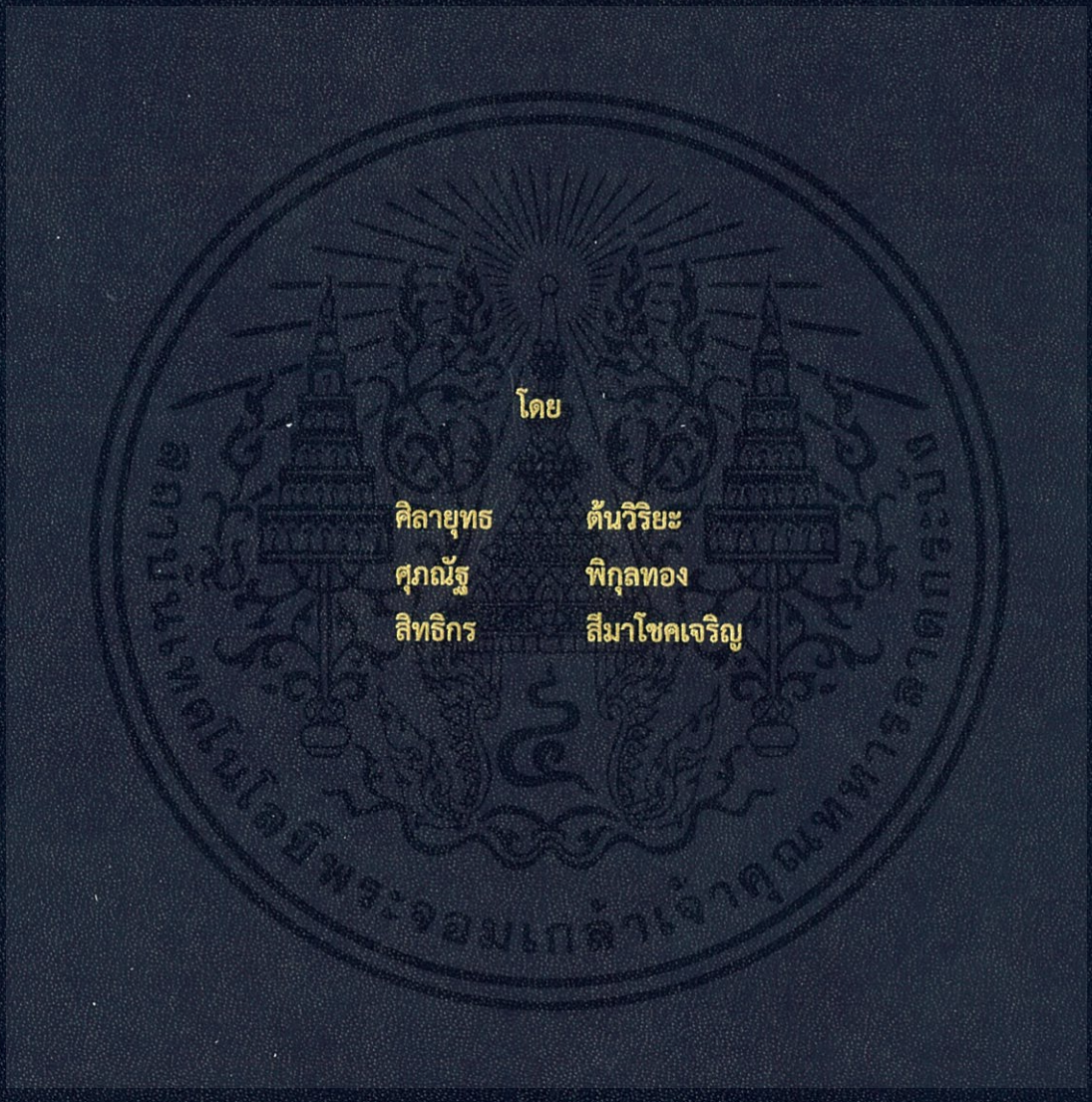
ระบบโครงข่ายไฟถนนอัจฉริยะ
ส่วนที่ 3: การออกแบบระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์

A Smart Solar Street Lighting Network
Part 3: Smart Management Server



โดย

ศิลายุทธ ต้นวิริยะ

ศุภณัฐ พิกุลทอง

สิทธิกร สีมาโชคเจริญ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

ระบบโครงข่ายไฟถนนอัจฉริยะ
ส่วนที่ 3: การออกแบบระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์

A Smart Solar Street Lighting Network
Part 3: Smart Management Server

โดย

ศิลายุทธ ต้นวิริยะ
ศุภณัฐ พิกุลทอง
สิทธิกร สีมาโชคเจริญ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Smart Solar Street Lighting Network

Part 3: Smart Management Server

SIRAYUT TONVIRIYA
SUPPANAT PIKULTHONG
SITTIKORN SEEMACHOKCHAROEN

THIS PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE BACHELOR DEGREE IN ELECTRICAL ENGINEERING
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING FACULTY OF ENGINEERING
KING MUNGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2561

ระบบโครงข่ายไฟถนนอัจฉริยะ ส่วนที่ 3: การออกแบบระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์
Smart Solar Street Lighting Network Part 3: Smart Management Server

โดย

ศิลายุทธ ต้นวิริยะ

ศุภณัฐ พิกุลทอง

สิทธิกร สีมาโชคเจริญ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชาว์ ชมภูอินไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2561

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบโครงข่ายไฟถนนอัจฉริยะ: การออกแบบระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์

ผู้จัดทำ

1. นายศิลายุทธ ต้นวิริยะ
2. นายศุภณัฐ พิกุลทอง
3. นายสิทธิกร สีมาโชคเจริญ

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชาว์ ชมภูอินไหว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง ระบบโครงข่ายไฟถนนอัจฉริยะ
ส่วนที่ 3: การออกแบบระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์

นาย ศิลายุทธ ต้นวิริยะ
นาย ศุภณัฐ พิกุลทอง
นาย สิทธิกร สีมาโชคเจริญ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชาว์ ชมภูอินไหว อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์ ที่ทำหน้าที่เป็นทั้งสมองและคลังข้อมูลของระบบที่จะสามารถควบคุมดูแล จัดการและบริหาร รวมไปถึงการแสดงผลสถานะการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆแบบทางไกล ผ่านโครงข่ายสื่อสารไร้สาย โดยระบบนี้ประกอบด้วยฝั่งเซิร์ฟเวอร์ที่ใช้บริการของ Firebase และฝั่งเว็บแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม LabVIEW NXG ร่วมกับภาษาคอมพิวเตอร์ เช่น HTML5, CSS และ JavaScript จากการทดลองนำระบบไปใช้งานร่วมกับไฟถนนและชุดควบคุมพบว่าผู้ใช้งานสามารถสังเกตการณ์และควบคุมไฟถนนได้อย่างสะดวกผ่านเว็บแอปพลิเคชั่นแบบเรียลไทม์และย้อนหลัง โดยระบบสามารถสร้างรายงานการทำงานประจำเดือนของไฟถนนได้อย่างอัตโนมัติและมีการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์เมื่อไฟถนนเปลี่ยนแปลงสถานะหรือเกิดความผิดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Smart Solar Street Lighting Network

Part 3: Smart Management Server

Mr. SIRAYUT TONVIRIYA
Mr. SUPPANAT PIKULTHONG
Mr. SITTIKORN SEEMACHOKCHAROEN
Assistant Professor Dr. Chow Chompoo-inwai Supervisor
Year 2018

ABSTRACT

The objective of this thesis is design and create the system that must be brain and data warehouse of system that can control, manage and remote display status of device working by Wireless communication network. The system uses Firebase as server and uses LabVIEW NXG, HTML5, CSS and JavaScript to create web application as client. The result of implementing the system with controller and street lights is found that the web application provide more convenient to monitor and control street lights by providing real-time and historical data. Furthermore, the system can provide monthly report and notification when street lights turn on/off or not working properly.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จบรรลุตามเป้าหมายไปได้ด้วยดีและมีความสมบูรณ์ ต้องขอขอบคุณ ผศ.ดร.เชาว์ ชมภูอินไหว เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ และทีมงานศูนย์วิจัยพลังงานและวิศวกรรมส่องสว่าง ที่คอยให้คำแนะนำ ปรึกษา ช่วยเหลือและชี้แนะในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จนมีความครบถ้วนและมีความสมบูรณ์ในที่สุด

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่านคณาจารย์ทุกท่าน ที่สอนให้วิชาความรู้ ให้ความช่วยเหลือคำชี้แนะแนวทางในเรื่องต่างๆ อันมีส่วนสำคัญที่มีความเกี่ยวข้องในการจัดทำปริญญานิพนธ์ เพื่อใช้เป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้ สามารถนำไปปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในขั้นตอนต่อไป

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะมีประโยชน์ต่อทุกท่านที่มีความสนใจและต้องการจะศึกษาหาความรู้ในเรื่องนี้ จึงขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

ABSTRACT II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 วิธีการที่ใช้ในโครงงาน 2

1.5 แผนการดำเนินโครงงาน 3

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 4

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 5

2.1.1 การใช้งานโปรแกรม LabVIEW ทางวิศวกรรมไฟฟ้า 5

2.1.2 Firebase Platform 6

2.2 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐานของโปรแกรม LabVIEW 6

2.3 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐานของโปรแกรม LabVIEW NXG 8

2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับฐานข้อมูล Firebase 10

2.4.1 Firebase Database 11

2.4.2 Firebase Cloud Function 11

2.4.3 Firebase Hosting 11

2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับภาษาคอมพิวเตอร์ 12

2.5.1 ภาษา HTML5 13

2.5.2 ภาษา JavaScript 13

2.5.3 Bootstrap 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5.4 ภาษา CSS 14
2.6 ทฤษฎีเกี่ยวกับการสื่อสารแบบ HTTP 15
บทที่ 3 การออกแบบการทดลอง 17
3.1 ภาพรวมของระบบโครงข่ายไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะ 17
3.2 ภาพรวมการออกแบบระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์ (Smart Management Server) 18
3.3 การออกแบบฟังก์ชันการทำงานของระบบ 19
3.4 การสร้างฐานข้อมูลบน Firebase 20
3.5 การเขียนโปรแกรมจำลองข้อมูลไฟถนนและส่งค่าเข้าฐานข้อมูล 23
3.5.1 การจำลองข้อมูลโดยการสุ่ม 23
3.5.2 การส่งค่าเข้าฐานข้อมูลส่วนเรียลไทม์โดยใช้การสื่อสารแบบ HTTP 25
3.5.3 การส่งค่าเข้าฐานข้อมูลส่วนข้อมูลย้อนหลังโดยใช้การสื่อสารแบบ HTTP 26
3.6 การเขียนโปรแกรมส่วนเว็บแอปพลิเคชัน 29
3.6.1 การออกแบบหน้าเว็บแอปพลิเคชัน 29
3.6.2 การเขียนโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม LabVIEW NXG 29
3.6.2.1 การสร้างหน้าเว็บ Dashboard โดย LabVIEW NXG 29
3.6.2.2 การสร้างหน้าเว็บ Analysis โดย LabVIEW NXG 35
3.6.2.3 การสร้างหน้าเว็บ DataLog โดย LabVIEW NXG 40
3.6.3 การออกแบบส่วนผู้ใช้งานโดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ 41
3.6.3.1 การสร้าง Header ของหน้าเว็บแอปพลิเคชัน 42
3.6.3.2 การสร้าง Footer ของเว็บแอปพลิเคชัน 43
3.6.3.3 การสร้างหน้าเว็บ Home 43
3.6.3.4 การสร้างหน้าเว็บ DashBoard Analysis และ DataLog 44
3.6.3.5 การสร้างหน้าเว็บ Report 49
3.6.3.6 การสร้างหน้าเว็บ About Us 51
3.6.4 การนำเว็บแอปพลิเคชันขึ้น Firebase Hosting 51
3.7 การสร้าง Cloud Function เพื่อเชื่อมฐานข้อมูลกับ Google Sheets 52
3.7.1 การเตรียมความพร้อมก่อนการใช้งาน Cloud function 52
3.7.2 การเตรียมความพร้อมบน Google Spreadsheet 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.7.3 การเขียนโค้ดฟังก์ชันเพื่อส่งออกข้อมูลจากฐานข้อมูลไปยัง Google Sheets.. 54
3.8 การสร้างรายงานการทำงานของดวงโคมถนนประจำเดือน 57
3.9 การสร้างการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์..... 64

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 65
4.1 การทดลองระบบโดยใช้โปรแกรมจำลองไฟถนนจำนวณ 10 ดวงโคม 65
4.1.1 การทดลองตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแบบเรียลไทม์ 68
4.1.2 การทดลอง Cloud Function และ Google Spreadsheets 70
4.1.3 การทดลองตรวจสอบปริมาณข้อมูลและปริมาณการใช้งานฐานข้อมูล 79
4.2 การทดลองโดยเชื่อมต่อกับชุดควบคุมและไฟถนน..... 80
4.2.1 การทดลองเว็บแอปพลิเคชันในการอ่านข้อมูลและสั่งเปิดปิดไฟถนน 81
4.2.2 การทดลองการแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify..... 84

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง..... 86
5.1 สรุปผลการทดลอง 86
5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง..... 86

เอกสารอ้างอิง..... 87
ภาคผนวก..... 88
ภาคผนวก ก โปสเตอร์..... 89
ภาคผนวก ข บทความวิชาการ..... 91
ประวัติผู้เขียน..... 97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินโครงงาน 3
ตารางที่ 2.1 คำสั่งของ HTTP 16
ตารางที่ 3.1 ค่าพารามิเตอร์และย่านการสุ่มของโปรแกรมจำลองข้อมูล 23
ตารางที่ 3.2 บล็อกคำสั่งสำหรับการสุ่มค่า 24
ตารางที่ 3.3 บล็อกคำสั่งสำหรับการส่งค่าเข้าฐานข้อมูล 26
ตารางที่ 3.4 บล็อกคำสั่งสำหรับการส่งค่าเข้าฐานข้อมูลส่วนข้อมูลย้อนหลัง 27
ตารางที่ 3.5 บล็อกคำสั่งที่ใช้ในหน้าเว็บ Dashboard 34
ตารางที่ 3.6 การจัดการข้อมูลของแต่ละดวงโคมประจำวันใน Sheet ของแต่ละดวงโคม 61
ตารางที่ 3.7 การจัดการข้อมูลรวมทุกดวงโคมประจำวันใน Sheet “Prepare Data” 62
ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างฐานข้อมูลและเว็บแอปพลิเคชัน 69
ตารางที่ 4.2 การตรวจสอบความถูกต้องของปริมาณข้อมูลใน Google Spreadsheet 71
ตารางที่ 4.3 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลครั้งที่ 1 71
ตารางที่ 4.4 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลครั้งที่ 2 72
ตารางที่ 4.5 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องและปริมาณการใช้งานฐานข้อมูลก่อนการทดลอง 80
ตารางที่ 4.6 การเก็บข้อมูลภายในระยะเวลาการทดลองและปริมาณการใช้ข้อมูลหลังการทดลอง . 80
ตารางที่ 4.7 คำนวณปริมาณการใช้งานของฐานข้อมูลและคำนวณขนาดของข้อมูล 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 โปรแกรม LabVIEW 2018 7
รูปที่ 2.2 ลักษณะการเขียนโปรแกรม LabVIEW 2018 7
รูปที่ 2.3 โปรแกรม LabVIEW NXG 3.0 8
รูปที่ 2.4 ลักษณะการเขียนโปรแกรม LabVIEW NXG 3.0 8
รูปที่ 2.5 ชนิดข้อมูลบนโปรแกรม LabVIEW NXG 9
รูปที่ 2.6 หมวดหมู่บล็อกคำสั่งการใช้งานเบื้องต้นในส่วนเขียนโปรแกรม (Block Diagram) 9
รูปที่ 2.7 หมวดหมู่บล็อกคำสั่งการใช้งานเบื้องต้นในส่วนผู้ใช้งาน (Font Panel) 10
รูปที่ 2.8 Firebase 10
รูปที่ 2.9 โปรแกรม Atom และภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม 12
รูปที่ 3.1 ภาพรวมของระบบไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะ 17
รูปที่ 3.2 โครงสร้างการทำงานของระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์ 19
รูปที่ 3.3 โครงสร้างหลักของฐานข้อมูล 20
รูปที่ 3.4 โครงสร้างย่อยของฐานข้อมูลส่วน Control 20
รูปที่ 3.5 โครงสร้างย่อยของฐานข้อมูลส่วนเรียลไทม์ 21
รูปที่ 3.6 โครงสร้างย่อยของฐานข้อมูลส่วนรายงาน 22
รูปที่ 3.7 ตัวอย่างชุดคำสั่งการสุ่มค่าแรงดันและบล็อกสัญลักษณ์ 24
รูปที่ 3.8 ตัวอย่างชุดคำสั่งการส่งค่าเข้าฐานข้อมูล 25
รูปที่ 3.9 ชุดคำสั่งทั้งหมดของโปรแกรมจำลองข้อมูลส่วนเรียลไทม์ 25
รูปที่ 3.10 ตัวอย่างชุดคำสั่งในการรับค่าจากฐานข้อมูล 26
รูปที่ 3.11 ตัวอย่างชุดคำสั่งในการจัดรูปแบบข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ CSV และทำการส่ง-ข้อมูลในรูปแบบ JSON 27
รูปที่ 3.12 ชุดคำสั่งทั้งหมดของโปรแกรมจำลองข้อมูลส่วนบันทึกข้อมูลย้อนหลัง 28
รูปที่ 3.13 การจัดแสดงวัตถุของค่าพารามิเตอร์สิ่งแวดล้อมและดวงโคมถนน IP01 และ IP02 30
รูปที่ 3.14 ชุดคำสั่งการรับค่าจากฐานข้อมูลและแสดงผลของโคมถนน IP01 และพารามิเตอร์สิ่งแวดล้อม 30
รูปที่ 3.15 การจัดแสดงวัตถุของแผงควบคุมโหมดโซน และ กล่องข้อความพร้อมไฟแสดงผลสิทธิ์ในการควบคุม 31
รูปที่ 3.16 ชุดคำสั่งของการตรวจสอบรหัสผ่านและการควบคุมทั้งสองโหมดการทำงาน 31
รูปที่ 3.17 ชุดคำสั่งของการตรวจสอบรหัสผ่าน 32
รูปที่ 3.18 ชุดคำสั่งสำหรับการบวกค่ากำลังไฟฟ้ารวมทุกดวงโคมถนน 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.19 ชุดคำสั่งของการแสดงไฟสถานะของทุกทุกดวงโคมโดยใช้ตรรกะ AND 32
รูปที่ 3.20 วัตถุทั้งหมดในหน้า Dashboard 33
รูปที่ 3.21 ชุดคำสั่งทั้งหมดของหน้าเว็บ Dashboard 33
รูปที่ 3.22 วัตถุทั้งหมดในหน้าเว็บ Analysis 35
รูปที่ 3.23 ชุดคำสั่งในการจัดการข้อมูลและแสดงข้อมูลในรูปแบบกราฟ 36
รูปที่ 3.24 ชุดคำสั่งในการเลือกรับข้อมูลตามที่ผู้ใช้งานกำหนด 36
รูปที่ 3.25 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูลส่วนข้อมูลย้อนหลัง 37
รูปที่ 3.26 ชุดคำสั่งในการจัดการข้อมูล 38
รูปที่ 3.27 ชุดคำสั่งในการจัดการข้อมูล 39
รูปที่ 3.28 ชุดคำสั่งทั้งหมดในหน้าเว็บ Analysis 39
รูปที่ 3.29 ตัวเลือกและตารางแสดงข้อมูลพารามิเตอร์ 40
รูปที่ 3.30 ชุดคำสั่งทั้งหมดของหน้าเว็บ DataLog 40
รูปที่ 3.31 ไฟล์ที่เกิดขึ้นจากการ Build ของ LabVIEW NXG 41
รูปที่ 3.32 ส่วน Header เมื่อแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์ 42
รูปที่ 3.33 ส่วน Header เมื่อแสดงผลบนอุปกรณ์พกพา เมื่อกดขยายตัวเลือก 42
รูปที่ 3.34 โค้ด html5 ส่วนแถบเมนู 42
รูปที่ 3.35 Footer ของหน้าเว็บแอปพลิเคชัน 43
รูปที่ 3.36 โค้ด html5 ส่วน Footer 43
รูปที่ 3.37 หน้าเว็บ Home 44
รูปที่ 3.38 โค้ดในส่วน Head ภายใน <style ni-autogenerated-style-id=""> 45
รูปที่ 3.39 โค้ดในการเรียกใช้งาน Runtime Engine 45
รูปที่ 3.40 โค้ดของวัตถุบนหน้าเว็บ 45
รูปที่ 3.41 โค้ดประกาศเชื่อมโยงกับ css ไฟล์ในส่วน head ของ html 46
รูปที่ 3.42 องค์ประกอบของ class content-itemni 46
รูปที่ 3.43 องค์ประกอบของ class front-panel 46
รูปที่ 3.44 โค้ดสำหรับการแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้งานเข้าใช้งานหน้า DashBoard 47
รูปที่ 3.45 การแจ้งเตือนเมื่อเข้าใช้งานหน้าเว็บ DashBoard 47
รูปที่ 3.46 หน้าเว็บ DashBoard เมื่อใช้งานบนคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พกพา 48
รูปที่ 3.47 หน้าเว็บ Analysis เมื่อใช้งานบนคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พกพา 48
รูปที่ 3.48 หน้าเว็บ DataLog เมื่อใช้งานบนคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พกพา 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.49 หน้าเว็บ Report เมื่อใช้งานบนคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พกพา 49
รูปที่ 3.50 โค้ดสำหรับการซ่อนและแสดงวัตถุเมื่อกดปุ่ม Preview 50
รูปที่ 3.51 หน้าเว็บ Report เมื่อกดปุ่ม Preview 50
รูปที่ 3.52 หน้าเว็บ About Us เมื่อใช้งานบนคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พกพา 51
รูปที่ 3.53 Command line เมื่อ Hosting สำเร็จ 52
รูปที่ 3.54 โค้ดภายในไฟล์ของ firebase.json 52
รูปที่ 3.55 Spreadsheet ของแต่ละเดือน 53
รูปที่ 3.56 ภายใน Spreadsheet 53
รูปที่ 3.57 โค้ดภายในไฟล์ของ firebase.json 54
รูปที่ 3.58 โค้ดฟังก์ชันทั้ง 10 ชุด (ซ่อนโค้ดภายใน) 54
รูปที่ 3.59 โค้ดภายในไฟล์ index.js ส่วนที่ 1 55
รูปที่ 3.60 โค้ดภายในไฟล์ index.js ส่วนที่ 2 55
รูปที่ 3.61 โค้ดภายในไฟล์ index.js ส่วนที่ 3 56
รูปที่ 3.62 โค้ดภายในไฟล์ index.js ส่วนที่ 4 56
รูปที่ 3.63 รายงานการทำงานของดวงโคมถนนประจำเดือน หน้าที่ 1 57
รูปที่ 3.64 รายงานการทำงานของดวงโคมถนนประจำเดือน หน้าที่ 2 58
รูปที่ 3.65 รายงานการทำงานของดวงโคมถนนประจำเดือน หน้าที่ 3 59
รูปที่ 3.66 รายงานการทำงานของดวงโคมถนนประจำเดือน หน้าที่ 4 60
รูปที่ 3.67 โค้ดการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์เมื่อไฟถนนมีการเปลี่ยนสถานะ 64
รูปที่ 3.68 โค้ดการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์เมื่อไฟถนนทำงานผิดปกติ 64
รูปที่ 4.1 หน้าเว็บ Dashboard ขณะโปรแกรมจำลองไฟถนนทำงาน 66
รูปที่ 4.2 หน้าเว็บ Analysis ขณะโปรแกรมจำลองไฟถนนทำงาน 67
รูปที่ 4.3 หน้าเว็บ Datalog ขณะโปรแกรมจำลองไฟถนนทำงาน 68
รูปที่ 4.4 ข้อมูลบนฐานข้อมูลในรูปแบบ JSON 68
รูปที่ 4.5 ข้อมูลบนเว็บแอปพลิเคชัน 69
รูปที่ 4.6 ปริมาณข้อมูลของวันที่ 26 มีนาคมของ (ซ้าย) บนฐานข้อมูล (ขวา) บน Sheet 70
รูปที่ 4.7 ข้อมูลบนฐานข้อมูล Record/IP02/26'03'2019/23:38:14.json 71
รูปที่ 4.8 ข้อมูลบนฐานข้อมูล Record/IP07/27'03'2019/10:14:15.json 72
รูปที่ 4.9 ตัวอย่างการจัดการข้อมูลของ IP01 73
รูปที่ 4.10 การจัดการข้อมูลของทุก IP 74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.11 รายงานการทำงานประจำเดือนมีนาคม หน้าที่ 1 75
รูปที่ 4.12 รายงานการทำงานประจำเดือนมีนาคม หน้าที่ 2 76
รูปที่ 4.13 รายงานการทำงานประจำเดือนมีนาคม หน้าที่ 3 77
รูปที่ 4.14 รายงานการทำงานประจำเดือนมีนาคม หน้าที่ 4 78
รูปที่ 4.15 บันทึกการใช้งานโดย Firebase ก่อนการทดลอง 79
รูปที่ 4.16 บันทึกการใช้งานโดย Firebase หลังการทดลอง 79
รูปที่ 4.17 หน้าเว็บ Dashboard 81
รูปที่ 4.18 หน้าเว็บ Analysis 82
รูปที่ 4.19 หน้าเว็บ DataLog 83
รูปที่ 4.20 (ซ้าย) จอแสดงผลของชุดควบคุม (ขวา) สั่งเปิดบนหน้าเว็บ Dashboard 84
รูปที่ 4.21 (ซ้าย) จอแสดงผลของชุดควบคุม (ขวา) สั่งปิดบนหน้าเว็บ Dashboard 84
รูปที่ 4.22 การแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify เมื่อไฟถนนเปิดหรือปิด 85
รูปที่ 4.23 การแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify เมื่อไฟถนนไม่เปิด 85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ไฟถนนมีความสำคัญในการเพิ่มทัศนะวิสัยในการมองเห็นให้กับผู้ใช้รถที่สัญจรบนท้องถนน และประชาชนที่สัญจรบริเวณทางเท้า รวมถึงช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุและอาชญากรรมในเวลากลางคืน ทำให้การสัญจรมีความปลอดภัยมากขึ้น

ระบบไฟถนนแบบดั้งเดิมในปัจจุบันมากกว่า 50% นั้นมีคุณภาพทางแสงในการใช้งานต่ำ เช่น แสงสว่างไม่เพียงพอ มีปัญหาแสงจ้าระคายตา (Glare) มีอัตราการตอบสนองสีที่ต่ำ ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยในการขับขี่และการใช้พื้นที่สาธารณะ และไม่มีระบบการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า ทำให้ไม่สามารถที่จะเก็บข้อมูลการใช้งานจริงได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน ทำให้การวิเคราะห์การใช้พลังงานไม่สามารถทำได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และครบถ้วน นอกจากนี้ ยังมีการติดตั้งแบบแยกโดด (Standalone) ไม่ได้มีการเชื่อมโยงเครือข่ายและไม่สามารถควบคุมและติดตามสถานะการทำงานได้แบบเวลาจริง ทำให้เมื่อความชำรุดเสียหายเกิดขึ้น ผู้ดูแลรับผิดชอบที่เกี่ยวข้อง อาจจะไม่ทราบหรือทราบข้อเท็จจริงได้ช้า ส่งผลให้ทำการแก้ไขได้ล่าช้าไปด้วย

อีกมุมมองหนึ่งคือ เรื่องค่าใช้จ่ายจากการใช้พลังงานของระบบไฟถนนแบบดั้งเดิมนั้นนับได้ว่าสูงมาก โดยทั่วไปจะใช้ต้นทุนพลังงานประมาณ 25-40% ของค่าใช้จ่ายไฟฟ้าทั้งหมดของพื้นที่นั้นๆ จากผลการศึกษา หากมีการเปลี่ยนระบบไฟถนนแบบดั้งเดิมที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันทั่วทั้งโลกให้เป็นระบบไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ ก็จะสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้กว่า 45% ซึ่งประเทศไทยนั้น เหมาะสมกับการติดตั้งและใช้งานระบบผลิตพลังงานด้วยแสงอาทิตย์เป็นอย่างมาก จากข้อมูลของกระทรวงพลังงานที่บอกไว้ว่า ประเทศไทยมีค่าความเข้มรังสีรวมของดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศเท่ากับ 18.0 $MJ/m^2/day$ หรือ 5.0 $kWh/m^2/day$ นั้น เพียงพอที่จะผลิตพลังงานเพื่อจ่ายให้กับระบบไฟถนนได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

การออกแบบการบริหารจัดการข้อมูลเพื่อให้ระบบมีความฉลาดมากขึ้น เช่น การตรวจวัดและควบคุมแบบระยะไกล และการตรวจวัดและควบคุมแบบเรียลไทม์ ที่สามารถควบคุมการทำงานของระบบผ่านตัวกลางที่ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ของระบบ และสามารถตรวจสอบการทำงานและข้อมูลเชิงลึกของระบบได้โดยไม่ต้องใช้คนในการตรวจสอบเหมือนแต่ก่อน สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ตลอดเวลา ทำให้สามารถควบคุมและบริหารจัดการการใช้พลังงานได้ดีขึ้นกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

การเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานให้กับระบบโครงข่ายไฟถนนอัจฉริยะ โดยการออกแบบระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์โดยมีเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการสังเกตการณ์, การควบคุม, การจัดการและการบริหารข้อมูลของระบบโครงข่ายไฟถนน

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ภาคเรียนที่ 1 ศึกษาการทำงานของโปรแกรม LabVIEW โดยออกแบบเว็บแอปพลิเคชันให้สามารถรับส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์กับฐานข้อมูล ซึ่งในภาคเรียนนี้ข้อมูลจะถูกจำลองขึ้นจากการเขียนโปรแกรมและทำการจัดแสดงข้อมูลบนเว็บแอปพลิเคชันในรูปแบบตัวเลขและกราฟ

ภาคเรียนที่ 2 เชื่อมต่อโครงงานการออกแบบระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์กับโครงงานส่วนออกแบบการควบคุมและส่วนออกแบบโคมไฟถนนเพื่อทำการทดลองรับส่งข้อมูลกับชุดควบคุม และทำการเพิ่มฟังก์ชันการทำงานเพื่อเพิ่มความสามารถให้แก่ระบบอาทิ เช่น การแจ้งเตือนและการสร้างรายงานอย่างเป็นทางการ เป็นต้น และเพิ่มความสามารถของเว็บแอปพลิเคชันให้สามารถรองรับการใช้งานบนอุปกรณ์พกพา

1.4 วิธีการที่ใช้ในโครงงาน

ระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์เลือกใช้บริการของ Firebase เป็นเซิร์ฟเวอร์สำหรับการฝากเว็บแอปพลิเคชัน ฐานข้อมูลชนิดเรียลไทม์ และการเขียนโค้ดฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งเว็บแอปพลิเคชันในโครงงานนี้ถูกออกแบบโดยการเขียนโปรแกรมบนซอฟต์แวร์ LabVIEW NXG ของ National Instruments ร่วมกับการเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ HTML5, CSS และ JavaScript นอกจากนี้ในระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์ยังประกอบด้วยฟังก์ชันการสร้างรายงานการทำงานของไฟถนนโดยใช้บริการ Google Spreadsheets และการแจ้งเตือนการทำงานข้องไฟถนนโดยใช้บริการ LINE Notify

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 แผนการดำเนินโครงงาน

แผนการดำเนินโครงงานในภาคเรียนที่ 1 เริ่มด้วยการศึกษาและทดลองโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน จากนั้นจึงเริ่มทำการออกแบบฟังชั่นการใช้งานต่างๆ ของเว็บแอปพลิเคชันและทำการสร้างเว็บแอปพลิเคชัน ในภาคเรียนที่ 2 จะทำการจำลองข้อมูลไฟถนนเพื่อนำไปแสดงบนเว็บแอปพลิเคชันและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันให้สามารถรองรับการใช้งานบนทุกอุปกรณ์ โดยจะมีการเพิ่มฟังก์ชันการทำงานของระบบได้แก่การสร้างรายงานการทำงานของไฟถนนและการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ จากนั้นจึงทำการทดลองร่วมกับโครงงานส่วนออกแบบชุดควบคุมและส่วนออกแบบโคมไฟถนนและสรุปผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินโครงงาน

การดำเนินงาน	ปี 2561					ปี 2562				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1.ศึกษาและทดลองโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการสร้างโครงงาน	←	—	→							
2.ออกแบบและสร้างฟังก์ชั่นต่างๆ ที่ต้องใช้ในโครงงาน			←	—	→					
3.ออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน				←	—	→				
4.ทดสอบโดยการจำลองค่าต่างๆ เพื่อแสดงผลในเว็บไซต์ที่ออกแบบ						↔				
5.เพิ่มฟังก์ชันการสร้างรายงานการทำงานและการแจ้งเตือน							↔			
6.ปรับแต่งหน้าเว็ปแอปพลิเคชันให้มีความสวยงาม								↔		
7.ทำการทดลองโดยใช้โปรแกรมจำลองข้อมูลไฟถนน									↔	
8.ทำการทดลองร่วมกับโครงงานส่วนที่เกี่ยวข้อง									↔	
9.สรุปผลการทดลอง นำเสนอและจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์									←	→

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. เรียนรู้การเขียนโปรแกรมโดยใช้ LabVIEW และ LabVIEW NXG
2. เรียนรู้การใช้งานแพลตฟอร์ม Firebase
3. เรียนรู้การเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ HTML5, CSS และ JavaScript
4. สร้างทักษะในด้านการออกแบบตกแต่งเว็บไซต์
5. สร้างทักษะในการจัดการและบริหารข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การใช้งานโปรแกรม LabVIEW ทางวิศวกรรมไฟฟ้า

โปรแกรม LabVIEW ถูกนำมาใช้ในงานวิศวกรรมไฟฟ้าอย่างแพร่หลาย โดยมักจะถูกนำมาใช้ในงานสังเกตการณ์, ควบคุม และบริหารจัดการข้อมูลหรือถูกใช้เป็นระบบ Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) เช่น การใช้โปรแกรม LabVIEW ในการอ่านและวิเคราะห์ข้อมูลทางไฟฟ้าเบื้องต้นของวงจรไฟฟ้า 1 เฟสที่มีโหลดเป็นชนิดตัวต้านทาน [1] และการการใช้โปรแกรม LabVIEW ในการติดตามการทำงานของโคมถนน LED โดยใช้ระบบโครงข่ายไร้สายผ่าน Bluetooth [2] เป็นต้น ซึ่งการใช้งานเบื้องต้นทำได้โดยการเชื่อมต่อ LabVIEW กับตัวควบคุม Microcontroller ที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์การวัดหรือระบบการวัด และเขียนโปรแกรมให้แสดงผลหรือคำนวณผลของค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าต่างๆ ออกมาแสดงผลเช่น แรงดัน RMS, แรงดันยอด, กำลังไฟฟ้าจริงและพลังงานที่ถูกใช้ไฟทั้งหมด เป็นต้น โดย LabVIEW ยังสามารถจัดการกับข้อมูลโดยสามารถบันทึกข้อมูลลงบนฐานข้อมูลต่างๆ เช่น MS Excel และ CSV เป็นต้น

โปรแกรม LabVIEW ยังถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางไฟฟ้า (Power Quality Analysis) ตัวอย่างเช่น การใช้โปรแกรม LabVIEW ในการวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้าสำหรับระบบที่มีการใช้คอนเวอร์เตอร์ชนิด Power Electronic Device [3] ซึ่งเป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดฮาร์มอนิกขึ้นในระบบไฟฟ้า, การใช้โปรแกรม LabVIEW ในคำนวณตัวประกอบคุณภาพของระบบแหล่งจ่าย [4], การใช้โปรแกรม LabVIEW ในการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานและคุณภาพของกำลังไฟฟ้าในเขตอุตสาหกรรม [5] และในระบบใหญ่อย่าง Smart Grid ก็มีการนำโปรแกรม LabVIEW มาใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพของกำลังไฟฟ้าในแต่ละตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องมือวัดในระบบ [6] เป็นต้น โดยการวิเคราะห์คุณภาพกำลังไฟฟ้ามักจะมีการแสดงข้อมูลดังนี้

1. ขนาดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า
2. กำลังไฟฟ้าจริง
3. กำลังไฟฟ้าเสมือน
4. กำลังไฟฟ้าปรากฏ
5. ตัวกระกอบกกำลังไฟฟ้า
6. เปอร์เซ็นต์ THD ของแรงดันและกระแสไฟฟ้า
7. ฮาร์มอนิกของแรงดันและกระแสไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งสามารถแสดงข้อมูลต่างๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้นในรูปแบบของตัวเลขหรือในรูปแบบ Graphical User Interface (GUI) ซึ่งทำให้สะดวกแก่การสังเกตการณ์และควบคุมมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้โปรแกรม LabVIEW ยังสามารถสร้างไคลเอนต์ (Client) เพื่อทำการควบคุมทางไกลหรือเข้าใช้งานโปรแกรมจากระยะทางไกลซึ่งจะเพิ่มความสะดวกแก่ผู้ดำเนินงานให้สามารถเข้าถึงและขัดการข้อมูลได้ในทุกๆ ที่ ตัวอย่างการใช้งานเช่น การกำกับควบคุมการดำเนินงานของแผงโซลาร์เซลล์จากระยะทางไกล [7-8] เป็นต้น ซึ่งสามารถทำได้โดยการใช้งานฟังก์ชัน Web Services และ LabVIEW Remote Panel ร่วมกันและในส่วนของการออกแบบไคลเอนต์สามารถถูกออกแบบและเชื่อมต่อโดยใช้ฟังก์ชันเสริมต่างๆ เช่น NI Data Dashboard, Web Sockets, Shared Variables หรือ Remote Desktop Services เป็นต้น

2.1.2 Firebase Platform

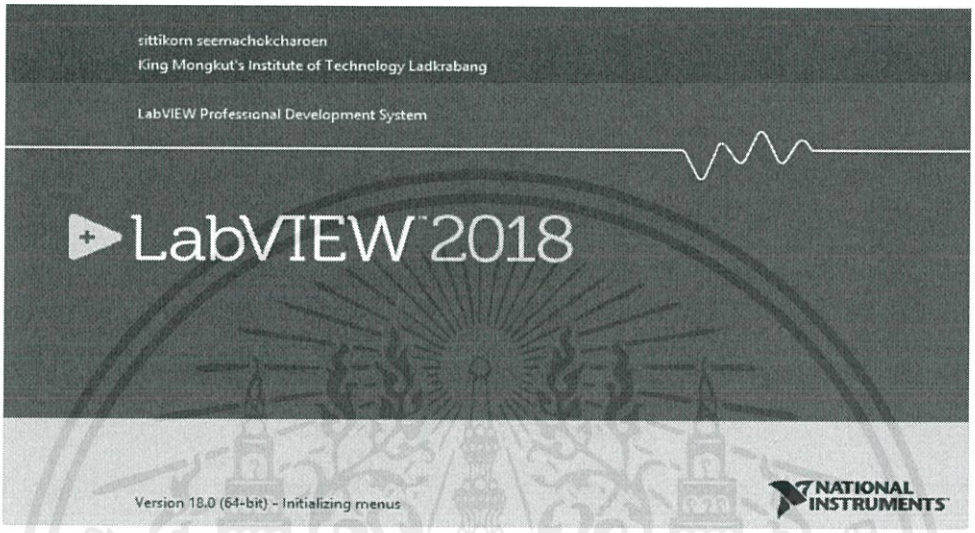
ฐานข้อมูล Firebase เป็นฐานข้อมูลชนิด NoSQL Real-time Database ซึ่งมีการตอบสนองที่รวดเร็วและรวบรวมคำสั่งผ่านไฟล์ชนิด single JavaScript Object Notation (JSON) โดยสามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลได้ผ่านทางโครงข่ายอินเทอร์เน็ต ตัวอย่างการใช้งาน Firebase ในทางวิศวกรรมมักจะนำมาใช้กับควบคู่กับอุปกรณ์ที่มีการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตหรือที่เรียกว่า Internet of Things (IoT) เช่น การเชื่อมต่อ Microcontroller กับ Firebase [9] และการสื่อสารผ่านโครงข่ายไร้สายแบบเรียลไทม์โดยใช้ Firebase Cloud ร่วมกับ Internet of Things (IoT) ที่ใช้ทางการแพทย์ โดยใช้กับวิธีทางการแพทย์ Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) ซึ่งเป็นวิธีช่วยชีวิตระยะสั้นโดยการทดแทนการทำงานของปอดและหัวใจ [10] เป็นต้น

2.2 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐานของโปรแกรม LabVIEW

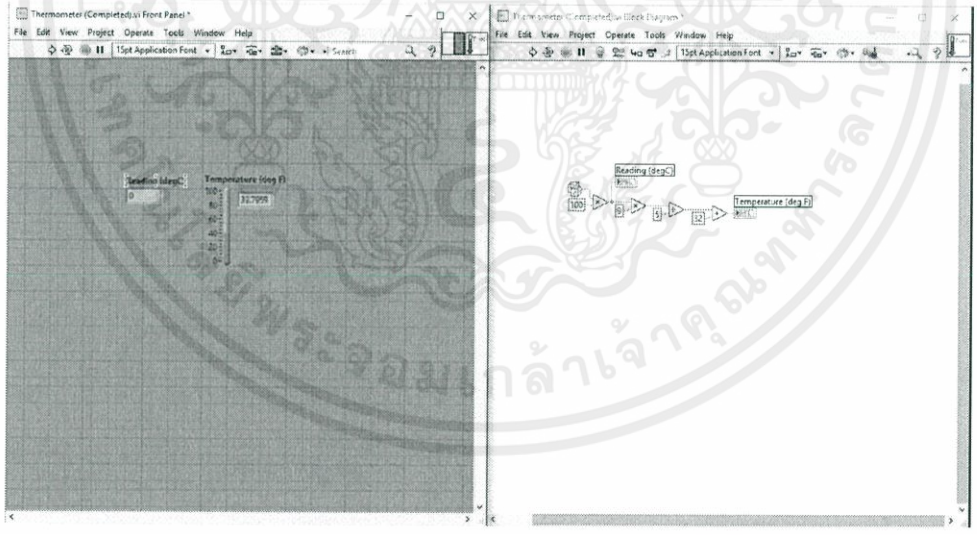
โปรแกรม LabVIEW เป็นซอฟต์แวร์ที่ถูกออกแบบโดย National Instruments ดังรูปที่ 2.1 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถออกแบบชุดคำสั่งโดยใช้บล็อกคำสั่งซึ่งมีลักษณะเป็นรูปภาพ (Graphical programming) โดยจะดำเนินการควบคู่กับการออกแบบอินเทอร์เฟสสำหรับผู้ใช้งาน ซึ่งโปรแกรมย่อยของ LabVIEW ถูกเรียกว่า VI มีส่วนประกอบสองส่วน ได้แก่ แผนภาพบล็อกแผงข้างหน้า (Front Panel) และแผงตัวเชื่อมต่อ (Diagram Panel) ดังรูปที่ 2.2 โดยแผงข้างหน้าจะมีหน้าที่แสดงอินเทอร์เฟสสำหรับผู้ใช้งานเพื่อการควบคุมและแสดงผลและแผงตัวเชื่อมต่อเป็นพื้นที่สำหรับการเขียนโปรแกรมโดยอาศัยการเชื่อมโยงแต่ละบล็อกคำสั่งผ่านการโยงสายข้อมูล โดยจะมีบล็อกคำสั่งที่ติดมากับตัวโปรแกรมมากมายซึ่งถูกแบ่งออกตามกลุ่มการใช้งาน อาทิเช่น บล็อกคำสั่งสำหรับการคำนวณทางคณิตศาสตร์, การกำหนดโครงสร้างเงื่อนไขการทำงาน, การวิเคราะห์ข้อมูล และการจัดการข้อมูล เป็นต้น ซึ่งผู้ใช้งานสามารถลงส่วนขยายเพื่อเพิ่มบล็อกคำสั่งได้ จะเห็นได้ว่าโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LabVIEW ถูกออกแบบให้สามารถเขียนโปรแกรมได้ง่ายขึ้นโดยที่ไม่จำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานในด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถเรียนรู้การเขียนโปรแกรมได้สะดวกมากขึ้น และ LabVIEW มีความสามารถในการรองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์การวัดหรืออุปกรณ์ในการประมวลผลอื่นๆ อาทิเช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์และ PLC เป็นต้น จึงเป็นซอฟต์แวร์ที่นิยมถูกนำมาใช้ในการจัดการข้อมูลและควบคุมการทำงานในการดำเนินงานของระบบต่างๆ อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน



รูปที่ 2.1 โปรแกรม LabVIEW 2018

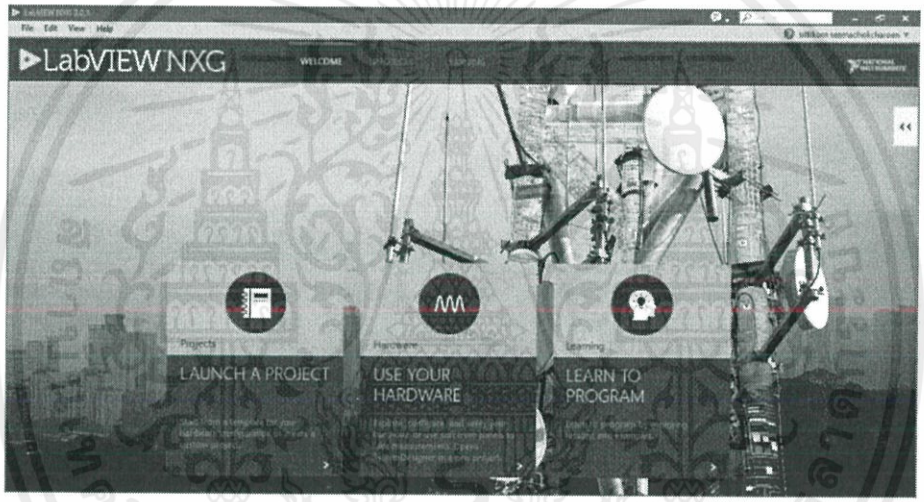


รูปที่ 2.2 ลักษณะการเขียนโปรแกรม LabVIEW 2018

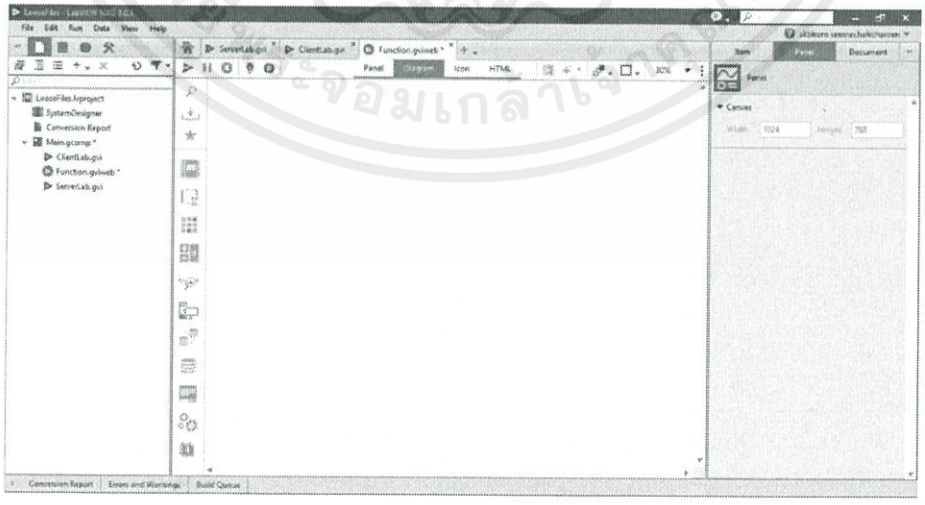
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐานของโปรแกรม LabVIEW NXG

โปรแกรม LabVIEW NXG ดังรูปที่ 2.3 เป็นอีกผลิตภัณฑ์หนึ่งของทาง National Instruments ที่ใหม่กว่า LabVIEW โดยจะเพิ่มความโดดเด่นในส่วนของการใช้งานโปรแกรมให้มีรูปลักษณ์ที่สวยงามมากยิ่งขึ้นและยังคงสามารถในการออกแบบเขียนโปรแกรมได้เช่นเดียวกับ LabVIEW แต่ส่วนใช้งานการเขียนโปรแกรมจะมีหน้าตาการใช้งานที่เปลี่ยนแปลงไปให้มีความทันสมัยมากยิ่งขึ้น ดังรูปที่ 2.4 อีกทั้งยังเพิ่มฟังก์ชันการใช้งานอีกมากมาย ซึ่งในโครงงานนี้ฟังก์ชันที่ถูกนำมาใช้งานนั้นคือ Web Application โดยไฟล์ที่เขียนโปรแกรมจะมีนามสกุลเป็น gviweb โดยฟังก์ชันนี้มีความสามารถในการแสดงผลและใช้งานโปรแกรมที่ออกแบบบนเว็บไซต์ได้ในทันทีโดยไม่จำเป็นที่จะต้องมีส่วนขยายใดๆ และยังเหมาะแก่การออกแบบโปรแกรมสำหรับอุปกรณ์พกพาต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์มือถือหรืออุปกรณ์แท็บเล็ต เป็นต้น



รูปที่ 2.3 โปรแกรม LabVIEW NXG 3.0



รูปที่ 2.4 ลักษณะการเขียนโปรแกรม LabVIEW NXG 3.0

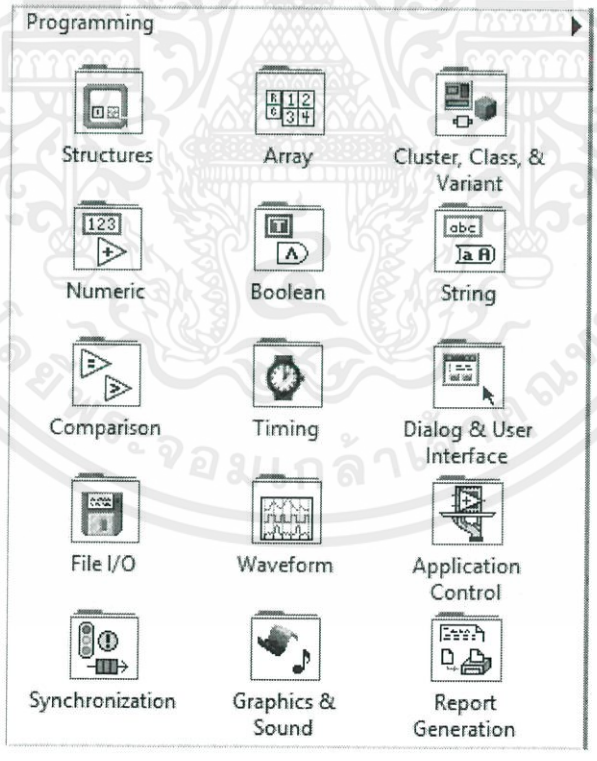
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการใช้งานโปรแกรม LabVIEW NXG เบื้องต้น การเขียนโปรแกรมจะเขียนลงบนส่วนที่เรียกว่า Block Diagram และจะเชื่อมโยงกับส่วนผู้ใช้งานผ่านส่วนที่เรียกว่า Font Panel โดยการเขียนโปรแกรมจะอาศัยบล็อกคำสั่งเป็นตัวดำเนินการและการโยงสายเพื่อทำการส่งผ่านข้อมูล โดยชนิดข้อมูลแต่ละชนิดจะมีลักษณะแตกต่างกันดังรูปที่ 2.5

Data Type	Scalar	1D Array	2D Array	Color
Numeric - Floating Point				Orange
Numeric - Integer				Blue
Boolean				Green
String				Pink

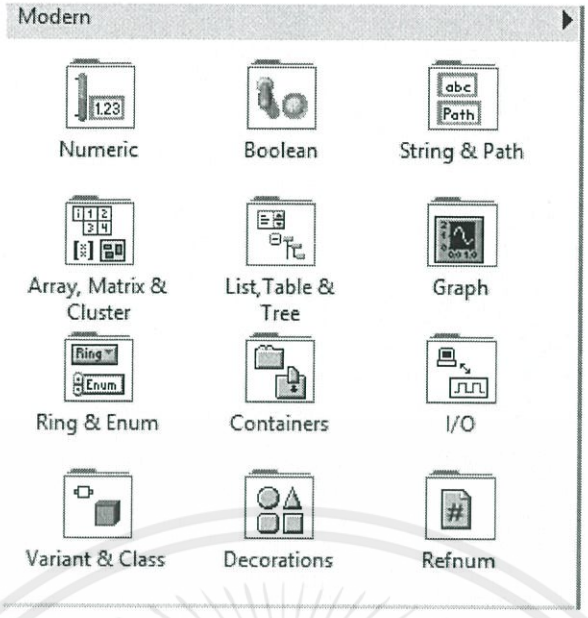
รูปที่ 2.5 ชนิดข้อมูลบนโปรแกรม LabVIEW NXG

บล็อกคำสั่งสำหรับการใช้งานในเบื้องต้นมีการจัดเรียงเป็นหมวดหมู่ ซึ่งบล็อกคำสั่งสำหรับใช้งานส่วนเขียนโปรแกรม (Block Diagram) แสดงดังรูปที่ 2.6 และสำหรับบล็อกคำสั่งสำหรับใช้งานในส่วนของผู้ใช้งาน (Font Diagram) แสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.6 หมวดหมู่บล็อกคำสั่งการใช้งานเบื้องต้นในส่วนเขียนโปรแกรม (Block Diagram)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 หมวดหมู่บล็อกคำสั่งการใช้งานเบื้องต้นในส่วนผู้ใช้งาน (Font Panel)

2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับฐานข้อมูล Firebase

Firebase ถูกพัฒนาโดย Google มีสัญลักษณ์ดังรูปที่ 2.8 โดย Firebase คือ Platform ที่รวบรวมเครื่องมือต่าง ๆ สำหรับการจัดการในส่วนของ Backend หรือ Server side ซึ่งทำให้ ถูกนำมาใช้ในการสร้างทั้ง Web Application และ Mobile Application ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังลดเวลาและค่าใช้จ่ายของการทำ Server side หรือการวิเคราะห์ข้อมูลให้อีกด้วย โดยอัตราค่าบริการของ Firebase จะมีแผนการให้บริการให้ผู้ใช้งานเลือกใช้ ได้แก่ (1) Spark ไม่มีอัตราค่าบริการ (2) Flame มีอัตราค่าบริการ 25 ดอลลาร์ต่อเดือน (3) Blaze คิดอัตราค่าบริการตามการใช้งาน ซึ่งในแต่ละแผนการให้บริการจะมีข้อจำกัดที่แตกต่างกันโดยมีทั้งเครื่องมือที่คิดค่าบริการตามการใช้งานและเครื่องมือที่มีค่าใช้จ่ายในการเริ่มใช้งาน

รูปที่ 2.8 Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Firebase เปิดบริการเครื่องมือที่หลากหลาย ตัวอย่างเช่น Authentication, Database, Storage, Hosting, Cloud Function และ Machine Learning Kit เป็นต้น สำหรับเครื่องมือที่ยกตัวอย่างมานั้นเป็นเพียงแค่หมวดการพัฒนาเท่านั้น ซึ่งทาง Firebase ยังมีให้บริการทางด้านคุณภาพและการวิเคราะห์อีกด้วย

สำหรับเครื่องมือของ Firebase ที่จะถูกนำมาใช้ในโครงงานนี้ได้แก่ (1) ฐานข้อมูลชนิดเรียลไทม์ (2) Cloud function และ (3) Hosting ซึ่งมีรายละเอียดดังหัวข้อต่อไปนี้

2.4.1 Firebase Database

ฐานข้อมูลของ Firebase มี 2 ชนิดได้แก่ (1)Realtime Database และ (2)Cloud Firestore โดยในโครงงานนี้จะใช้ฐานข้อมูลชนิด Realtime นื่องจากเป็นฐานข้อมูลที่มีการเชื่อมต่อข้อมูลแบบเรียลไทม์กับทุกอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออัตโนมัติในเสี้ยววินาที โดยฐานข้อมูลชนิดเรียลไทม์เป็นฐานข้อมูลแบบ NoSQL ที่จะเก็บข้อมูลในรูปแบบของ JSON

2.4.2 Firebase Cloud Function

Cloud Function คือบริการที่ทำงานในฝั่งเซิร์ฟเวอร์เพื่อตอบรับการ Trigger จากบริการต่างๆ ทั้งภายในบริการของ Google และจากบริการภายนอกซึ่งจะถูกคิดอัตราค่าบริการตามปริมาณการใช้งาน โดยฟังก์ชันที่เขียนขึ้นทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ที่ Google Cloud ซึ่งจะดูแลเรื่องความปลอดภัย ความเสถียร และการจัดการรองรับปริมาณผู้ใช้งานหรือข้อมูล

2.4.3 Firebase Hosting

บริการ Hosting เป็นการให้บริการฝากไฟล์เว็บไซต์ชนิด Static Web แต่ก็สามารถรองรับการทำ Single Page Application ซึ่งหมายความว่าสามารถเขียนเว็บผ่าน Frontend Framework อาทิเช่น Angular React หรือ Vue.js แล้วนำไป Host บน Firebase Hosting ได้โดยไม่คิดค่าบริการ ซึ่งทาง Firebase จะจัดการการ deploy และกำหนด Domain มาให้ สำหรับผู้ใช้งานที่ต้องการกำหนด Domain เองสามารถทำได้แต่มีอัตราค่าบริการ นอกจากนั้นทาง Firebase Hosting ยังมีการรับรอง SSL หรือ Secure Sockets Layer ให้เพื่อเพิ่มความปลอดภัยของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับภาษาคอมพิวเตอร์

ภาษาคอมพิวเตอร์ หมายถึง ภาษาใดๆที่ผู้ใช้งานใช้สื่อสารกับคอมพิวเตอร์ หรือคอมพิวเตอร์ด้วยกัน แล้วคอมพิวเตอร์สามารถทำงานตามคำสั่งนั้นได้ คำนี้มักใช้เรียกแทนภาษาโปรแกรม แต่ความเป็นจริงภาษาโปรแกรมคือส่วนหนึ่งของภาษาคอมพิวเตอร์เท่านั้น และมีภาษาอื่นๆที่เป็นภาษาคอมพิวเตอร์เช่นกันยกตัวอย่างเช่น HTML เป็นทั้งภาษามาร์กอัปและภาษาคอมพิวเตอร์ด้วย แม้ว่ามันจะไม่ใช่ภาษาโปรแกรม หรือภาษาเครื่องนั้นก็นับเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ ซึ่งโดยทางเทคนิคสามารถใช้ในการเขียนโปรแกรมได้ แต่ก็ไม่จัดว่าเป็นภาษาโปรแกรม

ภาษาคอมพิวเตอร์สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

-ภาษาระดับสูง (high level)

-ภาษาระดับต่ำ (low level)

ภาษาระดับสูงถูกออกถูกออกแบบมาเพื่อให้ใช้งานง่ายและสดกสบายกว่าภาษาระดับต่ำ โปรแกรมที่เขียนถูกต้องตามเกณฑ์และไวยากรณ์ของภาษาจะถูกแปล (Compile) ไปเป็นภาษาระดับต่ำเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถนำไปใช้งานหรือปฏิบัติตามคำสั่งได้ต่อไป ซอฟต์แวร์สมัยใหม่ส่วนมากเขียนด้วยภาษาระดับสูง แปลไปเป็นออบเจกต์โค้ด (objet code) แล้วเปลี่ยนเป็นชุดคำสั่งในภาษาเครื่อง

ภาษาคอมพิวเตอร์อาจแบ่งเป็นกลุ่มได้เป็นอีกสองประเภทคือ ภาษาที่มนุษย์อ่านออก (human-readable) และภาษาที่มนุษย์อ่านไม่ออก (non human-readable) ภาษาที่มนุษย์อ่านออกถูกออกแบบมาเพื่อให้มนุษย์สามารถเข้าใจและสื่อสารได้โดยตรงกับคอมพิวเตอร์ ส่วนภาษาที่มนุษย์อ่านไม่ออกจะมีโค้ดบางส่วนที่ไม่อาจอ่านเข้าใจได้ แต่ออกแบบมาเพื่อให้โค้ดกระชับซึ่งคอมคอมพิวเตอร์จะสามารถประมวลผลได้ง่ายกว่า

ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ถูกนำมาใช้ในการสร้างเว็บแอปพลิเคชันในโครงงานนี้ได้แก่ภาษา (1) HTML5 (2) CSS และ (3) JavaScript โดยการเขียนภาษาคอมพิวเตอร์ในโครงงานนี้จะใช้โปรแกรม ATOM Text Editor จากค่าย GitHub ในการเขียนโปรแกรม ดังรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 โปรแกรม Atom และภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 ภาษา HTML5

HTML คือ ภาษาหลักที่ใช้ในการเขียนเว็บเพจ โดยใช้ Tag ในการกำหนดการแสดงผล HTML ย่อมาจากคำว่า Hypertext Markup Language โดย Hypertext หมายถึง ข้อความที่เชื่อมต่อกันผ่านลิ้ง (Hyperlink) Markup language หมายถึงภาษาที่ใช้ Tag ในการกำหนดการแสดงผลสิ่งต่างๆที่แสดงอยู่บนเว็บเพจ ดังนั้น HTML จึงหมายถึง ภาษาที่ใช้ Tag ในการกำหนดการแสดงผลเว็บเพจที่ต่างก็เชื่อมถึงกันใน Hyperspace ผ่าน Hyperlink นั่นเอง

ความเป็นมาของ HTML เริ่มขึ้นเมื่อปี 1980 เมื่อ Tim Berners Lee เสนอต้นแบบสำหรับนักวิจัยใน CERN เพื่อแลกเปลี่ยนเอกสาร ข้อมูลด้านการวิจัย โดยใช้ชื่อว่า Enquire ในปี 1990 เค้าได้เขียนโปรแกรมเบราเซอร์ และทดลองรันบนเซิร์ฟเวอร์ที่เค้าพัฒนาขึ้น HTML ได้รับการรู้จักจาก HTML Tag ซึ่งมีอยู่ 18 Tag ในปี 1991

HTML ถูกพัฒนาจาก SGML และ Tim ก็คิดเสมือนว่า HTML เป็นโปรแกรมย่อยของ SGML อยู่ในตอนนั้น ต่อมาในปี 1996 เพื่อกำหนดมาตรฐานให้ตรงกัน W3C World Wide Web Consortium จึงเป็นผู้กำหนดสเปกทั้งหมดของ HTML และปี 1999 HTML 4.01 ก็ถือกำเนิดขึ้น โดยมี HTML 5 ซึ่งเป็น Web Hypertext Application ถูกพัฒนาต่อมาในปี 2004 นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาไปเป็น XHTML ซึ่งคือ Extended HTML ซึ่งมีความสามารถและมาตรฐานที่รัดกุมกว่าอีกด้วย โดยอยู่ภายใต้การควบคุมของ W3C (World Wide Web Consortium)

2.5.2 ภาษา JavaScript

JavaScript คือ ภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับการเขียนโปรแกรมบนระบบอินเทอร์เน็ต JavaScript เป็น ภาษาสคริปต์เชิงวัตถุที่เรียกกันว่า "สคริปต์" (script) ซึ่งในการสร้างและพัฒนาเว็บไซต์ร่วมกับ HTML เพื่อให้เว็บไซต์ของเราดูมีการเคลื่อนไหว สามารถตอบสนองผู้ใช้งานได้มากขึ้น ซึ่งมีวิธีการทำงานในลักษณะแปลความและดำเนินงานไปทีละคำสั่ง (interpret) หรือเรียกว่า Object Oriented Programming ที่มีเป้าหมายในการ ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับผู้เขียนด้วยภาษา HTML สามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ โดยทำงานร่วมกับ ภาษา HTML และภาษา Java ได้ทั้งทางฝั่งไคลเอนต์ (Client) และ ทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server)

JavaScript ถูกพัฒนาขึ้นโดย Netscape Communications Corporation โดยใช้ชื่อว่า Live Script ออกมาพร้อมกับ Netscape Navigator2.0 เพื่อใช้สร้างเว็บเพจโดยติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์แบบ Live Wire ต่อมาเน็ตสเคปจึงได้ร่วมมือกับ บริษัทซันไมโครซิสเต็มส์ปรับปรุงระบบของบราวเซอร์เพื่อให้สามารถติดต่อใช้งานกับภาษาจาวาได้ และได้ปรับปรุง LiveScript ใหม่เมื่อ ปี 2538 แล้วตั้งชื่อใหม่ว่า JavaScript โดย JavaScript สามารถทำให้การสร้างเว็บเพจมีลูกเล่นต่างๆ มากมาย และยังสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างทันที เช่น การใช้เมาส์คลิกหรือการกรอกข้อความในแบบฟอร์ม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก JavaScript ช่วยให้ผู้พัฒนา สามารถสร้างเว็บเพจได้ตรงกับความต้องการ และมีความน่าสนใจมากขึ้น ประกอบกับเป็นภาษาเปิด ที่ใครก็สามารถนำไปใช้ได้ ดังนั้นจึงได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง รวมทั้งได้ถูกกำหนดให้เป็นมาตรฐานโดย ECMA

การทำงานของ JavaScript จะต้องมีการแปลความคำสั่ง ซึ่งขั้นตอนนี้จะถูกจัดการโดยบราวเซอร์เรียกว่าเป็น client-side script ดังนั้น JavaScript จึงสามารถทำงานได้ เฉพาะบนบราวเซอร์ที่สนับสนุน ซึ่งปัจจุบันบราวเซอร์เกือบทั้งหมดก็สนับสนุน JavaScript แล้ว อย่างไรก็ดีสิ่งที่ต้องระวังคือ JavaScript มีการพัฒนาเป็นเวอร์ชั่นใหม่ๆออกมา ดังนั้นถ้านำโค้ดของเวอร์ชั่นใหม่ ไปรันบนบราวเซอร์รุ่นเก่าที่ยังไม่สนับสนุน ก็อาจจะทำให้เกิด error ได้

2.5.3 Bootstrap

Bootstrap คือ Front-end Framework คำว่า front-end หมายถึง ส่วนที่แสดงผลให้ผู้ใช้งานทั่วไปเห็นหรือก็คือหน้าเว็บไซต์นั่นเอง ส่วนคำว่า framework หมายถึง สิ่งที่เข้ามาช่วยกำหนดกรอบของการทำงานให้เป็นไปในทางเดียวกัน ดังนั้น Bootstrap จึงเป็นตัวช่วยในการพัฒนาเว็บไซต์ให้สามารถพัฒนาได้เร็วขึ้น ง่ายขึ้น เป็นระบบมากขึ้นและยังมีรองรับการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันชนิด Responsive ที่จะทำให้เว็บแอปพลิเคชันสามารถรองรับการใช้งานบนทุกอุปกรณ์อีกด้วย ซึ่งภายใน Bootstrap จะมาพร้อม (1) css ที่จะเก็บ Style sheets ของ Bootstrap (2) img ที่จะเก็บ Sprite image สำหรับ Icon ต่างๆ และ (3) js ที่จะเก็บ jQuery plugins ต่างๆ

2.5.4 ภาษา CSS

CSS คือ ภาษาที่ใช้สำหรับตกแต่งเอกสาร HTML/XHTML ให้มีหน้าตา สีสัน ระยะห่าง พื้นหลัง เส้นขอบและอื่นๆ ตามที่ต้องการ CSS ย่อมาจาก Cascading Style Sheets มีลักษณะเป็นภาษาที่มีรูปแบบในการเขียน Syntax แบบเฉพาะและได้ถูกกำหนดมาตรฐานโดย W3C เป็นภาษาหนึ่งในการตกแต่งเว็บไซต์ ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย

CSS มีประโยชน์อย่างหลากหลาย ซึ่งได้แก่

1.ช่วยให้เนื้อหาภายในเอกสาร HTML มีความเข้าใจได้ง่ายขึ้นและในการแก้ไขเอกสารก็สามารถทำได้ง่ายกว่าเดิม เพราะการใช้ CSS จะช่วยลดการใช้ภาษา HTML ลงได้ในระดับหนึ่ง และแยกระหว่างเนื้อหากับรูปแบบในการแสดงผลได้อย่างชัดเจน

2.ทำให้สามารถดาวน์โหลดไฟล์ได้เร็ว เนื่องจาก code ในเอกสาร HTML ลดลง จึงทำให้ไฟล์มีขนาดเล็กลง

3.สามารถกำหนดรูปแบบการแสดงผลจากคำสั่ง style sheet ชุดเดียวกัน ให้มีการแสดงผลในเอกสารแบบเดียวทั้งหน้าหรือในทุกๆ หน้าได้ ช่วยลดเวลาในการปรับปรุงและทำให้การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างเอกสารบนเว็บมีความรวดเร็วยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมการแสดงผล ให้คล้ายหรือเหมือนกันได้ในหลาย Web Browser

4.ช่วยในการกำหนดการแสดงผลในรูปแบบที่มีความเหมาะกับสื่อต่างๆ ได้เป็นอย่างดี

5.ทำให้เว็บไซต์มีความเป็นมาตรฐานมากขึ้นและมีความทันสมัย สามารถรองรับการใช้งานในอนาคตได้ดี

2.6 ทฤษฎีเกี่ยวกับการสื่อสารแบบ HTTP

Hypertext Transfer Protocol (HTTP) คือโปรโตคอลที่เป็นรากฐานของเวิลด์ไวด์เว็บ (World Wide Web : WWW) และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับแอพพลิเคชันจำพวกไคลเอ็นต์/เซิร์ฟเวอร์ใดๆ ที่มีลักษณะเป็นไฮเปอร์เท็กซ์ ชื่อของโปรโตคอลนี้อาจทำให้เกิดความเข้าใจผิดว่า HTTP เป็นโปรโตคอลที่ใช้ในการโอนย้ายไฮเปอร์เท็กซ์ แต่ความจริงแล้วมันเป็นโปรโตคอลสำหรับส่งผ่านข้อมูล ซึ่งมีความสามารถเพียงพอที่จะก่อให้เกิดลักษณะของไฮเปอร์เท็กซ์ ข้อมูลที่ถูกเคลื่อนย้ายผ่านโปรโตคอลนี้อาจเป็นเพียงข้อความธรรมดา,ไฮเปอร์เท็กซ์, ภาพ, เสียง หรือข้อมูลอื่นใดที่ช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้ ในการใช้งานเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั่วไปหรือในเครือข่ายอินเตอร์เน็ตก็ตามจะมีการส่งผ่านข้อมูลไปมาระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์หรือข้ามเครือข่ายออกไป ระบบคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออยู่ในแต่ละเครือข่ายอาจจะใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่เหมือนกันหรือแตกต่างกันได้ ดังนั้นการที่จะทำให้สามารถส่งผ่านข้อมูลถึงกันและตีความได้อย่างได้อย่างถูกต้องจะต้องมีการกำหนดกลไกในการสื่อสารกันเสียก่อนหรือก็คือการกำหนดระเบียบวิธีในการติดต่อกันให้ตรงกัน

HTTP เป็นโปรโตคอลแบบไคลเอ็นต์/เซิร์ฟเวอร์ในลักษณะ transaction-oriented คือมีการติดต่อระหว่างโปรแกรม 2 โปรแกรม ซึ่งโดยทั่วไปได้แก่เว็บบราวเซอร์และเว็บเซิร์ฟเวอร์ เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือ HTTP จึงใช้ประโยชน์จากโปรโตคอล TCP แต่ถึงกระนั้น HTTP ก็เป็นโปรโตคอลที่ "ปราศจากสถานะ" กล่าวคือ การติดต่อในแต่ละครั้งเป็นอิสระต่อกัน โดยการเชื่อมต่อระหว่างไคลเอ็นต์และเซิร์ฟเวอร์จะถูกสร้างขึ้นมาใหม่สำหรับการติดต่อในแต่ละครั้ง และถูกตัดขาดจากกันทันทีที่การติดต่อเสร็จสิ้นสมบูรณ์ ถึงแม้ว่าข้อกำหนดของ HTTP จะไม่ได้ระบุความสัมพันธ์ในแบบหนึ่งต่อหนึ่งระหว่างการติดต่อและช่วงเวลาของการเชื่อมต่อเช่นนี้ไว้ก็ตามที คุณสมบัติ "ปราศจากสถานะ" ดังกล่าวของโปรโตคอล HTTP นี้เหมาะสมต่อการนำมาประยุกต์ใช้เป็นอย่างยิ่ง การใช้งานเว็บบราวเซอร์นั้นโดยปกติเกี่ยวข้องกับการรับเอากลุ่มของเว็บเพจและเอกสารเข้ามา ซึ่งการดำเนินการตรงนี้เกิดขึ้นเร็วมาก โดยเว็บเพจและเอกสารเหล่านี้อาจมาจากเซิร์ฟเวอร์ที่แตกต่างกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HTTP มีคำสั่งต่าง ๆ ไม่มากนัก เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว โดยมีคำสั่งที่ใช้งานแพร่หลายอยู่เพียง 3 คำสั่ง คือ GET , HEAD และ POST ส่วนคำสั่งอื่นอีก 4 คำสั่งคือ PUT, DELETE ,LINK และ UNLINK มีให้ใช้งานเช่นกัน แต่ไม่เป็นที่นิยมมากนัก รายละเอียดของคำสั่งของ HTTP แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คำสั่งของ HTTP

คำสั่ง	รายละเอียด
GET	ให้อ่านข้อมูลจากเว็บเซิร์ฟเวอร์และส่งไปยังไคลเอนต์โดยมีรูปแบบดังนี้ GET <URL> HTTP/1.0 ตัวอย่างเช่น ต้องการให้เว็บเซิร์ฟเวอร์ส่งไพล์ sale.html จากโดเมน www.netcorp.com ไปยังไคลเอนต์จะใช้รูปแบบของคำสั่ง GET ดังนี้ GET www.netcorp.com/sale.html/HTTP/1.0 นอกจากนี้คำสั่ง GET ยังสามารถกำหนดเงื่อนไขให้อ่านข้อมูลจากเว็บเซิร์ฟเวอร์ เฉพาะที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ด้วย
HEAD	คำสั่งนี้จะทำงานคล้ายกับคำสั่ง GET แต่เว็บเซิร์ฟเวอร์ จะส่งข้อมูลกลับมาให้เฉพาะในรายละเอียดของ metadata หรือข้อมูลในเฮดเดอร์เท่านั้น ส่วนข้อมูลที่เป็น HTML จะไม่ถูกส่งมาด้วย ซึ่งคำสั่ง HEAD นี้ใช้เพื่อทดสอบว่าข้อมูลตาม URL นั้น ๆ มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่เท่านั้น
POST	เป็นคำสั่งที่ตรงข้ามกับคำสั่ง GET และ HEAD โดยทำหน้าที่ส่งข้อมูลจากไคลเอนต์ไปยังเซิร์ฟเวอร์ แต่โดยปกติแล้วจะส่งข้อมูลจากไคลเอนต์ไปยังเซิร์ฟเวอร์นั้นจะไม่ค่อยมีการใช้งาน นอกจากในกรณีที่ HTML ทำงานในลักษณะที่ให้ผู้ใช้กรอกข้อมูลลงตามแบบฟอร์ม (เช่น รายละเอียดส่วนตัวของผู้ใช้งาน) และส่งข่อมูลนี้กลับมาเก็บไว้ที่เว็บเซิร์ฟเวอร์
PUT	เป็นคำสั่งที่ทำงานเหมือนกับคำสั่ง POST แต่ไม่เป็นที่นิยม
DELETE	เพื่อให้ไคลเอนต์สั่งเว็บเซิร์ฟเวอร์ลบ URL ที่กำหนดไว้ออกจากเซิร์ฟเวอร์แต่ไม่เป็นที่นิยมใช้มากนัก เนื่องจากเว็บเซิร์ฟเวอร์ทั่วไปมักจะทำงานในแบบอ่านข้อมูลได้เท่านั้น (read-only)
LINK	เป็นคำสั่งที่เชื่อม URL ที่ต้องการไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์อื่น
UNLINK	ยกเลิกคำสั่ง LINK ให้กลับมาใช้เซิร์ฟเวอร์เดิมตามที่กำหนดไว้ใน URL

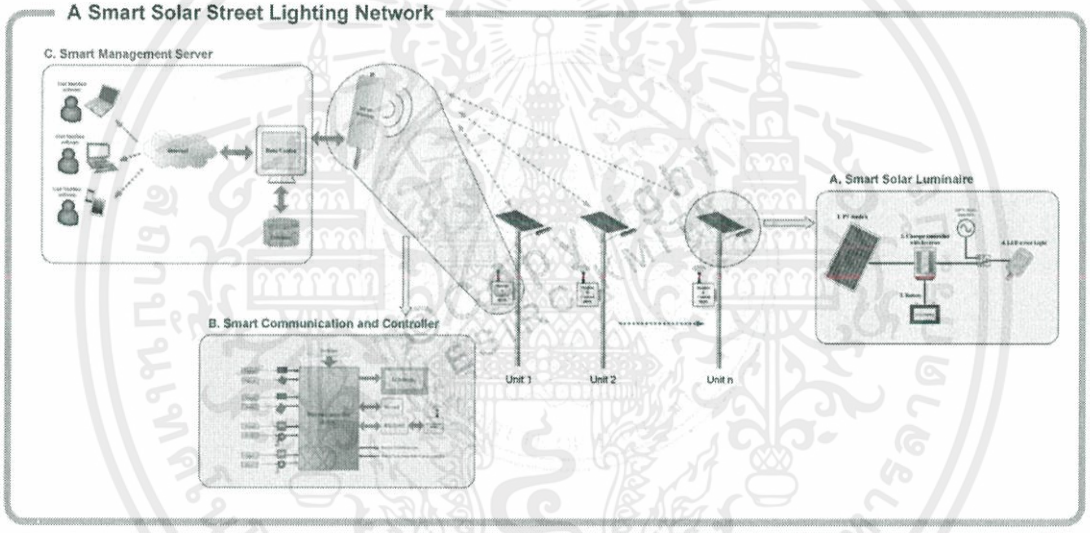
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบการทดลอง

3.1 ภาพรวมของระบบโครงข่ายไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะ

ระบบโครงข่ายไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะ หมายถึง โครงข่ายของชุดอุปกรณ์ไฟถนนที่จะออกแบบขึ้นให้ทำงานร่วมกันผ่านเครือข่ายไร้สาย โดยสามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติ เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างระบบไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ ชุดควบคุมการทำงานและการบริหารจัดการข้อมูลต่างๆ ได้อย่างเป็นระบบ โดยแสดงภาพรวมทั้งระบบได้ในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ภาพรวมของระบบไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะ

1) ส่วน A: การออกแบบโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ (Smart Solar Luminaire)

ในส่วนนี้จะเป็นการออกแบบโคมไฟฟ้าถนนพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เทคโนโลยีของหลอดชนิด LED หรือ OLED ร่วมกับการทำงานของระบบเก็บสะสมพลังงานจากพลังงานแสงอาทิตย์ คือแบตเตอรี่ เพื่อให้สามารถทำงานได้ตามขอบเขตที่วางไว้ และยังต้องสามารถทำงานร่วมกับระบบอื่นๆ ที่นำเสนอในภาพรวมของงานระบบได้อย่างสมบูรณ์โดยมีสมมติฐานในการออกแบบโดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทำงานในด้านต่างๆ ของโคมไฟฟ้าที่ออกแบบกับโคมไฟฟ้าถนนแบบดั้งเดิมที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ส่วน B: การออกแบบชุดควบคุม (Smart Communication and controller)

ในส่วนนี้จะเป็นการออกแบบตัวกลางในการสื่อสาร ระหว่างโคมไฟถนนที่ออกแบบ (ส่วน A) และ ส่วนบริหารจัดการแบบรวมศูนย์ (ส่วนที่ C) โดยจะเรียกชื่องานในส่วนนี้โดยย่อว่าเป็น การออกแบบชุดควบคุม หน้าที่หลักของการทำงานของชุดควบคุมที่นำเสนอในส่วนนี้มี 4 ประเด็นย่อย คือ (1) การควบคุมการทำงานของโคมไฟถนนที่ออกแบบแต่ละชุดให้เป็นไปตามฟังก์ชั่นการทำงานที่ออกแบบไว้ (2) หน้าที่ในการวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าที่สำคัญเพื่อประมวลผล และ บันทึกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ (3) หน้าที่ในการแสดงผลการวัด การวิเคราะห์ ผ่านทางหน้าจอแสดงผลที่แต่ละตู้ควบคุม และ (4) หน้าที่ในการรับคำสั่งจากส่วนที่ 3 (ส่วน C) เพื่อส่งต่อการทำงานให้กับส่วนที่ 1 (ส่วน A) รวมไปถึงหน้าที่ในการส่งข้อมูลการวัด และการวิเคราะห์ให้กับส่วนที่ 3 (ส่วน C) ผ่านทางเครือข่ายสื่อสารไร้สายต่อไปด้วย

3) ส่วน C: การออกแบบระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์ (Smart Management Server)

ในส่วนนี้จะเป็นการเขียนหรือสร้างละมุนภัณฑ์คอมพิวเตอร์ (Computer Software) ขึ้นมาเพื่อใช้ในการบริหารจัดการระบบที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ในส่วนที่ 1 (ส่วน A) และ ส่วนที่ 2 (ส่วน B) โดยจะทำหน้าที่เป็นทั้งสมองและคลังข้อมูลของระบบที่จะสามารถควบคุมดูแล จัดการและบริหาร รวมไปถึงการแสดงผลและสถานะการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆทั้งระบบแบบทางไกล (Remote Control) ผ่านทางโครงข่ายการสื่อสารไร้สาย (Wireless Communication Network) ที่ออกแบบไว้ได้ เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางไฟฟ้าและแนวโน้มการใช้พลังงานในอนาคต

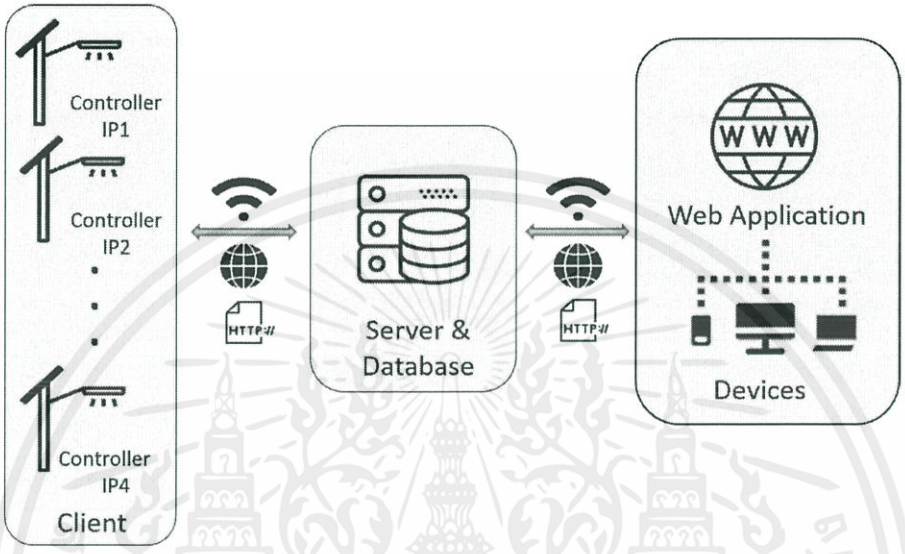
โดยปริญญานิพนธ์เล่มนี้จะนำเสนอเกี่ยวกับ การออกแบบส่วนที่ 3 (ส่วน C) ซึ่งรายละเอียดจะถูกอธิบายในหัวข้อที่ 3.2 ถึง 3.9 ต่อไป

3.2 ภาพรวมการออกแบบระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์ (Smart Management Server)

ระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์ มีการประสานการทำงานกันระหว่าง 3 ส่วนแสดงดังรูปที่ 3.2 ซึ่งใช้การสื่อสารแบบไร้สายโดยใช้โปรโตคอลสื่อสารชนิด HTTP ในการรับส่งข้อมูลระหว่างกัน โดยส่วนการทำงานทั้ง 3 ส่วนมีดังนี้ (1) ชุดควบคุม (controller) ทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของไฟถนนและการวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าที่สำคัญเพื่อประมวลผลและส่งข้อมูลไปยังส่วนฐานข้อมูล และในโครงงานนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลหลายชุดเปรียบเสมือนหลายดวงโคมจึงได้ทำการสร้างโปรแกรมจำลองข้อมูลโดยใช้โปรแกรม LabVIEW NXG และส่งข้อมูลไปยังส่วนฐานข้อมูลเพิ่มเติม (2) ฐานข้อมูล (Database) ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างชุดควบคุมและส่วนผู้ใช้งานบนเว็บแอปพลิเคชั่น และทำหน้าที่ในการบันทึกและจัดการข้อมูลย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) เว็บแอปพลิเคชั่น (Web Application) ทำหน้าที่เป็นหน้าหลักสื่อสารกับผู้ใช้งานโดยจะมีการรับส่งข้อมูลกับฐานข้อมูล ซึ่งบนเว็บแอปพลิเคชั่นจะมีการจัดแสดงข้อมูลอย่างเข้าถึงง่ายและแผงควบคุมในการควบคุมการเปิดปิดของดวงโคม ในส่วนของเว็บแอปพลิเคชั่นถูกจัดทำขึ้นโดยใช้โปรแกรม LabVIEW NXG ร่วมกับการเขียนเว็บแอปพลิเคชั่นโดยใช้ภาษา HTML5, CSS และ Java Script



รูปที่ 3.2 โครงสร้างการทำงานของระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์

3.3 การออกแบบฟังก์ชันการทำงานของระบบ

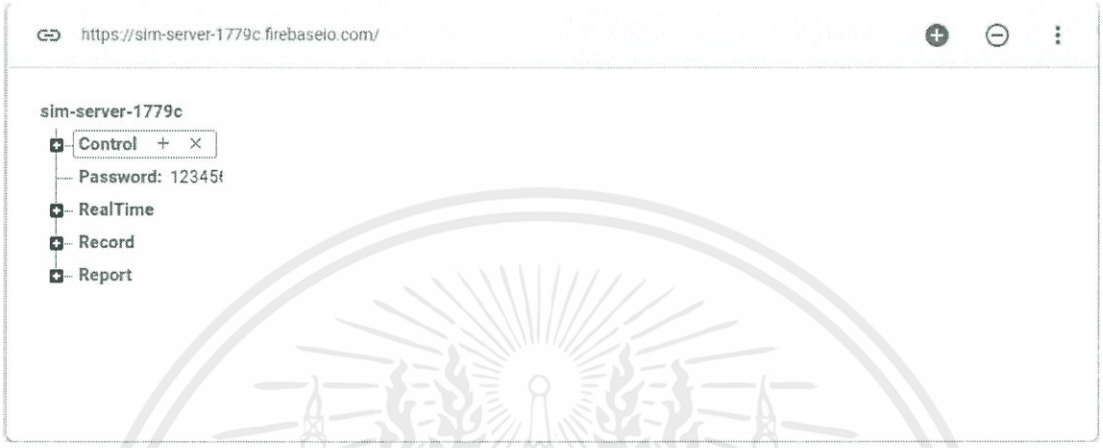
ฟังก์ชันการทำงานของระบบถูกออกแบบเพื่อเพิ่มความสามารถในการสังเกตการณ์, การควบคุม และการจัดการข้อมูลของโคมไฟถนน ซึ่งโปรแกรมถูกออกแบบให้มีฟังก์ชันการใช้งานต่างๆ ดังนี้

1. รับส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์
2. วิเคราะห์และแสดงผลในรูปแบบกราฟ
3. บันทึกข้อมูลย้อนหลัง
4. สร้างรายงานการใช้งานไฟถนนรายเดือน
5. แจ้งเหตุอันไม่พึงประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

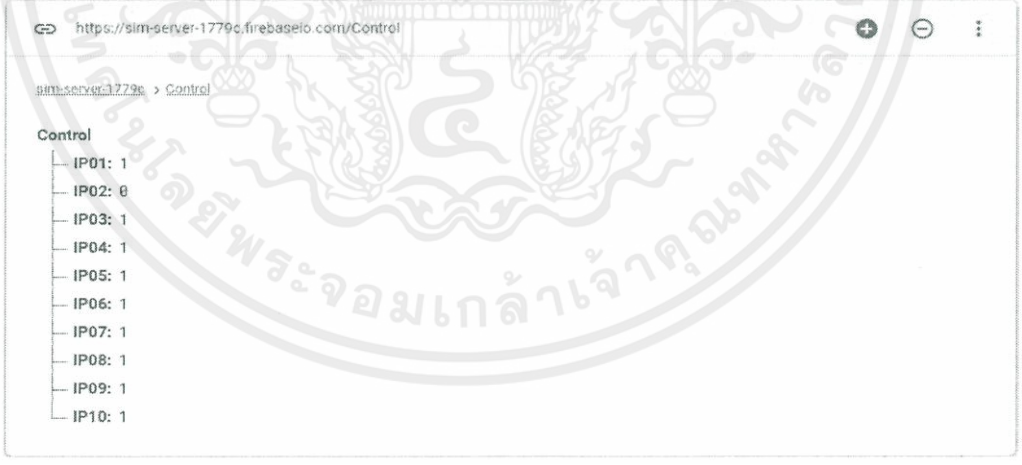
3.4 การสร้างฐานข้อมูลบน Firebase

ฐานข้อมูลในโครงงานนี้จะใช้ฐานข้อมูลบน Firebase ชนิดฐานข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Realtime Database) โดยการสร้างสามารถทำได้โดยเข้าเว็บไซต์ https://firebase.google.com ซึ่งฐานข้อมูลถูกออกแบบให้มีโครงสร้างหลักดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 โครงสร้างหลักของฐานข้อมูล

1) ฐานข้อมูลส่วนควบคุม (Control) มีไว้สำหรับการรับค่า 0 หรือ 1 จากเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อควบคุมการเปิดปิดของไฟถนน มีโครงสร้างย่อยดังรูปที่ 3.4

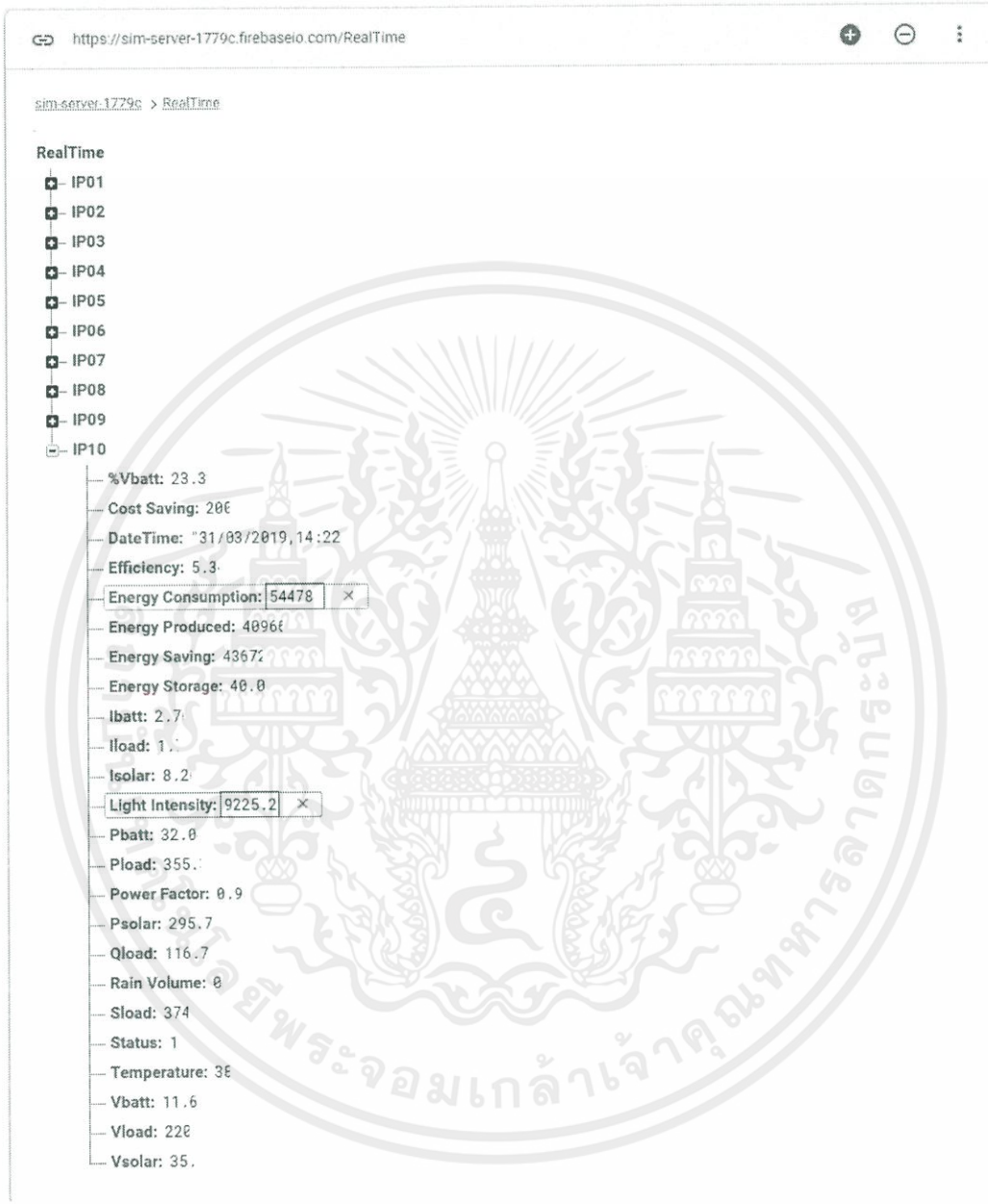


รูปที่ 3.4 โครงสร้างย่อยของฐานข้อมูลส่วน Control

2) ฐานข้อมูลส่วนรหัสผ่าน (Password) ทำหน้าที่เก็บรหัสผ่านสำหรับใช้ในการควบคุมการเปิดปิดของไฟถนนบนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

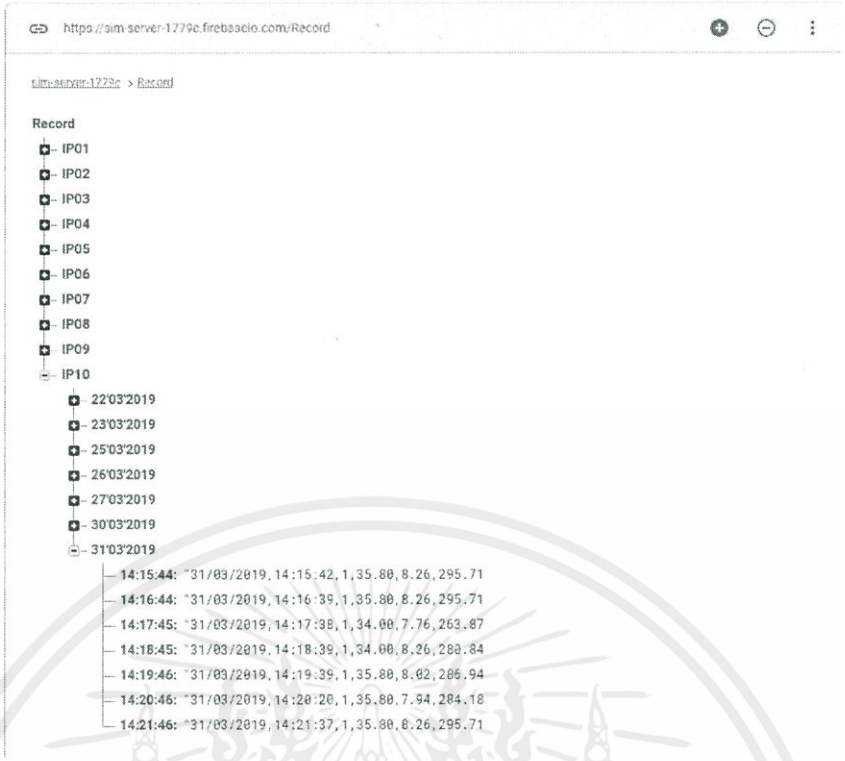
3) ฐานข้อมูลส่วนเรียลไทม์ (Real-Time) ทำหน้าที่สำหรับเก็บข้อมูลแบบเรียลไทม์จากชุดควบคุม ซึ่งข้อมูลในฐานข้อมูลส่วนนี้จึงมีการเปลี่ยนแปลงไปตามชุดควบคุมแบบเรียลไทม์ มีโครงสร้างย่อยซึ่งถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มค่าพารามิเตอร์ของแต่ละไฟถนน ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 โครงสร้างย่อยของฐานข้อมูลส่วนเรียลไทม์

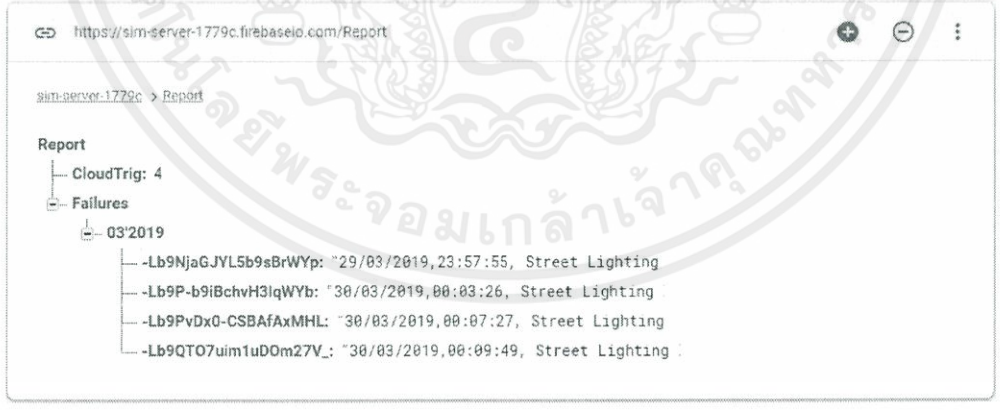
4) ฐานข้อมูลส่วนบันทึกข้อมูลย้อนหลัง (Record) ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลย้อนหลังของข้อมูลที่ส่งมาจากชุดควบคุมของแต่ละไฟถนนในแต่ละวันโดยจะเก็บข้อมูลในรูปแบบ Comma Seperated Values (CSV) ซึ่งฐานข้อมูลมีโครงสร้างดังรูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ชุดคำสั่งทั้งหมดของหน้าเว็บ DataLog

5) ฐานข้อมูลส่วนรายงาน (Report) ซึ่งทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลของรายละเอียดเมื่อไฟถนนทำงานผิดพลาดซึ่งถูกส่งมาโดยชุดควบคุมของไฟถนนแต่ละต้น และในฐานข้อมูลส่วนนี้มีส่วนสำหรับการรองรับคำสั่ง CloudTrig เพื่อเรียกใช้งาน Cloud Function อีกด้วย ฐานข้อมูลส่วนนี้มีโครงสร้างดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 โครงสร้างย่อยของฐานข้อมูลส่วนรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การเขียนโปรแกรมจำลองข้อมูลไฟถนนและส่งค่าเข้าฐานข้อมูล

สำหรับโปรแกรมจำลองข้อมูลไฟถนนนั้นจะทำหน้าที่ในการสุ่มข้อมูลเพื่อจำลองไฟถนนจำนวณ 10 ดวงโคม (IP01-IP10) โดยที่ค่าพารามิเตอร์ นั้นจะถูกส่งเข้าฐานข้อมูลบน Firebase แบบเรียลไทม์และบันทึกข้อมูลย้อนหลังในรูปแบบ CSV ทุกๆ 1 นาที ซึ่งทั้งหมดจะถูกออกแบบบนการเขียนโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม LabVIEW NXG ซึ่งสามารถแบ่งการเขียนโปรแกรมออกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

3.5.1 การจำลองข้อมูลโดยการสุ่ม

การจำลองข้อมูลจะถูกอ้างอิงจากโครงงานส่วนชุดควบคุมที่มีการดำเนินงานสร้างชุดควบคุมเพื่อติดตั้งภายในตู้ควบคุมของแต่ละไฟถนน ซึ่งมีการวัดค่าจากเครื่องมือวัดและประมวลผลได้เป็นค่าพารามิเตอร์ดังตารางที่ 3.1 ซึ่งในโปรแกรมจำลองข้อมูลจะทำการสุ่มข้อมูลโดยมีย่านการสุ่มดังตารางที่ 3.1

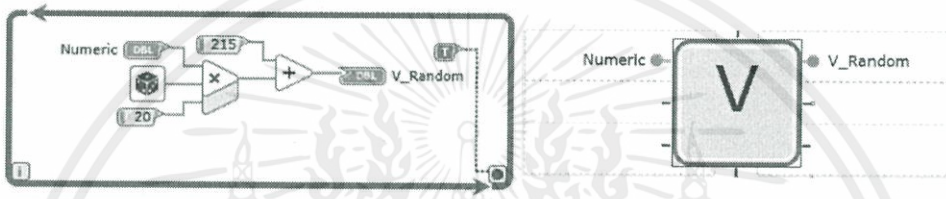
ตารางที่ 3.1 ค่าพารามิเตอร์และย่านการสุ่มของโปรแกรมจำลองข้อมูล

ค่าพารามิเตอร์	ย่านการสุ่ม
Vsolar (V)	32.0 - 35.8
Isolar (A)	6.25 - 8.26
Psolar (W)	200 – 295
Energy Produced (Wh)	40,000 - 50,000
Vbatt (V)	10 - 12
Ibatt (A)	2.00 - 2.85
%Vbatt (%)	0 - 100
Pbatt (W)	20.0 - 34.2
Energy Storage (Ah)	0 - 57
Iload (A)	1.4 - 1.7
Vload (V)	200 - 220
Pload (W)	285 - 355
Sload (VA)	300 - 374
Qload (var)	100 - 118
Energy Consumption (Wh)	50,000 - 60,000
Energy Saving (Wh)	40,000 - 50,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cost Saving (THB)	160 - 200
Power Factor	0.90 - 0.95
Light Intensity (lux)	8,000 – 10,000
Temperature (°C)	32.0 – 38.0
Rain	0,1
Efficiency	0 - 100

ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมบน Diagram Panel ได้ดังรูปที่ 3.8 และคำอธิบายของบล็อกคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมแสดงในตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.8 ตัวอย่างชุดคำสั่งการสุ่มค่าแรงดันและบล็อกสัญลักษณ์

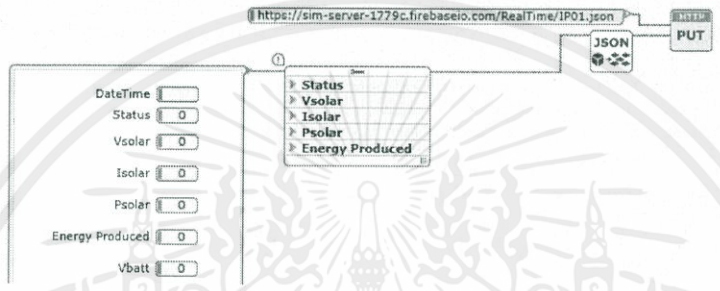
ตารางที่ 3.2 บล็อกคำสั่งสำหรับการสุ่มค่า

บล็อกคำสั่ง	รายละเอียด
While Loop	โครงสร้างที่จะทำให้ชุดคำสั่งภายในทำงานซ้ำจนกว่าจะครบเงื่อนไขจึงจะหยุดทำงาน
Random Number random number	สุ่มค่าตัวเลขระหว่าง 0-1
Add input 0 input 1 sum	การบวก
Multiply input 0 input 1 product	การคูณ

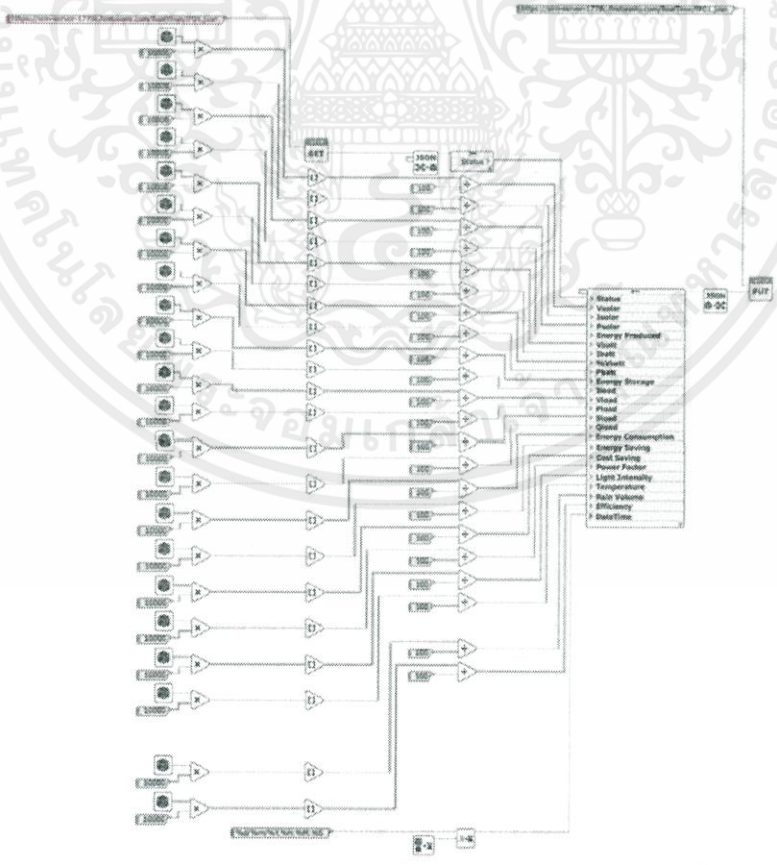
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การส่งค่าเข้าฐานข้อมูลส่วนเรียลไทม์โดยใช้การสื่อสารแบบ HTTP

สำหรับ Real-Time Database ของ Firebase สามารถรับส่งค่าได้โดยการทำข้อมูลให้เป็นชนิด JSON และส่งผ่านทางการสื่อสารแบบ HTTP ไปยังที่อยู่ที่ถูกกำหนดไว้แล้วในฐานข้อมูลที่สร้างขึ้น ซึ่งการส่งค่าเข้าฐานข้อมูลส่วนเรียลไทม์จะทำการส่งไปยังยังฐานข้อมูลเส้นทาง “/RealTime/IPx” ตามโครงสร้างฐานข้อมูลที่ถูกสร้างไว้ในหัวข้อ 3.4 โดยสามารถเขียนโปรแกรมได้ดังรูปที่ 3.9 และชุดคำสั่งทั้งหมดของส่วนเรียลไทม์แสดงดังรูปที่ 3.10 โดยคำอธิบายของบล็อกคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมแสดงในตารางที่ 3.3



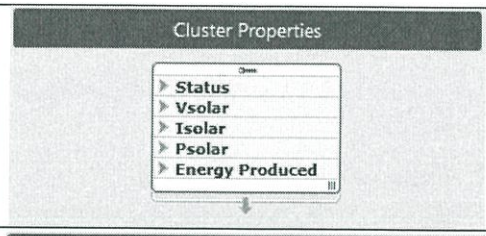
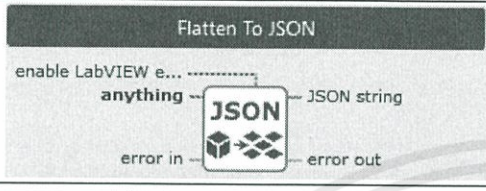
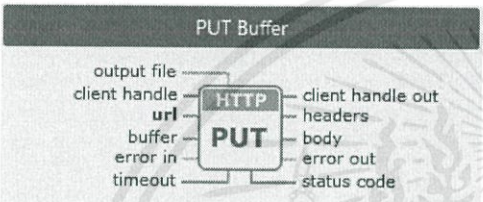
รูปที่ 3.9 ตัวอย่างชุดคำสั่งการส่งค่าเข้าฐานข้อมูล



รูปที่ 3.10 ชุดคำสั่งทั้งหมดของโปรแกรมจำลองข้อมูลส่วนเรียลไทม์

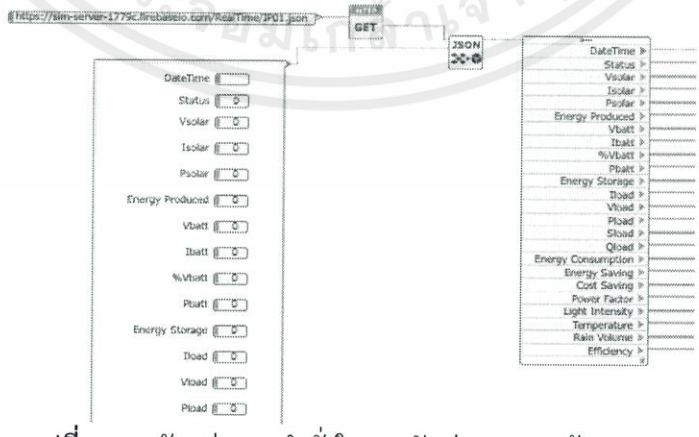
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 บล็อกคำสั่งสำหรับการส่งค่าเข้าฐานข้อมูล

บล็อกคำสั่ง	รายละเอียด
	แสดงองค์ประกอบของข้อมูลชนิด Cluster โดยที่สามารถเขียนหรืออ่านข้อมูลขององค์ประกอบนั้นๆ
	เปลี่ยนชนิดข้อมูลให้เป็นชนิด JSON
	ส่งข้อมูล JSON เข้าไปเก็บในฐานข้อมูลตามที่อยู่ HTTP ที่กำหนด

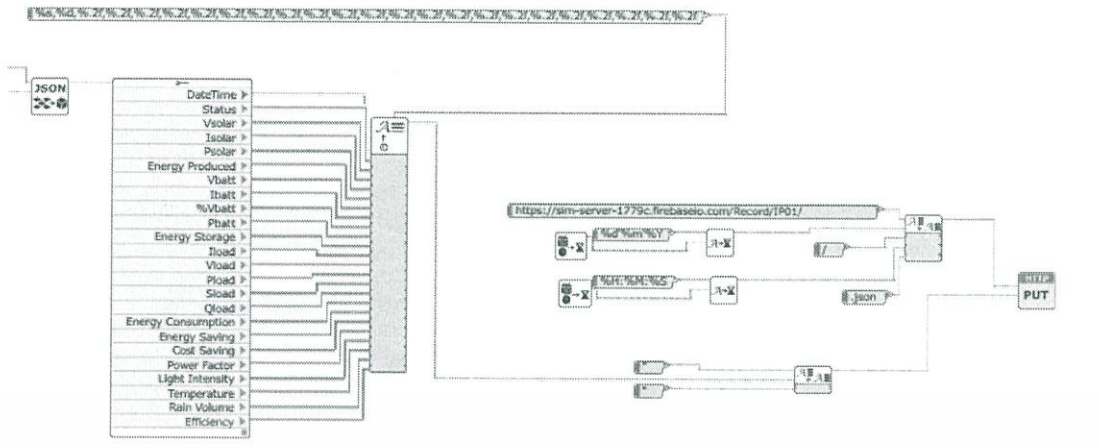
3.5.3 การส่งค่าเข้าฐานข้อมูลส่วนข้อมูลย้อนหลังโดยใช้การสื่อสารแบบ HTTP

สำหรับการส่งข้อมูลเข้าไปยังฐานข้อมูลส่วนข้อมูลย้อนหลังนั้นจะทำการรับข้อมูลมาจากฐานข้อมูลส่วนเรียลไทม์และแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ CSV เสียก่อนที่จะส่งข้อมูลในรูปแบบ JSON ไปยังฐานข้อมูลส่วนข้อมูลย้อนหลังตามที่อยู่เส้นทาง “/Record/IPx” ตามโครงสร้างของฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นในหัวข้อที่ 3.4 โดยได้ออกแบบโปรแกรมให้ทำทำการบันทึกข้อมูลทุกๆ 1 นาทีเพื่อไม่ให้มีปริมาณข้อมูลที่มากเกินไป สามารถเขียนโปรแกรมได้ดังรูปที่ 3.11 และรูปที่ 3.12 และคำอธิบายของบล็อกคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมแสดงในตารางที่ 3.4 โดยสามารถสรุปชุดคำสั่งทั้งหมดของโปรแกรมจำลองข้อมูลส่วนบันทึกข้อมูลย้อนหลังดังรูปที่ 3.13



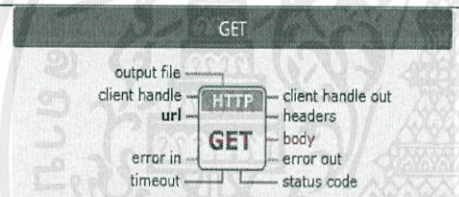
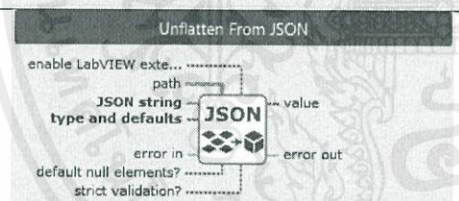
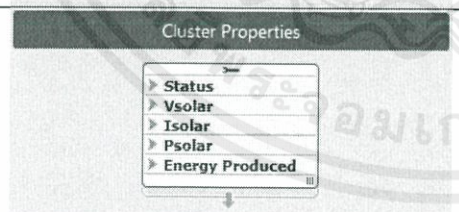
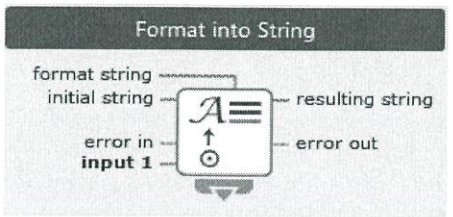
รูปที่ 3.11 ตัวอย่างชุดคำสั่งในการรับค่าจากฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

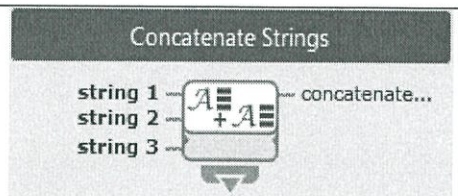
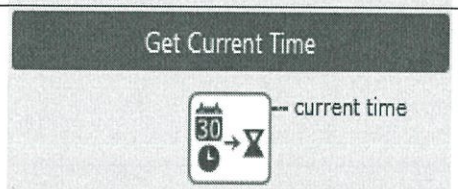
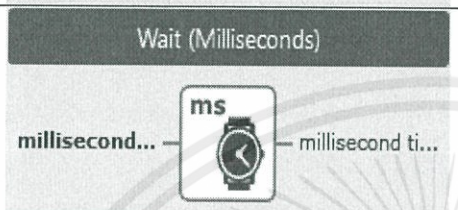
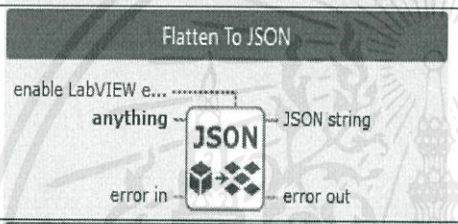
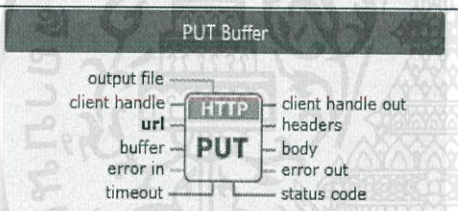


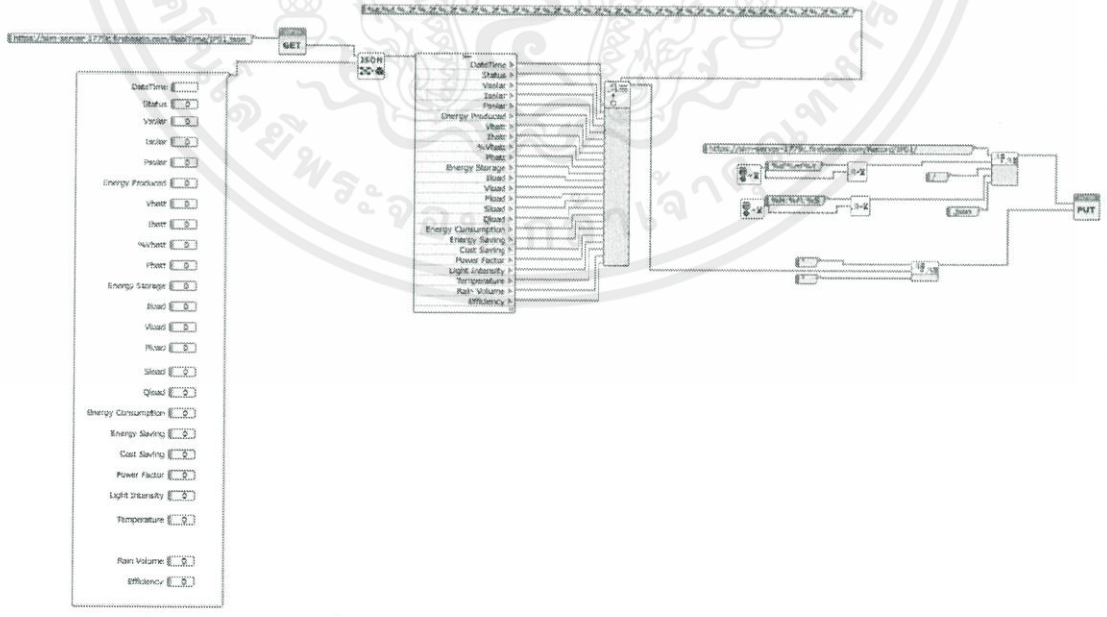
รูปที่ 3.12 ตัวอย่างชุดคำสั่งในการจัดรูปแบบข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ CSV และทำการส่ง-ข้อมูลในรูปแบบ JSON

ตารางที่ 3.4 บล็อกคำสั่งสำหรับการส่งค่าเข้าฐานข้อมูลส่วนข้อมูลย้อนหลัง

บล็อกคำสั่ง	รายละเอียด
	รับข้อมูลจากที่อยู่ HTTP ที่กำหนด
	กำหนดชนิดให้ข้อมูลชนิด JSON และส่งข้อมูลออกในรูปแบบ Cluster ตามรูปแบบที่กำหนดไว้
	แสดงองค์ประกอบของข้อมูลชนิด Cluster โดยที่สามารถเขียนหรืออ่านข้อมูลขององค์ประกอบนั้นๆ
	จัดรูปแบบข้อมูลชนิดต่างๆและส่งออกข้อมูลชนิด String ตามรูปแบบที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	ต่อข้อมูลชนิด String
	รับค่าวันเวลา ณ ปัจจุบันและส่งออกตามรูปแบบที่กำหนด
	หน่วงเวลาการทำงานของลูปทำซ้ำ
	เปลี่ยนชนิดข้อมูลให้เป็นชนิด JSON
	ส่งข้อมูล JSON เข้าไปเก็บในฐานข้อมูลตามที่อยู่ HTTP ที่กำหนด



รูปที่ 3.13 ชุดคำสั่งทั้งหมดของโปรแกรมจำลองข้อมูลส่วนบันทึกข้อมูลย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การเขียนโปรแกรมส่วนเว็บแอปพลิเคชัน

สำหรับการเขียนโปรแกรมส่วนเว็บแอปพลิเคชันนั้นจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การออกแบบหน้าเว็บแอปพลิเคชัน (2) การเขียนโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม LabVIEW NXG ทำหน้าที่ในการสื่อสารกับฐานข้อมูลและนำข้อมูลมาประมวลผลและแสดงผ่านวัตถุแก่ผู้ใช้งานบนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน เช่น การแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในรูปแบบตัวเลขและกราฟ การควบคุมปุ่มเปิดปิดดวงโคม เป็นต้น (3) การออกแบบส่วนผู้ใช้งานโดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ ในส่วนนี้จะใช้ภาษา HTML5, CSS และ JavaScript มาสร้างเป็นเว็บแอพลิเคชั่น เพื่อที่จะทำให้หน้าเว็บรองรับการใช้งานบนทุกอุปกรณ์หรือที่เรียกว่า Responsive Web Application

3.6.1 การออกแบบหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

เว็บแอปพลิเคชันจะถูกแบ่งออกเป็นหน้าเว็บต่างๆ เพื่อจัดแสดงหน้าผู้ใช้งานออกเป็นหมวดหมู่ ตามฟังก์ชันการใช้งานที่ถูกออกแบบไว้ ซึ่งในเว็บแอปพลิเคชันนี้จะประกอบไปด้วย

1. หน้าเว็บ Home
2. หน้าเว็บ Dashboard
3. หน้าเว็บ Analysis
4. หน้าเว็บ DataLog
5. หน้าเว็บ Report
6. หน้าเว็บ About Us

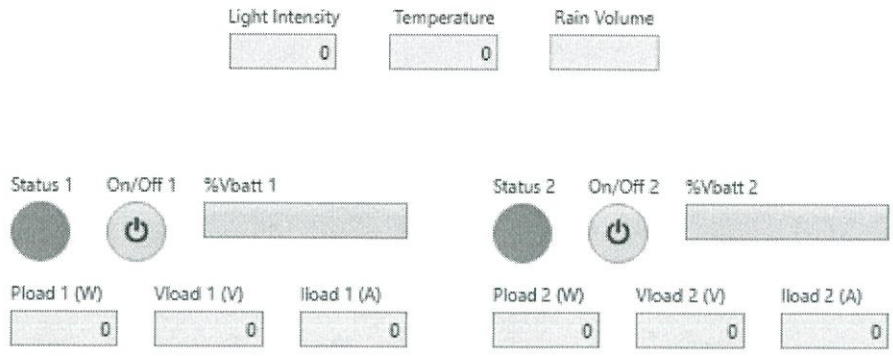
3.6.2 การเขียนโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม LabVIEW NXG

สำหรับการเขียนโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม LabVIEW NXG จะถูกนำไปใช้ในหน้าเว็บดังนี้ (1) หน้าเว็บ Dashboard (2) หน้าเว็บ Analysis (3) หน้าเว็บ DataLog

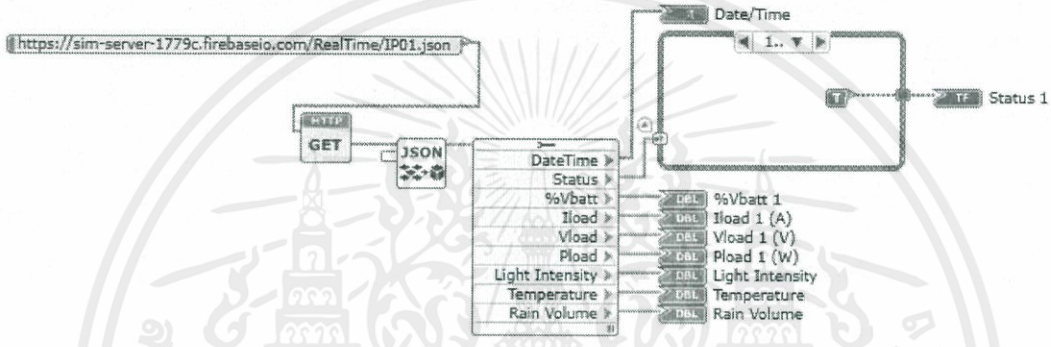
3.6.2.1 การสร้างหน้าเว็บ Dashboard โดย LabVIEW NXG

ภายในหน้าเว็บนี้จะทำหน้าที่เป็นแผงควบคุมหลักซึ่งจะประกอบไปด้วยการจัดแสดงพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าที่สำคัญได้แก่ สถานะ ร้อยละของแรงดันแบตเตอรี่ กำลังไฟฟ้าของดวงโคม แรงดันของดวงโคม กระแสของดวงโคม และปุ่มในการควบคุมของโคมไฟถนนทั้งหมด และมีการแสดงพารามิเตอร์ของสิ่งแวดล้อมได้แก่ ความเข้มแสง อุณหภูมิ และไฟแสดงฝนตก ซึ่งข้อมูลนั้นจะนำเข้าจากฐานข้อมูลส่วนเรียลไทม์และนำมาจัดแสดงบนแผงควบคุม การจัดแสดงวัตถุบนแผงควบคุมของแต่ละดวงโคมถนนเป็นดังรูปที่ 3.14 และมีชุดคำสั่งดังรูปที่ 3.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



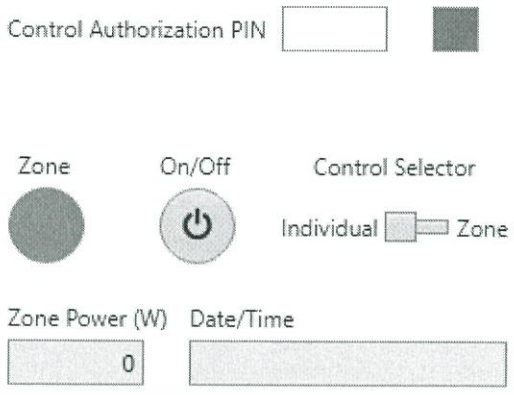
รูปที่ 3.14 การจัดแสดงวัตถุของค่าพารามิเตอร์สิ่งแวดล้อมและดวงโคมถนน IP01 และ IP02



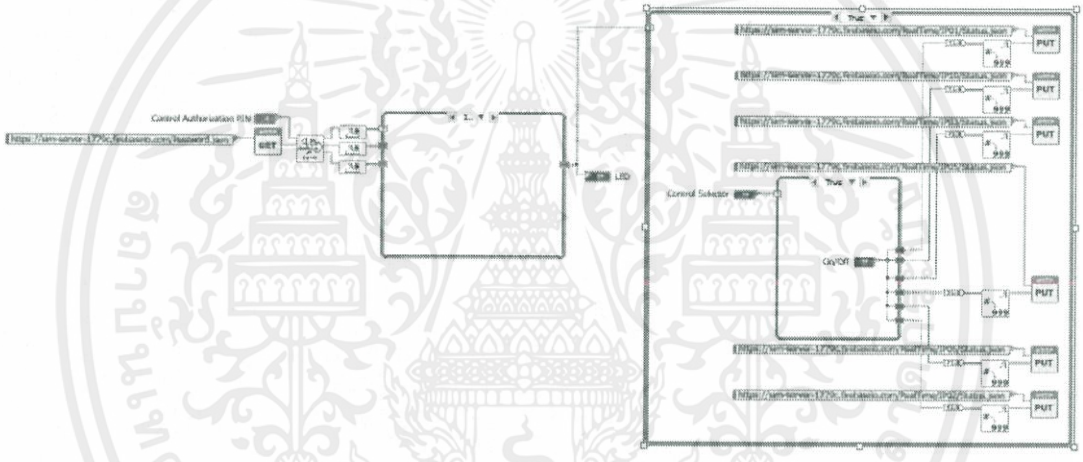
รูปที่ 3.15 ชุดคำสั่งการรับค่าจากฐานข้อมูลและแสดงผลของโคมถนน IP01 และพารามิเตอร์สิ่งแวดล้อม

สำหรับการควบคุมเปิดปิดดวงโคมถนนจะทำการส่งค่า 0 แทนการปิดและส่งค่า 1 แทนการเปิดเข้าไปยังฐานข้อมูลเพื่อส่งต่อไปยังชุดควบคุมในตู้ควบคุมของแต่ละดวงโคมถนน ซึ่งการควบคุมได้แบ่งออกเป็น 2 โหมดการทำงานได้แก่ (1) การควบคุมแบบแยกดวงโคม (Individual Control) จะเป็นการควบคุมในลักษณะเจาะจงดวงโคมถนนในแต่ละตำแหน่ง (2) การควบคุมแบบกลุ่ม (Zoning Control) จะเป็นการควบคุมในลักษณะกลุ่มหรือโซนซึ่งจะสามารถเปิดปิดดวงโคมได้พร้อมกันเป็นกลุ่ม การควบคุมทั้ง 2 แบบนี้สามารถเลือกโหมดการทำงานได้โดยใช้สวิตช์ Control Selector เลือกระหว่าง Individual และ Zone โดยการควบคุมดวงโคมนั้นมีการจำกัดสิทธิ์ในการควบคุมเฉพาะบุคคลที่มีรหัสผ่านสำหรับการควบคุมเท่านั้น โดยเมื่อต้องการส่งคำสั่งการควบคุมจึงจำเป็นต้องกรอกรหัสผ่านลงบนกล่องข้อความ Control Authorization Pin ให้ถูกต้อง ไฟแสดงผลจึงเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเขียวจึงสามารถควบคุมโคมไฟถนนผ่านปุ่มเปิดปิดบนหน้าเว็บได้ ซึ่งรหัสผ่านที่ถูกต้องนั้นจะถูกกำหนดไว้บนฐานข้อมูล แผงการควบคุมส่วนการควบคุมแบบโซนและกล่องข้อความพร้อมไฟแสดงผลสิทธิ์ในการควบคุมจะมีวัตถุดังรูปที่ 3.16 และมีชุดคำสั่งดังรูปที่ 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 การจัดแสดงวัตถุของแผงควบคุมโหมดโซน และ กล่องข้อความพร้อมไฟแสดงผลสิทธิ์ในการควบคุม



รูปที่ 3.17 ชุดคำสั่งของการตรวจสอบรหัสผ่านและการควบคุมทั้งสองโหมดการทำงาน

จากรูปที่ 3.16 การตรวจสอบรหัสผ่านสามารถทำได้โดยการรับค่ารหัสผ่านที่ถูกต้องจากฐานข้อมูลและนำมาเปรียบเทียบกับที่ผู้ใช้งานกรอกในกล่องข้อความ โดยใช้บล็อกคำสั่ง Match Pattern ซึ่งจะตรวจหาข้อความที่มีข้อความที่มีค่าตรงกับรหัสผ่านที่ถูกต้องจากฐานข้อมูล และจะทำการแบ่งข้อความออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ (1) ข้อความก่อนข้อความที่ Match (2) ข้อความที่ Match (3) ข้อความที่เหลือหลังจากข้อความที่ Match ซึ่งการจะให้รหัสผ่านเหมือนกับรหัสผ่านที่ถูกต้องจะต้องเข้าเงื่อนไข 3 ประการได้แก่

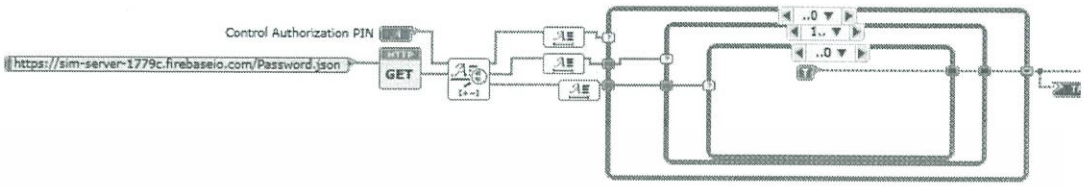
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) ความยาวของข้อความส่วนก่อน Match ต้องมีค่าเท่ากับ 0

(2) ความยาวของข้อความที่ Match มีค่ามากกว่า 1

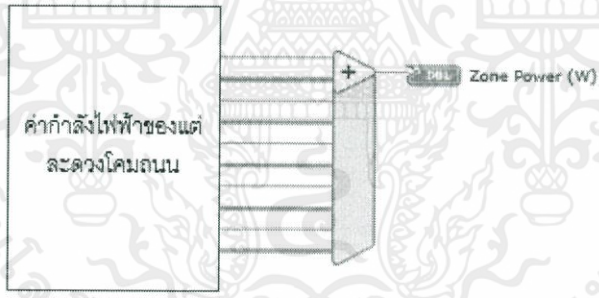
(3) ความยาวของข้อความส่วนที่หลังจาก Match มีค่าเท่ากับ 0

ชุดคำสั่งการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.18

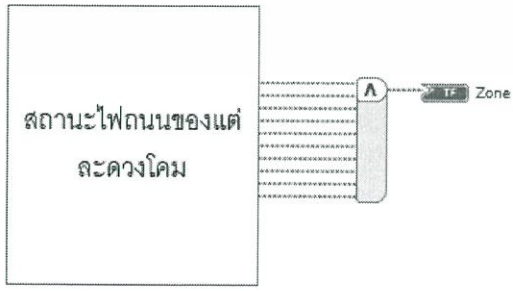


รูปที่ 3.18 ชุดคำสั่งของการตรวจสอบรหัสผ่าน

จากรูปที่ 3.16 Zone Power (W) จะจัดแสดงค่ากำลังไฟฟ้ารวมทุกดวงโคม ซึ่งค่าที่ได้มาจากการนำกำลังไฟฟ้าของแต่ละดวงโคมมาคำนวณบวกรวมกันมีชุดคำสั่งดังรูปที่ 3.19 และสำหรับ Date/Time จะเป็นการรับวันเวลาจากชุดควบคุมมาจัดแสดงเป็นเวลาของข้อมูล ณ ขณะนั้น และไฟสถานะของทุกดวงโคม Zone ซึ่งจะเปิดเมื่อทุกดวงโคมมีสถานะเปิด และจะปิดเมื่อดวงโคมใดดวงโคมหนึ่งหนึ่งหรือทุกดวงโคมมีสถานะปิด ซึ่งจะคำนวณโดยใช้ตรรกะและ ดังรูปที่ 3.20



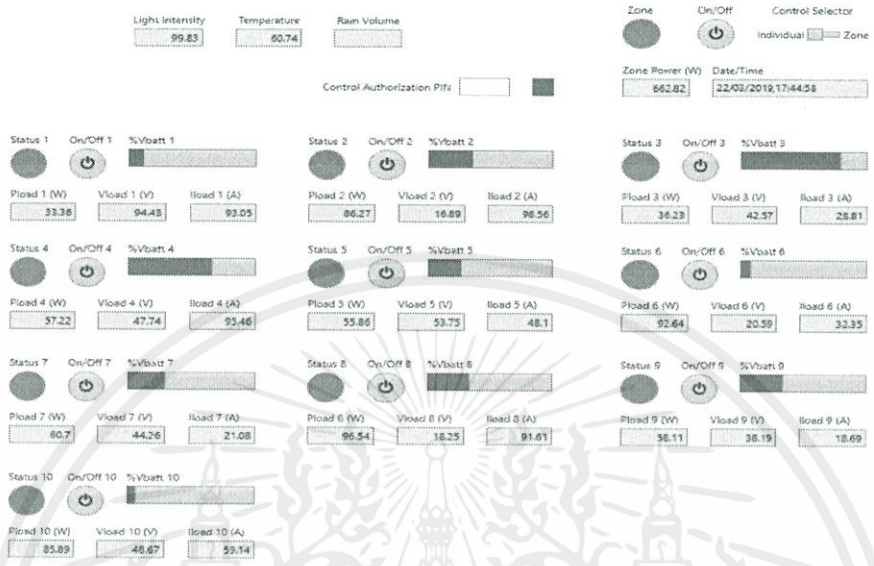
รูปที่ 3.19 ชุดคำสั่งสำหรับการบวกค่ากำลังไฟฟ้ารวมทุกดวงโคมถนน



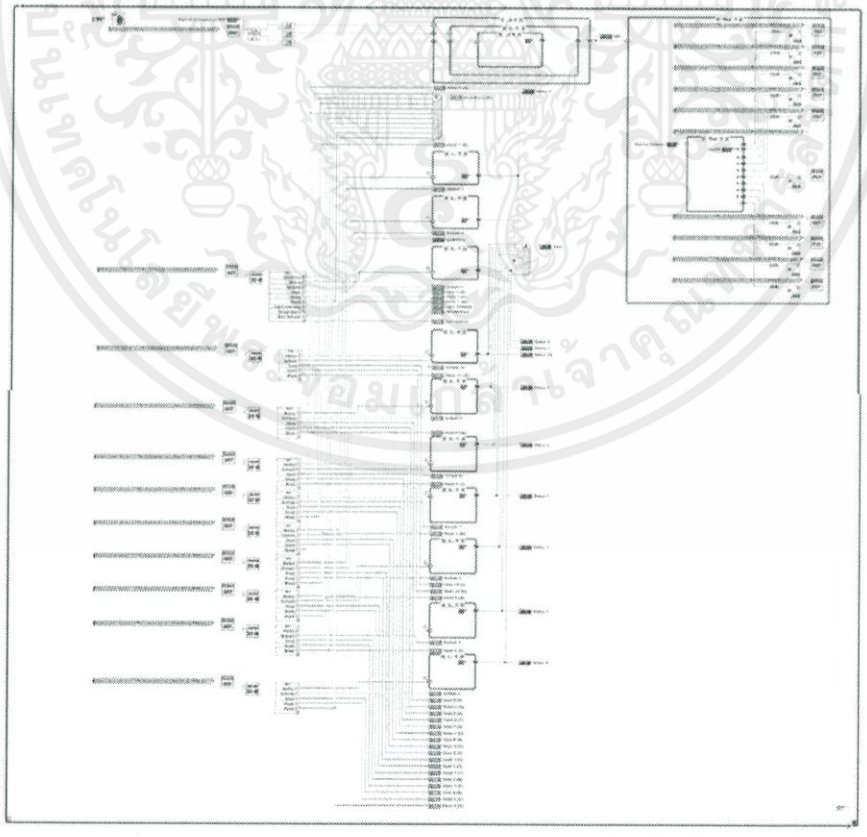
รูปที่ 3.20 ชุดคำสั่งของการแสดงไฟสถานะของทุกทุกดวงโคมโดยใช้ตรรกะ AND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปการออกแบบหน้าเว็บแอปพลิเคชันหน้า Dashboard ของดวงโคมจำนวน 10 ดวงโคม สามารถแสดงได้วัตถุทั้งหมดได้ดังรูปที่ 3.21 และชุดคำสั่งทั้งหมดได้ดังรูปที่ 3.22 และคำอธิบายเพิ่มเติมของบล็อกคำสั่งสำคัญที่ใช้ในการสร้างชุดคำสั่งแสดงในตารางที่ 3.5



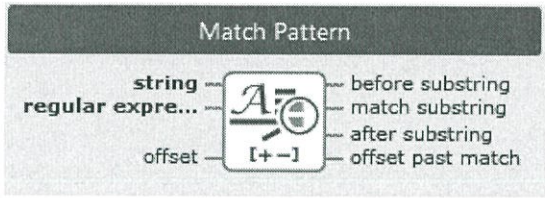
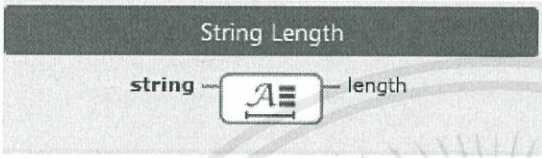
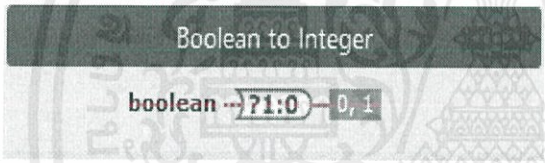
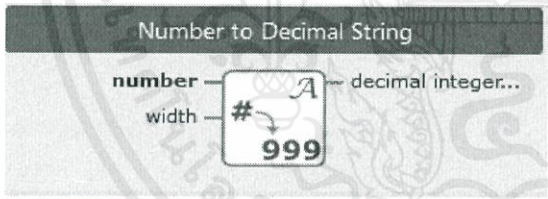
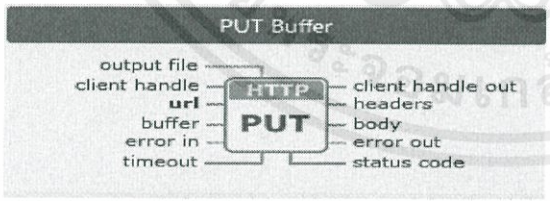
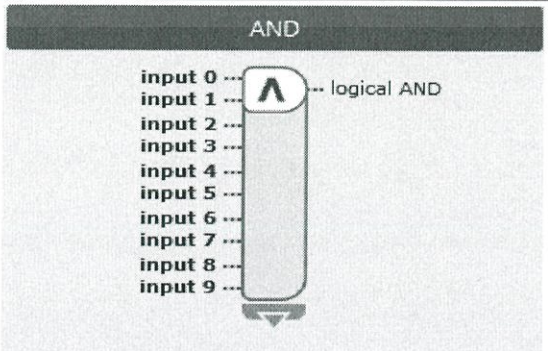
รูปที่ 3.21 วัตถุทั้งหมดในหน้า Dashboard



รูปที่ 3.22 ชุดคำสั่งทั้งหมดของหน้าเว็บ Dashboard

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

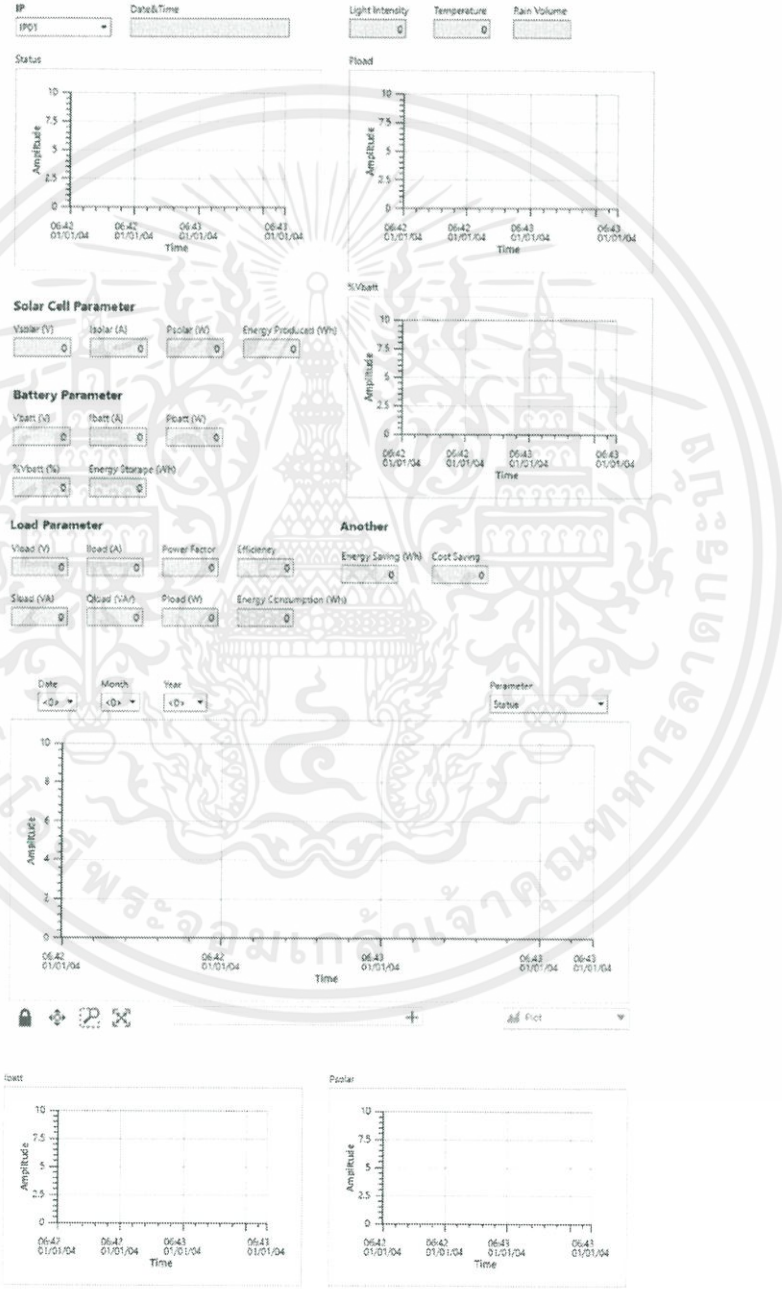
ตารางที่ 3.5 บล็อกคำสั่งที่ใช้ในหน้าเว็บ Dashboard

บล็อกคำสั่ง	รายละเอียด
	หารูปแบบของข้อมูลชนิด String ตามที่กำหนดและทำการแยกส่วนข้อความเป็น 3 ส่วนได้แก่ (1) ข้อความก่อนข้อความที่ Match (2) ข้อความที่ Match (3) ข้อความที่เหลือหลังจากข้อความที่ Match
	รับข้อมูลชนิด String และส่งออกเป็นค่าความยาวของข้อมูล
	โครงสร้างเงื่อนไข ซึ่งจะสั่งให้ชุดคำสั่งภายในโครงสร้างทำงานเมื่อเข้าเงื่อนไขที่กำหนด
	แปลงข้อมูลชนิด Boolean เป็นเลขจำนวณเต็มโดย เมื่อข้อมูล Boolean มีค่าเท่ากับ True จะส่งออกเลข 1 และ False จะส่งออกเลข 2
	แปลงข้อมูลตัวเลขจำนวณเต็มให้เป็นข้อมูลชนิดข้อความ String
	ส่งข้อมูลชนิด String ผ่านการสื่อสารชนิด HTTP ตามที่อยู่ที่กำหนด
	ตัวดำเนินการเชิงตรรกะและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2.2 การสร้างหน้าเว็บ Analysis โดย LabVIEW NXG

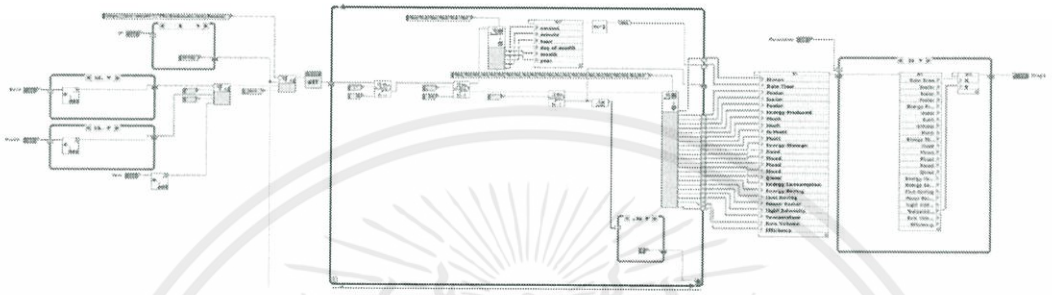
ภายในหน้าเว็บนี้จะเป็นการแสดงค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดของดวงโคมถนนใดๆ โดยการรับข้อมูลมาจากฐานข้อมูลส่วนเรียลไทม์และส่วนข้อมูลย้อนหลังเพื่อใช้ในการวาดกราฟ ซึ่งจะจัดแสดงข้อมูลในรูปแบบตัวเลขและกราฟ และมีเครื่องมือในการวาดกราฟโดยที่ผู้ใช้งานสามารถเลือกพารามิเตอร์และวันเดือนปีที่ต้องการดูข้อมูลในรูปแบบกราฟซึ่งผู้ใช้งานสามารถปรับแต่งกราฟได้ตามความต้องการ จะได้การวางวัตถุเพื่อแสดงข้อมูลพารามิเตอร์ต่างๆ ในหน้า Analysis ดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 วัตถุทั้งหมดในหน้าเว็บ Analysis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

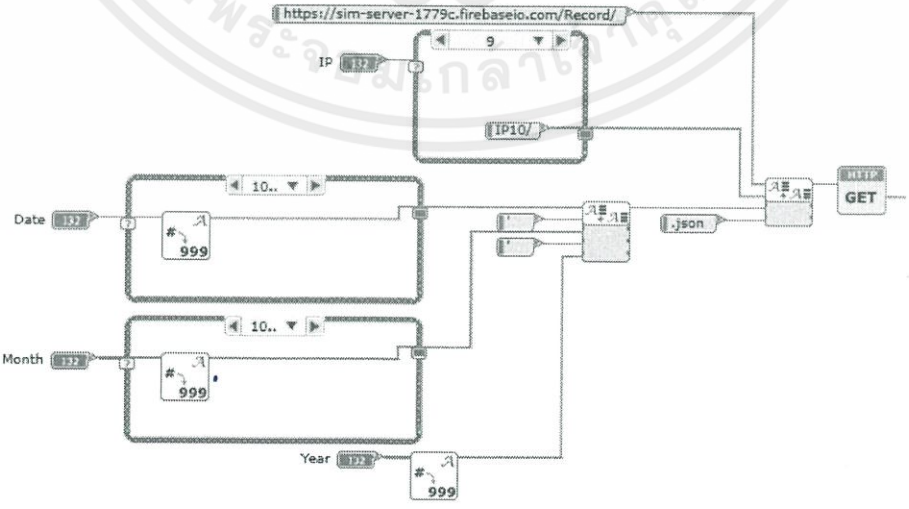
จากรูปที่ 3.23 การแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆในกล่องข้อความจะแสดงในรูปแบบเรียลไทม์โดยชุดคำสั่งจะเป็นการรับข้อมูลจากฐานข้อมูลส่วนเรียลไทม์จะมีโครงสร้างเช่นเดียวกับในหัวข้อ 3.6.2.1 และชุดคำสั่งที่ใช้ในการวาดกราฟโดยรับค่าข้อมูลจากฐานข้อมูลส่วนข้อมูลย้อนหลังและนำมาวาดกราฟ ซึ่งจากโครงสร้างของฐานข้อมูลส่วนข้อมูลย้อนหลังจะมีลักษณะเป็นชุดข้อมูลชนิด CSV ในทุกๆ 1 นาที การจัดการแยกข้อมูลออกเป็นพารามิเตอร์ต่างๆ และนำมาวาดกราฟสามารถทำได้ดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 ชุดคำสั่งในการจัดการข้อมูลและแสดงข้อมูลในรูปแบบกราฟ

จากรูปที่ 3.24 ซึ่งแสดงชุดคำสั่งในการจัดการข้อมูลและแสดงข้อมูลในรูปแบบกราฟสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนได้แก่

1. การเลือกรับข้อมูลจากฐานข้อมูลส่วนบันทึกข้อมูลย้อนหลังตามที่ผู้ใช้งานกำหนด โดยกำหนดให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกวัน เดือน ปี พารามิเตอร์และดวงโคมที่ต้องการให้แสดงข้อมูลในรูปแบบกราฟได้ ซึ่งสามารถเขียนชุดคำสั่งในการรับข้อมูลที่กำหนดดังรูปที่ 3.25 โดยใช้บล็อกโครงสร้างเงื่อนไข Case Structure ซึ่งจะกำหนดที่อยู่ของฐานข้อมูลตามการเลือกของผู้ใช้งาน และใช้บล็อกคำสั่ง HTTP GET เพื่อรับข้อมูลในรูปแบบ JSON String จากที่อยู่นั้นๆ



รูปที่ 3.25 ชุดคำสั่งในการเลือกรับข้อมูลตามที่ผู้ใช้งานกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การจัดการข้อมูล จากส่วนที่ 1 จะรับข้อมูลมาในรูปแบบ JSON String ที่บรรจุข้อมูล CSV ของพารามิเตอร์ของดวงโคมในแต่ละเวลา ตัวอย่างของข้อมูลที่ได้จะมีลักษณะดังรูปที่ 3.26

{"11:13:27":"07/03/2019,11:13:27,0,65.08,53.63,88.04,13.28,71.77,54.20,40.07,7.06,77.67,76.50,27.99,45.56,44.79,82.51,61.05,36.09,62.15,74.75,61.95,30.86,39.44,50.12,86.91","11:14:28":"07/03/2019,11:14:27,0,73.47,82.95,83.40,15.54,61.55,95.26,39.66,0.06,68.09,43.84,36.91,60.13,31.97,79.56,96.38,41.48,55.51,13.30,80.04,20.34,28.87,96.58,77.44","11:15:29":"07/03/2019,11:15:26,0,38.67,24.46,15.49,84.00,61.36,85.80,53.57,33.96,12.09,63.96,24.59,90.54,81.54,16.84,20.19,78.54,97.20,95.63,39.79,95.47,38.86,15.90,61.49","11:16:30":"07/03/2019,11:16:27,0,28.25,50.14,46.61,81.25,70.18,51.99,27.10,52.69,10.18,68.93,85.30,88.94,86.58,80.05,56.26,32.73,58.11,58.42,5.78,24.72,41.42,49.73,78.50","11:17:30":"07/03/2019,11:17:28,0,64.10,70.00,39.68,74.82,52.53,59.19,4.80,13.84,70.13,74.39,40.63,25.33,22.62,21.25,18.88,90.62,12.62,92.21,99.22,58.98,50.14,29.96,22.96","11:18:31":"07/03/2019,11:18:25,1,43.69,47.35,89.02,90.67,32.02,14.58,56.17,14.15,40.86,37.77,71.18,8.01,53.33,24.38,69.26,78.32,95.95,48.36,51.29,91.33,33.09,32.21,24.63","11:19:31":"07/03/2019,11:19:27,1,87.73,1.84,98.42,36.09,27.12,3.51,4.47,89.30,81.80,4.14,37.02,16.08,64.59,44.53,89.72,6.72,9.83,17.84,27.01,37.78,62.94,21.96,90.63","11:34:23":"07/03/2019,11:34:22,0,54.24,77.98,46.59,70.73,81.70,83.43,41.88,62.91,95.75,27.05,61.01,32.06,24.73,8.80,56.68,82.95,64.62,71.65,48.52,52.48,8.72,14.11,20.54","11:35:24":"07/03/2019,11:35:19,0,37.74,46.60,10.69,82.80,62.01,5.08,93.47,54.99,72.38,42.23,75.65,19.96,16.56,77.58,28.96,27.16,25.23,80.22,52.97,78.78,89.82,64.51,37.91","11:36:25":"07/03/2019,11:36:21,0,52.55,95.80,78.91,86.64,92.60,1.30,84.92,34.84,53.88,46.45,60.25,60.85,94.80,34.54,86.26,0.62,40.23,65.14,66.54,90.37,86.55,85.38,20.64","11:37:26":"07/03/2019,11:37:22,0,79.42,72.48,51.62,83.23,80.68,92.69,62.61,97.75,11.39,72.81,76.74,84.75,33.56,93.02,22.64,87.78,51.87,82.35,69.28,13.20,4.57,54.83,92.06","11:38:27":"07/03/2019,11:38:25,0,80.66,84.42,11.68,64.01,14.86,79.30,67.81,95.09,16.94,90.45,98.27,29.15,59.21,60.28,12.68,7.90,97.79,69.13,4.78,32.85,96.97,64.74,63.98","11:39:27":"07/03/2019,11:39:23,0,52.25,22.61,32.83,42.15,4.58,8.31,66.52,64.29,92.14,30.43,76.46,31.26,55.32,2.17,68.65,83.32,35.59,21.94,46.58,36.23,77.25,27.31,86.90","11:40:28":"07/03/2019,11:40:24,0,14.41,65.75,10.64,39.11,66.02,35.93,83.46,51.54,71.89,35.53,90.24,47.99,71.75,41.03,34.87,53.36,13.61,59.95,76.20,76.65,89.63,75.51,13.63","11:41:28":"07/03/2019,11:41:25,0,13.26,25.02,84.66,80.82,22.96,92.78,4.41,56.79,24.95,18.84,71.26,55.52,63.88,54.86,57.18,21.16,45.36,17.62,99.08,38.02,30.49,12.37,58.47","11:42:29":"07/03/2019,11:42:19,0,16.47,85.98,81.60,7.20,7.39,60.23,91.53,59.04,4.57,59.31,19.39,96.63,55.77,57.99,43.05,58.60,68.53,99.85,74.99,60.73,98.70,53.55,23.81"}

รูปที่ 3.26 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูลส่วนข้อมูลย้อนหลัง

จากรูปเมื่อทดลองแยกข้อมูลชุดแรกและชุดที่ 2 ออกจะได้ดังนี้

"11:13:27":"07/03/2019,11:13:27,0,65.08,53.63,88.04,13.28,71.77,54.20,40.07,7.06,77.67,76.50,27.99,45.56,44.79,82.51,61.05,36.09,62.15,74.75,61.95,30.86,39.44,50.12,86.91"

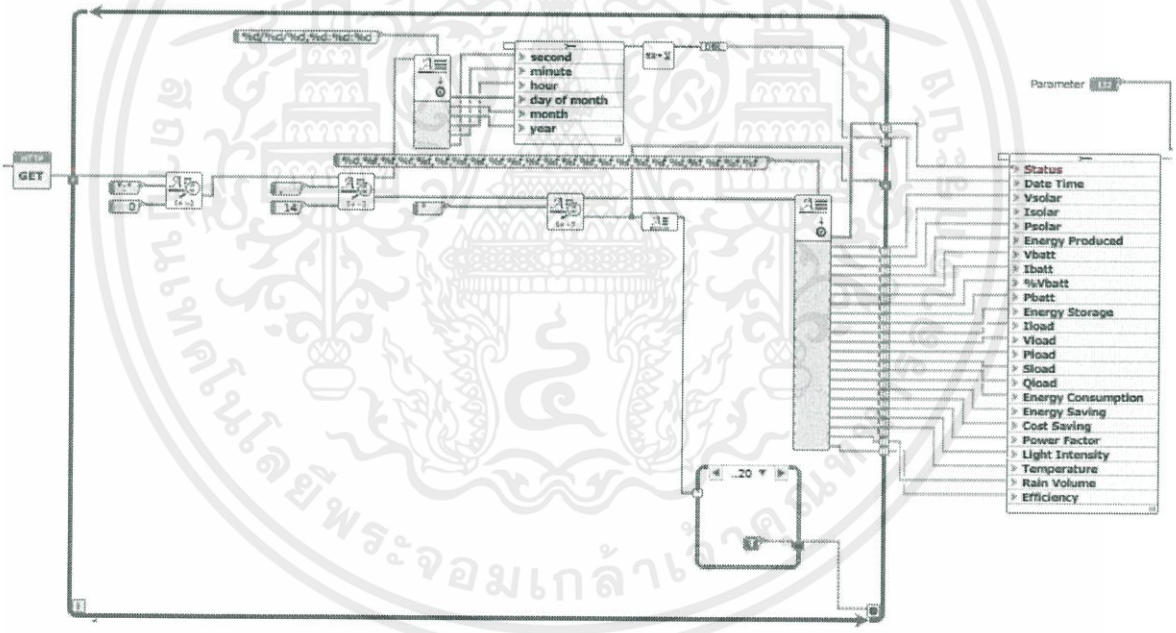
"11:14:28":"07/03/2019,11:14:27,0,73.47,82.95,83.40,15.54,61.55,95.26,39.66,0.06,68.09,43.84,36.91,60.13,31.97,79.56,96.38,41.48,55.51,13.30,80.04,20.34,28.87,96.58,77.44"

จึงสรุปโครงสร้างของข้อมูลที่รับค่าเข้ามาจะมีลักษณะดังนี้

{ “เวลา 1” : “ข้อมูล CSV ณ เวลา 1”,
“เวลา 2” : “ข้อมูล CSV ณ เวลา 2”,
“เวลา 3” : “ข้อมูล CSV ณ เวลา 3”,
“เวลา 4” : “ข้อมูล CSV ณ เวลา 4”,
.
.
“เวลา สุดท้าย” : “ข้อมูล CSV ณ เวลา สุดท้าย”
}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

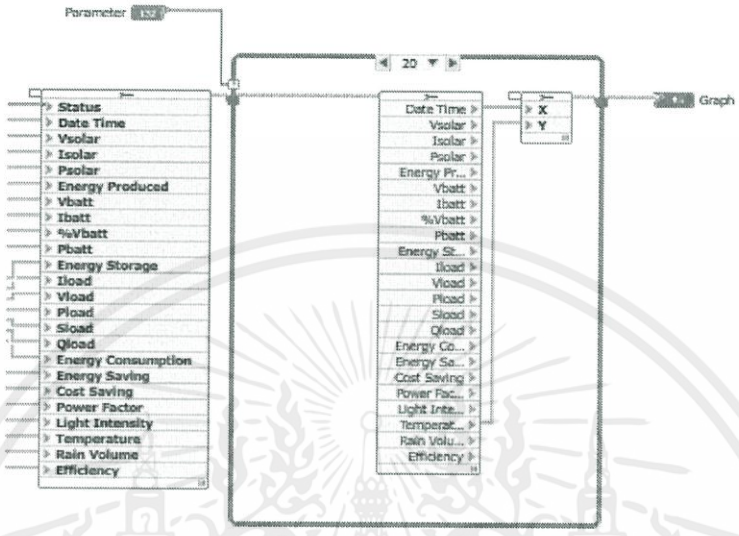
จากนั้นเมื่อเข้าใจโครงสร้างของข้อมูลแล้วจึงทำการเขียนชุดคำสั่งเพื่อแยกพารามิเตอร์ออกเป็นส่วนๆ โดยสามารถทำได้เป็นขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 โดยใช้บล็อก Match Pattern โดยให้หา ":" ในข้อความแยกข้อความก่อนหลัง ":" ซึ่งจะเป็นการแยกเพื่อให้ได้ข้อความ "ข้อความ CSV ณ เวลา", "ข้อความ CSV ณ เวลา",....} มาใช้จากนั้นใช้ Match Pattern แยกข้อมูลใน CSV โดยหา "," หลังจากตัวอักษรที่ 14 (Offset) เพื่อแยกระหว่างข้อมูลวันเวลาและข้อความที่เหลือ จากนั้นใช้ Match Pattern เพื่อหา "" เพื่อแยกเฉพาะข้อมูลพารามิเตอร์ของ ณ เวลานี้เท่านั้น และส่งต่อข้อความที่เหลือเพื่อป้อนกลับไปทำซ้ำในการวนลูปต่อไป จากนั้นนำข้อมูลวันเวลาและค่าพารามิเตอร์ที่ได้มาไปแยกส่วนโดยใช้บล็อกคำสั่ง Scan From String เพื่อแยกส่วนข้อมูลตามรูปแบบชนิดข้อมูลที่กำหนด โดยข้อมูลวันเวลาจำเป็นที่จะต้องแปลงเป็นค่าตัวเลขเพื่อนำไปใช้ในการวาดกราฟต่อไป จากนั้นทำการส่งออกนอกลูปเก็บค่าเป็นการจบการทำงาน 1 ครั้งการวนลูป โดยการวนลูปจะทำงานซ้ำจนกระทั่งข้อมูลหมด ซึ่งจะได้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในรูปแบบ Array เมื่อจบการวนลูป สามารถเขียนชุดคำสั่งได้ดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 ชุดคำสั่งในการจัดการข้อมูล

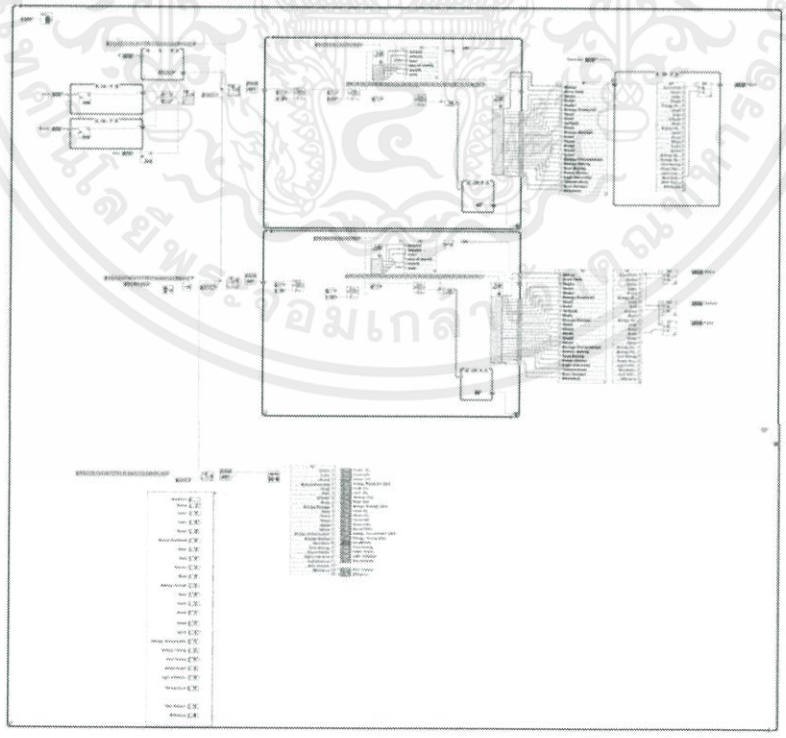
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การแสดงผลในรูปแบบกราฟ การวาดกราฟจะใช้ข้อมูล Array 2 ชุด ระหว่างวันเวลาและค่าพาราเตอร์ที่ต้องการมาสร้างเป็นข้อมูลชนิด Cluster และนำเข้าไปวาดกราฟในวัตถุ Graph สามารถเขียนชุดคำสั่งได้ดังรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 ชุดคำสั่งในการจัดการข้อมูล

สามารถสรุปบล็อกคำสั่งของหน้าเว็บ Analysis ทั้งหมดได้ดังรูปที่ 3.29



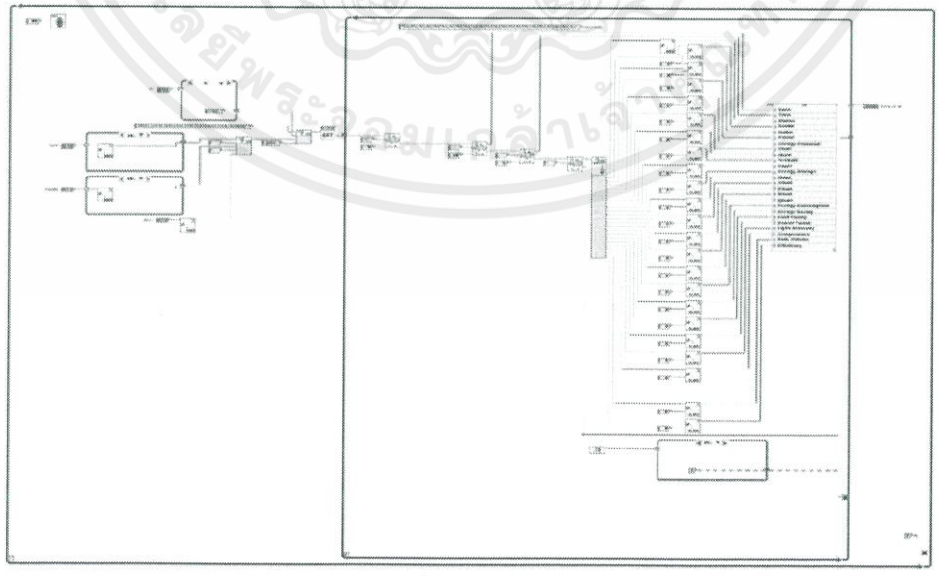
รูปที่ 3.29 ชุดคำสั่งทั้งหมดในหน้าเว็บ Analysis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2.3 การสร้างหน้าเว็บ DataLog โดย LabVIEW NXG

ภายในหน้าเว็บนี้จะจัดแสดงตารางข้อมูลที่สามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังจากฐานข้อมูลส่วนข้อมูลย้อนหลังของค่าพารามิเตอร์ ตามวัน เดือน ปี ของดวงโคมที่กำหนด โดยมีการแสดงสถานะของข้อมูลเมื่อพบข้อมูลจะแสดงข้อความ “Import data success!” พร้อมไฟสีเขียว และเมื่อไม่พบข้อมูลจะแสดงข้อความ “No data found in selected date” พร้อมไฟสีแดง ซึ่งในหน้าเว็บ DataLog จะมีวัตถุทั้งหมดดังรูปที่ 3.30 ซึ่งสามารถจัดการข้อมูลได้เช่นเดียวกับหัวข้อ 3.6.2.3 เพียงแต่ข้อมูลทั้งหมดจะต้องถูกแปลงเป็นชนิด String และส่งออกไปจัดแสดงข้อมูลในตาราง สามารถเขียนชุดคำสั่งได้ดังรูปที่ 3.31

รูปที่ 3.30 ตัวเลือกและตารางแสดงข้อมูลพารามิเตอร์



รูปที่ 3.31 ชุดคำสั่งทั้งหมดของหน้าเว็บ DataLog

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเขียนโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม LabVIEW NXG ซึ่งมีความสามารถในการนำออกข้อมูลทั้งวัตถุและชุดคำสั่งเบื้องหลังสู่ภาษาคอมพิวเตอร์มาตรฐานที่ใช้ในการทำเว็บไซต์ ซึ่งเมื่อนำโปรแกรมที่ออกแบบในหัวข้อ 3.6.2.1 3.6.2.2 และ 3.6.2.3 มาสร้าง (Build) จะมีไฟล์สำหรับหน้าเว็บที่ถูกสร้างขึ้นในแต่ละโปรแกรมดังรูปที่ 3.32 ได้แก่ (1) แฟ้มข้อมูล "ni-webvi-resource-v0" เป็นแฟ้มที่รวมทรัพยากรที่รองรับการเรียกใช้จากไฟล์ HTML ตัวอย่างทรัพยากรที่สำคัญเช่น JavaScripts CSS Fonts และรูปภาพประกอบต่างๆ (2) ไฟล์ Main.html คือหน้าเว็บแอปพลิเคชันที่มีวัตถุตามที่ได้โปรแกรมไว้ (3) Main.via คือ Runtime Engine ซึ่งทำหน้าที่ดำเนินงานชุดคำสั่งเบื้องหลังให้เว็บแอปพลิเคชันที่ได้ออกแบบไว้ในแต่ละโปรแกรม

รูปที่ 3.32 ไฟล์ที่เกิดขึ้นจากการ Build ของ LabVIEW NXG

3.6.3 การออกแบบส่วนผู้ใช้งานโดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์

การออกแบบส่วนผู้ใช้งานโดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ HTML5 CSS และ JavaScript เนื่องจากข้อดีของโปรแกรม LabVIEW NXG ที่สามารถนำออกหรือสร้าง (Build) โปรแกรมในรูปแบบภาษาคอมพิวเตอร์มาตรฐาน ทำให้สามารถนำเอาไฟล์ที่ได้มาออกแบบตกแต่งเพิ่มเติมให้เว็บแอปพลิเคชันมีความสวยงามและรองรับการใช้งานบนทุกอุปกรณ์หรือที่เรียกว่า Responsive Web Application ในหัวข้อนี้จะออกแบบโดยนำไฟล์ที่ได้จากโปรแกรม LabVIEW NXG มาเป็นฐานและเพิ่มเติมการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันด้วย Bootstrap เป็นหลักและ CSS อื่นๆ เพิ่มเติม และมีการใช้ JavaScript ในการเสริมฟังก์ชันการทำงานของหน้าเว็บ โดยการเขียนโปรแกรมทั้งหมดจะใช้โปรแกรม ATOM Text Editor ในการเขียนโค้ด

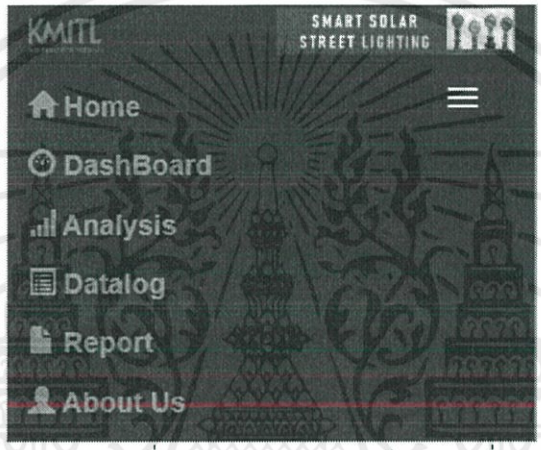
ในหัวข้อนี้จะเป็นการสร้างเว็บแอปพลิเคชันให้มีหน้าเว็บตรงตามที่ออกแบบไว้ในหัวข้อ 3.6.1 ได้แก่ (1) หน้าเว็บ Home หรือ index.html (2) หน้าเว็บ Dashboard หรือ DashBoard.html (3) หน้าเว็บ Analysis หรือ Analysis.html (4) หน้าเว็บ DataLog หรือ DataLog.html (5) หน้าเว็บ About Us หรือ AboutUs.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3.1 การสร้าง Header ของหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

ส่วน Header จะเป็นส่วนที่อยู่ด้านบนสุดของหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งจะเหมือนกันทุกๆหน้าเว็บ จะประกอบไปด้วย (1) สัญลักษณ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (KMTIL) (2) ตราสัญลักษณ์ของโครงงาน (3) แถบตัวเลือก ดังรูปที่ 3.33 และ 3.34

รูปที่ 3.33 ส่วน Header เมื่อแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.34 ส่วน Header เมื่อแสดงผลบนอุปกรณ์พกพา เมื่อกดขยายตัวเลือก

สำหรับการออกแบบตราสัญลักษณ์ของโครงงานถูกออกแบบโดยใช้โปรแกรม Microsoft PowerPoint และโค้ดของส่วน Header แสดงดังรูปที่ 3.35 ซึ่งในการเขียนโค้ดจะเขียน html5 ร่วมกับ Bootstrap

```
<!-- navbar -->
<div class="navbar navbar-inverse navbar-static-top navcolor">
  <div class="container">

    <img src="Picture\SSSL logo split.png" class="img-responsive navbar-left"/>


    <button class="navbar-toggle" data-toggle="collapse" data-target=".navHeader">
      <span class="icon-bar"></span>
      <span class="icon-bar"></span>
      <span class="icon-bar"></span>
    </button>
    <div class="collapse navbar-collapse navHeader">
      <ul class="nav navbar-nav navbar-left navfont">
        <li><a href="index.html"><span class="glyphicon glyphicon-home" aria-hidden="true"></span> Home</a></li>
        <li><a href="DashBoard.html"><span class="glyphicon glyphicon-dashboard" aria-hidden="true"></span> DashBoard</a></li>
        <li><a href="Analysis.html"><span class="glyphicon glyphicon-signal" aria-hidden="true"></span> Analysis</a></li>
        <li><a href="DataLog.html"><span class="glyphicon glyphicon-list-alt" aria-hidden="true"></span> Datalog</a></li>
        <li><a href="Report.html"><span class="glyphicon glyphicon-file" aria-hidden="true"></span> Report</a></li>
        <li><a href="AboutUs.html"><span class="glyphicon glyphicon-user" aria-hidden="true"></span> About Us</a></li>

      </ul>
    </div>
  </div>
</div>
```

รูปที่ 3.35 โค้ด html5 ส่วนแถบเมนู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3.2 การสร้าง Footer ของเว็บแอปพลิเคชัน

ส่วน Footer จะเป็นส่วนที่อยู่ด้านล่างสุดของหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งจะเหมือนกันทุกๆหน้าเว็บ จะประกอบไปด้วย (1) สัญลักษณ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (KMTIL) (2) ที่อยู่ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (3) ข้อมูลสำหรับติดต่อคณะจัดทำ ดังรูปที่ 3.36 และมีโค้ด html5 ดังรูปที่ 3.37

รูปที่ 3.36 Footer ของหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

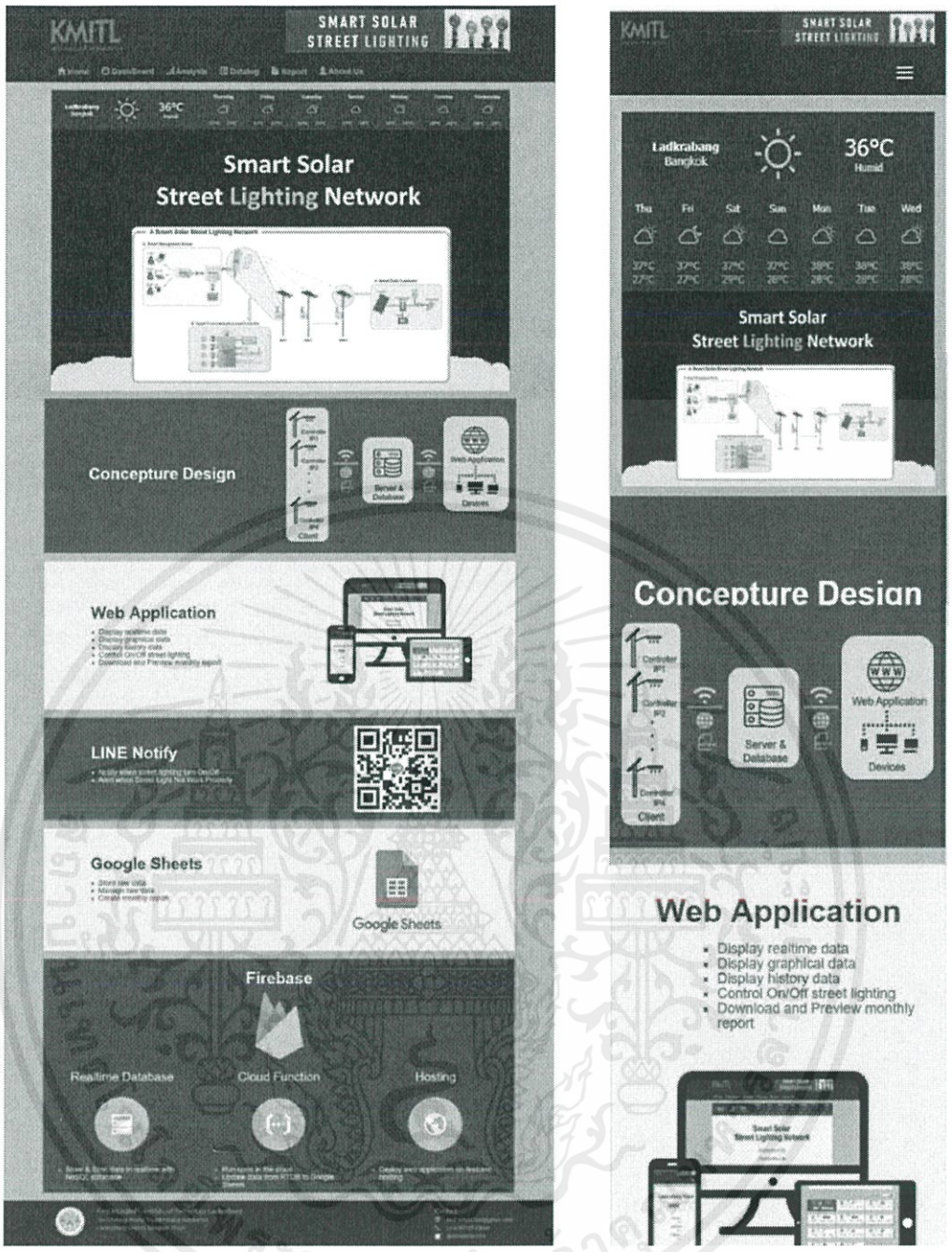
```
436  <!-- Footer -->
437  <footer class="navbar-inverse navbar-static-bottom navcolor">
438    <div class="container">
439      <div class="navbar-text">
440        <img alt="Brand" src="Picture/kmitl-logo2-sm.png">
441      </div>
442      <div class="navbar-text">
443        <div class="changefooterfontsize">King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang </div>
444        Soi Chalong Krung 1 Ladkrabang Subdistrict,<br> Ladkrabang District Bangkok 10520</p>
445      </div>
446
447      <div class="navbar-text navbar-right" >
448        <div class="changefooterfontsize">Contact :</div>
449        <span class="glyphicon glyphicon-envelope" aria-hidden="true"></span>    sssl.project58@gmail.com
450        <br><span class="glyphicon glyphicon-earphone" aria-hidden="true"></span>    (+66)87-0153694
451        <br><span><img alt="Brand" src="Picture/lineicon1.png"></span>    @ssslproject58
452      </div>
453
454  </footer>
```

รูปที่ 3.37 โค้ด html5 ส่วน Footer

3.6.3.3 การสร้างหน้าเว็บ Home

หน้าเว็บ Home เป็นหน้าแรกของเว็บแอปพลิเคชันซึ่งจะจัดแสดงรายละเอียดของโครงงานโครงข่ายไฟถนนอัจฉริยะส่วนการออกแบบระบบบริการจัดการข้อมูลแบบรวมศูนย์ โดยจะอธิบายถึงภาพรวมของโครงงาน ฟังก์ชันการใช้งานของเว็บแอปพลิเคชัน ฟังก์ชันการสร้างรายงานการทำงานของไฟถนนประจำเดือนและฟังก์ชันการแจ้งเตือน ดังรูปที่ 3.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.38 หน้าเว็บ Home

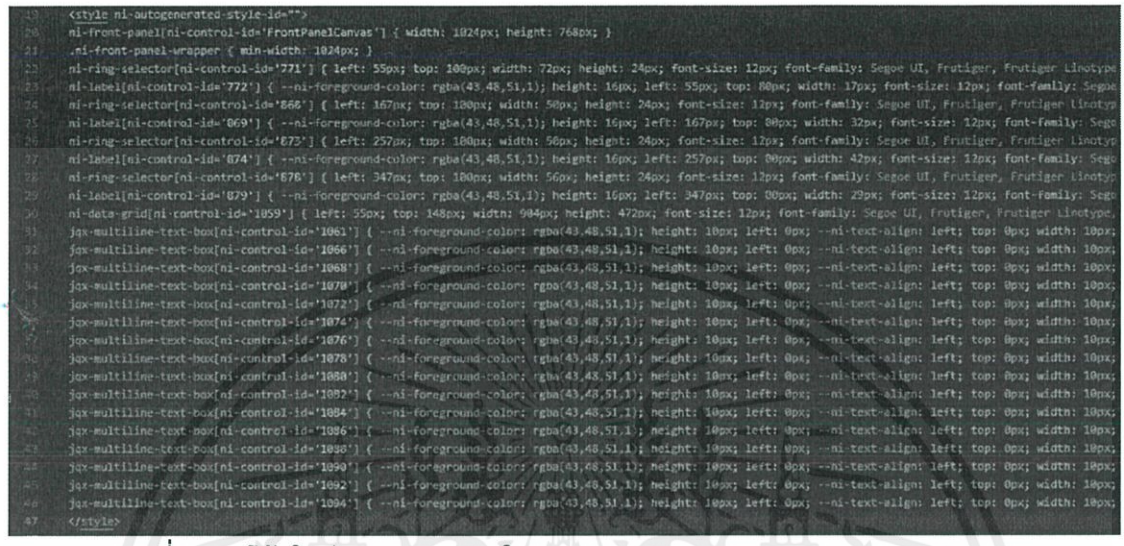
3.6.3.4 การสร้างหน้าเว็บ DashBoard Analysis และ DataLog

หน้าเว็บ DashBoard Analysis และ DataLog ทั้ง 3 หน้าเว็บจะใช้ไฟล์ที่ได้จากโปรแกรม LabVIEW NXG จากหัวข้อที่ 3.6.2 ซึ่งการเขียนโค้ดนั้นจะมีความซับซ้อนกว่าหน้าเว็บอื่นๆ จึงแบ่งออกเป็นมีขั้นตอนการสร้างหน้าเว็บ 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ทำความเข้าใจโครงสร้างของไฟล์ html ที่ได้จากโปรแกรม LabVIEW NXG ซึ่งสามารถแยกออกได้เป็น 3 ส่วน (1) โค้ดภายใน <style ni-autogenerated-style-id="">

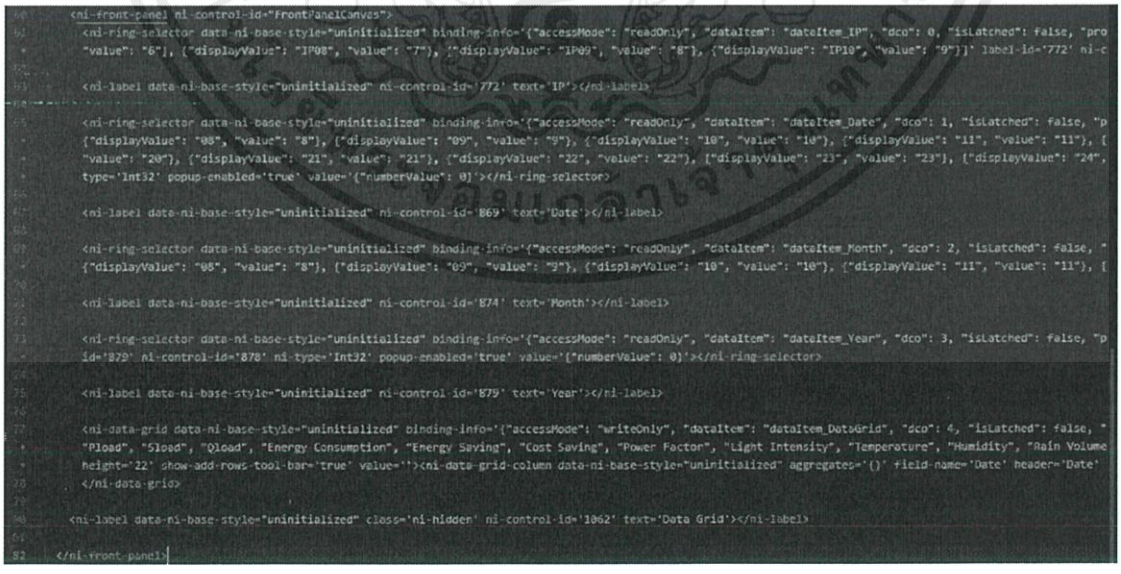
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

</style> ในส่วน Head ของ HTML ดังรูปที่ 3.39 ซึ่งในส่วนนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวระบุตำแหน่งและลักษณะของวัตถุ (2) โค้ดในการเรียกใช้งาน Runtime Engine ในส่วน Body ของ HTML ดังรูปที่ 3.40 ซึ่งจะต้องเรียกไฟล์ .via ที่ได้จากโปรแกรม LabVIEW NXG ในหัวข้อ 3.6.2 (3) โค้ดภายใน <ni-front-panel> ในส่วน Body ของ HTML ซึ่งจะเป็นโค้ดของวัตถุบนหน้าเว็บ ดังรูปที่ 3.41



รูปที่ 3.39 โค้ดในส่วน Head ภายใน <style ni-autogenerated-style-id="">

รูปที่ 3.40 โค้ดในการเรียกใช้งาน Runtime Engine



รูปที่ 3.41 โค้ดของวัตถุบนหน้าเว็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สร้าง CSS ไฟล์ใหม่ขึ้นมาโดยในโครงงานนี้ได้ตั้งชื่อตามชื่อไฟล์ html ได้แก่ DashBoard.css Analysis.css และ DataLog.css หลังจากนั้นจึงย้ายโค้ดภายใน <style> จากขั้นตอนที่ 1 มาไว้ในไฟล์ css แทนเพื่อให้ไฟล์ html มีความเป็นระเบียบและโค้ดน้อยลง ซึ่งภายในไฟล์ html จะต้องทำประกาศการเพิ่มการเชื่อมโยง css ไฟล์ที่สร้างมาใหม่เพื่อเรียกใช้งานดังรูปที่ 3.42

```
<link rel="stylesheet" href="Style/DashBoard.css">
```

รูปที่ 3.42 โค้ดประกาศเชื่อมโยงกับ css ไฟล์ในส่วน head ของ html

ภายใน css ไฟล์นี้จะเพิ่ม class 2 ส่วนได้แก่ content-itemni มีองค์ประกอบดังรูปที่ 3.43 ทำหน้าที่เป็นกรอบครอบวัตถุซึ่งสามารถปรับขนาดให้เหมาะสมกับหน้าเว็บได้ และ front-panel ดังรูปที่ 3.44 เพื่อให้รูปร่างของ Object คงเดิมไม่เปลี่ยนแปลงตามคลาส

```
.content-itemni {
    width: 300px;
    height: 120px;
    margin-top: 10px;
    margin-bottom: 10px;
    margin-left: auto;
    margin-right: auto;
}
```

รูปที่ 3.43 องค์ประกอบของ class content-itemni

```
/* Absolute positioning for WebVI controls within the front-panel divs */
.front-panel [ni-control-id] {
    position: absolute;
}
```

รูปที่ 3.44 องค์ประกอบของ class front-panel

3. จัดเรียงวัตถุในไฟล์ html เพื่อให้หน้าเว็บสามารถรองรับการใช้งานบนอุปกรณ์ทุกชนิด ในขั้นตอนนี้จะใช้ Bootstrap ในการแบ่งหน้าเว็บออกเป็นแถวและคอลัมน์ ดังนั้นเมื่อใช้งานบนอุปกรณ์ที่มีจอแสดงผลขนาดเล็ก จึงทำให้สามารถจัดเรียงคอลัมน์ในรูปแบบพอดีกับจอแสดงผลได้ class ที่ใช้ในการแบ่งแถวคือ row และ class ที่ใช้ในการแบ่งคอลัมน์คือ col-md-x ซึ่งตัวแปร x จะแทนด้วยตัวเลขระหว่าง 1-12 โดยเลข 12 จะเป็นคอลัมน์ขนาดกว้างเต็มแถว ดังนั้นใน 1 แถวจะต้องมีจำนวณและขนาดคอลัมน์ที่รวมกันแล้วมีขนาดเท่ากับ 12 จากนั้นจึงทำการจัดเรียงโค้ดของวัตถุลงในส่วนต่างๆ แต่เนื่องจากตำแหน่งของวัตถุที่กำหนดในไฟล์ css ในส่วน style นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังคงอ้างอิงจากพื้นที่เดิมซึ่งเป็นพื้นที่ว่าง จึงจำเป็นที่จะต้องปรับแก้ไขโค้ดเพื่อให้ได้ตำแหน่งใหม่ที่สอดคล้องกับแถวและคอลัมน์

4. ตกแต่งหน้าเว็บ ซึ่งสามารถทำได้โดยการเพิ่มโค้ดหรือปรับแก้ในไฟล์ css

5. สำหรับหน้าเว็บ DashBoard เพื่อที่จะชี้แจ้งสิทธิ์ในการควบคุมดวงโคมถนน จึงได้ทำการเขียนโค้ดภาษา JavaScript เพื่อแจ้งเตือนรายละเอียดเมื่อผู้ใช้งานเข้าใช้งานหน้า DashBoard โดยมีข้อความดังนี้ "To have permission to control on/off of street lighting, Please insert control authorization pin. Caution! , please prepare the state of button first because when control permission has approved, the button will immediately sent logic to controller. Finally, don't forget to remove pin after you have finished task" ซึ่งสามารถเขียนโค้ดได้ดังรูปที่ 3.45 และแสดงผลดังรูปที่ 3.46

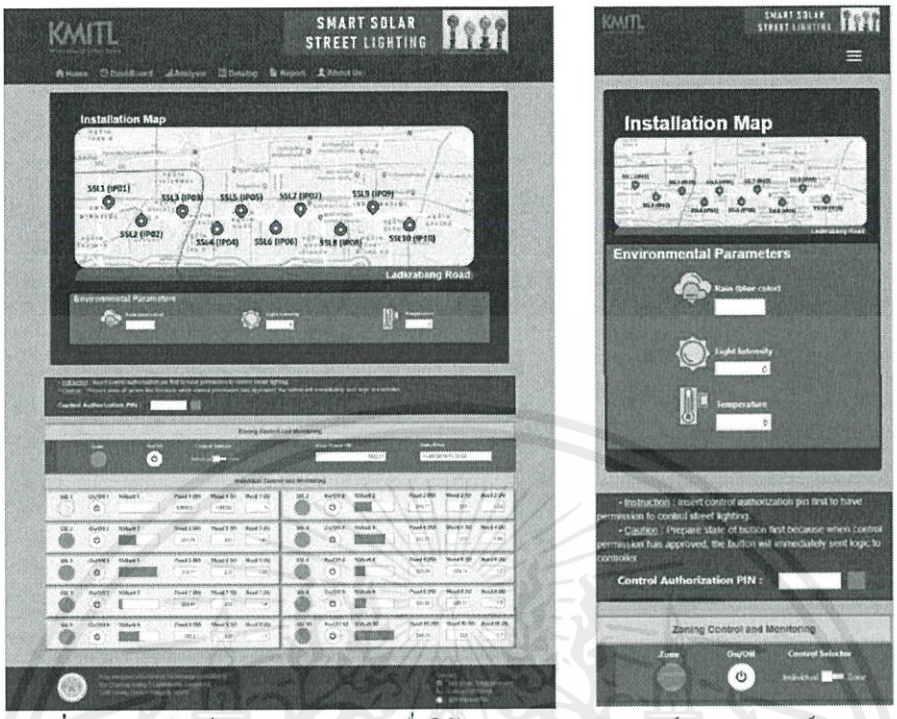
```
window.onload =alertcontrol();

function alertcontrol(){
    alert("To have permission to control on/off of street lighting,\nPlease insert control authorization pin.\nCaution! ,please prepare
}
```

รูปที่ 3.45 โค้ดสำหรับการแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้งานเข้าใช้งานหน้า DashBoard

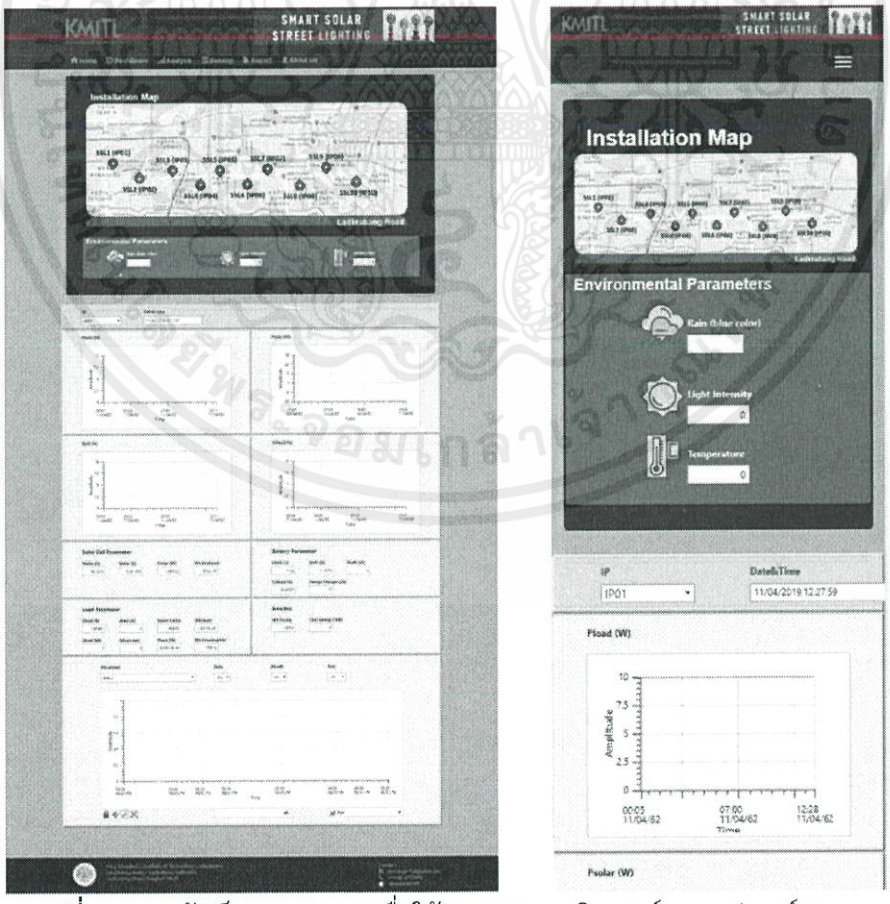
รูปที่ 3.46 การแจ้งเตือนเมื่อเข้าใช้งานหน้าเว็บ DashBoard

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากทั้ง 5 ขั้นตอนจะได้หน้าเว็บต่างๆ ดังรูปที่ 3.47 3.48 และ 3.49

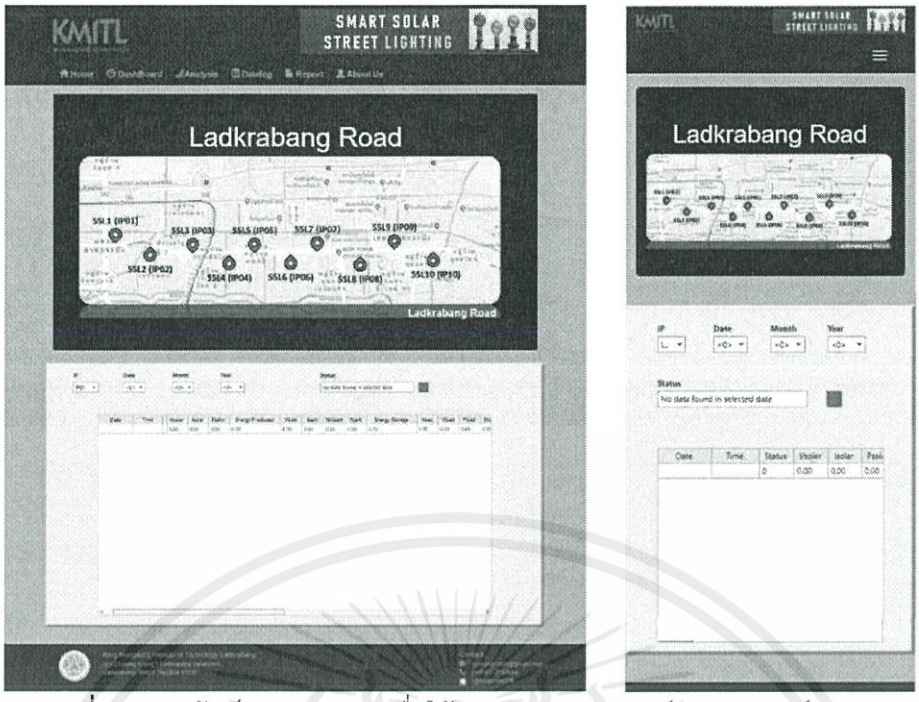


รูปที่ 3.47 หน้าเว็บ DashBoard เมื่อใช้งานบนคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พกพา



รูปที่ 3.48 หน้าเว็บ Analysis เมื่อใช้งานบนคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พกพา

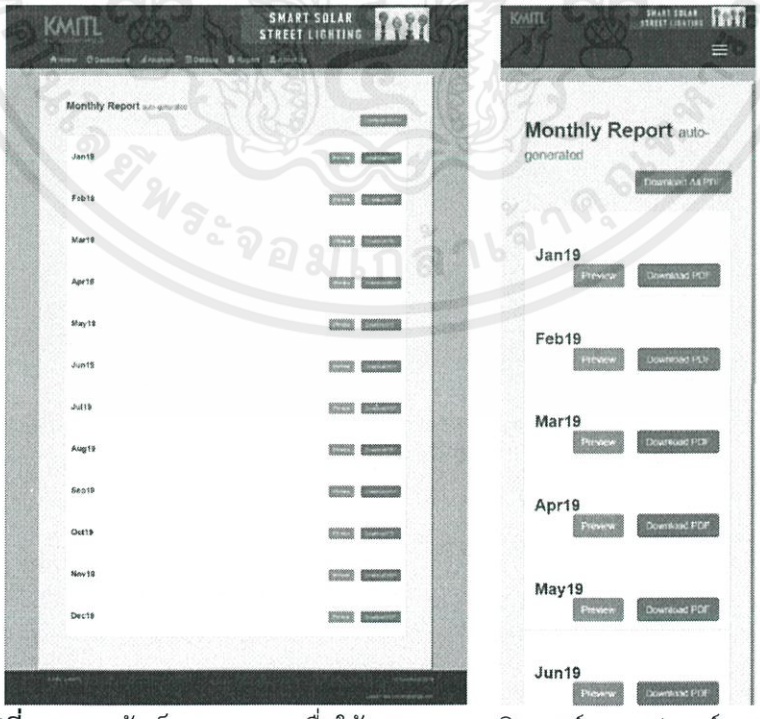
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.49 หน้าเว็บ DataLog เมื่อใช้งานบนคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พกพา

3.6.3.5 การสร้างหน้าเว็บ Report

ภายในหน้าเว็บนี้จะถูกทำการออกแบบเพื่อรองรับการดูตัวอย่างและดาวน์โหลดรายงานที่จะถูกสร้างขึ้นโดยใช้ Google Spreadsheet ซึ่งจะอธิบายในหัวข้อ 3.6.3.5 ซึ่งได้ทำการเขียนโค้ด html ร่วมกับการใช้ Bootstrap จัดแสดงเป็นหน้าเว็บดังรูปที่ 3.50



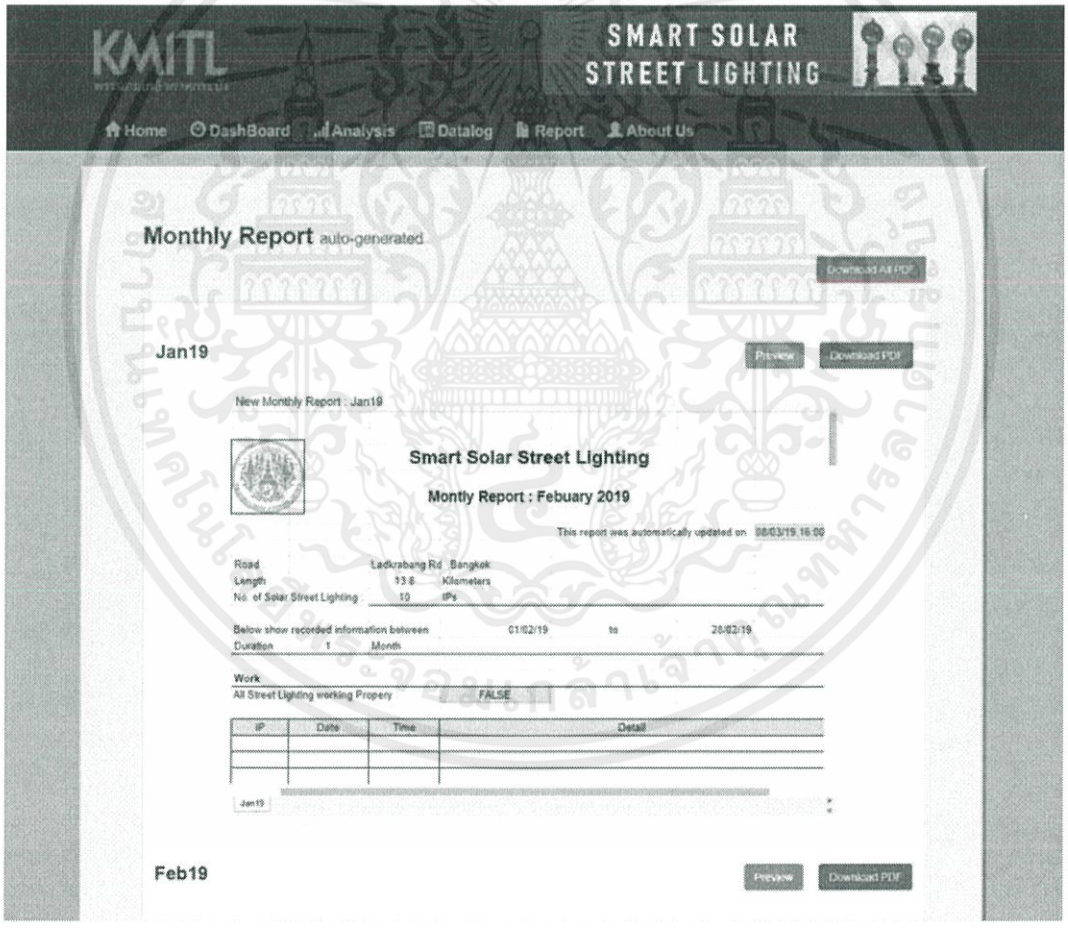
รูปที่ 3.50 หน้าเว็บ Report เมื่อใช้งานบนคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พกพา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาษา JavaScript ถูกนำมาใช้ในการสร้างฟังก์ชันการซ่อนและแสดงวัตถุเมื่อกดปุ่ม Preview ดังรูปที่ 3.51 และ 3.52

```
function hideshow(x) {
  var x = document.getElementById("preview" + x);
  if (x.style.display === "none") {
    x.style.display = "block";
  } else {
    x.style.display = "none";
  }
}
```

รูปที่ 3.51 โค้ดสำหรับการซ่อนและแสดงวัตถุเมื่อกดปุ่ม Preview

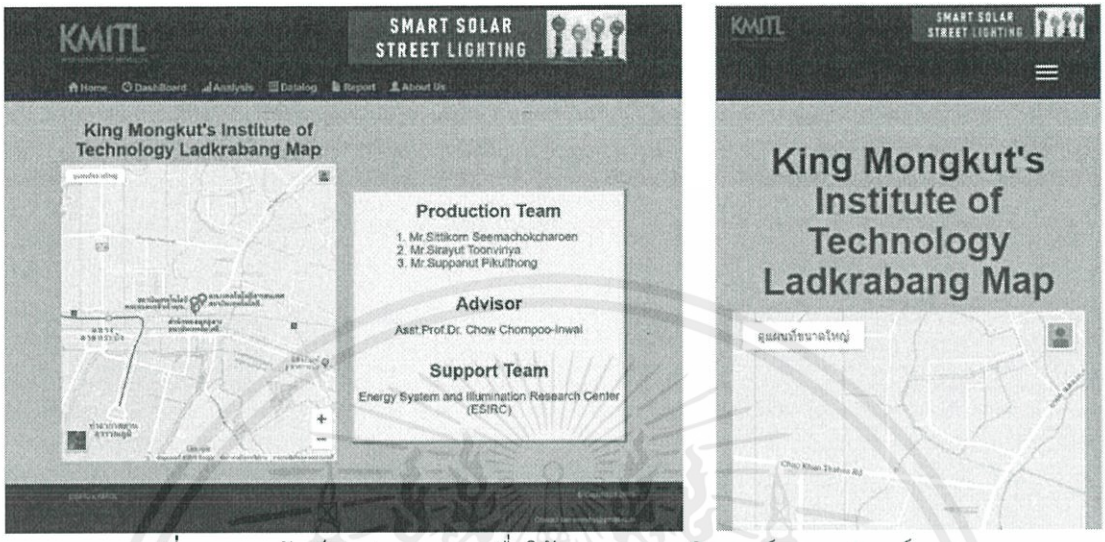


รูปที่ 3.52 หน้าเว็บ Report เมื่อกดปุ่ม Preview

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3.6 การสร้างหน้าเว็บ About Us

ในหน้าเว็บนี้จะจัดแสดงรายระเอียดเกี่ยวกับโครงงาน ซึ่งเขียนขึ้นโดยใช้ภาษา html ร่วมกับ bootstrap มีหน้าเว็บดังรูปที่ 3.53



รูปที่ 3.53 หน้าเว็บ About Us เมื่อใช้งานบนคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พกพา

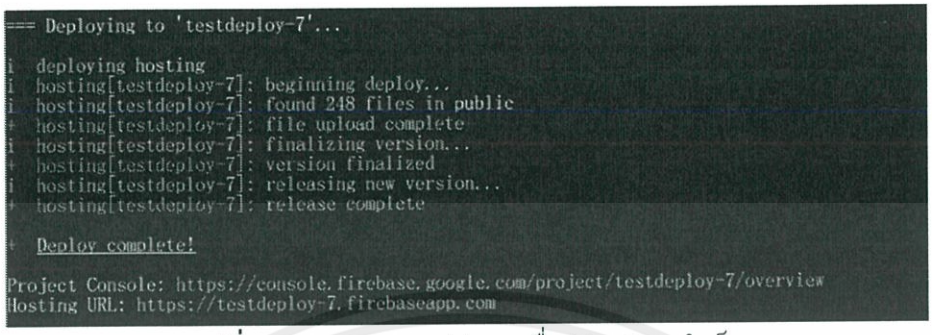
3.6.4 การนำเว็บแอปพลิเคชันขึ้น Firebase Hosting

เพื่อที่จะทำให้เว็บแอปพลิเคชันออนไลน์จึงต้องทำการ Hosting ขึ้นเซิร์ฟเวอร์ เนื่องจาก Firebase Platform นั้นมีบริการ Hosting และไม่คิดอัตราค่าบริการในโครงงานนี้จึงใช้ Firebase ในการโฮสต์เว็บแอปพลิเคชัน ขั้นตอนการทำมีดังนี้

1. ติดตั้ง Node.js และ npm
2. ติดตั้ง Firebase CLI โดยใช้ npm โดยการรันโค้ด $ npm install –g firebase-tools
3. $firebase login
4. เลือกแฟ้มข้อมูลที่เก็บเว็บแอปพลิเคชัน $cd <directory folder path>
5. $firebase init
6. $firebase deploy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากขั้นตอนที่ 6 ถ้าการ Hosting สำเร็จจะปรากฏข้อความดังรูปที่ 3.54 ซึ่งจะแสดงที่อยู่เว็บแอปพลิเคชัน จากนั้นให้ตรวจสอบจำนวนไฟล์ที่อัพโหลดตรงกับจำนวนไฟล์ที่อยู่ในแฟ้มข้อมูลหรือไม่เพื่อความถูก เป็นอันเสร็จสมบูรณ์



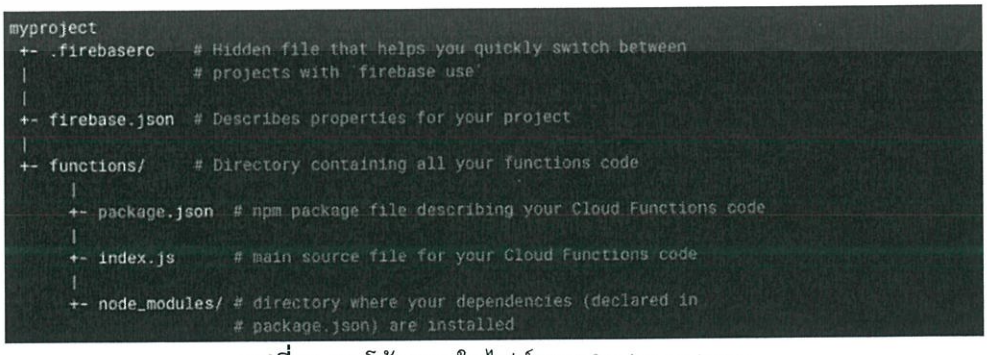
รูปที่ 3.54 Command line เมื่อ Hosting สำเร็จ

3.7 การสร้าง Cloud Function เพื่อเชื่อมฐานข้อมูลกับ Google Sheets

Cloud function เป็นอีกหนึ่งบริการของ firebase ซึ่งเป็นบริการที่จะทำงานคำสั่งในฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งในหัวข้อนี้จะออกแบบให้ข้อมูลบนฐานข้อมูลส่วนข้อมูลย้อนหลังของแต่ละวันจะถูกถ่ายโอนไปยัง Google Sheets ณ เวลา 23.59:40 น. ในทุกๆ วันเพื่อที่จะสำรองข้อมูลและนำไปใช้ในการสร้างรายงานการทำงานของดวงโคมถนนประจำเดือนในหัวข้อที่ 3.8 ต่อไป

3.7.1 การเตรียมความพร้อมก่อนการใช้งาน Cloud function

ในการใช้งาน Cloud function จำเป็นที่จะต้องติดตั้ง node.js npm และ Firebase CLI ซึ่งได้ทำการติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยแล้วในหัวข้อที่ 3.6.4 จากนั้นใน CLI ให้การเลือกแฟ้มข้อมูลที่ต้องการจะรับไฟล์ที่จำเป็นในการใช้งาน Cloud function โดยการรันโค้ด $ firebase init โดยจะมีให้เลือกติดตั้ง npm dependencies ให้ตอบตกลง เมื่อเสร็จกระบวนการภายในแฟ้มข้อมูลจะประกอบด้วยโครงสร้างดังรูปที่ 3.55



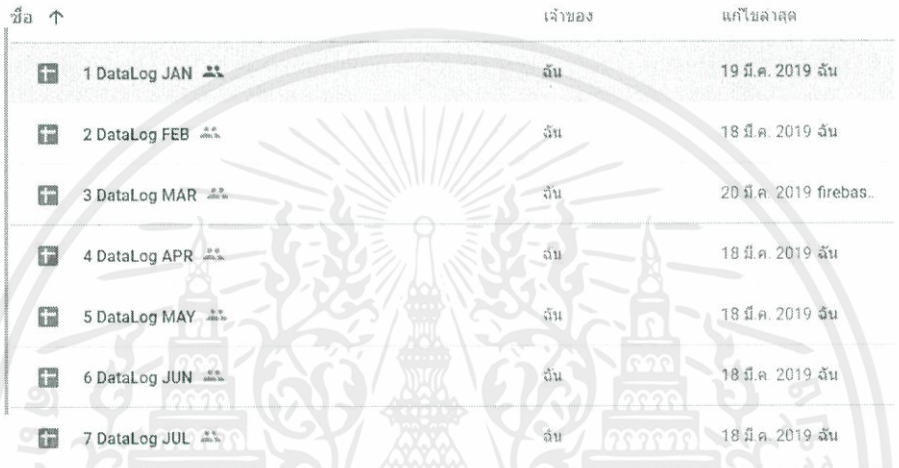
รูปที่ 3.55 โค้ดภายในไฟล์ของ firebase.json

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยไฟล์ package.json จะมีหน้าที่ระบุ dependencies ต่างๆ ที่จะใช้งาน ไฟล์ index.js จะมีหน้าที่บรรจุฟังก์ชันที่ต้องการใช้งาน และ node_modules จะเป็นที่เก็บ dependencies ต่างๆ ที่นำเข้ามา

3.7.2 การเตรียมความพร้อมบน Google Spreadsheet

เพื่อรองรับข้อมูลที่จะถูกนำเข้าโดยฟังก์ชันจึงจำเป็นที่จะต้องสร้างไฟล์ว่างของแต่ละเดือนเตรียมไว้ก่อนดังรูปที่ 3.56 โดยภายในไฟล์จะประกอบไปด้วย 10 Sheet แทน 10 IP ดังรูปที่ 3.57



รูปที่ 3.56 Spreadsheet ของแต่ละเดือน

รูปที่ 3.57 ภายใน Spreadsheet

โดยไฟล์แต่ละไฟล์จะต้องแชร์ให้ firebase สามารถแก้ไขข้อมูลได้ สามารถทำได้โดยการเข้าไปที่ firebase console และไปที่ Project Setting จากนั้นเลือกไปที่ Service Accounts และกดเลือกไปที่ generate new private key เพื่อรับไฟล์ข้อมูล โดยให้เปลี่ยนชื่อไฟล์นี้เป็น service-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

account และนำไปไว้ในแฟ้มข้อมูลของ Function และภายในไฟล์นี้จะมีข้อมูล “Client email” ซึ่ง Spreadsheet ทุกไฟล์จะต้องแชร์ให้อีเมลนี้สามารถเขียนลงบน Spreadsheet ได้

3.7.3 การเขียนโค้ดฟังก์ชันเพื่อส่งออกข้อมูลจากฐานข้อมูลไปยัง Google Sheets

การเขียนโค้ดจะเขียนที่ไฟล์ index.js จะเริ่มจากการตั้งค่าเริ่มต้นดังรูปที่ 3.58 ซึ่งจะประกอบไปด้วยการประกาศฟังก์ชัน การประกาศ firebase admin SDK เพื่ออนุญาตให้เข้าถึงฐานข้อมูล การเรียกใช้ Google Api และการเรียกใช้ JSON Web Token (JWT)

```
"use strict";

const functions = require("firebase-functions");

// Firebase Admin initialization
var admin = require("firebase-admin");
var serviceAccount = require("./service-account.json");
admin.initializeApp({
  credential: admin.credential.cert(serviceAccount),
  databaseURL: "https://sim-server-1779c.firebaseio.com"
});

// Get Google Sheets instance
const { google } = require("googleapis");
const sheets = google.sheets("v4");

// Create JWT
const jwtClient = new google.auth.JWT({
  email: serviceAccount.client_email,
  key: serviceAccount.private_key,
  scopes: ["https://www.googleapis.com/auth/spreadsheets"] // read and write sheets
});
```

รูปที่ 3.58 โค้ดภายในไฟล์ของ firebase.json

ในโครงงานนี้จะมีฟังก์ชันทั้งหมด 10 ฟังก์ชันเนื่องจากมีการจำลองดวงโคมทั้งหมด 10 ดวงโคม (IP1-IP10) จึงจำเป็นต้องเขียนโค้ดฟังก์ชันทั้งหมด 10 ชุดดังรูปที่ 3.59

```
exports.RecordToSheetIP01 = functions.database.ref('/Report').onUpdate(async change => {});
exports.RecordToSheetIP02 = functions.database.ref('/Report').onUpdate(async change => {});
exports.RecordToSheetIP03 = functions.database.ref('/Report').onUpdate(async change => {});
exports.RecordToSheetIP04 = functions.database.ref('/Report').onUpdate(async change => {});
exports.RecordToSheetIP05 = functions.database.ref('/Report').onUpdate(async change => {});
exports.RecordToSheetIP06 = functions.database.ref('/Report').onUpdate(async change => {});
exports.RecordToSheetIP07 = functions.database.ref('/Report').onUpdate(async change => {});
exports.RecordToSheetIP08 = functions.database.ref('/Report').onUpdate(async change => {});
exports.RecordToSheetIP09 = functions.database.ref('/Report').onUpdate(async change => {});
exports.RecordToSheetIP10 = functions.database.ref('/Report').onUpdate(async change => {});
```

รูปที่ 3.59 โค้ดฟังก์ชันทั้ง 10 ชุด (ซ่อนโค้ดภายใน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในโค้ดฟังก์ชันในแต่ละชุดจะมีโค้ดดังรูปที่ 3.60

```
var d = new Date().toLocaleString("en-US", {timeZone: "Asia/Bangkok"});
d = new Date(d);
var date = d.getDate();
var month = d.getMonth() + 1;
var year = d.getYear() + 1900;

var myDateString;
var myMonthString;
myDateString = ('0' + date).slice(-2);
myMonthString = ('0' + month).slice(-2);

var refString = "/Record/IP01/" + myDateString + "-" + myMonthString + "-" + year;

var obj;
await admin.database().ref(refString).once('value',(snapshot) =>{
  obj = snapshot.val();
});
```

รูปที่ 3.60 โค้ดภายในไฟล์ index.js ส่วนที่ 1

จากรูปที่ 3.60 โค้ดในส่วนที่ 1 นี้จะเป็นการประกาศตัวแปร และในบรรทัดที่ 41 ถึง 43 จะเป็นชุดคำสั่งที่ทำหน้าที่รับค่าข้อมูลจากฐานข้อมูลตามที่อยู่อ้างอิงที่กำหนด (refString)

```
var itemArray = [];
var valueArray = [];
await Object.keys(obj).forEach((key, index) => {
  itemArray.push(key);
  itemArray.push(obj[key]);
  valueArray[index] = itemArray;
  itemArray = [];
});

// 2nd
var i=0;
for(i=0; i<valueArray.length; i++){
      var x0 = valueArray[i][1].split(',');
      valueArray[i][1] = x0;
    }

var dataArray = Array(2).fill(null).map(()=>Array(2).fill(null));

var j=0;
var m=0;

for(j=0; j<valueArray.length; j++){
  dataArray[j] = [];
  for(m=0; m<valueArray[j][1].length; m++){
    dataArray[j][m] = valueArray[j][1][m];
  }
}
```

รูปที่ 3.61 โค้ดภายในไฟล์ index.js ส่วนที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.61 โค้ดในส่วนที่ 2 นี้จะเป็นการจัดการข้อมูลเนื่องจากข้อมูลจากฐานข้อมูลส่วนข้อมูลย้อนหลังมีข้อมูลในรูปแบบ CSV และการนำเข้าข้อมูลจากฐานข้อมูลจะนำเข้าในรูปแบบ JSON Object ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องจัดการข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ Array เสียก่อนที่จะส่งไปยัง Google Sheet

```
    var maxRange = valueArray.length + 1;

    var spreadsheetsID;
    switch (month){
      case 1:
        spreadsheetsID = "1yUp6f7F45wZJ5cVnSB4LL8bXQtCgZkBwFBO5XfuOzFE";
        break;
      case 2:
        spreadsheetsID = "1ez6aef9Zt_DGa-uq2aDhLrKFvrZJlx3HMUZa7CElDOs";
        break;
      case 3:
        spreadsheetsID = "1_p6Mb4G-pCHJWo93jlUx4xNz7XYgw2ckKggQWY5A23U";
        break;
      case 4:
        spreadsheetsID = "1YqZ4cxqaxT7ETNoUKIgoil2oVjkBi1kZpOBwOwE9X_w";
        break;
      case 5:
        spreadsheetsID = "1iyQKXzyf6fXi0sbjwHBskN-LJYPcZk4xdnft2zSYTw8";
        break;
      case 6:
        spreadsheetsID = "1csc3QqFdDtKRgfnZoFUrtkRHg6meqXkUVGCS8QmzsCc";
        break;
      case 7:
        spreadsheetsID = "10yte3zZLyNJTBgWr0sfiv1Xh4fZBDcQeEtbNtvDSpfs";
        break;
      case 8:
        spreadsheetsID = "1QNQ6Li5HXie68J8-3G2w2pAOw33zHBG0MFweP7ypSFk";
        break;
```

รูปที่ 3.62 โค้ดภายในไฟล์ index.js ส่วนที่ 3

```
    // Do authorization
    await jwtClient.authorize();

    let request = {
      auth: jwtClient,
      spreadsheetId: spreadsheetsID,
      range: "IP01!A2:Z2" + maxRange,
      valueInputOption: "RAW",
      requestBody: {
        values: dataArray
      }
    };

    // Update data to Google Sheets
    await sheets.spreadsheets.values.append(request, {});
});
```

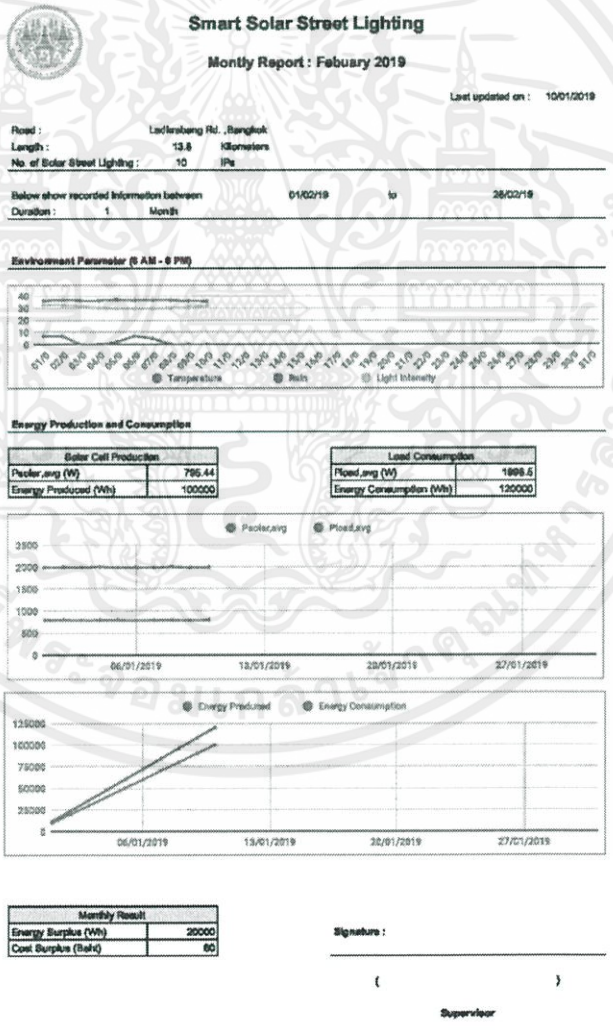
รูปที่ 3.63 โค้ดภายในไฟล์ index.js ส่วนที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.62 จะเป็นการเลือก Spreadsheet ตามเดือนนั้นๆ และจากรูปที่ 3.63 จะเป็นการตั้งค่าการบันทึกข้อมูลลงใน Spreadsheet จากนั้นจึงทำการส่งค่าข้อมูลเข้า Spreadsheet ในโค้ดบรรทัดสุดท้าย

3.8 การสร้างรายงานการทำงานของดวงโคมถนนประจำเดือน

รายงานการทำงานของดวงโคมถนนประจำเดือนถูกออกแบบให้มีลักษณะเป็น 1 Spreadsheet ที่ประกอบด้วย 12 Sheet ซึ่งแทนเดือน 12 เดือน และเมื่อพิมพ์รายงานจะได้รายงานที่มีรูปแบบดังรูปที่ 3.64 3.65 3.66 และ 3.67



Smart Solar Street Lighting

Montly Report : Febuary 2019

Last updated on : 10/01/2019

Road : Ladkrabang Rd. ,Bangkok
Length : 13.8 Kilometers
No. of Solar Street Lighting : 10 lPs

Below show recorded information between 01/02/19 to 28/02/19
Duration : 1 Month

Environment Parameter (6 AM - 6 PM)

Energy Production and Consumption

Solar Cell Production	
Psolar,avg (W)	795.44
Energy Produced (Wh)	100000

Load Consumption	
Pload,avg (W)	1999.5
Energy Consumption (Wh)	120000

Monthly Result	
Energy Surplus (Wh)	20000
Cost Surplus (Baht)	60

Signature :

( )

Supervisor

รูปที่ 3.64 รายงานการทำงานของดวงโคมถนนประจำเดือน หน้าที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data of Average Environment Parameter (6 AM - 6 PM) from IP05

Date	Light Intensity (Lux)	Temperature (Celcius)	Rain (Minutes)
01/01/2019	32.58	36.15	7
02/01/2019	32.43	36.86	7
03/01/2019	31.58	36.29	0
04/01/2019	30.15	36.29	0
05/01/2019	29.86	37	2
06/01/2019	29.58	36.43	7
07/01/2019	29.58	36.72	5
08/01/2019	30.15	36.43	0
09/01/2019	30.72	36.15	0
10/01/2019	31.72	35.72	0
11/01/2019			
12/01/2019			
13/01/2019			
14/01/2019			
15/01/2019			
16/01/2019			
17/01/2019			
18/01/2019			
19/01/2019			
20/01/2019			
21/01/2019			
22/01/2019			
23/01/2019			
24/01/2019			
25/01/2019			
26/01/2019			
27/01/2019			
28/01/2019			
29/01/2019			
30/01/2019			
31/01/2019			

รูปที่ 3.65 รายงานการทำงานของดวงโคมถนนประจำเดือน หน้าที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data of Power and Energy (Track on working time)

Date	Psolar,avg (W)	Pload,avg (W)	Energy Produced (Wh)	Energy Consumption (Wh)
01/01/2019	797.15	1995	10000	12000
02/01/2019	798.58	2000	20000	24000
03/01/2019	790	1995	30000	36000
04/01/2019	797.15	2005	40000	48000
05/01/2019	798.58	1995	50000	60000
06/01/2019	790	2000	60000	72000
07/01/2019	797.15	1995	70000	84000
08/01/2019	798.58	2005	80000	96000
09/01/2019	790	1995	90000	108000
10/01/2019	797.15	2000	100000	120000
11/01/2019				
12/01/2019				
13/01/2019				
14/01/2019				
15/01/2019				
16/01/2019				
17/01/2019				
18/01/2019				
19/01/2019				
20/01/2019				
21/01/2019				
22/01/2019				
23/01/2019				
24/01/2019				
25/01/2019				
26/01/2019				
27/01/2019				
28/01/2019				
29/01/2019				
30/01/2019				
31/01/2019				

Psolar monthly average	795.44	W
Energy Monthly Produced	100000	kWh
Pload Monthly Average	1998.5	W
Energy Monthly Consumed	120000	kWh

รูปที่ 3.66 รายงานการทำงานของดวงโคมถนนประจำเดือน หน้าที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Failures Log

Date	Time	Detail
01/03/2019	02:09:49	Street Lighting IP10 is not turn on
02/03/2019	03:09:49	Street Lighting IP10 is not turn on
03/03/2019	04:09:49	Street Lighting IP01 is not turn on
04/03/2019	05:09:49	Street Lighting IP01 is not turn on
05/03/2019	06:09:49	Street Lighting IP05 is not turn off
06/03/2019	07:09:49	Street Lighting IP07 is not turn on
07/03/2019	08:09:49	Street Lighting IP08 is not turn off
08/03/2019	09:09:49	Street Lighting IP10 is not turn on
09/03/2019	10:09:49	Street Lighting IP01 is not turn off
10/03/2019	11:09:49	Street Lighting IP10 is not turn on
11/03/2019	12:09:49	Street Lighting IP10 is not turn on

รูปที่ 3.67 รายงานการทำงานของดวงโคมถนนประจำเดือน หน้าที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเขียนรายงานจะเป็นข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลภายใน Spreadsheet ของข้อมูลดิบที่นำเข้ามาจากฐานข้อมูลส่วนข้อมูลย้อนหลังในหัวข้อ 3.7 ซึ่งภายในไฟล์ DataLog ของแต่ละเดือนและไฟล์รายงานประจำเดือนจะมีการเขียนสูตรที่พร้อมรองรับข้อมูลเมื่อมีการส่งเข้ามาโดย Cloud function ในทุกๆวัน ดังนั้นรายงานประจำเดือนจะมีการอัพเดทข้อมูลโดยอัตโนมัติเมื่อมีข้อมูลถูกส่งมาจากฐานข้อมูลโดย Cloud function

การจัดการข้อมูลแสดงดังตารางที่ 3.6 และ 3.7

ตารางที่ 3.6 การจัดการข้อมูลของแต่ละดวงโคมประจำวันใน Sheet ของแต่ละดวงโคม

ค่าพารามิเตอร์	การจัดการข้อมูลแต่ละดวงโคม	ตัวอย่างสูตรการคำนวณ
Psolar,avg	เฉลี่ยข้อมูลที่อยู่ระหว่าง 06.00 น. – 18.00 น.	=IFERROR(ArrayFormula(Roundup(AVERAGE(IF ((A:A=AA3)*(A:A>="06:00:00")*(A:A<="18:00:00") ,VALUE(F:F))),2)),"")
Pload,avg	เฉลี่ยข้อมูลที่อยู่ระหว่าง 18.00 น. – 6.00 น.	=IFERROR(ArrayFormula(Roundup(AVERAGE(IF ((A:A=AA3)*((A:A<="06:00:00")+(A:A>="18:00:00")), VALUE(O:O))),2)),"")
Energy Produced	ข้อมูลล่าสุด	=IF(AH3="","",lookup(AB3,A:A,G:G))
Energy Consumption	ข้อมูลล่าสุด	=IF(AH3="","",lookup(AB3,A:A,R:R))
Light Intensity	เฉลี่ยข้อมูลที่อยู่ระหว่าง 06.00 น. – 18.00 น.	=IFERROR(ArrayFormula(Roundup(AVERAGE(IF(($A:$A=$AA3)*(($A:$A>="06:00:00")+($A: $A<="18:00:00")),VALUE(V:V))),2)),"")
Temperature	เฉลี่ยข้อมูลที่อยู่ระหว่าง 06.00 น. – 18.00 น.	=IFERROR(ArrayFormula(Roundup(AVERAGE (IF(($A:$A=$AA3)*(($A:$A>="06:00:00")+ ($A:$A<="18:00:00")),VALUE(W:W))),2)),"")
Rain Volume	เฉลี่ยข้อมูลที่อยู่ระหว่าง	=IF(AB3="","", IFERROR(ArrayFormula(Roundup(SUM(IF (($A:$A=$AA3)*(($A:$A>="06:00:00")+($A:$A<="18:00:00")),

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	06.00 น. – 18.00 น.	VALUE(X:X))),2)),"ERROR"))

ตารางที่ 3.7 การจัดการข้อมูลรวมทุกดวงโคมประจำวันใน Sheet "Prepare Data"

ค่าพารามิเตอร์	การจัดการข้อมูลทุกดวงโคม	ตัวอย่างสูตรการคำนวณ
Psolar	นำข้อมูลที่ได้จากการจัดการข้อมูลแต่ละดวงโคมของทุกดวงโคมมาเฉลี่ย	=IF(('IP01'!AG3+'IP02'!AG3+'IP03'!AG3 +'IP04'!AG3+'IP05'!AG3+'IP06'!AG3 +'IP07'!AG3+'IP08'!AG3+'IP09'!AG3 +'IP10'!AG3)/$G$3=0,"", ('IP01'!AG3+'IP02'!AG3+'IP03'!AG3 +'IP04'!AG3+'IP05'!AG3+'IP06'!AG3 +'IP07'!AG3+'IP08'!AG3+'IP09'!AG3 +'IP10'!AG3)/$G$3
Pload	นำข้อมูลที่ได้จากการจัดการข้อมูลแต่ละดวงโคมของทุกดวงโคมมาเฉลี่ย	=IF(('IP01'!AH3+'IP02'!AH3+'IP03'!AH3 +'IP04'!AH3+'IP05'!AH3+'IP06'!AH3 +'IP07'!AH3+'IP08'!AH3+'IP09'!AH3 +'IP10'!AH3)/$G$3=0,"", ('IP01'!AH3+'IP02'!AH3+'IP03'!AH3 +'IP04'!AH3+'IP05'!AH3+'IP06'!AH3 +'IP07'!AH3+'IP08'!AH3+'IP09'!AH3 +'IP10'!AH3)/$G$3)
Energy Produced	นำข้อมูลล่าสุดของทุกดวงโคมมารวมกัน	=IF(('IP01'!AI3+'IP02'!AI3+'IP03'!AI3 +'IP04'!AI3+'IP05'!AI3+'IP06'!AI3 +'IP07'!AI3+'IP08'!AI3+'IP09'!AI3 +'IP10'!AI3)=0,"", ('IP01'!AI3+'IP02'!AI3+'IP03'!AI3 +'IP04'!AI3+'IP05'!AI3+'IP06'!AI3 +'IP07'!AI3+'IP08'!AI3+'IP09'!AI3 +'IP10'!AI3))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Energy Consumption	นำข้อมูลล่าสุดของทุกดวงโคมมารวมกัน	=IF((‘IP01’!AJ3+’IP02’!AJ3+’IP03’!AJ3 +’IP04’!AJ3+’IP05’!AJ3+’IP06’!AJ3 +’IP07’!AJ3+’IP08’!AJ3+’IP09’!AJ3 +’IP10’!AJ3)=0,””, (‘IP01’!AJ3+’IP02’!AJ3+’IP03’!AJ3 +’IP04’!AJ3+’IP05’!AJ3+’IP06’!AJ3 +’IP07’!AJ3+’IP08’!AJ3+’IP09’!AJ3 +’IP10’!AJ3))
Light Intensity	นำข้อมูลที่ได้จากการจัดการข้อมูลแต่ละดวงโคมเฉพาะของดวงโคมกลางถนน	=ArrayFormula(‘IP05’!AB3:AE33)
Temperature	นำข้อมูลที่ได้จากการจัดการข้อมูลแต่ละดวงโคมเฉพาะของดวงโคมกลางถนน	
Rain Volume	นำข้อมูลที่ได้จากการจัดการข้อมูลแต่ละดวงโคมเฉพาะของดวงโคมกลางถนน	

จากนั้นในไฟล์รายงานการทำงานของดวงโคมประจำเดือนจะนำเข้าข้อมูลที่ผ่านการจัดการแล้วโดยใช้สูตร IMPORTRANGE(Spreadsheet ID, Sheet!&Range) ในการนำเข้าข้อมูลมาบันทึกลงในรายงานและมีการนำข้อมูลไปแสดงผลในรูปแบบกราฟ ซึ่งรายงานทุกฉบับสามารถเข้าถึงได้โดยผ่านทางเว็บแอปพลิเคชันหน้าเว็บ Report ตามที่ได้ออกแบบไว้ในหัวข้อที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 การสร้างการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

แอปพลิเคชันไลน์เป็นแชทแอปพลิเคชันที่ได้รับความนิยมในประเทศไทย ซึ่งในหัวข้อนี้จะทำการนำเอาแอปพลิเคชันไลน์มาใช้ร่วมกับโครงข่ายไปถนนอัจฉริยะผ่านทางบริการ LINE Notify ซึ่งเป็นบริการที่ให้นักพัฒนาสามารถออกแบบการส่งข้อความผ่าน LINE Application Programming Interface หรือ LINE API ได้ โดยจะทำการเขียนโปรแกรมบนชุดควบคุมบนอุปกรณ์ Node MCU เพื่อให้มีการแจ้งเตือนผ่านไลน์แอปพลิเคชันอย่างอัตโนมัติเมื่อไฟถนนมีการเปิดหรือปิดและเมื่อไฟถนนทำงานผิดปกติไม่ว่าจะเป็นไฟถนนไม่ติดหรือไฟถนนไม่ดับ ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมได้ดังรูปที่ 3.68 และ 3.69

```
//-----------------LINE Notify---Check State Changing of Street lighting-------------------- //
if (data[0] != laststatus){
  if (status == 1){
    Serial.println("Street Lighting IP01 turn ON");
    LINE.notify("Street Lighting turn on");
  }
  if (data[0] == 0){
    Serial.println("Street lighting IP01 turn OFF");
    LINE.notify("Street Lighting turn off");
  }
}
laststatus = data[0];
```

รูปที่ 3.68 โค้ดการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์เมื่อไฟถนนมีการเปลี่ยนสถานะ

```
//----------------Failure Check Every 10 min----------------//

if(data[0] == 1){
  TimeCountON++;
  TimeCountOFF = 0;
  if(TimeCountON>1200){
    TimeCountON = 0;
    }
  }
if(data[0] == 0){
  TimeCountOFF++;
  TimeCountON = 0;
  if(TimeCountOFF>1200){
    TimeCountOFF = 0;
    }
  }
 Serial.println(TimeCountON);

if ( (data[0] == 1) && (data[10] <= 0.8) && (saveday2 != p_tm->tm_mday) && (TimeCountON == 1200)){
  Firebase.pushString("Report/Failures/"+ strmonth + "'" + stryear + "/",strdatetime + "," + "Street Lighting IP01 is not turn on");
  LINE.notify("Alert!! " + strdatetime + " Street Lighting IP01 is not turn on");
  saveday2 = p_tm->tm_mday;
  }

if ( (data[0] == 0) && (data[10] >= 0.8) && (saveday3 != p_tm->tm_mday) && (TimeCountOFF == 1200)){
  Firebase.pushString("Report/Failures/"+ strmonth + "'" + stryear + "/",strdatetime + "," + "Street Lighting IP01 is not turn off");
  LINE.notify("Alert!! " + strdatetime + " Street Lighting IP01 is not turn off");
  saveday3 = p_tm->tm_mday;
  }
```

รูปที่ 3.69 โค้ดการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์เมื่อไฟถนนทำงานผิดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

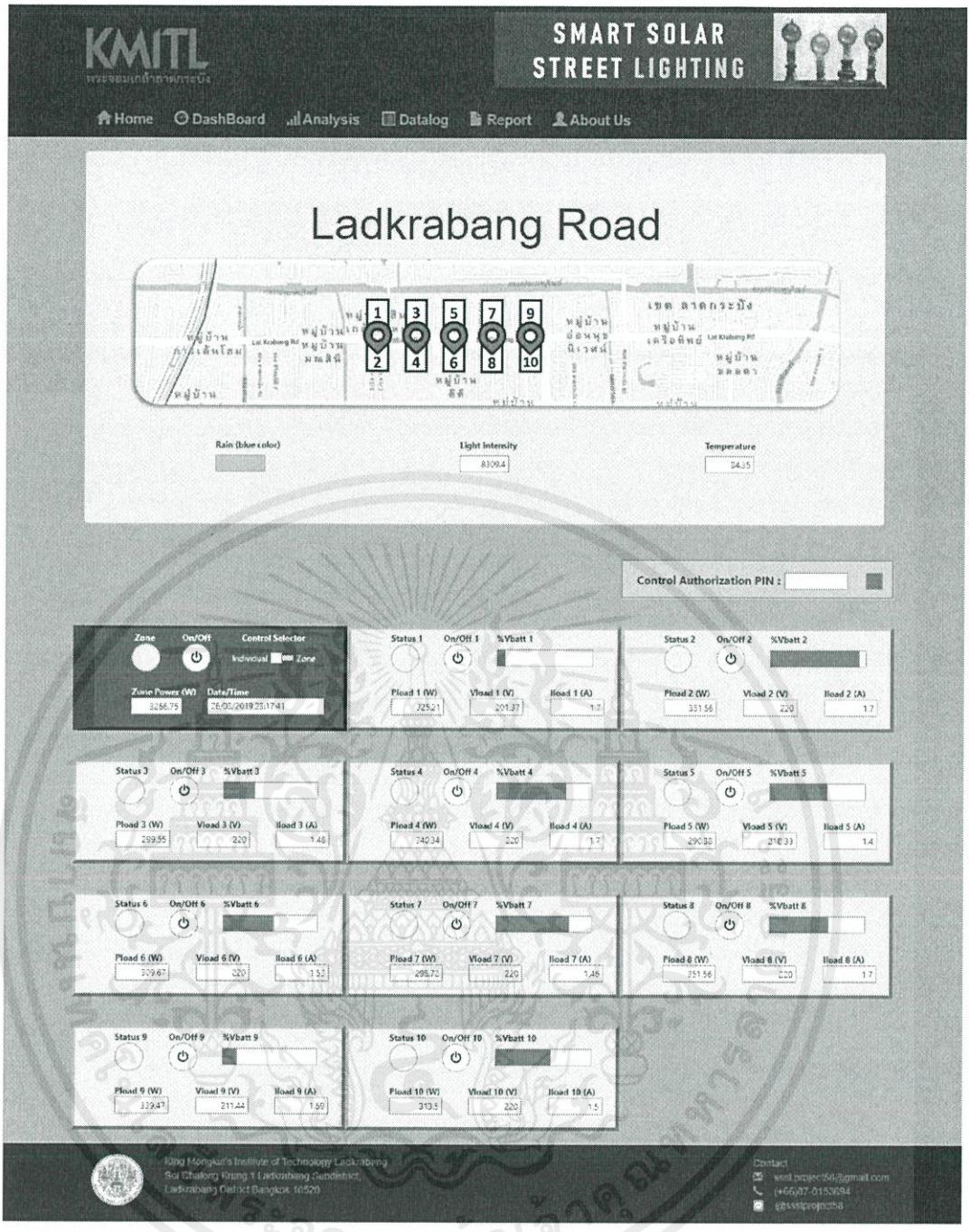
การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะทำการทดลองนำเอาระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์ที่ได้ทำการออกแบบไว้ในบทที่ 3 ซึ่งประกอบด้วยส่วนการทำงานฝั่งเซิร์ฟเวอร์ได้แก่ ฐานข้อมูล และ Cloud Function และส่วนผู้ใช้งานหรือฝั่งไคลเอนต์นั้นก็คือเว็บแอปพลิเคชัน โดยจะนำทั้งสองส่วนมาทำการทดลองโดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การทดลองที่ 1 การทดลองระบบโดยใช้โปรแกรมจำลองไฟถนนจำนวณ 10 ดวงโคม และการทดลองที่ 2 การทดลองระบบโดยเชื่อมต่อกับชุดควบคุมและไฟถนน ซึ่งในการทดลองที่ 2 จะเป็นการทดลองใช้งานจริงที่จะเชื่อมต่อกับระบบโครงข่ายไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะส่วน A การออกแบบโคมไฟถนน และส่วน B การออกแบบชุดควบคุม

4.1 การทดลองระบบโดยใช้โปรแกรมจำลองไฟถนนจำนวณ 10 ดวงโคม

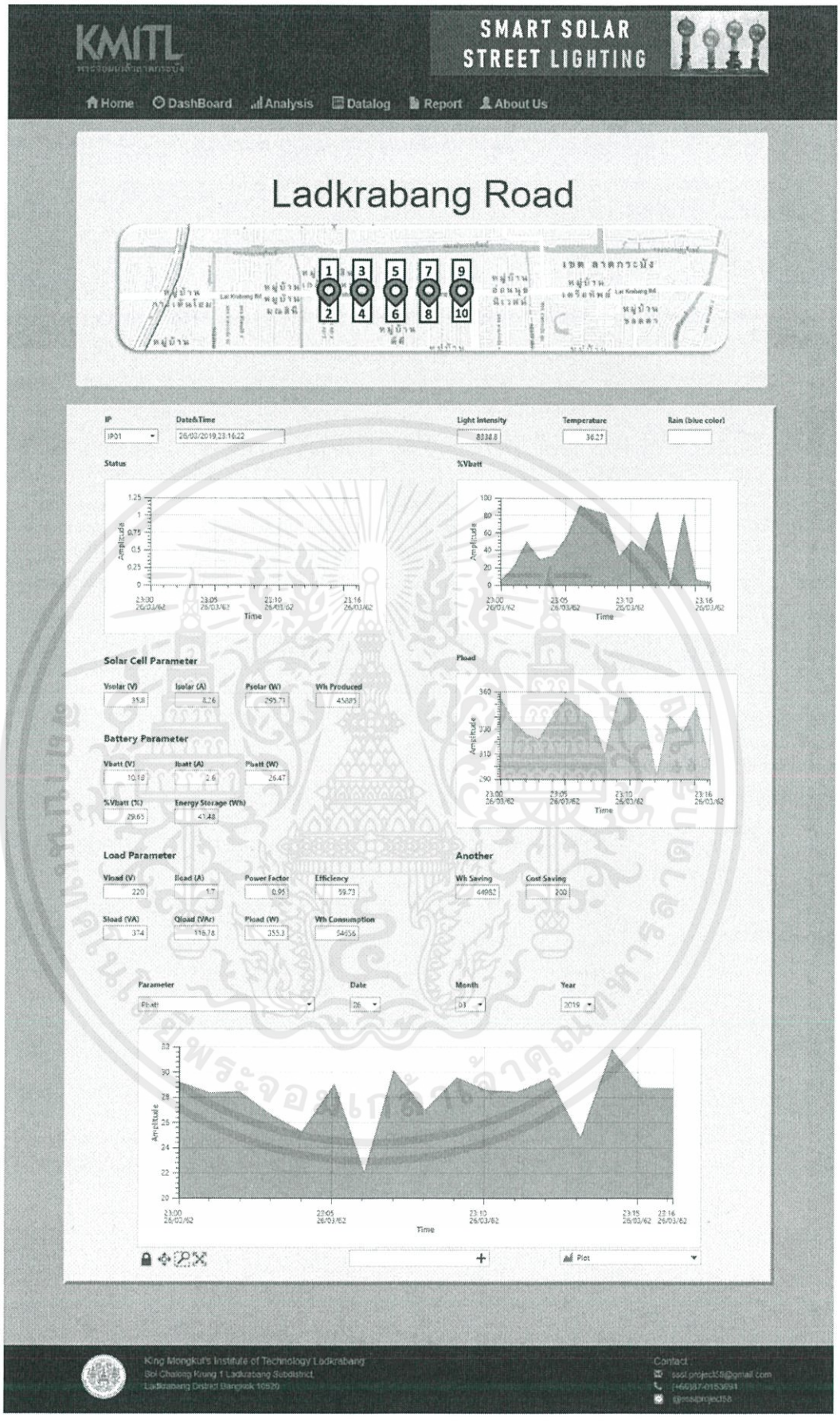
ในการทดลองนี้จะทำการทดลองระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์โดยใช้โปรแกรมจำลองข้อมูลไฟถนนที่ได้ออกแบบไว้ในหัวข้อ 3.5 โดยการทดลองจะทำการสั่งให้โปรแกรมจำลองไฟถนนทำงานตั้งแต่วันที่ 26 มีนาคมเวลา 23.00 น. ไปจนถึงวันที่ 27 มีนาคมเวลา 11.00 น. รวมเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง และทำการบันทึกผลการทดลองโดยแบ่งออกเป็นหัวข้อดังนี้ (1) การทดลองตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแบบเรียลไทม์ (2) การทดลอง Cloud Function และ Google Spreadsheets Google Spreadsheet และ (3) การทดลองตรวจสอบปริมาณข้อมูลและปริมาณการใช้งานฐานข้อมูล จากการทดลองทำการสั่งให้โปรแกรมจำลองข้อมูลไฟถนนทำงาน ทำการบันทึกผลการทำงานหน้าเว็บแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องได้ดังรูปที่ 4.1 4.2 และ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



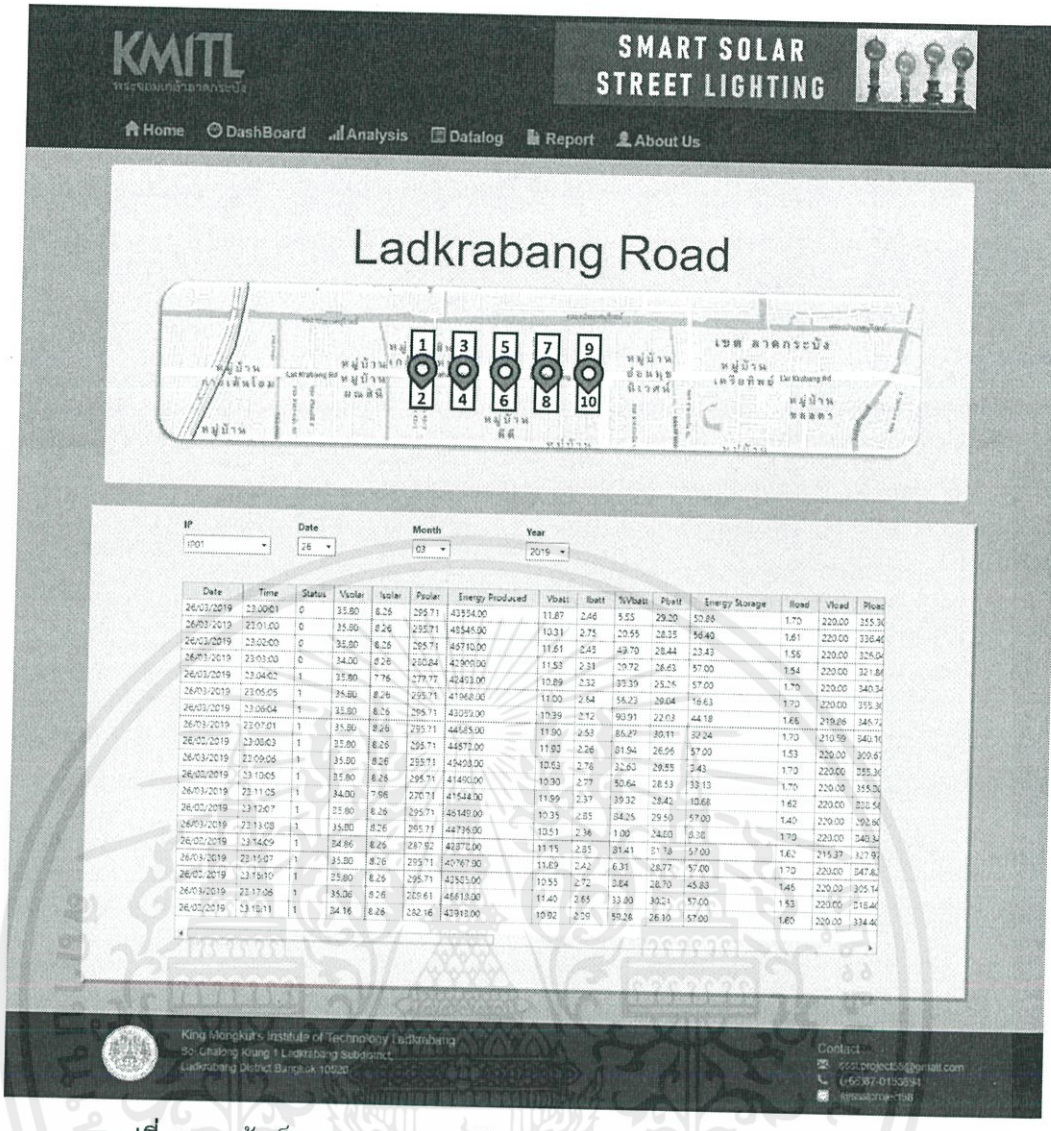
รูปที่ 4.1 หน้าเว็บ Dashboard ขณะโปรแกรมจำลองไฟถนนทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 หน้าเว็บ Analysis ขณะโปรแกรมจำลองไฟถนนทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 หน้าเว็บ Datalog ขณะโปรแกรมจำลองไฟถนนทำงาน

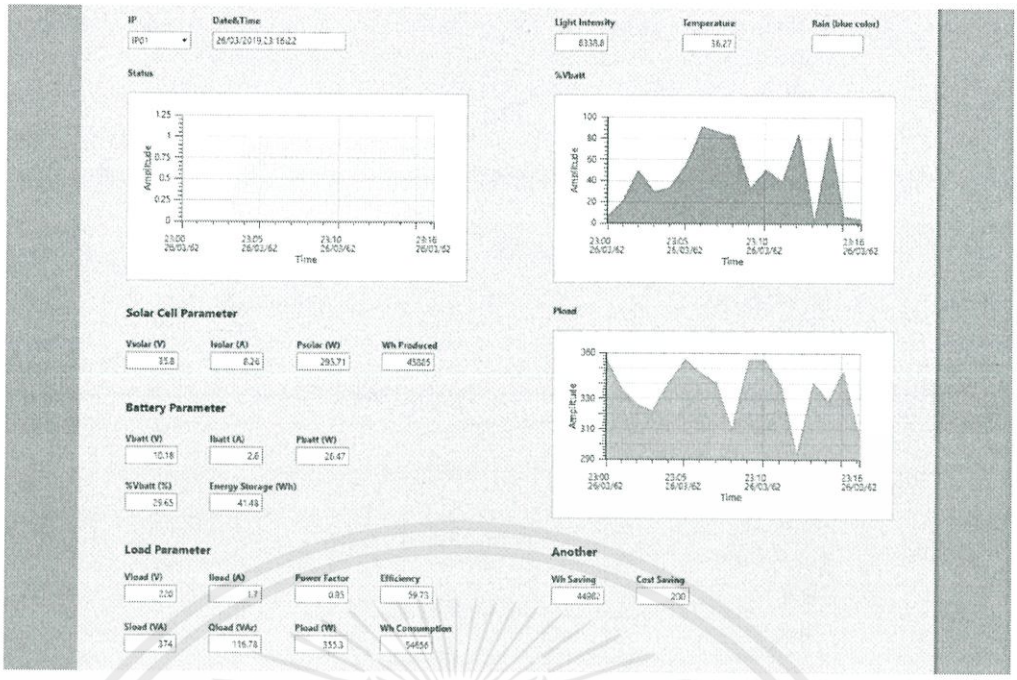
4.1.1 การทดลองตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแบบเรียลไทม์

การทดลองตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแบบเรียลไทม์โดยได้ทำการบันทึกภาพของข้อมูล ณ เวลาเดียวกันระหว่างข้อมูลบนฐานข้อมูลและข้อมูลบนเว็บแอปพลิเคชัน ดังรูปที่ 4.4 และ 4.5 นำข้อมูลค่าพารามิเตอร์ต่างๆ บันทึกลงในตารางที่ 4.1 เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

{"%Vbatt":29.65,"Cost Saving":200,"DateTime":"26/03/2019,23:16:22","Efficiency":59.73,"Energy Consumption":54656,"Energy Produced":45885,"Energy Saving":44982,"Energy Storage":41.48,"Ibatt":2.6,"Iload":1.7,"Isolar":8.26,"Light Intensity":8338.8,"Pbatt":26.47,"Pload":355.3,"Power Factor":0.95,"Psolar":295.71,"Qload":116.78,"Rain Volume":0,"Sload":374,"Status":1,"Temperature":36.27,"Vbatt":10.18,"Vload":220,"Vsolar":35.8}

รูปที่ 4.4 ข้อมูลบนฐานข้อมูลในรูปแบบ JSON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ข้อมูลบนเว็บแอปพลิเคชัน

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างฐานข้อมูลและเว็บแอปพลิเคชัน

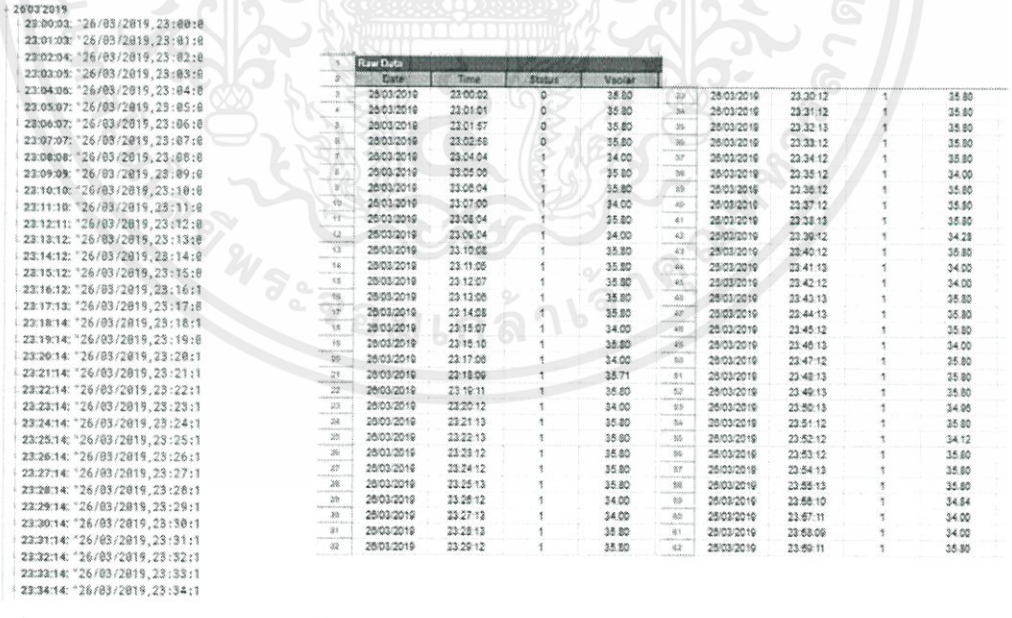
ค่าพารามิเตอร์ของ IP05	ค่าที่แสดงในฐานข้อมูล	ค่าที่แสดงบนเว็บแอปพลิเคชัน
Status	1	1
Vsolar (V)	35.8	35.8
Isolar (A)	8.26	8.26
Psolar (W)	295.71	295.71
Energy Produced (Wh)	45885	45885
Vbatt (V)	10.18	10.18
Ibatt (I)	2.6	2.6
%Vbatt (%)	29.65	29.65
Pbatt (W)	26.47	26.47
Energy Storage (Ah)	41.48	41.48
Iload (A)	1.7	1.7
Vload (V)	220	220
Pload (W)	355.3	355.3
Sload (VA)	374	374
Qload (var)	116.78	116.78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Energy Consumption(Wh)	54,656	54,656
Energy Saving (Wh)	44,982	44,982
Cost Saving (THB)	200	200
Power Factor	0.95	0.95
Light Intensity (lux)	833.8	833.8
Temperature (°C)	36.27	36.27
Rain Volume	0	0
Efficiency	59.73	59.73

4.1.2 การทดลอง Cloud Function และ Google Spreadsheets

ในการทดลองนี้จะทำการทดลองการทำงานของ Cloud Function ที่จะทำหน้าที่ในการคัดลอกข้อมูลจากฐานข้อมูลส่วนบันทึกย้อนหลังและไปเขียนใน Google Spreadsheets โดยจะทำการสั่งให้ Cloud Function ทำงาน ณ วันที่ 26 มีนาคม เวลา 23.59 น. และวันที่ 27 มีนาคม เวลา 23.59 น. ซึ่งผลการทดลองพบว่าข้อมูลจากฐานข้อมูลส่วนบันทึกข้อมูลย้อนหลังถูกเขียนลงบน Google Spreadsheets ครบทุกไฟถนน (IP01 – IP10) และทำการตรวจสอบความถูกต้องของปริมาณข้อมูลดังรูปที่ 4.6 โดยบันทึกผลลงในตารางที่ 4.2



	Raw Data			
	Date	Time	Status	Vsolar
2	26/03/2019	23:00:02	0	35.80
3	26/03/2019	23:01:01	0	35.80
4	26/03/2019	23:01:57	0	35.80
5	26/03/2019	23:02:58	0	35.80
6	26/03/2019	23:04:04	1	34.00
7	26/03/2019	23:05:06	1	35.80
8	26/03/2019	23:06:04	1	35.80
9	26/03/2019	23:07:00	1	34.00
10	26/03/2019	23:08:04	1	35.80
11	26/03/2019	23:09:04	1	34.00
12	26/03/2019	23:10:05	1	35.80
13	26/03/2019	23:11:05	1	35.80
14	26/03/2019	23:12:07	1	35.80
15	26/03/2019	23:13:06	1	35.80
16	26/03/2019	23:14:05	1	35.80
17	26/03/2019	23:15:07	1	34.00
18	26/03/2019	23:16:10	1	35.80
19	26/03/2019	23:17:06	1	34.00
20	26/03/2019	23:18:09	1	35.71
21	26/03/2019	23:19:11	1	35.80
22	26/03/2019	23:20:12	1	34.00
23	26/03/2019	23:21:13	1	35.80
24	26/03/2019	23:22:13	1	35.80
25	26/03/2019	23:23:12	1	35.80
26	26/03/2019	23:24:12	1	35.80
27	26/03/2019	23:25:13	1	35.80
28	26/03/2019	23:26:12	1	34.00
29	26/03/2019	23:27:13	1	34.00
30	26/03/2019	23:28:13	1	35.80
31	26/03/2019	23:29:12	1	35.80

32	26/03/2019	23:30:12	1	35.80
33	26/03/2019	23:31:12	1	35.80
34	26/03/2019	23:32:13	1	35.80
35	26/03/2019	23:33:12	1	35.80
36	26/03/2019	23:34:12	1	35.80
37	26/03/2019	23:35:12	1	34.00
38	26/03/2019	23:36:12	1	35.80
39	26/03/2019	23:37:12	1	35.80
40	26/03/2019	23:38:13	1	35.80
41	26/03/2019	23:39:12	1	34.28
42	26/03/2019	23:40:12	1	35.80
43	26/03/2019	23:41:13	1	34.00
44	26/03/2019	23:42:12	1	34.00
45	26/03/2019	23:43:13	1	35.80
46	26/03/2019	23:44:13	1	35.80
47	26/03/2019	23:45:12	1	35.80
48	26/03/2019	23:46:13	1	34.00
49	26/03/2019	23:47:12	1	35.80
50	26/03/2019	23:48:13	1	35.80
51	26/03/2019	23:49:13	1	35.80
52	26/03/2019	23:50:13	1	34.96
53	26/03/2019	23:51:12	1	35.80
54	26/03/2019	23:52:12	1	34.12
55	26/03/2019	23:53:12	1	35.80
56	26/03/2019	23:54:13	1	35.80
57	26/03/2019	23:55:13	1	35.80
58	26/03/2019	23:56:10	1	34.84
59	26/03/2019	23:57:11	1	34.00
60	26/03/2019	23:58:09	1	34.00
61	26/03/2019	23:59:11	1	35.80

รูปที่ 4.6 ปริมาณข้อมูลของวันที่ 26 มีนาคมของ (ซ้าย) บนฐานข้อมูล (ขวา) บน Sheet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การตรวจสอบความถูกต้องของปริมาณข้อมูลใน Google Spreadsheet

ข้อมูลของวันที่	จำนวณชุดข้อมูลในฐานข้อมูลต่อ 1 IP	จำนวณชุดข้อมูลใน Google Spreadsheet ต่อ 1 IP
26/03/2019	60	60
27/03/2019	661	661

การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจะทำโดยการสุ่มตำแหน่งชุดข้อมูล 2 ชุดจาก IP02 และ IP07 ตามลำดับมาตรวจสอบโดยพิจารณาข้อมูล JSON บนฐานข้อมูลดังรูปที่ 4.7 และ 4.8 และข้อมูลจาก Google Sheets และบันทึกผลในตารางที่ 4.3 และ 4.4

"26/03/2019,23:38:13,1,35.80,8.26,295.71,40538.00,11.68,2.85,33.05,33.29,5
7.00,1.70,217.07,343.19,369.02,135.64,54088.00,41106.00,200.00,0.93,8523.0
0,38.00,1.00,18.13"

รูปที่ 4.7 ข้อมูลบนฐานข้อมูล Record/IP02/26'03'2019/23:38:14.json

ตารางที่ 4.3 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลครั้งที่ 1

พารามิเตอร์	ข้อมูลบนฐานข้อมูล (รูปที่ 4.7)	ข้อมูลบน Google Sheets IP02
Date	26/03/2019	26/03/2019
Time	23:38:13	23:38:13
Status	1	1
Vsolar (V)	35.80	35.80
Isolar (A)	8.26	8.26
Psolar (W)	295.71	295.71
Energy Produced (Wh)	40,538.00	40,538.00
Vbatt (V)	11.68	11.68
Ibatt (I)	2.85	2.85
%Vbatt (%)	33.05	33.05
Pbatt (W)	33.29	33.29
Energy Storage (Ah)	57.00	57.00
Iload (A)	1.70	1.70
Vload (V)	217.07	217.07
Pload (W)	343.19	343.19
Sload (VA)	369.02	369.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Qload (var)	135.64	135.64
Energy Consumption(Wh)	54,088.00	54,088.00
Energy Saving (Wh)	41,106.00	41,106.00
Cost Saving (THB)	200.00	200.00
Power Factor	0.93	0.93
Light Intensity (lux)	8,523.00	8,523.00
Temperature (°C)	38.00	38.00
Rain Volume	1	1
Efficiency	18.13	18.13

"27/03/2019,10:14:14,1,35.80,8.26,295.71,43387.00,10.76,2.46,43.75,26.47,5
7.00,1.70,220.00,355.30,374.00,116.78,55456.00,46971.00,164.77,0.95,9910.8
0,36.04,1.00,92.98"

รูปที่ 4.8 ข้อมูลบนฐานข้อมูล Record/IP07/27'03'2019/10:14:15.json

ตารางที่ 4.4 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลครั้งที่ 2

พารามิเตอร์	ข้อมูลบนฐานข้อมูล (รูปที่ 4.8)	ข้อมูลบน Google Sheets IP02
Date	27/03/2019	27/03/2019
Time	10:14:14	10:14:14
Status	1	1
Vsolar (V)	35.80	35.80
Isolar (A)	8.26	8.26
Psolar (W)	295.71	295.71
Energy Produced (Wh)	43,387.00	43,387.00
Vbatt (V)	10.76	10.76
Ibatt (I)	2.46	2.46
%Vbatt (%)	43.75	43.75
Pbatt (W)	26.47	26.47
Energy Storage (Ah)	57.00	57.00
Iload (A)	1.70	1.70
Vload (V)	220.00	220.00
Pload (W)	355.30	355.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sload (VA)	374.00	374.00
Qload (var)	116.78	116.78
Energy Consumption(Wh)	55,456.00	55,456.00
Energy Saving (Wh)	46,971.00	46,971.00
Cost Saving (THB)	164.77	164.77
Power Factor	0.95	0.95
Light Intensity (lux)	9,910.80	9,910.80
Temperature (°C)	36.04	36.04
Rain Volume	1	1
Efficiency	92.98	92.98

เมื่อมีข้อมูลใหม่ถูกเขียนลงใน Google Spreadsheets ซึ่งจะมีการจัดการข้อมูลโดยอัตโนมัติตามสูตรการคำนวณที่ออกแบบไว้ในบทที่ 3 ดังรูปที่ 4.9 และ 4.10 จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งไปอัปเดตที่ sheet รายงานการทำงานของไฟถนนประจำเดือนมีนาคมโดยอัตโนมติ ดังรูปที่ 4.11 4.12 4.13 และ 4.14

Calculated Data							
Date	Light Intensity	Temperature	Rain	Psolar,avg	Pload,avg	Energy Produced	Energy Consumption
01/03/2019							
02/03/2019							
03/03/2019							
04/03/2019							
05/03/2019							
06/03/2019							
07/03/2019							
08/03/2019							
09/03/2019							
10/03/2019							
11/03/2019							
12/03/2019							
13/03/2019							
14/03/2019							
15/03/2019							
16/03/2019							
17/03/2019							
18/03/2019							
19/03/2019							
20/03/2019							
21/03/2019							
22/03/2019							
23/03/2019							
24/03/2019							
25/03/2019							
26/03/2019					320.29	42,940.00	56,507.00
27/03/2019				283.68	311.14	43,312.00	50,572.00
28/03/2019							
29/03/2019							
30/03/2019							
31/03/2019	Use Data From IP05						

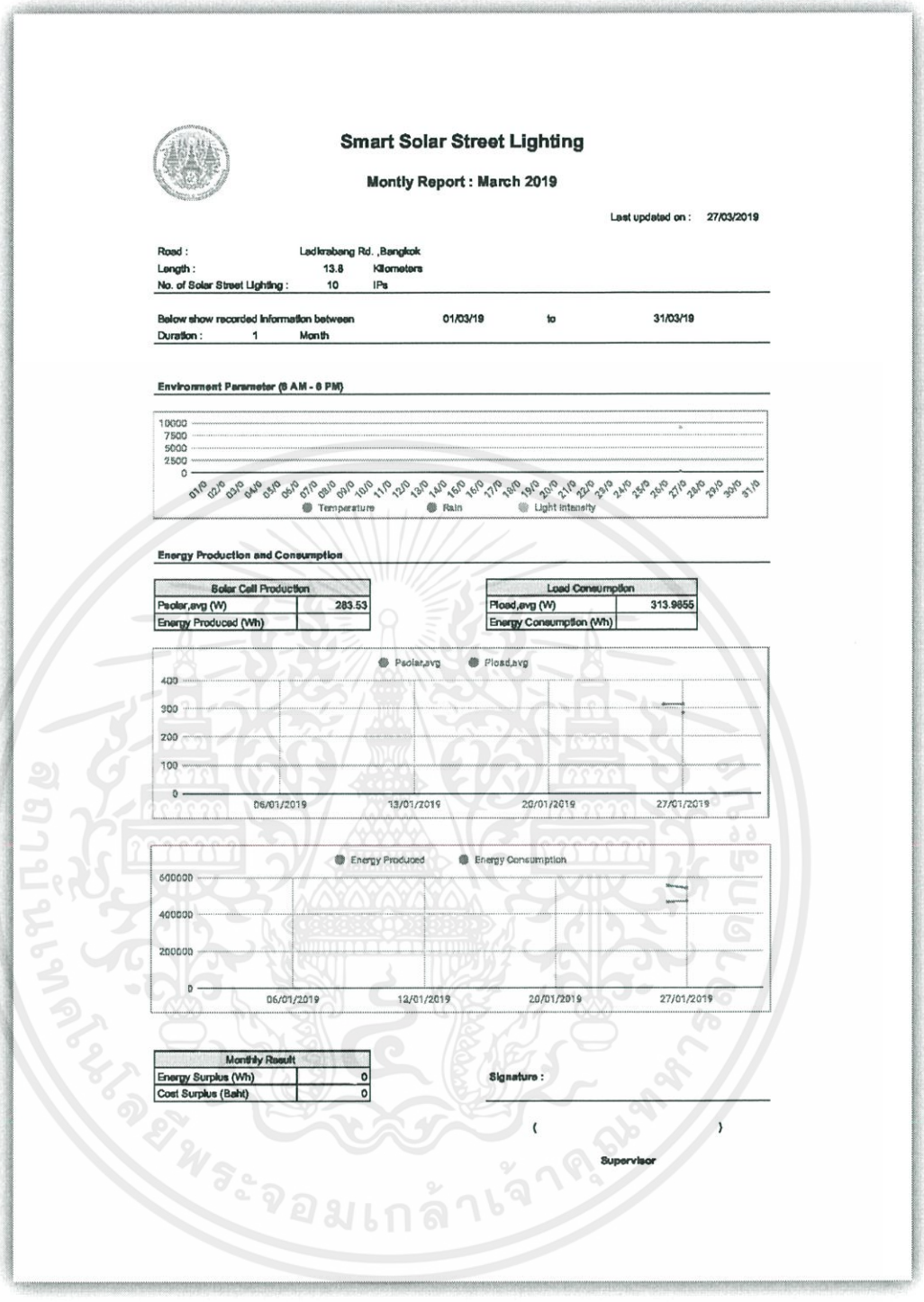
รูปที่ 4.9 ตัวอย่างการจัดการข้อมูลของ IP01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Environment Parameter (IP05)					Power and Energy IP01-IP10				
IP05	Light Intensity	Temperature	Rain VOlume	No. of IP	Date	Psolar,avg	Pload,avg	Energy Produced	Energy Consumption
01/03/2019				10	01/03/2019				
02/03/2019					02/03/2019				
03/03/2019					03/03/2019				
04/03/2019					04/03/2019				
05/03/2019					05/03/2019				
06/03/2019					06/03/2019				
07/03/2019					07/03/2019				
08/03/2019					08/03/2019				
09/03/2019					09/03/2019				
10/03/2019					10/03/2019				
11/03/2019					11/03/2019				
12/03/2019					12/03/2019				
13/03/2019					13/03/2019				
14/03/2019					14/03/2019				
15/03/2019					15/03/2019				
16/03/2019					16/03/2019				
17/03/2019					17/03/2019				
18/03/2019					18/03/2019				
19/03/2019					19/03/2019				
20/03/2019					20/03/2019				
21/03/2019					21/03/2019				
22/03/2019					22/03/2019				
23/03/2019					23/03/2019				
24/03/2019					24/03/2019				
25/03/2019					25/03/2019				
26/03/2019					26/03/2019		314.232	464,602.00	552,920.00
27/03/2019	9034.12	36.24	155		27/03/2019	283.53	313.739	459,910.00	540,786.00
28/03/2019					28/03/2019				
29/03/2019					29/03/2019				
30/03/2019					30/03/2019				
31/03/2019					31/03/2019				

รูปที่ 4.10 การจัดการข้อมูลของทุก IP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Smart Solar Street Lighting

Montly Report : March 2019

Last updated on : 27/03/2019

Road : Ladkrabang Rd. , Bangkok
Length : 13.8 Kilometers
No. of Solar Street Lighting : 10 lPs

Below show recorded information between 01/03/19 to 31/03/19
Duration : 1 Month

Environment Parameter (6 AM - 6 PM)

Energy Production and Consumption

Solar Cell Production	
Psolar,avg (W)	283.53
Energy Produced (Wh)	

Load Consumption	
Pload,avg (W)	313.9655
Energy Consumption (Wh)	

Monthly Result	
Energy Surplus (Wh)	0
Cost Surplus (Baht)	0

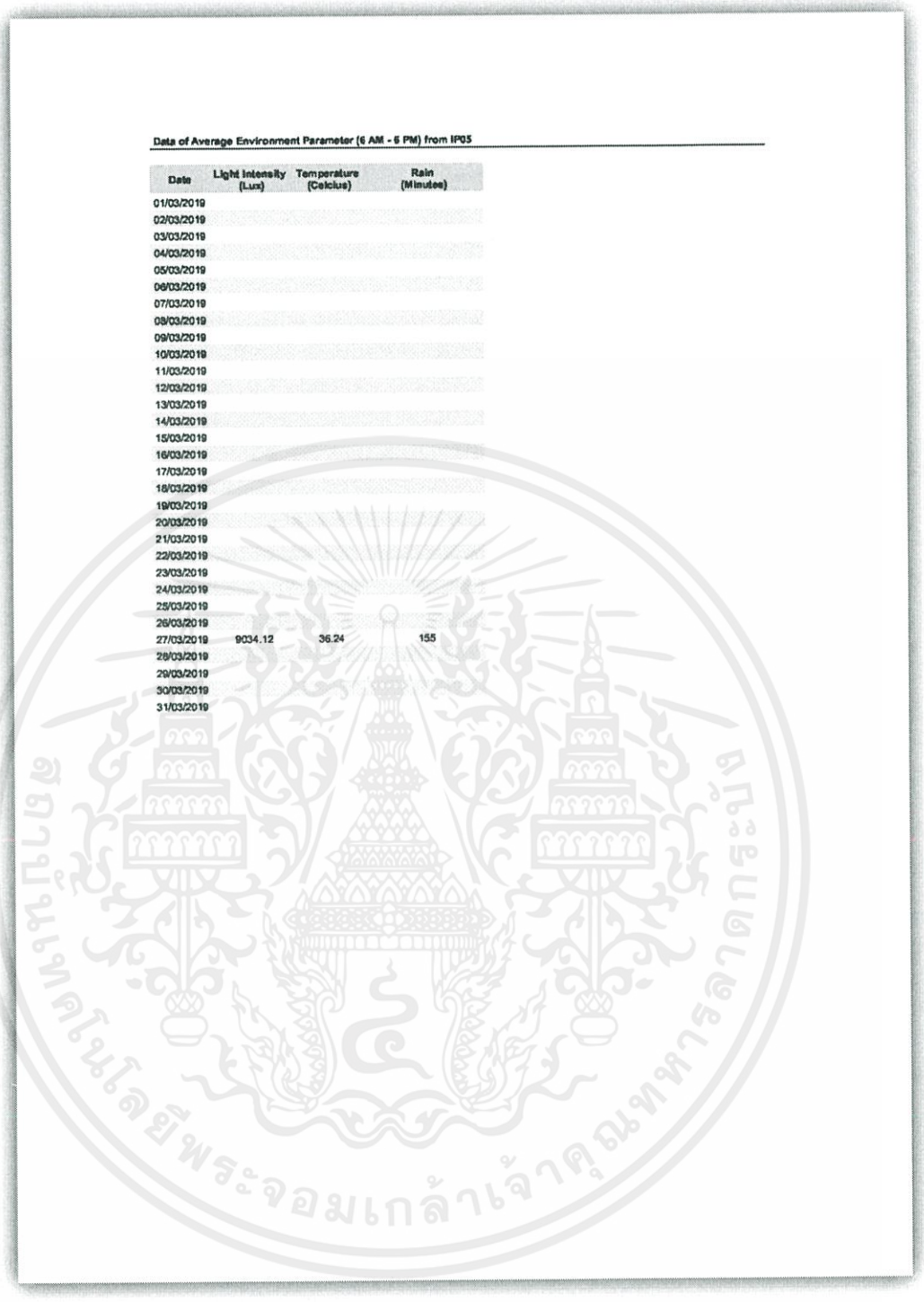
Signature :

( )

Supervisor

รูปที่ 4.11 รายงานการทำงานประจำเดือนมีนาคม หน้าที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

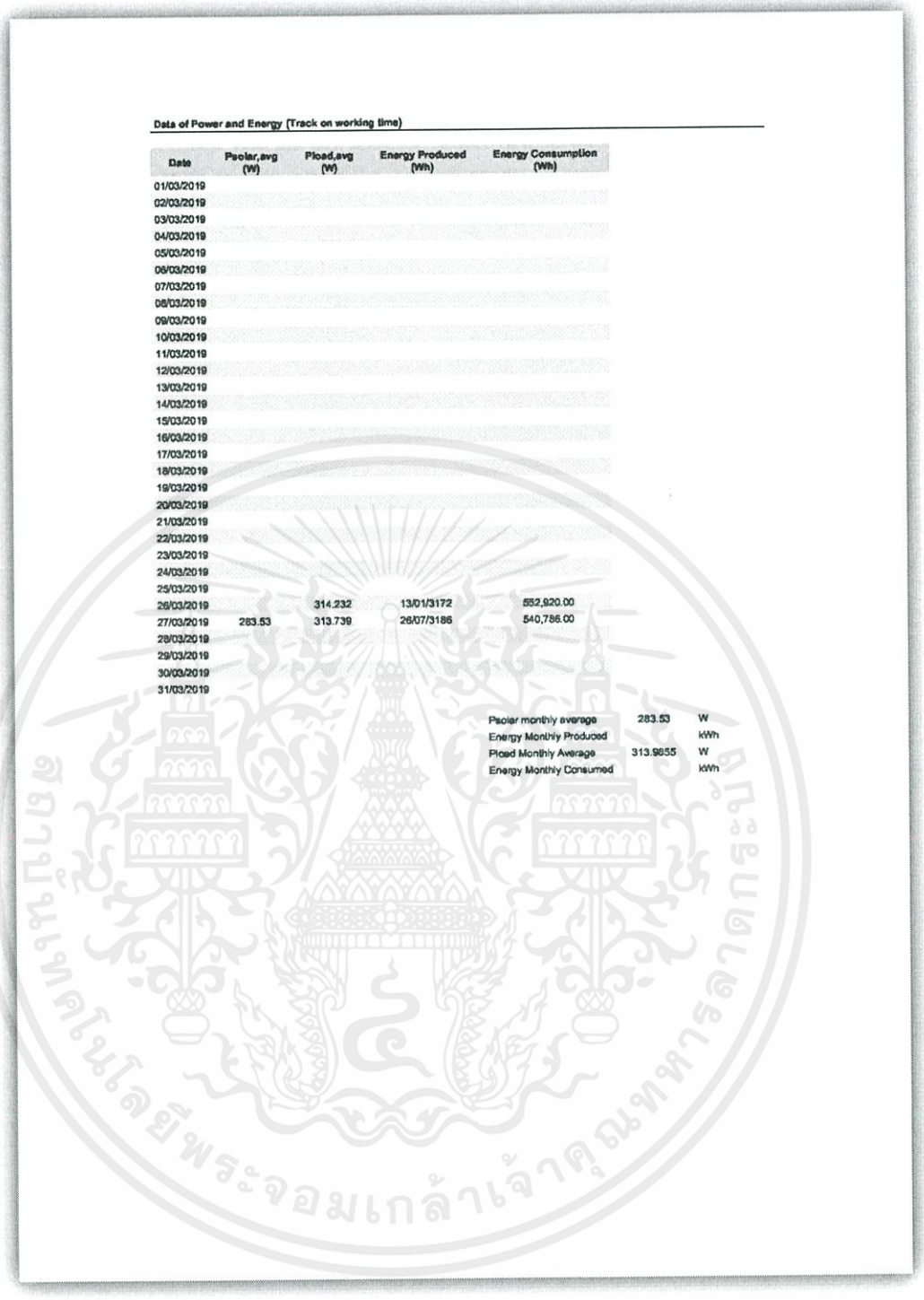


Data of Average Environment Parameter (6 AM - 6 PM) from IP05

Date	Light Intensity (Lux)	Temperature (Celcius)	Rain (Minutes)
01/03/2019			
02/03/2019			
03/03/2019			
04/03/2019			
05/03/2019			
06/03/2019			
07/03/2019			
08/03/2019			
09/03/2019			
10/03/2019			
11/03/2019			
12/03/2019			
13/03/2019			
14/03/2019			
15/03/2019			
16/03/2019			
17/03/2019			
18/03/2019			
19/03/2019			
20/03/2019			
21/03/2019			
22/03/2019			
23/03/2019			
24/03/2019			
25/03/2019			
26/03/2019			
27/03/2019	9034.12	36.24	155
28/03/2019			
29/03/2019			
30/03/2019			
31/03/2019			

รูปที่ 4.12 รายงานการทำงานประจำเดือนมีนาคม หน้าที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



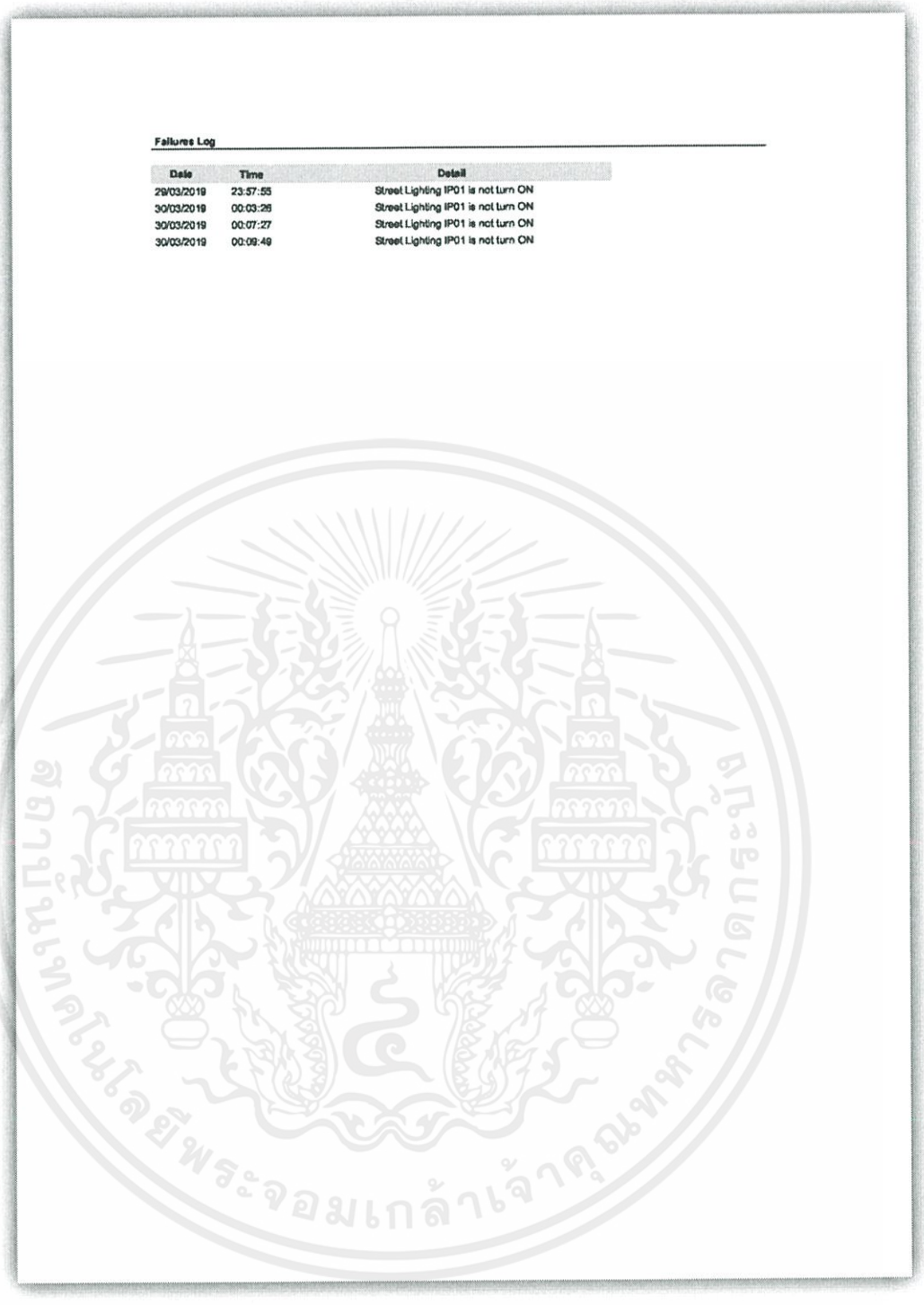
Data of Power and Energy (Track on working time)

Date	Psolar,avg (W)	Pload,avg (W)	Energy Produced (Wh)	Energy Consumption (Wh)
01/03/2019				
02/03/2019				
03/03/2019				
04/03/2019				
05/03/2019				
06/03/2019				
07/03/2019				
08/03/2019				
09/03/2019				
10/03/2019				
11/03/2019				
12/03/2019				
13/03/2019				
14/03/2019				
15/03/2019				
16/03/2019				
17/03/2019				
18/03/2019				
19/03/2019				
20/03/2019				
21/03/2019				
22/03/2019				
23/03/2019				
24/03/2019				
25/03/2019				
26/03/2019		314.232	13/01/3172	552,920.00
27/03/2019	283.53	313.739	26/07/3186	540,786.00
28/03/2019				
29/03/2019				
30/03/2019				
31/03/2019				

Psolar monthly average	283.53	W
Energy Monthly Produced		kWh
Pload Monthly Average	313.9855	W
Energy Monthly Consumed		kWh

รูปที่ 4.13 รายงานการทำงานประจำเดือนมีนาคม หน้าที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Failures Log

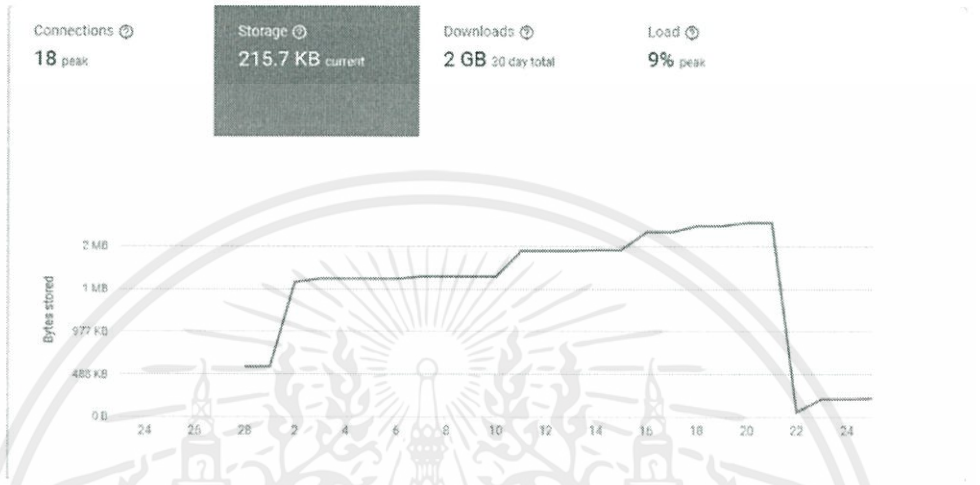
Date	Time	Detail
29/03/2019	23:57:55	Street Lighting IP01 is not turn ON
30/03/2019	00:03:26	Street Lighting IP01 is not turn ON
30/03/2019	00:07:27	Street Lighting IP01 is not turn ON
30/03/2019	00:09:49	Street Lighting IP01 is not turn ON

รูปที่ 4.14 รายงานการทำงานประจำเดือนมีนาคม หน้าที่ 4

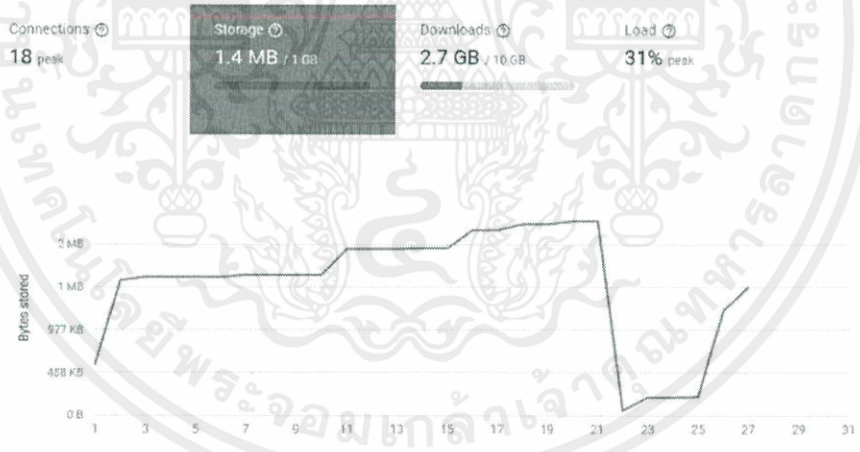
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การทดลองตรวจสอบปริมาณข้อมูลและปริมาณการใช้งานฐานข้อมูล

ในการทดลองนี้จะทำการเก็บข้อมูลปริมาณการใช้งานฐานข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการประมาณการข้อมูลและค่าใช้จ่ายส่วนเกินในการใช้งานฐานข้อมูลในอนาคต ซึ่งการทดลองจะทำการบันทึกปริมาณการใช้งานบนฐานข้อมูลก่อนการทดลองและหลังการทดลองจากหน้าเว็บ Firebase ดังรูปที่ 4.15 และดังรูปที่ 4.16 ตามลำดับ



รูปที่ 4.15 บันทึกการใช้งานโดย Firebase ก่อนการทดลอง



รูปที่ 4.16 บันทึกการใช้งานโดย Firebase หลังการทดลอง

จากการทดลองมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องและปริมาณการใช้งานฐานข้อมูลก่อนการทดลองดังตารางที่ 4.5 และหลังการทดลองมีการเก็บข้อมูลและปริมาณการใช้ข้อมูลดังตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องและปริมาณการใช้งานฐานข้อมูลก่อนการทดลอง

จำนวณไฟถนน	10	IP
คาบการบันทึกข้อมูล	1	นาที
ระยะเวลาทำการทดลอง	12	ชั่วโมง
ปริมาณการใช้งานฐานข้อมูลก่อนการทดลอง	251.7	Kb

ตารางที่ 4.6 การเก็บข้อมูลภายในระยะเวลาการทดลองและปริมาณการใช้ข้อมูลหลังการทดลอง

จำนวณชุดข้อมูล CSV ต่อ 1 ดวงโคม	721	ชุด
จำนวณชุดข้อมูล CSV ต่อ 10 ดวงโคม	7210	ชุด
ปริมาณการใช้งานฐานข้อมูลหลังการทดลอง	1.4	Mb

จากตารางที่ 4.5 และ 4.6 สามารถคำนวณปริมาณการใช้งานของฐานข้อมูลและคำนวณขนาดของข้อมูลในหน่วยต่างๆ ได้ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 คำนวณปริมาณการใช้งานของฐานข้อมูลและคำนวณขนาดของข้อมูล

ปริมาณการใช้งานฐานข้อมูลเพิ่มขึ้น	10,948.3	Kb
ขนาดข้อมูลต่อ 1 ชุดข้อมูล CSV	1.5185	Kb/ชุดข้อมูล
ขนาดของชุดข้อมูลต่อ 1 ดวงโคม ต่อ 1 ชั่วโมง	91.11	Kb/ดวงโคม/ชั่วโมง

จากตารางที่ 4.7 สามารถนำค่าที่คำนวณได้ไปประมาณขนาดของข้อมูลเพื่อนำไปหาค่าใช้จ่ายส่วนเกินสำหรับการใช้งานฐานข้อมูลได้ดังสมการที่ (4.1) โดยฐานข้อมูลชนิดเรียลไทม์มีอัตราค่าใช้บริการเมื่อมีการใช้ขนาดของฐานข้อมูลเกิน 1 GB โดยคิดค่าบริการอยู่ที่ 5 ดอลลาร์สหรัฐต่อ 1 GB ที่เพิ่มขึ้น

$$\text{ขนาดของฐานข้อมูล} = \frac{Kb}{\frac{\text{ดวงโคม}}{\text{ชั่วโมง}}} \times \frac{1}{\text{คาบการบันทึกข้อมูล}} \times \text{จำนวณไฟถนน} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \quad (4.1)$$

4.2 การทดลองโดยเชื่อมต่อกับชุดควบคุมและไฟถนน

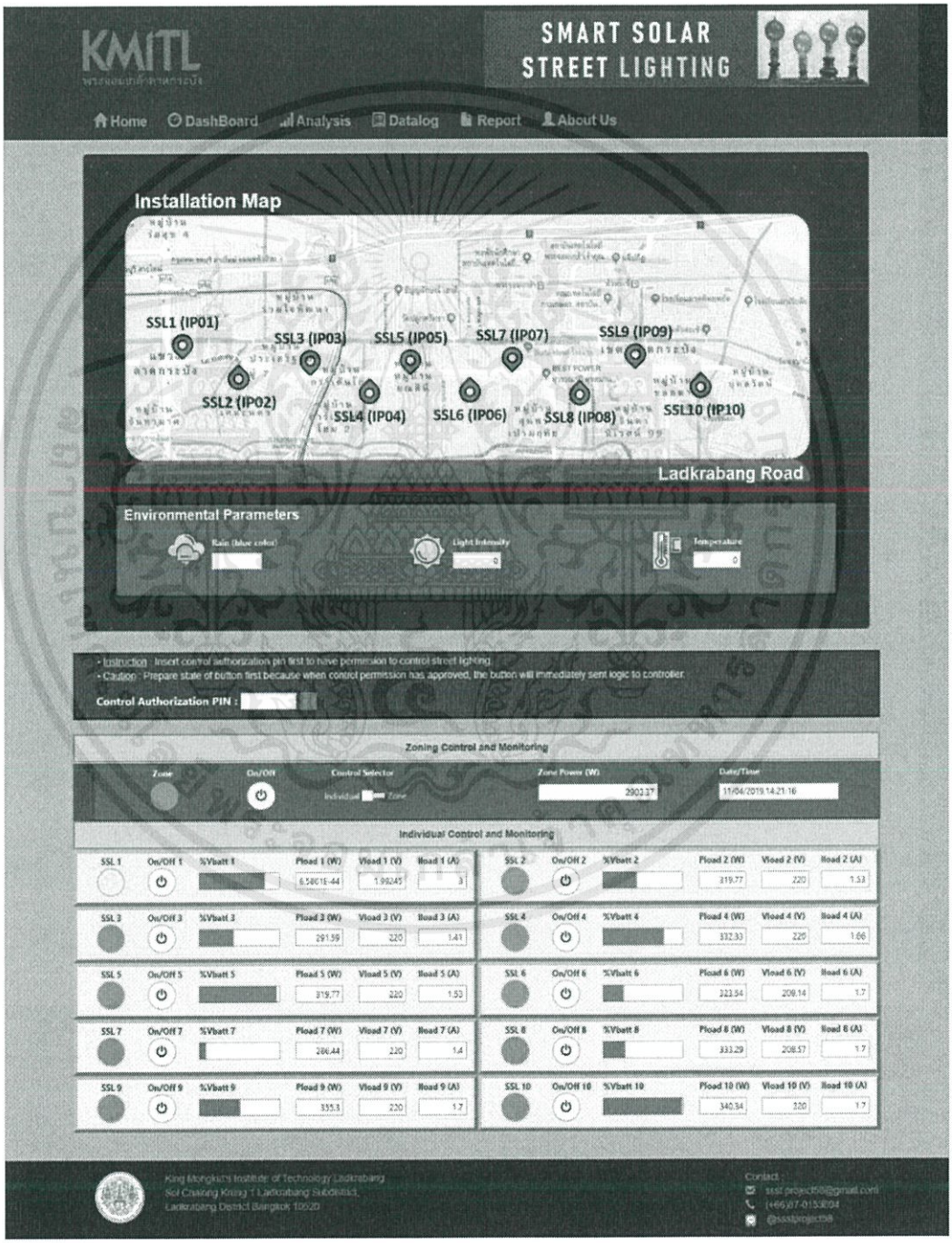
ในการทดลองนี้จะทำการทดลองร่วมกับชุดควบคุมและไฟถนน โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลองได้แก่ การทดลองเว็บแอปพลิเคชันในการอ่านข้อมูลและสั่งเปิดปิดไฟถนน และ การทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify ซึ่งไฟถนนที่โครงงานส่วนที่ 1 ออกแบบจะถูกแทนด้วย SSL1 หรือ IP01 บนฐานข้อมูลและเว็บแอปพลิเคชัน

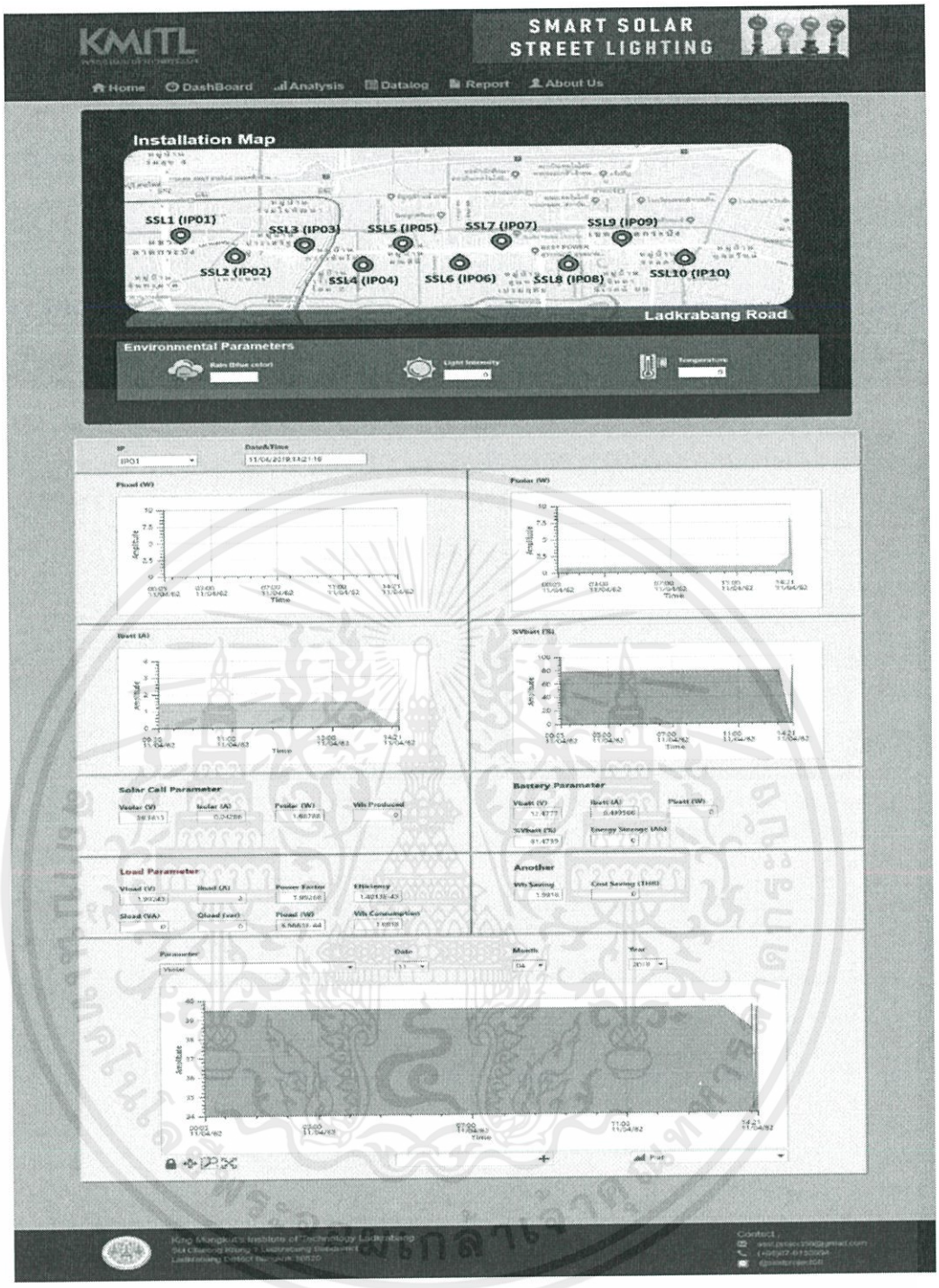
4.2.1 การทดลองเว็บแอปพลิเคชันในการอ่านข้อมูลและสั่งเปิดปิดไฟถนน

จากการทดลองใช้งานหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ข้อมูลถูกส่งจากตัวควบคุมเข้าฐานข้อมูลแล จัดแสดงผลบนหน้าเว็บแอปพลิเคชันดังรูปที่ 4.17 4.18 และ 4.19



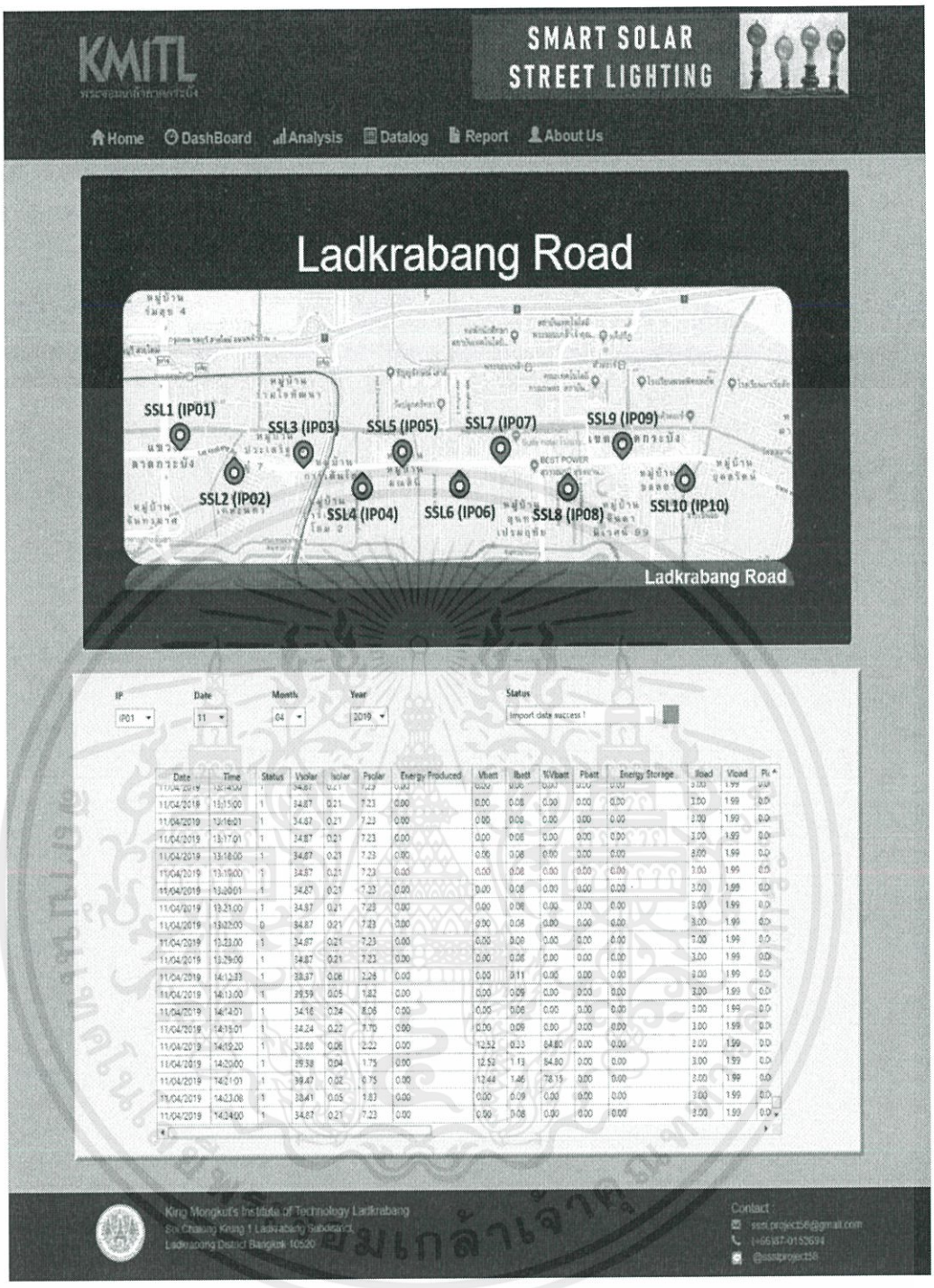
รูปที่ 4.17 หน้าเว็บ Dashboard

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 หน้าเว็บ Analysis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 หน้าเว็บ DataLog

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสั่งเปิดปิดไฟถนนผ่านเว็บแอปพลิเคชัน โดยจะส่งค่า 1 เมื่อกดปุ่มเปิดไฟถนน และส่งค่า 0 เมื่อกดปุ่มปิดไฟถนนบนหน้าเว็บ Dashboard ได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.20 และ 4.21

รูปที่ 4.20 (ซ้าย) จอแสดงผลของชุดควบคุม (ขวา) สั่งเปิดบนหน้าเว็บ Dashboard

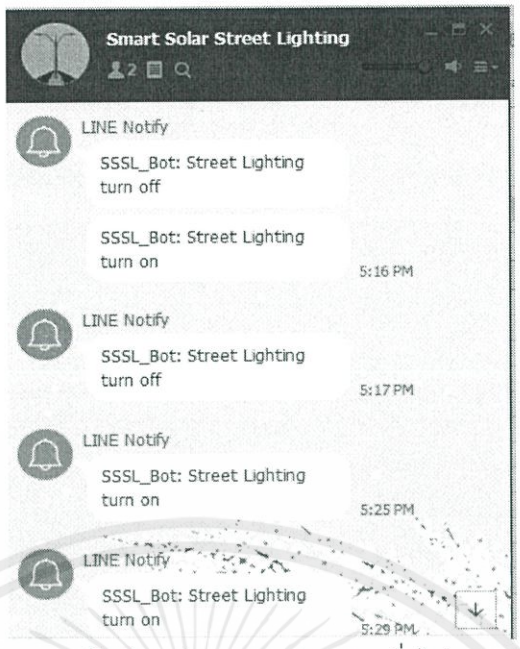
รูปที่ 4.21 (ซ้าย) จอแสดงผลของชุดควบคุม (ขวา) สั่งปิดบนหน้าเว็บ Dashboard

4.2.2 การทดลองการแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify

ในการทดลองนี้จะทำการตรวจสอบการทำงานของฟังก์ชันการแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify ซึ่งถูกออกแบบให้มีการแจ้งเตือนผ่านไลน์แอปพลิเคชันอย่างอัตโนมัติเมื่อไฟถนนมีการเปิดหรือปิดและเมื่อไฟถนนทำงานผิดปกติไม่ว่าจะเป็นไฟถนนไม่ติดหรือไฟถนนไม่ดับ

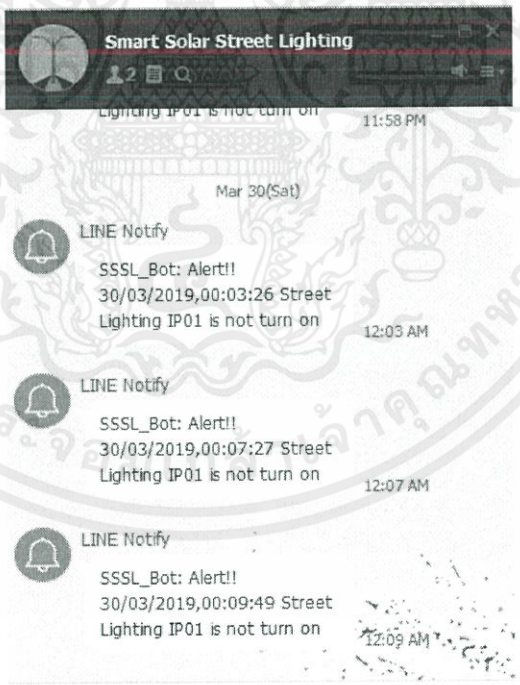
การทดลองเปิดปิดไฟถนน ได้รับการแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify ดังรูปที่ 4.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 การแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify เมื่อไฟถนนเปิดหรือปิด

การทดลองโดยการจำลองสถาณการณ์ให้ไฟถนนทำงานผิดปกติ ได้รับการแจ้งเตือนผ่านทาง LINE Notify ดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 การแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify เมื่อไฟถนนไม่เปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าการนำระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์มาใช้ร่วมกับระบบโครงข่ายไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์โดยประกอบไปด้วยส่วนการทำงานฝั่งเซิร์ฟเวอร์ได้แก่ ฐานข้อมูลในการเป็นตัวกลางระหว่างชุดควบคุมและเว็บแอปพลิเคชันและการสำรองข้อมูล และ Cloud Function ในการถ่ายโอนข้อมูลไปยัง Google Spreadsheet และส่วนผู้ใช้งานหรือฝั่งไคลเอนต์นั้นก็คือเว็บแอปพลิเคชัน โดยในส่วนของการทดลองส่วนแรกนั้นเป็นการตรวจสอบข้อมูลแบบเรียลไทม์พบว่าข้อมูลบนเว็บแอปพลิเคชั่นและบนฐานข้อมูลมีจำนวนที่ตรงกันและค่าของพารามิเตอร์ทั้งบนเว็บและฐานข้อมูลมีค่าเท่ากัน สำหรับการทดลองตรวจสอบข้อมูลระหว่าง Cloud function และ Google Spreadsheets ที่ได้จำลองรับค่าเป็นเวลา 12 ชั่วโมง พบว่าทั้งสองฝั่งมีจำนวนข้อมูล 721 ชุดซึ่งตรงกันกับจำนวนชุดของข้อมูลที่ถูกส่งใน 1 นาทีเป็นเวลา 12 ชั่วโมง และจากข้อมูลทั้งหมดที่ถูกส่งค่ามาสามารถนำมาคิดเป็นขนาดของข้อมูลต่อหลอดไฟ 1 ต้นภายในเวลา 1 ชั่วโมง ได้เท่ากับ 91.11 Kb/ดวงโคม/ชั่วโมง

ในส่วนของการทดลองการเชื่อมต่อกับชุดควบคุมและไฟถนนนั้นเป็นการทดลองเพื่อรับและส่งค่าระหว่างเว็บแอปพลิเคชั่นกับชุดควบคุม พบว่าสามารถอ่านค่าที่ถูกส่งมาจากชุดควบคุมได้ถูกต้องตามที่ชุดควบคุมส่งมา และสามารถส่งค่าเข้าไปยังชุดควบคุมได้ถูกต้องตามผลการทดลอง ในส่วนของการทดลองการแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify พบว่าได้มีการส่งข้อความผ่าน LINE ได้ถูกต้องตามสถานการณ์ที่กำหนดไว้

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าการรับค่าของฝั่งเว็บแอปพลิเคชั่นกับฐานข้อมูลจะมีความล่าช้าประมาณ 2 วินาที และการส่งค่าจากเว็บแอปพลิเคชั่นไปยังชุดควบคุมอาจมีความล่าช้าอยู่บ้างเล็กน้อย ซึ่งจากการทดลองในตอนนี้นั้นเว็ปแอปพลิเคชั่นได้มีการส่งค่าไปยังชุดควบคุมเรียบร้อยแล้วแต่เกิดความผิดพลาดบางอย่างของชุดชวบคุมที่ไม่สามารถนำค่าที่เว็บแอปพลิเคชั่นส่งไปควบคุมการทำงานของหลอดไฟ จึงไม่สามารถควบคุมการเปิดปิดของหลอดไฟได้ และจากการคำนวณราคาของบริการฐานข้อมูล อาจมีมูลค่าสูงอยู่บ้างซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการเก็บข้อมูลของผู้ใช้งานว่าต้องการมากน้อยเพียงใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Neeraj Khera and Sonal Jain, "Development of Lab VIEW based Electrical Parameter Monitoring System for Single Phase Supply," **International Conference on Communication, Control and Intelligent Systems (CCIS)**, 2015

[2] Hao Deng, Xiaogao Xie, Wei 87hong Ma, Yang Han, "A LED Street Lamp Monitoring System Based on Bluetooth Wireless Network and LabVIEW," **2nd IEEE International Conference on Computer and Communications**, 2016

[3] Jing CHEN , Tianhao TANG, "Power Quality Analysis Based on LABVIEW for Current Power Generation System," **International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion**, 2012

[4] D.P.Mishra, P. Ray, "CALCULATION OF POWER QUALITY FACTOR OF SUPPLY SYSTEM USING LABVIEW," **Michael Faraday IET International Summit**, 2015

[5] Claudiu NICOLA, Viorica VOICU, Sebastian POPESCU, Maria Cristina NITU,Daniela IOVAN, Marian DUTA, Alin BENEA, Silviu ANDREESCU, "Quality Analysis of Electric Energy using an Interface Developed in LabVIEW Environment," 2016

[6] Michal Regula, Alena Otcenasova, Marek Roch, Roman Bodnar, Michal Repak, "Software for power quality monitoring in model Smart Grid with using LabView," 2016

[7] P. Bauer, R. Ionel, "LabVIEW Remote Panels and Web Services in Solar Energy Experiment – A Comparative Evaluation," **8th IEEE International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics**, 2013

[8] Haider-e-Karar l, Aziz Altaf Khuwaja, Abdul Sattar, "Solar Power Remote Monitoring and ControllingUsing Arduino, LabVIEW and Web browser," 2015

[9] Abdullah Alsalemi, Yahya Alhomsi, Mohammed Al, Guillaume Alinier, "Real-Time Communication Network using Firebase Cloud IoT Platform for ECMO Simulation," **IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData)**, 2017

[10] Wu-Jeng Li, Chiaming Yen, You-Sheng Lin, Shu-Chu Tung, and ShihMiao Huang, "JustIoT Internet of Things based on the Firebase Real-time Database," 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL ENGINEERING PROJECT DAY 2019

Department of Electrical Engineering
(Electrical Engineering)

PW 6123

A Smart Solar Street Lighting Network

Part 3: Smart Management Server

**Sirayut Tonviriya, Suppanat Pikulthong,
Sittikorn Seemachokcharoen and Asst.Prof.Dr. Chow Chompoo-inwai**

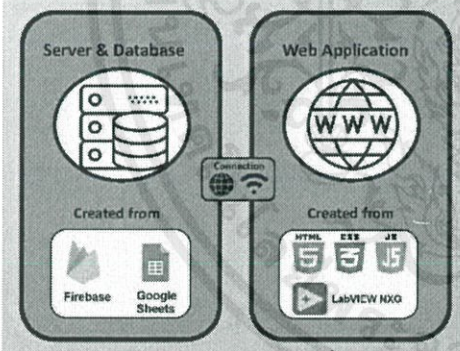
Abstract

The objective of this project is design and create the system that must be brain and data warehouse of system that can control, manage and remote display status of device working by Wireless communication network. The system uses Firebase as server and uses LabVIEW NXG, HTML5, CSS and JavaScript to create web application as client. The result of implementing the system with controller and street lights is found that the web application provide more convenient to monitor and control street lights by providing real-time and historical data. Furthermore, the system can provide monthly report and notification when street lights turn on/off or not working properly.

Introduction

Conventional street lights are stand-alone design that only consume power from power grid and no instrument install to provide parameter data to operator so if something went wrong with street lights, the operator will cannot notice until somebody report. Therefore, more chance for accident. But smart solar street lights that include smart management server will provide operator parameter data of smart solar street lights and alert when something went wrong with smart solar street lights. This system will provide road user more safety and provide operator more convenient to monitor and control.

Methodology



Results

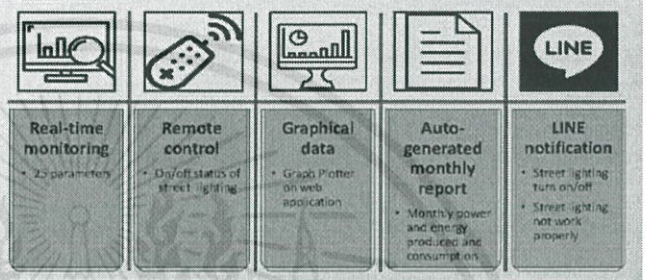


Figure 1. Home Page

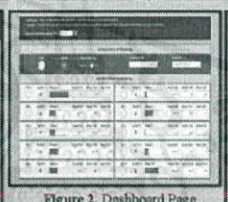


Figure 2. Dashboard Page

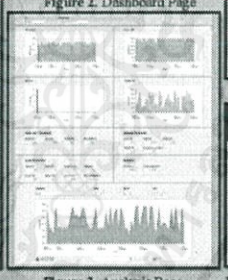


Figure 3. Analysis Page

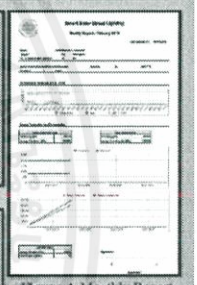


Figure 4. Monthly Report

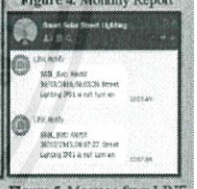


Figure 5. Message from LINE

Conclusion

Smart management system can deal with parameter data from controller by database and web application. In web application, the street lights can be remotely monitored and controlled. In additional, the system provide operator monthly report via google sheets and alert via LINE Notify. The limitation is cost that will up to usage of Firebase realtime database.

References

[1] Wu-Jeng Li, Chiaming Yen, You-Sheng Lin, Shu-Chu Tung, and ShihMiao Huang, "JustIoT Internet of Things based on the Firebase Real-time Database," 2018

[2] Abdullah Alsaleni, Yahya Alhomsi, Mohammed Al, Guillaume Alinier, "Real-Time Communication Network using Firebase Cloud IoT Platform for ECMO Simulation," IEEE International Conference on Internet of Things (IThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData), 2017

ENGINEERS LADKRABANG

Chow.ch@kmitl.ac.th

โปสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
บทความวิชาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบโครงข่ายไฟถนนอัจฉริยะ ส่วนที่ 1 การออกแบบโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์

A Smart Solar Street Lighting Network Part 1: Smart Solar Luminaires Design

นายศิลายุทธ ต้นวิริยะ,นายศุภณัฐ พิกุลทอง,
นายสิทธิกร สีมาโชคเจริญ
ผศ.ดร.เชาว์ ชมภูอินไหว
หลักสูตรวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนน ฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520. โทร 02-329-8000 ต่อ 3203, 3205
อีเมล: registrar@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์ ที่ทำหน้าที่เป็นทั้งสมองและคลังข้อมูลของระบบที่จะสามารถควบคุมดูแล จัดการและบริหารรวมไปถึงการแสดงผลสถานะการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆแบบทางไกล ผ่านโครงข่ายสื่อสารไร้สาย โดยระบบนี้ประกอบด้วยฝั่งเซิร์ฟเวอร์ที่ใช้บริการของ Firebase และฝั่งเว็บแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม LabVIEW NXG ร่วมกับภาษาคอมพิวเตอร์ เช่น HTML5, CSS และ JavaScript จากการทดลองนำระบบไปใช้งานร่วมกับไฟถนนและชุดควบคุมพบว่าผู้ใช้งานสามารถสังเกตการณ์และควบคุมไฟถนนได้อย่างสะดวกผ่านเว็บแอปพลิเคชั่นแบบเรียลไทม์และย้อนหลัง โดยระบบสามารถสร้างรายงานการทำงานประจำเดือนของไฟถนนได้อย่างอัตโนมัติและมีการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์เมื่อไฟถนนเปลี่ยนแปลงสถานะหรือเกิดความผิดปกติ

Abstract

The objective of this thesis is design and create the system that must be brain and data warehouse of system that can control, manage and remote display status of device working by Wireless communication network. The system uses Firebase as server and uses LabVIEW NXG, HTML5, CSS and JavaScript to create web application as client. The result of implementing the system with controller and street lights is found that the web application provide more convenient to monitor and control street lights by providing real-time and historical data. Furthermore, the system can provide monthly report and notification when street lights turn on/off or not working properly.

1. บทนำ

โครงงานนี้มีแนวคิดในการสร้างสรรค์ระบบโครงข่ายไฟถนนอัจฉริยะให้มีความสารมมากขึ้นจากแต่เดิมที่ไฟถนนถูกออกแบบมาให้ไม่สามารถควบคุมละสังเกตการณ์ในระยะไกลซึ่งอาจเกิดข้อผิดพลาดที่ไม่อาจแก้ไขได้อย่างทันท่วงนี้โดยโครงงานนี้จะเป็นการสร้างระบบโครงข่ายขึ้นเพื่อไปจัดการปัญหาเหล่านั้นที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างทันท่วงทีอีกทั้งยังสามารถวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายรวมไปถึงการใช้พลังงานในด้านต่าง ๆได้อีกด้วย

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานให้กับระบบโครงข่ายไฟถนนอัจฉริยะ โดยการออกแบบระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์โดยมีเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการสังเกตการณ์, การควบคุม, การจัดการและการบริหารข้อมูลของระบบโครงข่ายไฟถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ขอบเขตงานวิจัย

ศึกษาข้อมูลการใช้งานเขียนโปรแกรมผ่านทาง LabVIEW NXG เพื่อให้สามารถสร้างเว็บไซต์ที่รับส่งค่าและแสดงผลข้อมูลทั้งในแบบตัวเลขและกราฟ รวมทั้งสามารถสร้างรายงาน ในเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้อย่างง่ายดาย

1.3 วิธีที่ใช้ในการดำเนินงาน

ระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์เลือกใช้บริการของ Firebase เป็นเซิร์ฟเวอร์สำหรับการฝากเว็บแอปพลิเคชัน ฐานข้อมูลชนิดเรียลไทม์ และการเขียนโค้ดฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งเว็บแอปพลิเคชันในโครงงานนี้ถูกออกแบบโดยการเขียนโปรแกรมบนซอฟต์แวร์ LabVIEW NXG ของ National Instruments ร่วมกับการเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ HTML5, CSS และ JavaScript นอกจากนี้ในระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์ยังประกอบด้วยฟังก์ชันการสร้างรายงานการทำงานของไฟถนนโดยใช้บริการ Google Spreadsheets และการแจ้งเตือนการทำงานข้องไฟถนนโดยใช้บริการ LINE Notify

2.ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

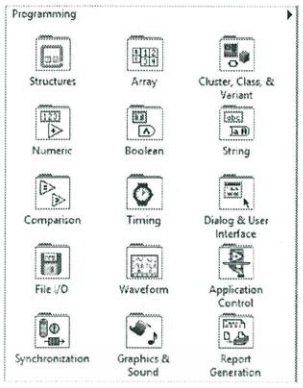
2.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐานของโปรแกรม LabVIEW NXG

สำหรับการใช้งานโปรแกรม LabVIEW NXG เบื้องต้น การเขียนโปรแกรมจะเขียนลงบนส่วนที่เรียกว่า Block Diagram และจะเชื่อมโยงกับส่วนผู้ใช้งานผ่านส่วนที่เรียกว่า Font Panel โดยการเขียนโปรแกรมจะอาศัยบล็อกคำสั่งเป็นตัวดำเนินการและการโยงสายเพื่อทำการส่งผ่านข้อมูล โดยชนิดข้อมูลแต่ละชนิดจะมีลักษณะแตกต่างกันดังรูปที่ 1

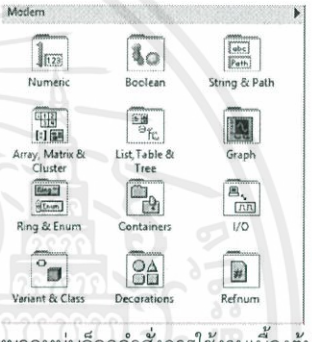
Data Type	Scalar	1D Array	2D Array	Color
Numeric - Floating Point	.....	.....	.....	Orange
Numeric - Integer	.....	.....	.....	Blue
Boolean	.....	.....	.....	Green
String	.....	.....	.....	Pink

รูปที่ 1 ชนิดข้อมูลบนโปรแกรม LabVIEW NXG

บล็อกคำสั่งสำหรับการใช้งานในเบื้องต้นมีการจัดเรียงเป็นหมวดหมู่ ซึ่งบล็อกคำสั่งสำหรับใช้งานส่วนเขียนโปรแกรม (Block Diagram) แสดงดังรูปที่ 2 และสำหรับบล็อกคำสั่งสำหรับใช้งานในส่วนของผู้ใช้งาน (Font Diagram) แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 หมวดหมู่บล็อกคำสั่งการใช้งานเบื้องต้นในส่วนเขียนโปรแกรม (Block Diagram)



รูปที่ 3 หมวดหมู่บล็อกคำสั่งการใช้งานเบื้องต้นในส่วนผู้ใช้งาน (Font Panel)

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับฐานข้อมูล Firebase

ฐานข้อมูลของ Firebase มี 2 ชนิดได้แก่ (1) Realtime Database และ (2) Cloud Firestore โดยในโครงงานนี้จะใช้ฐานข้อมูลชนิด Realtime เนื่องจากเป็นฐานข้อมูลที่มีการเชื่อมต่อข้อมูลแบบเรียลไทม์กับทุกอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออัตโนมัติในเสี้ยววินาที โดยฐานข้อมูลชนิดเรียลไทม์เป็นฐานข้อมูลแบบ NoSQL ที่จะเก็บข้อมูลในรูปแบบของ JSON

2.2.1 Firebase Cloud Function

Cloud Function คือบริการที่ทำงานในฝั่งเซิร์ฟเวอร์เพื่อตอบรับการ Trigger จากบริการต่างๆ ทั้งภายในบริการของ Google และจากบริการภายนอกซึ่งจะถูกคิดอัตราค่าบริการตามปริมาณการใช้งาน โดยฟังก์ชันที่เขียนขึ้นทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ที่ Google Cloud ซึ่งจะดูแลเรื่องความปลอดภัย ความเสถียร และการจัดการรองรับปริมาณผู้ใช้งานหรือข้อมูล

2.1.2 Firebase Hosting

บริการ Hosting เป็นการให้บริการฝากไฟล์เว็บไซต์ชนิด Static Web แต่ก็สามารถรองรับการทำ Single Page

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Application ซึ่งหมายความว่าสามารถเขียนเว็บผ่าน Frontend Framework อาทิเช่น Angular React หรือ Vue.js แล้วนำไป Host บน Firebase Hosting ได้โดยไม่คิดค่าบริการซึ่งทาง Firebase จะจัดการการ deploy และกำหนด Domain มาให้ สำหรับผู้ใช้งานที่ต้องการกำหนด Domain เองสามารถทำได้แต่มีอัตราค่าบริการ

2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับภาษาคอมพิวเตอร์

ภาษาคอมพิวเตอร์ หมายถึง ภาษาใดๆที่ผู้ใช้งานใช้สื่อสารกับคอมพิวเตอร์ หรือคอมพิวเตอร์ด้วยกัน แล้วคอมพิวเตอร์สามารถทำงานตามคำสั่งนั้น ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ถูกนำมาใช้ในการสร้างเว็บแอปพลิเคชันในโครงงานนี้ได้แก่ภาษา (1) HTML5 (2) CSS และ (3) JavaScript โดยการเขียนภาษาคอมพิวเตอร์ในโครงงานนี้จะใช้โปรแกรม ATOM Text Editor จากค่าย GitHub ในการเขียนโปรแกรม ดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 โปรแกรม Atom และภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

2.3.1 ภาษา HTML5

HTML คือ ภาษาหลักที่ใช้ในการเขียนเว็บเพจ โดยใช้ Tag ในการกำหนดการแสดงผล HTML ย่อมาจากคำว่า Hypertext Markup Language โดย Hypertext หมายถึง ข้อความที่เชื่อมต่อกันผ่านลิ้ง (Hyperlink) Markup language หมายถึงภาษาที่ใช้ Tag ในการกำหนดการแสดงผลสิ่งต่างๆที่แสดงอยู่บนเว็บเพจ ดังนั้น HTML จึงหมายถึง ภาษาที่ใช้ Tag ในการกำหนดการแสดงผลเว็บเพจที่ต่างก็เชื่อมถึงกันใน Hyperspace ผ่าน Hyperlink นั่นเอง.

2.3.2 ภาษา JavaScript

JavaScript คือ ภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับการเขียนโปรแกรมบนระบบอินเทอร์เน็ต JavaScript เป็น ภาษาสคริปต์เชิงวัตถุที่เรียกกันว่า "สคริปต์" (script) ซึ่งในการสร้างและพัฒนาเว็บไซต์ร่วมกับ HTML เพื่อให้เว็บไซต์ของเราดูมีการเคลื่อนไหว สามารถตอบสนองผู้ใช้งานได้มากขึ้น ซึ่งมีวิธีการทำงานในลักษณะแปลความและดำเนินงานไปทีละคำสั่ง (interpret) หรือเรียกว่า Object Oriented Programming ที่มีเป้าหมายในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับผู้เขียนด้วยภาษา HTML สามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ โดยทำงานร่วมกับ ภาษา HTML และภาษา Java ได้ทั้งทางฝั่งไคลเอนต์ (Client) และ ทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server)

2.3.3 Bootstrap

Bootstrap คือ Front-end Framework คำว่า front-end หมายถึง ส่วนที่แสดงผลให้ ผู้ใช้งานทั่วไปเห็นหรือก็คือหน้าเว็บไซต์นั่นเอง ส่วนคำว่า framework หมายถึง สิ่งที่เข้ามาช่วยกำหนดกรอบของการทำงานให้เป็นไปในทางเดียวกัน ดังนั้น Bootstrap จึงเป็นตัวช่วยในการพัฒนาเว็บไซต์ให้สามารถพัฒนาได้เร็วขึ้น ง่ายขึ้น เป็นระบบมากขึ้นและยังมีรองรับการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันชนิด Responsive ที่จะทำให้เว็บแอปพลิเคชันสามารถรองรับการใช้งานบนทุกอุปกรณ์อีกด้วย ซึ่งภายใน Bootstrap จะมาพร้อม (1) css ที่จะเก็บ Style sheets ของ Bootstrap (2) img ที่จะเก็บ Sprite image สำหรับ Icon ต่างๆ และ (3) js ที่จะเก็บ jQuery plugins ต่างๆ

2.3.4 ภาษา CSS

CSS คือ ภาษาที่ใช้สำหรับตกแต่งเอกสาร HTML/XHTML ให้มีหน้าตา สีสัน ระยะห่าง พื้นหลัง เส้นขอบ และอื่นๆ ตามที่ต้องการ CSS ย่อมาจาก Cascading Style Sheets มีลักษณะเป็นภาษาที่มีรูปแบบในการเขียน Syntax แบบเฉพาะและได้ถูกกำหนดมาตรฐานโดย W3C เป็นภาษาหนึ่งในการตกแต่งเว็บไซต์ ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย

2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับการสื่อสารแบบ HTTP

Hypertext Transfer Protocol (HTTP) คือ โปรโตคอลที่เป็นรากฐานของเวิลด์ไวด์เว็บ (World Wide Web : WWW) และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับแอพพลิเคชันจำพวกไคลเอ็นต์/เซิร์ฟเวอร์ใดๆ ที่มีลักษณะเป็นไฮเปอร์เท็กซ์ ชื่อของโปรโตคอลนี้อาจทำให้เกิดความเข้าใจผิดว่า HTTP เป็นโปรโตคอลที่ใช้ในการโอนย้ายไฮเปอร์เท็กซ์ แต่ความจริงแล้วมันเป็นโปรโตคอลสำหรับส่งผ่านข้อมูล ซึ่งมีความสามารถเพียงพอที่จะก่อให้เกิดลักษณะของไฮเปอร์เท็กซ์ ข้อมูลที่ถูกเคลื่อนย้ายผ่านโปรโตคอลนี้อาจเป็นเพียงข้อความธรรมดา ,ไฮเปอร์เท็กซ์, ภาพ, เสียง หรือข้อมูลอื่นใดที่ช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้ และการที่จะทำให้คอมพิวเตอร์สามารถส่งผ่านข้อมูลถึงกันและตีความได้อย่างได้อย่างถูกต้องจะต้องมีการกำหนดกลไกในการสื่อสารกันเสียก่อนหรือก็คือการกำหนดระเบียบวิธีในการติดต่อกันให้ตรงกันซึ่งก็คือ HTTP.

3.การออกแบบการทดลอง

3.1 การออกแบบฟังก์ชันการทำงานของระบบ

ฟังก์ชันการทำงานของระบบถูกออกแบบเพื่อเพิ่มความสามารถในการสังเกตการณ์, การควบคุม และการจัดการข้อมูลของโคมไฟถนน ซึ่งโปรแกรมถูกออกแบบให้มีฟังก์ชันการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้งานต่างๆ ดังนี้ 1. รับส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ 2. วิเคราะห์และแสดงผลในรูปแบบกราฟ 3. บันทึกข้อมูลย้อนหลัง 4. สร้างรายงานการใช้งานไฟถนนรายเดือน 5. แจ้งเหตุอันไม่พึงประสงค์.

3.2 การสร้างฐานข้อมูลบน Firebase

ฐานข้อมูลในโครงงานนี้จะใช้ฐานข้อมูลบน Firebase ชนิดฐานข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Realtime Database) โดยการสร้างสามารถทำได้โดยเข้าไปที่เว็บไซต์ https://firebase.google.com ซึ่งฐานข้อมูลถูกออกแบบให้มีโครงสร้างหลักดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 โครงสร้างหลักของฐานข้อมูล

3.3 การเขียนโปรแกรมจำลองข้อมูลไฟถนนและส่งค่าเข้าฐานข้อมูล

สำหรับโปรแกรมจำลองข้อมูลไฟถนนนั้นจะทำหน้าที่ในการสุ่มข้อมูลเพื่อจำลองไฟถนนจำนวน 10 ดวงโคม (IP01-IP10) โดยที่ค่าพารามิเตอร์ นั้นจะถูกส่งเข้าฐานข้อมูลบน Firebase แบบเรียลไทม์และบันทึกข้อมูลย้อนหลังในรูปแบบ CSV ทุกๆ 1 นาที ซึ่งทั้งหมดจะถูกออกแบบบนการเขียนโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม LabVIEW NXG

3.4 การเขียนโปรแกรมส่วนเว็บแอปพลิเคชัน

สำหรับการเขียนโปรแกรมส่วนเว็บแอปพลิเคชันนั้นจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การออกแบบหน้าเว็บแอปพลิเคชัน (2) การเขียนโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม LabVIEW NXG ทำหน้าที่ในการสื่อสารกับฐานข้อมูลและนำข้อมูลมาประมวลผลและแสดงผ่านวัตถุแก่ผู้ใช้งานบนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน เช่น การแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในรูปแบบตัวเลขและกราฟ การควบคุมปุ่มเปิดปิดดวงโคม เป็นต้น (3) การออกแบบส่วนผู้ใช้งานโดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ ในส่วนนี้จะใช้ภาษา HTML5, CSS และ JavaScript มาสร้างเป็นเว็บแอพลิเคชั่นเพื่อที่จะทำให้หน้าเว็บรองรับการใช้งานบนทุกอุปกรณ์หรือที่เรียกว่า Responsive Web Application

3.4.1 การออกแบบหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

เว็บแอปพลิเคชันจะถูกแบ่งออกเป็นหน้าเว็บต่างๆ เพื่อจัดแสดงหน้าผู้ใช้งานออกเป็นหมวดหมู่ ตามฟังก์ชันการใช้งานที่ถูกออกแบบไว้ ซึ่งในเว็บแอปพลิเคชันนี้จะประกอบไปด้วยหน้าเว็บ Home, Dashboard, Analysis ,DataLog ,Report และ About Us.

3.4.2 การเขียนโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม LabVIEW NXG

สำหรับการเขียนโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม LabVIEW NXG จะถูกนำไปใช้ในหน้าเว็บดังนี้ หน้าเว็บ Dashboard ,Analysis และ DataLog.

3.4.3 การออกแบบส่วนผู้ใช้งานโดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์

ในหัวข้อนี้จะออกแบบโดยนำไฟล์ที่ได้จากโปรแกรม LabVIEW NXG มาเป็นฐานและเพิ่มเติมการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันด้วย Bootstrap เป็นหลักและ CSS อื่นๆ เพิ่มเติม และมีการใช้ JavaScript ในการเสริมฟังก์ชันการทำงานของหน้าเว็บ โดยการเขียนโปรแกรมทั้งหมดจะใช้โปรแกรม ATOM Text Editor ในการเขียนโค้ดซึ่งหน้าเว็บที่จะนำมาเขียนโค้ดได้แก่ หน้าเว็บ Home ,Dashboard ,Analysis ,DataLog ,About Us

3.5การสร้างการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

แอปพลิเคชันไลน์เป็นแชทแอปพลิเคชันที่ได้รับความนิยมในประเทศไทย ซึ่งในหัวข้อนี้จะทำการนำเอาแอปพลิเคชันไลน์มาใช้ร่วมกับโครงข่ายไปถนนอัจฉริยะผ่านทางบริการ LINE Notify ซึ่งเป็นบริการที่ให้นักพัฒนาสามารถออกแบบการส่งข้อความผ่าน LINE Application Programming Interface หรือ LINE API ได้ โดยจะทำการเขียนโปรแกรมบนชุดควบคุมบนอุปกรณ์ Node MCU เพื่อให้มีการแจ้งเตือนผ่านไลน์แอปพลิเคชันอย่างอัตโนมัติเมื่อไฟถนนมีการเปิดหรือปิดและเมื่อไฟถนนทำงานผิดปกติไม่ว่าจะเป็นไฟถนนไม่ติดหรือไฟถนนไม่ดับ.

4. การทดลองและผลการทดลอง

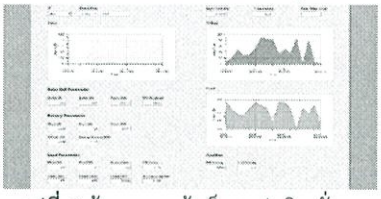
ในบทนี้จะทำการทดลองนำเอาระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์ที่ได้ทำการออกแบบไว้ในบทที่ 3 เพื่อสังเกตผลลัพธ์ว่าได้ตามที่ต้องการหรือไม่

4.1 การทดลองระบบโดยใช้โปรแกรมจำลองไฟถนนจำนวน 10 ดวงโคม

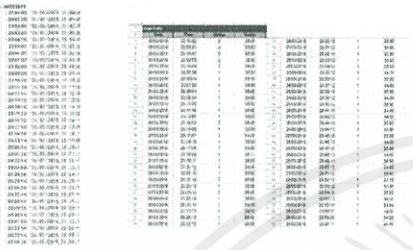
เป็นการทดลองนำระบบที่ออกแบบไปใช้กับโปรแกรมจำลองไฟถนนที่ได้ออกแบบเป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง และทำการบันทึกผลการทดลองโดยแบ่งออกเป็นหัวข้อดังนี้ (1) การทดลองตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแบบเรียลไทม์ (2) การทดลอง Cloud Function และ Google Spreadsheets Google Spreadsheet และ (3) การทดลองตรวจสอบปริมาณข้อมูลและปริมาณการใช้งานฐานข้อมูล จากการทดลองทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

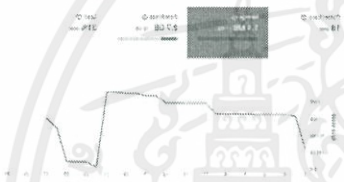
สั่งให้โปรแกรมจำลองข้อมูลไฟถนนทำงาน ทำการบันทึกผลการทำงานหน้าเว็บแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องได้ดังรูปที่ 6 , 7 และ 8



รูปที่ 6 ข้อมูลบนหน้าเว็บแอปพลิเคชั่น



รูปที่ 7 ปริมาณข้อมูลระยะเวลา 12 ชั่วโมง (ซ้าย) บนฐานข้อมูล (ขวา) บน Sheet



รูปที่ 8 บันทึกการใช้งานโดย Firebase หลังการทดลอง

4.2 การทดลองโดยเชื่อมต่อกับชุดควบคุมและไฟถนน

ในการทดลองนี้จะทำการทดลองร่วมกับชุดควบคุมและไฟถนน โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลองได้แก่ การทดลองเว็บแอปพลิเคชันในการอ่านข้อมูลและสั่งเปิดปิดไฟถนน และการทดลองการแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify ซึ่งไฟถนนที่โครงงานส่วนที่ 1 ออกแบบจะถูกแทนด้วย SSL1 หรือ IP01 บนฐานข้อมูลและเว็บแอปพลิเคชัน

5.สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองในส่วนของการทดลองส่วนแรกนั้นเป็นการตรวจสอบข้อมูลแบบเรียลไทม์พบว่าข้อมูลบนเว็บแอปพลิเคชั่นและบนฐานข้อมูลมีจำนวนที่ตรงกันและค่าของพารามิเตอร์ทั้งบนเว็บและฐานข้อมูลมีค่าเท่ากัน สำหรับการทดลองตรวจสอบข้อมูลระหว่าง Cloud function และ Google Spreadsheets ที่ได้จำลองรับค่าเป็นเวลา 12 ชั่วโมง พบว่าทั้งสองฝั่งมีจำนวนข้อมูล 721 ชุดซึ่งตรงกันกับจำนวนชุดของข้อมูลที่ถูกส่งใน 1 นาทีเป็นเวลา 12 ชั่วโมง และจากข้อมูลทั้งหมดที่ถูกส่งค่ามาสามารถนำมาคิดเป็นขนาดของข้อมูลต่อหลอดไฟ 1 ต้นภายในเวลา 1 ชั่วโมง ได้เท่ากับ 91.11 Kb/ดวงโคม/ชั่วโมง ในส่วนของการทดลองการเชื่อมต่อกับชุดควบคุมและไฟถนนนั้นเป็นการทดลองเพื่อรับและส่งค่าระหว่างเว็บแอปพลิเคชั่นกับชุดควบคุม พบว่าสามารถอ่านค่าที่ถูกส่งมาจากชุดควบคุมได้ถูกต้องตามที่ชุดควบคุมส่งมา และสามารถส่งค่าเข้าไปยังชุดควบคุมได้ถูกต้องตามผลการทดลอง ในส่วนของการทดลองการแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify พบว่าได้มีการส่งข้อความผ่าน LINE ได้ถูกต้องตามสถานการณ์ที่กำหนดไว้

เอกสารอ้างอิง

[1] Neeraj Khera and Sonal Jain, "Development of Lab VIEW based Electrical Parameter Monitoring System for Single Phase Supply," **International Conference on Communication, Control and Intelligent Systems (CCIS)**, 2015

[2] Hao Deng, Xiaogao Xie, Wei zhong Ma, Yang Han, "A LED Street Lamp Monitoring System Based on Bluetooth Wireless Network and LabVIEW," **2nd IEEE International Conference on Computer and Communications**, 2016

ประวัติผู้เขียน

นาย ศิลายุทธ ต้นวิริยะ
รหัสนักศึกษา 58011219
เบอร์โทรศัพท์ 0958157730
สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นาย ศุภณัฐ พิกุลทอง
รหัสนักศึกษา 58011244
เบอร์โทรศัพท์ 0841863349
สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นายสิทธิกร สีมาโชคเจริญ
รหัสนักศึกษา 58011301
เบอร์โทรศัพท์ 0870153694
สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายศิลายุทธ ต้นวิริยะ เกิดวันที่ 30 มกราคม พ.ศ.2540

ที่อยู่ 4/2 ซ.เพชรบุรี 10 แขวง ถนนเพชรบุรี เขตราชเทวี กรุงเทพ

รหัสไปรษณีย์ 10400

เบอร์โทรศัพท์ 095-8157730

E-mail sirayut.tonviriya@gmail.com

นายศุภณัฐ พิกุลทอง เกิดวันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ.2539

ที่อยู่ 63/503 หมู่ 4 ตำบลวิชิต อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต

รหัสไปรษณีย์ 83000

เบอร์โทรศัพท์ 084-1863349

E-mail suppanat_davil@Hotmail.com

นายสิทธิกร สีมาโชคเจริญ

ที่อยู่ 11/37 หมู่ 11 แขวงบางขุนเทียน เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร

รหัสไปรษณีย์ 10150

เบอร์โทรศัพท์ 087-0153694

E-mail bas.onesbs@gmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้