DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ระบบบริหารปริมาณแก้วกรวยกระดาษในกระบอกด้วย IoT

สุพัตรา เอี่ยมศรี

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม
วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
ปีการศึกษา 2564

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

PAPER CONE WATER CUP MANAGEMENT SYSTEM USING IOT

SUPATTRA IEAMSEE

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Computer and Telecommunication Engineering

College of Innovative Technology And Engineering,

Dhurakij Pundit University

Academic Year 2021

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ใบรับรองสารนิพนธ์

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม

หัวข้อสารนิพนธ์	ระบบบริหารปริมาณแก้วกรวยกระดาษในกระบอกด้วย IoT
เสนอโดย	นางสาวสุพัตรา เอี่ยมศรี
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม
อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์เดช กีรติพรานนท์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ลัญฉกร วุฒิสิทธิกุลกิจ)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์เดช กีรติพรานนท์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ชัยพร เขมะภาตะพันธ์)

วิทยาลัย นวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมคอมพิวเตอร์รับรองแล้ว

.....คณบดีวิทยาลัย นวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

(อาจารย์ ดร.ชัยพร เขมะภาตะพันธ์)

วันที่ ๒๕ เดือน ก.ย. พ.ศ.2565

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

หัวข้อสารนิพนธ์	ระบบบริหารปริมาณแก้วกรวยกระดาษในกระบอกด้วย IoT
ชื่อผู้เขียน	สุพัตรา เอี่ยมศรี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์เดช กีรติพรานนท์
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2564

บทคัดย่อ

ในมหาวิทยาลัยมีการให้บริการจุดดื่มน้ำที่จะมีแก้วกรวยกระดาษในกระบอก ปัญหาที่พบคือ แก้วกรวยกระดาษหมด ซึ่งบางครั้งแม่บ้านยังไม่นำแก้วมาเติม งานวิจัยนี้จึงได้คิดระบบบริหารปริมาณแก้วกรวยกระดาษในกระบอกด้วย IoT เพื่อมาช่วยแก้ไขปัญหานี้

งานวิจัยนี้ใช้ Microcontroller Arduino ร่วมกับเซนเซอร์ Sensor Ultra Sonic เพื่อวัดค่าปริมาณของแก้วกระดาษ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะถูกส่งต่อผ่าน MQTT protocol ไปจัดเก็บบน Google Cloud รวมถึงมีการวิเคราะห์ปริมาณแก้วและจะแจ้งเตือนไปยัง LINE กลุ่มของผู้ดูแลแก้ว เพื่อทำการเติมได้อย่างเหมาะสมต่อไป

จากการทดสอบของอุปกรณ์ต้นแบบซึ่งติดตั้งตรงตู้ดื่มน้ำ พบว่าอุปกรณ์สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถแจ้งเตือนได้แบบ real time อีกทั้งยังสามารถจัดเก็บข้อมูลลงใน Cloud ได้เป็นอย่างดี โดยให้บุคคลที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องในระบบงานและบุคลากรทดสอบและประเมินผลความพึงพอใจ อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 4.53 บรรลุวัตถุประสงค์และขอบเขตของสารนิพนธ์ที่ตั้งไว้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

Thematic Paper Title	PAPER CONE WATER CUP MANAGEMENT SYSTEM USING IOT
Author	Supattra Ieamsee
Thematic Advisor	Asst.Prof.Dr. Narongdech Keeratipranon
Department	Computer and Telecommunication Engineering
Academic Year	2021

ABSTRACT

Most academic institutes, such as schools or universities, provide students with drinking water stations with paper cone water cups. However, sometimes the cup is empty without filling by maids. To alleviate this problem, this research proposes a system to manage the paper cone water cup in a cylinder with IoT.

This research uses an Arduino microcontroller combined with an ultrasonic sensor to measure the volume of the paper cone water cup and send this measurement through the MQTT protocol to be stored on Google Cloud. These data will be analyzed and notified to a responsive administrative LINE group to properly fill the cups.

From the testing of the prototype, the device installed in the water dispenser can work continuously, store data on the cloud, and alert the staff in real-time. The satisfaction levels of both users and administrative persons are in the highest level of satisfaction accounted for 4.53. achieved the objectives and scope of the thesis.

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วง และบรรลุวัตถุประสงค์ โดยได้รับความอนุเคราะห์อย่างสูงยิ่งจากอาจารย์ ผศ.ดร.ณรงค์เดช กีรติพรานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ซึ่งท่านได้สละเวลาให้คำปรึกษา ให้แนวคิด คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ พร้อมทั้งให้ความเมตตา และกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยเสมอมา ทำให้สารนิพนธ์ฉบับนี้เสร็จเรียบร้อย จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ชัยพร เขมะภาตะพันธ์ รศ.ดร.ลัญฉกร วุฒิสิทธิกุล คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์ที่สละเวลามาเป็นกรรมการสอบสารนิพนธ์ กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมานาคม เจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ช่วยดำเนินเรื่องต่างๆให้เป็นอย่างดี ขอขอบคุณเพื่อนๆ ร่วมรุ่นทุกท่านที่คอยช่วยเหลือกันตลอดมา

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา และสมาชิกในครอบครัวทุกคน ซึ่งเปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียนแก่ผู้วิจัยตั้งแต่วัยเยาว์ ให้ความรัก ความเข้าใจ คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจสำคัญผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สุพัตรา เอี่ยมศรี

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญภาพ.....	ฌ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5 ภาพรวมของระบบ.....	3
1.6 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	3
1.7 แผนการดำเนินการ.....	4
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ระบบบริการน้ำดื่ม.....	5
2.2 องค์ประกอบน้ำดื่มแบบระบบ RO.....	7
2.3 เทคโนโลยีในการให้บริการน้ำดื่มแบบ Sea Water Reverse Osmosis (SWRO)	9
2.4 การใช้งาน IoT ในระบบบริการ.....	11
2.5 การตั้งค่าและเชื่อมต่อองค์ประกอบส่วนต่างๆ.....	11
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	21
2.7 เทคโนโลยีด้าน IoT.....	31
2.8 สรุป.....	35
3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	36
3.1 แนวทางการวิจัย.....	36
3.2 แผนการดำเนินงาน.....	37

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	3.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง…….....	37
	3.4 การออกแบบเครื่องมือการทดลอง……...	39
	3.5 พัฒนาจัดสร้างเครื่องมือทดสอบ…….	41
4.	ผลการวิจัย……..	59
	4.1 การทดสอบการใช้งาน…….	59
	4.2 ผลการทดลองทดสอบประสิทธิภาพ……...	65
	4.3 ค่าตอบสนอง……...	71
	4.4 การทดสอบด้านความพึงพอใจ……...	73
5.	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ……...	77
	5.1 สรุปผลการวิจัย……	77
	5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ……...	78
บรรณานุกรม……..…		79
ประวัติผู้เขียน……		81

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่พบได้ในเครื่องกรองน้ำดื่ม.....	6
3.1	รายละเอียดข้อมูลอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์.....	42
3.2	รายละเอียดข้อมูลอุปกรณ์ซอฟต์แวร์.....	43

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1.1 ภาพรวมของระบบวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอก……... 3

2.1 รูปแบบขของการจัดหาน้ำดื่มในโรงงาน/สถานประกอบการ……..... 5

2.2 กระบวนการปรับสภาพน้ำแบบ RD……... 8

2.3 ระบบผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเล…….. 9

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ DOIT ESP32 DevKit V1…….. 12

2.5 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ DOIT ESP32 DevKit V1……. 12

2.6 การทำงานของเซ็นเซอร์วัดระยะด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค……. 13

2.7 โปรแกรม Arduino……. 14

2.8 ภาพรวมการทำงานของ Google Cloud Platform……... 15

2.9 Cloud Pub/Sub……... 16

2.10 Cloud IoT Core ในส่วนของ Registry…….. 17

2.11 Cloud IoT Core ในส่วนของ Device…… 17

2.12 สร้าง Private Key และ Public Key…….. 18

2.13 Dataflow…….. 19

2.14 Schema ของตารางที่จัดเก็บข้อมูลใน Big Query ของ Google Cloud…….. 19

2.15 Big Query……. 20

2.16 LINE Notify……. 21

1.17 แผนผังโปรแกรมของระบบการตรวจจับปริมาณก๊าซแอลพีจีพร้อมระบบส่งสัญญาณเตือนภัย…….. 23

1.18 บล๊อกไดอะแกรมการทำงานของระบบการตรวจจับปริมาณก๊าซแอลพีจีในห้องครัว……... 23

1.19 ส่วนประกอบของโมดูลห้องครัวจำลอง…….. 24

1.20 ส่วนประกอบของโมดูลห้องครัวจำลอง…….. 24

1.21 ภาพรวมของระบบตรวจสอบสถานะของตู้ Rack……... 25

1.22 การวางตำแหน่งของอุปกรณ์จริงสำหรับตู้ Rack ในภาพรวม…….. 26

1.23 การวางตำแหน่งของอุปกรณ์จริงสำหรับตู้ Rack ในภาพรวม…….. 26

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

1.24 การวางตำแหน่งของอุปกรณ์จริงสำหรับตู้ Rack เฉพาะเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น…….. 27
1.25 การวางตำแหน่งของอุปกรณ์จริงสำหรับตู้ Rack เฉพาะเซ็นเซอร์วัดค่าสถานะเปิด-ปิด ของตู้ Rack (Reed Switch)……...……. 27
1.26 การวางตำแหน่งของอุปกรณ์จริงสำหรับตู้ Rack เฉพาะ Buzzer……. 28
2.27 การวางตำแหน่งของอุปกรณ์จริงสำหรับตู้ Rack เซ็นเซอร์วัดค่ากระแสไฟฟ้า (PZEM-004T) และ Button Switch……..... 28
2.28 แผนภาพไดอะแกรมของวงจรภายในแบบจำลอง……... 29
2.29 แผนภาพไดอะแกรมของวงจรควบคุมการเปิด-ปิด แผงกั้นอัตโนมัติ…….. 30
2.30 แผนภาพไดอะแกรมวงจรตรวจสอบสถานะช่องจอดรถ……. 30
2.31 Model ของ Internet of Things (IoT)……... 31
2.32 เทคโนโลยีการสื่อสารระยะสั้น……... 32
2.33 เทคโนโลยีการสื่อสารผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่……... 32
2.34 เทคโนโลยีการเชื่อมต่อผ่านโครงข่าย LPWAN…….. 33
2.35 เทคโนโลยีการเชื่อมต่อผ่านโครงข่ายสื่อสารดาวเทียม……... 34
2.36 Components of IoT……. 35
3.1 ภาพโดยรวมแผนการดำเนินงาน……... 37
3.2 ภาพรวมของระบบวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอก…….. 39
3.3 ภาพแสดงการทำงานวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยในกระดาษในกระบอก…….. 40
3.4 User case diagram…… 40
4.1 กรณีไม่สามารถเชื่อมต่อ GCP ได้จะแสดงจุดๆไปเรื่อยๆจนกว่าจะเชื่อมต่อได้…… 59
4.2 ข้อความแจ้งเตือนทางไลน์ว่าเริ่มทำงานและข้อมูลบน Serial monitor…….. 60
4.3 สถานะปริมาณแก้วกรวยกระดาษทุก 30 นาที ผ่านทาง Line…… 61
4.4 การแจ้งเตือนส่งไลน์ว่า “จำนวนแก้วกรวยกระดาษใกล้จะหมดแล้ว กรุณาเติมแก้ว”…….. 61
4.5 การแจ้งเตือนส่งไลน์ “เติมแก้วกรวยกระดาษเรียบร้อย”……... 62

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.6 ผลการแคปเจอร์จะเห็นได้ว่ามีการส่งข้อมูลขึ้น GCP ทุก 1 นาที..... 62
4.7 ผลการแคปเจอร์จะเห็นว่ามีการส่งข้อมูลขึ้น GCP ทุก 1 นาที..... 63
4.8 ภาพข้อมูลจริงที่เก็บในฐานข้อมูลของ GCP..... 63
4.9 ภาพข้อมูลจริงที่เก็บในฐานข้อมูลของ GCP..... 64
4.10 ภาพหน้า Dashboard..... 64
4.11 ภาพกราฟแสดงผลเมื่อค่าระยะทางเป็นแกน y..... 66
4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแก้วกรวยกระดาษในกระบอกกับ ระยะทาง..... 67
4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแก้วกรวยกระดาษในกระบอกกับ ระยะทางและสมการเส้นตรงของจำนวนแก้วกรวยกระดาษในกระบอก..... 69
4.14 จากผลการแคปเจอร์จะเห็นได้ว่าข้อมูลช่วงเวลาตรงกัน..... 71
4.15 จากผลการแคปเจอร์จะเห็นได้ว่าข้อมูลช่วงเวลาตรงกัน..... 71
4.16 การแจ้งเตือนเปอร์เซ็นต์สถานะแก้วน้ำ..... 72
4.17 การส่งข้อมูลขึ้น GCP ทุก 1 บาท..... 72
4.18 ผลการประเมินความพึงพอใจสำหรับเจ้าหน้าที่..... 75
4.19 ผลการประเมินความพึงพอใจสำหรับบุคลากรทั่วไป..... 76

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันในมหาวิทยาลัยมีจุดบริการน้ำดื่ม บริเวณต่างๆ และส่วนใหญ่นักศึกษาหรือบุคลากรมักไม่ได้พกแก้วน้ำส่วนตัว จะใช้แก้วกรวยกระดาษที่อยู่ตรงจุดบริการน้ำดื่ม ปัญหาที่อาจจะพบได้คือ แก้วกรวยกระดาษหมด ซึ่งบางทีแม่บ้านยังไม่สามารถนำแก้วกรวยกระดาษได้เนื่องจากอาจติดงานตรงส่วนอื่นหรือไม่สามารถเดินมาดูได้ว่าแก้วกรวยกระดาษหรือยัง อีกทั้งยังเพิ่มภาระของแม่บ้านเพราะต้องทำงานซับซ้อนเนื่องจากต้องคอยเดินมาดูว่าแก้วกรวยกระดาษหมดหรือยัง

จึงได้คิดระบบบริหารปริมาณแก้วกรวยกระดาษในกระบอกด้วย IoT เพราะช่วยอำนวยความสะดวกในการเติมแก้วกรวยกระดาษแทนการใช้แรงงานคนไปตรวจเช็ค เช่น แม่บ้านอาจไม่ทราบว่าแก้วกรวยกระดาษเหลือปริมาณเท่าไร หรือแก้วกรวยกระดาษหมดหรือยัง ช่วยลดเวลาในการเดินไปตรวจสอบแก้วกรวยกระดาษและยังช่วยเตือนให้แม่บ้านทราบว่า แก้วกรวยกระดาษใกล้หมดแล้ว ควรเติมแก้วกรวยกระดาษเมื่อไร ลดปัญหาเวลาที่บุคคลากรต้องการดื่มน้ำแต่แก้วหมดไม่มีคนมาเติม รวมทั้งปัญหาการใช้แก้วน้ำที่มีการใช้มากกว่า 1- 2 แก้ว ซึ่งมักจะพบปัญหาตอนหยิบแก้วกรวยกระดาษออกจากกระบอกบรรจุ เนื่องจากเป็นแก้วกรวยกระดาษจึงทำให้เวลาหยิบแก้วน้ำอาจติดมา 1-2 แก้ว จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้แก้วน้ำหมดไว ซึ่งงานวิจัยระบบตรวจวัดปริมาณของแก้วกรวยกระดาษในกระบอก ด้วย IoT สามารถตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอก และเก็บข้อมูลขึ้นบน Google Cloud ได้โดยข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บบน Cloud สามารถแสดงผลผ่านหน้าเว็บและแจ้งเตือนผ่านทาง LINE เพื่อมาช่วยแก้ไขปัญหาเรื่องการเติมแก้วกรวยกระดาษที่อยู่ในกระบอกและลดการทำงานของแม่บ้าน อีกทั้งสามารถช่วยทำนายสิ่งที่สามารถลงทุนได้เพิ่มเติมในอนาคต เพื่อใช้ในการวางแผนและทำนายว่าสามารถติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมตรงไหนอีกบ้างเพื่อลดการทำงานของแม่บ้านและปัญหาแก้วกรวยกระดาษในกระบอกหมด, งบประมาณในการลงทุนใช้ประมาณเท่าไหร่ เพื่อจะได้คาดคะเนว่าใช้แก้วกรวยกระดาษไปเท่าไหร่กี่ใบ ใช้น้ำดื่มไปกี่ลิตร เพื่อตอบโจทย์บุคลากรและนักศึกษาที่ต้องมาใช้บริการน้ำดื่ม

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอก และค่าสถานะของแก้วกรวยกระดาษในกระบอก

2. เพื่อนำค่าข้อมูลที่วัดปริมาณได้มาช่วยในการตัดสินใจ เพื่อแจ้งเตือนผ่านทาง LINE และเพื่อป้องกันแก้วกรวยกระดาษในกระบอกหมด

3. เพื่อความสะดวกในการจัดเก็บหรือบันทึกข้อมูลซึ่งมีปริมาณมาก โดยไม่ต้องเฝ้าระวังตลอดเวลาและไม่ต้องใช้มนุษย์ในการจัดการข้อมูล

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. สร้างระบบวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอกเพื่อจัดเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลานานได้

2. ศึกษาวิจัยและพัฒนาการเก็บข้อมูลวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอกและค่าสถานะของแก้วกรวยกระดาษในกระบอก โดยไม่ต้องเฝ้าระวังตลอดเวลาและไม่ต้องใช้มนุษย์ในการจัดการข้อมูล

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ช่วยลดความผิดพลาดที่เกิดจากการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่

2. ลดปัญหาต่างๆ ที่เกิดจากการทำงานในระบบเดิม

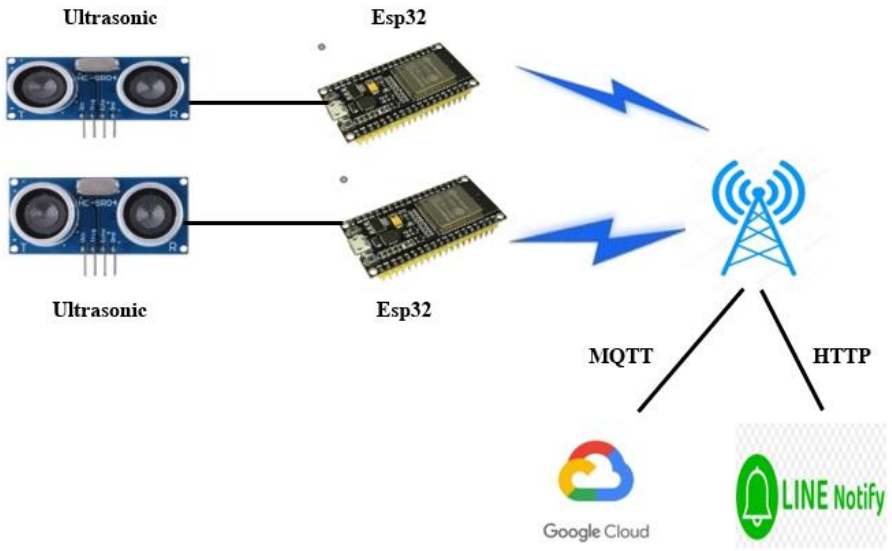
3. มีระบบควบคุมที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับรูปแบบของการปฏิบัติงานขององค์กรสามารถบรรลุเป้าหมายในการลดขั้นตอนการปฏิบัติงาน ลดเวลาการปฏิบัติงานและเพิ่มความถูกต้องของข้อมูลเพื่อลดปัญหาแก้วกรวยกระดาษได้

4. สามารถประยุกต์ใช้ระบบวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษมาช่วยในการเก็บข้อมูลปริมาณร้อยละแก้วกรวยกระดาษได้ด้วย IoT บน Google Cloud และแจ้งเตือนผ่านทาง LINE

5. สามารถนำข้อมูลที่จัดเก็บใน Cloud ไปใช้ในการสร้างงานวิจัยที่สามารถใช้ในการวางแผนและทำนายในอนาคตว่าสามารถติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมตรงไหนบ้าง ใช้งบประมาณเท่าไหร่ในการลงทุน เพื่อใช้คาดการณ์ว่าควรใช้แก้วน้ำกี่ใบใช้น้ำดื่มกี่ลิตรและตอบโจทย์บุคคลากรหรือไม่

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

1.5 ภาพรวมของระบบ



ภาพที่ 1.1 ภาพรวมของระบบวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอก

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาและสร้างระบบวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอกขึ้นมาโดยมีการเชื่อมต่อ Ultrasonic Module ต่ออุปกรณ์เข้ากับ ESP32 MCU และเขียน Code เพื่อวัดระยะห่างจากฝากระบอกไปยังแก้วใบบนสุด โดยส่งคลื่นออกไปแล้วจับเวลาที่คลื่นกระทบกับวัตถุสะท้อนกลับมาเข้าตัวรับทำให้สามารถวัดระยะทางระหว่างวัตถุถึงตัวเซ็นเซอร์วัดระยะทางของ Ultrasonic Module ได้ โดยเป็นตัวตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษที่ใกล้หมด โดยจะตั้งค่าให้เหลือแก้วกรวยกระดาษปริมาณร้อยละ 10 ก่อนหมด ถ้าเมื่อไหร่แม่บ้านมีการเติมแก้วกรวยกระดาษในกระบอกจะตั้งค่าให้แก้วน้ำปริมาณร้อยละ 60 แสดงว่ามีการเติมแก้วกรวยกระดาษในกระบอกแล้ว และเชื่อมต่อสู่อินเตอร์เน็ตไปยัง Google Cloud เพื่อทำหน้าที่ในการจัดเก็บบันทึกข้อมูลและแจ้งเตือนสถานะผ่านทาง LINE ดังภาพที่ 1.1

1.6 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. Ultrasonic Sensor Module
2. ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32
3. Software : ArduinoIDE, Google Cloud และ Line Notify
4. Button

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

1.7 แผนดำเนินการ

ID	Task Name	Start	Finish
1	ศึกษาการเขียนโปรแกรมและการทำงานของ Arduino	ม.ค.61	ก.พ.61
2	ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์และอัลกอริทึมที่จะใช้	ก.พ.61	ธ.ค.61
3	ศึกษาการทำงานของ Google Cloud	ม.ค.62	เม.ย.62
4	ศึกษาการทำงานของ Line Notify	พ.ค.62	ก.ค.62
5	ทดสอบวงจร อุปกรณ์ และอัลกอริทึม	ก.ย.62	ต.ค.62
6	พัฒนาโปรแกรม	ธ.ค.62	ม.ค.63
7	ทดสอบและปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของระบบ และเก็บรวบรวมข้อมูล	ก.ค.63	ต.ค.63
8	วิเคราะห์และสรุปผลงาน	พ.ย.63	ธ.ค.63
9	รวบรวมข้อมูลที่ได้จัดทำสารนิพนธ์	ม.ค.64	มี.ค.64

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

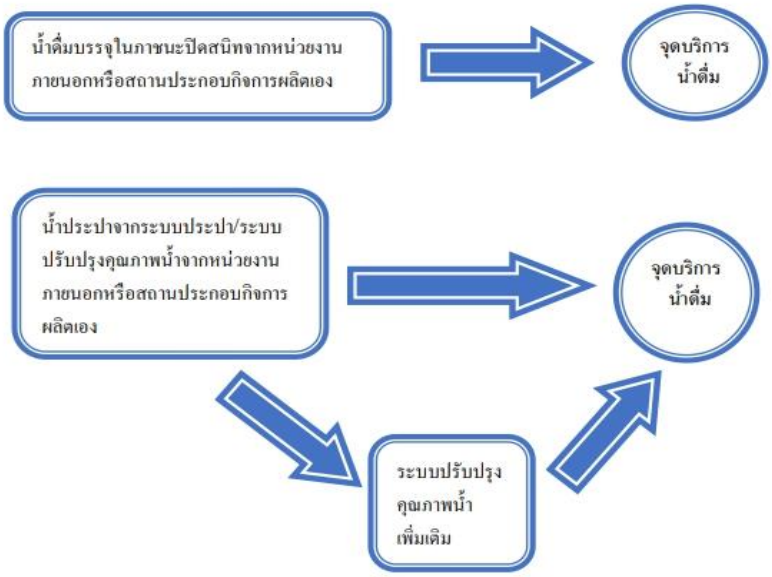
บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง “การตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในมหาวิทยาลัย” โดยใช้เทคโนโลยีเครือข่ายตรวจจับสัญญาณแบบไร้สายมาประยุกต์ใช้ในการตรวจวัดข้อมูลปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษจำเป็นต้องศึกษาและเข้าใจทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในแต่ละส่วน เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามลำดับขั้นตอนและสามารถอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลได้ ผู้วิจัยได้รวบรวมแนวคิดต่างๆ เพื่อเป็นกรอบในการศึกษาวิจัย ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 ระบบบริการน้ำดื่ม

รูปแบบการจัดหาน้ำดื่มในโรงงาน/สถานประกอบกิจการสรุปได้ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 รูปแบบการจัดหาน้ำดื่มในโรงงาน/สถานประกอบกิจการ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

โดยทั่วไปรูปแบบการจัดหาน้ำดื่มในโรงงาน/สถานประกอบกิจการสามารถดำเนินการได้ 2 รูปแบบหลักๆ คือ

2.1.1 น้ำดื่มบรรจุในภาชนะปิดสนิทจากหน่วยงานภายนอกหรือสถานประกอบการผลิตเอง การจัดหาน้ำดื่มในรูปแบบนี้จำเป็นต้องมีการขนย้ายภาชนะบรรจุน้ำดื่มไปยังจุดบริการน้ำดื่ม

2.1.2 น้ำประปาจากระบบประปา/ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ

จากหน่วยงานภายนอกหรือสถานประกอบกิจการผลิตเอง การจัดหาน้ำดื่มในรูปแบบนี้เป็นการขนส่งน้ำดื่มผ่านทางระบบท่อไปยังจุดบริการน้ำดื่ม เราสามารถนำน้ำประปาดังกล่าวมาดื่มได้โดยตรง ในกรณีที่ยังไม่มีความเชื่อมั่นเพียงพอ อาจเพิ่มเติมระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำบางกระบวนการเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาดังกล่าวก่อนใช้เป็นแหล่งน้ำดื่ม ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีการเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาก่อนใช้เป็นแหล่งน้ำดื่ม ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันแพร่หลายในประเทศไทย

ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำที่เพิ่มเติม เรียกกันโดยทั่วไปว่าเครื่องกรองน้ำดื่ม แต่หากพิจารณา กระบวนการตามหลักวิชาการแล้วจะพบว่า มิใช่มีแต่กระบวนการกรองเท่านั้น อาจมีกระบวนการอื่นๆ ร่วมด้วย กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำในเครื่องกรองน้ำดื่มที่พบได้โดยทั่วไปสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่พบได้ในเครื่องกรองน้ำดื่ม

กระบวนการ	วัตถุประสงค์/หน้าที่หลัก	วัสดุอุปกรณ์/ส่วนประกอบของกระบวนการ
กระบวนการกรอง (filtration)	กำจัดสารแขวนลอยขนาดต่าง ๆ/ความขุ่น	ในอดีตนิยมใช้สารกรองที่เป็นชั้นทรายหรือแอนทราไซต์ แต่ในปัจจุบันนิยมเปลี่ยนมาใช้การกรองแบบไส้กรอง (cartridge filter) ซึ่งมีอยู่หลายชนิด ถ้าใช้ในการกรองหยาบหรือกรองสารแขวนลอยขนาดใหญ่ ชนิดของไส้กรองเช่นไส้กรองจีบ ไส้กรองเซารามิก ไส้กรองพลาสติกแบบโพลีโพรพิลีนเป็นต้น ถ้าใช้ในการกรองละเอียดหรือกรองสารแขวนลอยขนาดเล็ก จุลินทรีย์ แบคทีเรียบางชนิด ชนิดของไส้กรองเช่น ไส้กรองด้ายพัน ไส้กรองพลาสติกแบบโพลีเอทธิลีน เป็นต้น
กระบวนการดูดซับ (adsorption)	กำจัดกลิ่น สี รส คลอรีนและสารอินทรีย์ต่าง ๆ	ในอดีตมักใช้ ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดหรือเกล็ด (granular activated carbon ;GAC)เป็นชั้นสารกรองให้น้ำไหลผ่าน ในปัจจุบันได้พัฒนารูปแบบให้เหมาะกับเครื่องกรองน้ำดื่มคือ เป็นไส้กรองแบบถ่านกัมมันต์หรือ ไส้กรองแอคติเว็ดเต็ดคาร์บอน มีทั้งแบบแท่ง แบบเกล็ด และแบบผง
กระบวนการแลกเปลี่ยนประจุ (ion-exchange)	กำจัดความกระด้าง โลหะหนักประจุบวกบางตัว	นิยมใช้การแลกเปลี่ยนประจุบวก(cation) รูปแบบตั้งเดิมจะใช้ชั้นของเม็ดเรซิน (ion exchange resin)เป็นสารตัวกลางให้น้ำหลายผ่าน ในปัจจุบันได้พัฒนารูปแบบให้เหมาะกับเครื่องกรองน้ำดื่มคือ เป็นไส้กรองแบบเรซิน
กระบวนการรีเวอร์ส ออสโมซิส (reverse osmosis; R.O.) หรือกระบวนการอาร์โอ	กำจัดโมเลกุลของแร่ธาตุต่าง ๆ สารอินทรีย์ โลหะหนัก รวมถึงเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดได้	มีส่วนประกอบที่สำคัญ 3ส่วนคือ 1)กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนเข้ากระบวนการ (pretreatment unit)เพื่อทำหน้าที่ปรับคุณภาพน้ำให้เหมาะสมกับกระบวนการ จึงมักมีการติดตั้งไส้กรองเพื่อกรองสารแขวนลอย และติดตั้งไส้กรองแบบถ่านกัมมันต์ เพื่อดูดซับคลอรีนที่อาจมีผลต่อแผ่นเยื่อกรอง บางทีอาจมีการติดตั้งไส้กรองแบบเรซินเพิ่มไว้ด้วย 2)เครื่องสูบน้ำ หรือปั๊มน้ำแรงดันสูงเพื่อทำหน้าที่ดันน้ำให้ผ่านแผ่นเยื่อกรอง โดยปั๊มน้ำที่ใช้สำหรับเครื่องกรองน้ำดื่มเป็นปั๊มน้ำขนาดเล็กที่เรียกว่าปั๊มน้ำเพิ่มแรงดัน (booster pump) ดังนั้นในกระบวนการนี้มีน้ำที่ได้จากกระบวนการหรือน้ำที่ผ่านแผ่นเยื่อกรอง(permeate water)กับน้ำทิ้งส่วนที่เหลือจากกระบวนการ หรือน้ำที่ไม่สามารถผ่านแผ่นเยื่อกรอง (concentrate or brine water) ซึ่งต้องระบายทิ้งออกจากกระบวนการ และ 3) แผ่นเยื่อกรอง (membrane)มีหน้าที่ในการดักโมเลกุลของแร่ธาตุต่าง ๆในน้ำ
กระบวนการฆ่าเชื้อโรค (disinfection)	กำจัดเชื้อโรคในน้ำ	นิยมใช้การฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงหรือรังสีอัลตราไวโอเลท (ultraviolet ;UV) ซึ่งผลิตโดยใช้หลอดไฟยูวี หรือการเติมโอโซน (Ozonation ; O_3)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.2 องค์ประกอบน้ำดื่มแบบระบบ RO

ระบบน้ำ RO เป็นระบบการกรองที่มีความละเอียดสูง ทำให้เชื้อโรค สิ่งสกปรก สารปนเปื้อนที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่-เล็ก จะผ่านการกรองชนิดนี้ไม่ได้ ซึ่งมีแต่น้ำสะอาดบริสุทธิ์แล้วเท่านั้นที่จะผ่านชั้นกรองนี้ไปได้ หลักการทำงานระบบ RO ที่อยู่ภายในเครื่องกรองน้ำอุตสาหกรรม จะได้น้ำที่สะอาดมากโดยผ่านเพียงเครื่องกรองตัวเดียว ระบบเดียว ซึ่งขั้นตอนการทำงานของระบบ RO ก็จะประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

2.2.1. กรองน้ำผ่านไส้กรอง

การทำงานของระบบ RO ก็คือ การปล่อยน้ำให้ไหลผ่านบริเวณไส้กรอง ซึ่งไส้กรองที่สามารถกรองได้ละเอียดมากถึง 5 ไมครอน ทำให้สามารถกรองสิ่งสกปรกออกไปได้ทั้งหมด แม้แต่สิ่งสกปรกที่มีขนาดค่อนข้างเล็กก็ไม่สามารถเล็ดลอดออกไปได้เช่นเดียวกัน จึงทำให้น้ำที่ได้นั้นบริสุทธิ์มาก

2.2.2. ปั๊มแรงดันสูง

เพื่อเตรียมแยกน้ำ การใช้ปั๊มน้ำแรงดันสูงนั้น ใช้เพื่อผลักเอาน้ำที่ผ่านขั้นตอนการกรองเรียบร้อยแล้ว ให้ไหลเข้าสู่เมมเบรน เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การคัดแยก และนำน้ำที่ผ่านกระบวนการกรองมาแล้วเข้าสู่กระบวนการต่อไป

2.2.3. กรองน้ำผ่านเมมเบรน (Membrane)

เมื่อน้ำมาถึงเมมเบรนเรียบร้อยแล้ว ก็จะเกิดการคัดแยกน้ำขึ้นมาอีกขั้นตอนหนึ่ง เพื่อให้สามารถจัดการกับน้ำที่ผ่านตัวเครื่องกรองหรือผ่านระบบ RO ทั้งหมดได้ โดยเมมเบรนนี้จะเป็นตัวที่กรองน้ำขั้นสุดท้าย เป็นไส้กรองที่ช่วยกรอง และส่งผ่านน้ำทั้งหมดไปยังขั้นตอนการแยกประเภทต่อไป

2.2.4. คัดแยกประเภทของน้ำ

หลังจากที่ผ่านขั้นตอนการทำงานของตัวเครื่องกรองน้ำ RO เรียบร้อยแล้ว ทั้งการกรองน้ำผ่านไส้กรองที่มีความละเอียดสูงถึง 5 ไมครอน ปั๊มแรงดันน้ำ และไส้เมมเบรนนั้น กำลังจะถูกนำไปคัดแยกประเภทของน้ำ เพื่อการใช้งานต่อไป จึงจะจบกระบวนการทำงานของระบบ RO ซึ่งประเภทของน้ำที่ได้หลังจากผ่านการกรอง แบ่งได้เป็นประเภทหลัก 2 ประเภท ได้แก่ น้ำบริสุทธิ์ และน้ำเข้มข้น

2.2.5. ปล่อยน้ำที่ปนเปื้อนทิ้ง

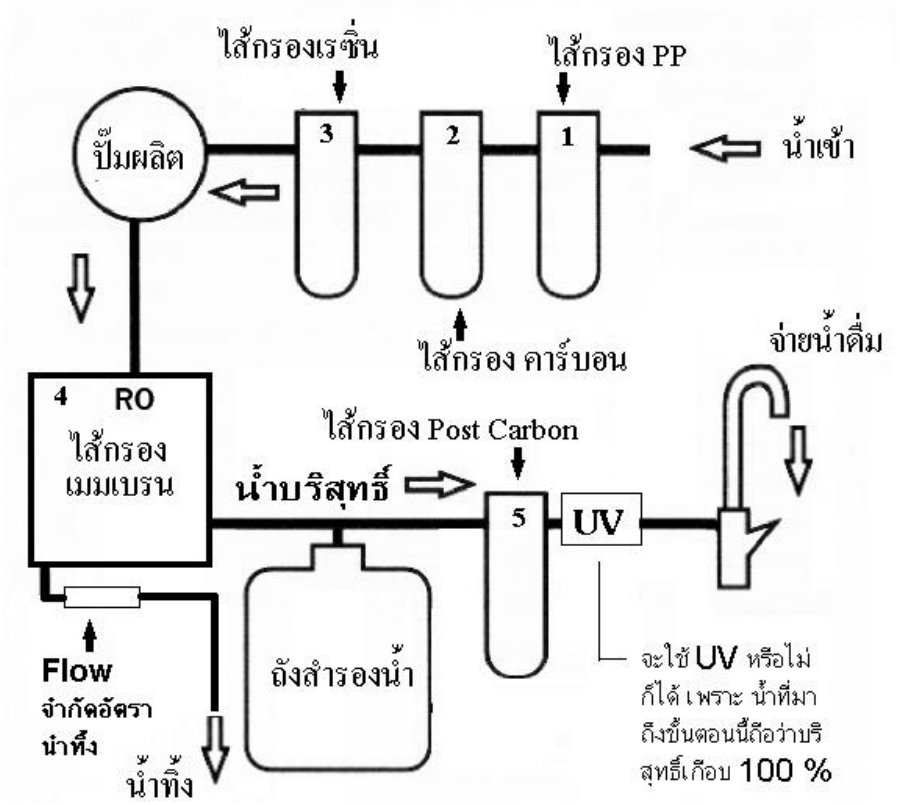
น้ำเสียที่ได้นั้นเป็นน้ำที่ไม่สามารถผ่านการกรองด้วยไส้กรองได้ จะเป็นน้ำที่จำเป็นต้องนำไปทิ้งโดยน้ำที่เหลืออยู่นั้นเป็นน้ำที่เจือปนสิ่งสกปรก สารเคมี แบคทีเรีย แร่ธาตุ โลหะหนัก

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ซึ่งจะถูกส่งไปที่ชุดควบคุมปริมาณน้ำทิ้ง เพื่อตรวจสอบประมาณน้ำที่ต้องนำไปทิ้ง จากนั้นก็จะนำน้ำเสียทั้งหมดไปทิ้งผ่านโซลีนอยล์วาลว์ (Solenoid Valve) เป็นส่วนที่กำจัดน้ำออกไป

2.2.6. นำน้ำบางส่วนไปรีไซเคิล

น้ำรีไซเคิลเป็นน้ำที่ไม่ได้นำเข้ากักเก็บภายในตัวถัง และไม่ได้นำไปปล่อยทิ้ง แต่น้ำรีไซเคิลทั้งหมดนี้จะถูกนำไปส่งที่ Flow Meter เพื่อวัดปริมาณน้ำในส่วนนี้ที่ได้ทั้งหมด จากนั้นก็จะให้ปั๊มน้ำแรงดันสูง เป็นตัวส่งน้ำรีไซเคิลนี้กลับไปสู่ไส้กรองเมมเบรน ซึ่งทำเพื่อรักษาสมดุลและความเร็วในการกรองน้ำของไส้กรองเมมเบรน ทำให้ไส้กรองเมมเบรนทำงานได้ดีมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 2.2 กระบวนการปรับสภาพน้ำแบบ RO

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.3 เทคโนโลยีในการให้บริการน้ำดื่มแบบ Sea Water Reverse Osmosis (SWRO)

ระบบผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเล (Desalination Plant) เป็นการนำน้ำทะเลเข้าสู่กระบวนการผลิต เพื่อให้ได้น้ำจืด ซึ่งที่ต้องใช้บริการดังกล่าว ได้แก่ ชุมชน และโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่พื้นที่ใกล้หรือติดกับทะเลหรืออยู่ในพื้นที่ ที่น้ำจืดมีราคาสูง หรือขาดแคลนน้ำจืด โดยน้ำทะเลที่นำมาใช้ ในการผลิตต้องผ่านกระบวนการกรองเอาสารละลายและความขุ่นออก ขั้นตอนการผลิตจะมีความคล้ายคลึงกับขั้นตอนการผลิตน้ำประปา แต่ต้องใช้เทคโนโลยีที่มีความซับซ้อนมากกว่า โดยใช้ระบบการกรองที่ใช้แรงดันผ่านตัวกรองที่มีความละเอียดสูง ได้แก่ การใช้ระบบกรองแบบ MF หรือ UF และ RO ซึ่งเรียกว่า Sea Water Reverse Osmosis (SWRO)

เทคโนโลยีในการให้บริการน้ำดื่มแบบ Sea Water Reverse Osmosis (SWRO)

ภาพที่ 2.3 ระบบผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเล

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ข้อมูลสำคัญ

- ผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเลได้วันละ 5,000 ลิตร (24/ชั่วโมง)
- ขนาดตัวเครื่อง 65x50x80 เป็นเครื่องแนวตั้ง
- น้ำหนัก 80 กก.
- ท่อแรงดันสูงเป็น ท่อสแตนเลส
- ระบบอุปกรณ์ วาล์วเป็น สแตนเลสสตีล 304s,316
- ปั๊มแรงดันสูงเคลือบสาร เซรามิคใช้งานทนทาน
- ระบบควบคุม ด้วย Programmable Logic Controller
- มีระบบลูกลอยไฟฟ้าให้ 1 ชุด ต่อการใช้งานตัดระบบทำงานเมื่อน้ำเต็มถัง
- ระบบไฟฟ้า 220V 50 Hz 15 A& 380V 3Phase
- กำลังไฟฟ้าขณะเดินระบบ 2200 WATT
- ระดับความเค็มสูงสุดที่เข้าเครื่อง 38 PPT
- ระบบล้างเครื่อง AUTO FLUSHING ระบบถังเก็บน้ำจืดขนาด50ลิตรในตัว
- ตั้งเวลาล้างเครื่องได้ตามสภาพน้ำ
- ไส้กรองน้ำเข้าเบื้องต้นขนาด 1 ไมครอน
- ขนาดเยื่อกรองแยกความเค็ม 0.0001 ไมครอน
- ระดับแรงดันสูงสุด 1,000 PSI
- มี วาล์วตั้งระดับน้ำทิ้ง
- มีโฟล์วมิเตอร์ วัดปริมาณน้ำดี
- มีโฟล์วมิเตอร์วัดปริมาณน้ำทิ้ง
- มีระบบต่อลูกลอยเข้าถังเก็บตัดเองเมื่อเต็ม
- มีระบบ CLEANING ทั้งระบบก่อนกรองและหลังกรอง
- ระบบไฟฟ้า ป้องกัน OVERLOAD
- ระบบตรวจสอบแรงดัน LOW PRESSURE
- ระบบตรวจสอบและตัดการทำงาน HIGH PRESSURE
- มีระบบ แจ้งเตือนแบบ ไฟหน้าตู้ควบคุม
- ไม่เหมาะกับน้ำที่ผ่านระบบคลอรีน มีคลอรีนในน้ำ เกิน 0.1 PPM และค่าความขุ่นเกิน 5 NTU

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

เหมาะกับน้ำทะเลใช้บนเรือหรือพื้นที่ใกล้ทะเล น้ำที่มีความเค็มในระดับ 34,000 PPM แต่ไม่เกิน 40,000 PPM เป็นระบบฟอกน้ำแบบ REVERSE OSMOSIS ที่มีประสิทธิภาพสูง ช่วยแยกเกลือและน้ำบริสุทธิ์ออกจากกัน เหมาะกับเรือเดินทะเล และบ้านริมทะเลที่ต้องการใช้น้ำไม่เกิน 5,000 ลิตรต่อวัน ตัวระบบออกแบบมาให้ใช้งานง่าย ใช้ไฟฟ้าพลังงานต่ำเหมาะกับทุกที่ที่ต้องการกรองน้ำเค็มเป็นน้ำจืด

2.4 การใช้งาน IoT ในระบบบริการ

งานวิจัยนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ Internet of Things (IoT) อุปกรณ์ตรวจวัดค่า ซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบภาคต่างๆ คือส่วนประมวลผลที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์, ส่วนการสื่อสาร, ส่วนเซ็นเซอร์

โดยงานวิจัยที่มีการนำ Internet of Things (IoT) มาใช้งานนั้น กำลังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน และมีลักษณะการนำมาใช้งานที่แตกต่างกันออกไป

2.5 การตั้งค่าและเชื่อมต่อองค์ประกอบส่วนต่างๆ

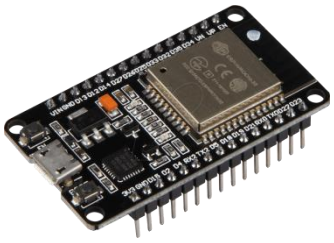
เนื่องจากการสร้างระบบตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอกจะต้องมีการติดตั้งและเชื่อมต่อเซ็นเซอร์เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อจะอ่านค่าข้อมูลจากเซ็นเซอร์ และประมวลผลข้อมูล ก่อนถูกส่งขึ้นไปบันทึกข้อมูลใน Google Cloud และแจ้งเตือนผ่าน Line Notify ต่อไป

2.5.1. ESP32

ไมโครคอนโทรลเลอร์ DOIT ESP32 DevKit V1

ในระบบนี้ใช้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ DOIT ESP32 DevKit V1 ซึ่งเป็น Microcontroller + WiFi + Bluetooth มีเสาอากาศแบบ PCB Antenna โดยเชื่อมต่อเฮดเดอร์สำหรับขาสัญญาณต่างๆ มี 2.4 GHz dual-mode Wi-Fi and Bluetooth chips มีส่วนของ USB-to-TTL และพอร์ต micro USB ใช้เชื่อมต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อพัฒนาโปรแกรม

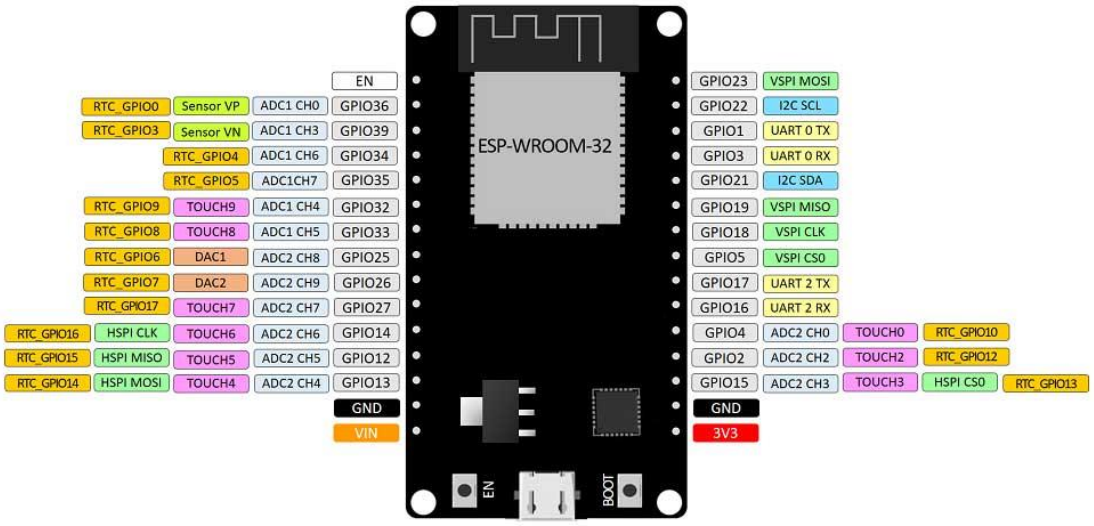
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ DOIT ESP32 DevKit V1

คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ DOIT ESP32 DevKit V1

1) ESP32 ทำงานแบบ Dual Core มีโปรเซสเซอร์ 2 ตัวทำงานได้พร้อมกัน
2) มี Wi-Fi และ Bluetooth 4.0
3) ทำงานแบบ 32 บิต
4) ความถี่ Clock ความเร็วสูงสุดถึง 240 Mhz
5) หน่วยความจำ RAM 512 kB



ภาพที่ 2.5 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ DOIT ESP32 DevKit V1

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

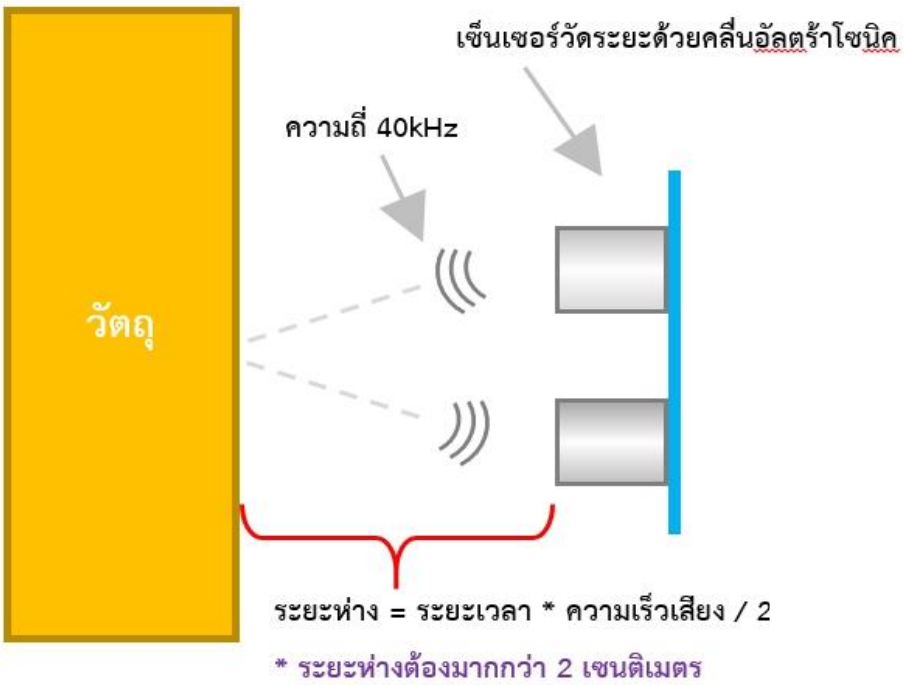
ค่าข้อมูล	ข้อความที่แสดงในระบบ (ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น)
ไว้เก็บหมายเลขประจำจุดอุปกรณ์	Device-id (เป็น Sting เช่น 1)
ค่าของปริมาณแก้วน้ำในกระบอก	Percentage (เลขทศนิยม เช่น 75.00)
ค่า วันเดือนปี, เวลา	Timestamp (เป็น Sting เช่น Mar 19,2021 16:26:17)

ผลลัพธ์การทดสอบการทำงานที่ตรวจวัดข้อมูลได้ของ DOIT ESP32 DevKit V1

2.5.2. Ultrasonic sensor

หลักการทำงาน ULTRASONIC SENSOR ทำงานโดยส่งคลื่นความถี่เสียงย่านอัลตร้าโซนิคโดยส่งคลื่นออกมากระทบกับวัตถุหรือชิ้นงานที่ตรวจจับแล้วสะท้อนคลื่นเสียงกลับมาที่ตัวเซนเซอร์ ทำให้สามารถเช็คระยะตรวจจับได้

ความถี่อัลตร้าโซนิคนั้น ที่นิยมใช้งานในเซ็นเซอร์วัดระยะรุ่นต่าง ๆ จะมีความถี่ที่ประมาณ 40kHz ข้อดีของการใช้ความถี่นี้ คือมีลักษณะของความยาวคลื่นที่สั้น ส่งผลให้คลื่นไม่แตกกระจายออกเป็นวงกว้าง และสามารถยิงคลื่นตรงไปชนวัตถุใดๆ ก็ได้และนอกจากนี้ความถี่ 40kHz ยังเป็นความถี่ที่มีระยะเดินทางเพียงพอกับการใช้งาน หากใช้ความถี่สูงขึ้นจะทำให้คลื่นเดินทางได้ในระยะทางที่ลดลง ทำให้เมื่อนำมาใช้งานจริงจะวัดระยะได้ในระยะที่สั้น



ภาพที่ 2.6 การทำงานของเซ็นเซอร์วัดระยะด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

หลักการที่สำคัญของการวัดระยะด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค คือการส่งคลื่นอัลตร้าโซนิคจำนวนหนึ่งออกไปจากตัวส่ง (Transmitter) เมื่อคลื่นวิ่งไปชนกับวัตถุ คลื่นจะมีการสะท้อนกลับมา แล้ววิ่งกลับไปชนตัวรับ(Receiver) ด้วยการเริ่มนับเวลาที่ส่งคลื่นออกไป จนถึงได้รับคลื่นกลับมานี้เอง ทำให้เราสามารถหาระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซ็นเซอร์ได้

2.5.3 โปรแกรม Arduino

Arduino คือ โครงการที่นำชิปไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลต่างๆ มาใช้ร่วมกันในภาษา C ซึ่งภาษา C นี้เป็นลักษณะเฉพาะ คือมีการเขียนไลบารี่ของ Arduino ขึ้นมาเพื่อใช้ในการสั่งงานไมโครคอนโทรลเลอร์ที่แตกต่างกัน สามารถใช้งานโค้ดตัวเดียวกันได้ โดยตัวโครงการได้ออกบอร์ดทดลองมาหลายๆ รูปแบบ เพื่อใช้งานกับ IDE ของตนเอง สาเหตุหลักที่ทำให้ Arduino เป็นที่นิยมมาก เพราะซอฟต์แวร์ที่ใช้งานร่วมกันสามารถโหลดได้ฟรี

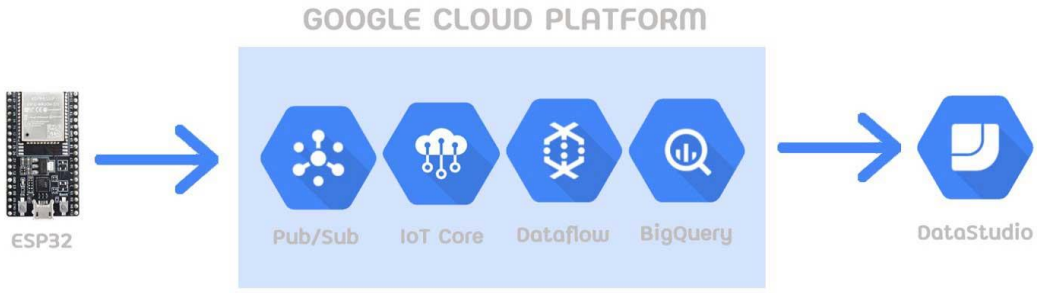
ภาพที่ 2.7 โปรแกรม Arduino

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.5.4 Google Cloud

ในระบบตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอกจะทำการนำข้อมูลไปจัดเก็บลงใน Google Cloud โดย Google Cloud Platform เป็นบริการ Cloud Provider ที่ให้บริการในหลายรูปแบบ ตั้งแต่การรับค่าจาก device การสร้าง pipeline และการเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ไปจนถึงการทำ Machine learning บน cloud และใช้ Google Data Studio ในการทำ dashboard

โดยในระบบตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก้วน้ำจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ทำหน้าที่ในการส่งค่าจากที่ได้รับจากไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 ซึ่งมีการเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ โดยส่งขึ้นไปยัง Google Cloud Platform โดยจะใช้ API บน Google Cloud Platform ได้แก่ 1) Pub/Sub 2) IoT Core 3) Dataflow 4) BigQuery

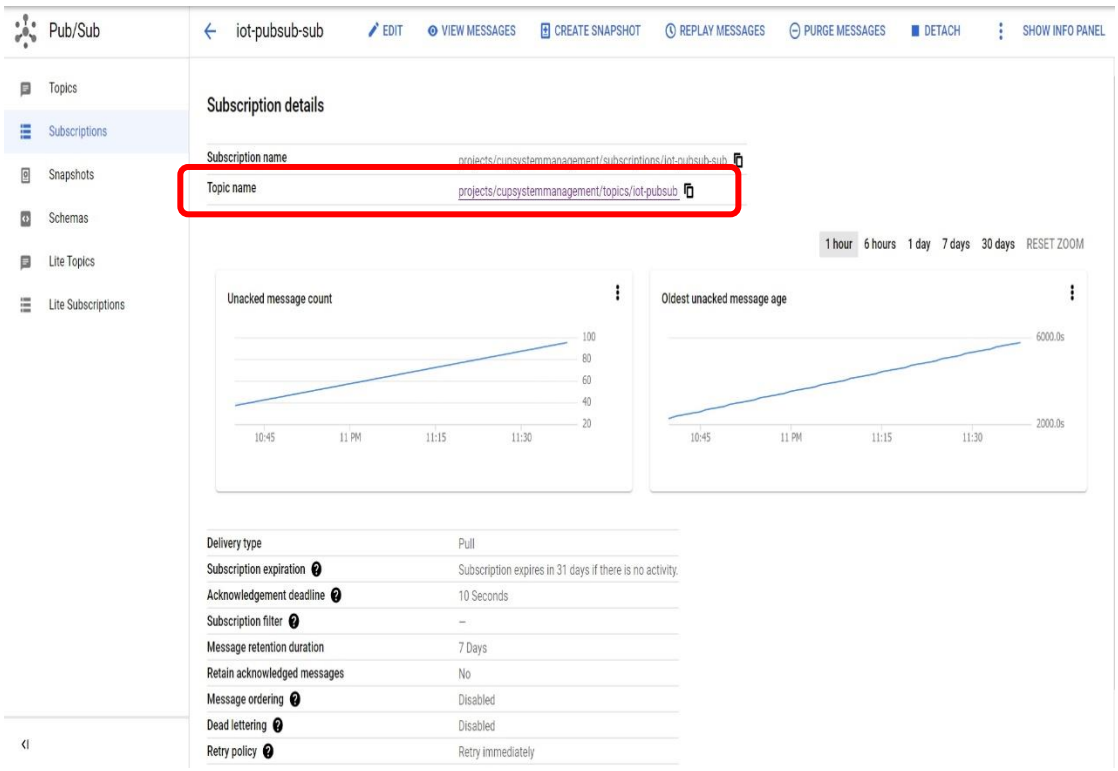


ภาพที่ 2.8 ภาพรวมการทำงานของ Google Clod Platform

2.5.5 Pub/Sub

Cloud Pub/Sub จะทำหน้าที่รับ message ที่ถูก device ส่งขึ้นมาบน cloud (Publisher) เพื่อรอการดึง message เหล่านั้นไปใช้ต่อไป (Subscriber) โดยทั้งสองส่วนนี้จะทำงานแยกจากกัน จึงทำให้มีความปลอดภัยและพร้อมใช้งานเสมอ โดย Topic จะทำหน้าที่เป็นเหมือนถังข้อมูลที่ IoT device จะส่งค่าขึ้นมาเก็บไว้ เพื่อรอให้มี Subscriber ดึงข้อมูลออกจากถังไปใช้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

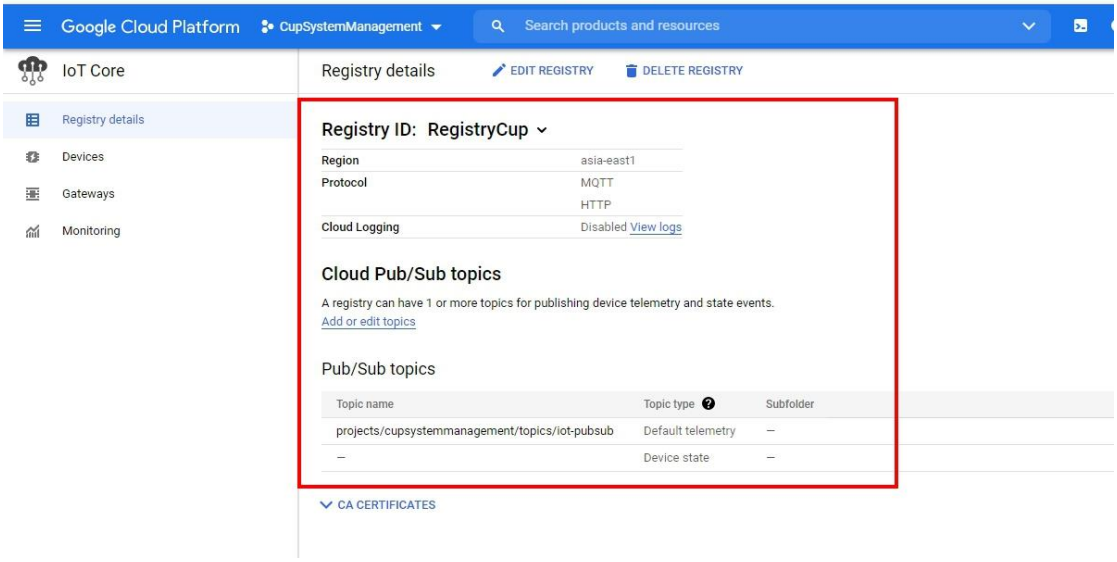


ภาพที่ 2.9 Cloud Pub/Sub

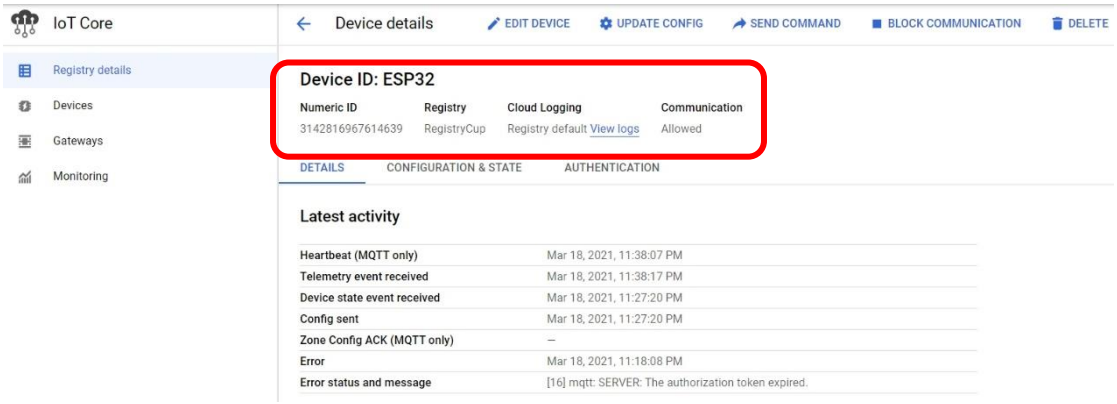
2.5.6 IoT Core

Google Cloud IoT Core เป็นบริการแบบ Managed Service ที่จะช่วยให้สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT เข้ากับ Cloud ได้อย่างปลอดภัย พร้อมทั้งสามารถทำการบริหารจัดการและรวบรวมข้อมูลจากอุปกรณ์ IoT ทั้งหมด เพื่อนำไปวิเคราะห์ผล ต่อด้วยบริการอื่นๆของ Google Cloud IoT Platform ได้แบบครบวงจรโดย Google Cloud IoT Core นี้จะใช้ Cloud Pub/Sub สำหรับรวบรวมข้อมูลและส่งต่อไปยังบริการอื่นใน Google Cloud โดยรองรับโปรโตคอล MQTT สำหรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ IoT เป็นหลักทำให้การเริ่มต้นสร้างโซลูชันทางด้าน IoT เป็นไปได้อย่างรวดเร็ว

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 2.10 Cloud IoT Core ในส่วนของ Registry



ภาพที่ 2.11 Cloud IoT Core ในส่วนของ Device

2.5.7 Google Cloud Shell

ในงานวิจัยนี้จะใช้ Google Cloud Shell เพื่อสร้าง Private และ Public key ซึ่งในขั้นตอนการสร้าง device นั้นจำเป็นต้องระบุ private key และ public key ด้วย เพื่อความปลอดภัยในการส่งข้อมูล ซึ่งสามารถสร้าง key ได้ โดยการพิมพ์คำสั่งลงใน terminal ของ Google Cloud Shell ดังนี้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

1) สร้างไฟล์ *iot-device-ec_private.pem*

openssl ecparam -genkey -name prime256v1 -noout -out

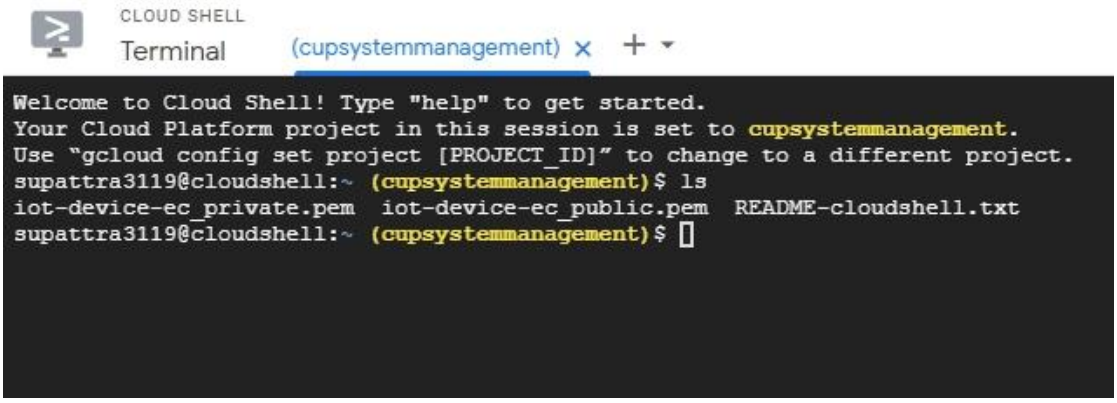
iot-device-ec_private.pem

2) สร้างไฟล์ *iot-device-ec_public.pem* โดยให้สัมพันธ์กับ private key ที่สร้างไว้

openssl ec -in iot-device-ec_private.pem -pubout -out

iot-device-ec_public.pem

ซึ่ง directory บน cloud จะมี file iot-device-ec_private.pem และ iot-device-ec_public.pem เพิ่มขึ้นมาดังภาพที่ 3.10



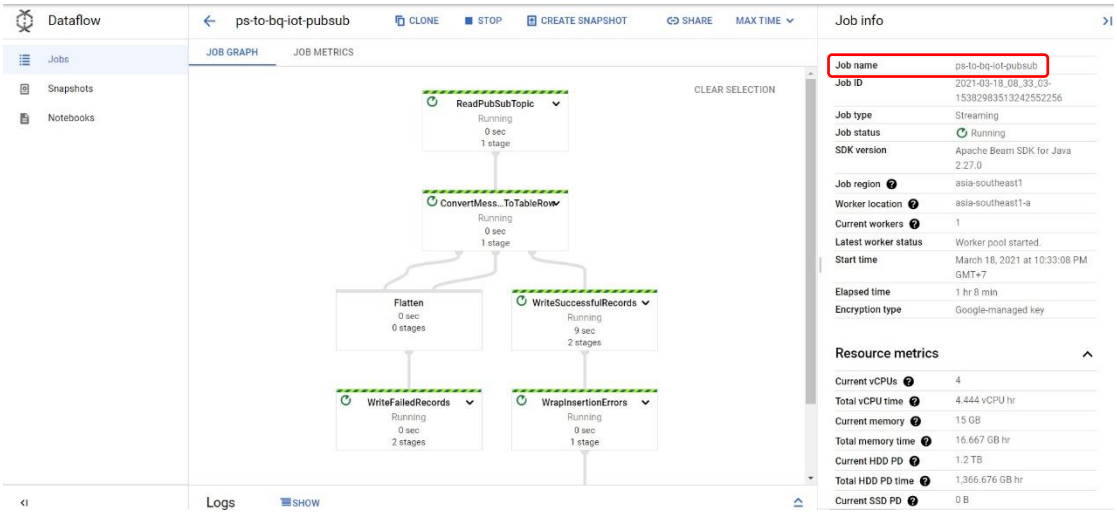
ภาพที่ 2.12 สร้าง Private key และ Public key

โดย device จะใช้ public key format แบบ ES256 ซึ่งใช้อัลกอริทึมของ Elliptic Curve Digital Signature Algorithm (ECDSA) ซึ่งเป็น Digital Signature ที่ดีและปลอดภัยในปัจจุบันและสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ DOIT ESP32 DevKit V1 จะใช้ private key และ root cert เพื่อให้มีความปลอดภัย และเป็นการยืนยันการเชื่อมต่อที่ถูกต้อง เพื่อจะได้ส่งข้อมูลขึ้น Google Cloud IoT Core

2.5.8 Dataflow

Dataflow เป็นบริการหนึ่งของ Google Cloud ที่ทำหน้าที่สร้าง pipeline เพื่อตอบโจทย์งานดังกล่าวโดยสามารถออกแบบ pipeline ได้เองตามที่ต้องการโดยใช้ Apache Beam ซึ่งเหมาะสำหรับการประมวลผลข้อมูลแบบ Stream มาตลอดเวลา โดยจะนำข้อมูลที่ Cloud Pub/Sub ได้รับส่งต่อไปเก็บใน BigQuery ซึ่งเป็นรูปแบบของตาราง พร้อมที่จะนำไปวิเคราะห์หรือแสดงผลเป็น Dashboard ต่อไป โดยใช้ Dataflow เป็นตัวกลางในการทำงาน

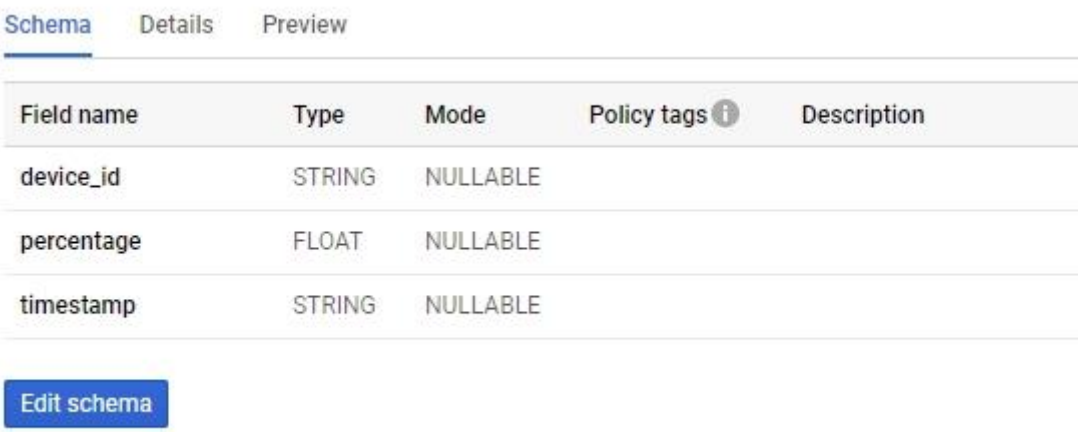
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 2.13 Dataflow

2.5.9 BigQuery

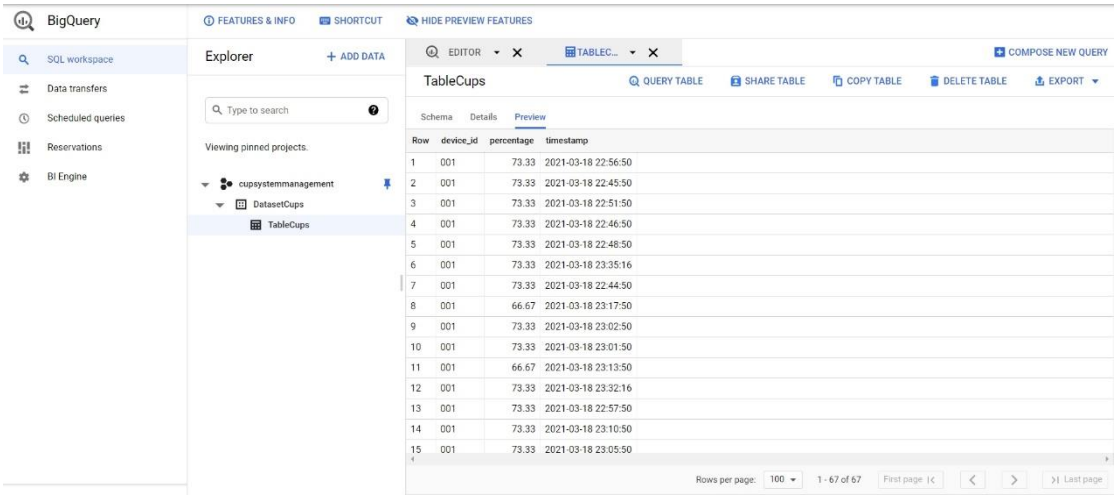
ใน BigQuery ของ Google Cloud มีการจัดเก็บข้อมูลลงใน Dataset ชื่อ DatasetCups โดยมี Table ชื่อ TableCups สำหรับการจัดเก็บข้อมูลในสถานะปกติ ซึ่งไม่เกิดความผิดพลาดโดยมีการออกแบบ schema ของตารางที่จัดเก็บข้อมูลดังภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 Schema ของตารางที่จัดเก็บข้อมูลใน BigQuery ของ Google Cloud

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

BigQuery เป็นบริการฐานข้อมูลขนาดใหญ่ของ Google โดยใช้หลักการ big data ที่สร้างตารางข้อมูลที่ไม่ซับซ้อน แต่มีขนาดใหญ่มากๆ ซึ่งต่างไปจากแนวทางของ relational database โดย Google BigQuery ทำหน้าที่ในการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลที่มีขนาดใหญ่มากๆ เพื่อหาผลลัพธ์ตามที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว ซึ่งสามารถใช้ความรู้พื้นฐาน SQL ที่เคยมี ทำการเรียกข้อมูลที่ต้องการได้ทันที โดยจะนำข้อมูลที่ถูกส่งมาจาก device มาเก็บไว้ในรูปแบบของตาราง BigQuery ซึ่งพร้อมที่จะนำไปวิเคราะห์หรือแสดงผลเป็น Dashboard ต่อไป



ภาพที่ 2.15 BigQuery

2.5.10 DataStudio

Google Data Studio เป็นเครื่องมือของ Google ที่เอาไว้ในการทำ Data Visualization หรือเป็นการสร้าง report จากข้อมูลตัวเลขที่อ่านยากออกมาเป็นรูปภาพที่อ่านเข้าใจง่าย ซึ่งในตัว Google Data Studio จะมีเครื่องมือช่วยสร้าง report มากมายให้ลากวางและออกแบบหน้าตารีพอร์ตได้เอง รวมถึงความสามารถในการดึงข้อมูลจาก Adwords, Youtube, Google Sheet, BigQuery และ Google Analytics โดยในงานวิจัยนี้จะนำข้อมูลจาก BigQuery มาแสดงเป็น dashboard ด้วย DataStudio

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.5.11 Line Notify

รับข้อความแจ้งเตือนจากเว็บเซอร์วิสต่าง ๆ ที่ได้ทาง Lineโดยหลังเสร็จสิ้นการเชื่อมต่อกับทางเว็บเซอร์วิสแล้ว จะได้รับการแจ้งเตือนจากบัญชีทางการของ “Line Notify” ซึ่งให้บริการโดย Line สามารถรับการแจ้งเตือนทางกลุ่มได้ ซึ่งบริการหลักๆ ที่สามารถเชื่อมต่อได้แก่ GitHub IFTTT หรือ Mackerel เป็นต้น และแจ้งสถานะการออนไลน์ไปอีกระบบปลายทางได้ จึงทำให้สามารถส่งข้อความแจ้งเตือนจากบริการต่างๆ หรืออุปกรณ์ใดๆ ก็ตาม ที่สามารถเชื่อมต่อกับ Internet และสามารถเชื่อมต่อด้วย http post มายัง Account ของเราได้ ซึ่งการใช้งานโดยรวมของ Line notify จะมีรูปแบบดังนี้ คือ เริ่มแรก ต้องสร้าง Token ของ Account ในระบบของ Line จากนั้นเก็บ Token นี้เอาไว้ แล้วเมื่อต้องการที่จะส่งข้อความแจ้งเตือนต่างๆ จะใช้ Token นี้เพื่อส่งข้อความแจ้งเตือน ผ่านทาง http post

ภาพที่ 2.16 LINE Notify

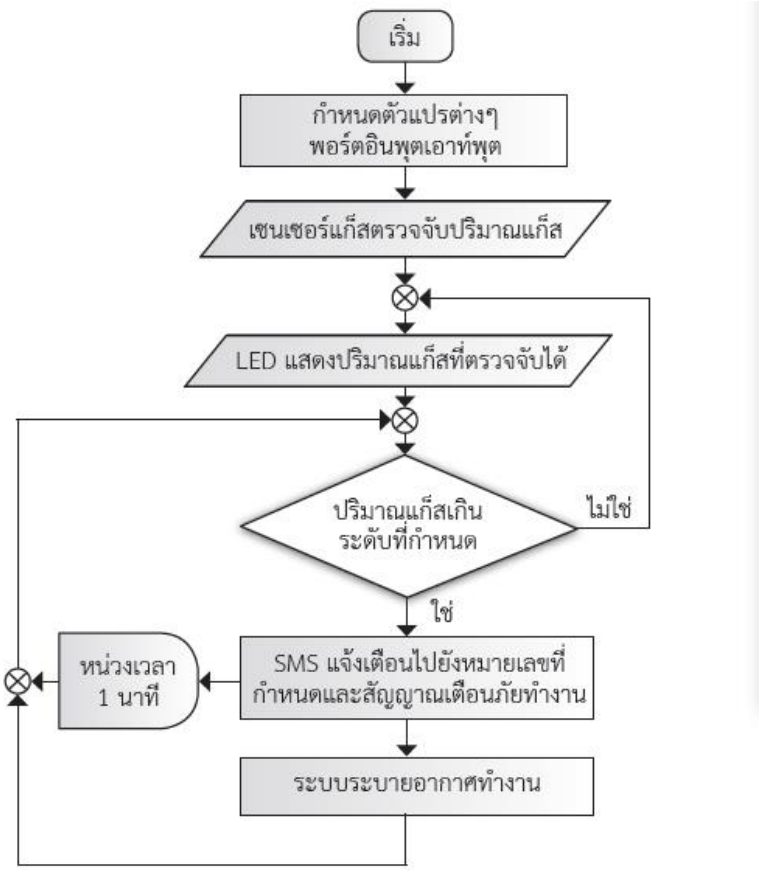
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยเรื่องระบบการตรวจจับปริมาณก๊าซแอลพีจีในห้องครัวด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ พร้อมระบบส่งสัญญาณเตือนภัย เป็นงานวิจัยของ ผศ.ดร.นิคม ลนขุนทด เป็นการนำเอา Internet of Things (IoT) มาใช้ในระบบตรวจจับปริมาณก๊าซแอลพีจีในห้องครัวด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับโมดูล ET-GSM SIM300CZ พร้อมระบบส่งสัญญาณเตือนภัย

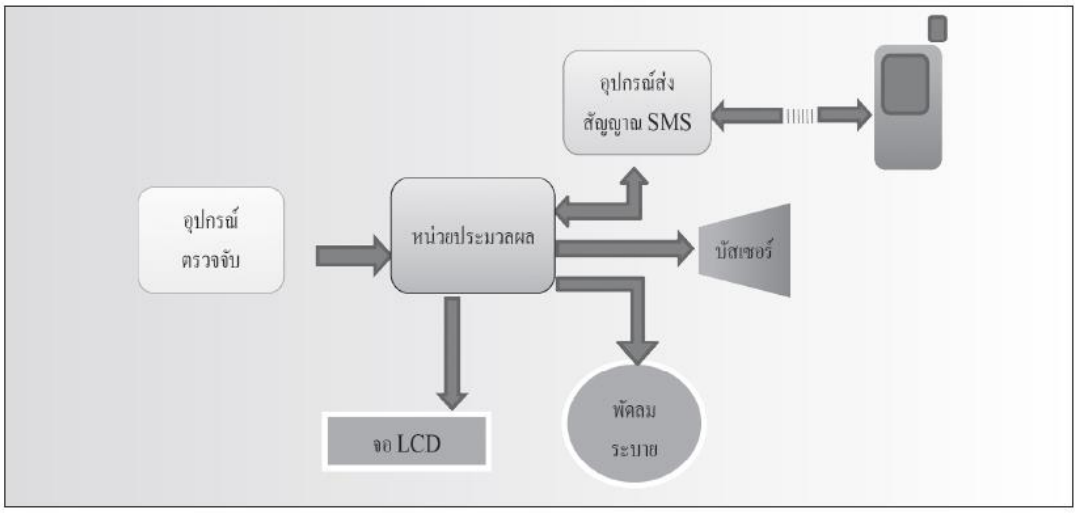
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

การออกแบบโปรแกรมสำหรับควบคุมระบบการตรวจจับปริมาณก๊าซแอลพีจีในห้องครัวด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์พร้อมระบบส่งสัญญาณเตือนภัยนั้นมีหลักการทำงานคือ เมื่ออุปกรณ์ตรวจจับปริมาณก๊าซที่มากกว่าค่าที่กำหนดจะส่งสัญญาณเข้าไปที่หน่วยประมวลผลจะสั่งงานให้อุปกรณ์ทำงานสามส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งแสดงปริมาณก๊าซที่ตรวจจับได้ที่จอ LCD ส่วนที่สองหน่วยประมวลผลจะสั่งให้อุปกรณ์ส่งสัญญาณเอสเอ็มเอสตามข้อความที่กำหนดไปยังหมายเลขโทรศัพท์ที่ได้ตั้งไว้โดยมีการหน่วงเวลาการส่งเป็นระยะเวลา 5 วินาทีก่อนจะแจ้งเตือนครั้งต่อไปจนกว่าปริมาณก๊าซจะลดลงจนถึงระดับที่ปลอดภัยการส่ง เอสเอ็มเอสจึงจะยุติส่วนที่สามคือส่วนที่แจ้งให้ผู้อยู่ใกล้บริเวณที่ก๊าซรั่วได้ทราบคือเสียงสัญญาณจากบัสเซอร์ซึ่งจะทำงานพร้อมกับการส่งข้อความ เอสเอ็มเอสและส่วนสุดท้ายคือการสั่งให้พัดลมหรือระบบระบายอากาศทำงานเพื่อระบายปริมาณก๊าซให้เบาบางลง เป็นการชะลอเวลาการแก้ไขในลำดับต่อไป การทำงานของโปรแกรมเริ่มจากการกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆ เซนเซอร์ตรวจจับปริมาณก๊าซแอลพีจีในห้องครัวจะทำการตรวจจับปริมาณก๊าซแอลพีจี ตลอดเวลาที่ระบบทำงานและจะส่งสัญญาณแบบต่อเนื่อง (Analog) ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผล ตลอดเวลาปริมาณก๊าซ ที่ตรวจจับได้จะถูกแสดงผลที่จอ LCD ตลอดเวลาเช่นกัน หากปริมาณก๊าซแอลพีจี มีมากกว่าระดับความปลอดภัยที่กำหนดไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งงานให้โมดูล GSM/GPRS ส่งสัญญาณเอสเอ็มเอส ข้อความที่กำหนดไว้ไปยังหมายเลขโทรศัพท์ที่ระบุไว้ล่วงหน้าในขณะเดียวกันระบบเตือนภัยหรือบัสเซอร์จะดังขึ้นแจ้งเตือนให้ผู้อยู่บริเวณใกล้เคียงทราบถึงความผิดปกติเพื่อทำการแก้ไข การส่งเอสเอ็มเอสและการเตือนภัยจะทำงานไประยะเวลาหนึ่งโดยมีการหน่วงเวลา 1 นาที หากยังตรวจพบปริมาณก๊าซยังคงสูงกว่าระดับความปลอดภัยที่กำหนดไว้ ระบบจะทำงานวนรอบไปจนกว่าปริมาณก๊าซจะลดลงถึงระดับความปลอดภัยในขณะเดียวกันไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้พัดลมหรือระบบระบายอากาศทำงาน เพื่อระบายก๊าซที่สะสมในห้องออกไปสู่บรรยากาศภายนอก ระบบระบายจะทำงานตลอดเวลาจนกว่าปริมาณก๊าซที่ตรวจจับได้จะลดลงถึงระดับความปลอดภัย ถ้าปริมาณของก๊าซไม่ลดลงจะทำการแจ้งเตือนเป็นระยะ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



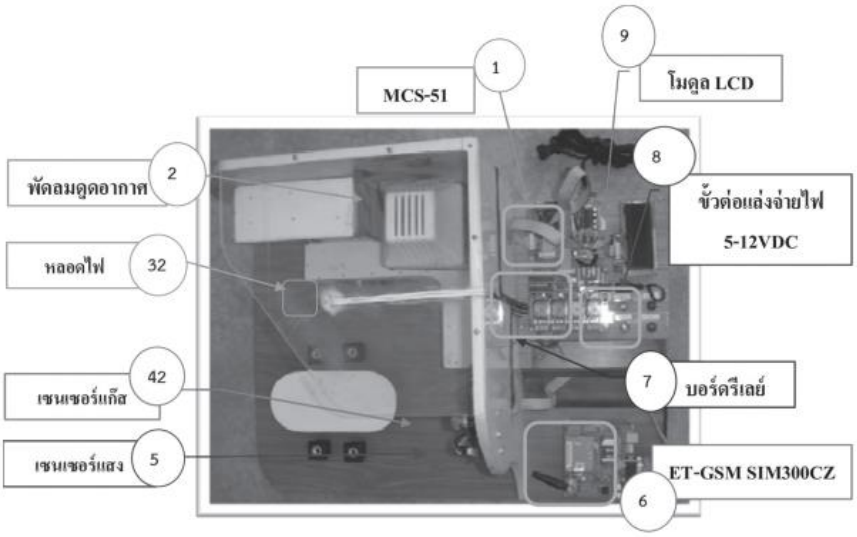
ภาพที่ 2.17 แผนผังโปรแกรมของระบบการตรวจจับปริมาณก๊าซแอลพีจีพร้อมระบบส่งสัญญาณเตือนภัย



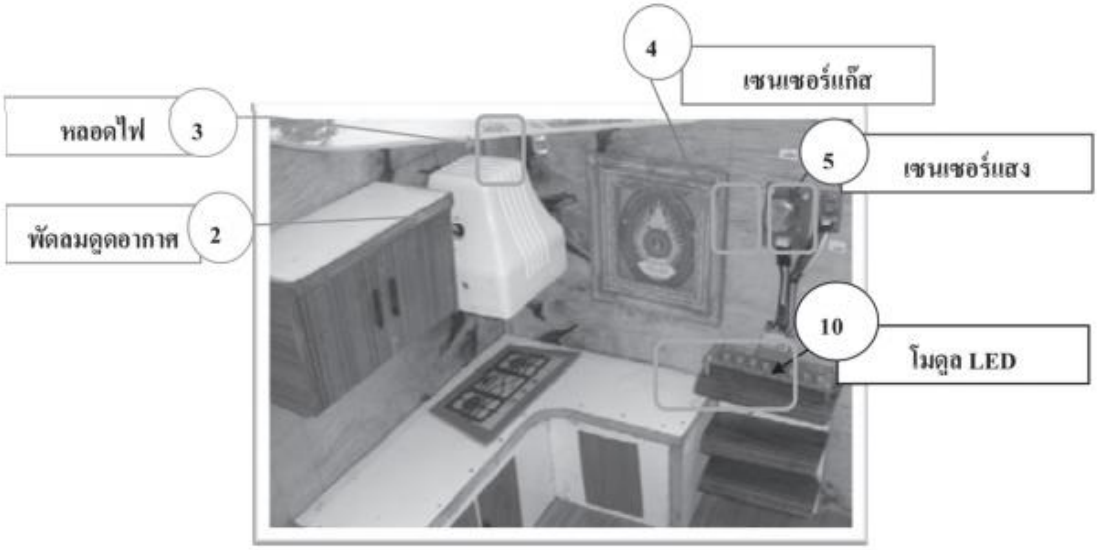
ภาพที่ 2.18 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบการตรวจจับปริมาณก๊าซแอลพีจีในห้องครัว

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ห้องครัวจำลองสำหรับประยุกต์ใช้กับระบบตรวจจับก๊าซรั่วและระบบควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับโมดูล ET-GSM SIM300CZ ซึ่งเป็นโมดูลสำหรับส่งเอสเอ็มเอสได้ ส่วนประกอบของโมดูลห้องครัวจำลองแสดงไว้ดังภาพที่ 5 และภาพที่ 6



ภาพที่ 2.19 ส่วนประกอบของโมดูลห้องครัวจำลอง



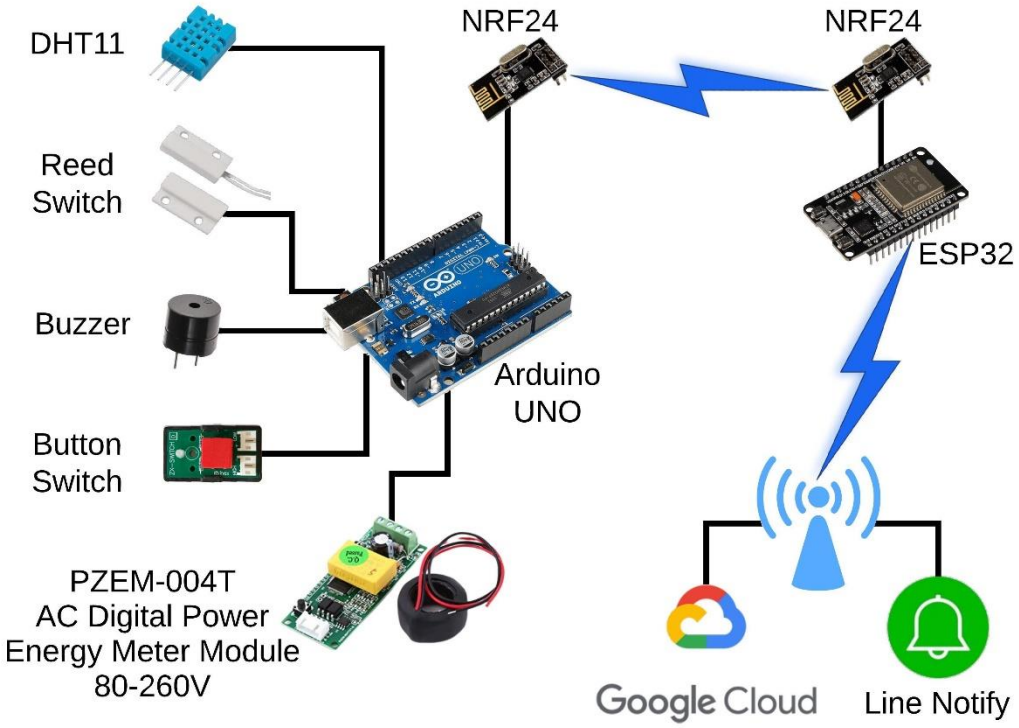
ภาพที่ 2.20 ส่วนประกอบของโมดูลห้องครัวจำลอง

ที่มา: วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ผศ.ดร.นิคม ลนขุนทด

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.6.2 การสร้างระบบตรวจสอบสถานะของตู้ Rack

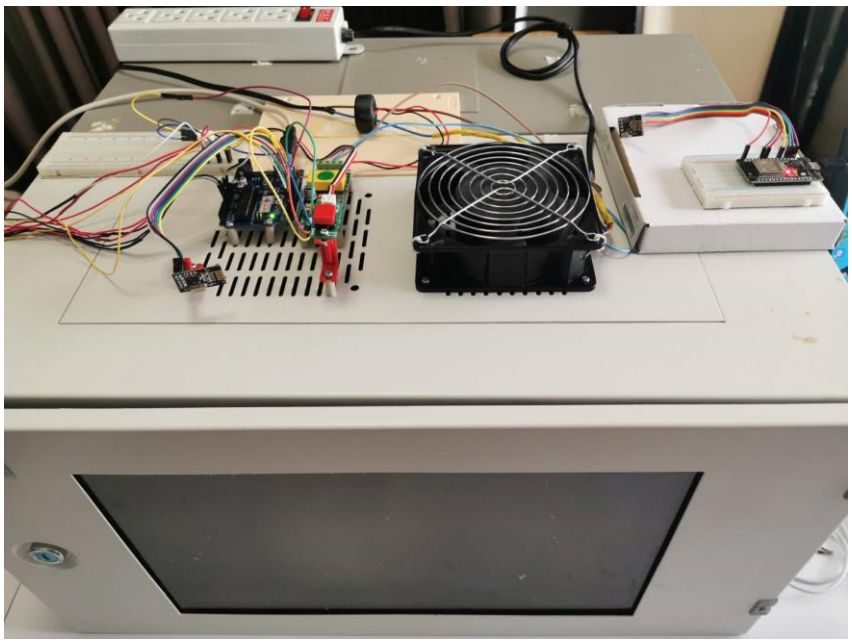
งานวิจัยนี้ได้พัฒนาและสร้างระบบตรวจสอบสถานะของตู้ Rack ขึ้นมา โดยจะเชื่อมต่อเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น DHT11 วัดค่ากระแสไฟฟ้า PZEM-004T วัดค่าสถานะเปิด-ปิดของตู้ Rack ด้วย Reed Switch ส่งเสียงเตือนด้วย Buzzer และสั่งหยุดการแจ้งเตือนด้วยการกดปุ่ม Button Switchโดยถูกสั่งการทำงานผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 แล้วส่งค่าข้อมูลแบบไร้สายผ่านโมดูล NRF24L01 2.4 GHz RF โดยข้อมูลจะถูกส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ DOIT ESP32 DevKit V1 เพื่อเชื่อมต่อสู่อินเตอร์เน็ตไปยัง Google Cloud เพื่อทำหน้าที่ในการจัดเก็บบันทึกข้อมูลและแจ้งเตือนผ่านทาง LINE ดังภาพที่ 2.21



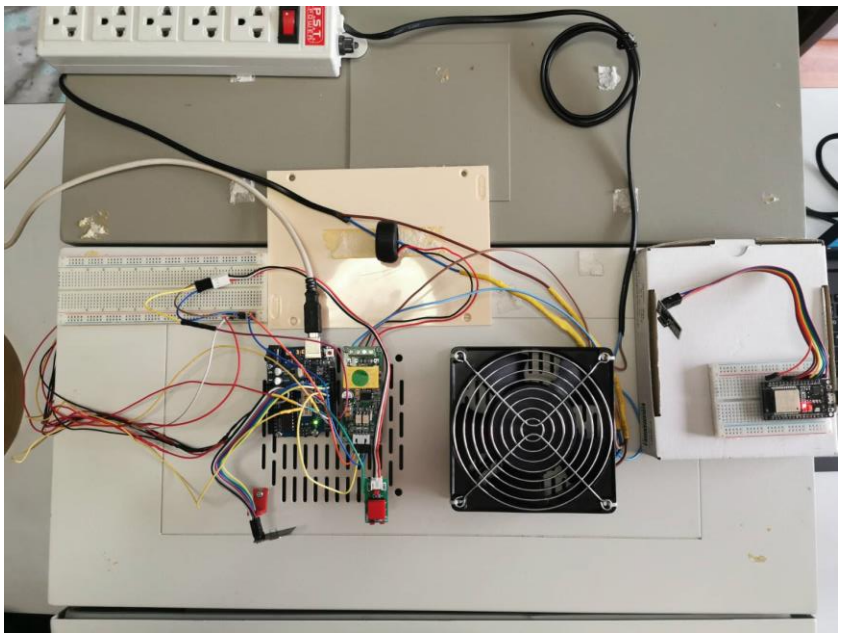
ภาพที่ 2.21 ภาพรวมของระบบตรวจสอบสถานะของตู้ Rack

เนื่องจากการสร้างระบบตรวจสอบสถานะของตู้ Rack จะต้องมีการติดตั้งและเชื่อมต่อเซ็นเซอร์เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อจะอ่านค่าข้อมูลจากเซ็นเซอร์ และประมวลผลข้อมูลก่อนถูกส่งขึ้นไปบันทึกข้อมูลใน Google Cloud และแจ้งเตือนผ่าน Line Notify ต่อไป

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

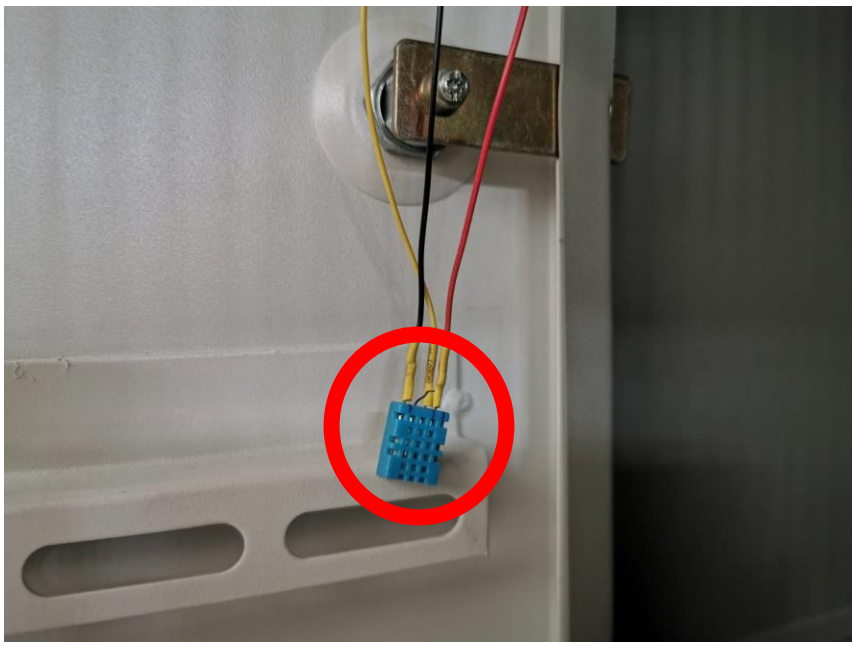


ภาพที่ 2.22 การวางตำแหน่งของอุปกรณ์จริงสำหรับตู้ Rack ในภาพรวม

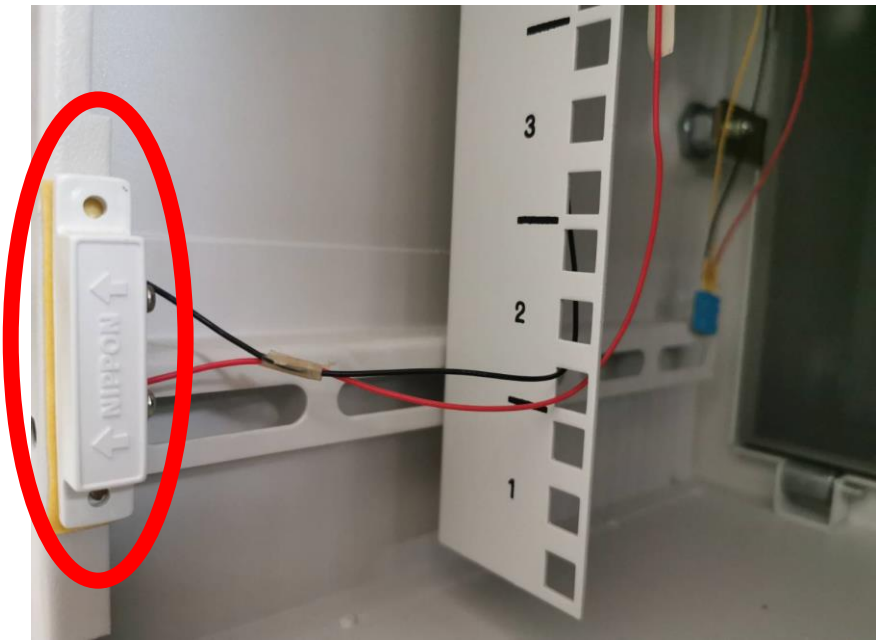


ภาพที่ 2.23 การวางตำแหน่งของอุปกรณ์จริงสำหรับตู้ Rack ในภาพรวม

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

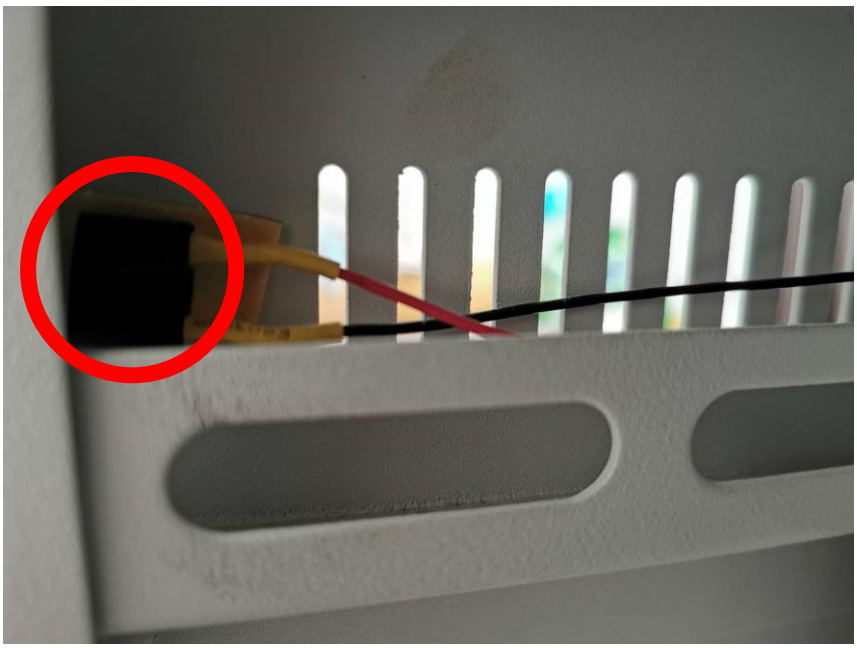


ภาพที่ 2.24 การวางตำแหน่งของอุปกรณ์จริงสำหรับตู้ Rack เฉพาะเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

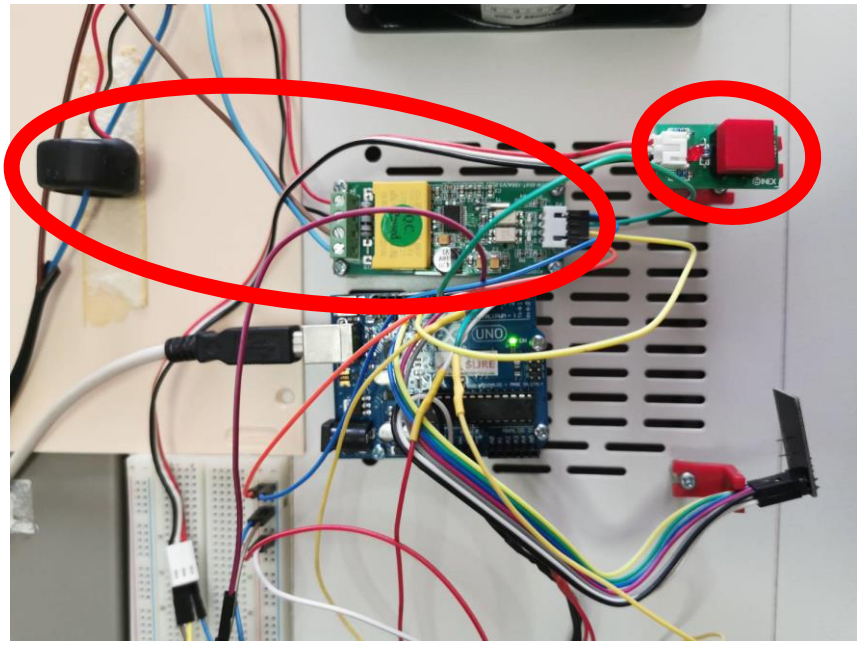


ภาพที่ 2.25 การวางตำแหน่งของอุปกรณ์จริงสำหรับตู้ Rack เฉพาะเซ็นเซอร์วัดค่าสถานะเปิด-ปิดของตู้ Rack (Reed Switch)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 2.26 การวางตำแหน่งของอุปกรณ์จริงสำหรับตู้ Rack เฉพาะ Buzzer



ภาพที่ 2.27 การวางตำแหน่งของอุปกรณ์จริงสำหรับตู้ Rack เซ็นเซอร์วัดค่ากระแสไฟฟ้า (PZEM-004T) และ Button Switch

ที่มา: โครงงานวิจัยการสร้างระบบตรวจสอบสถานะของตู้ Rack (ร.ต.อ.เฉลิมพล สุนทรนนท์)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.6.3 การออกแบบแบบจำลองลานจอดรถอัจฉริยะเป็นงานวิจัยของ

1. นายพงษ์ประภัทร ชูหิรัญญ์วัฒน์

2. นายกรรธร เอมนุกูลกิจ

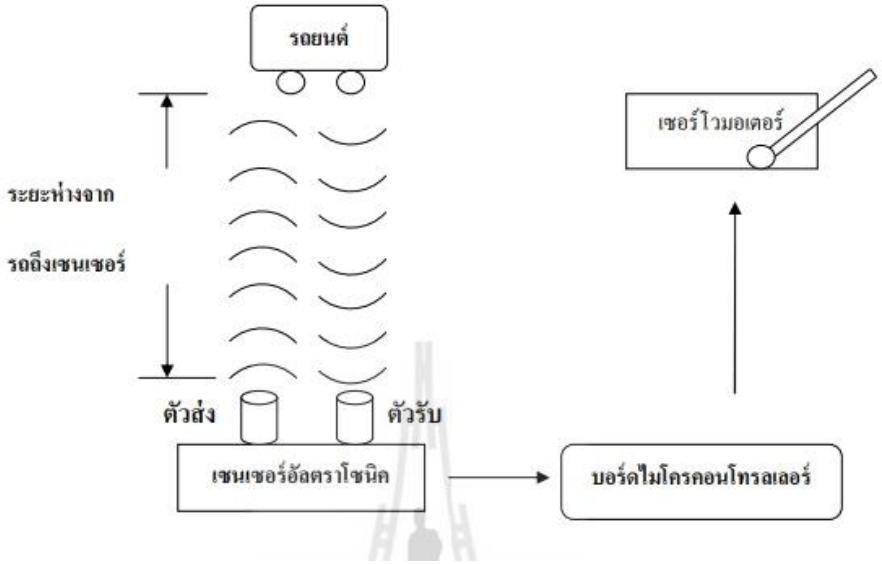
3. นายสุวัฒน์ สวนทรง

เป็นการนำเอา Internet of Things (IoT) เซนเซอร์อัลตร้าโซนิค(Ultrasonic Sensor) โดยเครื่องวัดระดับน้ำที่ใช้เซนเซอร์อัลตร้าโซนิค โดยใช้หลักการทำงานของส่วนต่างๆ ภายในแบบจำลอง ซึ่งจะเริ่มขึ้นที่บริเวณทางเข้าของแบบจำลองลานจอดรถซึ่งมีวงจรควบคุมการเปิด-ปิดแผงกั้นรถอัตโนมัติ และจะมีการทำงานก็ต่อเมื่อเซนเซอร์นั้นได้ทำการตรวจจับรถได้ นั่นก็คือแผงกั้นจะยกตัวขึ้นมาและจะลดตัวลงในกรณีที่ไม่มีรถอยู่ในระยะตรวจจับของเซนเซอร์ จากนั้นเมื่อรถได้เคลื่อนที่ผ่านวงจรดังกล่าวไปแล้ว รถจะเคลื่อนที่เข้าไปสู่ในส่วนของช่องจอดรถ ซึ่งมีวงจรตรวจสอบสถานะช่องจอดรถ และวงจรดังกล่าวนั้นจะมีการทำงานก็ต่อเมื่อมีรถเคลื่อนที่ไปอยู่ในระยะตรวจจับของเซนเซอร์ จากนั้นเมื่อเซนเซอร์สามารถตรวจจับรถที่เคลื่อนที่ไปอยู่ในระยะของเซนเซอร์ได้นั้นหลอดไฟ LED สีแดงจะติด (ON) และหลอดไฟ LED สีเขียวจะดับ (OFF) นั่นก็หมายความว่า ช่องจอดรถดังกล่าวนั้นมีรถเคลื่อนที่ไปจอดอยู่ภายในช่องจอดแล้วส่วนถ้าเซนเซอร์นั้นไม่สามารถตรวจจับรถได้ในระยะของเซนเซอร์ หลอดไฟ LED สีแดงจะดับ (Off) และหลอดไฟ LED สีเขียวจะติด (ON) นั่นก็หมายความว่า ช่องจอดรถดังกล่าวนั้น ไม่มีรถเคลื่อนที่ไปอยู่ใน ช่องจอดรถ จากนั้นที่ส่วนภายนอกของแบบจำลองซึ่งมีวงจรแสดงสถานะช่องจอดรถ ระบบประสานเวลานั้นจะทำงานต่อเมื่อมีรถ หรือไม่มีรถเข้าไปอยู่ในบริเวณภายในช่องจอดรถ เช่น ถ้ามีรถจอดอยู่ในช่องจอด วงจรดังกล่าวจะแสดงสถานะของไฟ LED พร้อมกับระบุตำแหน่งของช่องจอดนั้นๆ ด้วย ซึ่งจะแสดงแผนภาพบล็อกไดอะแกรมโดยรวมของวงจรดังภาพที่ 2.30

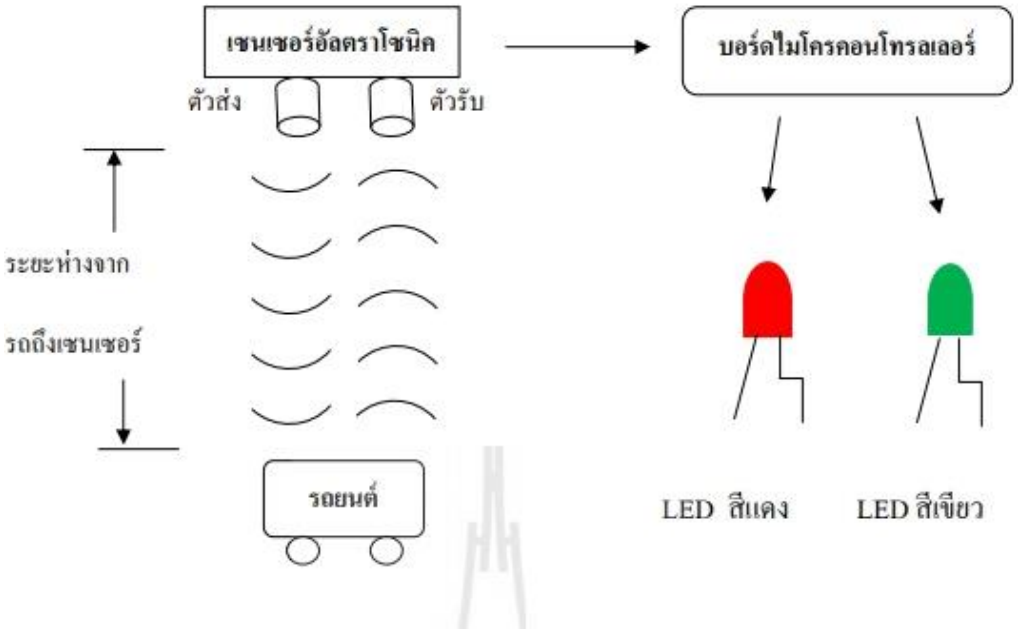
ภาพที่ 2.28 แผนภาพไดอะแกรมของวงจรภายในแบบจำลอง

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

วงจรควบคุมการเปิด-ปิด แขนกั้นอัตโนมัติ



ภาพที่ 2.29 แผนภาพไดอะแกรมของวงจรควบคุมการเปิด-ปิด แผงกั้นอัตโนมัติ



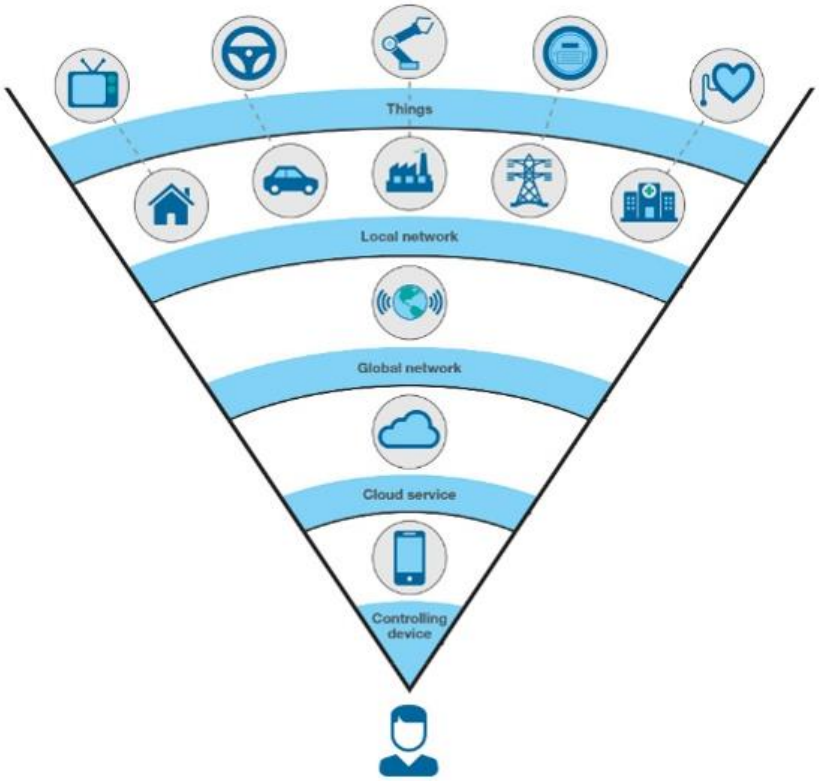
ภาพที่ 2.30 แผนภาพไดอะแกรมวงจรตรวจสอบสถานะช่องจอดรถ

ที่มา: โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.7 เทคโนโลยีด้าน IoT

Internet of Things (IoT) หรือ อินเตอร์เน็ตสรรพสิ่ง เป็นกรอบแนวคิดของระบบโครงข่ายที่รองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์หลากหลายชนิด ตั้งแต่ คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ อุปกรณ์โครงข่าย อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เซนเซอร์ และวัตถุต่างๆ เข้าด้วยกัน อันเป็นผลให้ระบบต่างๆ สามารถติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกันได้อย่างอัตโนมัติ อีกทั้งยังเป็นผลให้มนุษย์สามารถเข้าถึงข้อมูลได้หลากหลายยิ่งขึ้น เพื่อควบคุมอุปกรณ์และระบบต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น



ภาพที่ 2.31 model ของ Internet of Things (IoT)

IoT เป็นผลสืบเนื่องมาจากการพัฒนาระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการสร้างโครงข่าย เพื่อเชื่อมโยงอุปกรณ์ที่มีมาตรฐานแตกต่างกันให้สามารถสื่อสารกันได้ โดย IoT จะเปิดโอกาสให้มีการเชื่อมต่อในรูปแบบที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น และรองรับอุปกรณ์ที่พัฒนาโดยผู้ผลิตที่มีเทคโนโลยีแตกต่างกันมากกว่าเดิม ในปัจจุบันสามารถจัดกลุ่มการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ เข้ากับโครงข่ายอินเทอร์เน็ต ได้ตามรูปแบบดังต่อไปนี้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.7.1 การเชื่อมต่อผ่านอุปกรณ์สื่อสารระยะสั้น (Short-Range Devices)

เป็นรูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในระยะสั้นมากโดยใช้กำลังส่งต่ำมาก เหมาะสำหรับการสื่อสารในพื้นที่ครอบคลุมขนาดเล็ก ซึ่งอยู่ในลักษณะการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ (peer-to-peer) หรือ การเชื่อมต่อแบบโครงข่ายก็ได้ ได้แก่ WiFi Bluetooth Z-Wave ZigBee

ภาพที่ 2.32 เทคโนโลยีการสื่อสารระยะสั้น

2.7.2 การเชื่อมต่อผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

เป็นรูปแบบการให้บริการที่มีพื้นที่ครอบคลุมกว้าง โดยอาศัยการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องลูกข่าย IoT เข้ากับโครงสร้างพื้นฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีอยู่แล้ว ได้แก่ เทคโนโลยี NB-IoT และ LTE-M

ภาพที่ 2.33 เทคโนโลยีการสื่อสารผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.7.3 การเชื่อมต่อผ่านโครงข่าย LPWAN

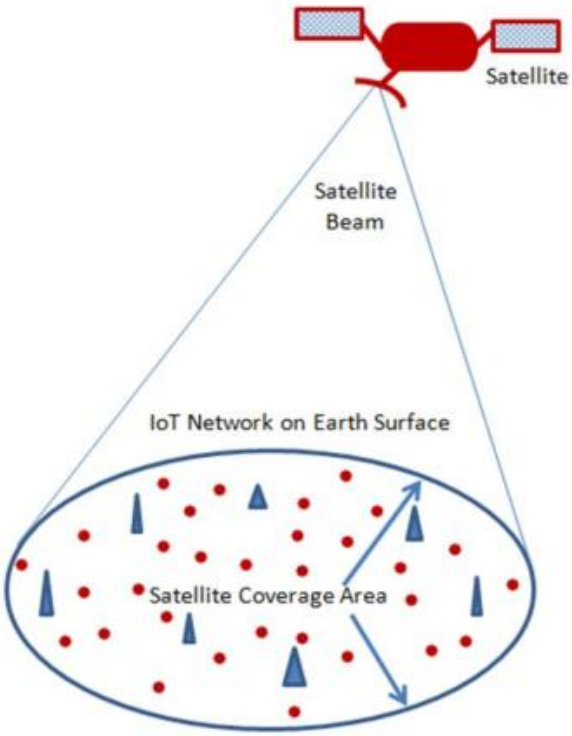
เป็นรูปแบบการเชื่อมต่อผ่านโครงข่ายกำลังส่งต่ำบริเวณกว้าง Low Power Wide Area Network (LPWAN) โดยเน้นใช้งานในลักษณะการสื่อสารแบบ Narrow Band หรือ Ultra Narrow Band ที่มีอัตราการส่งข้อมูลต่ำมาก ประหยัดพลังงานมาก และมีราคาอุปกรณ์ต่อหน่วยที่ต่ำ ได้แก่ LoRaWAN, SigFox, และ Ingenu

ภาพที่ 2.34 เทคโนโลยีการเชื่อมต่อผ่านโครงข่าย LPWAN

2.7.4 การเชื่อมต่อผ่านโครงข่ายสื่อสารดาวเทียม

ซึ่งเหมาะสมกับการใช้งานที่มีพื้นที่ครอบคลุมการให้บริการที่กว้างมาก แต่การเชื่อมต่อดังกล่าวจะมีระยะเวลาการตอบสนอง (latency) ที่ช้ากว่าการเชื่อมต่อรูปแบบอื่นๆ เนื่องจากระยะเวลาที่สัญญาณเดินทางไป-กลับ ระหว่างอุปกรณ์สื่อสารภาคพื้นโลกและดาวเทียม

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 2.35 เทคโนโลยีการเชื่อมต่อผ่านโครงข่ายสื่อสารดาวเทียม

ความสามารถในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่หลากหลายเข้ากับโครงข่ายอินเทอร์เน็ตเปิดโอกาสให้มีการประยุกต์ใช้งานที่หลากหลายและกว้างขวางมากโดยรูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่างๆ จำนวนมากเข้ากับโครงข่ายจะช่วยให้สามารถตรวจวัดข้อมูลที่หลากประเภทประเภทได้เป็นจำนวนมากและช่วยให้สามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์และแสดงผลแบบกราฟฟิกเพื่อช่วยในการตัดสินใจได้ เมื่อนำระบบดังกล่าวมาผนวกเข้ากับระบบ Big Data จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความซับซ้อน มีจำนวนมาก และ ทันเหตุการณ์ (real-time) ได้

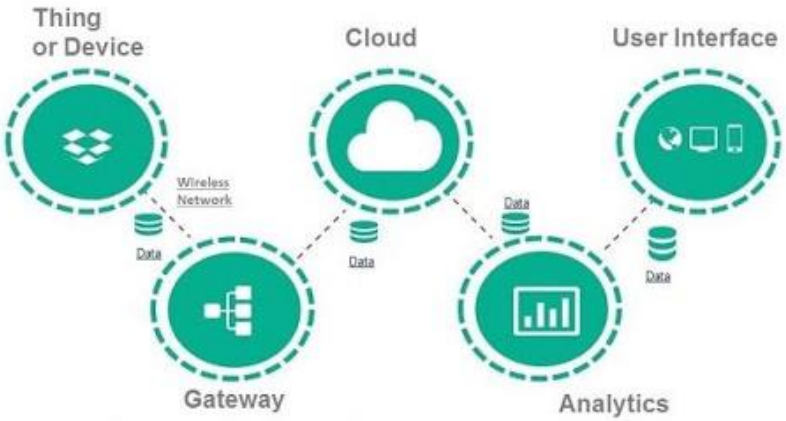
การทำงานของ IoT ต้องเป็น Ecosystem ซึ่งองค์ประกอบของ IoT ปัจจุบัน ประกอบด้วยดังนี้

1. Smart Device อุปกรณ์ที่มีหน้าที่เฉพาะ เป็นจุดเริ่มต้นที่ตอบโจทย์การใช้งาน IoT โดยจำเป็นต้องมีส่วนประกอบอย่าง Microprocessor และ Communication Device อยู่ภายในเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล โดยข้อมูลที่ Smart Device ส่งมอบไปยังระบบ ไม่เพียงแต่เป็นข้อมูลตามหน้าที่เท่านั้น แต่ยังรวมถึงสภาพของอุปกรณ์ด้วย ผู้ใช้จึงไม่ต้องเดินทางมาตรวจสอบอุปกรณ์ด้วยตัวเองเป็นประจำ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2. Cloud Computing หรือ Wireless Network สื่อกลางรับส่งข้อมูลจาก Smart Device ไปยังผู้ใช้ ซึ่งมีทั้งการส่งข้อมูลผ่านระบบ Wireless ไปยังผู้ใช้ และการส่งผ่าน Cloud Computer ซึ่งการส่งข้อมูลไปยัง Cloud ช่วยรองรับการใช้งาน Smart Device ได้จำนวนที่มากกว่า และระยะทางไกลกว่า รวมถึงอาจมีการติดตั้งระบบแปลงการแสดงผลข้อมูลให้เหมาะกับผู้ใช้ในส่วนนี้ได้

3. Dashboard ส่วนแสดงผลและควบคุมการทำงานของผู้ใช้งาน โดยอาจอยู่ในรูปของ Device หรือแอปพลิเคชันในคอมพิวเตอร์หรือ Smartphone ซึ่งผู้ใช้จะดูข้อมูลที่ Smart Device ส่งมา ซึ่งสามารถตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์และระบบได้



ภาพที่ 2.36 Components of IoT

2.8 สรุป

จากการศึกษาระบบบริการน้ำดื่มตามจุดบริการต่างๆ ส่วนมากจะเป็นระบบน้ำดื่มแบบน้ำประปาจากระบบประปาที่มีระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ ที่โดยทั่วไปเรียกกันว่าเครื่องกรองน้ำดื่มด้วยเทคโนโลยีระบบ RO และนิยมใช้เพื่อความสะดวกสบาย ควบคู่กับความปลอดภัย ความสะอาดของการบริโภคน้ำดื่มที่มีคุณภาพ เพื่อนำมาตอบสนองความต้องการของผู้ใช้จำนวนมาก จากที่ศึกษาการให้บริการน้ำดื่มตามจุด ฯ บริการต่างๆ มักพบว่าแก้วน้ำนั้นไม่เพียงพอต่อการให้บริการ อาจเกิดจากการละเลยของแม่บ้าน หรือแม่บ้านอาจติดภาระกิจที่อื่นอยู่ จึงได้ทำการคิดค้นเทคโนโลยี IOT ระบบตรวจวัดปริมาณแก้วน้ำ และทำการแจ้งเตือนผ่านทางไลน์กลุ่ม เพื่อที่แม่บ้านจะได้ทราบว่าแก้วกรวยกระดาษนั้นคงเหลือเท่าไหร่ แม่บ้านจะได้นำแก้วกรวยกระดาษมาเติมในกระบอก อีกทั้งยังช่วยลดการทำงานของแม่บ้านเนื่อง โดยที่แม่บ้านจะได้ไม่ต้องเดินไปเช็คดูว่าแก้วกรวยกระดาษในกระบอกเหลือเท่าไหร่ตามจุดบริการน้ำดื่ม

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

เนื้อหาในบทนี้ได้กล่าวถึงการออกแบบระบบของโครงงานรวมทั้งอธิบายถึงแนวทางการวิจัย แผนการดำเนินงาน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

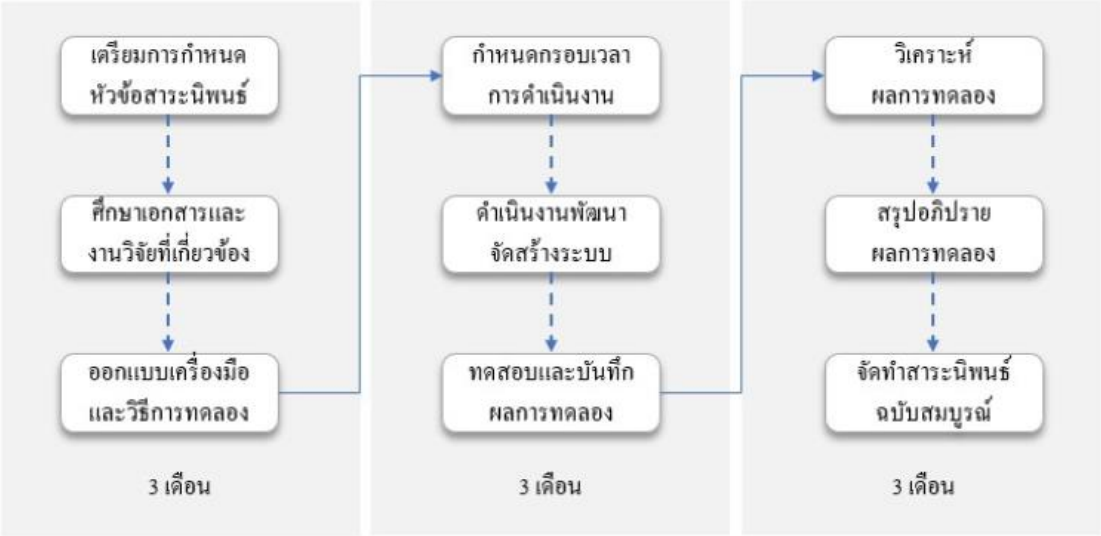
3.1 แนวทางการวิจัย

เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) เป็นวิธีการที่ทำให้อุปกรณ์และสิ่งต่างๆสามารถเชื่อมโยงเข้าสู่โลกอินเตอร์เน็ต ซึ่งมีการนำไปประยุกต์ใช้งานมากมาย แต่วิธีการนำเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) มาใช้งาน จะเป็นการพัฒนาหรือการนำไปใช้แบบบำรุงรักษาเฝ้าระวังบันทึกข้อมูล หรือตรวจสอบสภาพแวดล้อม ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำเอาเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) มาใช้ในเชิงเก็บผลของข้อมูล เพื่อจะได้นำเอาข้อมูลนี้ไปวิเคราะห์ และช่วยในการตัดสินใจเพื่อแจ้งเตือนไม่ให้เกิดความเสียหาย โดยแนวทางการทำวิจัยนี้ได้มีแนวคิดริเริ่มมาจากการทำโครงงานในรายวิชา อินเตอร์เน็ตสรรพสิ่ง และเล็งเห็นความสำคัญในการนำเทคโนโลยีนี้มาทำการทดลองแล้วนำไปพัฒนากับแก้วกรวยกระดาษในกระบอกเพื่อจะบันทึกข้อมูลปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอก ได้แก่ ค่าที่เหลือของแก้วน้ำในปริมาณร้อยละ10 ก่อนแก้วกรวยกระดาษหมด ค่าแก้วน้ำในปริมาณร้อยละ 60 แสดงว่ามีการเติมแก้วกรวยกระดาษในกระบอกแล้วและสถานะการเฝ้าระวังตรวจวัดปริมาณร้อยละเพื่อที่จะลดความเสียหาย โดยแจ้งเตือนผ่านทาง Line อีกทั้งยังสามารถลดการทำงานของแม่บ้านไม่จำเป็นต้องตระเวนตรวจสอบแก้วกรวยกระดาษในกระบอก ซึ่งข้อมูลทั้งหมดจะถูกจัดเก็บตลอดเวลาโดยใช้เทคโนโลยีของ Google Cloud

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.2 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงานของสารนิพนธ์นี้ นำเสนอเป็นกรอบการดำเนินงานวิจัยซึ่งใช้เป็นแนวทางการปฏิบัติงานครอบคลุมช่วงเวลาจากเริ่มต้นจนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ ดังที่แสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ภาพโดยรวมแผนการดำเนินงาน

3.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นการจัดเตรียมข้อมูลสำหรับอ้างอิง และใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในงานที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อของงานวิจัยที่ตั้งไว้ และนำมาทบทวนเพื่อศึกษาเนื้อหาที่เป็นหลักสำคัญของงาน อ้างอิงมาจากสมมติฐานเป็นไปตามทฤษฎีหรือหลักการต่างๆ ที่นำมารองรับทั้งการระบุความสำคัญของปัญหา การกำหนดกรอบแนวคิด เครื่องมือที่นำเสนอในการแก้ปัญหา และกระบวนการที่นำมาใช้ในการวัดประสิทธิภาพระบบ รวมไปถึงการอ่านบทสรุปอภิปรายและข้อเสนอแนะที่เป็นผลสำเร็จและในส่วนที่มีปัญหาต้องปรับแก้หรือพัฒนาต่อไป ซึ่งการรวบรวมข้อมูลด้านต่างๆ จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวเหล่านี้ สามารถนำมาเปรียบเทียบและปรับใช้กับการดำเนินงานของผู้จัดทำวิจัยได้อย่างเหมาะสม โดยแบ่งการศึกษาออกเป็นหัวข้อหลักดังนี้

3.3.1 ศึกษาหลักการทำงานของระบบตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอกทำการศึกษาทฤษฎีต่างๆ ของระบบ Internet of Things (IoT) แล้วนำเอาทฤษฎีที่เหมาะสมมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยที่นำเสนอ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.3.2 ศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ

ทำการศึกษาทฤษฎีต่างๆ ของตัวอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ เช่น Ultrasonic Sensor Module วัดปริมาณร้อยละ ESP32 MCU เพื่อให้ทราบถึงวิธีการใช้งานหรือการนำเอาไปใช้ที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

3.3.3 ศึกษา Google Cloud และ Line Notify

ทำการศึกษา Google Cloud และ Line Notify เพื่อให้ทราบถึงเครื่องมือที่มีให้ รวมถึงวิธีการใช้งานหรือการนำเอาไปใช้ที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

3.3.4 ศึกษาหลักการทำงานของอัลกอริทึมที่ใช้ในระบบ

ทำการศึกษาทฤษฎีต่างๆ เพื่อใช้ในการจัดการส่วนต่างๆ ของระบบ เช่น เพื่อจัดการข้อมูลในระบบ จัดการการสื่อสารรับส่งข้อมูลในระบบ และการควบคุมระบบ เพื่อให้ระบบมีความฉลาด มีการติดต่อสื่อสารที่ดี รวดเร็ว และแม่นยำ และมีการจัดการข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.3.5 ทดสอบอุปกรณ์และอัลกอริทึมที่ใช้ในระบบ

ทำการทดสอบอุปกรณ์และอัลกอริทึมที่ได้จัดเตรียมและศึกษาข้อมูล เพื่อยืนยันผลลัพธ์และวิธีการทำงานที่สามารถใช้ได้จริง

3.3.6 ออกแบบระบบที่ทำการวิจัย

ทำการออกแบบระบบตรวจวัดปริมาณร้อยละสถานะของแก้วกรวยกระดาษในกระบอก โดยจะทำการออกแบบทั้งส่วนฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ที่มีอยู่ในระบบทั้งหมดพร้อมกัน ซึ่งจะทำให้ทราบถึงภาพรวมของโครงสร้างงานวิจัยทั้งหมด

3.3.7 พัฒนาโปรแกรม

หลังจากออกแบบระบบตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอกเสร็จทั้งหมดแล้ว จะทำการพัฒนาโปรแกรมรับส่งข้อมูลของเซ็นเซอร์กับไมโครคอนโทรเลอร์ พัฒนาโปรแกรมรับส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับ Google Cloud และพัฒนาโปรแกรมรับส่งข้อมูลแจ้งเตือนระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับ Line

3.3.8 นำงานวิจัยไปทดสอบและใช้งาน

นำระบบตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอกที่พัฒนาเสร็จเรียบร้อยแล้วไปทดสอบ เพื่อให้ทราบว่าการทำงานจริงเป็นอย่างไร ข้อมูลที่ได้เป็นอย่างไรบ้าง

3.3.9 วิเคราะห์และสรุปผล

หลังจากใช้งานระบบตรวจวัดปริมาณร้อยละสถานะของแก้วกรวยกระดาษในกระบอกจริงแล้ว นำข้อมูลที่ได้จากการทำงานของระบบมารวบรวมและวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุต่างๆ ที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นปัญหาในด้านต่างๆ ผลลัพธ์ที่ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงหรือไม่ เมื่อวิเคราะห์

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

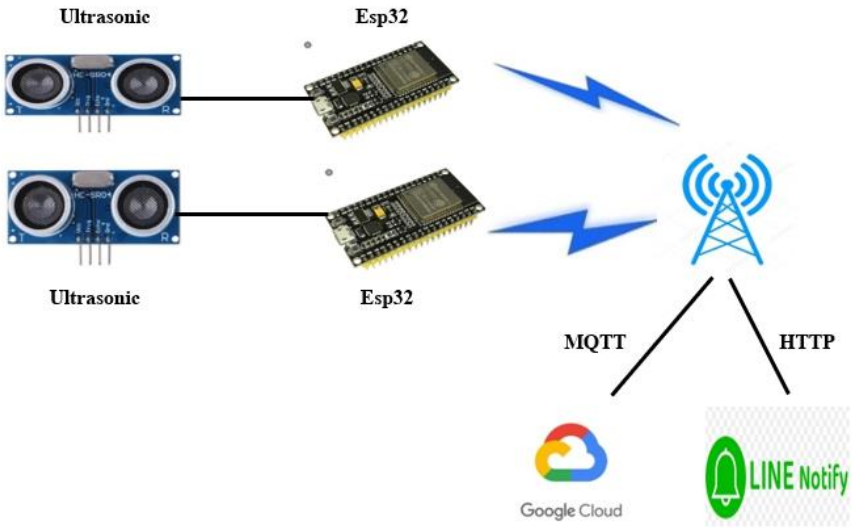
เสร็จแล้วก็ทำการสรุปผลงานที่ทำการวิจัย โดยใช้ข้อมูลจากการนำระบบไปทดสอบ เพื่อให้ทราบว่าประสิทธิภาพของระบบนั้นทำงานเป็นอย่างไร

3.3.10 รวบรวมข้อมูลที่ได้จัดทำสารนิพนธ์

ทำการรวบรวมข้อมูลของระบบทั้งหมด เพื่อจัดทำเป็นสารนิพนธ์

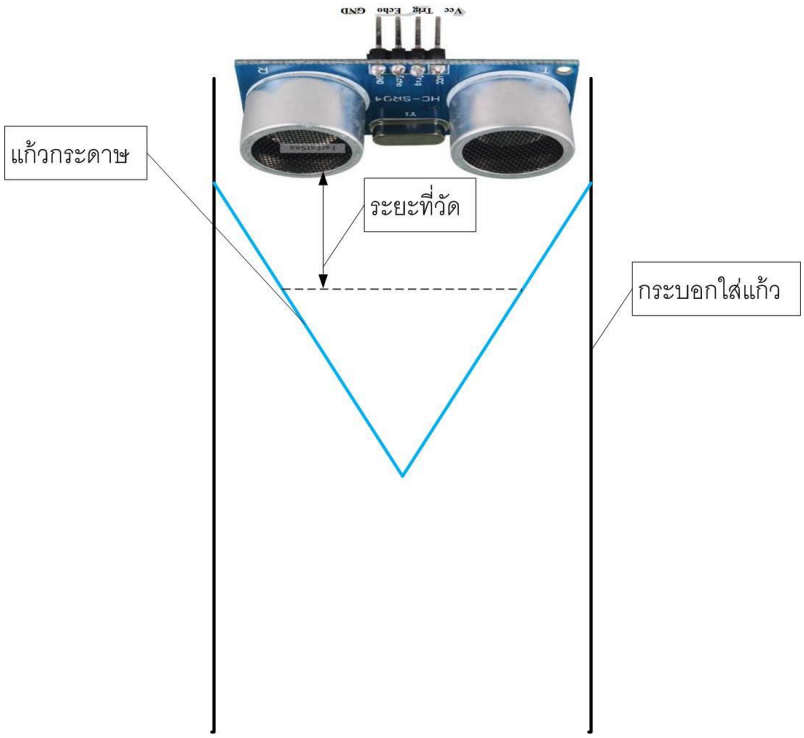
3.4 การออกแบบเครื่องมือการทดลอง

ปัจจุบันการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ถือว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่ง งานวิจัยนี้ได้พัฒนาสร้างระบบวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอกขึ้นมาโดยจะมีการเชื่อมต่อ Ultrasonic Module ต่ออุปกรณ์เข้ากับ ESP32 MCU และเขียน Code เพื่อวัดระยะห่างจากฝากระบอกไปยังแก้วใบบนสุด ทำการส่งคลื่นออกไปแล้วจับเวลาที่คลื่นกระทบกับวัตถุสะท้อนกลับมาเข้าตัวรับ ทำให้สามารถวัดระยะทางระหว่างวัตถุถึงตัวเซ็นเซอร์และสามารถวัดระยะทาง Ultrasonic Module ได้ จะเป็นตัวตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก้วน้ำที่ใกล้หมด โดยจะตั้งค่าให้เหลือแก้วกรวยกระดาษปริมาณร้อยละ 10 ก่อนหมด ถ้าเมื่อไหร่แม่บ้านมีการเติมแก้วกรวยกระดาษในกระบอกจะตั้งค่าให้แก้วน้ำปริมาณร้อยละ 60 แสดงว่ามีการเติมแก้วกรวยกระดาษในกระบอกแล้ว และเชื่อมต่อสู่อินเตอร์เน็ตไปยัง Google Cloud เพื่อทำหน้าที่ในการจัดเก็บบันทึกข้อมูลและแจ้งเตือนสถานะผ่านทาง Line ดังภาพที่ 3.2

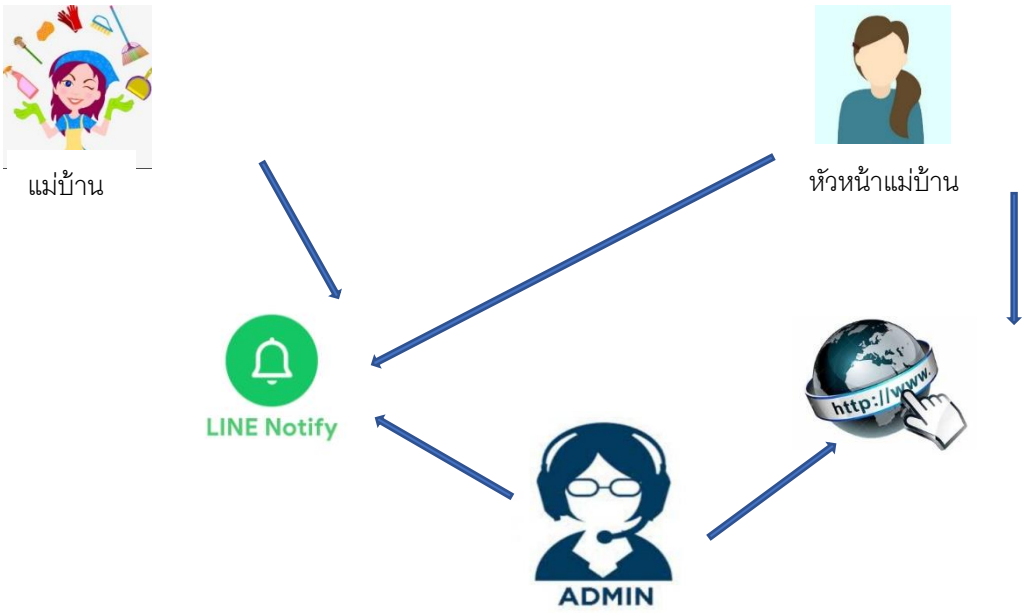


ภาพที่ 3.2 ภาพรวมของระบบวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอก

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 3.3 ภาพแสดงการทำงานวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอก



ภาพที่ 3.4 user case diagram

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

หน้าที่การทำงานของ User

1. แม่บ้านและหัวหน้าแม่บ้านจะได้รับการแจ้งเตือนข้อมูลแก้วกรวยกระดาษในกระบอกผ่านทาง Line Notify

2. หัวหน้าแม่บ้าน สามารถเข้า Web เรียกดูหน้า dashboard Data Studio เพื่อเช็คข้อมูลแก้วกรวยกระดาษในกระบอก

3. Admin มีหน้าที่จัดการระบบควบคุมโครงการที่เกี่ยวข้อง

3.5 พัฒนาจัดสร้างเครื่องมือทดสอบ

ดำเนินงานเพื่อจัดตั้งโครงสร้างพื้นฐานของระบบ สำหรับรองรับการทำหน้าที่ของเครื่องมือ ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของการวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอก อ้างอิงจากการศึกษาในส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ทั้งคุณสมบัติ ข้อจำกัด และการประยุกต์ใช้งาน ทำให้ทราบถึงขอบเขตของงานที่ต้องดำเนินการโดยได้กล่าวถึงขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.5.1 จัดเตรียมองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง

ประเมินความต้องการของระบบอ้างอิงตามโครงสร้างพื้นฐานของเครื่องมือสำหรับทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของการวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอกเป็นไปตามแนวทางที่ออกแบบไว้ โดยได้อธิบายถึงวิธีการปฏิบัติงานที่เริ่มจากการจัดหาและการจัดเตรียมความพร้อม ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์ ที่เป็นการกำหนดคุณสมบัติให้เพียงพอสำหรับรองรับการเป็นพื้นที่หลักสำหรับจัดวางส่วนต่างๆ และส่วนการติดตั้งซอฟต์แวร์ สำหรับทำหน้าที่ซึ่งระบุไว้ตามโครงสร้างของระบบในทุกๆ ส่วน ดังตารางที่ 3.1 และ 3.2

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดข้อมูลอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์

อุปกรณ์	ผลิตภัณฑ์	รายละเอียด	หน้าที่
ฮาร์ดแวร์	esp 32 doit devkit v1	1)ESP32ทำงานแบบDual Core มีโปรเซสเซอร์ 2 ตัวทำงานได้พร้อมกัน 2) มี Wi-Fi และ Bluetooth 4.2 3) ทำงานแบบ 32 บิต 4) ความถี่ Clock ความเร็วสูงสุดถึง 240 Mhz 5) หน่วยความจำ RAM 512 kB 6) มีขาทั้งหมด 30 ขา ข้างละ 15 ขา	สำหรับอัพโหลดโปรแกรมขนาด16M ความละเอียดในการอ่านค่า ADC 12Bit สามารถเขียนโปรแกรม ผ่าน Arduino IDE เหมือน Arduino ได้ และรองรับไลบารี่ส่วนใหญ่ของ Arduino
	ultrasonic sensor hc-sr04	1) แรงดันที่ใช้ในการทำงาน 5V 2) กระแสไฟฟ้าที่ใช้ 15 mA 3) คลื่นความถี่ในการทำงาน 40 kHz 4) ระยะสูงสุดที่สามารถวัดได้ 4 m (400 cm) 5) ระยะต่ำสุดที่สามารถวัดได้ 0.02 m (2 cm) 6) ความแม่นยำ ±3mm 7) องศาในการวัด 15 องศา 8)Trigger Input Signal10us TTL Pulse	โมดูล HC-SR04 เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับวัดระยะห่างด้วยคลื่นอัลตราโซนิค (ใช้คลื่นเสียงความถี่ ประมาณ 40 kHz) มีสองส่วนหลักคือตัวส่งคลื่นที่ทำหน้าที่สร้างคลื่นเสียงออกไปในการวัดระยะแต่ละครั้ง ("Ping") แล้วเมื่อไปกระทบวัตถุหรือสิ่ง กีดขวาง คลื่นเสียงถูกสะท้อนกลับมายังตัวรับแล้วประมวลผลด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายในโมดูล
ฮาร์ดแวร์	สาย USB	เป็นอุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ 2 ชนิดหรือมากกว่า โดยผ่านช่องทางการสื่อสารที่เรียกว่าพอร์ต (Port)	เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้กับคอมพิวเตอร์ แต่สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์อื่น

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

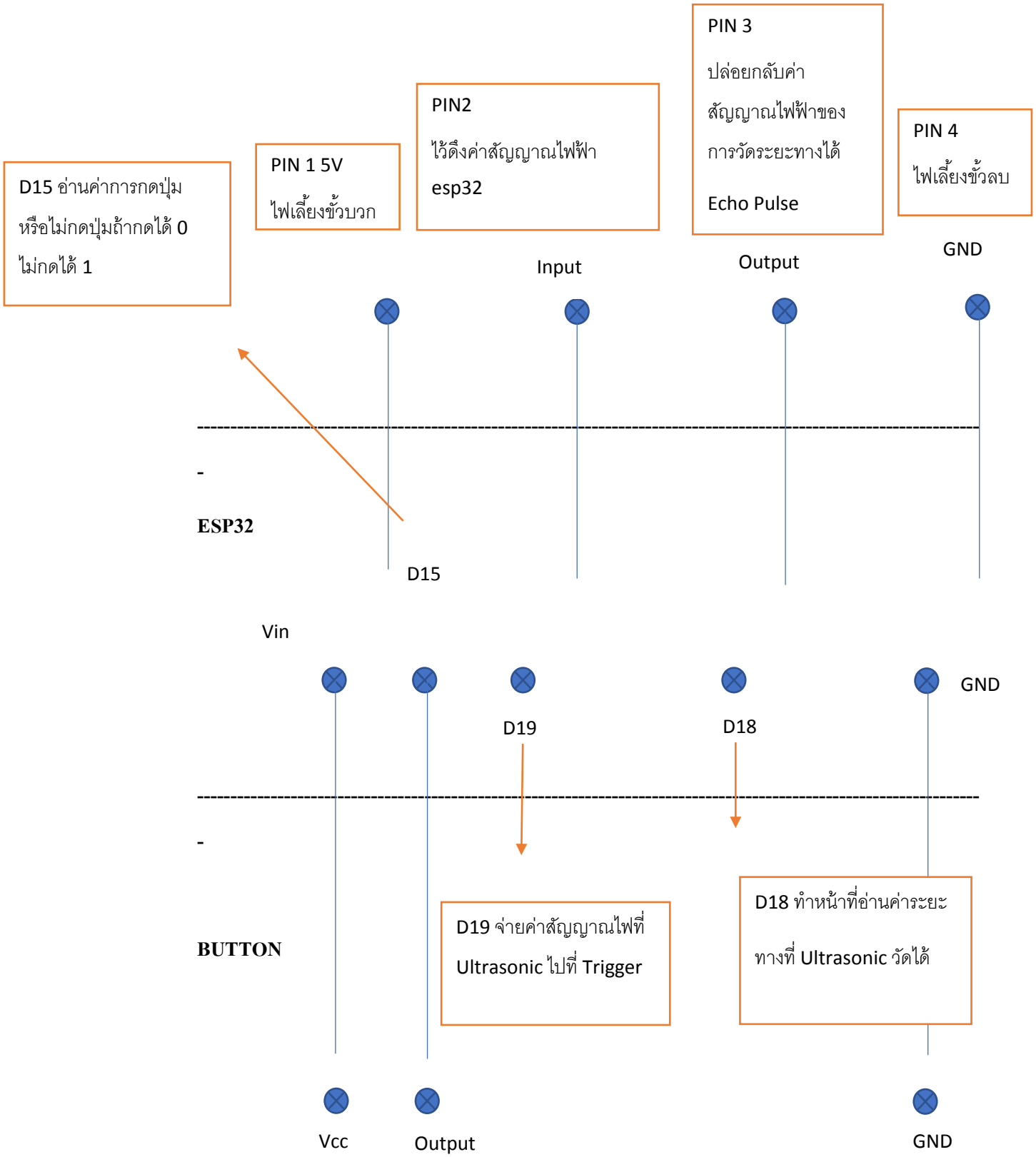
ตารางที่ 3.2 รายละเอียดข้อมูลอุปกรณ์ซอฟต์แวร์

อุปกรณ์	ผลิตภัณฑ์	รายละเอียด	หน้าที่
ซอฟต์แวร์	แอคเซสพอยต์ Wi-Fi	พื้นฐานของ AP (เอพี) นั้นจะมีไฟแสดงสถานะอยู่ 3 สถานะ คือ – ไฟ Power ไฟแสดงสถานะ เปิด ปิด – ไฟ Link ไฟแสดงสถานะของสายแลนว่ามีการเชื่อมต่อหรือไม่ – ไฟ ACT ไฟแสดงสถานะการทำงาน	ตัวกระจายสัญญาณ เพื่อเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่าแอคเซสพอยต์และบริเวณที่ระยะทำการของแอคเซสพอยต์ครอบคลุม
	Arduino IDE	โปรแกรมที่ออกแบบมาเพื่อให้ง่ายต่อการเขียนซอฟต์แวร์สำหรับแพลตฟอร์มโอเพ่นซอร์สนี้ เป็นแพลตฟอร์มอิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบมาเพื่อลดความซับซ้อนของกระบวนการออกแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	โปรแกรมสำหรับใช้เขียนโปรแกรมคอมไพล์ และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino หรือบอร์ดตัวอื่นๆ ที่คล้ายกัน เช่น Generic ESP8266 modules, NodeMCU หรือ WeMos D1 เป็นต้น
	Google Cloud	GCP เป็นระบบคลาวด์แพลตฟอร์มที่ให้บริการลักษณะ Web Server ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยกูเกิล มีความสามารถในการวิเคราะห์และจัดการข้อมูล ที่ช่วยตอบโจทย์การทำงานของธุรกิจได้เป็นอย่างดี	การนำข้อมูลไปจัดเก็บลงใน Google Cloud โดย Google Cloud Platform เป็นบริการ Cloud Provider ที่ให้บริการในหลายรูปแบบ ตั้งแต่การรับค่าจาก device การสร้าง pipeline และการเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ไปจนถึงการทำ Machine learning บน cloud และใช้ Google Data Studio ในการทำ dashboard

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.5.2 อธิบายการทำงานต่อพิน

Hardware diagram Ultrasonic

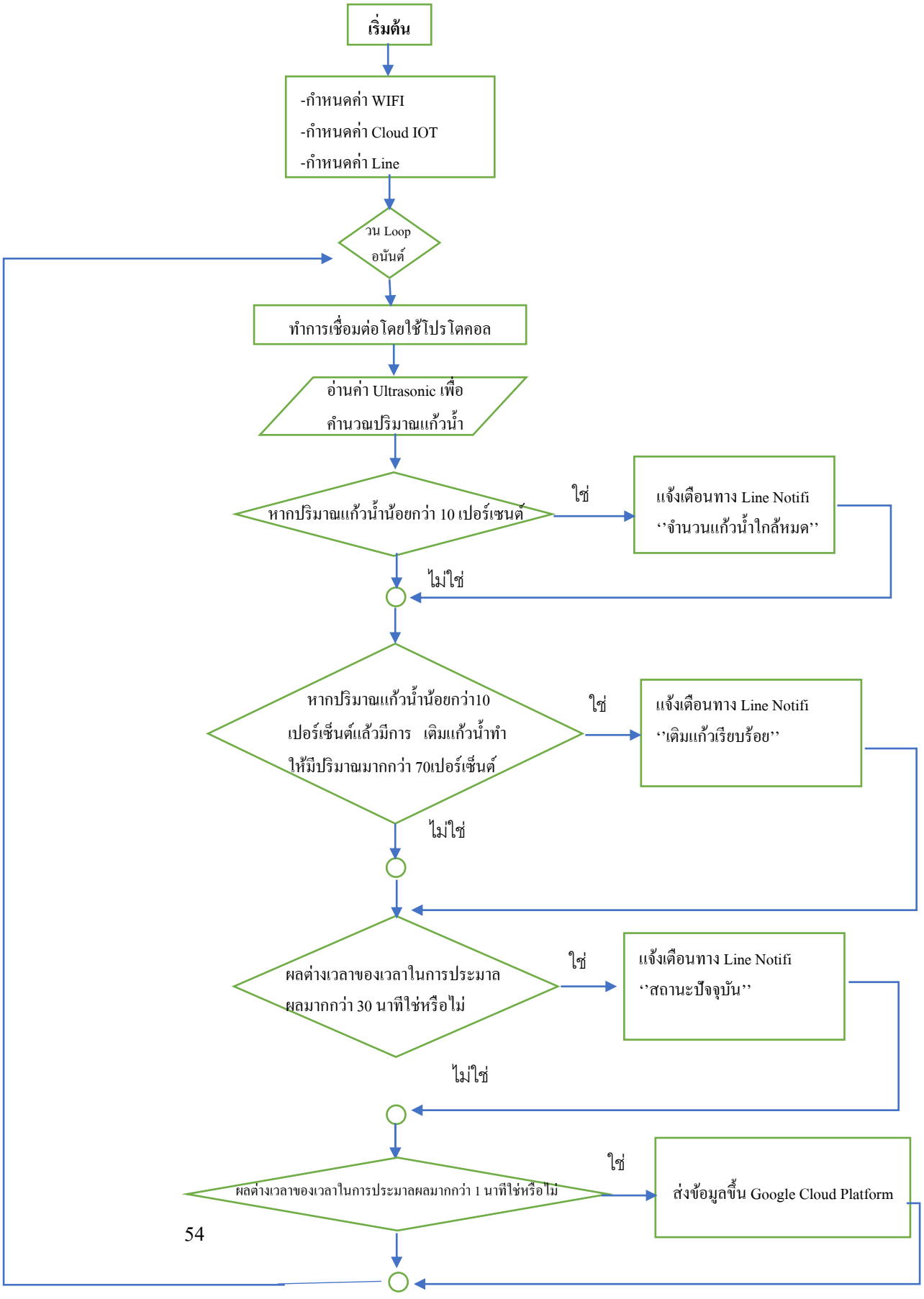


DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.5.3 ชุดคำสั่งสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ DOIT ESP32 DevKit V1

ในการออกแบบชุดคำสั่งในการควบคุมหรือสั่งการทำงานของระบบตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอก ด้วย IoT บน Google Cloud และแจ้งเตือนผ่าน Line นั้นได้เลือกใช้โปรแกรมภาษาซี เนื่องจากอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เลือกมาใช้ในงานวิจัยนี้ได้รองรับชุดคำสั่งที่พัฒนาโดยภาษาซี จึงทำให้ง่ายต่อการจัดการระบบ และยังมีความสะดวกในการนำไปใช้งาน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



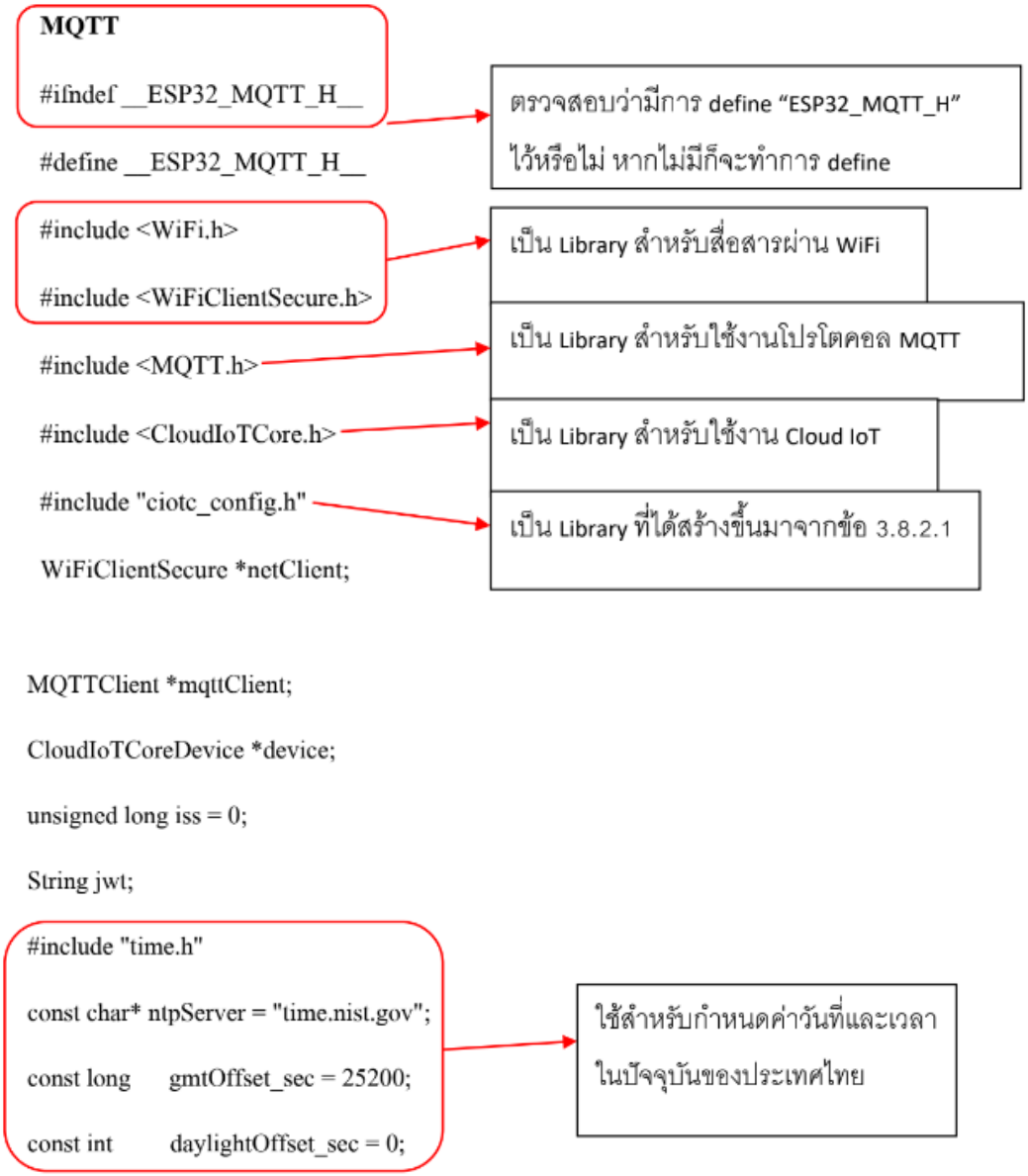
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.5.4 สร้าง Library ชื่อ ciotc_config.h ไว้สำหรับกำหนดค่า WiFi และ Cloud IoT

```
const char *ssid = "ชื่อ WiFi";
const char *password = "Password ของ WiFi";
const char *project_id = "ชื่อ project บน Google Cloud";
const char *location = "Location ที่เลือกใช้งานของ project บน Google Cloud";
const char *registry_id = "ชื่อ registry บน Google Cloud";
const char *device_id = "ชื่อ device บน Google Cloud";
const char *private_key_str = "private key ที่ได้สร้างไว้บน Google Cloud ";
const char *root_cert =
  "-----BEGIN CERTIFICATE-----\n"
  certificate ที่ได้สร้างไว้บน Google Cloud
  "-----END CERTIFICATE-----\n";
```

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.5.5 สร้าง Library ชื่อ esp32-mqtt.h ไว้สำหรับส่งข้อมูลขึ้น Cloud โดยใช้โปรโตคอล



DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์


```
String getJwt() {
    if (iss == 0 || time(nullptr) - iss > 10)
    {
        iss = time(nullptr);
        Serial.println("Refreshing JWT");
        jwt = device->createJWT(iss);
    } else {
        Serial.print("Else time(nullptr) : ");
        Serial.println(time(nullptr));
        Serial.print("Else iss : ");
        Serial.println(iss);
        Serial.println("Reusing still-valid JWT");
    }
    return jwt;
}
```

ใช้สำหรับตรวจสอบ JWT (JSON Web Token) ในตอนเริ่มทำงานครั้งแรก จะทำการสร้าง JWT เอาไว้ และจะสร้าง JWT ใหม่ทุกครั้ง ที่เวลาในการประมวลผล ห่างเกิน 10 วินาที

```
String completeJSON(String device_id, double percentage){
    String concatJSON = String("{\"device_id\":\"") + device_id + "\"" + ", " +
                        String("\"percentage\":\"")+String(percentage) +
"\"" + ", " +
String("\"timestamp\":\"")+String(getTimestamp()) + "\"" +
                        String("}");
    Serial.println(concatJSON);
    return concatJSON;
}
```

ใช้กำหนดรูปแบบ JSON (JavaScript Object Notation) เพื่อที่จะสามารถคุยกันระหว่าง ESP32 กับ Google Cloud ไม่ให้เกิดความผิดพลาดในรูปแบบของข้อมูลที่กำหนด

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์


```
void setupWifi() {
    Serial.println("Starting wifi");
    WiFi.mode(WIFI_STA);
    WiFi.begin(ssid, password);
    Serial.println("Connecting to WiFi");
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        delay(100);
    }
    configTime(0, 0, "pool.ntp.org", "time.nist.gov");
    Serial.println("Waiting on time sync...");
    while (time(nullptr) < 1510644967) {
        delay(10);
    }
}
```

ใช้สำหรับสร้างการเชื่อมต่อ WiFi

```
void messageReceived(String &topic, String &payload) {
    Serial.println("incoming: " + topic + " - " + payload);
}
```

ใช้สำหรับอ่านค่า message ที่ได้รับ

```
void startMQTT() {
    mqttClient->begin("mqtt.googleapis.com", 8883, *netClient);
}
```

ใช้สำหรับสั่งให้ MQTT เริ่มทำงานไปที่ Google Cloud IoT
ซึ่งมี broker คอยรับฟังที่ mqtt.googleapis.com:8883

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์


```
void publishTelemetry(String data) {
    mqttClient->publish(device->getEventsTopic(), data);
}
```

ส่ง publish ค่า event ของ topic ขึ้น

```
void publishState(String data) {
    mqttClient->publish(device->getStateTopic(), data);
}
```

ส่ง publish ค่า state ของ topic ขึ้น

```
void mqttConnect() {
    Serial.print("\nconnecting...");
    while (!mqttClient->connect(device->getClientId().c_str(), "unused", getJwt().c_str(), false))
{
        Serial.println(mqttClient->lastError());
        Serial.println(mqttClient->returnCode());
        delay(1000);
    }
    Serial.println("\nconnected!");
    mqttClient->subscribe(device->getConfigTopic());
    mqttClient->subscribe(device->getCommandsTopic());
    publishState("connected");
}
```

ใช้สำหรับตรวจสอบการเชื่อมต่อของ MQTT ว่ายังทำงานอยู่หรือไม่ และคอย subscribe รอรับข้อมูลจาก topic

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์


```
void connect() {
    Serial.print("checking wifi...");
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        Serial.print(".");
        delay(1000);
    }
    mqttConnect();
}
```

ใช้สำหรับตรวจสอบการเชื่อมต่อของ WiFi ว่ายังทำงานอยู่หรือไม่

```
void setupCloudIoT() {
    device = new CloudIoTCoreDevice(
            project_id, location, registry_id, device_id,
            private_key_str);
    setupWifi();
    netClient = new WiFiClientSecure();
    mqttClient = new MQTTClient(512);
    startMQTT();
}
```

ใช้สำหรับกำหนดค่าการติดต่อกับ Cloud IoT

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.5.6 สร้างไฟล์ googleIOT.ino เพื่อคอยรับค่าจาก UNTRASONIC SENSOR

```
define TokenLine "DPHEjdhryDwfLs1e0jW7mfEWZNEuRK6JUU2EJrqinF2"
```

รหัสเชื่อมต่อ Line

```
const int pingPin = 19; //D19

int inPin = 18; //D18


String nameText = "จุดที่ 2"; //ชื่อจุด

String text;

long duration, cm;

double percentage;

bool check = true;


unsigned long lastMillis = 0;

unsigned long lastMillisLine = 0;
```

กำหนดค่า pin ในการเชื่อมต่อ untrasonic sensor และสร้างตัวแปรสำหรับการจัดการ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์


```
void setup() {
    Serial.begin(115200);
    setupCloudIoT();
    configTime(gmtOffset_sec, daylightOffset_sec, ntpServer);
    getTimestamp();
    delay(1000);
    NotifyLine(nameText+" : เริ่มทำงาน");
}
```

กำหนดค่า could IOT, ค่า timestamp

```
mqttClient->loop();
    delay(10);

    if (!mqttClient->connected()) {
        connect();
    }
```

ทำการเชื่อมต่อโดยใช้ PROTOCAL MQTT

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์


```
Ultrasonic is working
    pinMode(pingPin, OUTPUT);
    digitalWrite(pingPin, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(pingPin, HIGH);
    delayMicroseconds(5);
    digitalWrite(pingPin, LOW);
    pinMode(inPin, INPUT);
    duration = pulseIn(inPin, HIGH);

    cm = microsecondsToCentimeters(duration);

    // 30 cm -> Empty
    percentage = 100.0-(cm*100.0/30.0);

    Serial.print("จุดที่ 1 Status : ");
    Serial.print(percentage);
    Serial.print(" %");
    Serial.println();
```

อ่านค่า untrasonic sensor เพื่อคำนวณปริมาณแก้ว

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์


```
if (percentage < 10 && check)
    {
        check = false;
        text = nameText+" : จำนวนแก้วน้ำใกล้จะหมดแล้ว กรุณาเติมแก้ว";
        NotifyLine(text);
    }
```

หากปริมาณแก้วน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ จะทำการแจ้งเตือนผ่านทาง line ว่า จำนวนแก้วน้ำใกล้จะหมดแล้ว

```
else if(percentage > 60 && !check)
    {
        check = true;
        text = nameText+" : เติมแก้วเรียบร้อย";
        NotifyLine(text);
    }
```

หากปริมาณแก้วน้ำน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ แล้วมีการเติมแก้วน้ำทำให้มีค่าปริมาณมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์จะทำการแจ้งเตือนผ่านทาง line ว่า เติมแก้วเรียบร้อย

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์


```
if (millis() - lastMillisLine     > 60000*30)
    {
        lastMillisLine     = millis();
        text = nameText+ " : "+ String(percentage)+ " %";
        NotifyLine(text);
    }
```

แจ้งสถานะปัจจุบันทุก 30 นาที ผ่านทาง line

```
if (millis() - lastMillis > 60000)
    {
        lastMillis = millis();
        String device_id = "002";
        publishTelemetry(completeJSON(device_id,percentage));
    }
```

ส่งข้อมูลขึ้น google cloud ทุกนาที

```
long microsecondsToCentimeters(long microseconds)
{
    return microseconds / 29 / 2;
```

อัลกอริทึมสำหรับคำนวณ ค่าปริมาณแก๊สโดย
คำนวณจากค่าเวลาเป็นค่าระยะทาง

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์


```
void NotifyLine(String t) {
    WiFiClientSecure client;
    if (!client.connect("notify-api.line.me", 443)) {
        Serial.println("Connection failed");
        return;
    }
    String req = "";
    req += "POST /api/notify HTTP/1.1\r\n";
    req += "Host: notify-api.line.me\r\n";
    req += "Authorization: Bearer " + String(TokenLine) + "\r\n";
    req += "Cache-Control: no-cache\r\n";
    req += "User-Agent: ESP32\r\n";
    req += "Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\r\n";
    req += "Content-Length: " + String(String("message=" + t).length()) + "\r\n";
    req += "\r\n";
    req += "message=" + t;
    client.print(req);
    while (client.connected()) {
        String line = client.readStringUntil('\n');
        if (line == "\r")
                break;
    }
}
```

ใช้สำหรับเชื่อมต่อกับ Line Notify และใช้ส่งข้อความผ่านทาง LINE

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการทดสอบการใช้งานและการทดสอบประสิทธิภาพของระบบวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอกด้วย IoT บน Google Cloud และแจ้งเตือนผ่าน LINE ที่ตรวจวัดได้จาก sensor ต่างๆ โดยจะแสดงการทดสอบวิธีการทำงานในแต่ละส่วนแสดงวิธีการใช้งานระบบและแสดงผลประสิทธิภาพจากข้อมูลที่ตรวจวัดค่าได้ โดยส่งข้อมูลขึ้นไปเก็บยัง Google Cloud และมีการแจ้งเตือนผ่านทาง LINE

4.1 การทดสอบการใช้งาน

ในงานวิจัยนี้เป็นการตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอกโดยมีการประยุกต์นำเทคโนโลยีมาใช้งานในการตรวจวัดข้อมูลและประมวลผลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยไม่ต้องใช้มนุษย์ในการเฝ้าระวังและช่วยลดการทำงานของแม่บ้านซึ่งงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบติดตั้งระบบตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอก โดยมีผลลัพธ์การทำงานดังนี้

4.1.1 เริ่มจากนำอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอกเสียบปลักไฟเพื่อเปิดอุปกรณ์ดูว่าไฟติดไหมและเชื่อมต่อ GCP ได้หรือไม่

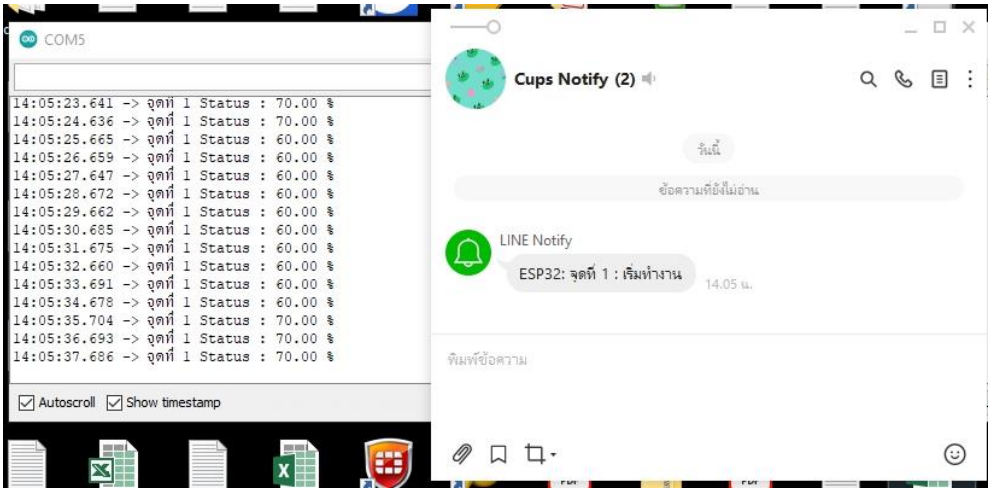
กรณีไม่สามารถเชื่อต่อกับ GCP ได้จะแสดง จุดๆไปเรื่อยๆจนกว่าจนเชื่อมต่อได้

ภาพที่ 4.1 กรณีไม่สามารถเชื่อมต่อกับ GCP ได้จะแสดงจุดๆไปเรื่อยๆจนกว่าจนเชื่อมต่อได้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

4.1.2 กรณีเชื่อมต่อสมบรูณ์

จะมีข้อความแจ้งเตือนทางไลน์ว่าเริ่มทำงานและข้อมูลบน serial monitor มีการเคลื่อนของค่าปริมาณแก้วน้ำ

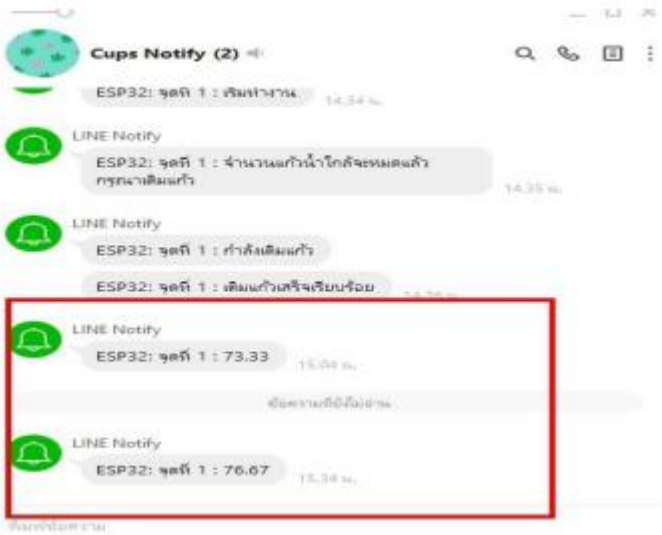


ภาพที่ 4.2 ข้อความแจ้งเตือนทางไลน์ว่าเริ่มทำงานและข้อมูลบน serial monitor

4.1.3 เมื่อระบบทำงานมีเหตุการณ์อะไรบ้าง

แจ้งสถานะปริมาณแก้วทุก 30 นาที ผ่านทาง Line จะเห็นได้ว่าเมื่อครบทุก 30 นาทีจะมีการแจ้งสถานะปริมาณแก้วกรวยกระดาษได้จริง

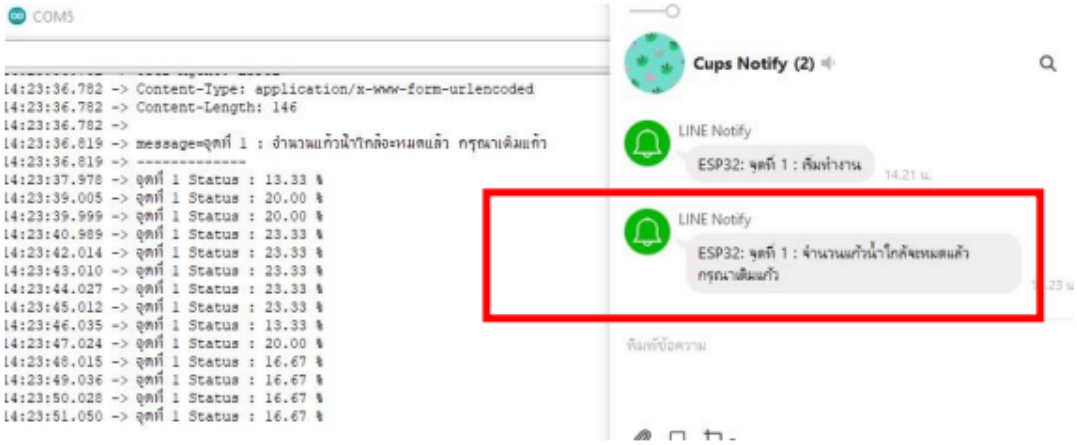
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 4.3 สถานะปริมาณแก้วกรวยกระดาษทุก 30 นาที ผ่านทาง Line

4.1.4 แจ้งสถานะเมื่อปริมาณน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นผ่านทางไลน์

เมื่อแก้วน้ำใกล้จะหมด น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ จะมีการแจ้งเตือนส่งไลน์ ว่า “จำนวนแก้วกรวยกระดาษใกล้จะหมดแล้ว กรุณาเติมแก้ว”

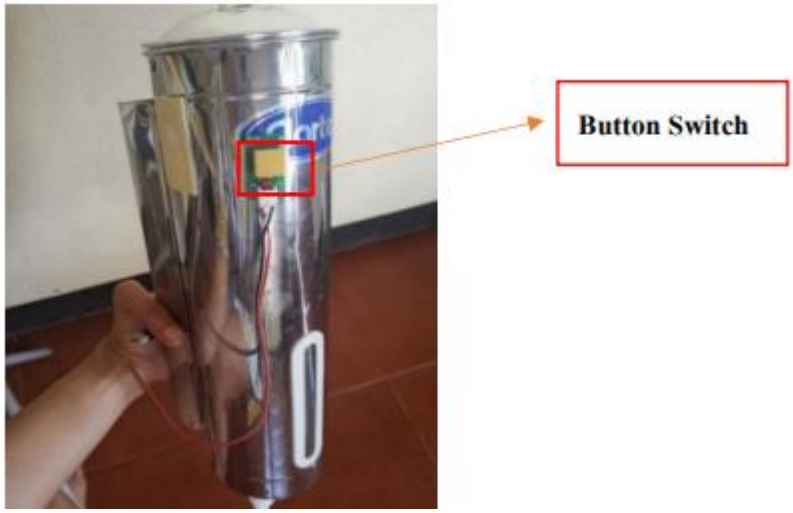


ภาพที่ 4.4 การแจ้งเตือนส่งไลน์ว่า “จำนวนแก้วกรวยกระดาษใกล้จะหมดแล้ว กรุณาเติมแก้ว”

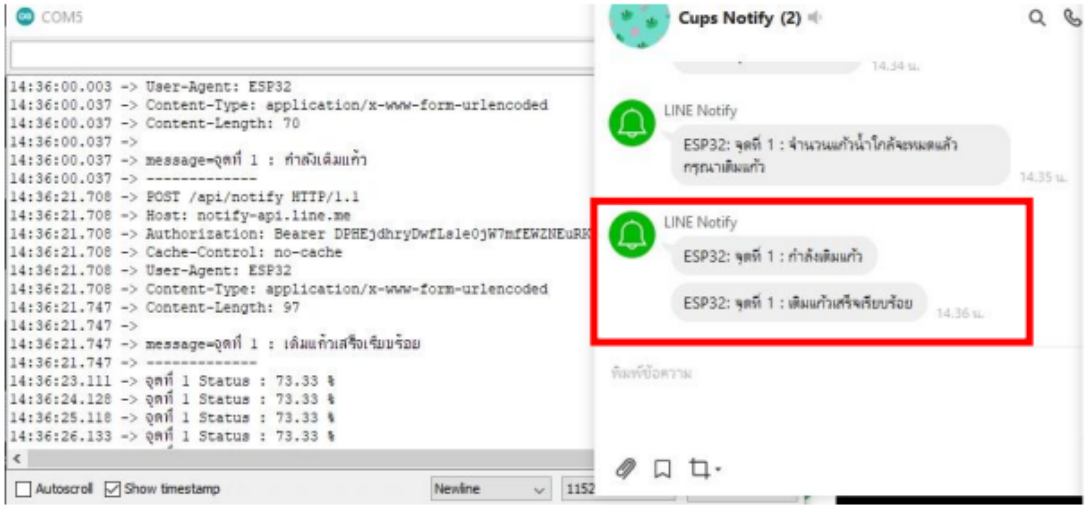
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

4.1.5 แจ้งสถานะการทำงานเมื่อแม่บ้านเข้าทำการเติมแก้วกรวยกระดาษ

เมื่อแม่บ้านเติมแก้วกรวยกระดาษในกระบอกเรียบร้อยแล้วและจะมีข้อความแจ้งเตือนผ่านทางไลน์ว่า “เติมแก้วกรวยกระดาษเรียบร้อย”



ภาพที่ 4.5 การแจ้งเตือนส่งไลน์ “เติมแก้วกรวยกระดาษเรียบร้อย”



ภาพที่ 4.6 ผลการแคปเจอร์จะเห็นได้ว่ามีการส่งข้อมูลขึ้น GCP ทุก 1 นาที

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

4.1.6 ส่งข้อมูลปริมาณแก้วน้ำปัจจุบันทุก 1 นาทีขึ้น GCP

จากผลการแคปเจอร์จะเห็นได้ว่ามีการส่งข้อมูลขึ้น GCP ทุก 1 นาทีได้จริง

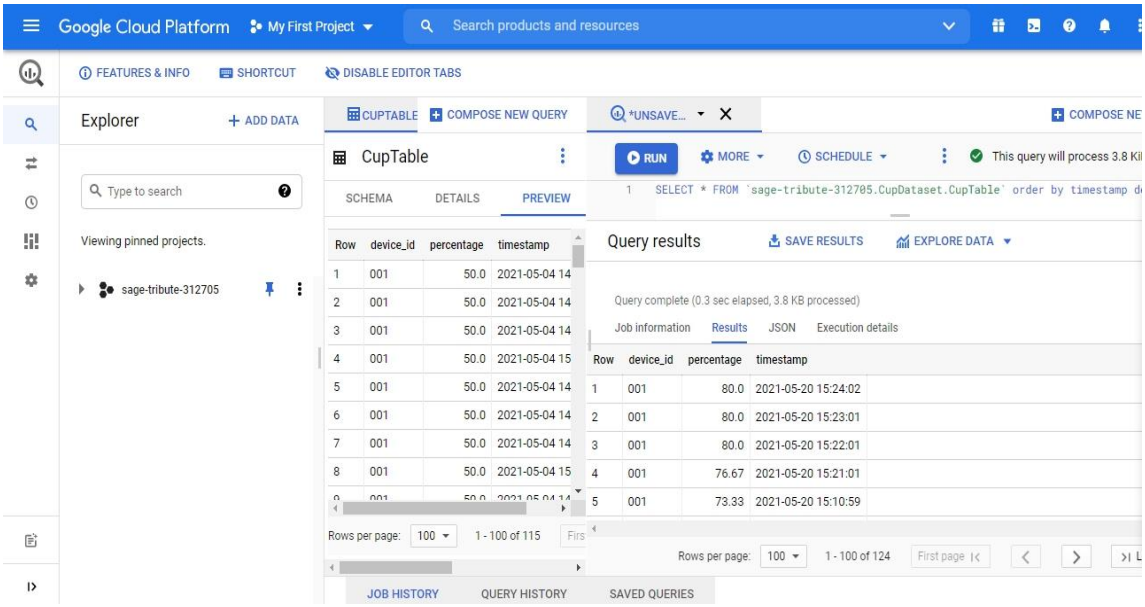
```
15:23:41.811 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:42.800 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:43.792 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:44.816 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:45.806 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:46.828 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:47.818 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:48.811 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:49.838 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:49.838 -> {"device_id":"001", "percentage":"80.00", "timestamp":"2021-05-20 15:24:02"}
15:23:50.827 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:51.850 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:52.836 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:53.857 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:54.846 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:55.832 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:56.853 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:57.837 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:58.870 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
```

ภาพที่ 4.7 ผลการแคปเจอร์จะเห็นได้ว่ามีการส่งข้อมูลขึ้น GCP ทุก 1 นาที

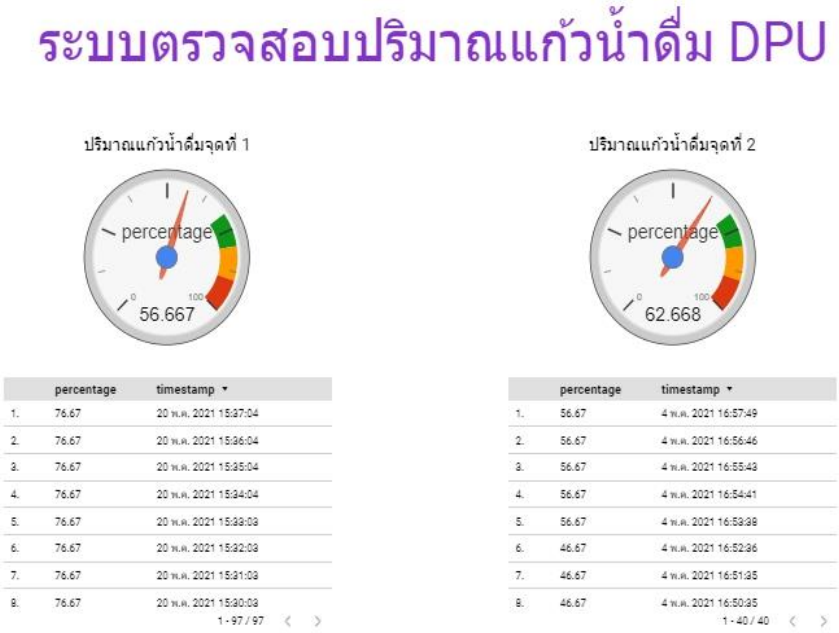
```
15:24:43.009 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:43.997 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:44.988 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:46.012 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:47.003 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:48.022 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:49.014 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:50.007 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:50.007 -> {"device_id":"001", "percentage":"80.00", "timestamp":"2021-05-20 15:25:02"}
15:24:51.030 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:52.015 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:53.035 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:54.045 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:55.030 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:56.054 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:57.041 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:58.036 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
```

ภาพที่ 4.8 ภาพข้อมูลจริงที่เก็บในฐานข้อมูลของ GCP

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 4.9 ภาพข้อมูลจริงที่เก็บในฐานข้อมูลของ GCP



ภาพที่ 4.10 ภาพหน้า dashboard

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

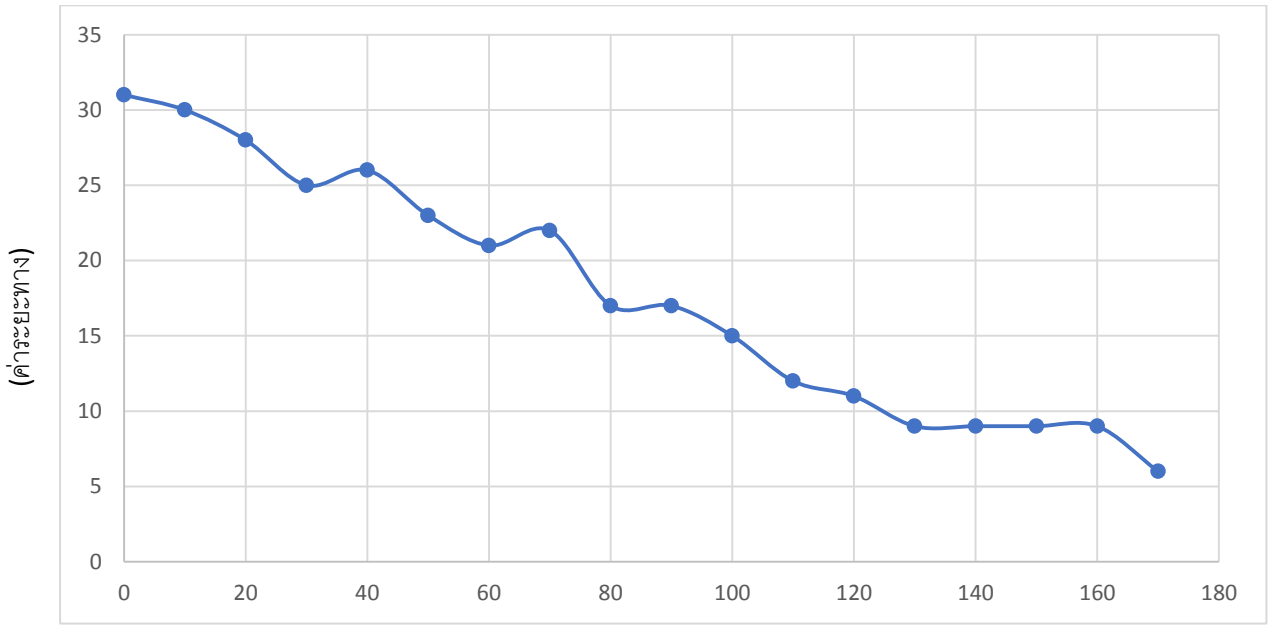
4.2 ผลการทดลองทดสอบประสิทธิภาพ

จำนวนแก้วในกระบอก	ค่าระยะทาง (cm.)	ค่าเปอร์เซ็นต์
0	31	0
10	30	3.23
20	28	9.68
30	25	19.35
40	26	16.13
50	23	25.81
60	21	32.26
70	22	29.03
80	17	45.16
90	17	45.16
100	15	51.61
110	12	61.29
120	11	64.52
130	9	70.97
140	9	70.97
150	9	70.97
160	9	70.97
170	6	80.65

จากตารางพบว่าเมื่อใส่แก้วกรวยกระดาษเต็มกระบอกซึ่งได้ค่า 170 ใบ จะมีค่าแสดงผลเพียง 80 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจาก 20 เปอร์เซ็นต์ ที่หายไปเป็นค่าที่สูญเสียของค่าระยะห่างระหว่างเซ็นเซอร์กับแก้วกรวยกระดาษในกระบอก

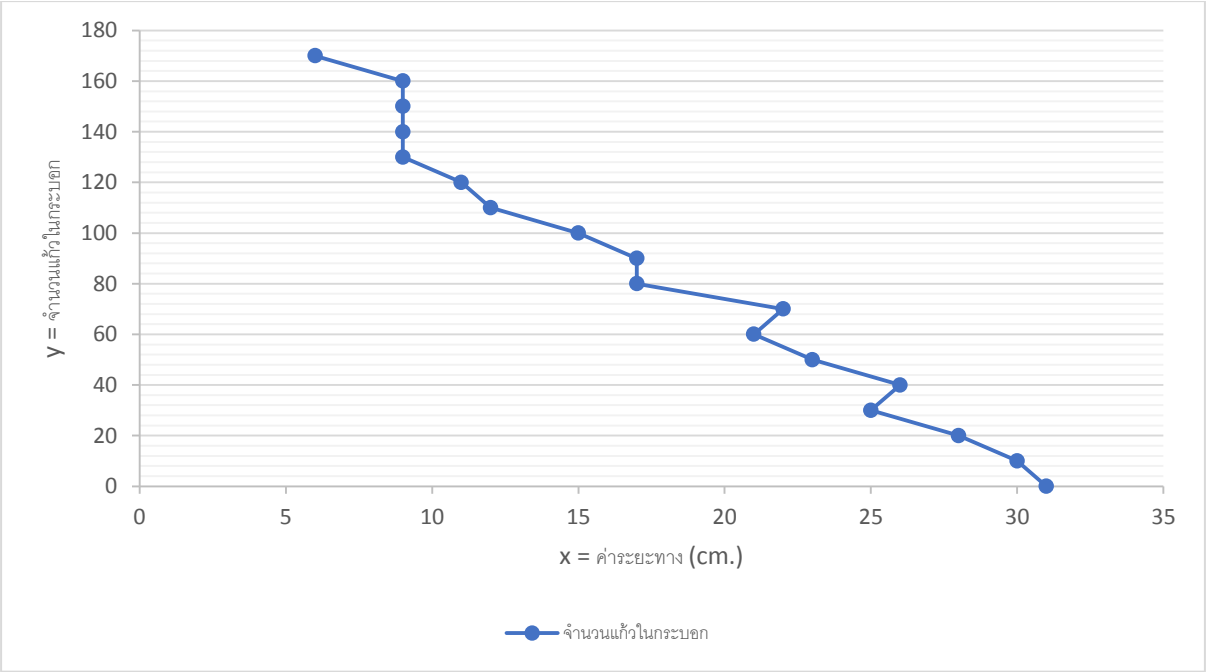
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

จากการทดลองพบว่า ค่าที่วัดได้สามารถเกิดความคาดเคลื่อนได้ เนื่องจากการใส่แก้วกรวยกระดาษวางอัดซ้อนกันจะเกิดจากการยืดยุบของแก้วกรวยกระดาษที่วางทับซ้อนได้ต่างกัน จากตารางจึงสามารถคำนวณเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ $= 100 - \frac{\text{ระยะทางที่วัดได้} \times 100}{s}$, s = ความยาวของปากกระบอกด้านบนจนถึงด้านล่าง 31 ซม.



ภาพที่ 4.11 ภาพกราฟแสดงผลเมื่อค่าระยะทางเป็นแกน y

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแก้วกรวยกระดาษในกระบอกกับระยะทาง

การหาความสัมพันธ์ของกราฟแบบเป็นเส้นตรง

เราสามารถหาได้จากสูตร $y = mx + c$

โดยที่

y = จำนวนแก้วกรวยกระดาษในกระบอก

x = ค่าระยะทาง (cm.)

m = ค่าความชัน (slope) ของเส้นตรง

c = ค่าจุดตัดบนแกน y (y intercept)

ค่าความชันของกราฟ มีอัตราการเปลี่ยนแปลงระหว่างค่าระยะทางกับจำนวนแก้วกรวยกระดาษในกระบอก

การหาค่า m (ค่าความชัน) หาได้จากสมการดังนี้

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

จากผลการทดลองเมื่อนำมา plot กราฟ ทำให้กราฟไม่เป็นเส้นตรง จึงต้องประมาณค่าโดยการลากเส้นกราฟให้ใกล้เคียงกับทุกจุดในกราฟให้มากที่สุด จึงประมาณค่าได้ จุด 2 จุดระหว่างกราฟดังนี้ $(x_1, y_1) \rightarrow (9,140)$ และ $(x_2, y_2) \rightarrow (31,0)$
ดังนั้นจึงหาค่าความชันได้ตามสูตรดังนี้

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$m = \frac{0 - 140}{31 - 9}$$

$$m = -6.36$$

ดังนั้นค่าความชันระหว่างจุด 2 จุด ระหว่างจุด $(9,140)$ และ $(31,0)$ จะได้ค่าความชันเป็น

$m = -6.36$

การหาค่า c (จุดตัดบนแกน y)

เนื่องจากได้ค่า ความชัน $m = -6.36$ และจากสมการ $y = mx + c$ จะได้ว่า

$$y = -6.36x + c$$

และเนื่องจาก เส้นตรงที่ผ่านจุด $(9,140)$ จะได้

$$140 = -6.36(9) + c$$

$$c = 6.36(9) + 140$$

$$c = 197.24$$

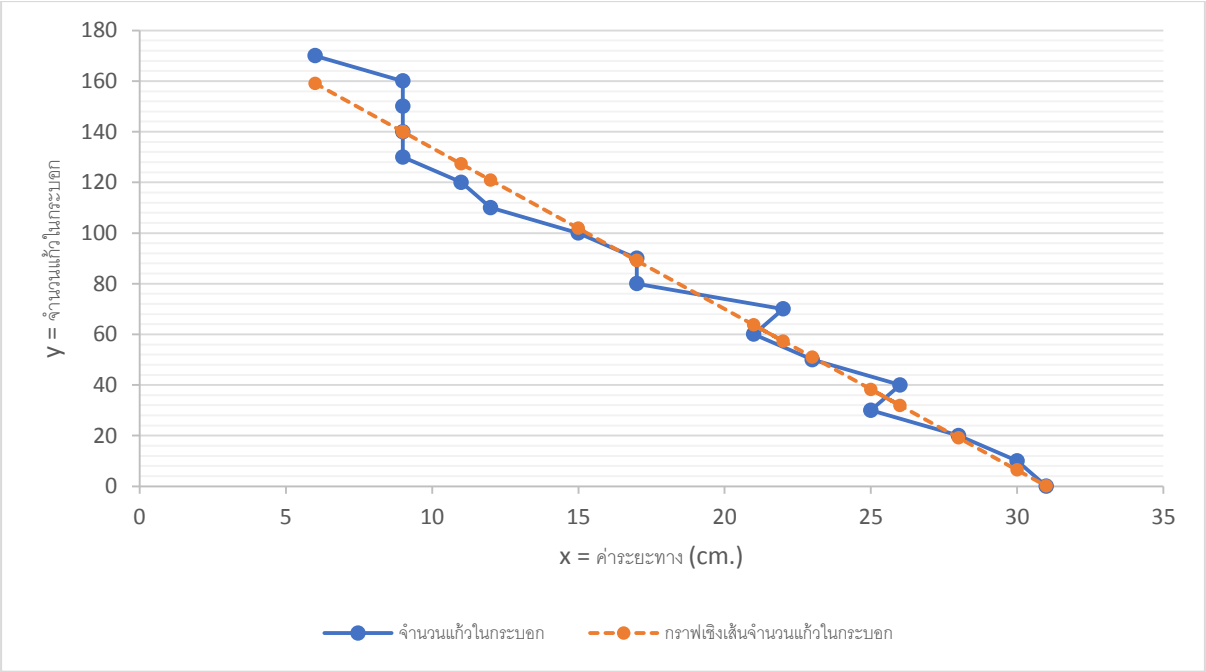
ดังนั้นค่าจากเส้นตรงที่ผ่านจุด $(9,140)$ จะได้ค่าจุดตัดบนแกน y เป็น $c = 197.24$

จึงได้สมการเส้นตรงดังนี้

$$y = -6.36x + 197.24$$

ดังนั้นจะสามารถ plot กราฟเส้นตรงโดยใช้ สมการ $y = -6.36x + 197.24$ โดยที่ตัวแปรต้น เป็นค่าระยะทาง ดังนี้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแก้วกรวยกระดาษในกระบอกกับระยะทาง และสมการเส้นตรงของจำนวนแก้วกรวยกระดาษในกระบอก

จากกราฟจะเห็นว่าค่าความชันเป็นลบเมื่อจำนวนแก้วกรวยกระดาษในกระบอกลดลง แต่ในขณะที่ค่าระยะทางเพิ่มขึ้น

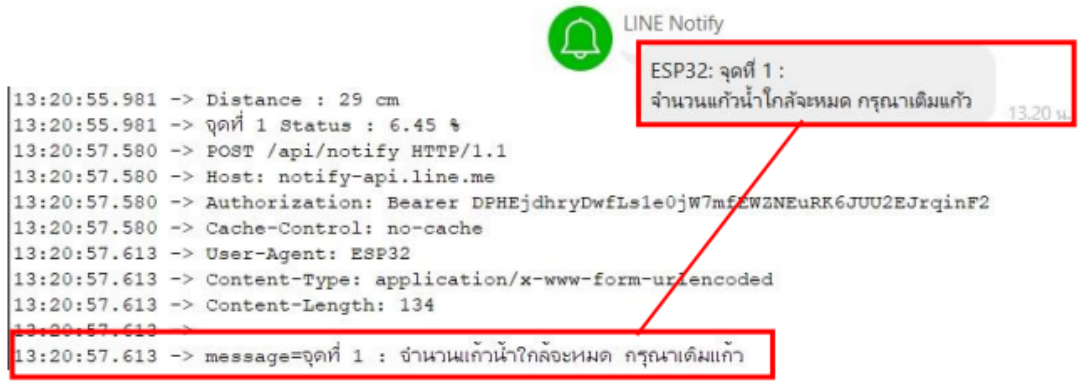
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(X) ค่าระยะทาง (cm.)	(Y) จำนวนแก้วในกระบอก	(Y) จำนวนแก้วในกระบอก จาก สมการเส้นตรง $y = mx + c$
6	170	159.08
9	160	140.00
9	150	140.00
9	140	140.00
9	130	140.00
11	120	127.28
12	110	120.92
15	100	101.84
17	90	89.12
17	80	89.12
22	70	57.32
21	60	63.68
23	50	50.96
26	40	31.88
25	30	38.24
28	20	19.16
30	10	6.44
31	0	0.08

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

4.3 ค่าตอบสนอง

4.3.1 ค่าตอบสนอง (ในโปรแกรมออกแบบให้แจ้งเตือนผ่านทาง Line จะทำงานแบบ Real Time)

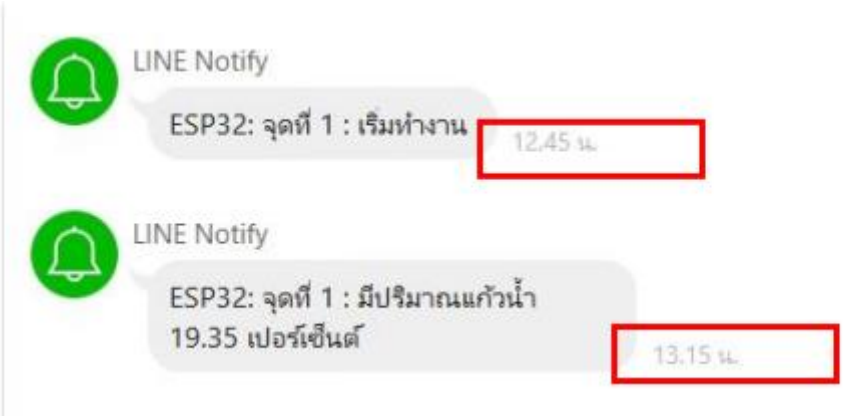


ภาพที่ 4.14 จากผลการแคปเจอร์จะเห็นได้ว่าข้อมูลช่วงเวลาตรงกัน

ภาพที่ 4.15 จากผลการแคปเจอร์จะเห็นได้ว่าข้อมูลช่วงเวลาตรงกัน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

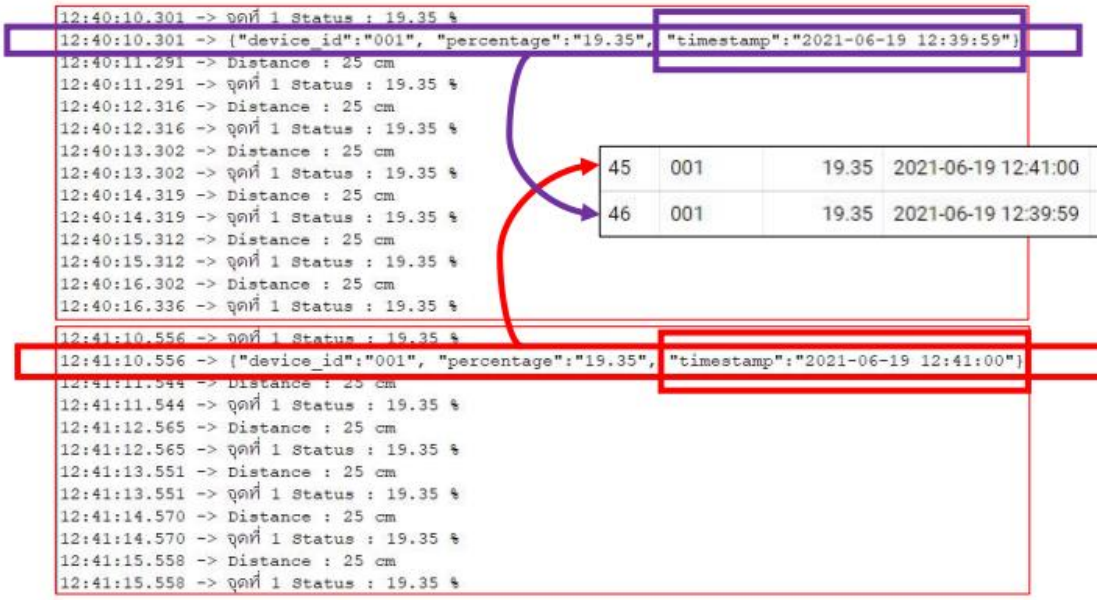
4.3.2 การแจ้งเตือน เปอร์เซ็นต์ สถานะแก้วกรวยกระดาษในปัจจุบันแจ้งเตือนทุกๆ 30 นาที



ภาพที่ 4.16 การแจ้งเตือนเปอร์เซ็นต์สถานะแก้วน้ำ

จะเห็นว่าเมื่อครบ 30 นาที จะมีข้อความสถานะปัจจุบันผ่านทาง Line แบบ RealTime

4.3.3 การแจ้งเตือนเปอร์เซ็นต์สถานะแก้วกรวยกระดาษในปัจจุบันแจ้งเตือนทุกๆ 5 นาที เมื่อแม่บ้านยังไม่ได้ทำการเติมแก้วกรวยกระดาษ



ภาพที่ 4.17 การส่งข้อมูลขึ้น GCP ทุก 1 นาที

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

4.4 การทดสอบด้านความพึงพอใจ

จัดทำแบบสอบถาม เทียบการใช้งาน 100 คน โดยให้กรอกระดับความพึงพอใจ

แบบสอบถามระดับความพึงพอใจ

ได้จัดทำแบบสำรวจความพึงพอใจของผู้รับบริการนี้ขึ้นมา เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพการบริการ ให้มี ประสิทธิภาพและดียิ่งขึ้น จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านตอบข้อความตามความเป็นจริงดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ ชาย ☐ หญิง ☐

2.อายุ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 20 - 30 ปี ☐ 31 - 40 ปี ☐ มากกว่า 40 ปี ☐

3. ประเภทผู้รับบริการ อาจารย์ ☐ เจ้าหน้าที่ ☐ นักศึกษา ☐ ศิษย์เก่า ☐

ส่วนที่ 2 ระดับความพึงพอใจของผู้รับบริการ โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องผลการสำรวจตามความเป็นจริง

ประเด็นประเมิน (สำหรับเจ้าหน้าที่)	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ด้านกระบวนการ					
1.1 ลองใช้งานการแจ้งเตือน Line กลุ่ม Cups Notify ระบบนี้มีความสะดวกสบายไหม					
1.2 ขั้นตอนการให้บริการไม่ยุ่งยากซับซ้อน มีความคล่องตัว					
1.3 การบริการโดยมีระบบวัดปริมาณร้อยละแก้วกรวยกระดาษในกระบอกนี้มีแล้วดีหรือไม่มีดี					
ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง.....					

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ส่วนที่ 2 ระดับความพึงพอใจของผู้รับบริการ โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องผลการสำรวจตามความเป็นจริง (ต่อ)

ประเด็นประเมิน (สำหรับเจ้าหน้าที่)	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
2. ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก					
2.1 มีการนำระบบมาใช้ในการดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ					
2.2 ความพร้อมของอุปกรณ์/เครื่องมือที่ให้บริการ					
2.3 ความเหมาะสมของสถานที่ให้บริการ					
2.4 ข้อความบอกจุดบริการ มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย					
ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง…….....……					

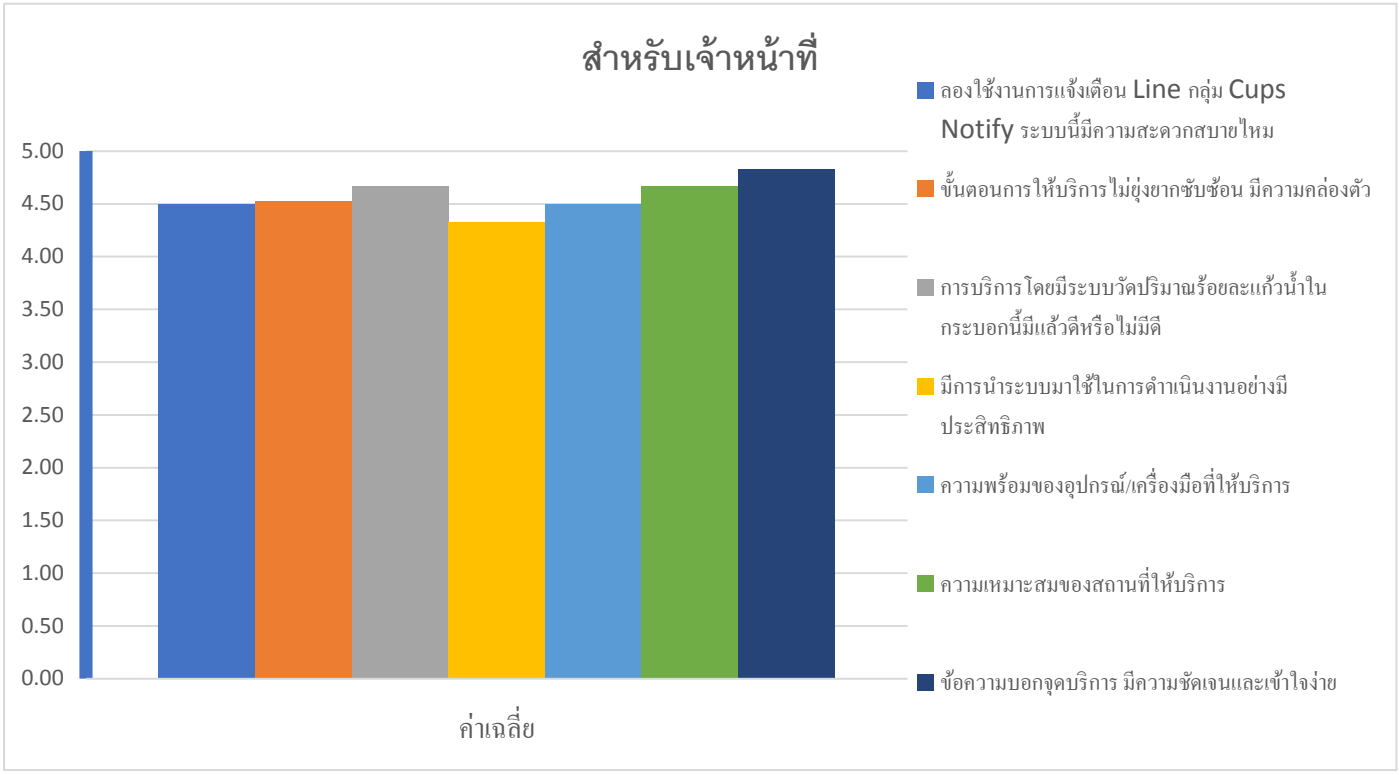
ประเด็นประเมิน (สำหรับบุคลากรทั่วไป)	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1.ด้านคุณภาพการให้บริการ					
1.1 พอใจหรือเปล่ามีแก้วกรวยกระดาษไม่ขาด					
1.2 ได้รับบริการที่ตรงตามความต้องการ					
1.3 ให้บริการด้วยความสะดวกรวดเร็ว ทันตามกำหนด					
1.4 ความพร้อมในการให้บริการ					
ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง……....					

สรุปผลการประเมินความพึงพอใจในภาพรวมทั้งหมดของระบบงาน เฉลี่ยอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.53 โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

1. กลุ่มสำหรับเจ้าหน้าที่เฉลี่ยอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.57
2. กลุ่มสำหรับสำหรับบุคลากรทั่วไปเฉลี่ยอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.50

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

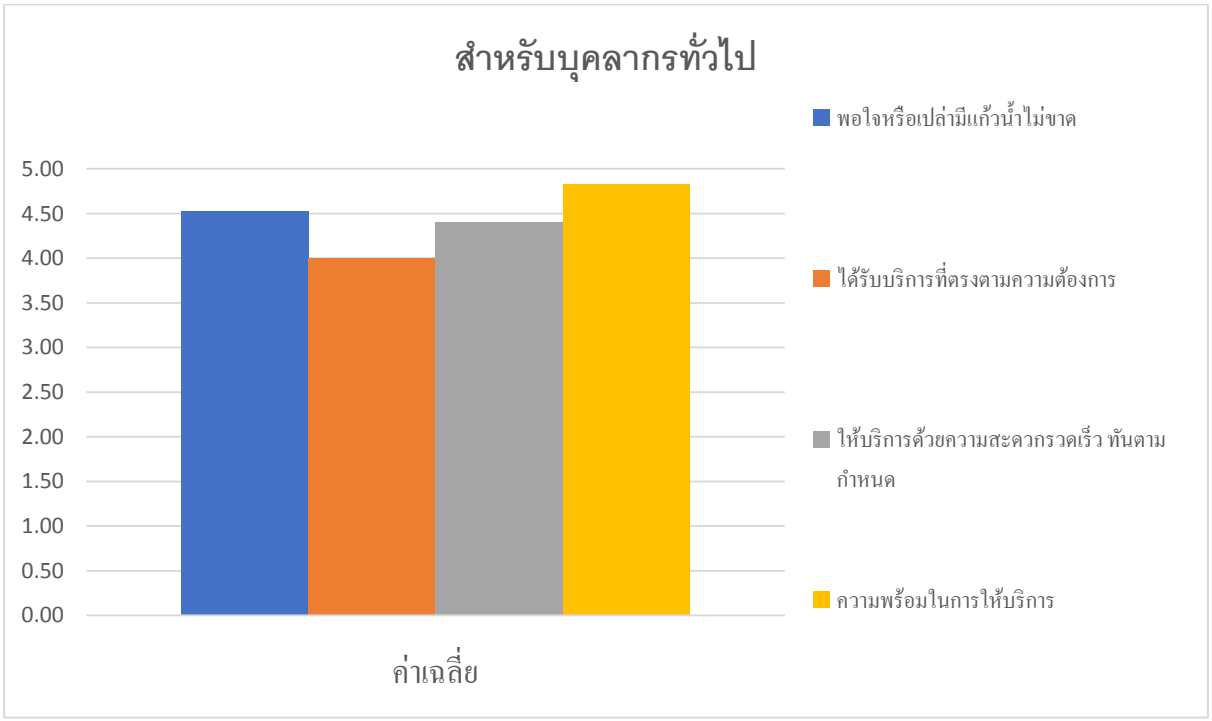
กลุ่ม สำหรับเจ้าหน้าที่



ภาพที่ 4.18 ผลการประเมินความพึงพอใจสำหรับเจ้าหน้าที่

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สำหรับบุคลากรทั่วไป



ภาพที่ 4.19 ผลการประเมินความพึงพอใจสำหรับบุคลากรทั่วไป

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ระบบตรวจสอบปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษ IoT บน Google Cloud และแจ้งเตือนผ่าน LINE นั้น สามารถตรวจวัดปริมาณแก้วกรวยกระดาษได้เป็นอย่างดี และสามารถนำค่าข้อมูลที่วัดได้ มาช่วยในกาตัดสินใจ เพื่อแจ้งเตือนผ่านทาง LINE และเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นได้ อีกทั้งยังสามารถจัดเก็บข้อมูลลงใน Google Cloud ได้ตลอดเวลาซึ่งช่วยให้ลดค่าใช้จ่ายโดยไม่ต้องเฝ้าระวังตลอดเวลา และไม่ต้องใช้มนุษย์ในการจัดการข้อมูล

สำหรับงานวิจัยต่อไปในอนาคต มีความเป็นไปได้ที่จะนำข้อมูลทั้งหมดที่มีไปใช้ในการทำนายบอกเหตุที่จะเกิดขึ้นกับระบบตรวจสอบปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษ คาดการณ์ว่าควรเติมแก้วกรวยกระดาษเท่าไหร่และควรติดตั้งระบบตรวจสอบปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในจุดอื่นๆ ไหม หรือในจุดนั้นมีระบบตรวจสอบปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษแล้วแต่นักศึกษาหรือบุคลากรอาจไม่มีการเรียนการสอน

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ในระบบมีการนำเทคโนโลยี ESP32 และ ultrasonic sensor มาประยุกต์ใช้ในการตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอกและค่าสถานะของแก้วกรวยกระดาษในกระบอก

เมื่อระบบทำงานมีเหตุการณ์

- แจ้งสถานะปริมาณแก้วทุก 30 นาที ผ่านทาง Line

จะเห็นได้ว่าเมื่อครบทุก 30 นาทีจะมีการแจ้งสถานะปริมาณแก้วกรวยกระดาษ คือค่าที่ได้จริง

5.1.2 มีการนำค่าข้อมูลที่วัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษมาช่วยในการตัดสินใจ เพื่อแจ้งเตือนผ่านทาง LINE และเพื่อป้องกันแก้วกรวยกระดาษในกระบอกหมดก่อนที่จะเกิดขึ้นจริง

- แจ้งสถานะเมื่อปริมาณน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ผ่านทางไลน์

เมื่อแก้วน้ำใกล้จะหมด น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ จะมีการแจ้งเตือนส่งไลน์ว่า จำนวนแก้วกรวยกระดาษใกล้จะหมดแล้ว

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

5.1.3 มีการจัดเก็บหรือบันทึกข้อมูลซึ่งมีปริมาณมาก โดยไม่ต้องเฝ้าระวังตลอดเวลาและไม่ต้องใช้มนุษย์ในการจัดการข้อมูล โดยใช้ GCP

- ส่งข้อมูลปริมาณแก้วน้ำปัจจุบันทุก 1 นาทีขึ้น GCP

สำหรับงานวิจัยต่อไปในอนาคต มีความเป็นไปได้ที่จะนำข้อมูลทั้งหมดที่มีไปใช้ในการทำนายบอกเหตุที่จะเกิดขึ้นกับระบบตรวจสอบปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษ คาดการณ์ว่าควรใช้แก้วกรวยกระดาษในการเติมเท่าไหร่และควรติดตั้งระบบตรวจสอบปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในจุดอื่นๆ ไหมหรือ ในจุดนั้นมีระบบตรวจสอบปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษแล้ว แต่นักศึกษาหรือบุคลากรอาจไม่มีการเรียนการสอน

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.2.1 ปัญหาที่พบในงานวิจัย

การสร้างระบบตรวจสอบปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในงานวิจัยนี้มีการใช้เซ็นเซอร์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเซ็นเซอร์สำหรับการทดลองและวิจัย ซึ่งมีคุณภาพของเซ็นเซอร์ที่ไม่สูงมากนักเนื่องด้วยราคาที่ถูกและจุดที่ไม่มีสัญญาณ wifi หากนำไปใช้งานอย่างจริงจังจึงต้องแก้ปัญหาด้วยการลงทุนไป microcontroller ที่มีระบบการสื่อสารแบบ LTE

จากการทดลองพบว่า ค่าที่วัดได้สามารถเกิดความคาดเคลื่อนได้ เนื่องจากการใส่แก้วกรวยกระดาษมีการวางอัดซ้อนกัน จะเกิดการยืดยุบของแก้วกรวยกระดาษที่วางทับซ้อนได้ต่างกัน ในอนาคตสามารปรับปรุงหรือเพิ่มเซนเซอร์เพื่อวัดค่าปริมาณแก้วกรวยกระดาษ ให้มีความแม่นยำมากขึ้นแต่ก็จะมีการลงทุนที่สูงขึ้น

5.2.2 ข้อเสนอแนะ

ระบบตรวจสอบปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษ IoT บน Google Cloud และแจ้งเตือนผ่าน LINE นั้น ควรมีการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบให้กับหลายๆ จุด เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่มีปริมาณมากขึ้น ซึ่งจะทำให้มีข้อมูลในการเปรียบเทียบและสามารถนำไปใช้เพื่อสร้างงานวิจัยที่จะสามารถวางแผนจุดติดตั้งน้ำดื่ม วางแผนค่าใช้จ่ายอุปกรณ์ ค่าบำรุงการรักษาอุปกรณ์ คำนวณแก้วกรวยกระดาษที่ต้องใช้ และค่าใช้จ่ายต่อปีหรือต่อเดือนประมาณเท่าไหร่ สามารถคาดคะเนปริมาณน้ำที่ต้องใช้หรือคาดคะเนว่าต้องจ้างแม่บ้านกี่คน และถ้ามีข้อมูลปริมาณมากๆ ใน GCP เราสามารถนำไปต่อยอดในงานวิจัยสาขา big data ได้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บรรณานุกรม

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

เฉลิมพล สุนทรนนท์. (2563). ระบบตรวจสอบสถานะของตู้ Rack ด้วย IoT บน Google cloud และแจ้งเตือนผ่าน. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.*

นิคม ลนขุนทด. (2557). โปรแกรมควบคุมระบบการตรวจจับปริมาณแก๊สแอลพีจีในห้องครัวด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์พร้อมระบบส่งสัญญาณเตือนภัย. *ในการประชุมวิชาการและนำเสนอผลการวิจัยระดับชาติและนานาชาติ กลุ่มระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 5 (น.76-87).*

พงษ์ประภัทร ชูหิรัญญ์วัฒน์, นายกรรธร เอมนุกูลกิจและนายสุวัฒน์ สวนทรง. (2557). *การศึกษาและออกแบบแบบจำลองลานจอดรถอัจฉริยะ*(โครงงานวิจัย). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	สุพัตรา เอี่ยมศรี
ประวัติการศึกษา	คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ปีที่สำเร็จการศึกษา 2554
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	เจ้าหน้าที่เทคนิค บริษัท ยูไนเต็ด อินฟอร์เมชั่น ไฮเวย์ จำกัด