกับร้านค้าที่ให้บริการ นอกจากนี้ยังเพิ่มฟังก์ชันเพื่อเมความสะดวกสบายในการใช้บริการมากขึ้นยิ่งขึ้น เช่น ระบบในการเช็คเครื่องว่าง การแจ้งเตือนเมื่อเครื่องซักผ้าทำงานเสร็จ ซึ่งทั้งหมดนี้จะทำงานอยู่ภายใต้ระบบ IoT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# The development of control system for coin-operated washing machine using IoT

Ms. Tanchanok Sutidtanukati
Ms. Thidarat Chaithong
Ms. Tisanamadee muenma
Ms. Phanida Waeowong
Assoc. Prof. Dr. Theerayod Wiangtong Adisor

ABSTRACT

This project presents the development of a control system for coin-operated washing machines using the Internet of Things to solve problems identified in surveys and inquiries from users of coin-operated washing machines. by developing a payment system to be able to pay using both coin-operated and electronic methods and using Line Bot to communicate between service users and merchants. It also adds functions to make it more convenient to use the service, such as a system for checking availability and notifications when the washing machine is finished. All of which will work under the Internet of Things system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์จากหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ธีรยศ เวียงทอง ซึ่งได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่มีประโยชน์กับคณะผู้จัดทำ ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอนให้วิชาความรู้ รวมถึงสถาบัน ที่อนุเคราะห์ทุนในงานวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ที่กรุณาให้คำแนะนำและช่วยเหลือประสานงานให้สำเร็จด้วยดี

ท้ายที่สุดนี้ คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณบิดา มารดาและครอบครัว ที่คอยสนับสนุนให้ความช่วยเหลือในทุกด้านและคอยให้กำลังใจตลอดมา จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| **บทคัดย่อ** | I |
| **ABSTRACT** | II |
| **กิตติกรรมประกาศ** | III |
| **สารบัญ** | IV |
| **สารบัญรูปภาพ** | VI |
| **สารบัญตาราง** | VII |
| **บทที่ 1 บทนำ** | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย | 2 |
| 1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงงาน | 2 |
| 1.4 วิธีการที่ใช้ในโครงงาน | 2 |
| 1.5 แผนการดำเนินงานโครงงาน | 3 |
| 1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย | 4 |
| **บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง** | 5 |
| 2.1 เครื่องซักผ้า | 5 |
| 2.2 การออกแบบระบบควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ | 5 |
| 2.3 เครื่องหยอดเหรียญ | 6 |
| 2.3.1 หลักการทำงานของเครื่องหยอดเหรียญ | 6 |
| 2.3.2 ส่วนประกอบของเครื่องหยอดเหรียญ | 6 |
| 2.4 Relay Board | 7 |
| 2.4.1 ส่วนประกอบของ Relay | 8 |
| 2.4.2 จุดต่อใช้งานมาตรฐานในวงจร | 8 |
| 2.5 บอร์ดราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi) | 8 |
| 2.6 ESP8266 รุ่น ESP-12E | 9 |
| 2.7 Voltage Sensor | 10 |
| 2.8 ภาษาซี | 10 |
| 2.9 ภาษา Java | 10 |
| 2.10 Line bot | 11 |
| 2.11 IoT (Internet of Things) | 11 |
| 2.12 Node-RED | 13 |
| 2.13 MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) | 13 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

2.14 Omise 14
**บทที่ 3 การดำเนินงานและออกแบบระบบควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ** 16
3.1 ติดตั้ง Raspberry Pi OS 18
3.2 ติดตั้ง MQTT บน Raspberry Pi 18
3.3 การสร้าง Line bot ตอบข้อความอัตโนมัติด้วย Node.js 19
3.4 การเปิดรับการชำระเงินด้วย Omise 20
3.5 การเชื่อมต่อ NodeMCU กับ Volt Sensor ตรวจสอบการทำงานของเครื่องซักผ้า 21
3.6 การเชื่อมต่อ NodeMCU กับ relay เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดของเครื่องซักผ้า 21
3.7 Diagram แสดงการทำงานของ NodeMCU 22
3.8 Diagram แสดงการทำงานของ Line Bot 24
3.9 การใช้งาน Node-RED เพื่อรับ-ส่งข้อมูลมาแสดงผลต่อผู้ใช้งาน 29
**บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลองระบบควบคุมเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ** 30
4.1 การทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ 30
4.1.1 ผลการวัดค่ากระแส ON ผ่าน Voltage Sensor 30
4.1.2 ผลการวัดค่ากระแส OFF ผ่าน Voltage Sensor 31
4.1.3 ค่าความคลาดเคลื่อนของกระแสที่วัดได้จาก Voltage Senser 31
4.2 การทำงานของส่วนรับส่งข้อมูลของ Line bot 34
4.2.1 การเช็คสถานะการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ 34
4.2.2 การส่งคิวอาร์โค้ดเพื่อให้ผู้ใช้บริการชำระค่าบริการ 34
4.2.3 การแจ้งสถานะเมื่อเครื่องซักผ้าใช้งานเสร็จสิ้น 35
4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน 35
**บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ** 37
5.1 สรุปผลการทดลอง 37
5.2 ข้อเสนอแนะ 37
**เอกสารอ้างอิง** 38
**ภาคผนวก** 39
**ประวัติผู้เขียน** 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูปภาพ


| รูปที่ | หน้า |
|---|---|
| **1.1** เครื่องซักผ้าแบบหยอดเหรียญ | 1 |
| **2.1** การออกแบบระบบควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ | 5 |
| **2.2** เครื่องหยอดเหรียญ | 6 |
| **2.3** Relay Board | 7 |
| **2.4** บอร์ดราสเบอร์รี่พาย | 8 |
| **2.5** ESP-8266 รุ่น ESP-12E | 9 |
| **2.6** Voltage Senser | 10 |
| **2.7** การทำงานของ Line bot | 11 |
| **2.8** Internet of Things | 12 |
| **2.9** Node-RED | 13 |
| **2.10** Message Queuing Telemetry Transport | 14 |
| **2.11** ระบบรับชำระและจัดการเงิน | 14 |
| **3.1** ผลจากแบบสอบถามปัญหาของผู้ใช้บริการเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ | 16 |
| **3.2** ผลจากแบบสอบถามความสะดวกของผู้ใช้บริการเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ | 16 |
| **3.3** ผลจากแบบสอบถามความสะดวกในการใช้บริการผ่านทางช่องทาง LINE BOT ของผู้ใช้บริการเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ | 17 |
| **3.4** ผลจากแบบสอบถามความต้องการของร้านเครื่องซักผ้าเกี่ยวกับบริการในรูปแบบออนไลน์ | 17 |
| **3.5** ผลจากแบบสอบถามความสนใจของร้านซักผ้าหากมีการเพิ่มการชำระเงินแบบออนไลน์ | 17 |
| **3.6** ขั้นตอนทั้งหมดในการรับชำระเงินแต่ละรายการ | 20 |
| **3.7** การเชื่อมต่อ Node MCU กับ Relay | 21 |
| **3.8** flowchart แสดงการทำงานของ Node MCU | 22 |
| **3.9** flowchart แสดงการทำงานของ Node MCU | 23 |
| **3.10** flowchart แสดงการทำงานของ Line bot | 24 |
| **3.11** flowchart แสดงการทำงานของ Line bot | 25 |
| **3.12** flowchart แสดงการทำงานของ Line bot | 26 |
| **3.13** flowchart แสดงการทำงานของ Line bot | 27 |
| **3.14** flowchart แสดงการทำงานของ Line bot | 28 |
| **3.15** รูปแสดงการต่อวงจรเพื่อรับส่งข้อมูลผ่าน Node-RED | 29 |
| **4.1** กราฟค่ากระแส ON จาก Voltage Chart | 30 |
| **4.2** กราฟค่ากระแส OFF จาก Voltage Chart | 31 |
| **4.3** การเช็คสถานะการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ | 34 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่** **หน้า**

**4.4** การส่งคิวอาร์โค้ดเพื่อให้ผู้ใช้บริการชำระค่าบริการ 34
**4.5** การแจ้งสถานะเมื่อเครื่องซักผ้าใช้งานเสร็จสิ้น 35
**4.6** ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

**ตารางที่** **หน้า**

**1.1** แผนการดำเนินงานโครงงาน 3

**4.1** ตารางค่าความคลาดเคลื่อนของแรงดันที่วัดได้จาก Voltage Sensor 32

**4.2** ตารางค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของแรงดันที่วัดได้จาก Voltage Sensor 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยมีการเติบโตทางด้านเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก ส่งผลให้มีการพัฒนาเครื่องมือต่าง ๆ ที่จำเป็นในชีวิตประจำวันเพื่ออำนวยความสะดวกต่อการใช้งาน ซึ่งเครื่องซักผ้าก็จัดเป็นหนึ่งในเครื่องมือที่จำเป็นและถูกพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีร้านเครื่องซักผ้าแบบอัตโนมัติเป็นจำนวนมากเพื่อรองรับผู้ใช้บริการในกรณีที่พักอาศัยประเภทหอพัก หรือ อพาร์ตเมนท์ ส่วนใหญ่จะมีพื้นที่สำหรับวางเครื่องซักผ้าให้ผู้พักอาศัยสามารถมาใช้บริการได้ ซึ่งเครื่องซักผ้าจะเป็นชนิดแบบหยอดเหรียญดังรูปที่ 1.1 บ่อยครั้งจะพบเห็นถึงปัญหาในการใช้งานด้านการบริการแลกเหรียญเนื่องจากมีเหรียญไม่เพียงพอ เพราะในปัจจุบันมีรูปแบบการชำระเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย จนทำให้ปัจจุบันแทบจะกลายเป็นสังคมที่ไร้เงินสด สังเกตุได้จากการการทำธุรกรรมทางการเงินที่ไม่ว่าจะเป็นจำนวนน้อยไปจนถึงจำนวนมากก็ยังต้องใช้รูปแบบการชำระเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์ เพราะช่วยลดความเสี่ยงในการถือเงินสดและประหยัดเวลา อีกทั้งยังเพิ่มความสะดวกสบายต่อผู้ใช้บริการ ในอีกปัญหาที่พบคือ เครื่องซักผ้ามีจำนวนจำกัด หากมาใช้งานพร้อมกันอาจเกิดปัญหาเครื่องไม่ว่าง ทำให้ผู้ใช้บริการไม่สามารถใช้บริการได้ ต้องรอคิวเป็นเวลานาน

จากที่กล่าวมาข้างต้น ทางคณะผู้จัดทำจึงได้เล็งเห็นถึงปัญหาในการใช้งาน และต้องการแก้ไขปัญหาโดยการพัฒนาระบบการชำระเงิน ให้สามารถชำระเงินได้ทั้งรูปแบบการชำระเงินแบบหยอดเหรียญและแบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยนำ Line Bot มาใช้เป็นสื่อกลางในการสื่อสารระหว่างผู้ใช้บริการกับทางร้านค้า นอกจากนี้ยังเพิ่มฟังก์ชันเพื่อความสะดวกในการใช้บริการ เช่นระบบในการเช็คเครื่องว่าง การแจ้งเตือนเมื่อเครื่องซักผ้าทำงานเสร็จ ซึ่งทั้งหมดนี้จะทำงานอยู่ภายใต้ระบบ IoT

**รูปที่ 1.1** เครื่องซักผ้าแบบหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1. เพื่อศึกษาหลักการทำงานของ Raspberry Pi และนำมาประยุกต์ใช้กับการพัฒนาระบบการทำงานของเครื่องซักผ้า

2. เพื่อพัฒนาระบบจ่ายเงินของเครื่องซักผ้าให้สามารถชำระเงินในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ และเพิ่ม Function เพื่อความสะดวกในการใช้งาน

3. ใช้ Line Bot เป็นสื่อกลางในการสื่อสารและการให้บริการแก่ผู้ใช้งาน

**1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงงาน**

ขอบเขตการวิจัยครอบครุมถึงขอบเขตพื้นที่ เนื้อหาการวิจัยและขอบเขตระยะเวลาทางคณะผู้จัดทำใช้อาคาร

**1.4 วิธีการที่ใช้ในโครงงาน**

1.4.1 ปรึกษาอาจารย์และกำหนดหัวข้อในการทำงาน

1.4.2 จัดทำแบบสอบถามถึงผู้ใช้บริการร้านเครื่องซักผ้าแบบหยอดเหรียญเพื่อสำรวจปัญหาและข้อเสนอแนะที่พบได้จากการใช้บริการ

1.4.3 ศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่จากการสอบถามผู้ใช้บริการร้านเครื่องซักผ้าแบบหยอดเหรียญและระบบควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ

1.4.4 ศึกษาการทำงานของระบบ IoT และ Raspberry Pi

1.4.5 ออกแบบการชำระเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ และการตรวจการชำระเงิน

1.4.6 ออกแบบระบบตรวจสอบการทำงานของเครื่องซักผ้า (check on-off)

1.4.7 ติดตั้งอุปกรณ์การวัดการทำงานของเครื่องซักผ้าด้วย Voltage Sensor

1.4.8 ติดตั้งการสั่งงาน เปิด-ปิด การทำงานของเครื่องซักผ้าด้วย Relay

1.4.9 ออกแบบระบบควบคุมต่างๆ เช่น การเช็คเครื่องว่าง การแจ้งเตือนเมื่อเครื่องซักผ้าทำงานเสร็จ ที่ควบคุมโดย Raspberry Pi

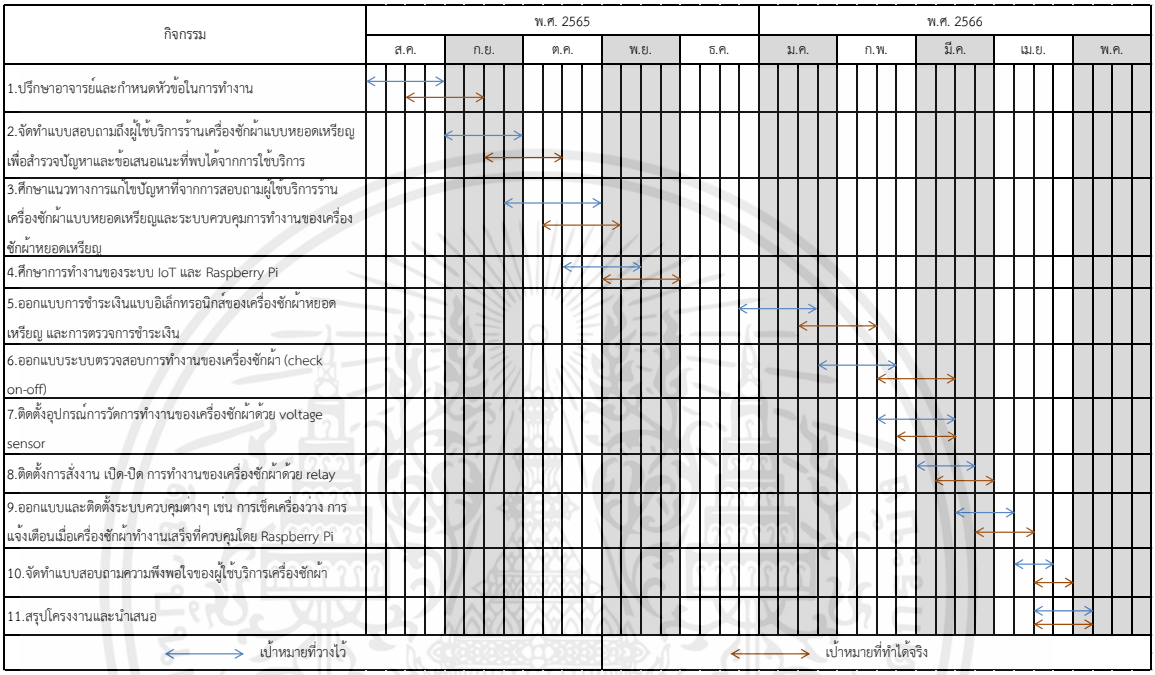
1.4.10 จัดทำแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้บริการเครื่องซักผ้า

1.4.11 สรุปโครงงานและนำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.5 แผนการดำเนินงานโครงงาน

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญด้วย IoT โดยมีระยะเวลาในการดำเนินงาน 2 เทอม ซึ่งสามารถแบ่งเวลาการดำเนินงานได้ดังตารางที่ 1.1




**ตารางที่ 1.1** แผนการดำเนินงานโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย**

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้เป็นการพัฒนาระบบการควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญด้วย IoT ปริญญานิพนธ์นี้ช่วยให้เกิดประโยชน์ในด้านการพัฒนาเทคโนโลยี และประโยชน์ในด้านความสะดวกสบาย

1. ประโยชน์ด้านการพัฒนาเทคโนโลยี

1.1 การพัฒนาระบบควบคุมร้านเครื่องซักผ้าแบบหยอดเหรียญ โดยการบูรณาการความรู้ทางวิศวกรรมให้เข้ากับความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อประหยัดต้นทุนของเครื่องหยอดเหรียญที่ติดตั้งกับเครื่องซักผ้าแต่ละตัว โดยให้รับส่งข้อมูลการใช้งานเครื่องซักผ้าแบบหยอดเหรียญผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต และยังสามารถเก็บข้อมูลของผู้ที่มาใช้บริการได้อีกด้วย

1.2 พัฒนาระบบ IoT ให้สามารถใช้คำสั่งควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังสามารถช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการใช้เครื่องมืออำนวยความสะดวกสบายในชีวิตประจำวัน

2. ประโยชน์ในด้านความสะดวกสบาย

2.1 มีการเพิ่มระบบการติดต่อสื่อสารผ่านทางแอพพลิเคชัน Line Bot ให้ทั้งผู้ใช้บริการและผู้ให้บริการได้ใช้งาน ทั้งนี้ช่วยลดเวลาในการรอคิวร้านเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญโดยสามารถเช็คได้ผ่านแอพพลิเคชัน Line Bot รวมถึงมีข้อความแจ้งเตือนเมื่อเครื่องซักผ้าทำงานเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2

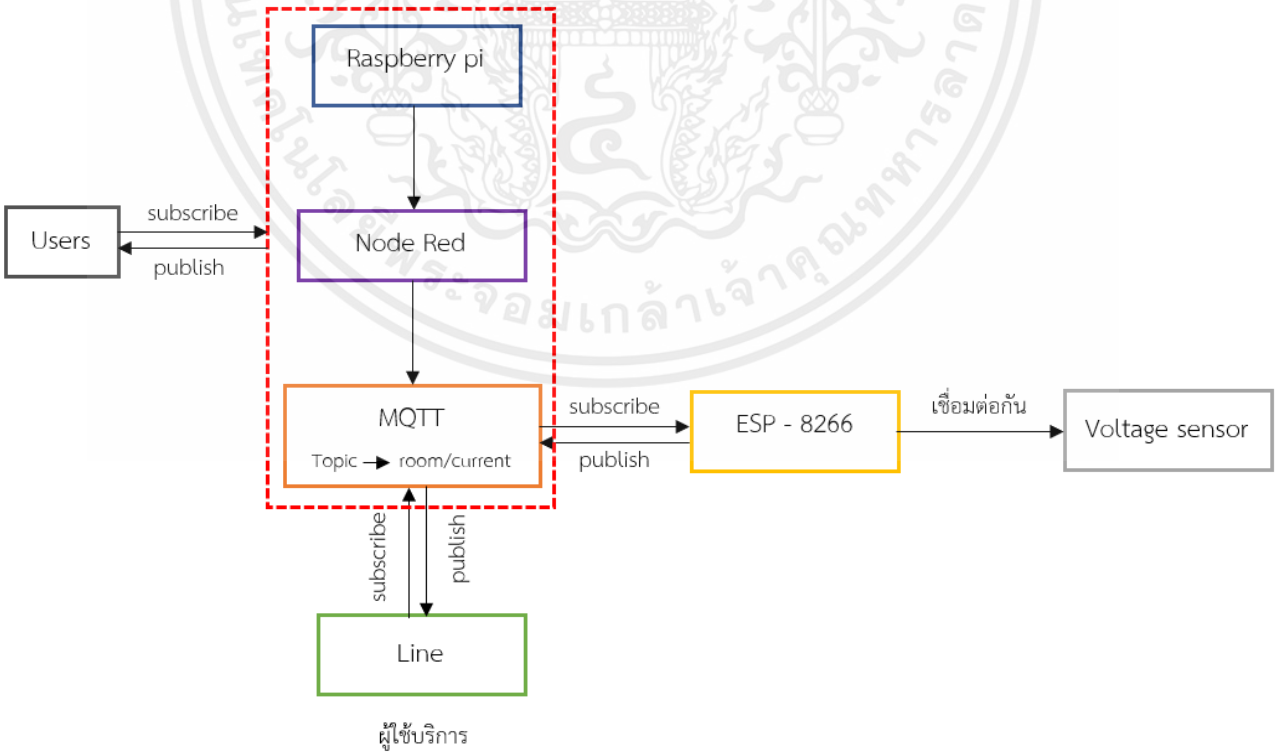
# ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 เครื่องซักผ้า

เครื่องซักผ้า เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำความสะอาดเสื้อผ้า และเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้นทุกขณะ เพราะนอกจากจะช่วยผ่อนแรงจากการทำงานหนักมาทั้งวันแล้ว ยังสามารถประหยัดเวลาเพื่อนำไปใช้ทำกิจกรรมอื่นๆ ที่สำคัญหรืองานอดิเรกในวันหยุดพักผ่อนได้อีกด้วย ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มๆได้หลายลักษณะ เช่น แยกตามขนาดของเครื่อง ลักษณะของเครื่อง หรือลักษณะการใช้งาน เครื่องซักผ้าประเภทใช้ตามบ้านเรือนสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. เครื่องซักผ้าแบบกึ่งอัตโนมัติ (2 ถัง) ประเภทนี้จะมีถังซักและถังปั่นแยกออกจากกัน ต้องคอยดูแลการทำงานของเครื่องเป็นระยะตลอดเวลา ในการเปิดน้ำเข้าและถ่ายน้ำทิ้ง แล้วย้ายผ้ามาปั่นแห้ง
2. เครื่องซักผ้าแบบอัตโนมัติ (ถังเดี่ยว) ประเภทนี้จะซักและทำหน้าที่ปั่นแห้งในเครื่องเดียวกัน แบ่งได้เป็น เครื่องเปิดฝาหน้า และ เครื่องเปิดฝาบน

## 2.2 การออกแบบระบบควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ




**รูปที่ 2.1** การออกแบบระบบควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.1 แอพพลิเคชั่นไลน์จะทำการ Subscribe ข้อมูลหรือคำสั่ง (Topic) จากผู้ใช้บริการ ผ่าน MQTT Broker ที่เป็น protocol รับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ เพื่อใช้งานร่วมกับ Raspberry pi ส่งไปยัง ESP8266 ที่ต่อกับอุปกรณ์ Voltage Sensor คอยวัดค่าแรงดันไฟฟ้าโดยเชื่อมต่อกับวงจรไฟฟ้าที่ต้องการวัดแรงดัน จากนั้นทำการ publish ค่าขึ้นไปยัง MQTT Broker เพื่อส่งไปยังอุปกรณ์ที่ Subscribe ไว้ แอพพลิเคชั่นไลน์ก็จะได้รับข้อมูลจาก ESP-8266 ที่ต่ออยู่กับ Voltage Sensor เรียบร้อย

## 2.3 เครื่องหยอดเหรียญ

**รูปที่ 2.2** เครื่องหยอดเหรียญ

2.3.1 หลักการทำงานของเครื่องหยอดเหรียญ

หลังจากที่ผู้ใช้บริการหยอดเหรียญครบตามจำนวนที่กล่องหยอดเหรียญตั้งไว้ดังรูปที่ 2.2 กล่องจะส่งไฟเข้าเครื่องซักผ้า รีเลย์ที่ 1 จะทริกเพื่อเปิดเครื่องซักผ้า พร้อมทั้งตรวจเช็คว่าเครื่องซักผ้าเปิดหรือไม่ (เช็คจากไฟเครื่องซักผ้า) ภายใน 3 วินาที หากไฟที่เครื่องซักผ้าไม่ติดกล่องจะรีทริกจนกว่าจะติด หากไฟที่เครื่องติด รีเลย์ที่ 2 จะทริกเพื่อเลือกระดับน้ำ สุดท้ายรีเลย์ตัวที่ 3 จะทริกเพื่อสตาร์ท ต่อไปจะเป็นหน้าที่ของเครื่องซักผ้าทำงานเองไปจนจบโปรแกรม (ซัก ล้าง ปั่นหมาด) พอเครื่องซักผ้าจบไฟที่หน้าเครื่องจะดับ กล่องหยอดเหรียญจะรับรู้ว่าเครื่องซักผ้าจะโปรแกรมแล้วจะรีเซ็ตเพื่อรอรับเหรียญจากลูกค้ารายต่อไป

2.3.2 ส่วนประกอบของเครื่องหยอดเหรียญ

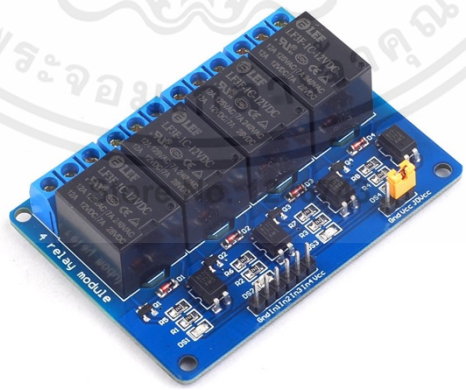
คำอธิบายแต่ละหมายเลข มีดังนี้

1. ปรับความไวแสง ค่าที่ถูกตั้งมาจากโรงงาน คือ ค่าที่ดีสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สายเคาน์เตอร์ (สีเทา) 2 เส้น
   สายไฟเลี้ยง 12 โวลต์ (สีแดง) 1 เส้น
   สายกราวด์ (สีดำ) 1 เส้น
   สายสัญญาณเอาต์พุต (สีแดง) 1 เส้น
3. N.O. (Normally Open) เมื่อไม่มีการหยอดเหรียญจะมีสถานะเป็น High (Vcc) เมื่อมีการหยอดเหรียญและรับเหรียญ จะมีสถานะเป็น Low (Ground) แล้วจึงเปลี่ยนสถานะกลับเป็น High ดังเดิม N.C. (Normally Close) เมื่อไม่มีการหยอดเหรียญจะมีสถานะเป็น Low (Ground) เมื่อมีการหยอดเหรียญและรับเหรียญ จะมีสถานะเป็น High (Vcc) แล้วจึงเปลี่ยนสถานะกลับเป็น Low (Ground) ดังเดิม
4. ปรับคาบของสัญญาณ 20 มิลลิวินาที, 40 มิลลิวินาที หรือ 100 มิลลิวินาที
5. ที่ใส่เหรียญต้นแบบ
6. เลือกความไวในการจับสัญญาณ (ไว หรือ ปกติ)
7. ที่ปรับขนาดของช่อง สำหรับรับเหรียญเข้ามา
8. ช่องหยอดเหรียญ
9. คันโยก กดเมื่อต้องการเอาเหรียญที่หยอดค้างที่เครื่อง เนื่องจากเหรียญไม่ตรงกับเหรียญต้นแบบ
10. เมื่อมีเหรียญแปลกปลอม (เหรียญที่หยอดไม่ตรงกับเหรียญต้นแบบ) เครื่องจะคืนเหรียญออกมาตามช่องนี้
11. ช่องสำหรับนำเครื่องหยอดเหรียญไปติดตั้ง

## 2.4 Relay Board




**รูปที่ 2.3** Relay Board

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีเลย์ (Relay) คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าเปรียบเสมือนสวิตช์สำหรับตัดต่อในวงจรควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งหลักการทำงานของรีเลย์จะทำงานโดยการป้อนไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าให้เป็นสนามแม่เหล็กไปใช้สำหรับดูดหน้าสัมผัส (contact) ให้เปลี่ยนทิศทางการไหลของไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.3

2.4.1 ส่วนประกอบของ Relay

1. ขดลวด (coil) ทำหน้าที่รับแรงดันไฟฟ้าและเปลี่ยนเป็นสนามแม่เหล็ก เพื่อไปดูดหน้าสัมผัส
2. หน้าสัมผัส (contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์ เพื่อกำหนดทิศทางการจ่ายไฟ

2.4.2 จุดต่อใช้งานมาตรฐานในวงจร

- จุดต่อ NC ย่อมาจาก normal close หมายความว่า ปกติปิด คือ หากยังไม่มีการจ่ายไฟให้ขดลวด (coil) หน้าสัมผัสนี้จะเชื่อมต่อกับจุดต่อ C โดยทั่วไปแล้วเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลา
- จุดต่อ NO ย่อมาจาก normal open หมายความว่า ปกติเปิด คือ หากยังไม่มีการจ่ายไฟให้ขดลวด (coil) หน้าสัมผัสจะยังไม่เชื่อมต่อกับจุดต่อ C โดยทั่วไปแล้วเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานในช่วงเวลาจำกัดเท่านั้น

## 2.5 บอร์ดราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi)

**รูปที่ 2.4** บอร์ดราสเบอร์รี่พาย

Raspberry Pi คือ บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก มีขนาดเท่ากับบัตรเครดิต ดังรูปที่ 2.4 ซึ่งผู้สร้างมีจุดมุ่งหมายให้ Raspberry Pi เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่มีราคาย่อมเยาสามารถจับต้องได้ และยังสามารถเชื่อมต่อ Raspberry Pi เข้ากับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด หรือเมาส์ ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Raspberry Pi สามารถทำงานได้เหมือนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกอย่าง และยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ให้สามารถควบคุมผ่าน Raspberry Pi ระบบปฏิบัติการของ Raspberry Pi มีชื่อว่า Raspbian OS แต่ก็สามารถนำระบบปฏิบัติตัวอื่นมาใช้ได้เช่นกัน ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของผู้ใช้งาน ซึ่งในโครงงานนี้ทางคณะผู้จัดทำได้เลือกใช้ Raspberry Pi 4 ที่มีการอัพเกรดและปรับปรุงเป็นเวอร์ชั่นล่าสุด

**2.6 ESP8266 รุ่น ESP-12E**

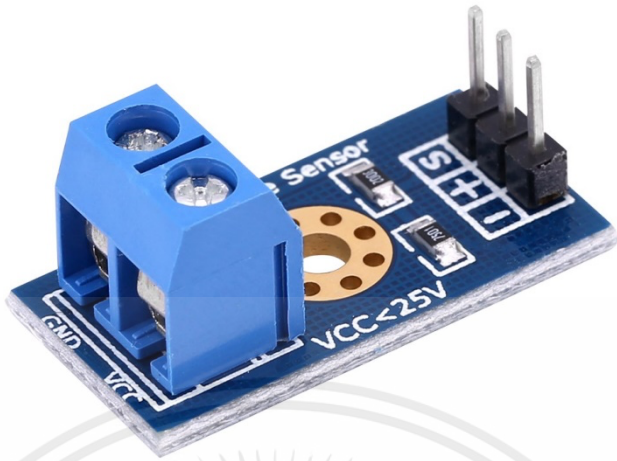
**รูปที่ 2.5** ESP-8266 รุ่น ESP-12E

ESP8266 รุ่น ESP-12E ดังรูปที่ 2.5 คือ Node MCU V2 เป็นบอร์ดที่ใช้ ESP8266 เป็น CPU สำหรับประมวลผลโปรแกรมต่างๆ มีขนาดเล็กกว่าและมีพื้นที่เขียนโปรแกรมลงไปมากกว่า Arduino สามารถเชื่อมต่อกับ Wi-Fi ได้ ESP8266 รุ่น ESP-12E เป็น Modules Wi-Fi ขลาดเล็ก แหล่งจ่ายไฟแรงดัน 3.3V ใช้พลังงานต่ำ รองรับการทำงานหลากหลายรูปแบบ เช่น Server Client AP และ Client+AP สามารถเขียนโปรแกรมได้หลายภาษา และการเชื่อมต่อแบบ Serial UART โดยใช้ AT Command ในการสั่งและควบคุมการทำงาน มีพื้นที่หน่วยความจำรอม 4MB ซึ่งเพียงพอสำหรับการเขียนโปรแกรมขนาดใหญ่ อีกทั้งภายในยังเป็น ARM ขนาดย่อม ใช้ความถี่สูงถึง 40MHz ทำให้สามารถประมวลผลโปรแกรมได้อย่างรวดเร็ว

ESP-12E เป็นรุ่นที่พัฒนามาจาก ESP-12 โดยเพิ่มขาตรงส่วนท้ายของแผ่นปริ้น 6 ขา ได้แก่ SCLK MOSI MISO ซึ่งเป็นขาที่ใช้เชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล SPI เนื่องจากรุ่นอื่นไต้องใช้ขา GPIO อื่นๆในการใช้โปรโตคอล SPI เมื่อมีขาเพิ่มขึ้นมาทำให้ไม่ต้องใช้ GPIO อื่นๆ ทำให้ประหยัดการในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7 Voltage Sensor




**รูปที่ 2.6** Voltage Sensor

Voltage Sensor เป็นโมดูลที่สร้างขึ้นง่ายๆด้วยการใช้หลักการ Voltage Divider แบ่งแรงดันสูงให้เหลือแรงดันต่ำ ดังรูปที่ 2.6 เพื่อให้สามารถต่อเข้ากับบอร์ด Arduino ได้ โมดูลที่ทางร้านมีขายนั้นจะเป็นการวัดแรงดันไม่เกิน 25V แบ่งแรงดันให้ลงมาเหลือไม่เกิน 5V เพื่อต่อเข้ากับ Arduino ซึ่งหากต้องการแรงดันมากกว่านี้ก็สามารถสร้างอุปกรณ์โดยใช้ตัวต้านทานลองตัวอนุกรมกัน

## 2.8 ภาษาซี

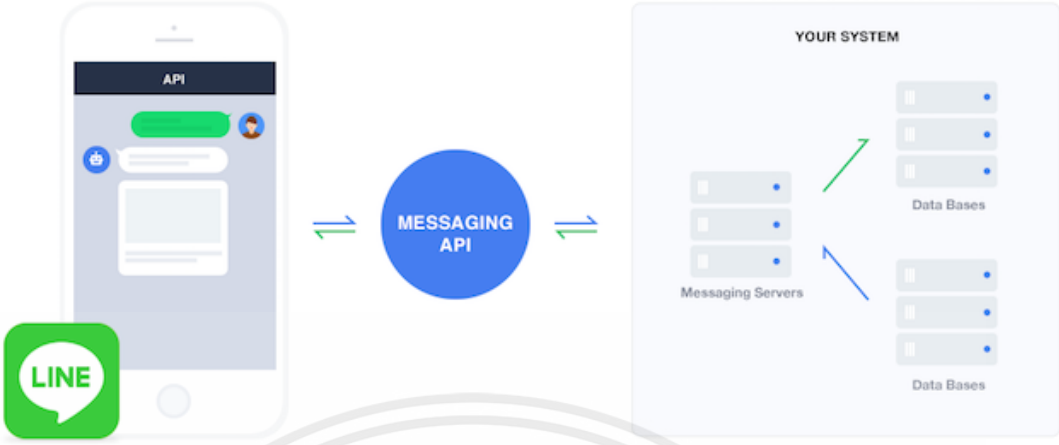
ภาษาซี คือ ภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง ที่ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมประยุกต์ต่าง เช่นเดียวกับ ภาษาปาสคาล ภาษาเบสิก และภาษาฟอร์แทรน เป็นต้น นอกจากนี้ภาษาซียังใช้สำหรับเขียนโปรแกรมระบบและโปรแกรมสำหรับควบคุมฮาร์ดแวร์บางส่วนที่ภาษาโปรแกรมระดับสูงหลายภาษาไม่สามารถทำได้ ภาษาซีจึงจัดเป็นภาษาระดับกลางด้วย

## 2.9 ภาษา Java

ภาษา Java คือ ภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ พัฒนาโดย เจมส์ กอสลิง และวิศวกรคนอื่นๆ ที่บริษัท ซัน ไมโครซิสเต็มส์ ภาษานี้มีจุดประสงค์เพื่อใช้แทนภาษาซีพลัสพลัส C++ โดยรูปแบบที่เพิ่มเติมขึ้นคล้ายกับภาษาอ็อบเจกต์ทีฟซี (Objective-C) แต่เดิมภาษานี้เรียกว่า ภาษาโอ๊ก (Oak) ซึ่งตั้งชื่อตามต้นโอ๊กใกล้ที่ทำงานของ เจมส์ กอสลิง แล้วภายหลังจึงเปลี่ยนไปใช้ชื่อ “จาวา” ซึ่งเป็นชื่อกาแฟแทน จุดเด่นของภาษา Java อยู่ที่ผู้เขียนโปรแกรมสามารถใช้หลักการของ Object-Oriented Programming มาพัฒนาโปรแกรมของตนด้วย Java ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.10 Line Bot




**รูปที่ 2.7** การทำงานของ Line bot

Line Bot คือ Line Official Account ที่ได้นำ Messaging API มาใช้ เป็นบริการ API ตัวหนึ่งที่เปิดให้บริการสำหรับนักพัฒนา โดยเจ้าของ Line Official Account จะทำการกำหนดหรือตั้งค่าไว้ด้านหลังบ้านของบริการ เพื่อให้สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้งานได้โดยที่ไม่ต้องใช้คนมาเป็นคนตอบ ดังรูปที่ 2.7 ซึ่งนี่คือข้อดีของการใช้บริการตอนนี้ เพราะนอกจากจะทำให้ผู้ใช้ใช้งานได้ง่ายมากขึ้นแล้ว ผู้ที่เป็นแอดมินก็จะสะดวกสบายมากขึ้นเช่นกัน เพราะไม่ต้องมาคอยตอบคำถามที่ถามซ้ำๆ หรือไม่จำเป็นต้องมานั่งเก็บข้อมูลทีละคน เพราะบริการนี้จะช่วยเหลือคุณได้ทุกอย่างที่สามารถทำได้

## 2.11 IoT (Internet of Things)

**รูปที่ 2.8** Internet of Things

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

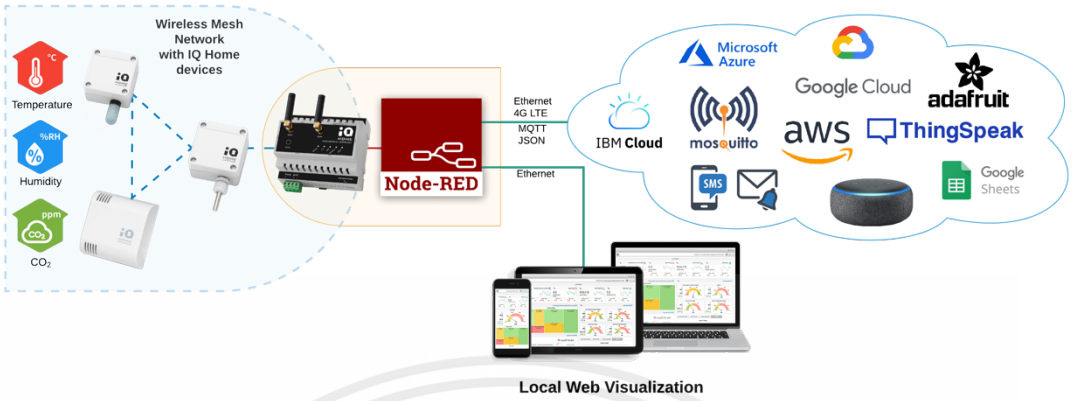
IoT (Internet of Things) คือ เครือข่ายรวมของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อถึงกันและเทคโนโลยีที่อำนวยความสะดวกในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์กับระบบคลาวด์ ตลอดจนระหว่างอุปกรณ์ด้วยกันเอง ดังรูปที่ 2.8 จากการเกิดขึ้นของชิปคอมพิวเตอร์ราคาไม่แพงและการสื่อสารโทรคมนาคมที่มีแบนด์วิดท์สูง จึงทำให้ตอนนี้มีอุปกรณ์หลายพันล้านเครื่องที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต ซึ่งหมายความว่าอุปกรณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น เครื่องซักผ้า สามารถใช้เซ็นเซอร์เพื่อรวบรวมข้อมูลและตอบสนองต่อผู้ใช้ได้อย่างชาญฉลาด

2.11.1 องค์ประกอบของ Internet of Things

1. Data Ingestion คือ การอินพุตข้อมูลของ Things/Device จาก Internet of Things มี 2 ประเภท แบบซับซ้อน เช่น วิดีโอแบบเรียลไทม์ โดยข้อมูลภาพและเสียงจะถูกนำเข้าตลอดเวลา แบบไม่ซับซ้อน เช่น การรับค่าน้ำหนัก
2. Data Transmission คือ การรับส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ Internet of Things ไปยัง Internet of Things ตัวอื่นๆ หรือส่งไปเก็บข้อมูลหรือประมวลผล โดยส่งผ่านทาง IoT Gateway สามารถสื่อสารกันได้หลายรูปแบบ เช่น Bluetooth, WiFi, NRF2.4GHz, 4G, LoRa, NBIoT รูปแบบ อื่นๆ เช่น ดาวเทียม, ไมโครเวฟ หรือแม้กระทั่งใช้สาย LAN
3. Data Processing คือ ส่วนที่ประมวลผล เก็บข้อมูล ซึ่งสามารถประมวลผลได้ 2 ประเภท การประมวลผลใกล้กับแหล่งข้อมูล เรียกว่า Edge Computing เป็นการนำข้อมูลจำนวนมหาศาลมาประมวลผลที่ต้นทางที่ใกล้กับแหล่งข้อมูล และการประมวลผลบน Cloud
4. Data Visualization คือ การนำข้อมูล IoT ที่ถูกวิเคราะห์ ผ่านการประมวลผล มาจัดเก็บเพื่อให้ง่ายต่อการนำเสนอในรูปแบบของ Text และกราฟ ซึ่งแสดงผลได้ทางบน Mobile และ Desktop
5. Data Analysis and Prediction คือ การนำข้อมูลมาวิเคราะห์ โดยใช้ Data Mining, Machine Learning และ AI เพื่อช่วยในการทำนายและตัดสินใจล่วงหน้า เช่น การนำข้อมูล ของหุ้นในตลาดหุ้นไทยมาทำการวิเคราะห์และทำนายว่า หุ้นตัวใดจะราคาขึ้นราคาลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

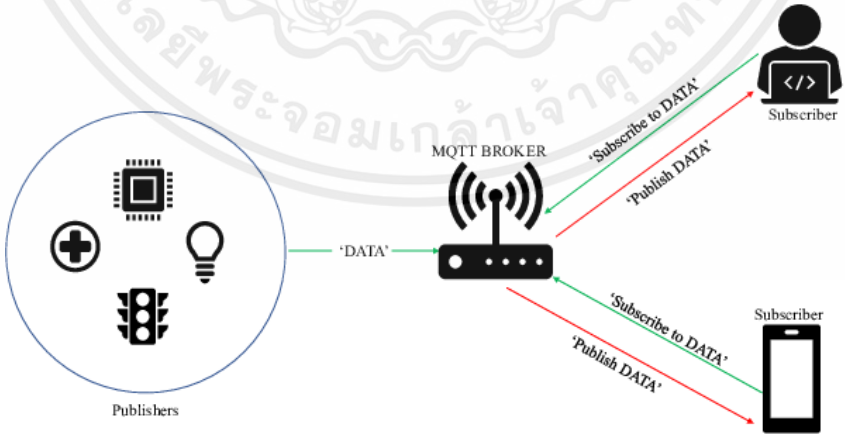
## 2.12 Node-RED




**รูปที่ 2.9** Node-RED

Node-RED คือ แอปพลิเคชันตัวหนึ่งที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานกับระบบ IoT อย่างกว้างขวาง ดังรูปที่ 2.9 เนื่องจากเป็น Open source จึงทำให้มีผู้พัฒนาโปรแกรมมากมาย รวมถึงตัวอย่างโปรแกรมที่สามารถส่งต่อและศึกษาได้อย่างง่าย ทางคณะผู้จัดทำจึงนำ Node-RED มาช่วยพัฒนาโปรแกรมให้สามารถทำงานให้เครื่องมือ IoT (Internet of Things) ตามที่ต้องการผ่านเว็บบราวเซอร์โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้พัฒนาคือ Raspberry Pi 4

## 2.13 MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)

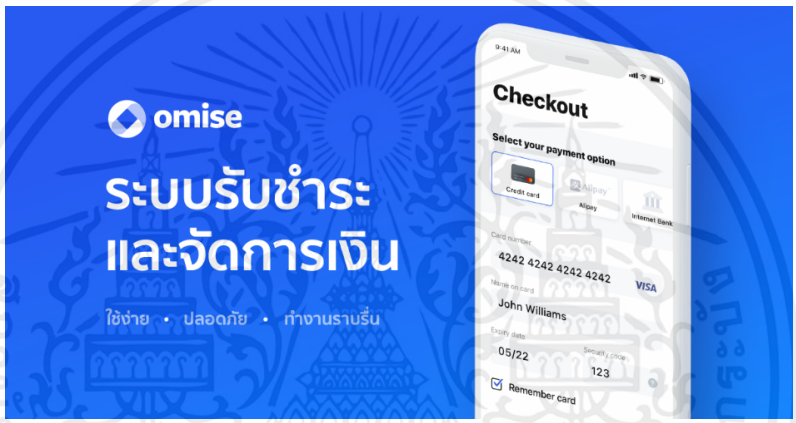



**รูปที่ 2.10** Message Queuing Telemetry Transport

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) เป็น โปรโตคอล (Protocol) สำหรับการติดต่อสื่อสารและรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ ที่เชื่อมต่อกันอยู่บนระบบเครือข่ายภายใน (LAN) และระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต อาทิ เช่น คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน เซ็นเซอร์อุณหภูมิ เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว สวิตช์และปลั๊กไฟอัจฉริยะ อุปกรณ์ระบบกันขโมย อุปกรณ์ระบบควบคุมอัตโนมัติ และอุปกรณ์อื่นๆ เป็นต้น ดังรูปที่ 2.10 การรับส่งข้อมูลด้วย MQTT นั้นรวดเร็ว เนื่องจากข้อมูลมีขนาดเล็กมากสามารถส่งไปยังหรือรับข้อมูลจากอุปกรณ์จำนวนมากได้พร้อมๆ กัน โดยใช้ระบบ Broker, Publisher, Subscriber และ Topic ซึ่ง Broker นั้นก็คือ MQTT Server

## 2.14 Omise



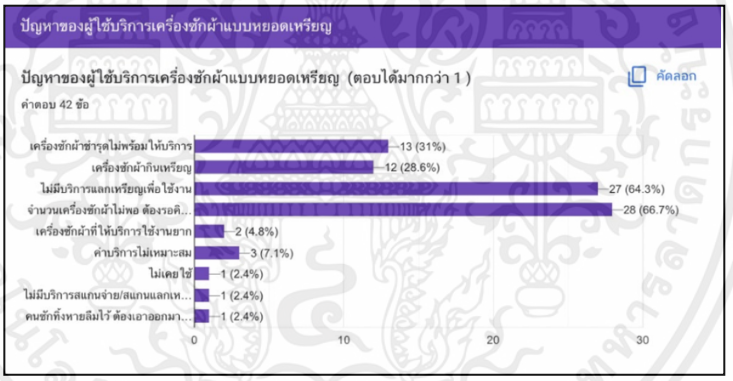

**รูปที่ 2.11** ระบบรับชำระและจัดการเงิน

Omise เป็นระบบรับชำระและจัดการเงินควบคุมได้เองทุกอย่าง ดังรูปที่ 2.11 ตั้งแต่การออกแบบหน้ารับชำระเงิน การรักษาความปลอดภัย ไปจนถึงการโอนเงินออกจากระบบ ซึ่งในปัจจุบันการชำระการซื้อสินค้าหรือบริการบนอินเทอร์เน็ต เราสามารถชำระเงินได้หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นการโอนเงิน บิลเพย์เมนต์ อินเทอร์เน็ตแบงก์กิง บัตรเครดิตหรือบัตรเดบิต ก็สามารถทำได้บน Omise ทั้งสิ้นซึ่งสะดวกสำหรับธุรกิจ E-commerce โดย Omise เองจะมีระบบงานอัตโนมัติที่ไม่ต้องลงมือเอง งานประจำให้ระบบทำแทน เลือกเชื่อม API ของเราให้เข้ากับระบบการทำงานของธุรกิจ งานที่ซ้ำซากจำเจ งานที่ต้องใช้ความถูกต้องแม่นยำสูง สามารถตั้งระบบไว้ล่วงหน้า และจัดการทุกอย่างแบบอัตโนมัติ ทำให้ลดโอกาสการทำพลาด และยังเป็นมิตรกับนักพัฒนาระบบ

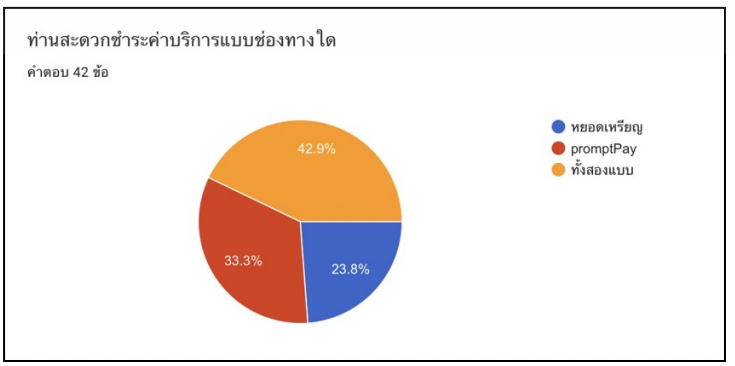
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# การดำเนินงานและออกแบบระบบควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ

โครงงานนี้นำเสนอการออกแบบพัฒนาเครื่องซักผ้าแบบหยอดเหรียญอัตโนมัติ เพื่อความสะดวกในการใช้งานมากขึ้น โดยผู้จัดทำได้ทำแบบสอบถามถึงผู้ใช้บริการร้านเครื่องซักผ้าแบบหยอดเหรียญเพื่อสำรวจปัญหาและข้อเสนอแนะที่พบได้จากการใช้บริการ โดยผู้ใช้บริการส่วนใหญ่เป็นผู้ที่พักอาศัยอยู่ในหอพักหรืออพาร์ตเมนท์ พบว่าเหตุผลในการใช้บริการเครื่องซักผ้าแบบหยอดเหรียญ คือ มีความสะดวกรวดเร็วและอยู่ใกล้ที่พักอาศัย ส่วนปัญหาจากการใช้บริการ คือ มีจำนวนเครื่องซักผ้าไม่เพียงพอทำให้ต้องรอคิวนาน และไม่มีบริการแลกเหรียญเพื่อใช้งาน ดังรูปที่ 3.1 นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ใช้บริการมีความสะดวกในการชำระค่าบริการทั้งทางออนไลน์และแบบหยอดเหรียญ ดังรูปที่ 3.2 ทั้งหมดที่กล่าวมานี้จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ทางคณะผู้จัดทำได้นำมาพัฒนาและออกแบบการทำงานให้มีความเหมาะสมตามความต้องการของผู้ใช้งานมากขึ้น

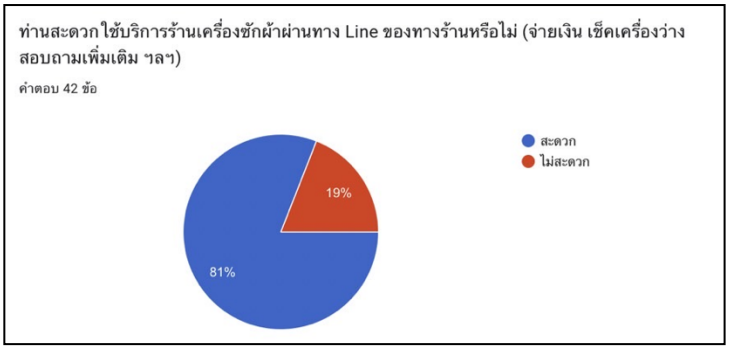



**รูปที่ 3.1** ผลจากแบบสอบถามปัญหาของผู้ใช้บริการเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ



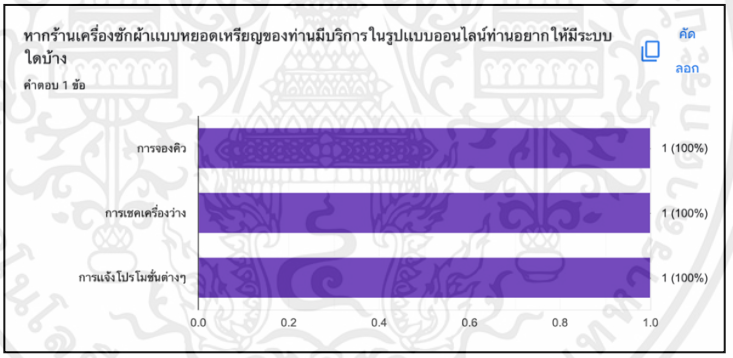

**รูปที่ 3.2** ผลจากแบบสอบถามความสะดวกของผู้ใช้บริการเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

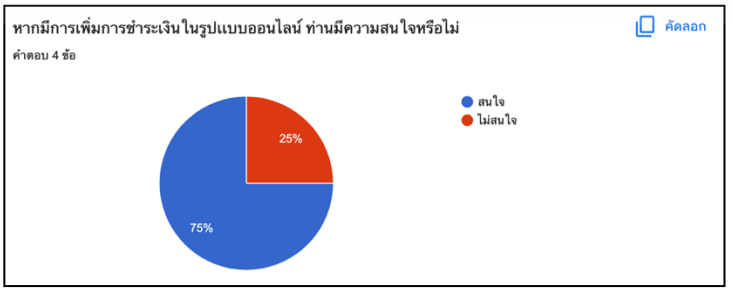



**รูปที่ 3.3** ผลจากแบบสอบถามความสะดวกในการใช้บริการผ่านทางช่องทาง Line Bot ของผู้ใช้บริการเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ

ทั้งนี้ทางคณะผู้จัดทำจึงได้ทำแบบสอบถามเพิ่มเติมถึงผู้ให้บริการร้านเครื่องซักผ้าแบบหยอดเหรียญ ว่าพบปัญหาหรือมีความต้องการปรับปรุงทางด้านใดบ้าง รวมไปถึงมีความสะดวกให้บริการร้านเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญผ่านทางช่องทางออนไลน์มากน้อยเพียงใด ดังแสดงในรูปที่ 3.3




**รูปที่ 3.4** ผลจากแบบสอบถามความต้องการของร้านเครื่องซักผ้าเกี่ยวกับบริการในรูปแบบออนไลน์




**รูปที่ 3.5** ผลจากแบบสอบถามความสนใจของร้านซักผ้าหากมีการเพิ่มการชำระเงินแบบออนไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าผลที่ได้จากแบบสอบถามผู้ให้บริการเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ พบว่ามีความสนใจเพิ่มช่องทางออนไลน์ให้กับทางร้านเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญเพื่อเป็นสื่อกลางระหว่างร้านเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญต่อผู้ใช้บริการ ดังรูปที่ 3.5 และมีความต้องการเพิ่มฟังก์ชันต่างๆ เช่น ระบบการจองคิว ระบบการเช็คเครื่องว่าง การชำระค่าบริการแบบออนไลน์ ผ่านทางแอพพลิเคชั่น Line Bot ดังรูปที่ 3.4 ให้ทั้งผู้ใช้บริการและผู้ให้บริการมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น

**3.1 ติดตั้ง Raspberry Pi OS**

ติดตั้ง Raspberry Pi โดยการนำ Micro SD มาทำการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Raspbian ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการที่เป็นมาตรฐานในการใช้งาน Raspberry Pi โดยการดาวน์โหลด Raspberry Pi OS จาก https://www.raspberrypi.com/software/operating-systems/ เมื่อเสร็จเรียบร้อย ทำการแตกไฟล์ เพื่อจะนำไปติดตั้งระบบปฏิบัติการลงบน Micro SD ทำการดาวน์โหลดโปรแกรมสำหรับเขียน SD card นั่นคือ Win32 Disk Image และเรียกโปรแกรมออกมาใช้งาน ต่อจากนั้นให้สร้าง Directory สำหรับเก็บโปรแกรม ทำการ unzip ไฟล์ที่ดาวน์โหลด ไปไว้ใน Directory ที่สร้างขึ้น run โปรแกรมที่ unzip ไฟล์ที่ดาวน์โหลด แล้วเลือกเป็น .img จากนั้นเลือก Device ที่บรรจุ Micro SD แล้วคลิกปุ่ม Write แล้วรอจนกระทั่งโปรแกรม Process เสร็จเรียบร้อย แสดงว่าขณะนี้ระบบปฏิบัติการ Raspberry Pi OS ได้ถูกเขียนลงบน Micro SD เรียบร้อยพร้อมนำไปใช้งานแล้ว

**3.2 ติดตั้ง MQTT บน Raspberry Pi**

ตรวจสอบหมายเลข IP ปัจจุบันของ Raspberry Pi โดยสามารถใช้โปรแกรม Wireless Network Watcher จากนั้นเรียกโปรแกรม PuTTY ออกมาใช้งาน แล้วป้อนหมายเลข IP ที่ต้องการเชื่อมต่อ เมื่อเชื่อมต่อเรียบร้อยแล้ว ป้อน User pi และ password ที่ได้เปลี่ยนใหม่ เริ่มติดตั้งโปรแกรม (MQTT Server) โดยป้อนคำสั่ง sudo apt-get install mosquitto แล้วกดปุ่ม Enter จนกระทั่งปรากฏบรรทัดรอรับคำสั่ง ติดตั้งตั้ง Clients โดยป้อนคำสั่ง sudo apt-get install mosquitto-clients แล้วกดปุ่ม Enter แก้ไข Configuration โดยพิมพ์ sudo nano/etc/mosquito/mosquitto.conf กดปุ่มคีย์บอร์ดเลื่อนจนถึงบรรทัดท้ายสุด แล้วลบบรรทัดสุดท้ายทิ้ง ป้อนบรรทัดใหม่ 3 บรรทัด บันทึกการเปลี่ยนแปลง จากนั้นสร้าง User และกำหนด password ใหม่ พร้อมกด Enter ก็จะติดตั้ง Mosquitto เสร็จเรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 การสร้าง Line Bot ตอบข้อความอัตโนมัติด้วย Node.js

ออกแบบฟังก์ชันให้ผู้ใช้บริการร้านเครื่องซักผ้าแบบหยอดเหรียญ สามารถติดต่อ-สอบถาม ผ่านทางแอพพลิเคชัน Line Bot อีกทั้งยังมีบริการ การเช็คสถานะเครื่องว่าง การจองเครื่องซักผ้าที่ต้องการใช้งาน รวมไปถึงการชำระค่าบริการ โดยทำเป็นระบบตอบกลับอัตโนมัติ ให้สะดวกทั้งผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการร้านเครื่องซักผ้าแบบหยอดเหรียญ

การสร้าง Line Bot อันดับแรกคือเตรียม Channel ใน Line Developers ก่อน โดยทำการสร้างบัญชีผู้ใช้งานได้ที่ https://developers.line.me จากนั้นเข้าไปสร้าง Provider ขึ้นมาที่ https://developers.line.me/console/register/provider/ เมื่อสร้าง Provider เรียบร้อยแล้วให้เลือก Messaging API เพื่อสร้าง Channel ใส่ข้อมูลและรายละเอียดของ Channel ตามที่ต้องการ

ถัดมาจะเป็นการสร้าง Web Server โดยใช้ Node.js

1. ไปที่โฟลเดอร์โปรเจคของเรากด shift พร้อม คลิกขวา เปิด Powershell
2. สร้างโปรเจค Node.js พิมพ์คำสั่ง npm init -y จะได้ไฟล์ package.json
3. เพิ่มคำสั่ง "start": "node index.js" ใน  package.json
4. ติดตั้ง express package เพิ่มโดยพิมพ์คำสั่ง เมื่อติดตั้งเสร็จ จะเห็นไฟล์ package.json มีส่วน dependencies ขึ้นมา และมีโฟลเดอร์ node_modules เกิดขึ้น
5. สร้างไฟล์ index.js วางโค๊ด web server เข้าไป กด save
6. รันโปรแกรม npm start จากนั้นทดสอบโดยเปิดเว็บ http://localhost:3000/ จะเห็นข้อความตอบกลับมาตามที่ได้เขียนไว้ แต่ Messaging API จะส่ง Webhook ไปยัง web server ที่มี url เป็น https เท่านั้น

**การสร้าง public URL เพื่อการทดสอบด้วย ngrok**

โดย ngrok คือ เครื่องมือที่ทำให้ web หรือ API ที่รันบน localhost สามารถ online และเข้าถึงจาก internet ได้โดยเข้าไปสมัครลงชื่อใช้งานที่ dashboard.ngrok.com/login เมื่อเข้าหน้า Dashboard ไปที่ Setup & Installation จากนั้นกด Download เชื่อมต่อกับบัญชี ngrok ของเรา ไปเอา Authtoken ที่ Your Authtoke จากนั้นรันคำสั่งเพื่อเชื่อมต่อพร้อมแล้วรัน ngrok ได้เลย เปิด Powershell อีกตัวแล้วรันคำสั่ง จะได้ Public URL เอาไปทดสอบเรียกดูที่เว็บเบราว์เซอร์ ตอนนี้ Public URL พร้อมให้ LINE Messaging API ส่ง Webhook มาได้แล้ว

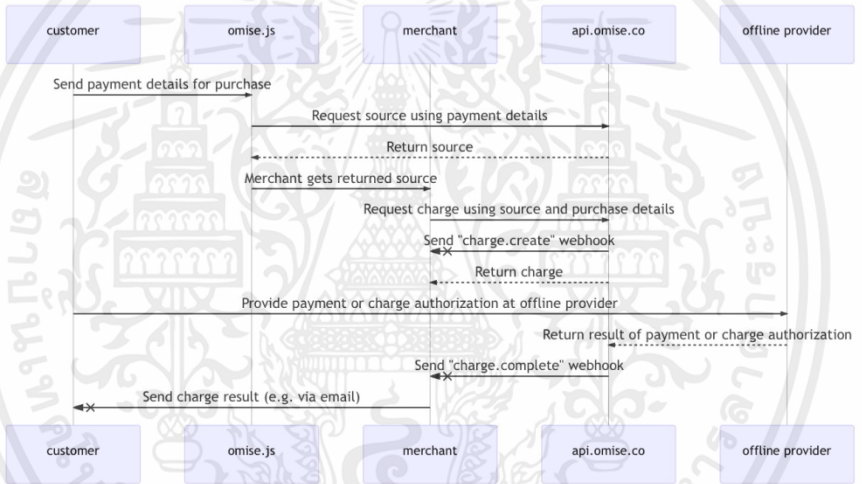
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การเชื่อมต่อ LINE Messaging API กับ Node.js Web API ของเรา**

เอา ngrok URL/webhook ไปใส่ที่ช่อง Webhook URL ของ Channel > Messaging API เพิ่มโค้ด rout /webhook ใน index.js เอาค่าที่ LINE ส่งมาแสดง กดบันทึก แล้วรัน npm start ใหม่ จากนั้นเพิ่มโค้ดให้ตอบกลับใน index.js

## 3.4 การเปิดรับการชำระเงินด้วย Omise

ซื้อที่ต้องการชำระเงินผ่านพร้อมเพย์จะต้องผ่านขั้นตอนการชำระเงินและทำการยืนยันรายการแบบ ออฟไลน์ โดยผู้ซื้อจะต้องทำการสแกนคิวอาร์โค้ดโดยใช้แอปพลิเคชันอินเทอร์เน็ตแบงก์กิ้งของตนเองเพื่อยืนยันรายการ เมื่อผู้ซื้อเลือกพร้อมเพย์เป็นช่องทางการชำระเงินแล้ว เว็บไซต์ของร้านค้าจะมีการแสดงคิวอาร์โค้ดเพื่อให้ผู้ซื้อสแกน ดังแสดงในรูปที่ 3.6




**รูปที่ 3.6** ขั้นตอนทั้งหมดในการรับชำระเงินแต่ละรายการ

ในการสร้างรายการรับชำระเงินผ่านพร้อมเพย์ ให้ร้านค้าส่งคำสั่ง API โดย

1. สร้าง payment source โดยใช้ omise.js
2. สร้าง charge โดยใช้ source
3. เมื่อผู้ซื้อทำรายการสำเร็จและร้านค้าได้รับ webhook event หรือ charge.complete

Source จะเป็นตัวกำหนด source identifier ซึ่งการสร้าง source เพื่อรับชำระเงินผ่านพร้อมเพย์ จะเกิดขึ้นในฝั่งของผู้ซื้อ (client-side) เช่น บนเว็บไซต์หรือโทรศัพท์มือถือของผู้ซื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

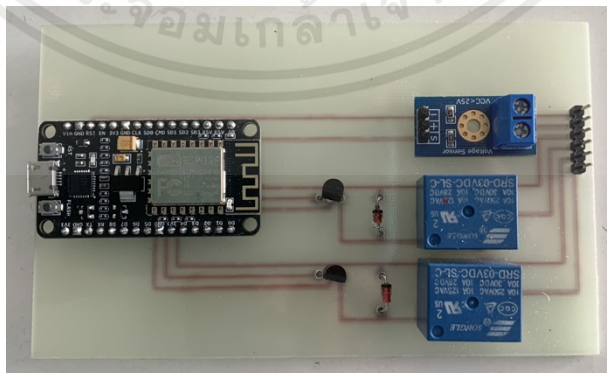
ร้านค้าจะต้องใช้ public key ส่วนการสร้างรายการ charge เพื่อรับชำระเงินผ่านพร้อมเพย์ จะเกิดขึ้นในฝั่งของร้านค้า (server-side) ร้านค้าจะต้องใช้ secret key

### 3.5 การเชื่อมต่อ Node MCU กับ Volt Sensor ตรวจสอบการทำงานของเครื่องซักผ้า

เป็นการนำ Volt Sensor มาต่อคร่อมกับบอร์ดควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าในส่วนของ reset เพื่อวัดแรงดันของเครื่องซักผ้าในการทำงานของแต่ละช่วงแล้วหาความแตกต่างของแรงดันในขณะที่ซักผ้าทำงานและเครื่องซักผ้าหยุดทำงาน โดยใช้ Node MCU ESP8266 มาอ่านค่าจาก Volt Sensor ที่วัดได้และนำค่าที่ได้มากำหนดสถานะของเครื่องซักผ้าเพื่อส่งในผู้ใช้งานได้ทราบ โดยการต่อ Volt Sensor กับ Node MCU และบอร์ดควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้า คือ นำขา A0 ของ Node MCU ต่อกับขา S (Analog Pin) ของ Volt Sensor และขา GND ของ Node MCU ต่อกับ GND ของ Volt Sensor ในส่วนของบอร์ดควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าในส่วนของ reset จะต่อกับขา Vcc และ GND ของ Volt Sensor

### 3.6 การเชื่อมต่อ Node MCU กับ relay เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดของเครื่องซักผ้า

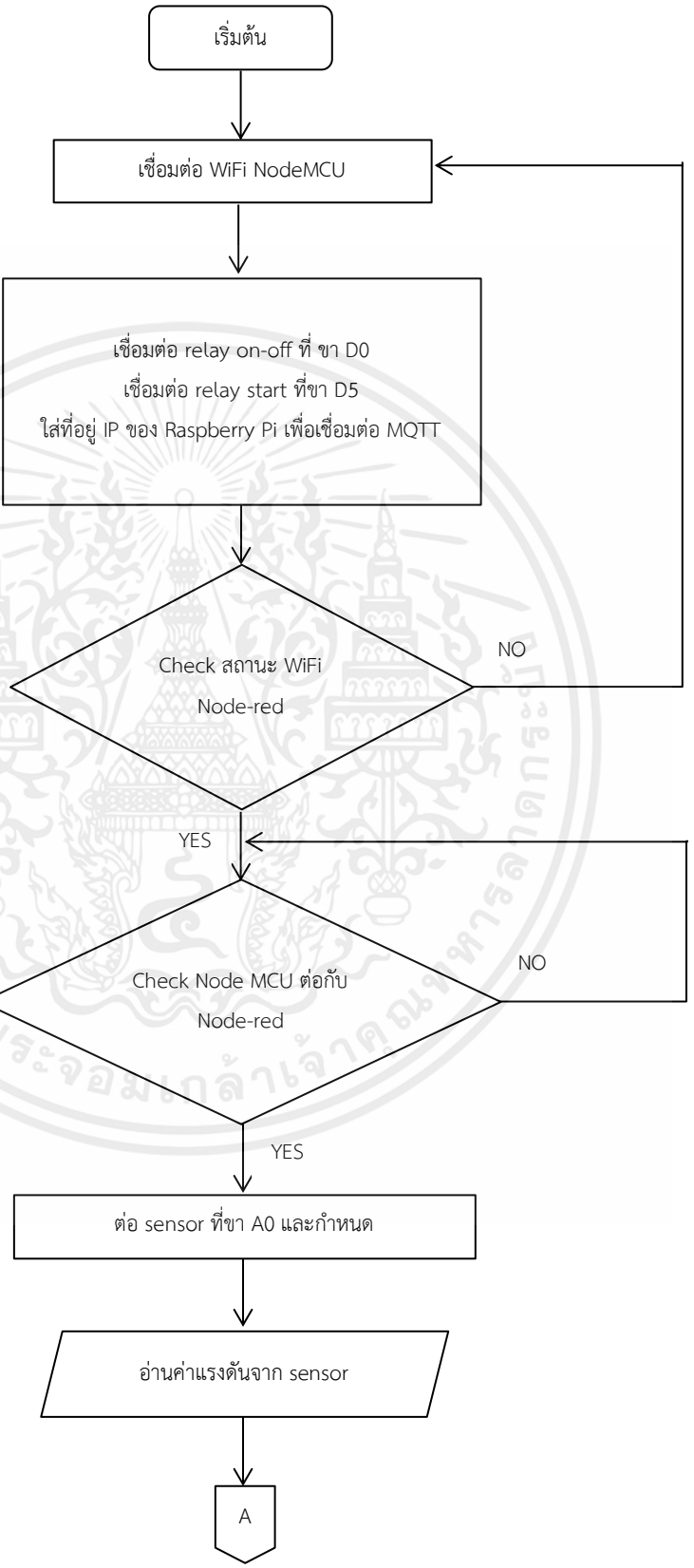
หลังจากผู้ใช้บริการชำระเงินเสร็จสิ้นแล้ว Raspberry Pi จะส่งข้อมูลผ่าน Node MCU เพื่อไปสั่งการให้ Relay เปิดเครื่องซักผ้า ซึ่ง Relay ที่ใช้จะมี 2 ตัว ไว้ควบคุมการเปิด-ปิดการทำงาน คือ ส่วนของ power (เปิดเครื่อง) และ start (เริ่มทำงาน) ที่อยู่บนบอร์ดควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้า โดยการต่อ Relay กับ Node MCU และบอร์ดควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้า คือ นำขาสัญญาณของ Relay ที่ควบคุมในส่วนของ power ต่อกับขา D2 ของ Node MCU และนำขาสัญญาณ Relay ที่ควบคุมการ start ไปต่อกับขา D5 ของ Node MCU นอกจากนี้ Relay ทั้ง 2 ตัวจะต้องมีขาที่ต่อเพื่อรับแรงดันจากบอร์ด Node MCU ที่ขา 3V3 และขา GND ดังแสดงในรูปที่ 3.7



**รูปที่ 3.7** การเชื่อมต่อ Node MCU กับ Relay

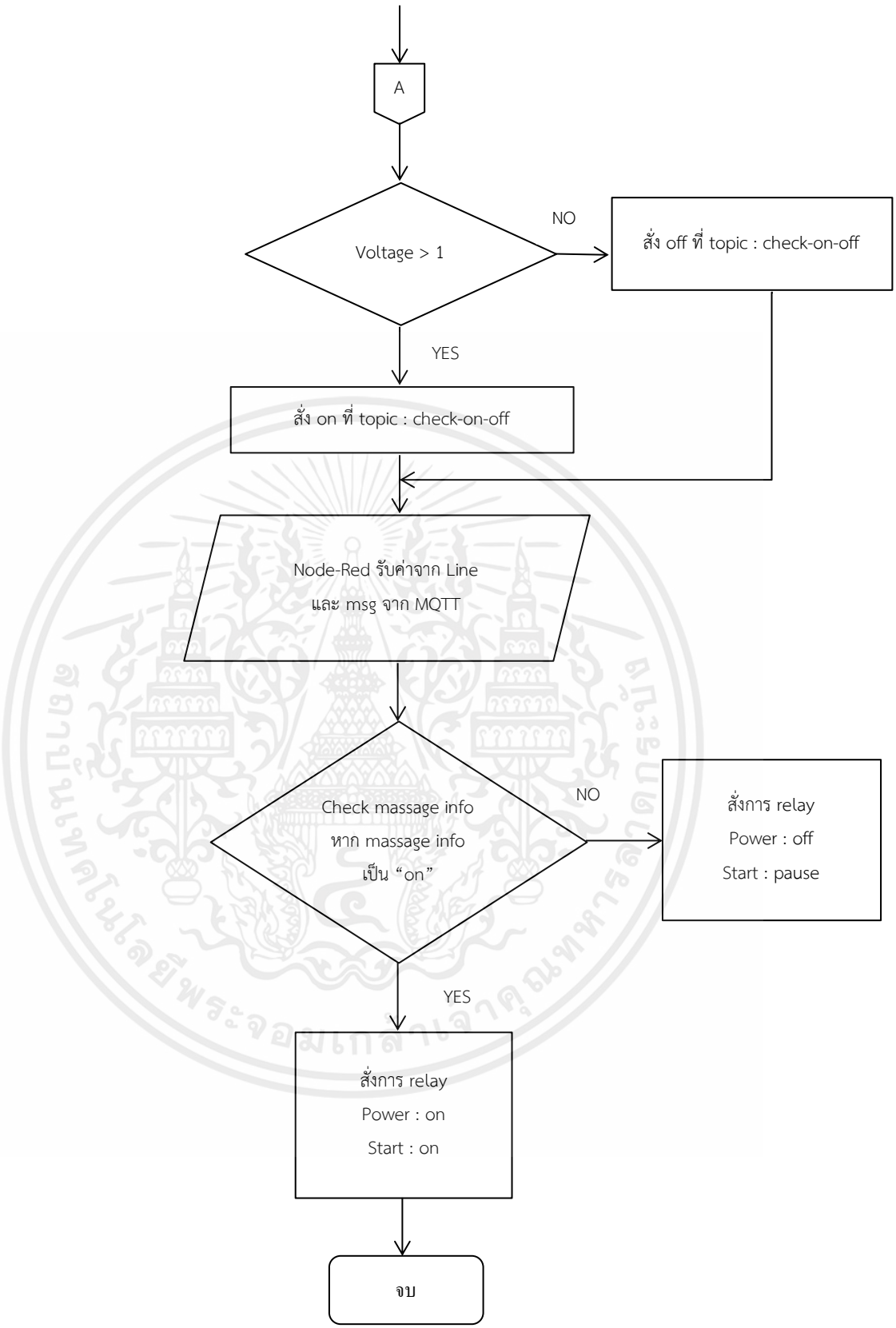
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.7 Diagram แสดงการทำงานของ Node MCU




**รูปที่ 3.8** flow chart แสดงการทำงานของ Node MCU

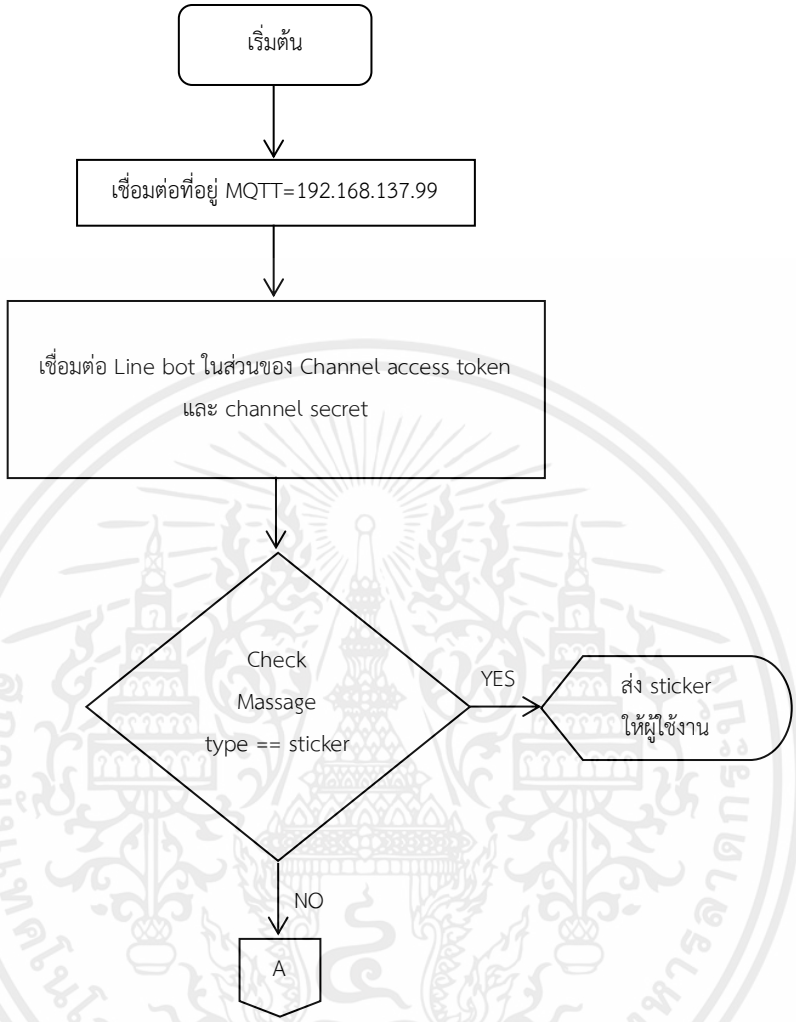
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.9** flow chart แสดงการทำงานของ Node MCU

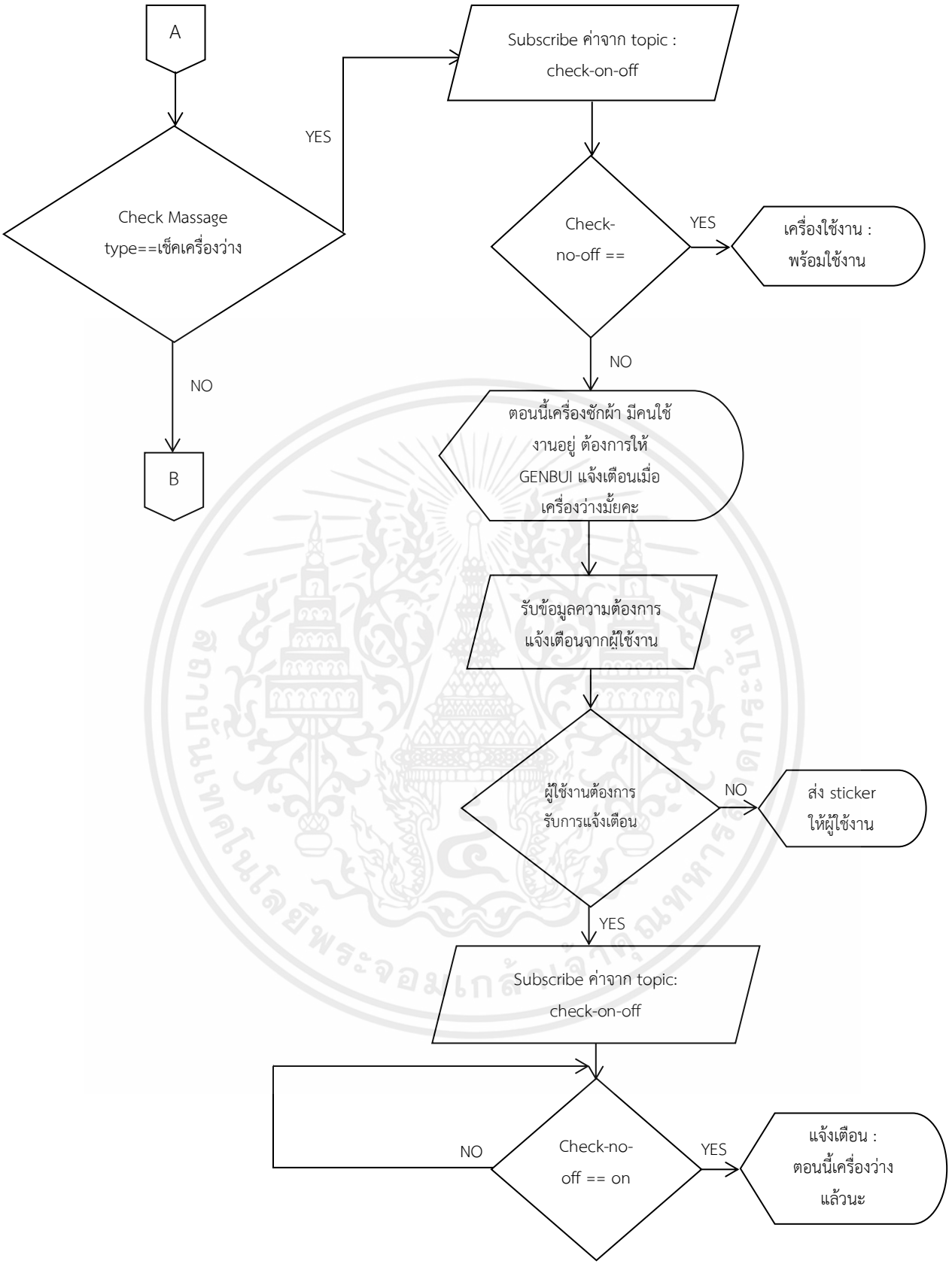
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.8 Diagram แสดงการทำงานของ Line Bot



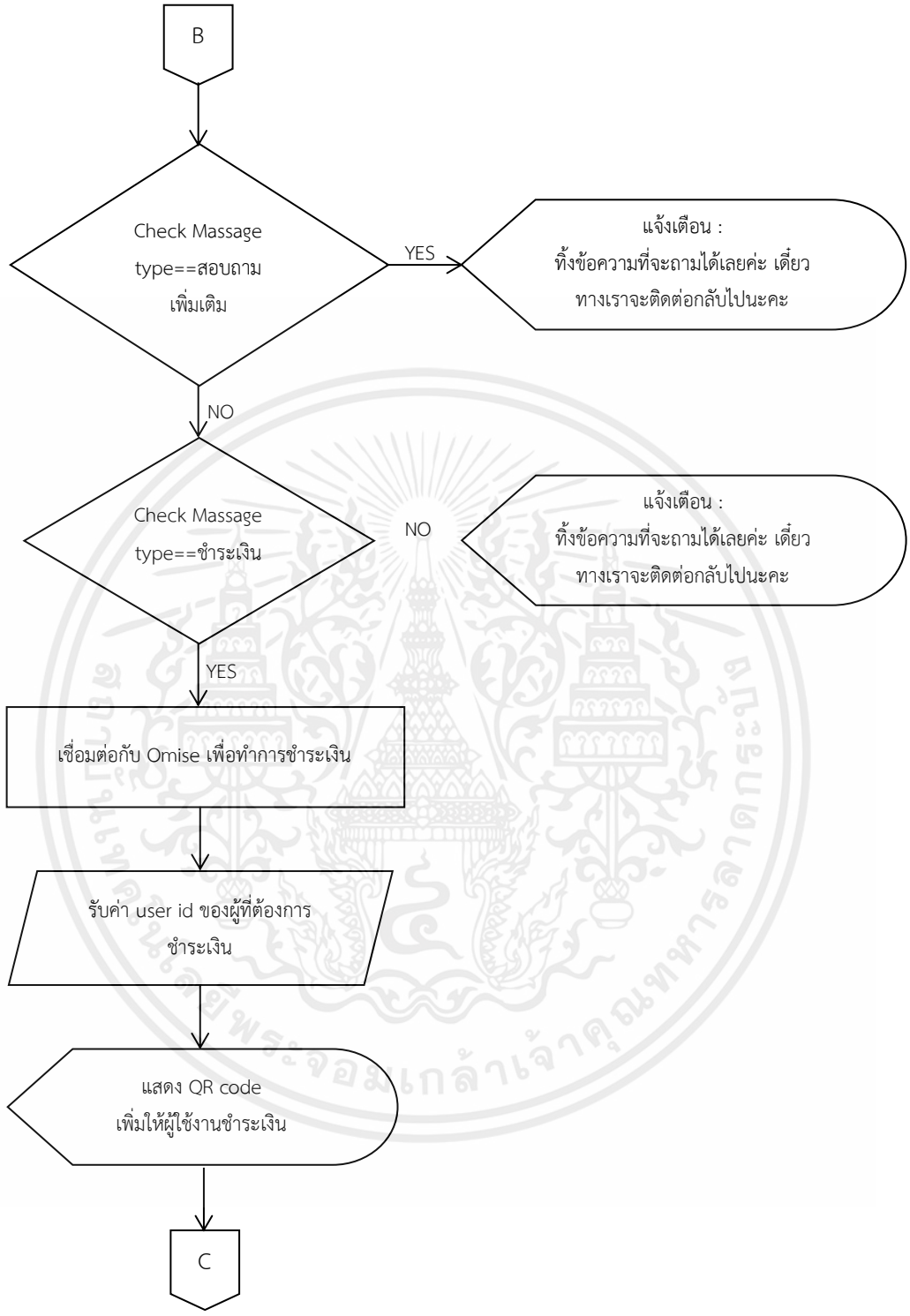

**รูปที่ 3.10** flow chart แสดงการทำงานของ Line Bot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



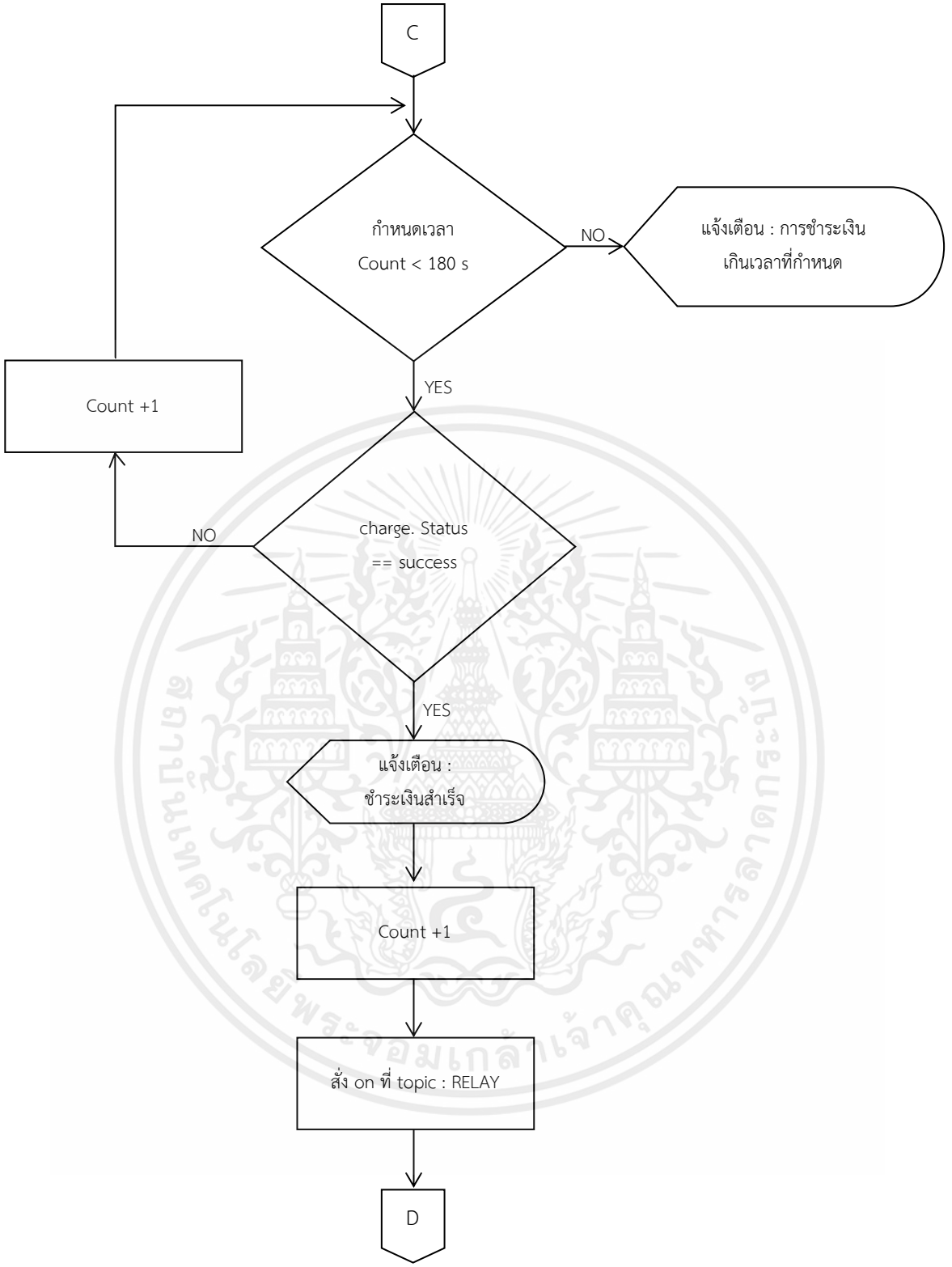

**รูปที่ 3.11** flow chart แสดงการทำงานของ Line Bot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



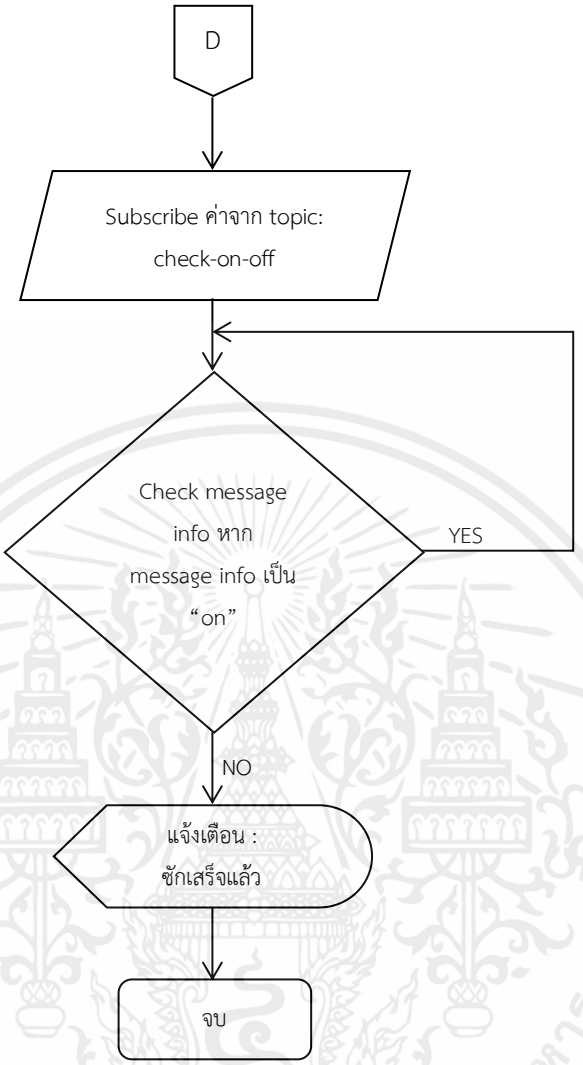

**รูปที่ 3.12** flow chart แสดงการทำงานของ Line Bot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.13** flow chart แสดงการทำงานของ Line Bot

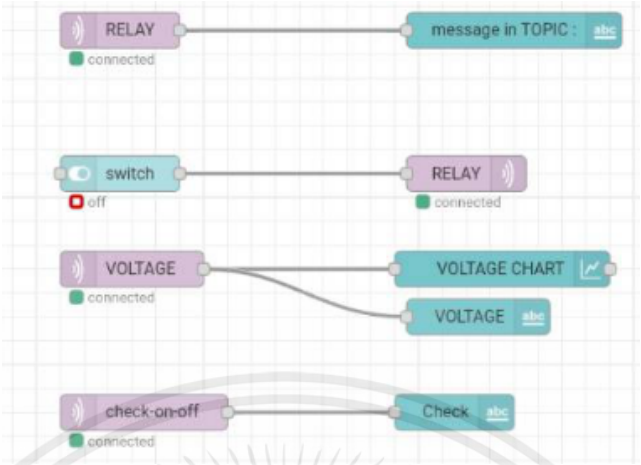
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.14** flow chart แสดงการทำงานของ Line Bot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.9 การใช้งาน Node-RED เพื่อรับ-ส่งข้อมูลมาแสดงผลต่อผู้ใช้งาน




**รูปที่ 3.15** รูปแสดงการต่อวงจรเพื่อรับส่งข้อมูลผ่าน Node-RED

Node-RED จะรับข้อมูลจาก Node ทุกตัวที่ติดต่อสื่อสารกันผ่าน MQTT เป็นอินเตอร์เฟซการเขียนโปรแกรมด้วยภาพ ซึ่งจากรูปที่ 3.15 ทำให้สรุปการทำงานได้ดังนี้

คู่ที่ 1 เป็น Node MQTT ที่รับค่าเงื่อนไข จาก topic ที่ชื่อ check-on-off จากนั้น check ข้อมูลตามเงื่อนไขที่กำหนด แล้วแสดงผลข้อมูลผ่านทาง Node-RED

คู่ที่ 2 เป็น Node MQTT ที่รับค่าแรงดันจาก topic ที่ชื่อ VOLTAGE แล้วแสดงผลเป็นกราฟและตัวเลขของแรงดัน

คู่ที่ 3 เป็น Node ที่ใช้สำหรับ subscribe ข้อมูลจาก topic ที่มีชื่อว่า VOLTAGE หากทำการกดสวิตช์ จะเป็นการสั่ง on ไปยัง topic และส่งไปยัง Node MCU ที่ subscribe topic อยู่ไปสั่งให้ relay เปิดทำงานเครื่องซักผ้า

คู่ที่ 4 เป็น Node MQTT ที่รับค่าจาก topic ที่ชื่อ RELAY มาแสดงผลข้อมูลผ่านทาง Node-RED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

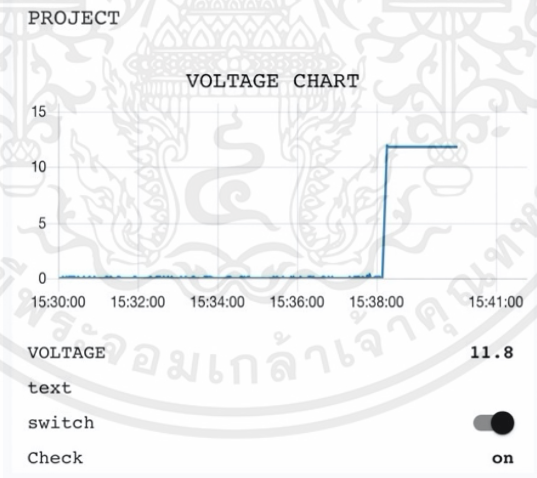
# บทที่ 4

# การทดลองและผลการทดลองระบบควบคุมเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ

จากการออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญให้ผู้ใช้บริการสามารถใช้งานผ่านทางแอพพลิเคชั่น Line Bot โดยมีฟังก์ชันในการเช็คเครื่องว่าง การแจ้งเตือนสถานะการทำงานของเครื่องซักผ้า รวมไปถึงระบบการชำระเงิน ซึ่งแอพพลิเคชั่นไลน์จะทำงาน Subscribe ข้อมูลหรือคำสั่ง (Topic) จากผู้ใช้บริการ ผ่าน MQTT Broker ที่เป็น Protocol รับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ เพื่อใช้ร่วมกับ Raspberry pi ส่งไปยัง ESP-8266 ที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Voltage Sensor ที่เป็นตัวควบคุมการทำงาน ในการรับส่งสัญญาณของเซนเซอร์ โดยเซนเซอร์จะคอยวัดค่าแรงดัน จากนั้นทำการ Publish ค่าขึ้นไปยัง MQTT Broker จากนั้นเก็บข้อมูลไว้ที่ Raspberry pi ที่เป็น Server เพื่อส่งการแจ้งเตือนไปยังอุปกรณ์ที่ได้ Subscribe ไว้ แอพพลิเคชั่นไลน์ก็จะได้รับข้อมูลจาก ESP-8266 โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนและได้ผลการทดสอบดังต่อไปนี้

## 4.1 การทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ

4.1.1 ผลการวัดค่ากระแส ON ผ่าน Voltage Sensor



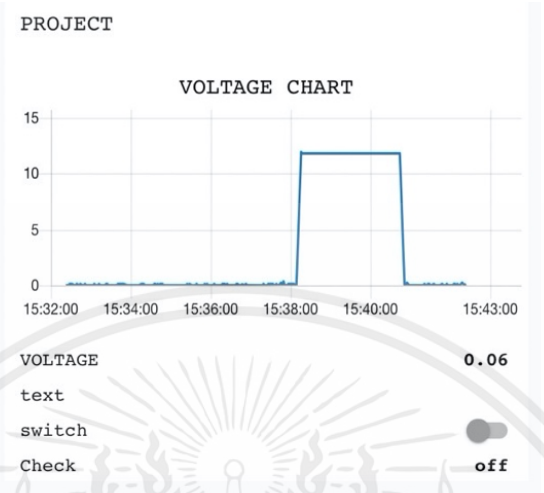

**รูปที่ 4.1** กราฟค่ากระแส ON จาก Voltage Chart

จากกราฟการวัดค่ากระแส ON ของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญอัตโนมัติ ที่แสดงบน Voltage Chat ดังรูปที่ 4.1 เห็นได้ว่า เมื่อสั่ง ON ที่เวลา 15:38 น. จะสั่งให้เริ่มการทำงานเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญอัตโนมัติ ส่งผลให้กราฟมีแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงที่มีความชันคงที่จาก 0 โวลต์ เมื่อถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า max แรงดันไฟฟ้าจะสม่ำเสมอกันตลอดทำให้กราฟเป็นเส้นตรง แสดงให้เห็นว่ามีการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญอัตโนมัติ

4.1.2 ผลการวัดค่ากระแส OFF ผ่าน Voltage Sensor




**รูปที่ 4.2** กราฟค่ากระแส OFF จาก Voltage Chart

จากกราฟการวัดค่ากระแส OFF ของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญอัตโนมัติ ที่แสดงบน Voltage Chat ดังรูปที่ 4.1 เห็นได้ว่า เมื่อสั่ง OFF ที่เวลา 15:40 น. จะสั่งให้หยุดการทำงานเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญอัตโนมัติ ส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าลดลงจากค่า Max ไปจนถึง 0 โวลต์ ทำให้กราฟลดลงเป็นเส้นตรงอย่างคงที่ แสดงให้เห็นว่าเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญอัตโนมัติหยุดการทำงาน

4.1.3 ค่าความคลาดเคลื่อนของกระแสที่วัดได้จาก Voltage Sensor

- ขณะเครื่อง ON

  ค่าที่วัดได้จาก Volt meter 11.88 V

จากตารางค่าความคลาดเคลื่อนของแรงดันที่วัดได้จาก Voltage Sensor เมื่อเทียบกับค่าของแรงดันที่วัดได้จาก Volt meter ดังตารางที่ 4.1 พบว่าเมื่อวัดแรงดันจาก Voltage Sensor ทำให้เกิดเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเพียง $\pm$ 1 % ซึ่งค่าที่วัดได้มีความใกล้เคียงกับค่าจริงมากแสดงว่าการวัดด้วย Voltage Sensor มีความแม่นยำ โดยในทางปฏิบัติการวัดทุกครั้งมักมีค่าความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | ค่าที่วัดได้ จาก Voltage Sensor (V) | ความคลาดเคลื่อน (%) |
|---|---|---|
| 1 | 12.02 | 1.18 |
| 2 | 11.79 | -0.75 |
| 3 | 11.82 | -0.5 |
| 4 | 11.88 | 0 |
| 5 | 11.89 | 0.08 |
| 6 | 12 | 1.01 |
| 7 | 11.85 | -0.25 |
| 8 | 11.91 | 0.25 |
| 9 | 12.02 | 1.18 |
| 10 | 11.92 | 0.34 |
| 11 | 11.97 | 0.75 |
| 12 | 11.95 | 0.59 |
| 13 | 11.83 | -0.42 |
| 14 | 12 | 1.01 |
| 15 | 12 | 1.01 |
| 16 | 11.99 | 0.93 |
| 17 | 11.85 | -0.25 |
| 18 | 11.89 | 0.08 |
| 19 | 11.89 | 0.08 |
| 20 | 11.91 | 0.25 |

**ตารางที่ 4.1** ตารางค่าความคลาดเคลื่อนของแรงดันที่วัดได้จาก Voltage Sensor

- ขณะเครื่อง OFF

  ค่าที่วัดได้จาก Volt meter 0 V

จากตารางค่าความคลาดเคลื่อนของแรงดันที่วัดได้จาก Voltage Sensor เมื่อเทียบกับค่าของแรงดันที่วัดได้จาก Volt meter ดังตารางที่ 4.2 พบว่าเมื่อวัดแรงดันจาก Voltage Sensor ทำให้มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยไม่เกิน 0.3 V ไม่สามารถคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนได้เนื่องจากค่าแรงดันจริงที่ Volt meter วัดได้เท่ากับ 0 V ซึ่งค่าที่วัดได้มีความใกล้เคียงกับค่าจริงมากแสดงว่าการวัดด้วย Voltage Sensor มีความแม่นยำ โดยในทางปฏิบัติการวัดทุกครั้งมักมีค่าความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | ค่าที่วัดได้ จาก Voltage Sensor (V) | ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ $V_{mea}$ - $V_t$ (V) |
|---|---|---|
| 1 | 0.03 | 0.03 |
| 2 | 0.03 | 0.03 |
| 3 | 0.06 | 0.06 |
| 4 | 0.18 | 0.18 |
| 5 | 0.14 | 0.14 |
| 6 | 0.05 | 0.05 |
| 7 | 0.14 | 0.14 |
| 8 | 0.11 | 0.11 |
| 9 | 0.03 | 0.03 |
| 10 | 0.09 | 0.09 |
| 11 | 0.2 | 0.2 |
| 12 | 0.06 | 0.06 |
| 13 | 0.14 | 0.14 |
| 14 | 0.23 | 0.23 |
| 15 | 0.06 | 0.06 |
| 16 | 0.05 | 0.05 |
| 17 | 0.06 | 0.06 |
| 18 | 0.12 | 0.12 |
| 19 | 0.06 | 0.06 |
| 20 | 0.09 | 0.09 |

**ตารางที่ 4.2** ตารางค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของแรงดันที่วัดได้จาก Voltage Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 การทำงานของส่วนรับส่งข้อมูลของ Line bot

### 4.2.1 การเช็คสถานะการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ

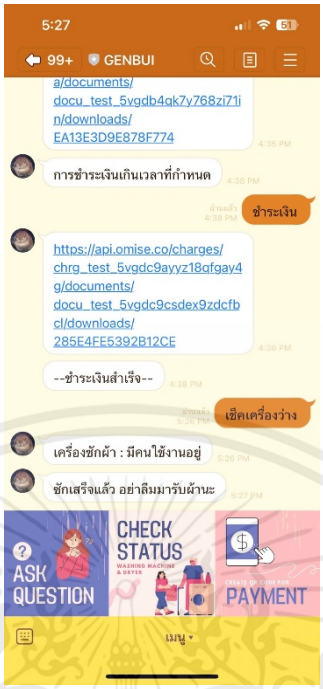
**รูปที่ 4.3** การเช็คสถานะการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ

### 4.2.2 การส่งคิวอาร์โค้ดเพื่อให้ผู้ใช้บริการชำระค่าบริการ

**รูปที่ 4.3** การส่งคิวอาร์โค้ดเพื่อให้ผู้ใช้บริการชำระค่าบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

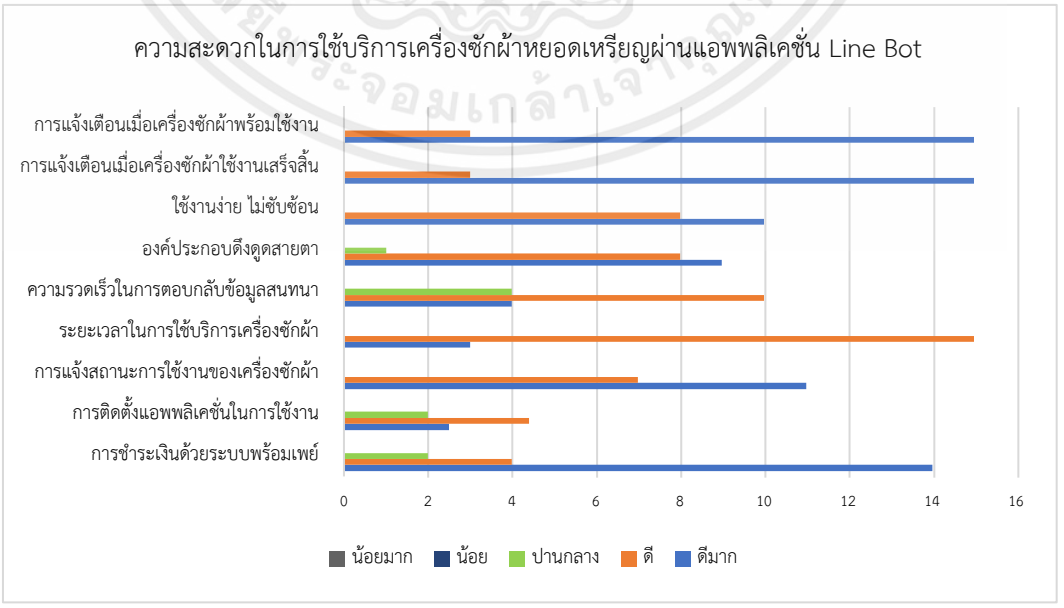
4.2.3 การแจ้งสถานะเมื่อเครื่องซักผ้าใช้งานเสร็จสิ้น




**รูปที่ 4.5** การแจ้งสถานะเมื่อเครื่องซักผ้าใช้งานเสร็จสิ้น

## 4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

ทางผู้วิจัยได้จัดทำแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญผ่านแอพพลิเคชั่น Line Bot เป็นจำนวนทั้งหมด 18 คน สรุปผลการประเมินความพึงพอใช้ในการใช้บริการ ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.4




**รูปที่ 4.4** ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ด้านการแจ้งเตือนเมื่อเครื่องซักผ้าพร้อมใช้งาน ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจระดับดีมาก เฉลี่ย 83.33% ส่วนความพึงพอใจระดับดี เฉลี่ย 16.67%
2. ด้านการแจ้งเตือนเมื่อเครื่องซักผ้าใช้งานเสร็จสิ้น ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจระดับดีมาก เฉลี่ย 83.33% ส่วนความพึงพอใจระดับดี เฉลี่ย 16.67%
3. ด้านการใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจระดับดีมาก เฉลี่ย 55.56% ส่วนความพึงพอใจระดับดี เฉลี่ย 44.44%
4. ด้านองค์ประกอบดึงดูดสายตา ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจระดับดีมาก เฉลี่ย 50% ส่วนความพึงพอใจระดับดี เฉลี่ย 44.44% และความพึงพอใจระดับปานกลาง เฉลี่ย 5.56%
5. ด้านความรวดเร็วในการตอบกลับข้อมูลสนทนา ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจระดับดีมาก เฉลี่ย 22.22% ส่วนความพึงพอใจระดับดี เฉลี่ย 55.56% และความพึงพอใจระดับปานกลาง เฉลี่ย 22.22%
6. ด้านระยะเวลาในการใช้บริการเครื่องซักผ้า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจระดับดีมาก เฉลี่ย 16.67% ส่วนความพึงพอใจระดับดี เฉลี่ย 83.33%
7. ด้านการแจ้งสถานะการใช้งานของเครื่องซักผ้า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจระดับดีมาก เฉลี่ย 61.11% ส่วนความพึงพอใจระดับดี เฉลี่ย 38.89%
8. ด้านการติดตั้งแอพพลิเคชั่นในการใช้งาน ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจระดับดีมาก เฉลี่ย 44.44% ส่วนความพึงพอใจระดับดี เฉลี่ย 50% และความพึงพอใจระดับปานกลาง เฉลี่ย 5.56%
9. ด้านการชำระเงินด้วยระบบพร้อมเพย์ ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจระดับดีมาก เฉลี่ย 77.78% ส่วนความพึงพอใจระดับดี เฉลี่ย 22.22%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

# สรุปผลและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษา ออกแบบและพัฒนาระบบเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญแบบอัตโนมัติ โดยควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบ IoT ผู้ใช้บริการสามารถใช้บริการร้านเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญผ่านแอพพลิเคชั่น Line Bot ที่มีฟังก์ชันดังนี้ การเช็คเครื่องว่าง การแจ้งเตือนสถานะของเครื่องซักผ้า รวมไปถึงระบบชำระเงินผ่านพร้อมเพย์ ส่งผลให้ผู้ใช้บริการได้รับความสะดวกสบายในการใช้งานร้านเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ โดยสามารถลดระยะเวลาในการรอคิว เนื่องจากผู้ใช้บริการสามารถเช็คเครื่องซักผ้าที่พร้อมใช้งานได้ผ่าน Line Bot และยังสามารถชำระเงินผ่านช่องทางพร้อมเพย์เพื่อลดปัญหาที่ผู้ใช้บริการไม่มีเหรียญเพียงพอต่อการใช้งาน อีกทั้งผู้ใช้บริการยังสามารถตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องซักผ้าได้ตั้งแต่เริ่มทำงานจนถึงสิ้นสุดการทำงาน

ในงานวิจัยนี้ ได้ทำการเพิ่มอุปกรณ์ Voltage Sensor ในการตรวจสอบค่าแรงดันไฟฟ้า โดยมี ESP-8266 เป็นตัวควบคุมและอ่านค่า ส่งไปยัง Raspberry Pi ซึ่งค่าที่ได้จากการวัด ทำให้ทราบถึงสถานะของการทำงานเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ และจะถูกส่งการแจ้งเตือนสถานะการใช้งานไปยังผู้ใช้บริการเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญผ่านแอพพลิเคชั่น Line Bot ในส่วนของการใช้งานเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ ผู้ใช้บริการสามารถใช้งานตามปกติ

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะจากผลการทดลอง

ผลจากทดลอง ออกแบบและพัฒนาวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบการควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญด้วย IoT ทำให้พบถึงปัญหาในการใช้งานร้านเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญอัตโนมัติ จึงนำปัญหาไปศึกษาเพื่อปรับปรุงระบบการใช้งานให้ดีขึ้น แต่ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. สามารถพัฒนาความเสถียรของสัญญาณในการส่งข้อมูลให้ดียิ่งขึ้น
2. ควรติดตั้งอุปกรณ์ให้เชื่อมต่อในพื้นที่ที่ใช้งานสัญญาณ Wi-Fi ได้ตลอดเวลา

### ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

ในงานวิจัยนี้สามารถนำไปพัฒนาเพิ่มเติมในส่วนของความสะดวกต่อการใช้งานของผู้ประกอบการ ดังนี้ ติดตามและแก้ไขเมื่ออุปกรณ์ที่ติดตั้งมีปัญหาในการใช้งาน ติดตั้งอุปกรณ์วัดค่ากระแสไฟฟ้าเพื่อนำไปคำนวณราคาค่าไฟฟ้า หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีการทำงานในลักษณะเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง

[1] สร้าง Line Chat Bot ตอบข้อความอัตโนมัติ ด้วย Node.js สืบค้นเมื่อ 16 มกราคม 2565 https://bulantech.blogspot.com/2021/10/line-chat-bot-node-js.html

[2] สร้าง LINE Bot ด้วย Node.js + Messaging API. สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2565 https://medium.com

[3] Omise พร้อมเพย์. สืบค้นเมื่อ 18 กุมภาพันธ์ 2565 https://www.omise.co/th

[4] ค่าธรรมเนียมของ Omise. สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2565 https://www.opn.ooo/th-th/pricing/

[5] API Reference. สืบค้นเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2565 https://line.github.io/line-bot-sdk-nodejs/api-reference/client.html#common-specifications

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก
# บทความทางวิชาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# การพัฒนาระบบการควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญด้วย IoT

# The development of control system for coin-operated washing machine using IoT

ธัญชนก สุทิฏฐานุคติ[1] ธิดารัตน์ ไชยทอง[2] ธิษณามดี เหมือนมา[3] ภณิดา แววงษ์[4]
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าคณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 02-329-8000 ต่อ 3925

## บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอการพัฒนาระบบการควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญด้วย IoT เพื่อแก้ไขปัญหาที่ได้จากการสำรวจและสอบถามจากผู้ใช้บริการเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ โดยการพัฒนาระบบการชำระเงิน ให้สามารถชำระเงินได้ทั้งรูปแบบการชำระเงินแบบหยอดเหรียญและแบบอิเล็กทรอนิกส์ และการนำ Line Bot มาใช้เป็นสื่อกลางในการสื่อสารระหว่างผู้ใช้บริการกับร้านค้าที่ให้บริการ นอกจากนี้ยังเพิ่มฟังก์ชันเพื่อความสะดวกสบายในการใช้บริการมากขึ้นยิ่งขึ้น เช่น ระบบในการเช็คเครื่องว่าง การแจ้งเตือนเมื่อเครื่องซักผ้าทำงานเสร็จ ซึ่งทั้งหมดนี้จะทำงานอยู่ภายใต้ระบบ IoT

## ABSTRACT

This project presents the development of a control system for coin-operated washing machines using the Internet of Things to solve problems identified in surveys and inquiries from users of coin-operated washing machines. by developing a payment system to be able to pay using both coin-operated and electronic methods and using Line Bot to communicate between service users and merchants. It also adds functions to make it more convenient to use the service, such as a system for checking availability and notifications when the washing machine is finished. All of which will work under the Internet of Things system.

## 1. บทนำ

ประเทศไทยมีการเติบโตทางด้านเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก ส่งผลให้มีการพัฒนาเครื่องมือต่าง ๆ ที่จำเป็นในชีวิตประจำวันเพื่ออำนวยความสะดวกต่อการใช้งาน ซึ่งเครื่องซักผ้าก็จัดเป็นหนึ่งในเครื่องมือที่จำเป็นและถูกพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีร้านเครื่องซักผ้าแบบอัตโนมัติเป็นจำนวนมากเพื่อรองรับผู้ใช้บริการในกรณีที่พักอาศัยประเภทหอพัก หรือ อพาร์ตเมนท์ ส่วนใหญ่จะมีพื้นที่สำหรับวางเครื่องซักผ้าให้ผู้พักอาศัยสามารถมาใช้บริการได้ ซึ่งเครื่องซักผ้าจะเป็นชนิดแบบหยอดเหรียญ บ่อยครั้งจะพบเห็นถึงปัญหาในการใช้งานด้านการบริการแลกเหรียญ เนื่องจากมีเหรียญไม่เพียงพอ เพราะในปัจจุบันมีรูปแบบการชำระเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย จนทำให้ปัจจุบันแทบจะกลายเป็นสังคมที่ไร้เงินสด สังเกตุได้จากการทำธุรกรรมทางการเงินที่ไม่ว่าจะเป็นจำนวนน้อยไปจนถึงจำนวนมากก็ยังต้องใช้รูปแบบการชำระเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์ เพราะช่วยลดความเสี่ยงในการถือเงินสดและประหยัดเวลา อีกทั้งยังเพิ่มความสะดวกสบายต่อผู้ใช้บริการ ในอีกปัญหาที่พบคือ เครื่องซักผ้ามีจำนวนจำกัด หากมาใช้งานพร้อมกันอาจเกิดปัญหาเครื่องไม่ว่าง ทำให้ผู้ใช้บริการไม่สามารถใช้บริการได้ ต้องรอคิวเป็นเวลานาน

จากที่กล่าวมาข้างต้น ทางคณะผู้จัดทำจึงได้เล็งเห็นถึงปัญหาในการใช้งาน และต้องการแก้ไขปัญหาโดยการพัฒนาระบบการชำระเงิน ให้สามารถชำระเงินได้ทั้งรูปแบบการชำระเงินแบบหยอดเหรียญและแบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยนำ Line Bot มาใช้เป็นสื่อกลางในการสื่อสารระหว่างผู้ใช้บริการกับทางร้านค้า นอกจากนี้ยังเพิ่มฟังก์ชันเพื่อความสะดวกในการใช้บริการ เช่นระบบในการเช็คเครื่องว่าง การแจ้งเตือนเมื่อเครื่องซักผ้าทำงานเสร็จ ซึ่งทั้งหมดนี้จะทำงานอยู่ภายใต้ระบบ IoT

## 2.การออกแบบระบบการควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ

### 2.1 ติดตั้ง Raspberry Pi OS

ติดตั้ง Raspberry Pi โดยการนำ Micro SD มาทำการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Raspbian ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการที่เป็นมาตรฐานในการใช้งาน Raspberry Pi โดยการดาวน์โหลด Raspberry Pi OS จาก https://www.raspberrypi.com/software/operating-systems/ ทำการแตกไฟล์ เพื่อจะนำไปติดตั้งระบบปฏิบัติการลงบน Micro SD ดาวน์โหลดโปรแกรมสำหรับเขียน SD card นั่นคือ Win32 Disk Image และเรียกโปรแกรมออกมาใช้งาน ต่อจากนั้นให้สร้าง Directory สำหรับเก็บโปรแกรม ทำการ unzip ไฟล์ที่ดาวน์โหลด ไปไว้ใน Directory ที่สร้างขึ้น run โปรแกรมที่ unzip ไฟล์ที่ดาวน์โหลดแล้วเลือกเป็น .img จากนั้นเลือก Device ที่บรรจุ Micro SD แล้วคลิกปุ่ม Write แล้วรอจนกระทั่งโปรแกรม Process เสร็จเรียบร้อย แสดงว่าขณะนี้ระบบปฏิบัติการ Raspberry Pi OS ได้ถูกเขียนลงบน Micro SD เรียบร้อยพร้อมนำไปใช้งานแล้ว

### 2.2 ติดตั้ง MQTT บน Raspberry Pi

ตรวจสอบหมายเลข IP ปัจจุบันของ Raspberry Pi โดยสามารถใช้โปรแกรม Wireless Network Watcher จากนั้นเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม PuTTY ออกมาใช้งาน แล้วป้อนหมายเลข IP ที่ต้องการเชื่อมต่อ เมื่อเชื่อมต่อเรียบร้อยแล้ว ป้อน User pi และ password ที่ได้เปลี่ยนใหม่ เริ่มติดตั้งโปรแกรม (MQTT Server) โดยป้อนคำสั่ง sudo apt-get install mosquitto แล้วกดปุ่ม Enter จนกระทั่งปรากฏบรรทัดรอรับคำสั่ง ติดตั้งตั้ง Clients โดยป้อนคำสั่ง sudo apt-get install mosquitto-clients แล้วกดปุ่ม Enter แก้ไข Configuration โดยพิมพ์ sudo nano/etc/mosquito/ mosquito .conf กดปุ่มคีย์บอร์ดเลื่อนจนถึงบรรทัดท้ายสุด แล้วลบบรรทัดสุดท้ายทิ้ง ป้อนบรรทัดใหม่ 3 บรรทัด บันทึกการเปลี่ยนแปลง จากนั้นสร้าง User และกำหนด password ใหม่ พร้อมกด Enter ก็จะติดตั้ง Mosquitto เสร็จเรียบร้อย

### 2.3 ออกแบบฟังก์ชันบนแอพพลิเคชัน Line Bot

ออกแบบฟังก์ชันให้ผู้ใช้บริการร้านเครื่องซักผ้าแบบหยอดเหรียญ สามารถติดต่อ-สอบถาม ผ่านทางแอพพลิเคชัน Line Bot อีกทั้งยังมีบริการ การเช็คสถานะเครื่องว่าง แจ้งเตือนเมื่อซักเสร็จ รวมไปถึงการชำระค่าบริการ โดยทำเป็นระบบตอบกลับอัตโนมัติ ให้สะดวกทั้งผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการร้านเครื่องซักผ้าแบบหยอดเหรียญ

### 2.4 การเปิดรับการชำระเงินด้วย Omise

ผู้ซื้อที่ต้องการชำระเงินผ่านพร้อมเพย์จะต้องผ่านขั้นตอนการชำระเงินและทำการยืนยันรายการแบบ ออฟไลน์ โดยผู้ซื้อจะต้องทำการสแกนคิวอาร์โค้ดโดยใช้แอปพลิเคชันอินเทอร์เน็ตแบงก์กิ้งของตนเองเพื่อยืนยันรายการ เมื่อผู้ซื้อเลือกพร้อมเพย์เป็นช่องทางการชำระเงินแล้ว เว็บไซต์ของร้านค้าจะมีการแสดงคิวอาร์โค้ดเพื่อให้ผู้ซื้อสแกน

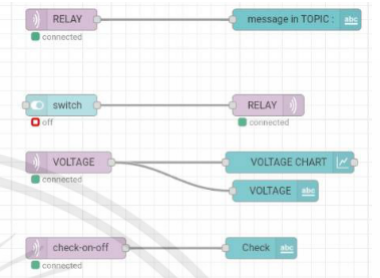
### 2.5 การเชื่อมต่อ Node MCU กับ Volt Sensor เพื่อตรวจสอบการทำงานของเครื่องซักผ้า

เป็นการนำ Volt Sensor มาต่อคร่อมกับบอร์ดควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าในส่วนของ reset เพื่อวัดแรงดันของเครื่องซักผ้าในการทำงานของแต่ละช่วงแล้วหาความแตกต่างของแรงดันในขณะที่ซักผ้าทำงานและเครื่องซักผ้าหยุดทำงาน โดยใช้ Node MCU ESP8266 มาอ่านค่าจาก Volt Sensor ที่วัดได้และนำค่าที่ได้มากำหนดสถานะของเครื่องซักผ้าเพื่อส่งในผู้ใช้งานได้ทราบ โดยการต่อ Volt Sensor กับ Node MCU และบอร์ดควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้า คือ นำขา A0 ของ NodeMCU ต่อกับขา S (Analog Pin) ของ Volt Sensor และขา GND ของ Node MCU ต่อกับ GND ของ volt sensor ในส่วนของบอร์ดควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าในส่วนของ reset จะต่อกับขา Vcc และ GND ของ volt sensor

### 2.6 การเชื่อมต่อ Node MCU กับ relay เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดของเครื่องซักผ้า

หลังจากผู้ใช้บริการชำระเงินเสร็จสิ้นแล้ว Raspberry Pi จะส่งข้อมูลผ่าน Node MCU เพื่อไปสั่งการให้ Relay เปิดเครื่องซักผ้า ซึ่ง Relay ที่ใช้จะมี 2 ตัว ไว้ควบคุมการเปิด-ปิดการทำงาน คือ ส่วนของ power (เปิดเครื่อง) และ start (เริ่มทำงาน) ที่อยู่บนบอร์ดควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้า โดยการต่อ Relay กับ Node MCU และบอร์ดควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้า คือ นำขาสัญญาณของ Relay ที่ควบคุมในส่วนของ power ต่อกับขา D2 ของ Node MCU และนำขาสัญญาณ Relay ที่ควบคุมการ start ไปต่อกับขา D5 ของ Node MCU นอกจากนี้ Relay ทั้ง 2 ตัวจะต้องมีขาที่ต่อเพื่อรับแรงดันจากบอร์ด Node MCU ที่ขา 3V3 และขา GND

### 2.7 การใช้งาน Node-RED เพื่อรับ-ส่งข้อมูลมาแสดงผลต่อผู้ใช้งาน




Node-RED จะรับข้อมูลจาก Node ทุกตัวที่ติดต่อสื่อสารกันผ่าน MQTT เป็นอินเตอร์เฟซการเขียนโปรแกรมด้วยภาพ ซึ่งจากรูปทำให้สรุปการทำงานได้ดังนี้

คู่ที่ 1 เป็น Node MQTT ที่รับค่าเงื่อนไข จาก topic ที่ชื่อ check-on-off จากนั้น check ข้อมูลตามเงื่อนไขที่กำหนด แล้วแสดงผลข้อมูลผ่านทาง Node-RED

คู่ที่ 2 เป็น Node MQTT ที่รับค่าแรงดันจาก topic ที่ชื่อ VOLTAGE แล้วแสดงผลเป็นกราฟและตัวเลขของแรงดัน

คู่ที่ 3 เป็น Node ที่ใช้สำหรับ subscribe ข้อมูลจาก topic ที่มีชื่อว่า VOLTAGE หากทำการกดสวิตช์ จะเป็นการสั่ง on ไปยัง topic และส่งไปยัง Node MCU ที่ subscribe topic อยู่ไปสั่งให้ relay เปิดทำงานเครื่องซักผ้า

คู่ที่ 4 เป็น Node MQTT ที่รับค่าจาก topic ที่ชื่อ RELAY มาแสดงผลข้อมูลผ่านทาง Node-RED

## 3. ผลการทดลอง

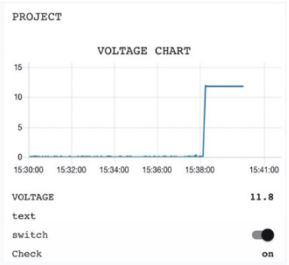
จากการออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ ให้ผู้ใช้บริการสามารถใช้งานผ่านทางแอพพลิเคชั่น Line Bot โดยมีฟังก์ชันในการเช็คเครื่องว่าง การแจ้งเตือนสถานะการทำงานของเครื่องซักผ้า รวมไปถึงระบบการชำระเงิน ซึ่งแอพพลิเคชั่นไลน์จะทำงาน Subscribe ข้อมูลหรือคำสั่ง (Topic) จากผู้ใช้บริการ ผ่าน MQTT Broker ที่เป็น Protocol รับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ เพื่อใช้ร่วมกับ Raspberry pi ส่งไปยัง ESP-8266 ที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Voltage Sensor ที่เป็นตัวควบคุมการทำงาน ในการรับส่งสัญญาณของเซนเซอร์ โดยเซนเซอร์จะคอยวัดค่าแรงดันจากนั้นทำการ Publish ค่าขึ้นไปยัง MQTT Broker จากนั้นเก็บข้อมูลไว้ที่ Raspberry pi ที่เป็น Server เพื่อส่งการแจ้งเตือนไปยังอุปกรณ์ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

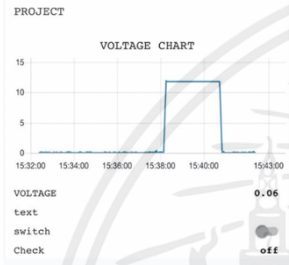
ได้ Subscribe ไว้ แอพพลิเคชั่นไลน์ก็จะได้รับข้อมูลจาก ESP-8266 โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนและได้ผลการทดสอบดังต่อไปนี้

### 3.1 การทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ

#### 3.1.1 ผลการวัดค่ากระแส ON ผ่าน Voltage Sensor

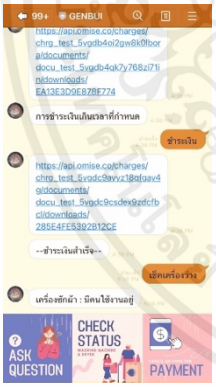



#### 3.1.2 ผลการวัดค่ากระแส OFF ผ่าน Voltage Sensor

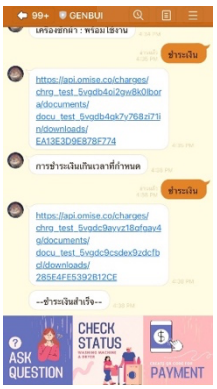



### 3.2 การทำงานของส่วนรับส่งข้อมูลของ Line bot

#### 3.2.1 การเช็คสถานะการทำงานของเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ




#### 3.2.2 การส่งคิวอาร์โค้ดเพื่อให้ผู้ใช้บริการชำระค่าบริการ



#### 3.2.3 การแจ้งสถานะเมื่อเครื่องซักผ้าใช้งานเสร็จสิ้น

## 4. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษา ออกแบบและพัฒนาระบบเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญแบบอัตโนมัติ โดยควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบ IoT ผู้ใช้บริการสามารถใช้บริการร้านเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญผ่านแอพพลิเคชั่น Line Bot ที่มีฟังก์ชันดังนี้ การเช็คเครื่องว่าง การแจ้งเตือนสถานะของเครื่องซักผ้า รวมไปถึงระบบชำระเงินผ่านพร้อมเพย์ ส่งผลให้ผู้ใช้บริการได้รับความสะดวกสบายในการใช้งานร้านเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ โดยสามารถลดระยะเวลาในการรอคิว เนื่องจากผู้ใช้บริการสามารถเช็คเครื่องซักผ้าที่พร้อมใช้งานได้ผ่าน Line Bot และยังสามารถชำระเงินผ่านช่องทางพร้อมเพย์เพื่อลดปัญหาที่ผู้ใช้บริการไม่มีเหรียญเพียงพอต่อการใช้งาน อีกทั้งผู้ใช้บริการยังสามารถตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องซักผ้าได้ตั้งแต่เริ่มทำงานจนถึงสิ้นสุดการทำงาน

ในงานวิจัยนี้ ได้ทำการเพิ่มอุปกรณ์ Voltage Sensor ในการตรวจสอบค่าแรงดันไฟฟ้า โดยมี ESP-8266 เป็นตัวควบคุมและอ่านค่า ส่งไปยัง Raspberry Pi ซึ่งค่าที่ได้จากการวัด ทำให้ทราบถึงสถานะของการทำงานเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ และจะถูกส่งการแจ้งเตือนสถานะการใช้งานไปยังผู้ใช้บริการเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญผ่านแอพพลิเคชั่น Line Bot ในส่วนของการใช้งานเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ ผู้ใช้บริการสามารถใช้งานตามปกติ

## 5. กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์จากหลายท่านโดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ธีรยศ เวียงทอง ซึ่งได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่มีประโยชน์กับคณะผู้จัดทำ ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอนให้วิชาความรู้ รวมถึงสถาบัน ที่อนุเคราะห์ทุนในงานวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ที่กรุณาให้คำแนะนำและช่วยเหลือประสานงานให้สำเร็จด้วยดี ทายที่สุดนี้ คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณบิดา มารดาและครอบครัว ที่คอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนับสนุนให้ความช่วยเหลือในทุกด้านและคอยให้กำลังใจตลอดมา จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

## 6.เอกสารอ้างอิง

[1] สร้าง Line Chat Bot ตอบข้อความอัตโนมัติด้วย Node.js สืบค้นเมื่อ 16 มกราคม 2565 https://bulantech.blogspot.com/2021/10/line-chat-bot-node-js.html

[2] สร้าง LINE Bot ด้วย Node.js + Messaging API. สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2565 https://medium.com

[3] Omise พร้อมเพย์. สืบค้นเมื่อ 18 กุมภาพันธ์ 2565 https://www.omise.co/th

[4] ค่าธรรมเนียมของ Omise. สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2565 https://www.opn.ooo/th-th/pricing/

[5] API Reference. สืบค้นเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2565 https://line.github.io/line-bot-sdk-nodejs/api-reference/client.html#common-specifications

## 7.ประวัติผู้เขียน

นางสาวธิดารัตน์ ไชยทอง
เกิดวันที่ 3 เมษายน พ.ศ. 2543
นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาวธัญชนก สุทิฏฐานุคติ
เกิดวันที่ 2 ตุลาคม พ.ศ. 2543
นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาวภณิดา แวววงษ์
เกิดวันที่ 30 สิงหาม พ.ศ. 2543
นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาวธิษณามดี เหมือนมา
เกิดวันที่ 24 ธันวาคม พ.ศ. 2543
นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาคผนวก ข**

Source Code

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>

const char* ssid = "ASUS 8874";
const char* password = "tanchanok";
const char* mqtt_server = "192.168.137.99";

WiFiClient espClient22;
PubSubClient client(espClient22);



const int relayOnOff = 4; //D2
const int relayStart = 14; //D5
void setup_wifi() {
  delay(10);

  Serial.println();

  Serial.print("Connecting to ");
  Serial.println(ssid);
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(100);
    Serial.print(".\n");
  }
  Serial.println("");
  Serial.print("WiFi connected - NodeMCU IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}


void reconnect() {
  while (!client.connected()) {
    Serial.print("Attempting MQTT connection...");
    if (client.connect("ESP8266Client22")) {
      Serial.println("connected");
      client.subscribe("RELAY");
    } else {
      Serial.print("failed, rc=");
      Serial.print(client.state());
      Serial.println(" try again in 5 seconds");
      delay(5000);
    }
  }
}


void setup() {
  pinMode(relayOnOff, OUTPUT);
  pinMode(relayStart, OUTPUT);
  Serial.begin(115200);
  setup_wifi();
  client.setServer(mqtt_server, 1883);
  client.setCallback(callback);
}
const int sensorPin = A0;  // Analog input pin for the voltage sensor
const float VOLTAGE_DIVIDER_RATIO = 4.721;  // Voltage divider ratio of the
voltage sensor

void loop() {
    if (!client.connected()) {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    reconnect();
  }
  if (!client.loop())
    client.connect("ESP8266Client22");
  int sensorValue = analogRead(sensorPin);  // Read the analog input voltage
value
  float voltage =  (sensorValue / 1023.0) * VOLTAGE_DIVIDER_RATIO * 3.3;  //
Calculate the voltage
  static char VOLTAGE[7];
  dtostrf (voltage , 6, 2, VOLTAGE); //dtostrf(float_value, min_width,
num_digits_after_decimal, where_to_store_string)
  client.publish("VOLTAGE", VOLTAGE);
  Serial.print("Voltage: ");
  Serial.print(voltage);
  Serial.println(" V");
  delay(1000);  // Wait for 1 second
  char* msg;
  if (voltage > 1) {
    msg = "on";
    client.publish("check-on-off", msg);
    Serial.println(msg);
    delay(1000);
  }
  else {
    msg = "off";
    client.publish("check-on-off", msg);
    Serial.println(msg);
    delay(1000);
  }
}

void callback(String topic, byte* message, unsigned int length) {
  Serial.print("Message arrived on topic: ");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Serial.print(topic);
Serial.print(". Message: ");
String messageInfo;

for (int i = 0; i < length; i++) {
  Serial.print((char)message[i]);
  messageInfo += (char)message[i];
}
Serial.println();


if (topic == "RELAY") {
  Serial.print("Changing RELAY to ");
  if (messageInfo == "on") {
    digitalWrite(relayOnOff, LOW);
    delay(500);
    digitalWrite(relayOnOff, HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(relayOnOff, LOW);
    delay(2000);

    digitalWrite(relayStart, LOW);
    delay(500);
    digitalWrite(relayStart, HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(relayStart, LOW);
    delay(500);

    Serial.print("On");

  }
  else if (messageInfo == "off") {
    digitalWrite(relayStart, LOW);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      delay(500);
      digitalWrite(relayStart, HIGH);
      delay(500);
      digitalWrite(relayStart, LOW);
      delay(2000);

      digitalWrite(relayOnOff, LOW);
      delay(500);
      digitalWrite(relayOnOff, HIGH);
      delay(500);
      digitalWrite(relayOnOff, LOW);
      delay(500);

      Serial.print("Off");

    }
  }
  Serial.println();
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
const mqtt = require('mqtt');
const line = require('@line/bot-sdk');
const client = mqtt.connect('mqtt://192.168.137.99');
const lineClient = new line.Client({
  channelAccessToken:
'DkxWxtlR1mw2v73MbSNbVdt1Szq0CK89QkZZDwZXp8AMZAtj1RdQDs63wwRKt5l
20JqvkGVYNTeN/sUDVOEt7vQTywlBva2GcPyxuJPo7K7q+kH855HGjpUpiE3Pagptm7
Biev/YS5u5O5xUsFxTNgdB04t89/1O/w1cDnyilFU=',
});

const botConfig = {
  channelSecret: 'fae9e60bb242b627997e4e24510be4b7',
  channelAccessToken:
'DkxWxtlR1mw2v73MbSNbVdt1Szq0CK89QkZZDwZXp8AMZAtj1RdQDs63wwRKt5l
20JqvkGVYNTeN/sUDVOEt7vQTywlBva2GcPyxuJPo7K7q+kH855HGjpUpiE3Pagptm7
Biev/YS5u5O5xUsFxTNgdB04t89/1O/w1cDnyilFU=',
};

const botMiddleware = line.middleware(botConfig);

// create a Line bot webhook
const bot = require('express')();
bot.use(botMiddleware);
bot.post('/webhook', (req, res) => {
  Promise.all(req.body.events.map(handleLineEvent))
    .then(() => res.status(200).send())
    .catch((err) => {
      console.error('Line bot error:', err);
      res.status(500).send();
    });
});

bot.listen(3000, () => {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  console.log('Line bot listening on port 3000');
});

// handle Line events
async function handleLineEvent(event) {
  if (event.message.type === 'sticker') {
    const stk = {
     "type": "sticker",
     "packageId": "11539",
     "stickerId": "52114129"
     }
      return lineClient.replyMessage(event.replyToken, stk);
    }
  else if (event.type === 'message' && event.message.type === 'text') {
    const messageText = event.message.text;

    if (messageText === 'เช็คเครื่องว่าง') {
      getMachineStatus()
        .then((machineStatus) => {
          const replyMessage = `เครื่องซักผ้า : ${machineStatus}`;
          return lineClient.replyMessage(event.replyToken, { type: 'text', text:
replyMessage });
        })
        .catch((err) => {
          console.error('getMachineStatus error:', err);
          const replyMessage = 'Error getting machine status';
          return lineClient.replyMessage(event.replyToken, { type: 'text', text:
replyMessage });
        });
     }
    else if (messageText === 'สอบถามเพิ่มเติม') {
        const query ='ทิ้งข้อความที่จะถามได้เลยค่ะ เดี๋ยวทางเราจะติดต่อกลับไปนะคะ';
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        return lineClient.replyMessage(event.replyToken, { type: 'text', text: query
});
    }
   else if (messageText === 'ชำระเงิน') {
     'use strict';
     exports.__esModule = true;
     let amount = 3000;
     let currency = 'thb';
     let omise = require('omise')({
       'publicKey': 'pkey_test_5ujitbvd15mnkmscz0m',
       'secretKey': 'skey_test_5ujitbx6emmxhok3knl',
     });

     let source = {
       'type':     'promptpay',
       'amount':   3000,
       'currency': 'thb',
     };
     user_id = event.source.userId;

     omise.sources.create(source).then(function(resSource) {
       return omise.charges.create({
         'amount':     amount,
         'source':     resSource.id, // update to pass the source id as a string
         'currency':   currency,
         'return_uri': 'https://omise.co',
       });
     }).then(function(charge) {
       let count =0;
       console.log(charge.source.charge_status);
       const QR_promtpay = charge.source.scannable_code.image.download_uri;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        lineClient.replyMessage(event.replyToken, { type: 'text', text:
QR_promtpay });

        let statusCheckInterval;
        statusCheckInterval = setInterval(function() {
          omise.charges.retrieve(charge.id, function(err, charge) {
            if (count<180){
              if (charge.status === 'successful') {
              clearInterval(statusCheckInterval);
              console.log('Payment successful');

              lineClient.pushMessage(user_id,{
                type : 'text',
                text : '--ชำระเงินสำเร็จ--'
              });

              // Publish 'on' message to MQTT topic 'RELAY'
              const mqtt = require('mqtt');
              const client = mqtt.connect('mqtt://192.168.137.99');
              client.on('connect', function() {
                client.publish('RELAY', 'on');
                //client.end();

                client.subscribe('check-on-off', function(err) {
                  if (!err) {
                    console.log('Subscribed to check-on-off topic');
                  }
                });
              });
              // Listen for messages on 'check-on-off' topic
              let message = 'on';

               client.on('message', function(topic, receivedMessage) {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        message = receivedMessage.toString();
        console.log(message.toString());
        if (message.toString() === 'on') {
          console.log('Relay is on');
        } else if (message.toString() === 'off') {
          console.log('Relay is off');
          // Send 'ซักเสร็จแล้ว' message to user
          lineClient.pushMessage(user_id,{
            type : 'text',
            text : 'ซักเสร็จแล้ว อย่าลืมมารับผ้านะ'
          });
          // Unsubscribe from 'check-on-off' topic
          client.unsubscribe('check-on-off', function(err) {
            if (!err) {
              console.log('Unsubscribed from check-on-off topic');
              client.end();
            }
          });
        }
      });


     }
      else if (charge.status === 'pending') {
        console.log(count,':Payment pending');
        count=count+1;
      }
    }
  else{
    console.log('Payment expired');
    lineClient.pushMessage(user_id,{
      type : 'text',
      text : 'การชำระเงินเกินเวลาที่กำหนด'
    })
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            clearInterval(statusCheckInterval);
          }

        });
        }, 1000);

      }).catch(function(err) {
        console.log(err);
        const err_qr ='ERR QR';
        return lineClient.replyMessage(event.replyToken, { type: 'text', text: err_qr
});
      });

    }
    else {
      const etc = 'ต้องการให้ GENBUI ช่วยอะไรคะ';
      return lineClient.replyMessage(event.replyToken, { type: 'text', text: etc});
    }
  }

  function getMachineStatus() {
    return new Promise((resolve, reject) => {
    client.subscribe('check-on-off', (err) => {
      if (err) {
        console.error('MQTT subscribe error:', err);
        reject(err);
        return;
      }
      console.log('MQTT subscribed to "check-on-off"');
    });

    client.on('message', (topic, message) => {
      if (topic === 'check-on-off') {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        const machineStatus = message.toString() === 'on' ? 'มีคนใช้งานอยู่' : 'พร้อม
ใช้งาน';
        console.log(`เครื่องซักผ้า ${machineStatus}`);
        client.unsubscribe('check-on-off', (err) => {
          if (err) {
            console.error('MQTT unsubscribe error:', err);
            reject(err);
            return;
          }
          console.log('MQTT unsubscribed from "check-on-off"');
        });
        resolve(machineStatus);
      }
    });
});
}}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน

นางสาวธิดารัตน์ ไชยทอง
เกิดวันที่ 3 เมษายน พ.ศ. 2543
ที่อยู่ 160 หมู่ 15 ตำบลบางขัน อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช
ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

นางสาวธัญชนก สุทิฎฐานุคติ
เกิดวันที่ 2 ตุลาคม พ.ศ. 2543
ที่อยู่ 10/2 หมู่1 ตำบลหนองตรุด อำเภอเมือง จังหวัดตรัง
ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

นางสาวภณิดา แววงษ์
เกิดวันที่ 30 สิงหาคม พ.ศ. 2543
ที่อยู่ 147/44 มณีรินทร์ พาร์ค ตำบลบ้านกลาง อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี
ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

นางสาวธิษณามดี เหมือนมา
เกิดวันที่ 24 ธันวาคม พ.ศ. 2543
ที่อยู่ 248/345 เฟื่องฟ้า 11 เฟส 9 ตำบลแพรกษา อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ
ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้