

ระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
A Monitoring System for Generator Set Operation



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อปีการศึกษา 2563 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

A Monitoring System for Generator Set Operation



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศีกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปีการศึกษา 2563

ระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

A Monitoring System for Generator Set Operation



อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.เปี่ยมภูมิ สฤกพฤกษ์

รศ.พิชิต ล้ายอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2563

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ผู้จัดทำ



1. นายภูวนัฎฐ์ ภูริเดชชัยพัฒน์
2. นางสาววรรณภา วรรณพงษ์
3. นายวัชริศ วุ่นวงศ์
4. นายวิศิษฐ์ หลงสีดา

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.เปี่ยมภูมิ สฤกพฤกษ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(รศ.พิชิต ล้ำยอง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

นายภูวนันท์	ภูริเดชชัยพัฒน์	
นางสาววรรณภา	วรรณพงษ์	
นายวัชรวิศ	วุ่นวงศ์	
นายวิศิษฐ์	หลงสีดา	
ผศ.ดร.เปี่ยมภูมิ	สฤกพฤกษ์	อาจารย์ที่ปรึกษา
รศ.พิชิต	ลำยอง	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญได้แก่ ระบบตรวจติดตามเครื่องยนต์ดีเซล ระบบตรวจติดตามเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล ซึ่งในส่วนของระบบติดตามเครื่องยนต์ดีเซลนั้นจะประกอบไปด้วย ระบบตรวจวัดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงคงเหลือ ระบบตรวจวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ระบบตรวจวัดความดันของน้ำมันหล่อลื่น ระบบตรวจวัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น ระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่ และระบบตรวจวัดกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่ ในส่วนของระบบตรวจติดตามเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นจะประกอบไปด้วย ระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบตรวจวัดกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบตรวจวัดความถี่ทางไฟฟ้าของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบตรวจวัดกำลังไฟฟ้าจริงและกำลังไฟฟ้าปรากฏของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และระบบตรวจวัดค่าประกอบกำลังของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า นอกจากนี้ยังมีระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลซึ่งสามารถควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตหรือระบบสัญญาณโทรศัพท์โดยใช้สัญญาณ 2G สำหรับพื้นที่ที่สัญญาณอินเทอร์เน็ตไม่เสถียร โดยระบบตรวจติดตามนี้อาศัยการรับส่งข้อมูลผ่านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตออฟธิงส์ (Internet of Things: IoTs) ซึ่งทำการเก็บข้อมูลไว้ในระบบฐานข้อมูลไฟร์เบส (Firebase) เพื่อนำข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้เฉพาะในแวดวงวิชาการเท่านั้น ไม่อนุญาตให้วางใจได้ ประโยชน์ของการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

มาวิเคราะห์และประมวลผลสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หลังจากนั้นจึงนำไปแสดงผลผ่านทางเว็บไซต์ อีกทั้งยังมีระบบแจ้งเตือนสถานะผิดปกติต่างๆ ในการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ (Line application) ทั้งหมดนี้เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลต่างๆ ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และสามารถควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผ่านทางคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อัจฉริยะ (Smart devices) ต่างๆ ได้โดยไม่จำเป็นต้องอยู่ที่จุดติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use^{II} only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

A Monitoring System for Generator Set Operation

Mr.Puwanut	Puridechchaiyapat	
Ms.Wannapa	Wannapong	
Mr.Watcharit	Wunwong	
Mr.Wisit	Longsida	
Asst.Prof.Dr.Piampoom	Sarikprueck	Advisor
Assoc.Prof.Pichit	Lumyoung	Co-advisor

2020

Abstract

This project presents a monitoring system for generator set operation which is composed of three main parts including a diesel engine monitoring system, a generator monitoring system, and a remote control system for the generator set. The parameters measured in the diesel engine monitoring system are the fuel level, engine speed, lubricant pressure, cooling water temperature, battery voltage, and battery current. As for the generator part, the parameters measured in this part are the voltage and current at generator terminal, the frequency of the generator, the active power, the apparent power and the power factor. There is also have a remote control system for the generator set which can control the generator set remotely via the internet or telephone system using 2G signal for unstable internet signal area. This monitoring system relies on data transmission via Internet of Things (IoT) technology which is stored in the Firebase database system to analyze and process data for the operation of the generator set. After that, it will be displayed through the website. It also has an alert system for various abnormal status in the operation of the generator set via the Line application. Users can

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use^{III} only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

access to various information of generator set and can remotely control the operation of the generator set via computers or smart devices by the proposed features.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use^{IV} only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง ระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากคณะผู้จัดทำได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลผู้มีพระคุณหลายท่าน ดังนี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.เปี่ยมภูมิ สฤกพฤกษ์ อาจารย์ที่ปรึกษา และ รศ.พิชิต ล้ำยอง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดี ทั้งยังให้ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ ต่อปริญญานิพนธ์มาด้วยดีโดยตลอด รวมถึงการติดตามความคืบหน้าในการดำเนินงาน ตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่องของปริญญานิพนธ์ คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของอาจารย์ทั้งสองท่านเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกท่านที่อบรมสั่งสอนให้ความรู้ทั้ง ภาควิชาและภาคปฏิบัติให้แก่คณะผู้จัดทำ

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ห้องปฏิบัติการวิจัยเครื่องจักรกลไฟฟ้า ที่ช่วยเหลือในการทำโครงงาน รวมถึงกำลังใจและคำแนะนำที่ดีมาโดยตลอด

ท้ายนี้คณะผู้จัดทำ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวซึ่งให้การ สนับสนุนและให้กำลังใจ ตลอดจนบุคคลต่างๆ ที่ให้ความช่วยเหลืออีกมากที่คณะผู้จัดทำไม่สามารถ กล่าวนามได้ทั้งหมด ณ ที่นี้ คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณและขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use ^V only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	III
กิตติกรรมประกาศ	V
สารบัญ	VI
สารบัญรูปภาพ	XI
สารบัญตาราง	XVII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงการ	2
1.4 วิธีการที่ใช้ในโครงการ	3
1.4.1 ระบบตรวจติดตามเครื่องยนต์ดีเซล	3
1.4.2 ระบบตรวจติดตามชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	4
1.4.3 ระบบเก็บข้อมูล	5
1.4.4 ระบบการส่งข้อมูล	5
1.4.5 ระบบควบคุมจากระยะไกล	5
1.5 แผนการดำเนินโครงการ	6
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 8
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.1 ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	8
2.1.1 องค์ประกอบของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	8
2.1.2 หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	10
2.1.3 ชนิดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	11
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์	12
2.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์	12
2.2.2 การสื่อสารในรูปแบบไอส์แคร์ซี	14
2.3 เซ็นเซอร์	16
2.3.1 เทอร์มิสเตอร์	16
2.3.2 เซ็นเซอร์ตรวจวัดความดันของไหล	17
2.3.3 เซ็นเซอร์ตรวจวัดระดับปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง	18
2.3.4 เซ็นเซอร์ตรวจวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์	19
2.3.5 เซ็นเซอร์ตรวจวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง	19
2.3.6 เซ็นเซอร์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง	20
2.3.7 เซ็นเซอร์ตรวจวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ	23
2.3.8 เซ็นเซอร์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ	24
2.3.9 เซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นแบบดิจิตอล	26
2.4 ออปแอมป์	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอาจารย์และบุคลากรทางการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
2.5 เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตออฟฟิซึ่ 29
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5.1 อินเทอร์เน็ตออฟริงส์	29
2.5.2 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตออฟริงส์	29
บทที่ 3 การออกแบบและประกอบสร้าง	31
3.1 ระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	31
3.1.1 ภาพรวมของการออกแบบระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	31
3.1.2 การออกแบบวิธีการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	32
3.1.3 การออกแบบลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม	34
3.1.4 การออกแบบวงจรสำหรับการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับเซ็นเซอร์ต่างๆ	38
3.1.5 การติดตั้งเซ็นเซอร์ลงบนชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	44
3.1.6 การออกแบบระบบฐานข้อมูล	46
3.1.7 การออกแบบการแสดงผลบนเว็บไซต์และแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือ	50
3.1.8 การออกแบบระบบแจ้งเตือนสถานะผิดปกติต่างๆของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์	55
3.1.9 การประกอบสร้างระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล	56
3.2 ระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VIII
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.1 ภาพรวมของการออกแบบระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล	58
3.2.2 การออกแบบการใช้อุปกรณ์ร่วมกันเพื่อควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล	59
3.2.3 การออกแบบลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล	61
3.2.4 การออกแบบวงจรสำหรับระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล	62
3.2.5 การออกแบบการควบคุมบนเว็บไซต์และระบบข้อความ SMS	64
3.2.6 การประกอบสร้างระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล	72
บทที่ 4 การทดสอบและผลการทดสอบ	73
4.1 การสอบเทียบกับค่าวัดมาตรฐาน	73
4.2 การทดสอบเดินเครื่องชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดตั้งระบบตรวจติดตาม	77
4.3 ผลการทดสอบการบันทึกข้อมูลใน Micro SD card	79
4.4 ผลการทดสอบการแสดงผลบนเว็บไซต์	80
4.5 ผลการทดสอบการแจ้งเตือนสถานะผิดปกติต่างๆ ผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์	93
4.6 ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.7 ผลการทดสอบการควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลผ่านผ่านทางเว็บไซต์และระบบข้อความ SMS	102
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินโครงการ	108
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ	108
5.2 ปัญหาและข้อจำกัด	109
5.3 ข้อเสนอแนะ	109
เอกสารอ้างอิง	111
ภาคผนวก ก เอกสารวิชาการ	112
ภาคผนวก ข เอกสารข้อมูลของอุปกรณ์ต่างๆ (Datasheet)	117
ประวัติผู้เขียน	164

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use^X only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์	13
2.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I ² C bus	15
2.3 เซ็นเซอร์ตรวจวัดความดันของไหลแบบไฟฟ้า	18
2.4 หลักการทำงานของ Ultrasonic Module HC-SR04	18
2.5 เซ็นเซอร์ตรวจวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์	19
2.6 การวัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า	20
2.7 ก-ค การเกิดปรากฏการณ์ฮอลล์	21
2.8 ก-ข การวัดความต่างศักย์ฮอลล์	22
2.9 วงจรแบ่งแรงดัน	24
2.10 โครงสร้างภายในของ DHT22 Module	27
2.11 สัญลักษณ์ของออปแอมป์	28
2.12 วงจรสมมูลของออปแอมป์	28
2.13 ระบบการเปิด-ปิดไฟภายในบ้านโดยผ่านระบบ Internet of Things	30
3.1 ภาพรวมของการออกแบบระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	31
3.2 ผังงานสำหรับสเลฟที่ 1	35
3.3 ผังงานสำหรับสเลฟที่ 2	36
3.4 ผังงานสำหรับมาสเตอร์	37
3.5 ภาพรวม Schematic Design สำหรับระบบตรวจติดตามการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	38
3.6 Schematic Design สำหรับสเลฟที่ 1	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้เฉพาะในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.7 PCB Design สำหรับสเลฟที่ 1	40
3.8 Schematic Design สำหรับสเลฟที่ 2	42
3.9 PCB Design สำหรับสเลฟที่ 2	42
3.10 Schematic Design สำหรับมาสเตอร์	43
3.11 PCB Design สำหรับมาสเตอร์	44
3.12 การจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของ JSON	46
3.13 ภาพรวมการจัดเก็บค่าพารามิเตอร์ในระบบฐานข้อมูล Firebase	47
3.14 การจัดเก็บค่าพารามิเตอร์ในระบบฐานข้อมูล Firebase ที่ถูกส่งแบบ Push	48
3.15 ค่าพารามิเตอร์ในระบบฐานข้อมูล Firebase ที่ถูกส่งแบบ Push	48
3.16 ค่าพารามิเตอร์ในระบบฐานข้อมูล Firebase ที่ถูกส่งแบบ Get สำหรับสเลฟที่ 1	49
3.17 ค่าพารามิเตอร์ในระบบฐานข้อมูล Firebase ที่ถูกส่งแบบ Get สำหรับสเลฟที่ 2	49
3.18 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการตรวจวัดแบบเรียลไทม์	50
3.19 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการตรวจวัดในรูปแบบของกราฟ	51
3.20 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการตรวจวัดในรูปแบบของตาราง	51
3.21 ตำแหน่งที่ติดตั้งระบบตรวจติดตามชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเรียลไทม์	52
3.22 การอัปโหลดไฟล์เว็บไซต์ที่ใช้ในการแสดงผลขึ้น Hosting server ของ Firebase	53
3.23 การจัดการเว็บไซต์ที่ได้อัปโหลดขึ้น Hosting server ของ Firebase	53
3.24 แอปพลิเคชันสำหรับตรวจติดตามการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	54
3.25 ข้อความที่แจ้งเตือนไปยัง Group chat ในแอปพลิเคชันไลน์	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอาจารย์ใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปร่างภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.26 บอร์ดที่ 1	56
3.27 บอร์ดที่ 2	57
3.28 บอร์ดแหล่งจ่ายไฟ	57
3.29 ภาพรวมของการออกแบบระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล	58
3.30 ผังงานสำหรับควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล	61
3.31 Schematic design สำหรับระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล	63
3.32 PCB design สำหรับระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล	64
3.33 รูปแบบเว็บไซต์สำหรับส่งคำสั่งควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล	65
3.34 การรับคำสั่งในฐานข้อมูล Firebase	66
3.35 ข้อมูลของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในฐานข้อมูล Firebase	66
3.36 สถานะการทำงานของ Relay ในฐานข้อมูล Firebase	67
3.37 วันเวลาที่ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะหมดสัญญาการใช้งานในฐานข้อมูล Firebase	68
3.38 ตำแหน่งของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในฐานข้อมูล Firebase	68
3.39 แสดงเวลาปัจจุบันที่ได้จาก Real time clock module ในฐานข้อมูล Firebase	69
3.40 บอร์ดระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล	72
4.1 แผงหลอดไฟชนิดหลอดไส้	77
4.2 การต่อขานหลอดไฟชนิดหลอดไส้	77
4.3 เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้เป็นต้นกำลังของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบ	78
4.4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบ	78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.5 การแสดงผลของค่าอุณหภูมิของแผงควบคุม	81
4.6 การแสดงผลของค่าความชื้นของแผงควบคุม	82
4.7 การแสดงผลของค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่	82
4.8 การแสดงผลของค่ากระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่	83
4.9 การแสดงผลของค่าความดันน้ำมันหล่อลื่น	84
4.10 การแสดงผลของค่าปริมาณเชื้อเพลิงคงเหลือ	84
4.11 การแสดงผลของค่าความเร็วรอบของเครื่องยนต์	85
4.12 การแสดงผลของค่าอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น	86
4.13 การแสดงผลของค่าแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เฟสที่ 1	86
4.14 การแสดงผลของค่าแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เฟสที่ 2	87
4.15 การแสดงผลของค่าแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เฟสที่ 3	88
4.16 การแสดงผลของค่ากระแสไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เฟสที่ 1	88
4.17 การแสดงผลของค่ากระแสไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เฟสที่ 2	89
4.18 การแสดงผลของค่ากระแสไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เฟสที่ 3	90
4.19 การแสดงผลของค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ	90
4.20 การแสดงผลของค่ากำลังไฟฟ้าจริง	91
4.21 การแสดงผลของค่าตัวประกอบกำลัง	92
4.22 การแสดงผลของค่าความถี่ไฟฟ้า	92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปร่าง (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.24 การแจ้งเตือนเมื่อความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำกว่า 1 บาร์	96
4.25 การแจ้งเตือนเมื่อแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ำกว่า 200 โวลต์ หรือ สูงกว่า 240 โวลต์	96
4.26 การแจ้งเตือนเมื่อกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสูงกว่า 40 แอมแปร์	97
4.27 การแจ้งเตือนเมื่อความถี่ที่ขั้วของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ำกว่า 48.5 เฮิรท์ หรือสูงกว่า 51.5 เฮิรท์	97
4.28 การแจ้งเตือนเมื่อค่าตัวประกอบกำลังของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขณะเดิน เครื่องชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าน้อยกว่า 0.8	98
4.29 การแจ้งเตือนเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์ขณะเดินเครื่องชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต่ำกว่า 2600 รอบต่อนาที หรือ สูงกว่า 3400 รอบต่อนาที	98
4.30 การแจ้งเตือนเมื่อแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่ต่ำกว่า 11.5 โวลต์ หรือสูงกว่า 15 โวลต์	99
4.31 การแจ้งเตือนเมื่ออุณหภูมิน้ำหล่อเย็นสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส	99
4.32 การทดสอบระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล กรณีที่อุปกรณ์ถูกใส่ในกล่องพลาสติกโดยสายรับสัญญาณอยู่ภายนอก	100
4.33 การทดสอบระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล กรณีที่อุปกรณ์ถูกใส่ในกล่องเหล็กโดยสายรับสัญญาณอยู่ภายนอก	101
4.34 ปุ่มควบคุมการเปิด-ปิดชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลบนเว็บไซต์	102
4.35 การตั้งเวลาชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลบนเว็บไซต์	103
4.36 สถานะและรายละเอียดการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลบนเว็บไซต์	103
4.37 คำสั่งควบคุมการเปิด-ปิดชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลผ่านทางระบบข้อความ SMS	104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรูปร่างงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.38	คำสั่งตั้งวันเวลาที่ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะหมดอายุการใช้งานผ่านทางระบบข้อความ SMS	105
4.39	คำสั่งตรวจสอบสถานะของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผ่านทางระบบข้อความ SMS	106



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use ^{XVI} only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินโครงการ	6
3.1 คำสั่งการควบคุมผ่านระบบข้อความ SMS	71
4.1 ผลการสอบเทียบการตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่	74
4.2 ผลการสอบเทียบการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่	74
4.3 ผลการสอบเทียบการตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	74
4.4 ผลการสอบเทียบการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	75
4.5 ผลการสอบเทียบการตรวจวัดความถี่ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	75
4.6 ผลการสอบเทียบการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าจริงของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	76
4.7 ผลการสอบเทียบการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าปรากฏของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	76
4.8 ผลการสอบเทียบการตรวจวัดค่าประกอบกำลังของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	76
4.9 ข้อมูลผลการทดสอบที่บันทึกใน Micro SD card (ส่วนของเครื่องยนต์)	79
4.10 ข้อมูลผลการทดสอบที่บันทึกใน Micro SD card (ส่วนของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า)	80
4.11 ผลการทดสอบเวลาในการตอบสนองคำสั่งของระบบการควบคุมการทำงานผ่าน SMS	100
4.12 การทดสอบการระบุตำแหน่งโดยใช้ GPS module	102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ในปัจจุบันความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ามีปริมาณที่สูงขึ้น ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาและการวิจัยเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทดแทน เช่น พลังงานจากแสงอาทิตย์ พลังงานลม แต่ก็ยังมีข้อเสียคือ มีความเสถียรน้อย เนื่องจากขึ้นอยู่กับปัจจัยทางธรรมชาติ รวมถึงยังมีพื้นที่ห่างไกลสายส่งที่ระบบไฟฟ้ายังเข้าไม่ถึงโดยที่ยังใช้พลังงานทดแทนนั้นอยู่ นอกจากนี้ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้ายังมีความสำคัญต่อในพื้นที่ห่างไกลสายส่งหรือสถานประกอบการที่จำเป็นต้องใช้ไฟฟ้าตลอดเวลา อาทิเช่น โรงพยาบาลหรือ โรงงานงานอุตสาหกรรม รวมถึงมีการตอบสนองต่อโหลดได้ดี สามารถทำงานได้ทันทีเมื่อแหล่งพลังงานไฟฟ้าหลักเกิดขัดข้อง เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายแก่สถานประกอบการนั้นๆ

ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของระบบสำรองไฟที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยในการใช้งานชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้จำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาตามระยะเวลา และในการตรวจสอบการทำงานหรือสถานะของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จำเป็นต้องอาศัยเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเข้าไปตรวจสอบ ณ จุดที่ทำการติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้น เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ที่จำเป็นต้องใช้ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นจะอยู่ในพื้นที่ที่ห่างไกล ในการตรวจสอบเพื่อทำการบำรุงรักษา นี้ จะทำให้มีค่าใช้จ่ายและอาจเกิดความลำบากในการเข้าไปยังพื้นที่ติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เมื่อพิจารณาถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะพิจารณาจำแนกออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่ง จะเป็นในส่วนของเครื่องยนต์ และในส่วนที่สองจะเป็นในส่วนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยในส่วนแรกจะพิจารณาในส่วนของ ความดันน้ำมันหล่อลื่น ระดับเชื้อเพลิงคงเหลือ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ แรงดัน กระแสไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่ และอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น สำหรับส่วนที่สองจะพิจารณาในส่วนของแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ความถี่ไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า พลังงาน และค่าประกอบกำลัง เป็นต้น โดยปัญหาทั้งสองส่วนนี้ต้องได้รับแก้ไขให้ทันเวลา หากไม่ได้รับการแก้ไขได้ทันเวลา อาจจะทำให้เกิดความเสียหายในระบบได้

จากปัญหาและความเป็นมาที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น คณะผู้จัดทำจึงได้จัดทำระบบตรวจเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า เปรียบเทียบหาประโยชน์ในการค้า ติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขึ้น เพื่อที่จะสามารถตรวจสอบสถานะการทำงานของไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้อย่างถาวร แม่นยำ และสามารถตรวจสอบได้แม้จะไม่ได้อยู่ในระยะการทำงาน
ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้รับรู้ถึงความบกพร่องที่เกิดขึ้นและเข้าไปทำการบำรุงรักษาได้อย่าง
ทัน่วงที

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาและค้นคว้าหลักการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
2. เพื่อศึกษาหลักการใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับเซ็นเซอร์ชนิดต่างๆ
3. เพื่อศึกษาและค้นคว้าหลักการใช้งานเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) ใน
รูปแบบต่าง ๆ
4. เพื่อออกแบบระบบตรวจติดตามระยะไกลร่วมกับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
5. เพื่อตรวจสอบรวมถึงการแจ้งเตือนของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในสถานะผิดปกติผ่าน
แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือและเว็บไซต์
6. เพื่อออกแบบระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล

1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงการ

ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงการนี้ คือ การออกแบบระบบตรวจติดตามของชุด
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และนำค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ตรวจวัดค่ามาได้มาทำการวิเคราะห์เพื่อแสดงถึง
สถานะการทำงานและความผิดปกติของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สำหรับแจ้งเตือนการบำรุงรักษาในส่วนต่าง
ๆ ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยผ่านทางแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือและเว็บไซต์ ซึ่งสามารถแบ่งได้
เป็น 3 ส่วนดังนี้

1. ระบบตรวจติดตามส่วนเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งส่วนนี้จะติดตั้งระบบตรวจวัดแรงดัน
น้ำมันหล่อลื่น ระบบตรวจวัดระดับปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงคงเหลือ ระบบตรวจวัดความเร็วรอบของ
เครื่องยนต์ ระบบตรวจวัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น ระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
แบบแต่อร์

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. ระบบตรวจติดตามส่วนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งส่วนนี้จะติดตั้งระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบตรวจวัดความถี่ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบตรวจวัดกำลังไฟฟ้าจริงและกำลังไฟฟ้าปรากฏของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และระบบตรวจวัดค่าประกอบกำลังของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3. ระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล ซึ่งส่วนนี้สามารถควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลได้โดยผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ตหรือระบบสัญญาณโทรศัพท์โดยใช้สัญญาณ 2G

โดยระบบตรวจติดตามของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น จะรับส่งข้อมูลผ่านเทคโนโลยี Internet of Things และมีการเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล Firebase เพื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาประมวลผลการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หลังจากนั้นก็จะแสดงข้อมูลผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือและเว็บไซต์ ซึ่งในแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือจะมีระบบแจ้งเตือนสถานะผิดปกติต่างๆ และสามารถควบคุมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้จากระยะไกล

1.4 วิธีการที่ใช้ในโครงงาน

1.4.1 ระบบตรวจติดตามเครื่องยนต์ดีเซล

ระบบตรวจติดตามเครื่องยนต์ดีเซลจะใช้บอร์ด Arduino Nano ในการรับค่าจากเซ็นเซอร์ตรวจวัดซึ่งติดตั้งตามจุดต่างๆของเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งได้แก่

1.4.1.1 ระบบตรวจวัดแรงดันน้ำมันหล่อลื่น จะใช้เซ็นเซอร์ตรวจวัดความดันของไหลแบบไฟฟ้า ซึ่งติดตั้งเพื่อตรวจวัดระดับของน้ำมันหล่อลื่นที่ไหลภายในเครื่องยนต์และวัดความหนืดของน้ำมันหล่อลื่น

1.4.1.2 ระบบตรวจวัดปริมาณระดับปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง จะใช้ Ultrasonic Module HC-SR04 เพื่อตรวจสอบปริมาณคงเหลือ ซึ่งจะสามารถวิเคราะห์ได้ว่าเมื่อชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานจะมีปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงเพียงพอตลอดระยะเวลาการทำงานหรือไม่

1.4.1.3 ระบบตรวจวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ จะใช้ IR Infrared Obstacle Detection Sensor Module โดยติดตั้งเพื่อตรวจวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ว่าเครื่องยนต์หมุนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ความเร็วรอบที่กำหนดไว้หรือไม่

1.4.1.4 ระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่ จะใช้ใช้วงจรแบ่งแรงดันซึ่งติดตั้งเพื่อตรวจวัดค่าแรงดันที่ขั้วของแบตเตอรี่ในสถานะต่างๆว่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์ปกติหรือไม่

1.4.1.5 ระบบตรวจวัดกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่ จะใช้เซ็นเซอร์ปรากฏการณ์ฮอลล์ซึ่งติดตั้งเพื่อทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ซาร์จเข้าสู่แบตเตอรี่ขณะ เดินเครื่อง หรือค่ากระแสไฟฟ้าที่แบตเตอรี่จ่ายออกไปยังแผงควบคุม

1.4.1.6 ระบบตรวจวัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น จะใช้ Negative temperature coefficient Thermistor (NTC Thermistor) แบบ Screw type probe ในการวัดค่า โดยติดตั้งที่ท่อขาเข้าของหม้อน้ำ

1.4.2 ระบบตรวจติดตามชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ระบบตรวจติดตามชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะใช้บอร์ด Arduino Nano ในการรับค่าจากเซ็นเซอร์ตรวจวัดซึ่งจะติดตั้งตามจุดต่างๆของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และใช้บอร์ดนี้ในการคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้และค่าตัวประกอบกำลังของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งเซ็นเซอร์ที่มีการติดตั้งที่ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ได้แก่

1.4.2.1 ระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะใช้หม้อแปลงแรงดันและวงจรสำหรับวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งติดตั้งเพื่อวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าว่ามีค่าเท่ากับในสภาวะปกติหรือไม่

1.4.2.2 ระบบตรวจวัดกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะใช้หม้อแปลงกระแสและวงจรสำหรับวัดไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งติดตั้งเพื่อวัดไฟฟ้ากระแสสลับที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าว่ามีค่าเหมาะสมกับโหลดที่จ่ายอยู่หรือไม่หรือมีค่าเกินพิกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือไม่

1.4.2.3 ระบบตรวจวัดความถี่ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะใช้การคำนวณจากโค้ด ที่เขียนขึ้นมาใน Arduino โดยใช้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.4.2.4 ระบบตรวจวัดกำลังไฟฟ้าจริงและกำลังไฟฟ้าปรากฏของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะใช้การคำนวณจากโค้ด ที่เขียนขึ้นมาใน Arduino โดยใช้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาคำนวณ

1.4.2.5 ระบบตรวจวัดค่าประกอบกำลังของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะใช้การคำนวณจากโค้ด ที่เขียนขึ้นมาใน Arduino โดยใช้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาคำนวณ

1.4.3 ระบบเก็บข้อมูล

ระบบเก็บข้อมูลจะใช้บอร์ด Arduino Nano ในการบันทึกข้อมูลลง Micro SD card โดยใช้ Micro SD card module ร่วมกับ Real time clock module สำหรับการบันทึกข้อมูล ณ เวลาใดๆ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ประมวลผลการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

1.4.4 ระบบการส่งข้อมูล

ระบบการส่งข้อมูลจะใช้บอร์ด NodeMCU 1.0 (ESP-12F Module) ในการเชื่อมต่อกับเครือข่ายไร้สายโดยใช้คลื่นวิทยุ (Wi-Fi) ซึ่งจะทำให้สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ จากนั้นจึงทำการส่งข้อมูลต่างๆ ไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูล Firebase เพื่อนำข้อมูลต่างๆ เหล่านั้นมาใช้ในการแสดงผลผ่านทางเว็บไซต์ นอกจากนี้จะใช้บอร์ดนี้ในการแจ้งเตือนสถานะผิดปกติต่างๆ ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผ่านทางแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ

ทั้งนี้การรับส่งข้อมูลระหว่างบอร์ดแต่ละบอร์ดจะใช้การรับส่งข้อมูลแบบไอเอสแคร์วีซี หรือ Inter-integrated circuit (I²C) ซึ่งบอร์ดทั้งหมดจะเชื่อมต่อกันเป็นระบบบัสโดยใช้สายสัญญาณ 2 เส้น คือ Serial data line (SDA) สำหรับรับส่งข้อมูล และ Serial clock line (SCL) สำหรับส่งสัญญาณนาฬิกาโดยที่บอร์ด NodeMCU 1.0 (ESP-12F Module) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็น มาสเตอร์ (Master) และบอร์ด Arduino Nano เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นสเลฟ (Slave)

1.4.5 ระบบควบคุมจากระยะไกล

ระบบควบคุมจากระยะไกลจะใช้บอร์ด NodeMCU 1.0 (ESP-12F Module) ในการรับคำสั่งการทำงานจากระยะไกลผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ตหรือระบบสัญญาณโทรศัพท์โดยใช้สัญญาณ 2G

เอกสารนี้เป็น และบอร์ด Arduino Nano สำหรับควบคุมการทำงานของรีเลย์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.5 แผนการดำเนินโครงการ

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินโครงการ

การดำเนินงาน	ภาคเรียนที่ 1/2561				ภาคเรียนที่ 2/2561		
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. ศึกษาหลักการการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า							
2. ศึกษาและออกแบบวิธีการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า							
3. ศึกษาวิธีการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับเซ็นเซอร์ชนิดต่าง ๆ							
4. จัดทำแบบจำลองเพื่อทดสอบการใช้งานเซ็นเซอร์ชนิดต่าง ๆ							
5. ศึกษาวิธีการรับส่งข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตโดยใช้ฐานข้อมูล Firebase							
6. ศึกษาและออกแบบระบบการแสดงผลผ่านทางเว็บไซต์และแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ							
7. นำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและติดตั้งระบบตรวจติดตามระยะไกลเข้ากับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า							
8. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า							
9. ศึกษาและออกแบบจัดทำระบบการแจ้งเตือนสถานะการทำงานและความผิดปกติต่าง ๆ ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผ่านทางแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ							
10. รวบรวมข้อมูลและจัดทำปริญญานิพนธ์							

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ

1. เข้าใจหลักการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
2. เข้าใจการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับเซ็นเซอร์ชนิดต่างๆ ได้
3. สามารถใช้งานเทคโนโลยี Internet of Things ในรูปแบบต่างๆ ได้
4. สามารถออกแบบและตรวจสอบสถานะของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผ่านทางเทคโนโลยี Internet of Things ได้
5. สามารถตรวจสอบรวมถึงการแจ้งเตือนของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในสภาวะผิดปกติผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือและเว็บไซต์ได้
6. สามารถออกแบบระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ตหรือระบบสัญญาณโทรศัพท์โดยใช้สัญญาณ 2G ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.1.1 องค์ประกอบของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ถือว่าเป็นอุปกรณ์สำคัญที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับพื้นที่ที่ห่างไกล บริษัทห้างเรือน โรงงานอุตสาหกรรม หรือ แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าสำรองในสถานที่ต่างๆ ในการจ่ายกำลังไฟฟ้าหลัก เนื่องจากกำลังไฟฟ้าไม่เพียงพอต่อความต้องการหรือระบบไฟฟ้าในบริเวณนั้นเกิดการขัดข้อง ซึ่งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

2.1.1.1 เครื่องยนต์ ทำหน้าที่ขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้หมุนเพื่อให้ชุดลดหมุนตัดกับสนามแม่เหล็ก การขับให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนนั้นอาจใช้พลังงานจากหลายแหล่งเช่น เครื่องยนต์พลังงานน้ำ ความร้อน และพลังงานลม เป็นต้น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรมจะใช้พลังงานจากเครื่องยนต์ โดยจะมีส่วนประกอบดังนี้

2.1.1.1.1 ระบบเชื้อเพลิง ซึ่งโดยทั่วไปถึงเชื้อเพลิงจะสามารถเก็บเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเดินเครื่องของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้เฉลี่ยเป็นเวลา 6 ถึง 8 ชั่วโมง ในชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กนั้น ถังเชื้อเพลิงจะอยู่ด้านบนของโครงชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งมีส่วนประกอบโดยทั่วไปดังนี้

- ท่อส่งผ่านเชื้อเพลิง ได้แก่ท่อส่งเชื้อเพลิงจากถังเชื้อเพลิงไปที่เครื่องยนต์และท่อส่งเชื้อเพลิงจากเครื่องยนต์กลับมาที่ถังเชื้อเพลิง

- ตัวกรองเชื้อเพลิง มีหน้าที่แยกน้ำและสารแปลกปลอมออกจากเชื้อเพลิงเพื่อป้องกันส่วนต่างๆ ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากการสึกหรอหรือการปนเปื้อน

- หัวฉีดเชื้อเพลิง มีหน้าที่ฉีดละอองเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ในเครื่องยนต์

- ท่อระบายอากาศของถังเชื้อเพลิง มีหน้าที่ป้องกันความดันที่อาจเกิดขึ้น

ระหว่าง การเติมหรือการระบายออกของเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- ป้อนเชื้อเพลิง ในกรณีที่มีทั้งถังเก็บเชื้อเพลิงหลักที่ใช้งานในแต่ละวันและถังเก็บเชื้อเพลิงสำรอง เชื้อเพลิงจะถูกป้อนจากถังเชื้อเพลิงสำรองไปที่ถังเชื้อเพลิงหลักที่ใช้งานในแต่ละวัน

- ท่อระบายออกของเชื้อเพลิง ใช้ในการระบายการล้นของเชื้อเพลิง เพื่อป้องกันการล้นของของเหลวขณะเติมเชื้อเพลิงไปที่ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.1.1.1.2 ระบบหล่อเย็นและระบบระบายความร้อน เนื่องจากการใช้งานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นระยะเวลาอย่างต่อเนื่องนั้น จะทำให้อุปกรณ์ต่างๆ เกิดความร้อนขึ้น ดังนั้นระบบหล่อเย็นและระบบระบายอากาศจึงมีความจำเป็นอย่างมากในการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตกำลังไฟฟ้า น้ำถูกใช้เป็นสารหล่อเย็นในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก และไฮโดรเจนถูกใช้เป็นสารหล่อเย็นในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่เพราะไฮโดรเจนมีประสิทธิภาพในการดูดซับ ความร้อนมากกว่าสารหล่อเย็นชนิดอื่นๆ และโดยทั่วไปชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะมีพัดลมระบายอากาศติดอยู่เพื่อช่วยระบายความร้อนในเบื้องต้น

2.1.1.1.3 ระบบไอเสีย ซึ่งท่อไอเสียโดยทั่วไปจะทำจากเหล็กหล่อหรือเหล็กกล้า โดยท่อไอเสียจะยึดติดกับเครื่องยนต์ด้วยตัวยึดที่มีความยืดหยุ่นเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือนและความเสียหายกับระบบไอเสีย

2.1.1.1.4 ระบบหล่อลื่น เนื่องจากชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประกอบไปด้วยส่วนที่เคลื่อนที่ต่างๆ ดังนั้นระบบหล่อลื่นจึงมีความจำเป็นเพื่อป้องกันการเสียดสี การสึกหรอ และเพื่อให้ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน โดยเครื่องยนต์จะถูกหล่อลื่นด้วยน้ำมัน ควรตรวจสอบระดับของน้ำมันหล่อลื่นทุกๆ 8 ชั่วโมงการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และควรตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำมันหล่อลื่นหล่อลื่นทุก 500 ชั่วโมงการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.1.1.2 ทำหน้าที่เปลี่ยนต้นกำลังทางกลเป็นกำลังไฟฟ้า ซึ่งปัจจุบันเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีหลายชนิด แต่โดยทั่วไปเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ในชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบซิงโครนัส (Synchronous generator) ซึ่งอาศัยหลักการของ ไมเคิล ฟาราเดย์คือ โรเตอร์จะสร้างสนามแม่เหล็กหมุนตัดผ่านขดลวดสเตเตอร์เพื่อทำให้เกิด แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดสเตเตอร์ โดยจะมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.1.1.2.1 ส่วนที่อยู่กับที่หรือสเตเตอร์ (Stator) ประกอบด้วย โครงสร้าง ก้านเหน็ดไฟฟ้า (Frame or yoke) แกนเหล็กสเตเตอร์ (Stator core) และขดลวดสเตเตอร์ (Stator winding)

2.1.1.2.2 ส่วนที่เคลื่อนที่หรือโรเตอร์ (Rotor) ประกอบด้วย เฟลาของโรเตอร์ (Shaft) และขดลวดโรเตอร์ (Rotor winding) หรือ แม่เหล็กถาวร (Permanent magnet)

2.1.1.3 ตัวขาร์จแบตเตอรี่ ทำหน้าที่ขาร์จไฟเข้าแบตเตอรี่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เนื่องจากในการเริ่มต้นการทำงานของขดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นจะใช้แบตเตอรี่ในการสตาร์ท

2.1.1.4 หน้าปัดควบคุม มีหน้าที่แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ และรับคำสั่งการควบคุมจาก ผู้ใช้งานมีคุณสมบัติแตกต่างกันขึ้นอยู่กับผู้ผลิต เช่น

- หน้าปัดควบคุมเกี่ยวกับการเดินเครื่องและการหยุดเดินเครื่อง ซึ่งสามารถควบคุมให้เดินเครื่องในเวลาที่กำลังไฟฟ้าไม่เพียงพอต่อความต้องการ และควบคุมให้หยุดเดินเครื่องเมื่อไม่ต้องการได้

- หน้าปัดแสดงค่าพารามิเตอร์ของเครื่องยนต์ เช่น ความดันของน้ำมันหล่อลื่น อุณหภูมิของสารหล่อเย็น แรงดันของแบตเตอรี่ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ระยะเวลาการทำงานของเครื่องยนต์ โดยเมื่อค่าพารามิเตอร์ที่ตรวจสอบมีค่าเกินกว่าหรือต่ำกว่าค่าที่กำหนดระบบจะสั่งให้ขดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหยุดทำงาน

- หน้าปัดควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เช่น แสดงค่าแรงดันขาออกและความถี่

- หน้าปัดควบคุมอื่นๆ

2.1.1.5 โครงขดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีหน้าที่รองรับและป้องกันอุปกรณ์ต่างๆ ของขดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยจะต้องมีการต่อลงดินเพื่อความปลอดภัย

2.1.2 หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

โดยทั่วไปแล้วเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือส่วนที่เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งจะมีขดลวดตัวนำฝังอยู่ในร่องรอบแกนโรเตอร์ที่ทำจากแผ่นเหล็กซิลิคอน (Silicon

Steel Sheet) ขนาดหนาประมาณ 0.35-0.5 มิลลิเมตร นำมาอัดแน่นโดยระหว่างแผ่นเหล็กซิลิคอนจะมีฉนวนเคลือบ ทั้งนี้เพื่อลดการสูญเสียที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลวน (Eddy Current) ภายในแกนเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของโรเตอร์จะได้รับไฟฟ้ากระแสตรงจากเอ็กไซเตอร์(Excitor) เพื่อทำหน้าที่ในการสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น อีกส่วนหนึ่งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าคือส่วนที่อยู่กับที่เรียกว่า สเตเตอร์ (Stator) ภายในร่องแกนสเตเตอร์จะมีขดลวดซึ่งทำจากแผ่นเหล็กอัดแน่นเช่นเดียวกับโรเตอร์ฝังอยู่อาศัยหลักการของการเคลื่อนที่ของแม่เหล็กผ่านลวดตัวนำ จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าที่สเตเตอร์และนำแรงดันไฟฟ้านี้ไปใช้ต่อไป หลักการโดยง่ายของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อสนามแม่เหล็กหมุนผ่านขดลวดบนสเตเตอร์จะเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสและแรงดันขึ้นที่ขดลวด สนามแม่เหล็กเกิดขึ้นได้จากการป้อนไฟ DC เข้า ขดลวดของโรเตอร์ กระแสไฟ DC จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นที่โรเตอร์และเมื่อโรเตอร์หมุนจะเหนี่ยวนำแรงดัน AC และกระแสขึ้นที่ขดลวดสเตเตอร์

2.1.3 ชนิดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.1.3.1 จำแนกตามลักษณะกระแสที่สร้างขึ้น ได้แก่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternator) และเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (Dynamo)

2.1.3.2 จำแนกตามจำนวนเฟสของระบบไฟฟ้า ได้แก่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิด 1 เฟส (Single-phase generator) และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิด 3 เฟส (Three-phase generator)

2.1.3.3 จำแนกตามลักษณะของขดลวดสนามแม่เหล็กที่กระทำกับขดลวดสเตเตอร์ ได้แก่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดขดลวดสนามแม่เหล็กอยู่กับที่ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดขดลวดสนามแม่เหล็กหมุน

2.1.3.4 จำแนกตามพิกัดกำลังใช้งาน ได้แก่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดกลาง และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่

2.1.3.5 จำแนกตามลักษณะการนำไปใช้งาน ได้แก่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดสำรอง (Standby generator type) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดสำรองต่อเนื่อง (Continuous generator type) และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดจ่ายกำลังหลัก (Base load generator)

2.1.3.6 แบ่งตามลักษณะการออกแบบ ได้แก่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดเปลือยติดตั้งอยู่กับที่ (Bare generator) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดตู้ครอบเก็บเสียง (Canopied and sound proof) และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดเคลื่อนย้าย (Mobile generator trailer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.1.4 หลักการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้า

ในกรณีที่ต้องการนำชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาใช้ในการผลิตกำลังไฟฟ้าและจ่ายโหลดร่วมกับระบบไฟฟ้า จะต้องมีการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้า ซึ่งมีหลักการดังนี้

- เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับระบบไฟฟ้าต้องมีลำดับเฟสเหมือนกัน
- ขนาดของแรงดันจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าต้องมีขนาดเท่ากัน
- เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าต้องมีความถี่เท่ากัน
- มุมต่างเฟสระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าต้องมีค่าเท่ากับศูนย์

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

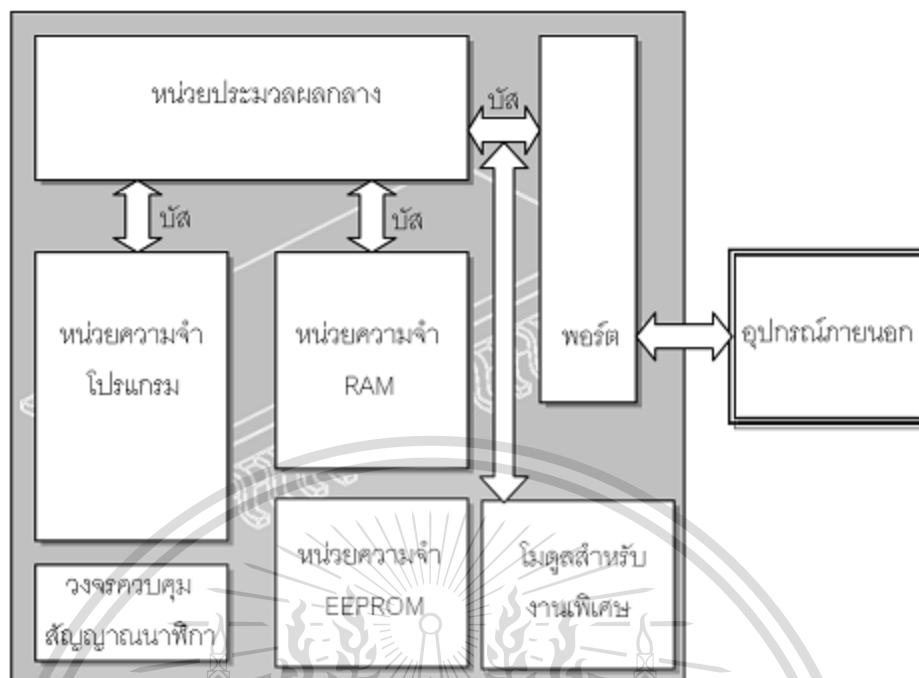
ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller, μC , μC หรือ MCU) คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียูหน่วยความจำและพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน

ไมโครคอนโทรลเลอร์ถ้าแปลความหมายแบบตรงตัวก็คือ ระบบคอนโทรลขนาดเล็ก เรียกอีกอย่างหนึ่งคือเป็นระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย โดยผ่านการออกแบบวงจรให้เหมาะกับงานต่างๆ และยังสามารถโปรแกรมคำสั่งเพื่อควบคุมขา Input / Output เพื่อสั่งงานให้ไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ได้อีกด้วย ซึ่งก็นับว่าเป็นระบบที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ทั้งทางด้าน Digital และ Analog ยกตัวอย่างเช่น ระบบสัญญาณตอบรับอัตโนมัติ, ระบบบัตรคิว, ระบบตอกบัตรพนักงาน และอื่นๆ ยิ่งระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ในยุคปัจจุบันนั้นสามารถทำการเชื่อมต่อกับระบบ Network ของคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้อีกด้วย ดังนั้นการสั่งงานจึงไม่ใช่แค่หน้าแผงวงจร แต่อาจจะเป็นการสั่งงานอยู่คนละซีกโลกผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.1 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์

(แหล่งที่มา: <http://microbysom.blogspot.com/2011/03/blog-post.html>)

ดังนี้

โดยส่วนประกอบหลักสำคัญของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น จะประกอบไปด้วย 4 ส่วน

- หน่วยประมวลผลกลาง หรือ Central processing unit (CPU) คือ วงจรอิเล็กทรอนิกส์ มีหน้าที่ในการประมวลผล ซึ่งจะทำงานตามชุดคำสั่งของโปรแกรม โดยไมโครคอนโทรลเลอร์หนึ่งตัว อาจจะมีหน่วยประมวลผลกลางมากกว่าหนึ่งหน่วยได้

- หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) คือ หน่วยความจำที่ใช้สำหรับเก็บรวบรวมชุดคำสั่ง หรือโปรแกรมที่ผู้ใช้งานเขียนขึ้น

- หน่วยความจำข้อมูล (Data memory) คือ หน่วยความจำที่ใช้สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- อินพุท/เอาต์พุท พอร์ต (I/O ports) คือ ส่วนที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก เพื่อรับหรือส่งข้อมูล เช่น การเชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์เพื่อรับสัญญาณหรือข้อมูลต่างๆ หรือการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แสดงผลต่างๆ

นอกจากส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วนข้างต้นแล้ว การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ จำเป็นต้องอาศัยสัญญาณนาฬิกา (Clock) สำหรับการกำหนดจังหวะในการประมวลผลและการคำนวณต่างๆ ดังนั้นการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องมีการต่อกับอุปกรณ์กำเนิดสัญญาณนาฬิกา

ในอดีตการเขียนโปรแกรมสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์จะเขียนด้วยภาษาแอสเซมบลี (Assembly) เท่านั้น แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาภาษาระดับสูง (High-level language) สำหรับการเขียนโปรแกรม เช่น ภาษาซี (C), ภาษาไพธอน (Python), จาวาสคริปต์ 11 (JavaScript) เป็นต้น ซึ่งเป็นภาษาที่มีลักษณะใกล้เคียงกับภาษามนุษย์ ทำให้ปัจจุบันการเขียนโปรแกรมสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำได้ง่ายและสะดวกมากยิ่งขึ้น

การนำโปรแกรมที่ผู้ใช้งานเขียนขึ้นส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องใช้คอมไพเลอร์ (Compiler) ในการแปลภาษาระดับสูงให้เป็นภาษาระดับต่ำ (Low-level language) หรือภาษาเครื่อง (Machine code) เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามความต้องการของผู้ใช้งาน

2.2.2 การสื่อสารในรูปแบบไอสแควร์ซี

ไอสแควร์ซี (I²C) หรือที่ย่อมาจาก Inter-integrated circuit เป็นการสื่อสารของคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่ง ซึ่งเป็นระบบการสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัส (Synchronous serial transmission) ถูกคิดค้นขึ้นใน ค.ศ. 1982 โดย Philip semiconductor (ปัจจุบันคือ NXP Semiconductors) โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้รับส่งข้อมูลความเร็วต่ำระหว่างอุปกรณ์ มีจุดเด่นคือเชื่อมต่อแบบบัสสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้เป็นจำนวนมาก โดยใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้นเท่านั้น จึงช่วยลดปริมาณของสายสัญญาณ และอุปกรณ์มีขนาดเล็กลง โดยสายสัญญาณ 2 เส้นนั้น คือ

สายสัญญาณนาฬิกา หรือ Serial clock line (SCL) มีหน้าที่ส่งสัญญาณนาฬิกาเพื่อใช้สำหรับควบคุมการรับส่งข้อมูล ซึ่งความเร็วนี้ตามมาตรฐานคือ 100kHz และมีโหมดอื่นคือ Fast Mode มีความเร็วสูงสุด 400kHz, Hi-Speed Mode มีความเร็วสูงสุด 3.4MHz และ Ultra Fast Mode มีความเร็วสูงสุดที่ 5MHz โดยไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละตัวก็จะมีความเร็วของสัญญาณนาฬิกาต่างกัน (บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

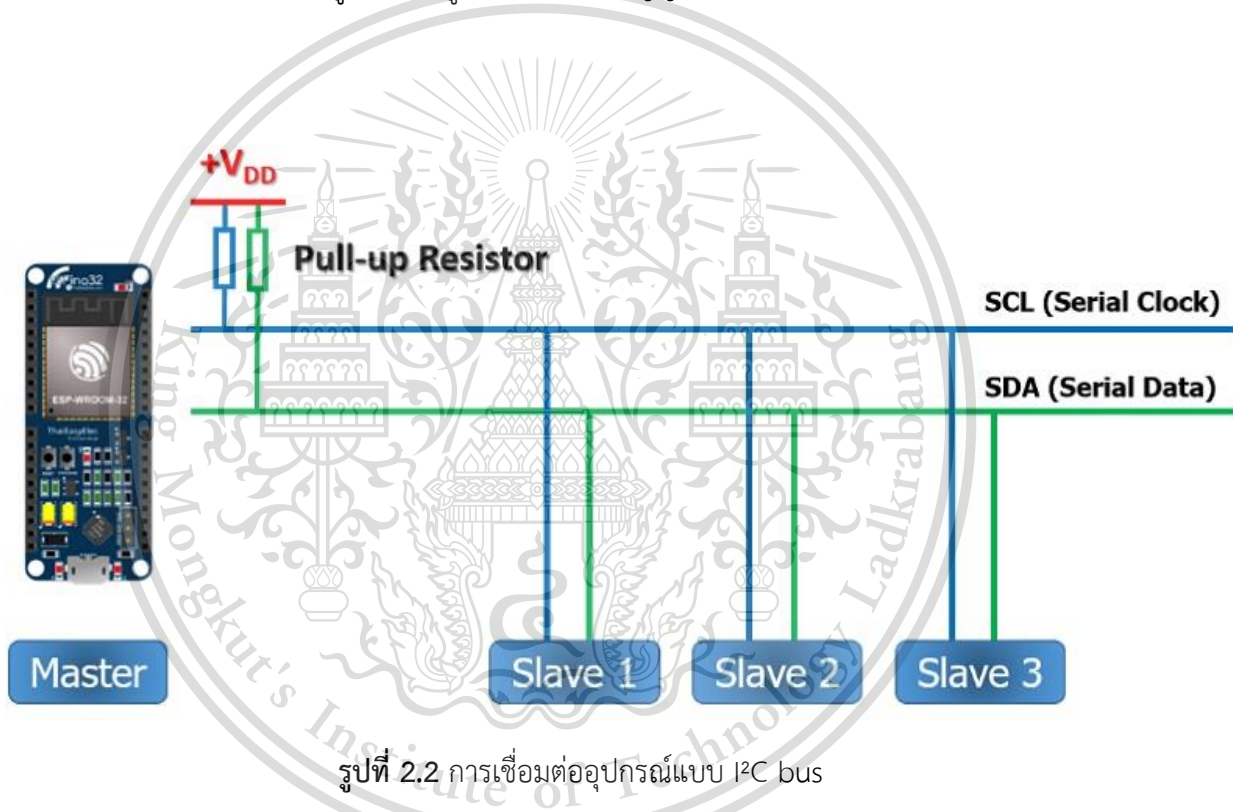
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Arduino หรือ STM ที่เราใช้กันทั่ว ๆ ไปนี้ส่วนมากจะรองรับความเร็ว Standard และ Fast Mode เท่านั้น)

สายสัญญาณข้อมูลหรือ Serial data line (SDA) เป็นสายที่ใช้รับส่งข้อมูลที่ต้องการจะสื่อสาร และเนื่องจากการรับส่งข้อมูลของสายสัญญาณทั้งสองเป็นแบบ Open-Drain จึงจำเป็นต้องต่อ Pull-Up Resistor ที่สายสัญญาณทั้งสองและต้องอาศัยไฟเลี้ยงด้วย

โดยสายสัญญาณทั้ง 2 เส้นนี้เป็นสายสัญญาณแบบสองทิศทาง (Bidirectional line) โดยที่ความเร็วในการรับส่งข้อมูลจะขึ้นอยู่กับความถี่ของสัญญาณนาฬิกา



(แหล่งที่มา: <https://blog.thaieasyelec.com/espino32-ch8-how-to-use-i2c/>)

จากรูปที่ 2.2 เป็นผังการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เป็น Master และ Slave อีก 3 ตัว โดยการทำงานนั้น เมื่อเริ่มต้นการสื่อสาร Master จะส่งคำสั่ง Start ออกไปผ่านสาย SDA (SCL ปลอยสัญญาณนาฬิกาคงที่ตลอดเวลา) หลังจากบิต Start จะเป็น Address ของ Slave ที่ต้องการเรียกใช้งาน ตามด้วยบิตคำสั่งจะให้ Read หรือ Write ในขั้นตอนนี้ Slave ทุกตัวจะทำการตอบกลับว่าตนเป็น Master หรือ Slave ตามคำสั่งที่ได้รับ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตรวจสอบว่า Address ที่ Master เรียกนั้นใช้ตัวเองหรือไม่ หากตรวจสอบแล้วเป็น Address ของตัวเอง Slave ตัวนั้นจะส่งบิต ACK กลับไปที่ Master เพื่อแสดงความพร้อมทำงาน และก็จะมีการรับส่งข้อมูลกันทีละ 1 ไบต์ (8 บิต) ในแต่ละไบต์จะถูกค้นด้วย ACK ขี้แบบนี้เรื่อย ๆ จนการรับส่งข้อมูลจบลง Master จะส่งบิต Stop เพื่อเป็นสัญญาณจบการสื่อสาร

ในกรณีที่ระบบมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นมาสเตอร์มากกว่าหนึ่งอุปกรณ์ จะต้องมีการประสานสัญญาณนาฬิกา (Clock synchronization) ระบบจึงจะสามารถทำงานได้

2.3 เซ็นเซอร์

2.3.1 เทอร์มิสเตอร์

เทอร์มิสเตอร์ (Thermistor) คือตัวต้านทานชนิดหนึ่งซึ่งค่าความต้านทานจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงจะทำให้ค่าความต้านทานมีค่าเปลี่ยนแปลงไป โดยที่เทอร์มิสเตอร์จะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานมากกว่าตัวต้านทานโดยทั่วไป (ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิสูงกว่าตัวต้านทานโดยทั่วไป) เทอร์มิสเตอร์ถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวาง อาทิ อุปกรณ์จำกัดกระแสไฟฟ้า กระชาก (Inrush current limiter) เซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ (Temperature sensor) อุปกรณ์ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินชนิดสามารถรีเซ็ตได้ด้วยตัวเอง (Self-resetting overcurrent protector) เป็นต้น เทอร์มิสเตอร์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ซึ่งได้แก่

- เทอร์มิสเตอร์ชนิดค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิเป็นลบ หรือ Negative temperature coefficient (NTC) คือเทอร์มิสเตอร์ที่ค่าความต้านทานจะมีค่าแปรผกผันกับอุณหภูมิ กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ค่าความต้านทานจะมีค่าลดลง หรือในทางกลับกัน เมื่ออุณหภูมิต่ำลง ค่าความต้านทานจะมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งเทอร์มิสเตอร์ชนิดนี้นิยมนำมาใช้งานเป็นอุปกรณ์จำกัดกระแสไฟฟ้ากระชากหรือเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ

- เทอร์มิสเตอร์ชนิดค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิเป็นบวก หรือ Positive temperature coefficient (PTC) คือเทอร์มิสเตอร์ที่ค่าความต้านทานจะมีค่าแปรผันตรงกับอุณหภูมิ กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ค่าความต้านทานจะมีค่าเพิ่มขึ้น หรือในทางกลับกัน เมื่ออุณหภูมิต่ำลง ค่าความต้านทานจะมีค่าลดลง ซึ่งเทอร์มิสเตอร์ชนิดนี้นิยมนำมาใช้งานเป็นอุปกรณ์ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินชนิดสามารถรีเซ็ตได้ด้วยตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ความแตกต่างระหว่างเทอร์มิสเตอร์กับอาร์ทีดี หรือ Resistance temperature detector (RTD) คือวัสดุที่นำมาใช้ ซึ่งโดยทั่วไปเทอร์มิสเตอร์จะทำมาจากเซรามิก (Ceramic) หรือ พอลิเมอร์ (Polymer) ในขณะที่อาร์ทีดีจะทำมาจากโลหะบริสุทธิ์ ดังนั้นจึงทำให้การตอบสนองต่ออุณหภูมิมีความแตกต่างกัน โดยที่อาร์ทีดีจะสามารถใช้งานในช่วงอุณหภูมิที่กว้างกว่าได้ ส่วนเทอร์มิสเตอร์จะมีความแม่นยำสูงกว่าแต่สามารถใช้งานในช่วงอุณหภูมิที่แคบกว่า ซึ่งประมาณ -90°C ถึง 130°C

การประมาณความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานและอุณหภูมิแบบเชิงเส้นนั้นจะมีความถูกต้องเฉพาะในช่วงอุณหภูมิแคบๆ เท่านั้น ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงนิยมใช้การประมาณความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานและอุณหภูมิตัวสมการ Steinhart-Hart ซึ่งเป็นสมการกำลังสาม ซึ่งสามารถแสดงได้ดังสมการที่ 2.1

$$\frac{1}{T} = A + B \ln R + C(\ln R)^3 \quad (2.1)$$

โดยที่

A B และ C คือ ค่าสัมประสิทธิ์ Steinhart-Hart ซึ่งเป็นค่าเฉพาะของเทอร์มิสเตอร์แต่ละตัว

T คือ อุณหภูมิสัมบูรณ์ มีหน่วยเป็นเคลวิน (K)

R คือ ค่าความต้านทาน มีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω)

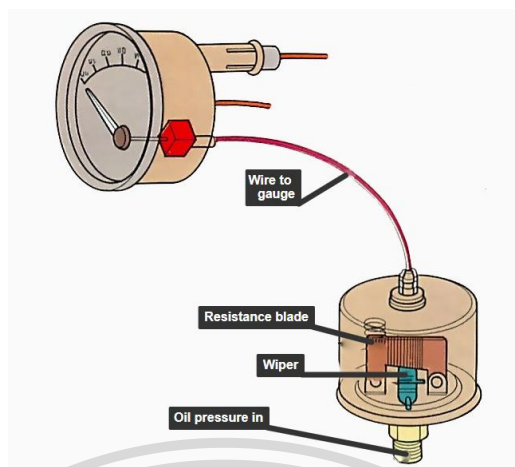
2.3.2 เซ็นเซอร์ตรวจวัดความดันของไหล

เซ็นเซอร์ตรวจวัดความดันของไหล (Pressure sensor) จะมีหลักๆ ด้วยกันสองแบบ คือ แบบใช้กลไก และแบบไฟฟ้า โดยเซ็นเซอร์วัดความดันรูปแบบไฟฟ้าง่ายๆ ดังรูปที่ 2.3 ตัวเซ็นเซอร์จะเป็นเสมือนตัวต้านทานปรับค่าได้ โดยค่าความต้านทานจะขึ้นอยู่กับค่าความดันของของไหล มีหลักการทำงานคือของไหลที่จะทำการวัดจะเข้าที่ท่อด้านล่างเซ็นเซอร์ภายในจะมีแผ่นไดอะแฟรมที่จะขยับตามความดันของของไหล และมีก้านที่ต่ออยู่กับแผ่นไดอะแฟรม ซึ่งก้านเดียวกันนี้จะขยับขึ้นหรือลงตามแถบความต้านทาน โดยตัวต้านทานจะต่อกับสายไฟออกจากเซ็นเซอร์ซึ่งเมื่อความดันสูงขึ้นทำให้ไดอะแฟรมยกตัว ก้านเคลื่อนที่จะขยับขึ้น ทำให้ค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลง การประยุกต์นำเซ็นเซอร์ชนิดนี้ไปใช้งาน ได้แก่ Oil pressure sensor หรือ Fuel pressure sensor ของ เครื่องยนต์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

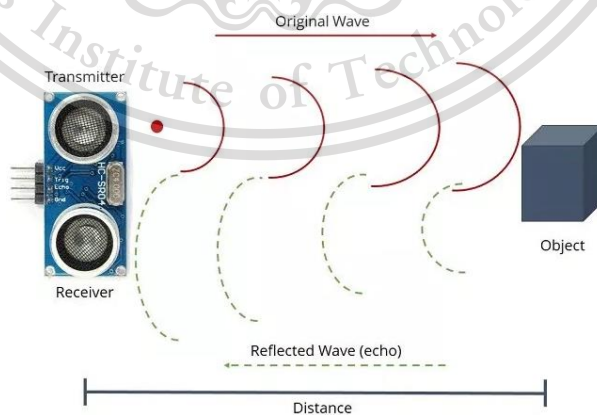


รูปที่ 2.3 เซ็นเซอร์ตรวจวัดความดันของไหลแบบไฟฟ้า

(แหล่งที่มา: <https://www.howacarworks.com/illustrations/electric-sensor-units>)

2.3.3 เซ็นเซอร์ตรวจวัดระดับปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง

Ultrasonic Module HC-SR04 เป็นอุปกรณ์ใช้วัดระยะทางโดยไม่ต้องมีการสัมผัสกับตำแหน่งที่ต้องการวัด ซึ่งวัดได้ตั้งแต่ 2 cm ถึง 400 cm สำหรับหลักการทำงานของเซ็นเซอร์ แสดงดังรูปที่ 2.4 โดยจะส่งสัญญาณอัลตราโซนิกที่มีความถี่ 40 kHz ไปที่วัตถุที่ต้องการวัดและรับสัญญาณที่สะท้อนกลับมา พร้อมทั้งจับเวลาเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณระยะทาง



รูปที่ 2.4 หลักการทำงานของ Ultrasonic Module HC-SR04

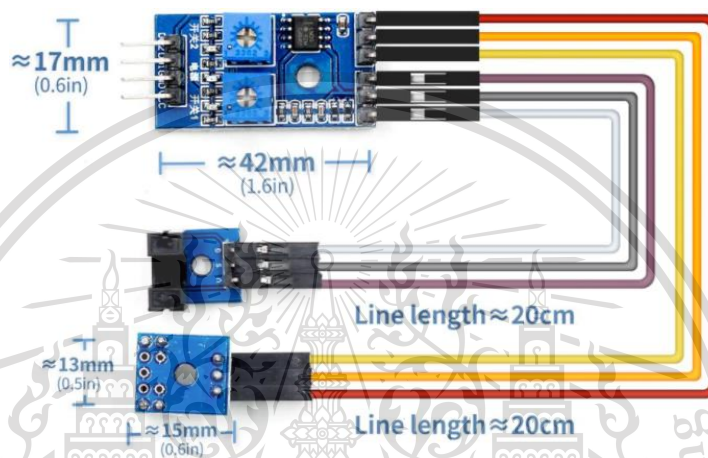
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่ลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3.4 เซ็นเซอร์ตรวจวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์

2-way Motor Speed Sensor ดังในรูปที่ 2.5 เป็นเซ็นเซอร์แสง จะให้สัญญาณเอาต์พุตเป็นแบบดิจิตอลค่า 1 เมื่อมีวัตถุผ่านเซ็นเซอร์พร้อม LED แสดงผล ใช้ไฟเลี้ยง 3.3-5V สามารถปรับความไวการตรวจจับได้ที่ตัวต้านทานปรับค่าได้บนบอร์ด



รูปที่ 2.5 เซ็นเซอร์ตรวจวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์

(แหล่งที่มา: <https://www.aliexpress.com/i/33030606473.html>)

2.3.5 เซ็นเซอร์ตรวจวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

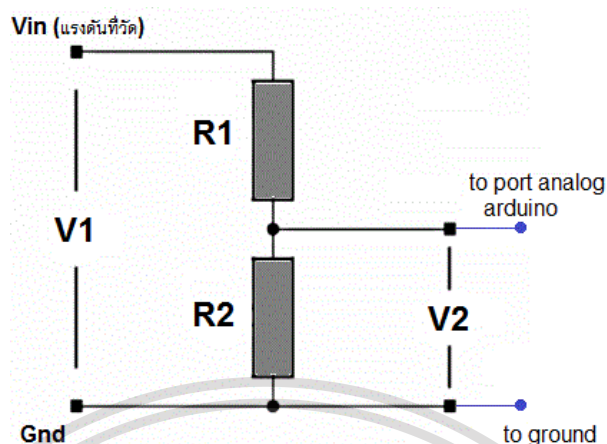
เซ็นเซอร์ตรวจวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจะใช้วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า (Voltage Dividers) โดยใช้หลักการของวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม (Series Circuit) เนื่องจากวงจรอนุกรมมีแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานหรือโหลดไม่เท่ากัน แต่เมื่อนำแรงดันที่ตกคร่อมโหลดทุกตัวในวงจรมารวมกันแล้วจะมีค่าเท่ากับแรงดันที่จ่ายให้แก่วงจร ซึ่งเราจะใช้วงจรนี้มาตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่ โดยจะสามารถคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ต้องการวัดได้จากสมการที่ 2.2

$$V_{in} = \left(\frac{R_1+R_2}{R_2}\right)V_2 \quad (2.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.6 การวัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า

(แหล่งที่มา: <http://konkarhoon.blogspot.com/2016/07/voltage-divider-arduino-5-v.html>)

2.3.6 เซ็นเซอร์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง

เซ็นเซอร์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้โดยทั่วไป ซึ่งอุปกรณ์นี้จะใช้ในการวัดค่าของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านอยู่ภายในสายตัวนำ โดยการนำตัวเซ็นเซอร์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรงต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า ณ บริเวณที่ต้องการทราบค่า ซึ่งเซ็นเซอร์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรงจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- เซ็นเซอร์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้าโดยใช้ตัวต้านทาน (Current sensing resistors) ซึ่งมีหลักการทำงาน คือ จะทำการต่ออนุกรมตัวต้านทานที่มีค่าน้อยมากเข้าไปบริเวณที่ต้องการจะวัดค่ากระแสไฟฟ้า เรียกว่า ชันท์ (Shunt) เพื่อที่จะไม่กระทบกับค่าของกระแสไฟฟ้าในวงจร และนำโวลต์มิเตอร์มาต่อขนานกับชันท์เพื่อที่จะวัดแรงดันตกคร่อมของชันท์ และนำค่าแรงดันตกคร่อมชันท์ที่ได้คำนวณกลับออกมาเป็นกระแสจากกฎของโอห์ม (Ohm's law) ดังสมการที่ 2.3

$$I = \frac{V_{shunt}}{R_{shunt}} \quad (2.3)$$

โดยที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ซึ่งหากมีผู้ใดนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

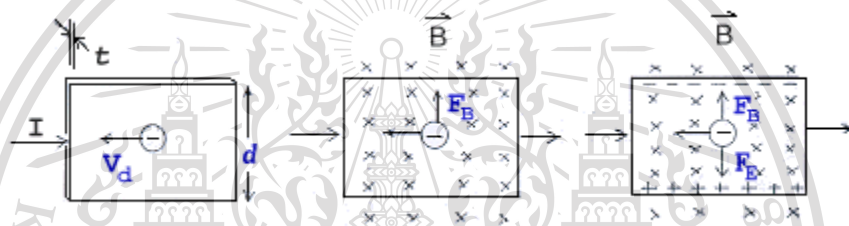
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

V_{shunt} คือ แรงดันตกคร่อมของชั้นท์ มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)

R_{shunt} คือ ค่าความต้านทานของชั้นท์ มีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω)

- เซ็นเซอร์ปรากฏการณ์ฮอลล์ (Hall Effect sensor) ปรากฏการณ์ฮอลล์ถูกค้นพบในปี 1879 โดยนายเอ็ดวิน เฮอร์เบิร์ต ฮอลล์ (Edwin Herbert Hall) ซึ่งพบว่า เมื่อนาแผ่นตัวนำบางไปวางในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก จะทำให้พาหะประจุ (Charge carriers) ที่วิ่งอยู่ภายในตัวนำจะเลี้ยวเบนออกจากแนวเดิม ทำให้เกิดสนามไฟฟ้าในทิศตั้งฉากกับทิศทางของกระแสไฟฟ้า ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า ปรากฏการณ์ฮอลล์ (Hall Effect)



รูปที่ 2.7 ก-ค การเกิดปรากฏการณ์ฮอลล์

(แหล่งที่มา: http://www.kts.ac.th/e-learning/digital_library/snet3/saowalak/hall/hall.htm)

การเกิดปรากฏการณ์ฮอลล์อาจอธิบายได้โดยใช้รูป 1 ก-ค ดังนี้

รูป 1 ก แสดงแผ่นตัวนำบางที่มีความกว้าง (d) หนา (t) และมีกระแสไฟฟ้า (I) (conventional current) ผ่านในทิศจากด้านซ้ายไปด้านขวา พาหะประจุคืออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ (ด้วยอัตราเร็วลอยเลื่อน V_d) ในทิศตรงข้ามกับกระแสไฟฟ้าจากด้านขวาไปด้านซ้าย

รูป 1 ข เมื่อใส่สนามแม่เหล็ก (B) ในทิศพุ่งเข้าหาและตั้งฉากกับระนาบแผ่นตัวนำบาง หรือกระดาษ จะเกิดแรงแม่เหล็ก (F_B) กระทำกับอิเล็กตรอน ทำให้อิเล็กตรอนเบนไปทางขอบด้านบนของแผ่นตัวนำบาง

รูป 1 ค เมื่อเวลาผ่านไปจะมีอิเล็กตรอนถูกผลักไปที่ขอบด้านบนจำนวนมาก ส่วนขอบด้านล่างจะเกิดประจุไฟฟ้าบวกจำนวนมากเช่นกัน การที่มีประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันที่ขอบทั้งสอง ทำให้เกิด "ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้"

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สนามไฟฟ้า เรียกว่า สนามไฟฟ้าฮอลล์ (E_H) (hall field) ในแผ่นตัวนำบางมีทิศจากขอบด้านล่างไปขอบด้านบน สนามไฟฟ้าจะทำให้เกิดแรงไฟฟ้า (F_E) กระทำกับอิเล็กตรอน ซึ่งจะทำให้อิเล็กตรอนถูกผลักไปทางขอบด้านล่าง เมื่อแรงไฟฟ้าและแรงแม่เหล็กมีขนาดเท่ากัน อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ในทิศไปทางซ้ายโดยไม่เบน

สนามไฟฟ้าที่เกิดในแผ่นตัวนำบางมีความสัมพันธ์กับความต่างศักย์ (V) ดังนี้

$$E_H = \frac{V}{d} \quad (2.4)$$

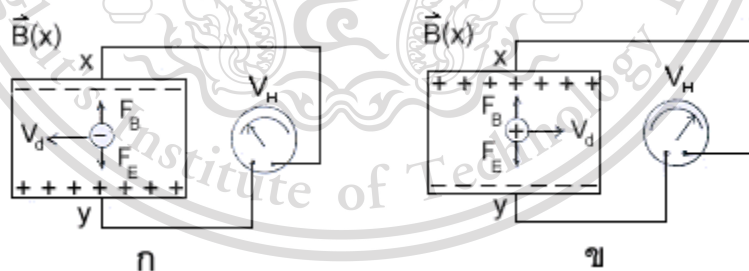
โดยที่

V คือ ความต่างศักย์ฮอลล์ มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)

E_H คือ สนามไฟฟ้าฮอลล์ มีหน่วยเป็นนิวตันต่อคูลอมบ์ (N/C)

d คือ ความกว้างของแผ่นตัวนำบาง มีหน่วยเป็นเมตร (m)

ความต่างศักย์ที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า ความต่างศักย์ฮอลล์ (V_H) (hall potential difference หรือ hall voltage) พบว่า ความต่างศักย์ฮอลล์มีค่ามากที่สุด เมื่อแผ่นตัวนำบางทำจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิกอน และเจอร์เมเนียม ส่วนตัวนำไฟฟ้าที่ดี ความต่างศักย์ฮอลล์จะมีค่าน้อยกว่ามาก



รูปที่ 2.8 ก-ข การวัดความต่างศักย์ฮอลล์

(แหล่งที่มา: http://www.kts.ac.th/e-learning/digital_library/snet3/saowalak/hall/hall.htm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สามารถวัด V_H โดยต่อ มิลลิโวลต์มิเตอร์เข้ากับจุด x และจุด y ดังรูป 2.8 ก

สภาพัฒน์ของ V_H ทราบได้จากเครื่องหมายที่อ่านได้จาก มิลลิโวลต์มิเตอร์

จากรูป 2.8 ก พาหะประจุคืออิเล็กตรอนจึงมีประจุลบ ถ้าพาหะประจุมีประจุบวก ทิศของ V_d และ E_H จะตรงข้ามกับในรูป 2.8 ก แต่ทิศของ F_B และ E_E ยังคงเดิม ดังแสดงในรูป 2.8 ข ทำให้ประจุบวกถูกผลักไปที่ขอบด้านขวา ส่วนประจุลบถูกผลักไปที่ขอบด้านซ้าย และสภาพัฒน์ของ V_H จะตรงข้ามกับกรณีที่พาหะประจุมีประจุลบ

2.3.7 เซ็นเซอร์ตรวจวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

เซ็นเซอร์ตรวจวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ มีส่วนประกอบหลักคือ หม้อแปลงแรงดัน และวงจรแบ่งแรงดัน

2.3.7.1 หม้อแปลงแรงดัน หรือ Voltage Transformer (VT) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าโดยทั่วไป ซึ่งใช้สำหรับลดระดับแรงดันไฟฟ้าให้สามารถใช้งานกับอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่มีพิกัดแรงดันต่ำได้โดยอาศัยหลักการของแม่เหล็กไฟฟ้าตามกฎของฟาราเดย์ (Faraday's law) คือ เมื่อขดลวดปฐมภูมิได้รับแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ จะทำให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นที่ขดลวดทุติยภูมิ ซึ่งสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าในอุดมคติอัตราส่วนระหว่างขนาดของแรงดันไฟฟ้าปฐมภูมิ และขนาดของแรงดันไฟฟ้าทุติยภูมิจะมีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างจำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิ และขดลวดทุติยภูมิ ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ 2.5

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (2.5)$$

โดยที่

V_1 คือ ขนาดของแรงดันไฟฟ้าปฐมภูมิ

V_2 คือ ขนาดของแรงดันไฟฟ้าทุติยภูมิ

N_1 คือ จำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิ

N_2 คือ จำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิ

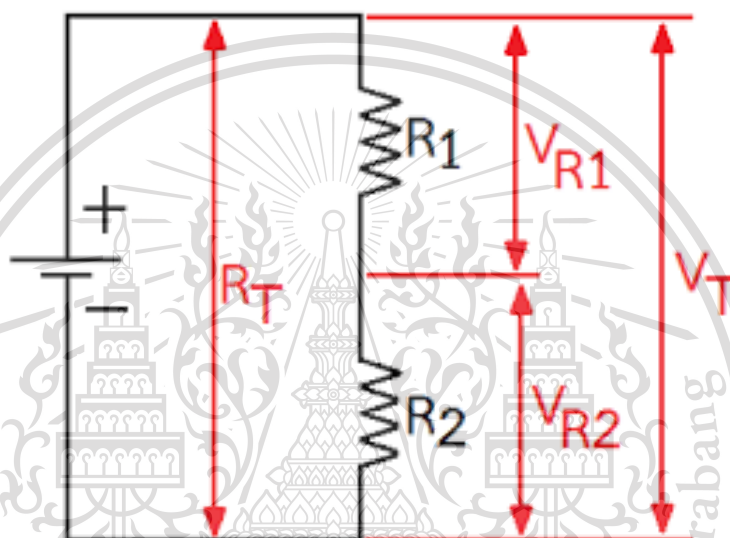
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สำหรับหม้อแปลงแรงดันจะมีจำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิมากกว่าจำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิ ทำให้ระดับแรงดันไฟฟ้าทุติยภูมิซึ่งต่ออยู่กับอุปกรณ์เครื่องมือวัดถูกลดทอนจากระดับแรงดันไฟฟ้าปฐมภูมิซึ่งต่ออยู่กับระบบไฟฟ้า

2.3.7.2 วงจรแบ่งแรงดัน (Voltage divider) เป็นวงจรที่ใช้สำหรับลดระดับแรงดันเพื่อให้ได้ระดับแรงดันที่ต้องการ โดยอาศัยหลักการแบ่งแรงดัน (Voltage division) ของตัวต้านทานซึ่งต่ออนุกรมกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 วงจรแบ่งแรงดัน

(แหล่งที่มา: <https://navapadol.files.wordpress.com/2015/09/>)

ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าแรงดันซึ่งตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวได้ดังสมการที่ 2.6 และ 2.7

$$V_{R1} = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) V_T \quad (2.6)$$

$$V_{R2} = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_T \quad (2.7)$$

2.3.8 เซ็นเซอร์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ

เซ็นเซอร์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ มีส่วนประกอบหลักคือ หม้อแปลง กระแส เอกสารนี้เป็นและตัวต้านทานภาระสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3.8.1 หม้อแปลงกระแส หรือ Current Transformer (CT) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับลดทอนกระแสไฟฟ้าให้สามารถใช้งานกับอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่มีพิกัดกระแสต่ำได้ หม้อแปลงกระแสจะมีความแตกต่างจากหม้อแปลงกำลัง เนื่องจากลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกัน ซึ่งหม้อแปลงกระแสจะมีขดลวดปฐมภูมิต่ออนุกรมกับสายไฟเพื่อวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านสายไฟนั้น ในอุดมคติ อัตราส่วนระหว่างค่ากระแสไฟฟ้าปฐมภูมิและค่ากระแสไฟฟ้าทุติยภูมิจะมีค่าเท่ากับส่วนกลับของอัตราส่วนระหว่างจำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิ ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ 2.8

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} \quad (2.8)$$

โดยที่

I_1 คือ ค่ากระแสไฟฟ้าปฐมภูมิ

I_2 คือ ค่ากระแสไฟฟ้าทุติยภูมิ

N_1 คือ จำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิ

N_2 คือ จำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิ

หม้อแปลงกระแสสามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ชนิดตามการใช้งานดังนี้

- หม้อแปลงกระแสที่ใช้สำหรับวัดค่ากระแสไฟฟ้าให้กับเครื่องมือวัด (Metering current transformer) หม้อแปลงกระแสชนิดนี้จะมีความแม่นยำสูง

- หม้อแปลงกระแสที่ใช้กับระบบป้องกัน (Protective current transformer) หม้อแปลงกระแสชนิดนี้จะให้ค่าความถูกต้องและแม่นยำได้น้อยกว่าแบบที่ใช้สำหรับวัดค่ากระแสไฟฟ้าให้กับเครื่องมือวัด

โดยทั่วไปหม้อแปลงกระแสจะถูกสร้างให้มีพิกัดกระแสไฟฟ้าทุติยภูมิเท่ากับ 5 แอมป์ หรือ 1 แอมป์ เพื่อเป็นมาตรฐานให้กับการผลิตเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งจะนำมาต่อ ทางด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในทางปฏิบัติจะต้องพิจารณาถึงค่าความต้านทานของขดลวด และค่ารีแอคแตนซ์รั่วไหล (Leakage reactance) ของขดลวด ซึ่งจะทำให้ค่ากระแสไฟฟ้าทุติยภูมิมีความคลาดเคลื่อนจากค่าที่ได้จากอัตราส่วนข้างต้น

2.3.8.2 ตัวต้านทานภาระ (Burden resistor) เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์โดยทั่วไป จะทำการวัดค่าในรูปแบบของแรงดันไฟฟ้า ดังนั้นหากต้องการวัดค่ากระแสไฟฟ้าจึงจำเป็นต้องต่อตัวต้านทานภาระ เพื่อใช้ในการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานภาระ ซึ่งสามารถคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานภาระจากค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานภาระได้จากกฎของโอห์ม (Ohm's law) ดังแสดงในสมการที่ 2.9

$$I_B = \frac{V_B}{R_B} \quad (2.4)$$

โดยที่

I_B คือ ค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานภาระ

V_B คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานภาระ

R_B คือ ค่าความต้านทานของตัวต้านทานภาระ

2.3.9 เซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นแบบดิจิตอล

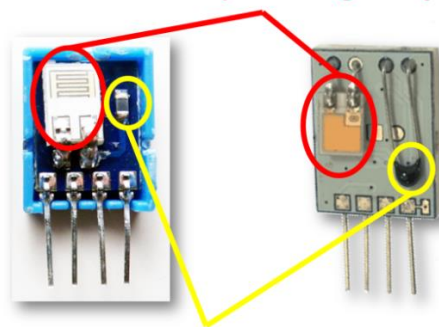
เซ็นเซอร์ที่ใช้ในการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น คือ DHT22 Module ซึ่งเป็นเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นแบบดิจิตอล โดยการส่งข้อมูลของเซ็นเซอร์ชนิดนี้จะมีการส่งข้อมูลแบบดิจิตอลทั้งหมด 40 บิต ซึ่งแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรกจะมีจำนวน 16 บิต ซึ่งเป็นค่าของอุณหภูมิ ส่วนที่สองจะมีจำนวน 16 บิต ซึ่งเป็นค่าของความชื้นสัมพัทธ์และส่วนที่สามจะมีจำนวน 8 บิต ซึ่งเป็นค่าที่ใช้สำหรับตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Resistive Humidity Sensing Component



NTC Temperature Sensor Thermistor

รูปที่ 2.10 โครงสร้างภายในของ DHT22 Module

(แหล่งที่มา: <https://embed58.learninginventions.org/หัวข้อนำเสนอ/g1-4/>)

โครงสร้างภายในของ DHT22 Module ที่แสดงได้ดังรูปที่ 2.10 จะประกอบด้วย เซ็นเซอร์ 2 ชนิดดังนี้

- Resistive Humidity Sensing Component จะเป็นเซ็นเซอร์ความชื้นที่จะวัดการเปลี่ยนแปลงอิมพีแดนซ์ไฟฟ้าของตัวกลางดูดความชื้น การทำงานของเซ็นเซอร์ก็คือดูดซับไอน้ำและไอออนที่แตกตัว เป็นผลให้ค่าความนำไฟฟ้าของตัวกลางเพิ่มขึ้น โดยช่วงเวลาการตอบสนองของเซ็นเซอร์อยู่ในช่วง 10 ถึง 30 วินาที

- NTC Temperature Sensor Thermistor จะเป็นเซ็นเซอร์ที่ความต้านทานลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น แต่มีการเปลี่ยนแปลงความต้านทานสูงมาก ตัวอย่างเช่น ที่อุณหภูมิ 0 °C NTC มีความต้านทาน 10kΩ แต่ที่อุณหภูมิ 100 °C NTC จะมีความต้านทานลดลงเหลือเพียง 200Ω เท่านั้น ด้วยความไวต่อการเปลี่ยนแปลงมาก เทอร์มิสเตอร์แบบนี้จึงเหมาะกับการวัดความแตกต่างของอุณหภูมิที่ชัดเจน แต่เทอร์มิสเตอร์มีคุณสมบัติไม่เป็นเชิงเส้น ดังนั้นช่วงอุณหภูมิที่ใช้งานจึงจำกัดอยู่ในช่วงแคบ ๆ เป็นช่วง ๆ ไปเช่น ช่วง 50-150 °C หรือ 150-250 °C เป็นต้น

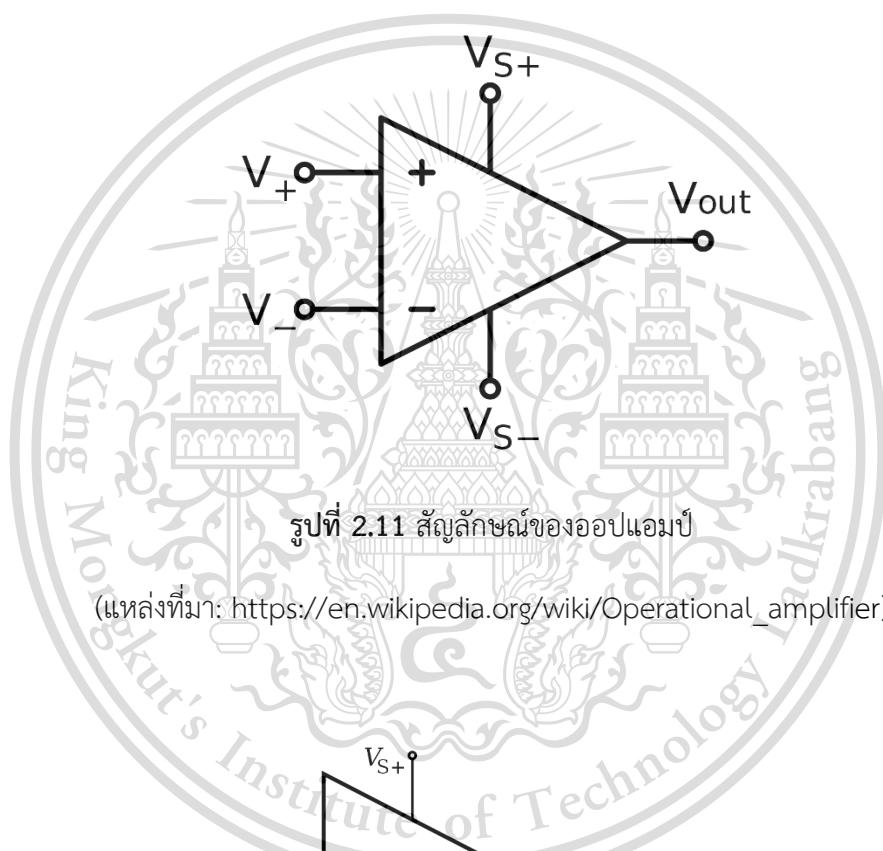
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

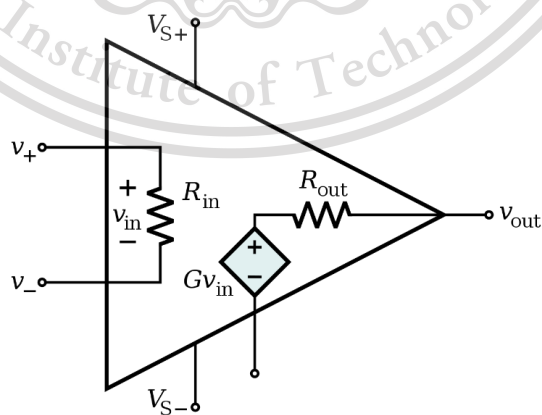
2.4 ออปแอมป์

ออปแอมป์ หรือ Operational amplifier (Op-amp) คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นวงจรขยายแรงดัน โดยมีโครงสร้างภายในเป็นวงจรที่ซับซ้อน ซึ่งประกอบไปด้วย ตัวต้านทานทรานซิสเตอร์ตัวเก็บประจุ และไดโอด จำนวนมาก โดยมีสัญลักษณ์แทนออปแอมป์ดังแสดงในรูปที่ 2.11 ในการศึกษาเบื้องต้นสามารถแทนออปแอมป์ด้วยวงจรสมมูลดังแสดงในรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.11 สัญลักษณ์ของออปแอมป์

(แหล่งที่มา: https://en.wikipedia.org/wiki/Operational_amplifier)



รูปที่ 2.12 วงจรสมมูลของออปแอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขเปลี่ยนแปลง และต้องอ้างอิงแหล่งที่มาทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
(แหล่งที่มา: https://en.wikipedia.org/wiki/Operational_amplifier)

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ออปแอมป์มีขั้วอินพุท 2 ขั้ว คือ ขั้วอินพุทบวก หรือ Non-inverting terminal (V_+) และ ขั้วอินพุทลบ หรือ Inverting terminal (V_-) และมีขั้วเอาต์พุท (V_{out}) 1 ขั้ว

จากวงจรสมมูลของออปแอมป์ ส่วนทางด้านอินพุทของออปแอมป์จะประกอบด้วยค่าความต้านทาน R_{in} โดยจะมีแรงดันตกคร่อมระหว่างขั้วอินพุทบวกและขั้วอินพุทลบ เท่ากับ V_{in} และ ส่วนทางด้านเอาต์พุทจะประกอบด้วยค่าความต้านทาน R_{out} และแหล่งจ่ายแรงดันที่ควบคุมด้วยแรงดันที่มีค่าเท่ากับ GV_{in} โดยที่ค่า G คือ อัตราขยายวงเปิด (Open loop gain) ของออปแอมป์

2.5 เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตออฟริงส์

2.5.1 อินเทอร์เน็ตออฟริงส์

อินเทอร์เน็ตออฟริงส์ มาจากคำว่า Internet of Things หรือ IoTs คือระบบโครงข่ายที่เชื่อมโยงสิ่งต่างๆ กับมนุษย์ ซึ่งอาศัยการส่งผ่านข้อมูลบนระบบอินเทอร์เน็ตโดยไม่จำเป็นต้องใช้การสื่อสารระหว่างมนุษย์กับมนุษย์ หรือ มนุษย์กับคอมพิวเตอร์ เมื่ออุปกรณ์หรือสิ่งต่างๆ ถูกติดตั้งกับเซ็นเซอร์ที่เชื่อมต่ออยู่กับแพลตฟอร์มของอินเทอร์เน็ตออฟริงส์ แพลตฟอร์มนี้จะรวบรวมและเก็บข้อมูลจากอุปกรณ์หรือเซ็นเซอร์หลายๆ ชนิด เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ แจ้งเตือน และคาดการณ์ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในอนาคต

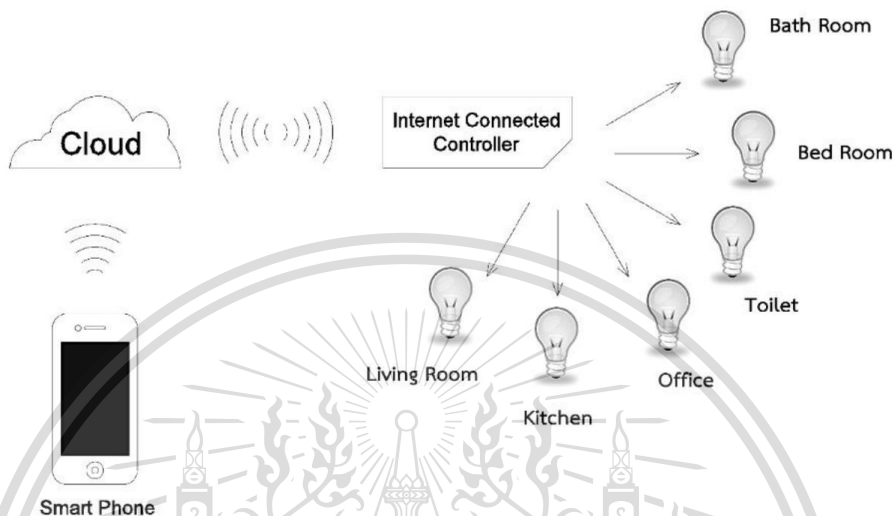
คำว่าริงส์ (Things) จากอินเทอร์เน็ตออฟริงส์สามารถเป็นได้ทั้ง มนุษย์ เช่นผู้ป่วยที่ได้รับการปลูกถ่ายหัวใจ ซึ่งจะต้องติดตั้งระบบตรวจติดตามหัวใจ สัตว์ เช่นสัตว์เลี้ยงในฟาร์มที่ถูกติดตั้งเซ็นเซอร์เพื่อบ่งบอกถึงอัตลักษณ์ อุปกรณ์ต่างๆ เช่นรถยนต์ที่ติดตั้งเซ็นเซอร์ต่างๆ เพื่อแจ้งคนขับในสถานการณ์ต่างๆ หรือจะเป็นสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติหรือสิ่งของที่มนุษย์สร้างขึ้นซึ่งสามารถกำหนดไอพีแอดเดรส (IP Address) และสามารถส่งข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้

2.5.2 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตออฟริงส์

ในปัจจุบันเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตออฟริงส์ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่มีการเก็บฐานข้อมูล ทำให้สามารถเรียกดูข้อมูลต่างๆ ณ เวลาปัจจุบันได้ หรือแม้กระทั่งสั่งการผ่านอินเทอร์เน็ต เพื่อให้สิ่งต่างๆ ทำงานได้ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่จะเปลี่ยนการทำงานให้มี

เอกสารนี้เป็นความลับและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น โดยเทคโนโลยีนี้สามารถนำมาใช้งานได้ตั้งแต่ในบ้าน เช่น ระบบเปิดประตูอัตโนมัติ หรือแม้แต่ในโรงงานอุตสาหกรรมอีกด้วย

ปิดไฟภายในบ้านผ่านระบบอินเทอร์เน็ต จนกระทั่งประยุกต์ใช้กับโรงงานที่มีระบบตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องจักรภายในโรงงาน ทำให้เจ้าหน้าที่ที่บำรุงรักษาสามารถรู้ได้ทันทีหากมีอุปกรณ์ขัดข้อง และยังสามารถนำข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลมาวิเคราะห์ถึงเหตุที่ทำให้อุปกรณ์ขัดข้องได้



รูปที่ 2.13 ระบบการเปิด-ปิดไฟภายในบ้านโดยผ่านระบบ Internet of Things

(แหล่งที่มา: https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things)

จากรูปที่ 2.13 เป็นตัวอย่างของระบบเปิดปิดไฟภายในบ้านโดยการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตต่อฟริงส์มาประยุกต์ใช้ เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้ชีวิตประจำวัน กล่าวคือ ผู้ใช้งานสามารถควบคุมการเปิด-ปิด ซึ่งอาจรวมไปถึงการปรับความสว่าง และการปรับโทนสีของหลอดไฟแต่ละดวงภายในบ้าน ผ่านทางอุปกรณ์อัจฉริยะต่างๆ อาทิเช่น โทรศัพท์มือถือ (Smart phone) โดยการสั่งการผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะทำให้สามารถควบคุมการทำงานของตัวควบคุมซึ่งเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตได้อยู่ได้ โดยที่ตัวควบคุมในตัวอย่างระบบนี้จะมีหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของหลอดไฟตามสถานที่ต่างๆ ภายในบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

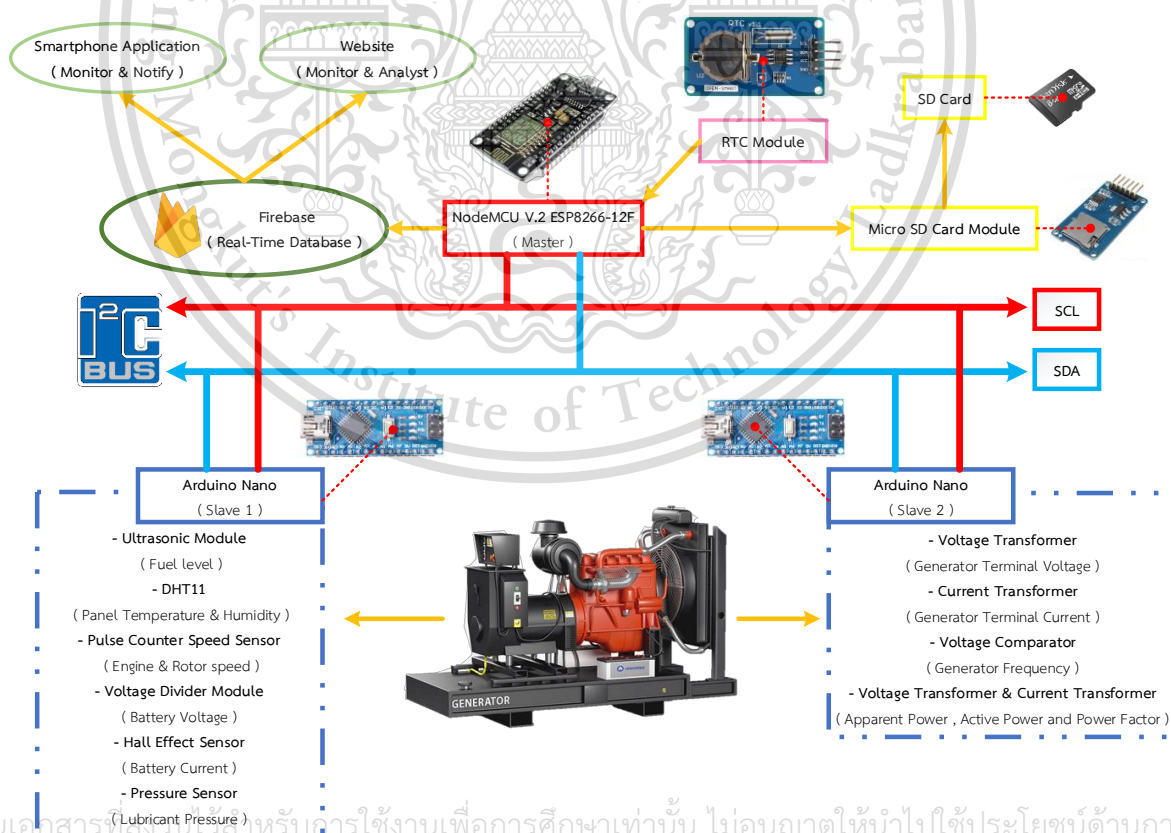
บทที่ 3

การออกแบบและประกอบสร้าง

โครงการนี้ได้ออกแบบระบบติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยได้ทำการแบ่งการออกแบบออกเป็น 2 ส่วนหลักด้วยกัน คือ ส่วนที่หนึ่งสำหรับการออกแบบระบบตรวจติดตามการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และส่วนที่สองสำหรับการออกแบบระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล ซึ่งรายละเอียดในการออกแบบและประกอบสร้างของทั้งสองส่วนจะแสดงดังนี้

3.1 ระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3.1.1 ภาพรวมของการออกแบบระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า



รูปที่ 3.1 ภาพรวมของการออกแบบระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ในส่วนแรกของโครงงานนี้ได้ออกแบบระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งจะใช้เซ็นเซอร์ในการตรวจวัดข้อมูลต่างๆ ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าระบบนี้มีการเชื่อมต่อการทำงานร่วมกันแบบ มาสเตอร์-สเลฟ ซึ่งใช้โปรโตคอล I2c ในการสื่อสารระหว่างกัน โดยมี Arduino Nano ที่เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ต่างๆ ทำหน้าที่เป็นสเลฟทั้ง 2 ตัว จากนั้น Arduino Nano จะส่งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ รวมถึงข้อความแสดงสถานะการทำงานและการเชื่อมต่อของเซ็นเซอร์นั้นๆ ไปยัง NodeMCU ESP8266-12F ซึ่งทำหน้าที่เป็นมาสเตอร์โดยที่การรับส่งข้อมูลทั้งหมดจะผ่าน I2C bus เมื่อ NodeMCU ESP8266-12F รับข้อมูลมาจาก Arduino Nano (สเลฟ 1,2) ทั้งหมดแล้ว จะทำการส่งข้อมูลที่ได้รับมาออกเป็น 2 ช่องทางด้วยกัน ช่องทางแรกคือ ส่งข้อมูลผ่านการเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย (Wi-Fi) เพื่อเก็บข้อมูลไว้ที่ระบบฐานข้อมูล Firebase จากนั้นจึงนำข้อมูลเหล่านั้นมาแสดงผลบนเว็บไซต์และแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือ อีกทั้งยังมีการแจ้งเตือนสถานะผิดปกติต่างๆ ผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์(Line) ในกรณีที่ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีการทำงานที่ผิดพลาด ส่วนช่องทางที่สองคือส่งข้อมูลไปยัง Micro SD card module โดยจะเป็นหน่วยเก็บข้อมูลเพื่อสำรองข้อมูลในกรณีที่ขาดการเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะบันทึกข้อมูลพร้อมระยะเวลาของข้อมูลนั้นๆ โดยอาศัย Real time clock module ทั้งนี้ในกรณีที่มีการเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ต Real time clock module จะถูกอัปเดตเวลาโดยอัตโนมัติ

3.1.2 การออกแบบวิธีการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3.1.2.1 ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงคงเหลือ

ใช้ Ultrasonic Module HC-SR04 สำหรับวัดระดับปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงในถังน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อตรวจสอบปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงคงเหลือ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าเมื่อชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานจะมีปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงเพียงพอตลอดระยะเวลาการทำงานหรือไม่

3.1.2.2 ความดันน้ำมันหล่อลื่น

ใช้เซ็นเซอร์ตรวจวัดความดันของไหลแบบไฟฟ้า ซึ่งติดตั้งเพื่อตรวจวัดระดับของน้ำมันหล่อลื่นที่ไหลภายในเครื่องยนต์และวัดความหนืดของน้ำมันหล่อลื่น โดยเมื่อค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นลดลง (น้ำมันหล่อลื่นเสื่อมสภาพ) หรือระดับน้ำมันหล่อลื่นไม่เพียงพอ ความดันน้ำมันหล่อลื่นที่วัดได้จะลดลง การใช้งานเครื่องยนต์ในภาวะปกติจะมีค่าความดันน้ำมันหล่อลื่น ประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.1.2.3 ความเร็วรอบของเครื่องยนต์

ใช้ IR Infrared Obstacle Detection Sensor ซึ่งใช้หลักการสะท้อนของแสงอินฟราเรด ในการตรวจจับวัตถุ โดยติดตั้งเพื่อตรวจวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ว่าเครื่องยนต์หมุนที่ความเร็วรอบที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานเมื่อเดินเครื่องใช้งานจะมีความเร็วรอบประมาณ 3000 รอบต่อนาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพิกัดความเร็วเชิงโคจรของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3.1.2.4 แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่

ใช้เซ็นเซอร์วัดแรงดันไฟฟ้า ซึ่งโมดูลนี้ใช้หลักการวัดแรงดันไฟฟ้าทาง Analog ของ Arduino ที่สามารถอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าที่ 0-5 โวลต์ออกมาเป็นค่าดิจิทัล 0-1023 โมดูลนี้ใช้วงจรแบ่งแรงดันทำให้สามารถวัดไฟได้สูงสุดถึง 24.9 โวลต์ โดยใช้ไฟเลี้ยงที่ 5 โวลต์ ถ้าบอร์ด Arduino ใช้ไฟเลี้ยงที่ 3.3 โวลต์จะวัดไฟได้สูงสุดที่ 16.5 โวลต์ โดยติดตั้งเพื่อตรวจวัดค่าแรงดันที่ขั้วของแบตเตอรี่ในสถานะต่าง ๆ ว่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์ปกติหรือไม่ ซึ่งเกณฑ์ปกติขณะดับเครื่องยนต์จะมีค่าแรงดันประมาณ 12 โวลต์ และในขณะที่เดินเครื่องหรือขณะชาร์จประจุเข้าแบตเตอรี่จะมีค่าแรงดันประมาณ 14.4 โวลต์

3.1.2.5 กระแสไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่

ใช้เซ็นเซอร์ ACS712 ซึ่งประกอบด้วยวงจร Hall Effect ให้เอาต์พุตแบบเชิงเส้น มีวงจรเหนี่ยวนำไฟฟ้าทองแดงตั้งอยู่รอบ ๆ พื้นผิวของตัวชิพ ACS712 เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นทองแดงจะเกิดการสร้างสนามแม่เหล็ก สนามแม่เหล็กไฟฟ้านี้จะทำปฏิกิริยากับเซ็นเซอร์ Hall Effect แปลงแม่เหล็กไฟฟ้านี้ เป็นแรงดันตามสัดส่วนของกระแสไฟฟ้า โดยขึ้นอยู่กับชนิดของกระแสไฟฟ้าอินพุต จากนั้นสามารถใช้บอร์ด Arduino หรือไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นอื่น ๆ วัดค่าแรงดันนี้ได้โดยตรง เพื่อแปลงค่ากลับมาเป็นกระแสไฟฟ้า โดยติดตั้งเพื่อทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ชาร์จเข้าสู่แบตเตอรี่ขณะเดินเครื่องหรือค่ากระแสไฟฟ้าที่แบตเตอรี่จ่ายออกไปยังแผงควบคุมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์ได้ว่ากระแสไฟฟ้าไหลในทิศทางใด สัมพันธ์กับการทำงานของเครื่องยนต์หรือไม่ แบตเตอรี่ที่นำมาใช้งานเหมาะสมกับเครื่องยนต์หรือไม่

3.1.2.6 แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ใช้หม้อแปลงแรงดันและวงจรสำหรับวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งติดตั้งเพื่อวัด

แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าว่ามีค่าเท่ากับในสถานะปกติหรือไม่ ซึ่งเกณฑ์ปกติจะ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์
มีค่าแรงดันที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยวัดจากสายเส้นไฟกับสายนิวทรัลจะมีค่าประมาณ 220 โวลต์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.7 กระแสไฟฟ้ากระแสสลับที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ใช้หม้อแปลงกระแสและวงจรสำหรับวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งติดตั้งเพื่อวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าว่ามีค่าเหมาะสมกับโหลดที่จ่ายอยู่หรือไม่ หรือมีค่าเกินพิกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือไม่

3.1.2.8 ความถี่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ใช้วงจรเปรียบเทียบแรงดันสำหรับสร้างสัญญาณพัลส์ซึ่งมีความถี่เท่ากับความถี่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งติดตั้งเพื่อวัดความถี่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าว่ามีค่าเหมาะสมหรือไม่ โดยเฉพาะในกรณีที่ใช้ต้องการขนานชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้า สำหรับในประเทศไทยความถี่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สามารถขนานเข้ากับระบบไฟฟ้าได้จะต้องมีค่าประมาณ 50 เฮิรตซ์

3.1.2.9 อุณหภูมิและความชื้นของแผงควบคุม

ใช้ DHT22 module โดยติดตั้งเพื่อตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ของระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งถ้าหากมีอุณหภูมิสูงหรือมีความชื้นสัมพัทธ์สูงผิดปกติ อาจส่งผลเสียต่อระบบการทำงานต่างๆ ได้

3.1.2.10 อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น

ใช้ NTC Thermistor สำหรับวัดอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น ติดตั้งเพื่อตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นของเครื่องยนต์ว่าอยู่ในระดับปกติหรือไม่ ซึ่งโดยปกติอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นภายในเครื่องยนต์จะมีค่าประมาณ 70 – 90 องศา

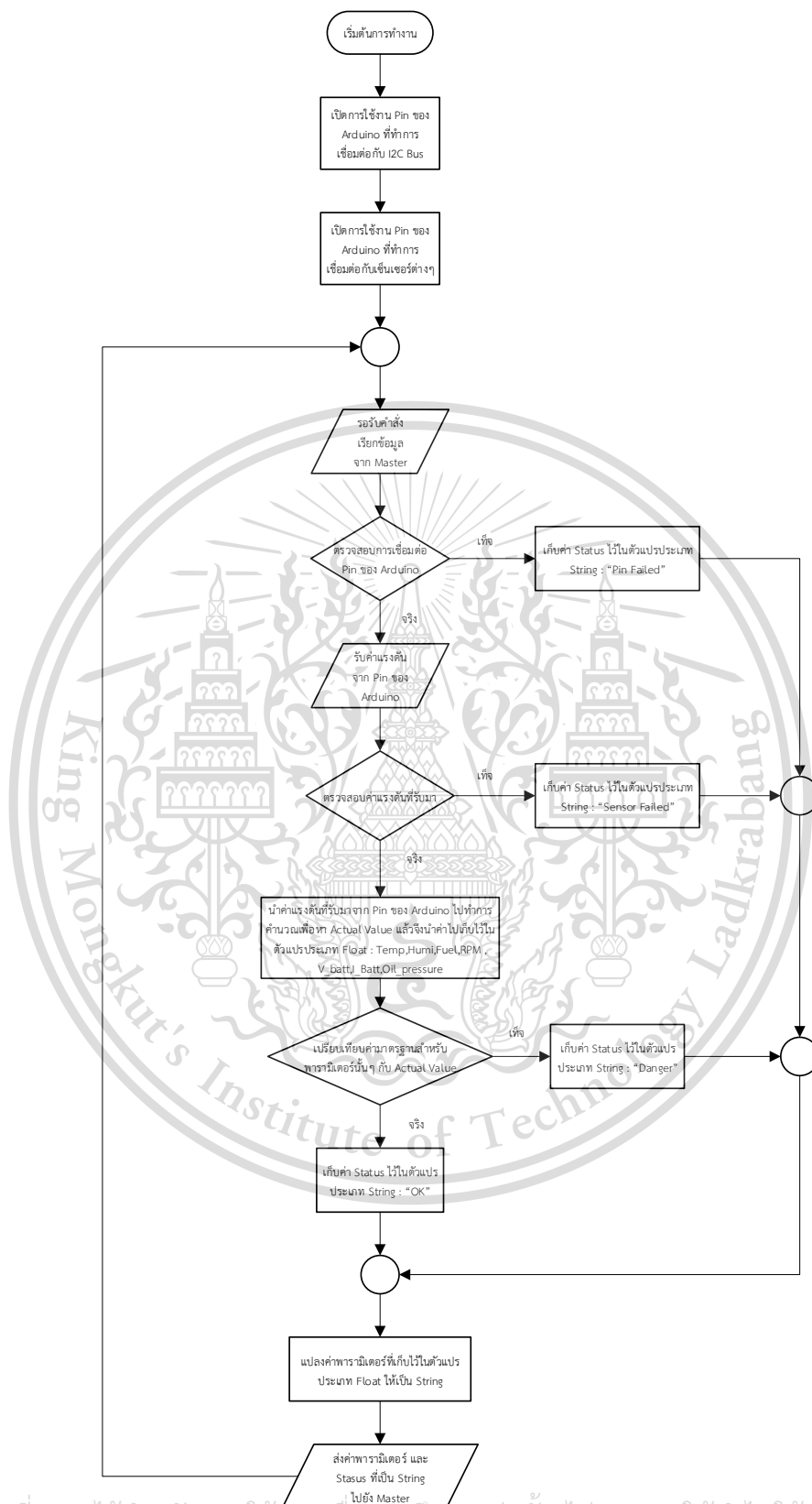
3.1.3 การออกแบบลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

การออกแบบลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม ผู้จัดทำได้ทำการเขียนผังงานแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมที่ใส่ลงไปไมโครคอนโทรลเลอร์ในลักษณะของสัญลักษณ์ แทนความหมายของการทำงานที่แตกต่างกัน ทำให้เข้าใจได้ง่ายเพราะผังงานไม่ขึ้นอยู่กับภาษาคอมพิวเตอร์ ภาษาใดภาษาหนึ่งโดยเฉพาะ และเนื่องจากผังงานเป็นการสื่อความหมายด้วยภาพทำให้ง่ายและสะดวกต่อการพิจารณาถึงลำดับขั้นตอนการทำงาน อีกทั้งยังทำให้การตรวจสอบความถูกต้องของลำดับขั้นตอนทำได้โดยง่าย ทั้งนี้ผู้จัดทำได้แบ่งผังงานออกเป็น 3 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 3.2 - 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

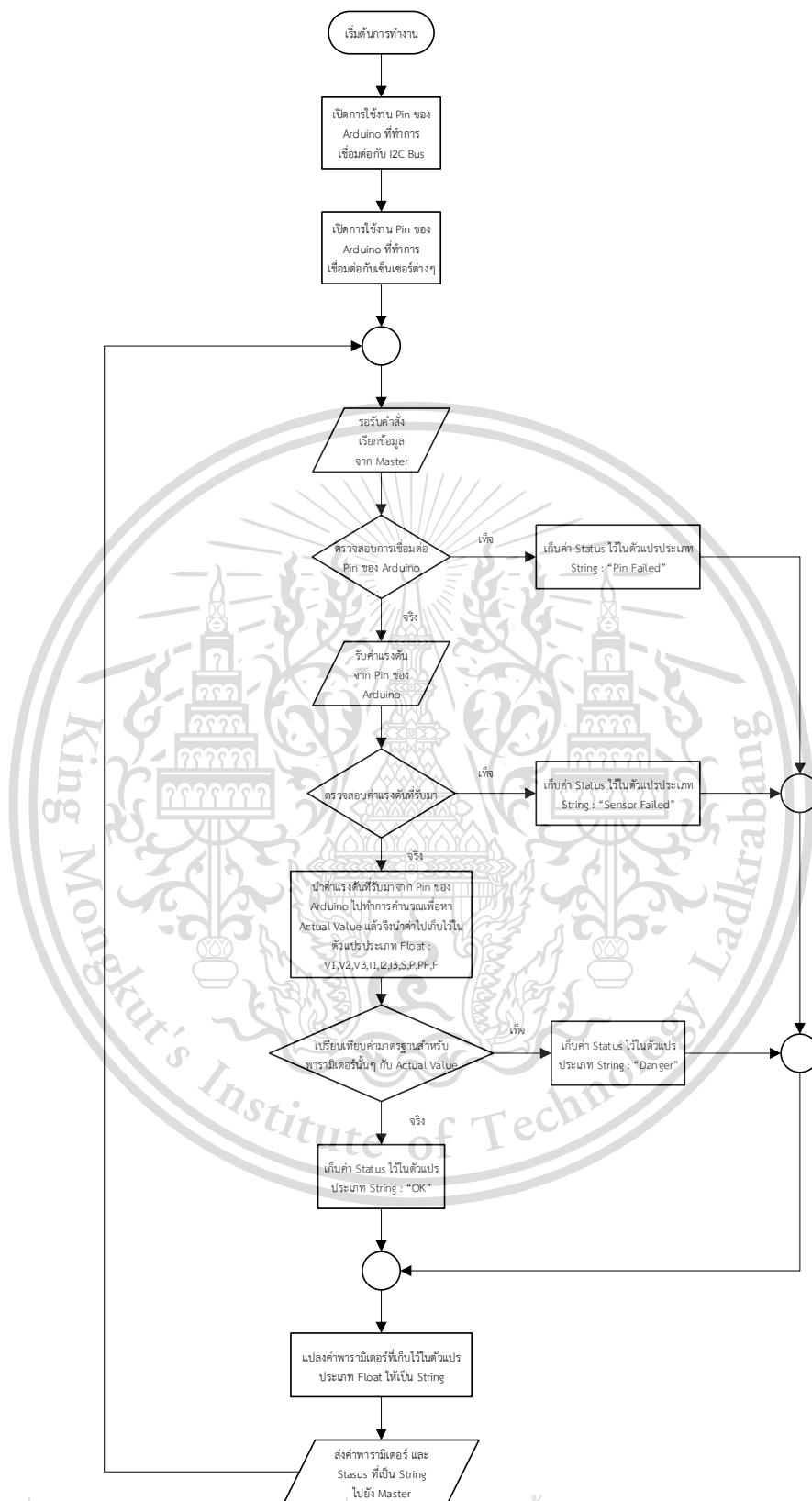
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.2 ผังงานสำหรับสเลฟที่ 1
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

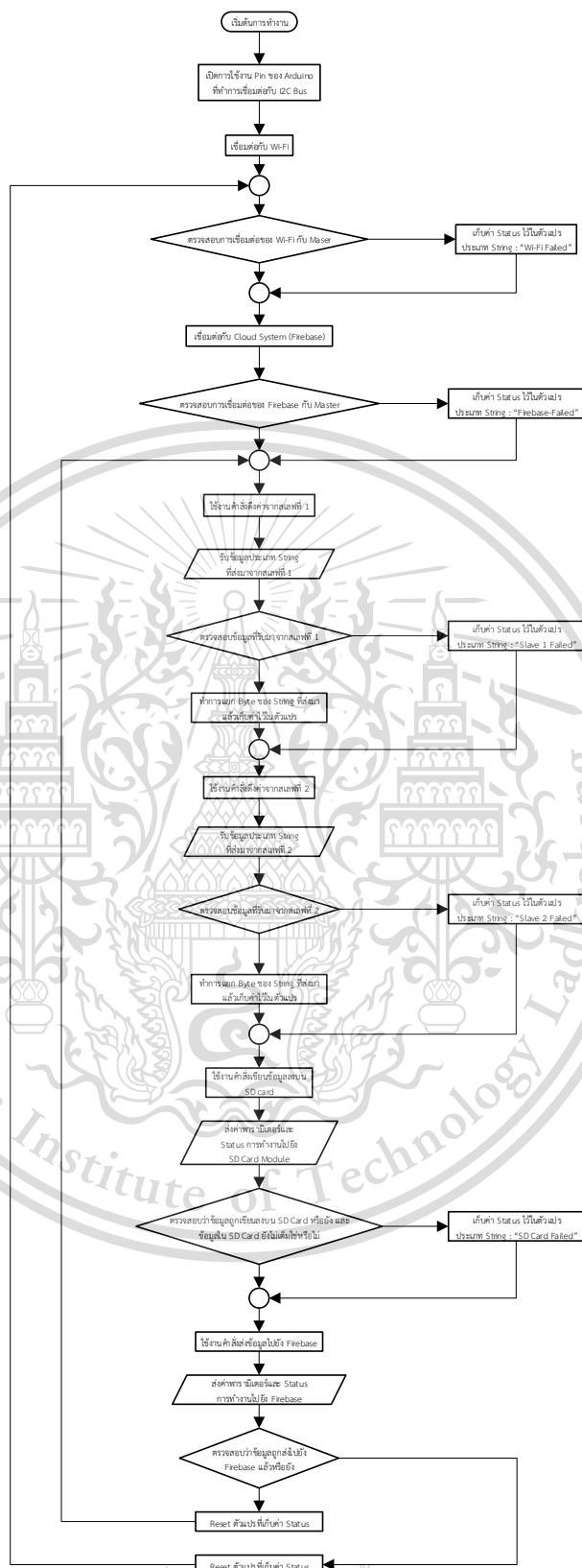
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.3 ผังงานสำหรับสเลฟที่ 2
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



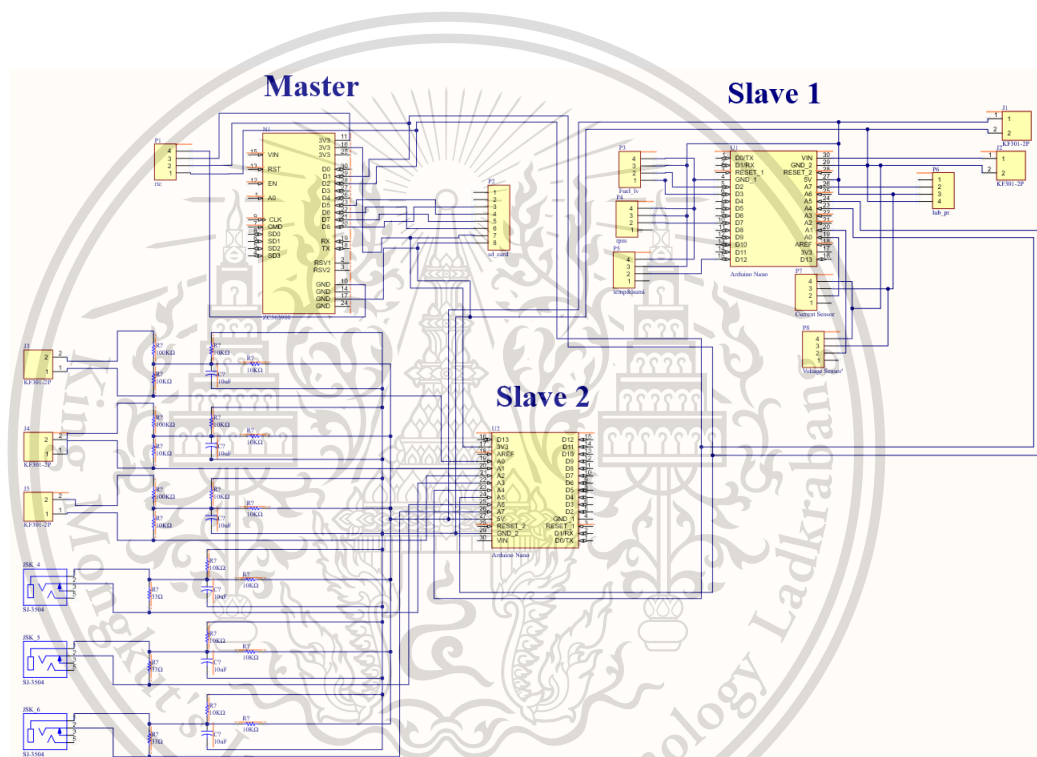
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.4 ฟังงานสำหรับมาสเตอร์
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.1.4 การออกแบบวงจรสำหรับการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับเซ็นเซอร์ต่างๆ

การออกแบบวงจรสำหรับการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับเซ็นเซอร์ ต่างๆ คณะผู้จัดทำได้เลือกใช้โปรแกรม Altium Designer v20.2.6 เพื่อนำมาทำการออกแบบในส่วนนี้ ซึ่งการออกแบบวงจรด้วยโปรแกรม Altium Designer v20.2.6 จะต้องทำการออกแบบในลักษณะที่เป็น Schematic design ก่อน ดังที่แสดงในรูปที่ 3.5 หลังจากนั้นจึงจะทำการออกแบบในลักษณะที่เป็นแผ่นวงจรพิมพ์ หรือ Printed circuit board (PCB) ต่อไป



รูปที่ 3.5 ภาพรวม Schematic Design สำหรับระบบตรวจติดตามการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ทั้งนี้ระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สามารถแบ่งการออกแบบวงจรสำหรับการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ได้เป็น 3 ส่วนดังนี้

3.1.4.1 การออกแบบวงจรสำหรับสเลฟที่ 1

สเลฟ 1 เป็นส่วนที่มีหน้าที่ในการวัดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงคงเหลือ ความดันน้ำมันหล่อลื่น ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่ กระแสไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่ อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น รวมถึงอุณหภูมิและความชื้นของแผงควบคุม นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ส่งข้อมูลที่วัดได้ไปที่ NodeMCU ESP-12F ซึ่งทำหน้าที่เป็นมาสเตอร์ ผ่านทาง I2C bus ดังแสดงในรูปที่ 3.6 โดยที่ไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับ บอร์ดนี้คือ Arduino Nano ซึ่งทำหน้าที่เป็นสเลฟ และได้ออกแบบให้มีช่องสำหรับเสียบสายจากเซ็นเซอร์ต่างๆ ช่องสำหรับเชื่อมต่อกับ I2C bus และช่องสำหรับจ่ายไฟเลี้ยงให้กับสเลฟที่ 1 ดังนี้

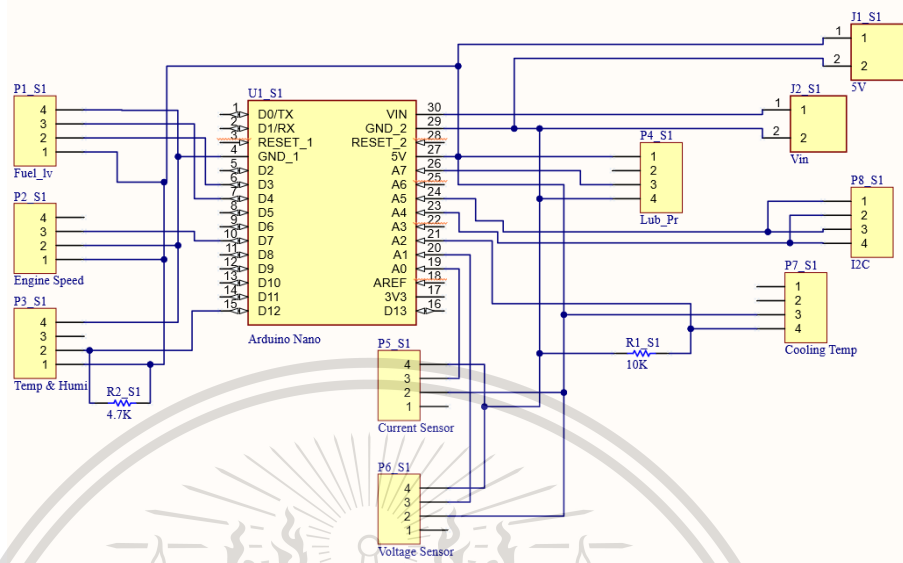
- Pin Header 1 : สำหรับเสียบสายจากอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ ซึ่งใช้สำหรับการตรวจวัดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงคงเหลือ
- Pin Header 2 : สำหรับเสียบสายจากเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุแบบอินฟราเรด ซึ่งใช้ในการตรวจวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์
- Pin Header 3 : สำหรับเสียบสายจาก DHT11 module ซึ่งใช้ในการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ของระบบตรวจติดตาม
- Pin Header 4 : สำหรับเสียบสายจากเซ็นเซอร์วัดแรงดันน้ำมันหล่อลื่น
- Pin Header 5 : สำหรับเสียบสายจากเซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่
- Pin Header 6 : สำหรับเสียบสายจากเซ็นเซอร์วัดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่
- Pin Header 7 : สำหรับเสียบสายจากเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น
- Pin Header 8 : สำหรับเสียบสายเพื่อเชื่อมต่อกับ I2C bus
- Terminal 1 : สำหรับเสียบสายในกรณีที่ต้องการใช้แหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์จากบอร์ด
- Terminal 2 : สำหรับจ่ายไฟเลี้ยงให้กับสเลฟที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

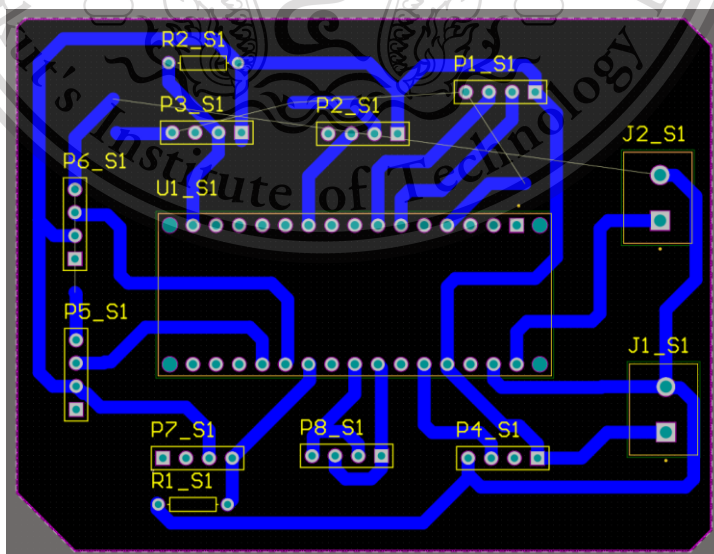
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Slave 1



รูปที่ 3.6 Schematic Design สำหรับสเลฟที่ 1

เมื่อได้ Schematic design ของสเลฟที่ 1 ขั้นตอนต่อไปจึงได้ทำการออกแบบ PCB สำหรับสเลฟที่ 1 ดังแสดงในรูปที่ 3.7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้รูปที่ 3.7 PCB Design สำหรับสเลฟที่ 1 นี้หน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.1.4.2 การออกแบบวงจรสำหรับสเลฟที่ 2

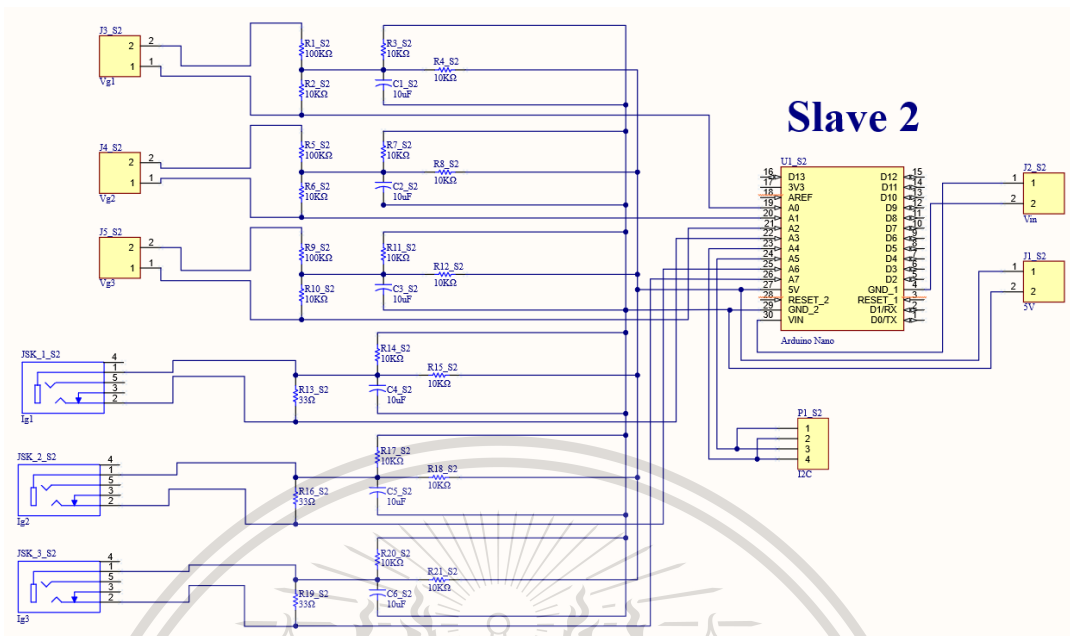
ในส่วนของสเลฟที่ 2 นั้นจะเน้นไปในส่วนที่การวัดในส่วนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ไม่ว่าจะเป็นการวัดแรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า และความถี่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า รวมถึงการคำนวณค่าของกำลังไฟฟ้าจริง, กำลังไฟฟ้าปรากฏ และค่าตัวประกอบกำลังของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยจะส่งข้อมูลจากการวัดและการคำนวณต่างๆ ไปยัง NodeMCU ESP-12F ซึ่งทำหน้าที่เป็นมาสเตอร์ผ่านทาง I2C Bus ดังแสดงในรูปที่ 3.8 โดยได้ออกแบบวงจรให้มีช่องสำหรับเสียบเพื่อรับไฟจากหม้อแปลงแรงดัน และหม้อแปลงกระแสโดยจะมีช่องเสียบดังนี้

- Pin Header 1 : สำหรับเสียบสายเพื่อเชื่อมต่อกับ I2C bus
- Terminal 1 : สำหรับเสียบสายในกรณีที่ต้องการใช้แหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์จากบอร์ด
- Terminal 2 : สำหรับจ่ายไฟเลี้ยงให้กับสเลฟที่ 2
- Terminal 3 : สำหรับเสียบสายจากหม้อแปลงแรงดัน ซึ่งใช้ในการตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- Terminal 4 : สำหรับเสียบสายจากหม้อแปลงแรงดัน ซึ่งใช้ในการตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- Terminal 5 : สำหรับเสียบสายจากหม้อแปลงแรงดัน ซึ่งใช้ในการตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- Jack socket 1 : สำหรับเสียบสายจากหม้อแปลงกระแส ซึ่งใช้ในการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- Jack socket 2 : สำหรับเสียบสายจากหม้อแปลงกระแส ซึ่งใช้ในการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- Jack socket 3 : สำหรับเสียบสายจากหม้อแปลงกระแส ซึ่งใช้ในการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

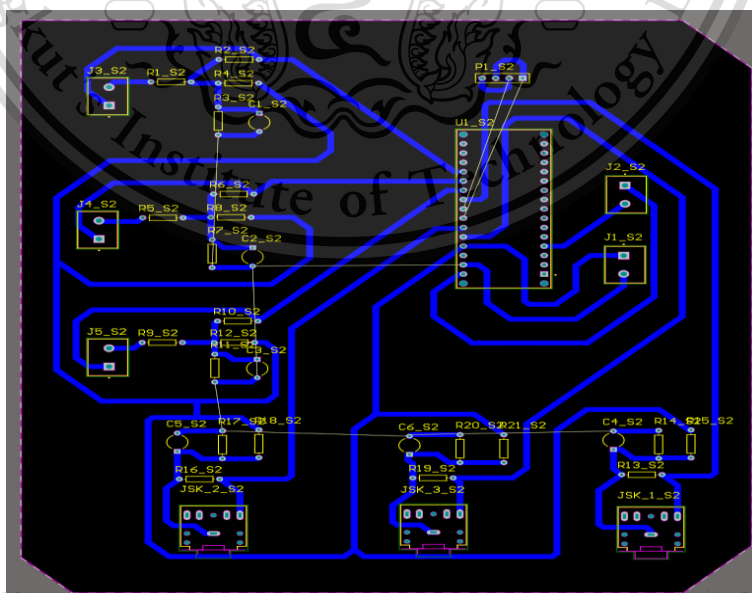
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.8 Schematic Design สำหรับสเลฟที่ 2

เมื่อได้ Schematic design ของสเลฟที่ 1 ขั้นตอนต่อไปจึงได้ทำการออกแบบ PCB สำหรับสเลฟที่ 2 ดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 PCB Design สำหรับสเลฟที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

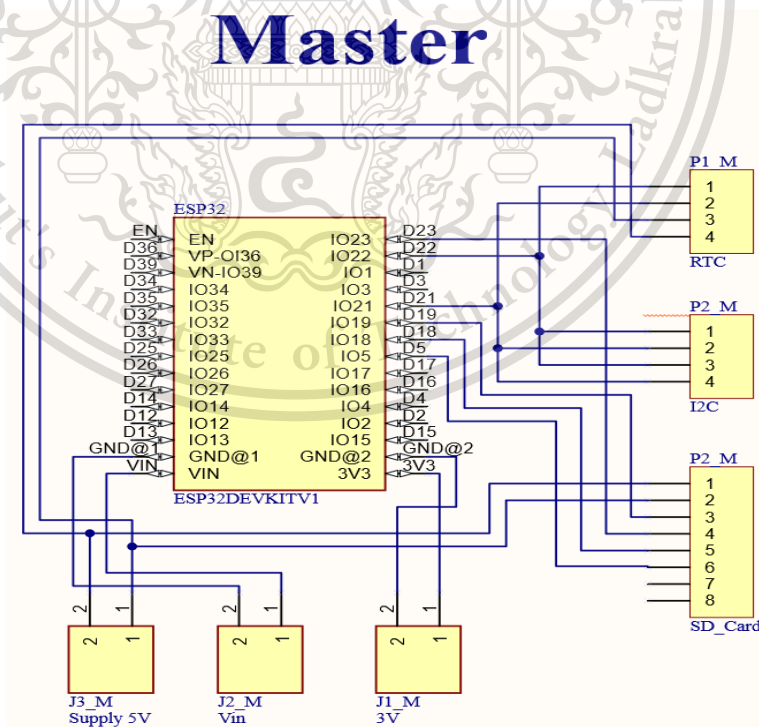
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.1.4.3 การออกแบบวงจรสำหรับมาสเตอร์

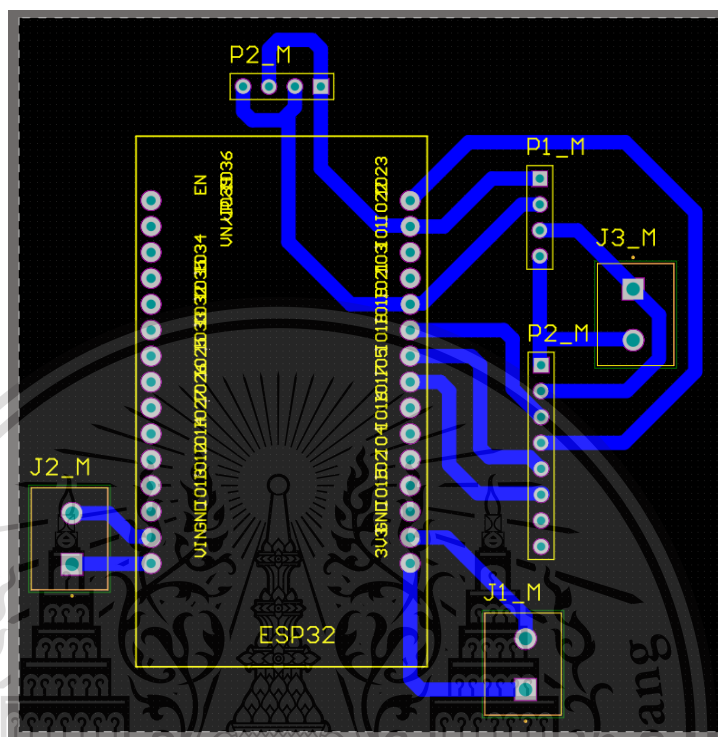
มาสเตอร์ จะมีหน้าที่ในการส่งข้อมูลทั้งหมดไปยังฐานข้อมูล Firebase บนระบบอินเทอร์เน็ต โดยอาศัยการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายด้วยสัญญาณ Wi-Fi ซึ่งจะรับข้อมูลจากสเลฟ 1 และสเลฟ 2 ผ่านทาง I2C bus โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ESP-12F ซึ่งทำหน้าที่เป็นมาสเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.10 และได้ออกแบบให้มีช่องสำหรับเสียบสายจาก Real time clock module ช่องสำหรับเชื่อมต่อกับ I2C bus และ ช่องสำหรับเชื่อมต่อกับ SD Card Module ดังนี้

- Pin Header 1 : สำหรับเชื่อมต่อกับ Real time clock module
- Pin Header 2 : สำหรับเสียบสายเพื่อเชื่อมต่อกับ I2C bus
- Pin Header 3 : สำหรับเชื่อมต่อกับ SD Card Module
- Terminal 1 : สำหรับเสียบสายในกรณีที่ต้องการใช้แหล่งจ่ายไฟ 3 โวลต์จากบอร์ด
- Terminal 2 : สำหรับจ่ายไฟเลี้ยงให้มาสเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูผู้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.10 Schematic Design สำหรับมาสเตอร์
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ Schematic design ของมาสเตอร์ ขั้นตอนต่อไปจึงได้ทำการออกแบบ PCB สำหรับมาสเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 PCB Design สำหรับมาสเตอร์

3.1.5 การติดตั้งเซ็นเซอร์ลงบนชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ในการติดตั้งอุปกรณ์และเซ็นเซอร์เพื่อทำการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สามารถพิจารณาชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

3.1.5.1 เครื่องยนต์ดีเซลและถังน้ำมันเชื้อเพลิง

3.1.5.1.1 เซ็นเซอร์วัดความเร็วรอบ Infrared photoelectric Sensor Module สำหรับตรวจวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์โดยติดตั้งบริเวณมุมเลยของเครื่องยนต์

3.1.5.1.2 เซ็นเซอร์วัดความดันของไหล

สำหรับวัดความดันของน้ำมันหล่อลื่น โดยติดตั้งบริเวณส่วนปลายของทางเดิน
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นต้นการค้า
น้ำมันหล่อลื่นบนตัวเครื่องยนต์ โดยเซ็นเซอร์วัดความดันของไหลที่นำมาใช้งาน มีขนาดพิกัดความดันที่
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สามารถวัดได้ คือ 0 – 10 บาร์และให้เอาท์พุทเป็นค่าความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงตามความดันที่วัดได้ คือ 10 – 184 โอห์ม

3.1.5.1.3 Ultrasonic sensor

สำหรับวัดระดับปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงในถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง โดยติดตั้งที่บริเวณด้านบนของถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง

3.1.5.1.4 NTC Thermistor

สำหรับวัดอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น โดยติดตั้งบริเวณท่อน้ำหล่อเย็นฝั่งน้ำออกจากเครื่องยนต์ เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่อยู่ใกล้ตัวเครื่องยนต์มากที่สุด เป็นตำแหน่งที่มีช่องสำหรับติดตั้งเซ็นเซอร์ โดยเทอร์มิสเตอร์ที่ใช้งานมีความต้านทาน 10000 โอห์ม สามารถวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -20 ถึง 105 องศาเซลเซียส

3.1.5.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3.1.5.2.1 สายไฟสำหรับวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ติดตั้งสายไฟที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและต่อมายังหม้อแปลงแรงดัน ซึ่งต่ออยู่กับวงจรวัด แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ โดยหม้อแปลงแรงดันที่ใช้งานมีขนาดพิกัดแรงดันด้านปฐมภูมิเท่ากับ 220 โวลต์ และพิกัดแรงดันด้านทุติยภูมิเท่ากับ 9 โวลต์

3.1.5.2.2 หม้อแปลงกระแสสำหรับวัดกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ติดตั้งด้วยการคล้องบริเวณสายไฟที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยหม้อแปลงกระแสที่ใช้มีพิกัดกระแสด้านปฐมภูมิเท่ากับ 100 แอมแปร์ และพิกัดกระแสด้านทุติยภูมิเท่ากับ 50 มิลลิแอมแปร์

3.1.5.3 แบตเตอรี่สำหรับเครื่องยนต์

3.1.5.3.1 เซ็นเซอร์วัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่

ติดตั้งโดยการต่อสายจากขั้วบวกและขั้วลบของแบตเตอรี่ เข้ากับ Vcc pin และ Gnd pin ของเซ็นเซอร์ตามลำดับ โดยเซ็นเซอร์ที่ใช้งานเป็นวงจรแบ่งแรงดัน ซึ่งมีพิกัดแรงดันอินพุท 25 โวลต์ และพิกัดแรงดันเอาท์พุท 5 โวลต์

3.1.5.3.2 เซ็นเซอร์ปรากฏการณ์ฮอลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุใดที่เปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ติดตั้งโดยการคล้องที่สายไฟจากแบตเตอรี่ ไปยังแผงควบคุมของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และไดชาร์จ เพื่อทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ชาร์จเข้าสู่แบตเตอรี่ขณะเดินเครื่อง หรือค่ากระแสไฟฟ้าที่แบตเตอรี่จ่ายออกไปยังแผงควบคุมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยเซ็นเซอร์ปรากฏการณ์ฮอลล์ที่ใช้สามารถทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้ากระแสตรงได้สูงสุด 50 แอมแปร์ ซึ่งมีความละเอียดในการวัดเท่ากับ 32 มิลลิโวลต์ ต่อแอมแปร์

3.1.6 การออกแบบระบบฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูลที่ใช้สำหรับเก็บค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ทางผู้จัดทำได้เลือกใช้ระบบฐานข้อมูลของ Firebase Realtime Database ซึ่งเป็น NoSQL cloud database ที่เก็บข้อมูลในรูปแบบของ JSON ดังแสดงในรูปที่ 3.12 และมีการซิงค์ข้อมูลแบบเรียลไทม์กับทุกอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อแบบอัตโนมัติ อีกทั้งยังรองรับการทำงานเมื่อออฟไลน์ (ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ใน local จนกระทั่งกลับมาออนไลน์ก็จะทำการซิงค์ข้อมูลให้อัตโนมัติ) รวมถึงมี Security Rules เพื่อออกแบบเงื่อนไขการเข้าถึงข้อมูลทั้งการอ่านและเขียน นอกจากนี้ยังรองรับการทำงานทั้ง Android, iOS และ Web

```

15846     "vg3" : 9,
15847     "vg2" : 190,
15848     "vg2" : 190,
15849     "vg3" : 190
15850   },
15851   "-MX1649dmtbWoaocQpQ" : {
15852     "cu_temp" : 97,
15853     "fg" : 60,
15854     "fuel_lv" : 1,
15855     "humid" : 99,
15856     "ib" : 12,
15857     "ig1" : 60,
15858     "ig2" : 60,
15859     "ig3" : 60,
15860     "lub_pm" : 0.5,
15861     "p" : 5700,
15862     "pg" : 0.5,
15863     "rpm" : 2000,
15864     "s" : 11400,
15865     "temp" : 49,
15866     "time" : "2021-4-8 17:52:5",
15867     "vb" : 9,
15868     "vg1" : 190,
15869     "vg2" : 190,
15870     "vg3" : 190
15871   },
15872   "-MX168jgDKsMztvvpjlab" : {
15873     "cu_temp" : 97,
15874     "fuel_lv" : 60,
15875     "fuel_lv" : 1,
15876     "humid" : 99,
15877     "ib" : 12,
15878     "ig1" : 60,
15879     "ig2" : 60,
15880     "ig3" : 60,
15881     "lub_pm" : 0.5,
15882     "p" : 5700,
15883     "pg" : 0.5,
15884     "rpm" : 2000,
15885     "s" : 11400,
15886     "temp" : 49,
15887     "time" : "2021-4-8 17:53:44",
15888     "vb" : 9,
15889     "vg1" : 190,
15890     "vg2" : 190,
15891     "vg3" : 190
15892   }

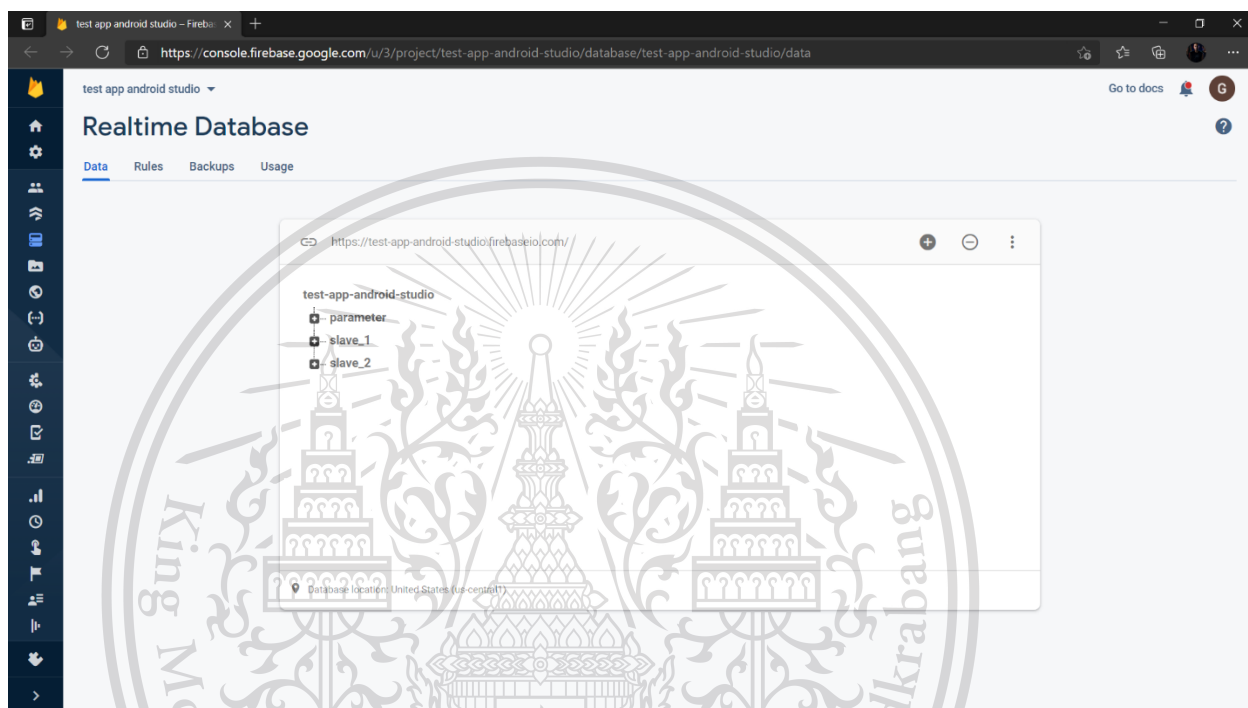
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.12 การจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของ JSON
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูล Firebase ซึ่งถูกส่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำหน้าที่เป็นมาสเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.13 3.14 3.15 3.16 และ 3.17 จะถูกนำไปวิเคราะห์ แล้วจึงนำไปแสดงผลบนเว็บไซต์และแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือเป็นลำดับต่อไป

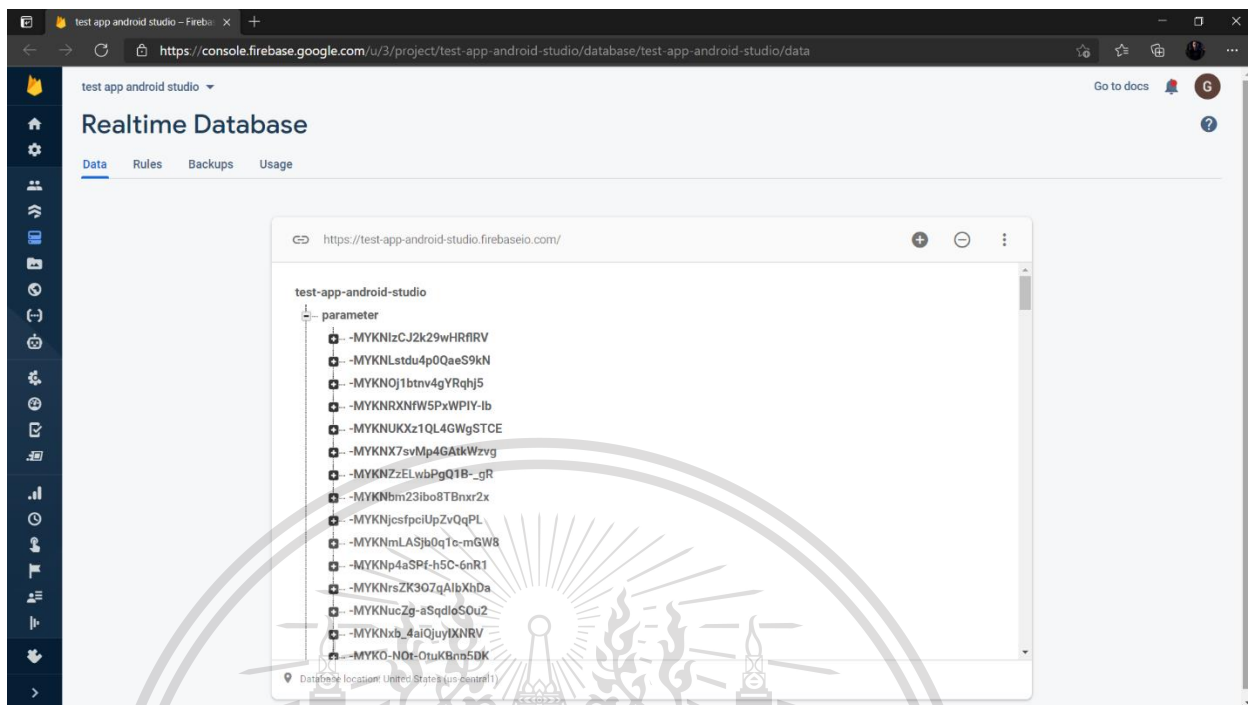


รูปที่ 3.13 ภาพรวมการจัดเก็บค่าพารามิเตอร์ในระบบฐานข้อมูล Firebase

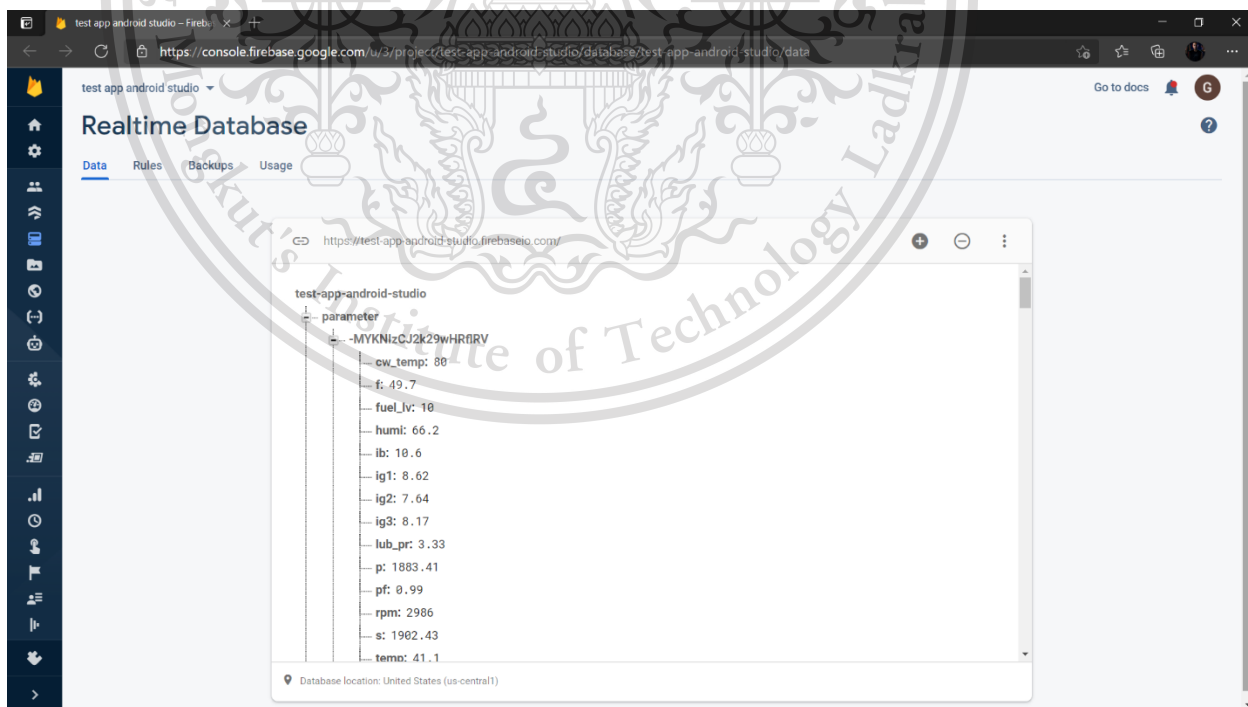
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



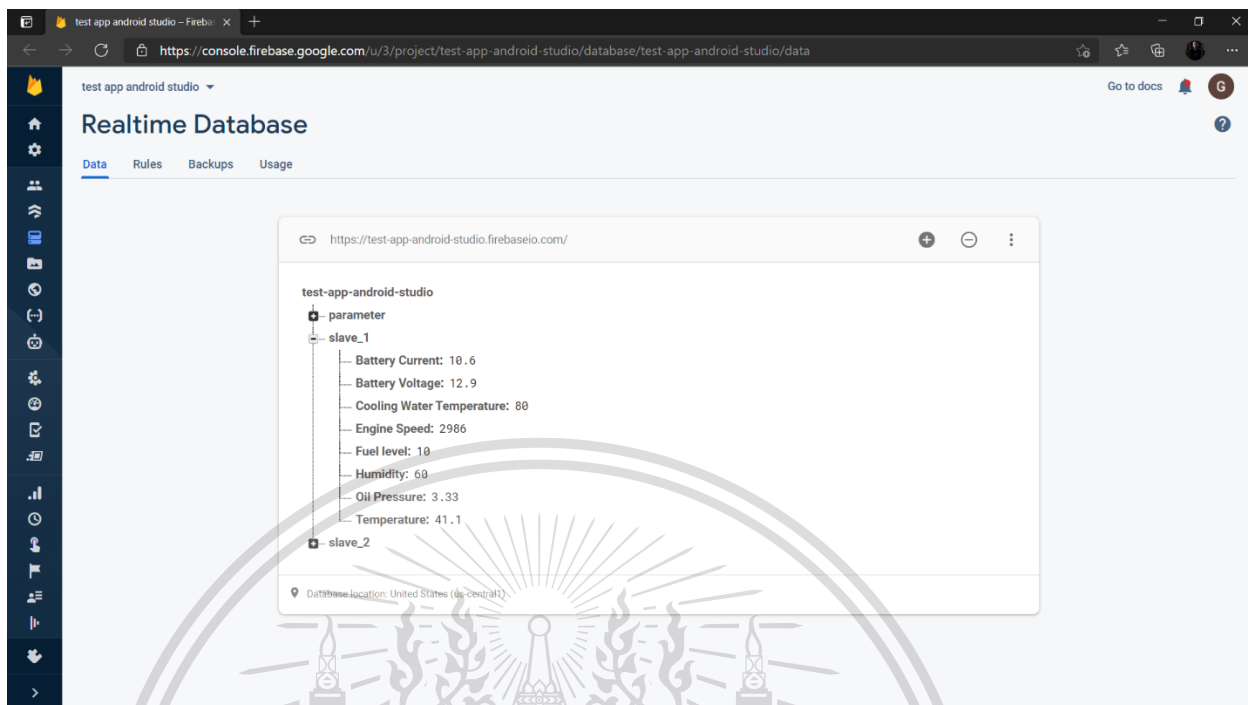
รูปที่ 3.14 การจัดเก็บค่าพารามิเตอร์ในระบบฐานข้อมูล Firebase ที่ถูกส่งแบบ Push



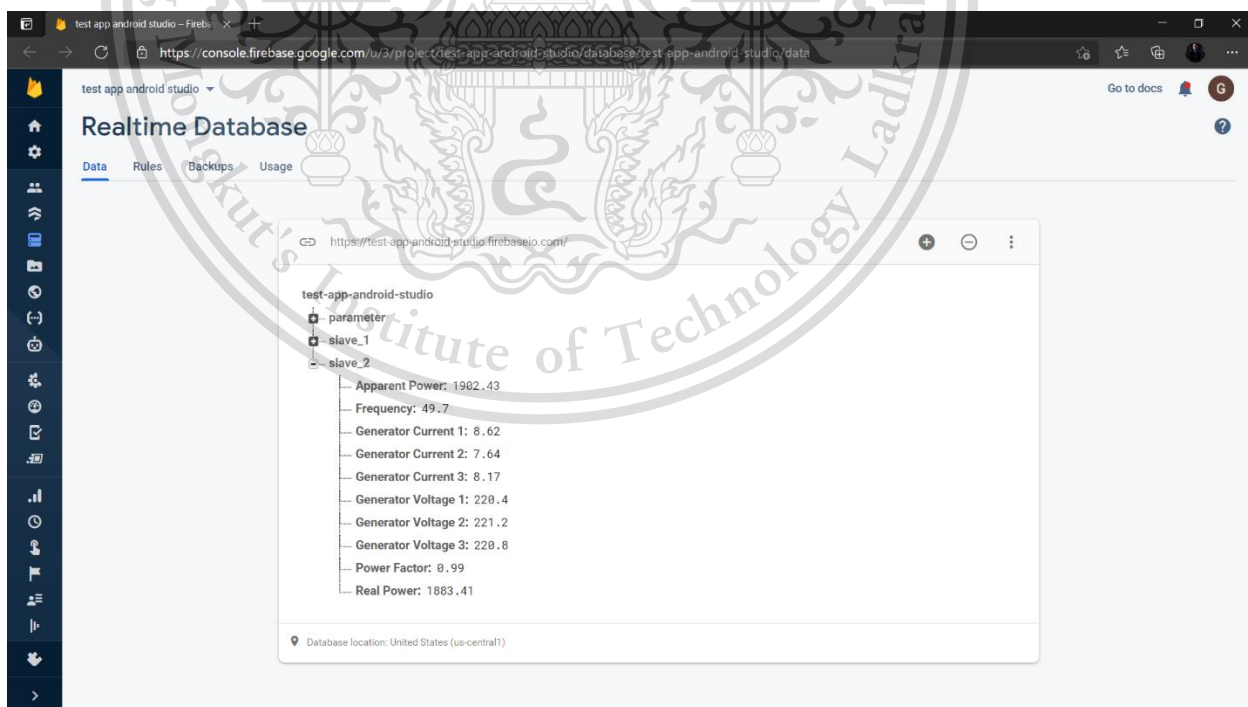
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์รูปที่ 3.15 ค่าพารามิเตอร์ในระบบฐานข้อมูล Firebase ที่ถูกส่งแบบ Push ะโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.16 ค่าพารามิเตอร์ในระบบฐานข้อมูล Firebase ที่ถูกส่งแบบ Get สำหรับสเลฟที่ 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารรูปที่ 3.17 ค่าพารามิเตอร์ในระบบฐานข้อมูล Firebase ที่ถูกส่งแบบ Get สำหรับสเลฟที่ 2 ด้านการคำนวณการคำนวณต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการคำนวณค่าต่างๆ หรือการคำนวณค่าอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณค่าต่างๆ

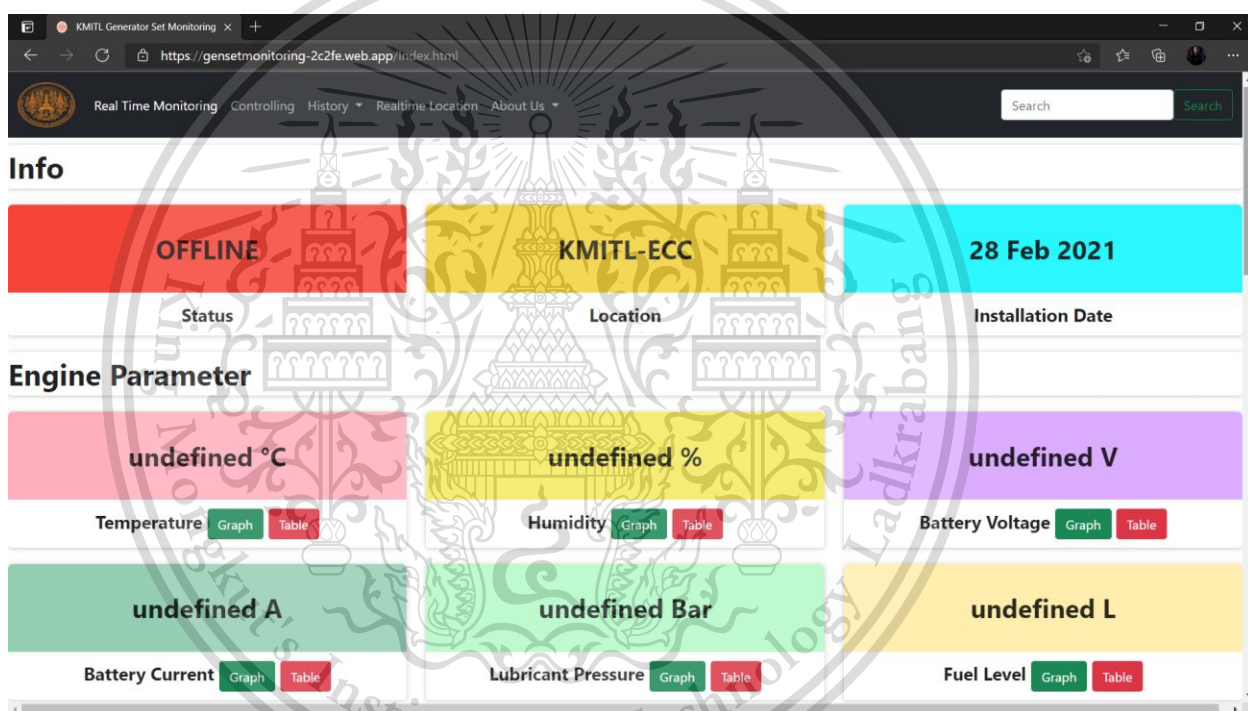
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.1.7 การออกแบบการแสดงผลบนเว็บไซต์และแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือ

3.1.7.1 การออกแบบการแสดงผลบนเว็บไซต์

ผู้จัดทำได้ออกแบบให้มีการแสดงผลบนเว็บไซต์ซึ่งเป็นเว็บไซต์สาธารณะ เพื่อความสะดวกในการใช้งาน โดยในเว็บไซด์นี้ออกแบบให้มีการแสดงผลในรูปแบบของค่าที่ตรวจวัดได้ในขณะนั้น กราฟของค่าที่ตรวจวัดได้ ณ เวลาใดๆ และตารางแสดงค่าที่ตรวจวัดได้ ณ เวลาใดๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.18 3.19 และ 3.20

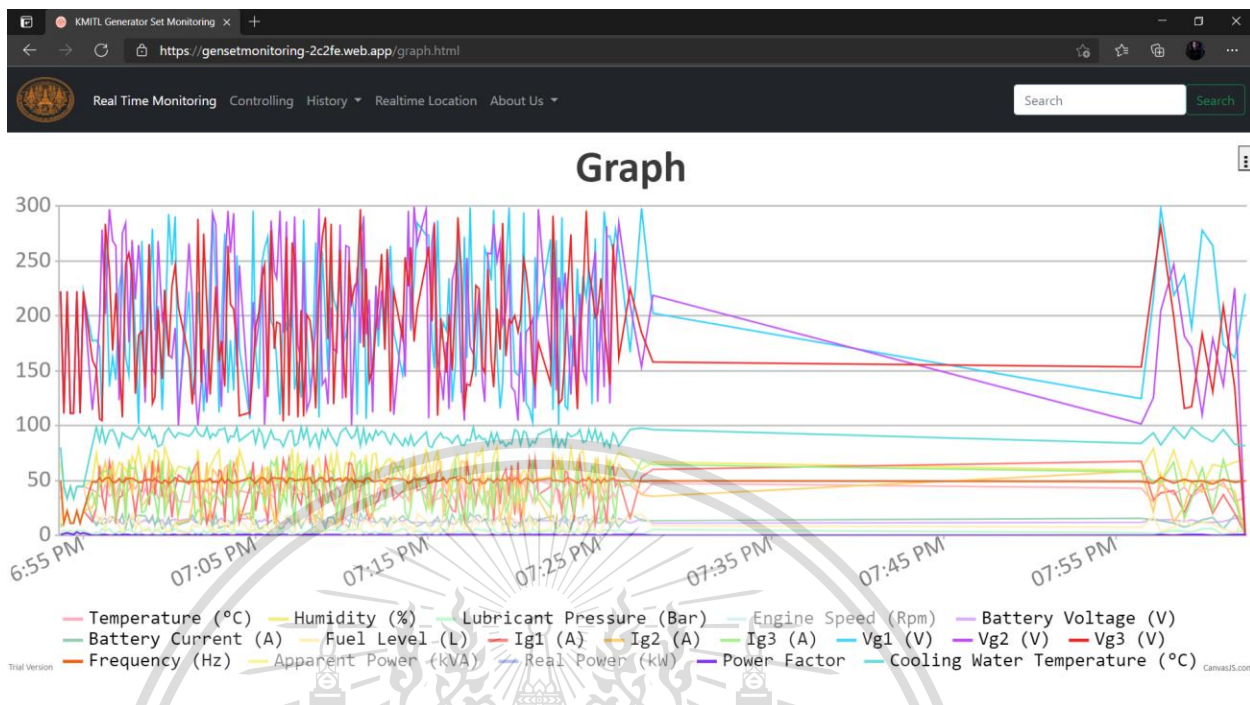


รูปที่ 3.18 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการตรวจวัดแบบเรียลไทม์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.19 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการตรวจวัดในรูปแบบของกราฟ

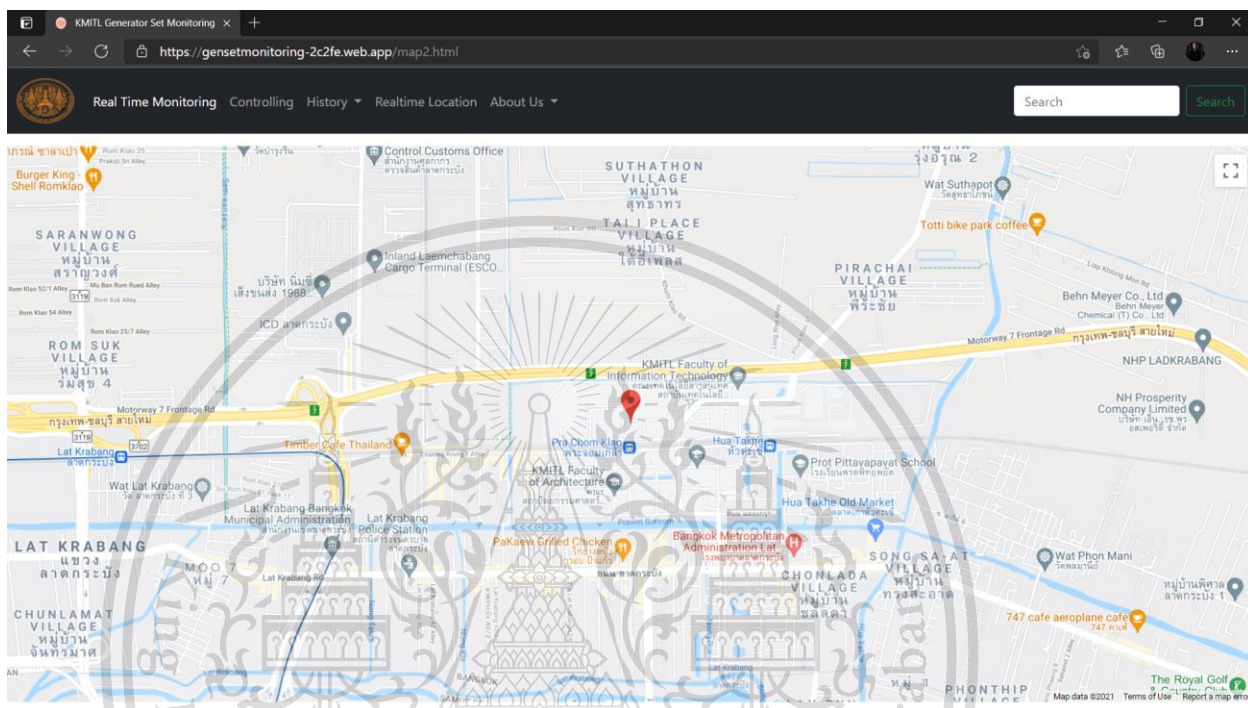
-MYKUsfnpEPZVVs_2tkb	2021-4-15 19:26:45	46.1	70.7	11.17	19.71	2.17	18.1	2930	96.1
-MYKV1E3wAIFN4qNoMdo	2021-4-15 19:27:25	38.8	86.1	14.81	13.18	1.41	19.1	2933	98.1
-MYKVAmEAgDe1Dob0JVf	2021-4-15 19:28:4	47.2	69.5	11.25	13.52	5.05	9	2935	96
-MYKaNuB8Rqta8HIUTA	2021-4-15 19:56:26	43	59.2	12.02	15.2	2.42	7.4	2912	83.4
-MYKapp1z01KBG2Xeil	2021-4-15 19:57:8	30.6	79.1	14.61	14.16	1.21	17.2	2919	93.2
-MYKawXEaWP4QF0_EoTI	2021-4-15 19:57:36	46.4	47.2	14.42	13.24	2.52	3.5	2972	82.5
-MYKb5wleUOqS_yOscj	2021-4-15 19:58:19	37.4	78	14.4	11.04	4.3	7.3	2914	98.3
-MYKbFQkuJeAONhO11qX	2021-4-15 19:58:58	43.6	45.5	12.65	7.56	3.85	14.8	2941	87.8
-MYKbL_VcPQdnP7KYvyp	2021-4-15 19:59:23	34.7	68.4	13.74	9.47	2.74	8.7	2905	98.7
-MYKbUQvTvKUCj80D7k4	2021-4-15 19:59:59	42	44.3	12.03	14.3	5.63	11.6	2915	90.6
-MYKbcNsvXbEgcNqQDDK	2021-4-15 20:0:36	41.5	64.6	11.56	16.65	5.56	10.5	2980	85.5
-MYKbIRgCMIAggTQgAM	2021-4-15 20:1:13	48.1	62.1	12.7	6.07	1.1	6.1	2910	96.1
-MYKbw-HMAxoQZUe4mB0	2021-4-15 20:1:52	30.5	66.4	15.82	18.28	3.32	2.3	2953	83.3
-MYKc3HAVFMcRQ7HvLp7	2021-4-15 20:2:30	34.7	69.1	13.71	14.17	4.61	12.6	2995	81.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ 3.20 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการตรวจวัดในรูปแบบของตารางขั้วประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

นอกจากนี้ภายในเว็บไซต์ยังสามารถแสดงการติดตามตำแหน่งของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากพิกัด GPS ใน Google Map ได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 ตำแหน่งที่ติดตั้งระบบตรวจติดตามชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเรียลไทม์

ทั้งนี้การเผยแพร่เว็บไซต์หรือที่เรียกว่า เว็บโฮสติ้ง (Web Hosting) ซึ่งเป็นรูปแบบการให้บริการสำหรับผู้ใช้อินเทอร์เน็ตอย่างหนึ่ง ซึ่งผู้ใช้งานนั้นมีความต้องการที่จะฝากเว็บไซต์ของตนเองไว้กับผู้ให้บริการเซิร์ฟเวอร์ (HSP: Hosting Service Provider) เพื่อให้เว็บไซต์ของตนเองนั้น ออนไลน์อยู่บนโลกอินเทอร์เน็ตตลอด 24 ชม. โดยทางผู้จัดทำได้เลือกใช้เว็บโฮสติ้งของ Firebase เพื่อทำการเผยแพร่เว็บไซต์ที่ใช้แสดงผลของการติดตามสถานะการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเรียลไทม์ ดังแสดงในรูปที่ 3.22 และ 3.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

C:\Windows\System32\cmd.exe
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

E:\GENSET\GENSET WEBSITE>firebase login
Already logged in as 60010943@kmitl.ac.th

E:\GENSET\GENSET WEBSITE>firebase serve

=== Serving from 'E:\GENSET\GENSET WEBSITE'...

i hosting: Serving hosting files from: public
+ hosting: Local server: http://localhost:5000
Shutting down...
Terminate batch job (Y/N)? y

E:\GENSET\GENSET WEBSITE>firebase deploy

=== Deploying to 'gensestmonitoring-2c2fe'...

i deploying hosting
i hosting[gensestmonitoring-2c2fe]: beginning deploy...
i hosting[gensestmonitoring-2c2fe]: found 105 files in public
+ hosting[gensestmonitoring-2c2fe]: file upload complete
i hosting[gensestmonitoring-2c2fe]: finalizing version...
+ hosting[gensestmonitoring-2c2fe]: version finalized
i hosting[gensestmonitoring-2c2fe]: releasing new version...
+ hosting[gensestmonitoring-2c2fe]: release complete

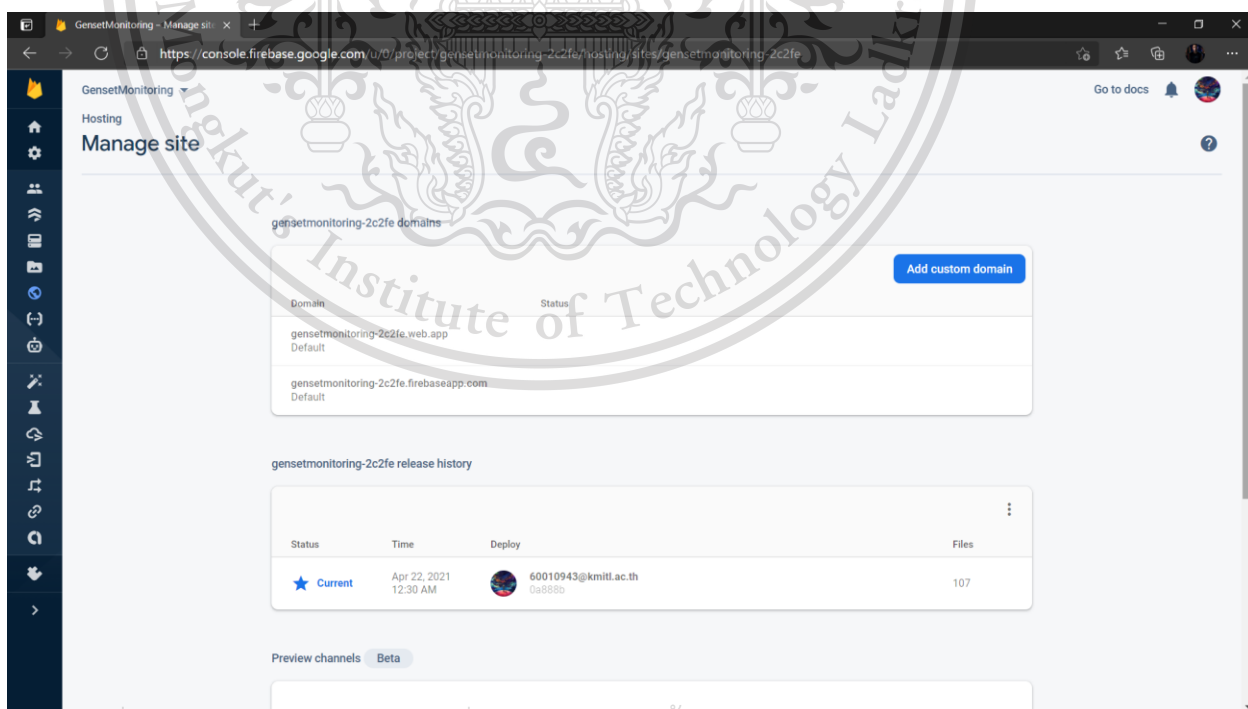
+ Deploy complete!

Project Console: https://console.firebase.google.com/project/gensestmonitoring-2c2fe/overview
Hosting URL: https://gensestmonitoring-2c2fe.web.app

E:\GENSET\GENSET WEBSITE>

```

รูปที่ 3.22 การอัปโหลดไฟล์เว็บไซต์ที่ใช้ในการแสดงผลขึ้น Hosting server ของ Firebase



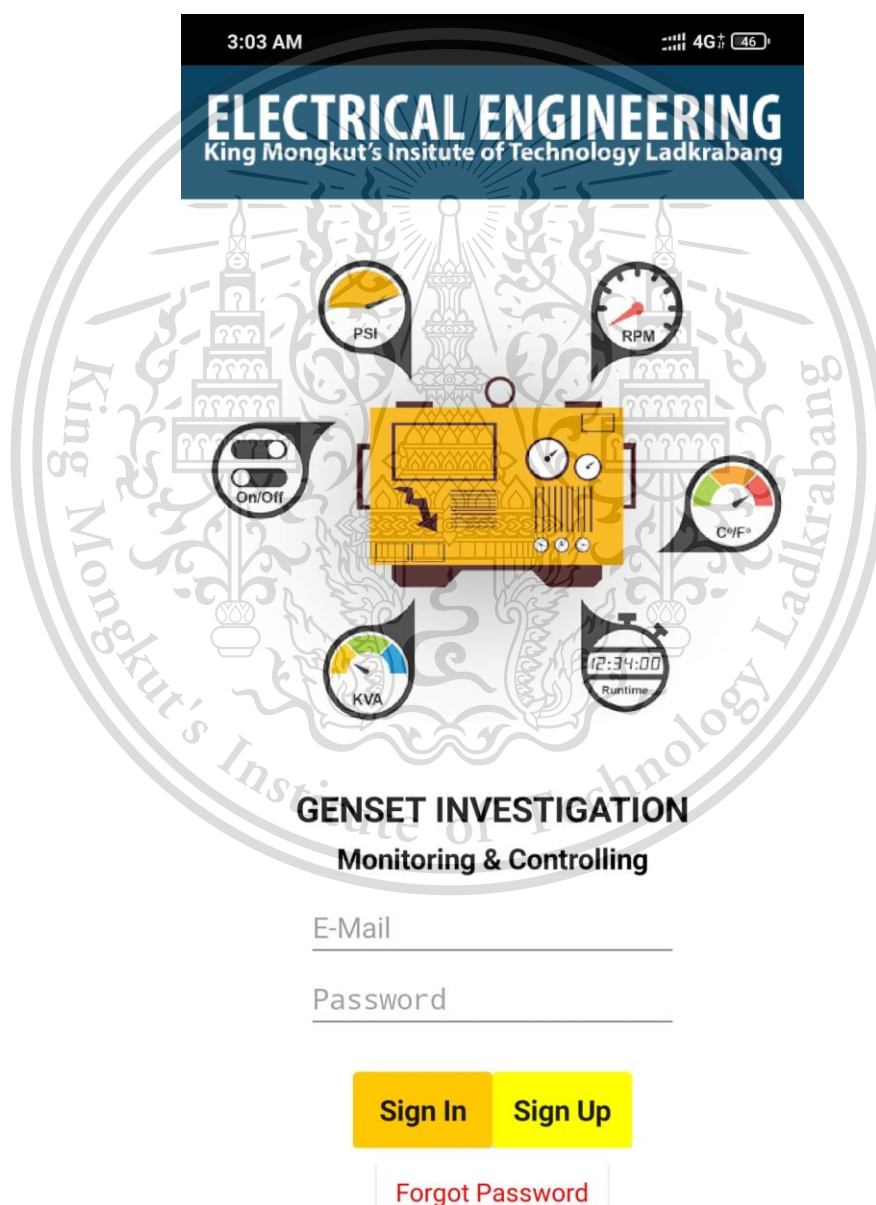
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.23 การจัดการเว็บไซต์ที่ได้อัปโหลดขึ้น Hosting server ของ Firebase
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.1.7.2 การออกแบบการแสดงผลบนแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือ

การออกแบบการแสดงผลบนแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือ ผู้จัดทำได้ทำการออกแบบโดยใช้ MIT App Inventor ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้สร้างแอปพลิเคชันที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์(Android) โดย MIT App Inventor ใช้หลักการพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงคอมโพเนนต์ (Component-based Software Development) ทำให้ผู้ใช้สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันได้ง่าย



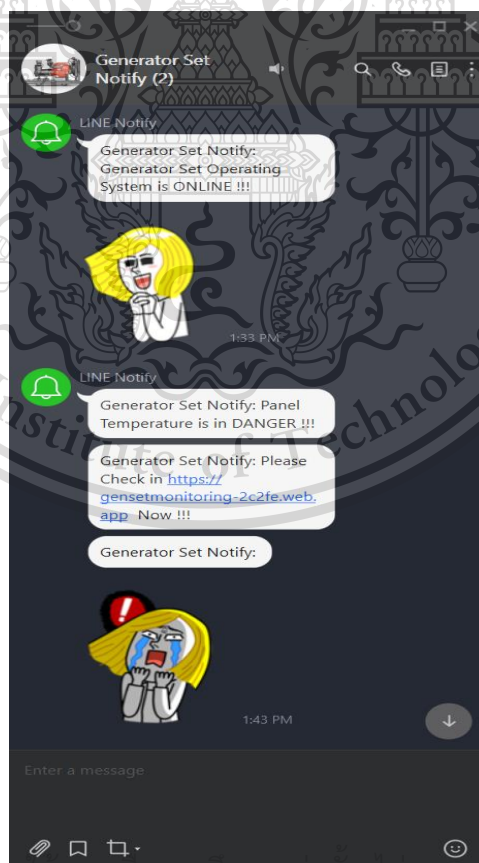
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น รูปที่ 3.24 แอปพลิเคชันสำหรับตรวจติดตามการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.1.8 การออกแบบระบบแจ้งเตือนสถานะผิดปกติต่างๆ ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์

ระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้ได้ออกแบบให้มีการแจ้งเตือนหากชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีการทำงานที่ผิดปกติ หรือแจ้งเตือนถึงสถานะต่างๆ ที่จำเป็นต่อการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยจะนำค่าที่ตรวจวัดจากเซ็นเซอร์ต่างๆ มาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับช่วงของค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของการทำงานในสถานะปกติของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทั้งนี้ระบบตรวจติดตามการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้จะแจ้งเตือนโดยการส่งข้อความไปยังแชทส่วนตัวของผู้ใช้งานผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ ซึ่งผู้ใช้งานจะได้รับการแจ้งเตือนหากชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีการทำงานที่ผิดปกติ โดยในรูปที่ 3.25 แสดงถึงตัวอย่างของข้อความแจ้งเตือนที่ส่งไปยังแชทส่วนตัวของผู้ใช้งานผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถสังเกตสถานะการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้โดยไม่ต้องอยู่ที่จุดติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นๆ



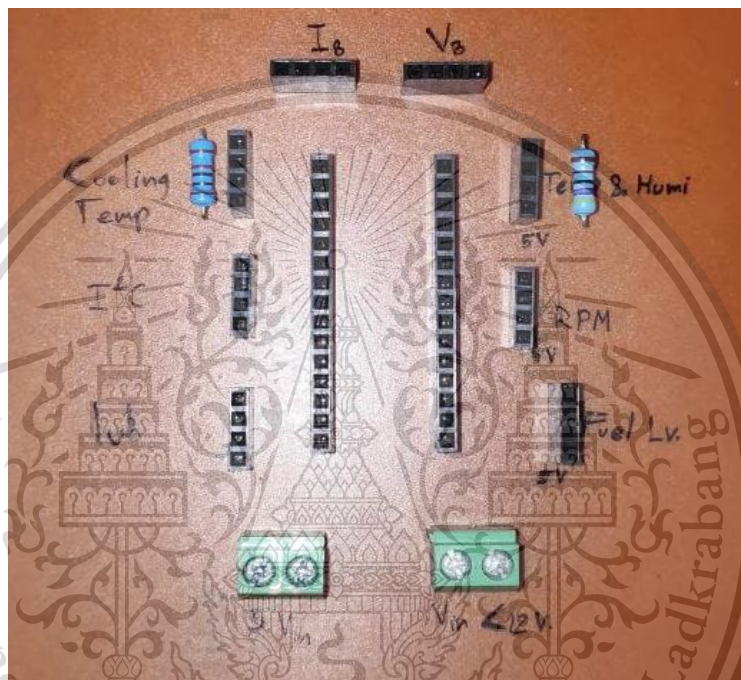
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น รูปที่ 3.25 ข้อความที่แจ้งเตือนไปยัง Group chat ในแอปพลิเคชันไลน์

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.1.9 การประกอบสร้างระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล

ระบบตรวจติดตามการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ประกอบสร้างขึ้นโดยการจัดทำแผ่นวงจรของบอร์ดต่างๆ ได้แก่ บอร์ดสเลฟ 1 , บอร์ดสเลฟ 2 และบอร์ดแหล่งจ่ายไฟ ดังแสดงในรูปที่ 3.26 3.27 และ 3.28 ตามลำดับ

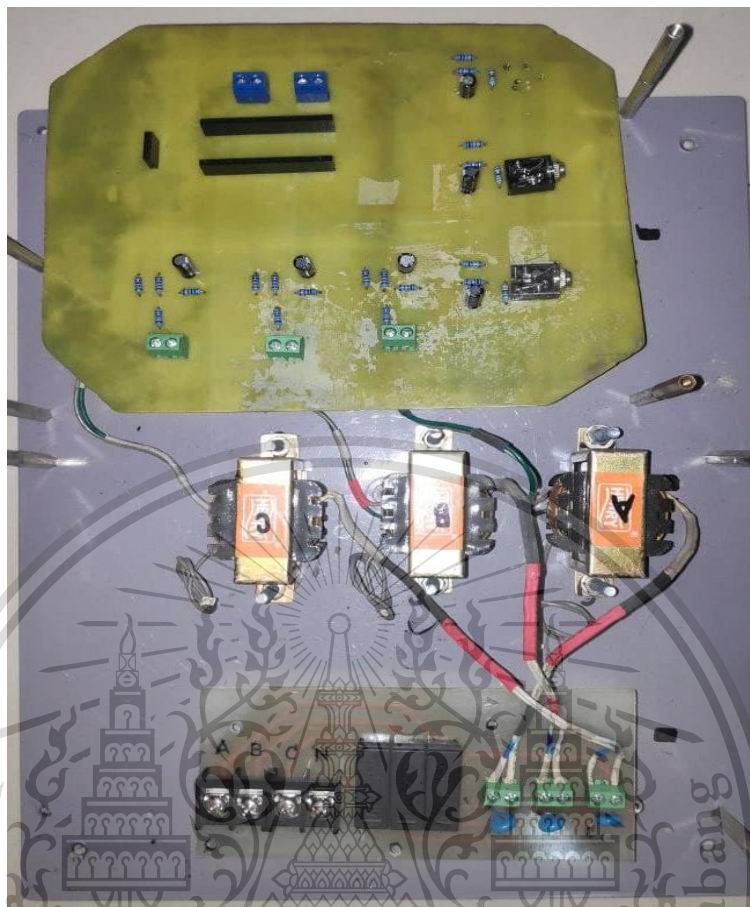


รูปที่ 3.26 บอร์ดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.27 บอร์ดที่ 2



รูปที่ 3.28 บอร์ดแหล่งจ่ายไฟ

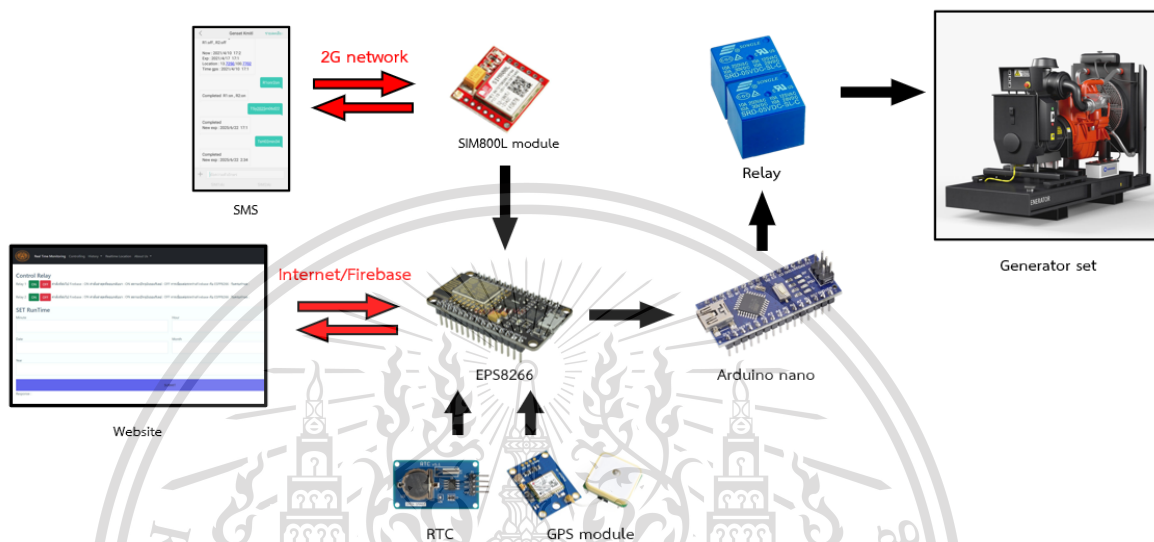
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2 ระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล

3.2.1 ภาพรวมของการออกแบบระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล



รูปที่ 3.29 ภาพรวมของการออกแบบระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล

โครงการในส่วนนี้ได้ออกแบบระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งจะใช้อุปกรณ์ที่สามารถรับคำสั่งการทำงานจากระยะไกลได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.29 จะเห็นได้ว่ามีวิธีการส่งคำสั่งการทำงาน 2 วิธี ซึ่งส่งคำสั่งควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ทั้งผ่านเว็บไซต์และผ่านระบบส่งข้อความ SMS โดยแต่ละวิธีการส่งคำสั่งมี แนวคิดการออกการควบคุมดังนี้

- ระบบอินเทอร์เน็ต โดยสามารถส่งคำสั่งผ่านทางเว็บไซต์ที่เชื่อมต่อการส่งข้อมูลกับฐานข้อมูล Firebase เพื่อส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์โดยรับคำสั่งโดย ESP8266 และยังสามารถตรวจสอบสถานะการทำงานได้โดย ESP8266 จะตรวจสอบสถานะการทำงานปัจจุบันและส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูล Firebase เพื่อแสดงสถานะการทำงานผ่านเว็บไซต์

- ระบบสัญญาณโทรศัพท์โดยใช้สัญญาณ 2G โดยสามารถส่งคำสั่งผ่านทางระบบส่งข้อความ SMS เพื่อส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์โดยจะรับคำสั่งโดย SIM800L module ซึ่งจะมีคำสั่งในการควบคุมและตรวจสอบการทำงาน หลังจากนั้นจะส่งคำสั่งที่ได้รับให้กับ ESP8266

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอาจารย์และบุคลากรในหน่วยงานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โดยเมื่อมีคำสั่งส่งมาถึง ESP8266 จะมีการประมวลผลความถูกต้องของคำสั่งที่ส่งมา โดยถ้าหากคำสั่งถูกต้องก็จะทำการส่งสัญญาณนั้นไปที่ Arduino nano เพื่อควบคุมการทำงานของ Relay ตามคำสั่งที่ได้รับ แต่ถ้าหากคำสั่งนั้นไม่ถูกต้องก็จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงการทำงาน

การออกแบบคำสั่งการทำงานของระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล ได้ออกแบบให้มีความสามารถควบคุมการเปิด-ปิดการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยมีคำสั่งเพิ่มเติมคือสามารถกำหนดวันเวลา(ปี/เดือน/วัน/ชั่วโมง/นาที) ที่ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะหมดอายุการสัญญาการใช้งานได้ โดย อ้างอิงวันเวลาปัจจุบัน(ปี/เดือน/วัน/ชั่วโมง/นาที) จาก Real time clock module เพื่อเปรียบเทียบกับวันเวลา(ปี/เดือน/วัน/ชั่วโมง/นาที) ที่กำหนดโดยคำสั่งเพื่อกำหนดสถานะการทำงาน นอกจากนี้ยังมีคำสั่งสำหรับระบบส่งข้อความ SMS ในการตรวจสอบสถานะข้อมูลการทำงานและตำแหน่งของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้อีกด้วย แต่ถ้าหากอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลเชื่อมต่อกับสัญญาณอินเทอร์เน็ตจะสามารถตรวจสอบสถานะการทำงาน of ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ตลอดเวลา

3.2.2 การออกแบบการใช้อุปกรณ์ร่วมกันเพื่อควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล

อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับสร้างระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลมีดังนี้

3.2.2.1 ESP8266

ESP8266 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับข้อมูลคำสั่งจากเว็บไซต์โดยใช้ร่วมกับระบบฐานข้อมูลของ Firebase หรือรับข้อมูลคำสั่งจาก SIM800L module ที่รับคำสั่งมาทางระบบส่งข้อความ SMS จากนั้นจะนำคำสั่งที่ได้มาประมวลผลเพื่อส่งสัญญาณการทำงานให้กับ Arduino nano โดย ESP8266 จะเชื่อมต่อกับ Real time clock module และ GPS module เพื่อรับข้อมูลตลอดเวลา

3.2.2.2 Arduino nano

Arduino nano เป็นอุปกรณ์ที่รองรับสัญญาณการทำงานจาก ESP8266 เพื่อนำไปควบคุมการเปิด-ปิดของ Relay โดยจะมีการตรวจสอบความผิดพลาดที่อาจเกิดจาก ESP8266 ด้วยเพื่อ

เอกสารนี้เป็น ลดความผิดพลาดในการควบคุมทำงานชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.3 SIM800L module

GSM/GPRS 2G SIM800L module เป็นอุปกรณ์สำหรับสื่อสารแบบ GSM เหมือนโทรศัพท์ที่ใช้ในการรับข้อความที่ส่งมาผ่านระบบส่งข้อความ SMS โดยจะรับข้อความคำสั่งและส่งต่อให้ ESP8266 เพื่อทำการประมวลผล โดย SIM800L จำเป็นต้องใช้งานในสภาพแวดล้อมที่มีสัญญาณโทรศัพท์

3.2.2.4 GPS module

GPS module เลือกใช้งานเป็น GPS Ublox NEO-6M module เป็นระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก โดยใช้เวลาเป็นตัวกำหนด หลักการที่สำคัญคือ ดาวเทียมจะปล่อยค่าเวลาออกมาเป็นช่วง ๆ อุปกรณ์จะรับสัญญาณเข้ามาทำให้สามารถหาดำแหน่งจากระยะทางได้ แล้วจึงนำจุดที่ซ้อนทับกันมาระบุเป็นตำแหน่งของอุปกรณ์ โดย GPS module จะเชื่อมต่อกับ ESP8266 เพื่อส่งข้อมูลตำแหน่งของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้และนำไปแสดงผลต่อไป

3.2.2.5 Real time clock module

Real time clock module เลือกใช้งานเป็น DS1307 Real time clock module โดยจะเชื่อมต่อกับ ESP8266 แบบ I2C โดยจะเป็นอุปกรณ์สำหรับอ้างอิงเวลาปัจจุบันสำหรับกำหนดเงื่อนไขในการทำงานของระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล

3.2.2.6 Relay

Relay เลือกใช้งานอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติเป็นแบบ 5 V Normally closed โดยจะมีฟิวต์กระแสของ Relay อยู่ที่ 10 A สำหรับแรงดันไฟฟ้า 250 V AC

3.2.2.7 Step down module

Step down module เลือกใช้งานอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติสำหรับแปลงแรงดันไฟฟ้า 6-30 V DC เป็น 5 V DC กระแสต่อเนื้อที่ 2 A และจ่ายกระแสสูงสุด 3 A โดยจะใช้สำหรับลดแรงดันไฟฟ้าจากแบตเตอรี่แบบตะกั่ว-กรดให้เหลือแรงดัน 5 V สำหรับจ่ายไฟเลี้ยงให้กับอุปกรณ์ต่างๆภายในระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล

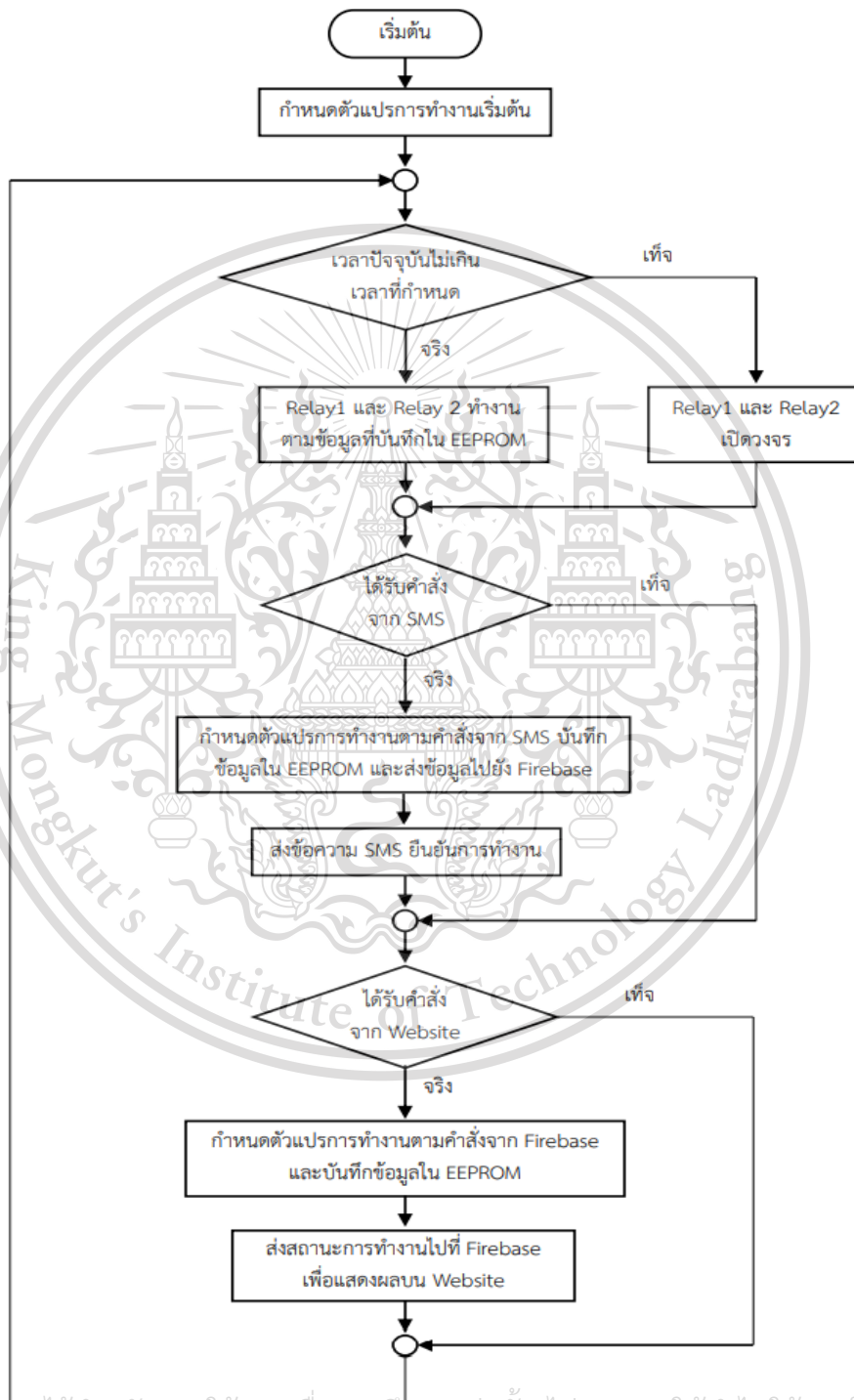
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2.3 การออกแบบลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล

ผู้จัดทำได้ออกแบบขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรม ดังแสดงในรูปที่ 3.30



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.30 ผังงานสำหรับควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุตแบลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2.4 การออกแบบวงจรสำหรับระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล

การออกแบบวงจรสำหรับการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับอุปกรณ์ต่างๆ คณะผู้จัดทำได้เลือกใช้โปรแกรม Altium Designer v16.1.7 เพื่อนำมาทำการออกแบบในส่วนนี้ ซึ่งการออกแบบวงจรด้วยโปรแกรม Altium Designer v16.1.7 จะต้องทำการออกแบบในลักษณะที่เป็น Schematic design ก่อนแล้วจึงจะทำการออกแบบในลักษณะที่เป็นแผ่นวงจรพิมพ์ หรือ Printed circuit board (PCB) ต่อไป โดยที่ระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล สามารถแบ่งการออกแบบวงจรสำหรับการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ได้ดังนี้

ภายในวงจรรบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลแสดงในรูปที่ 3.31 ซึ่งจะประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับประมวลผลโดยใช้ ESP8266 และ Arduino nano และมีอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อกับระบบสัญญาณโทรศัพท์ คือ SIM800L โดยแรงดันใช้งานจะอยู่ที่ 3.4V to 4.4V จึงต้องใช้ Diode 2 ตัวเพื่อลดแรงดันจาก 5 V เหลือประมาณ 3.6 V นอกจากนี้ในวงจรยังมีอุปกรณ์ในการระบุตำแหน่งที่ตั้งโดยใช้ GPS Ublox NEO-6M module และอุปกรณ์ในการระบุเวลาปัจจุบันโดยใช้ DS1307 Real time clock module โดยอุปกรณ์ทั้งสองนี้จะเชื่อมต่อกับ ESP8266 เพื่อส่งข้อมูลที่ต้องใช้ร่วมกับการประมวลผล

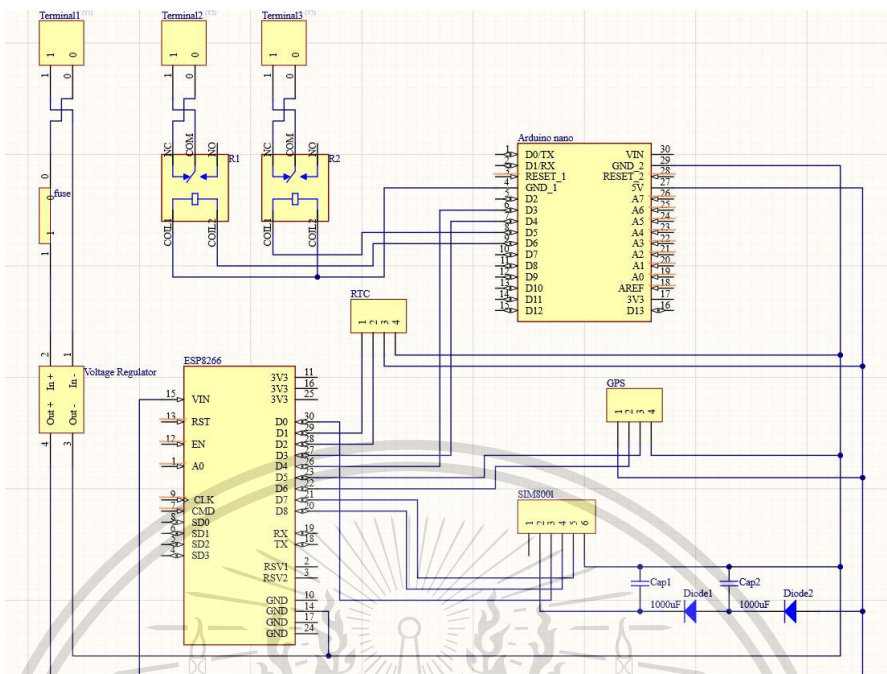
โดยระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลจะรับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าจากแบตเตอรี่แบบตะกั่ว-กรด และมีการควบคุมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผ่าน Relay 2 ตัว โดย Relay จะต่ออยู่กับ Arduino nano จึงทำการออกแบบให้มี Terminal สำหรับใช้งานดังนี้

- Terminal 1 : สำหรับเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าซึ่งเป็นแบตเตอรี่แบบตะกั่ว-กรด
- Terminal 2 : สำหรับเชื่อมต่อกับ Relay1 เพื่อควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- Terminal 3 : สำหรับเชื่อมต่อกับ Relay2 เพื่อควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



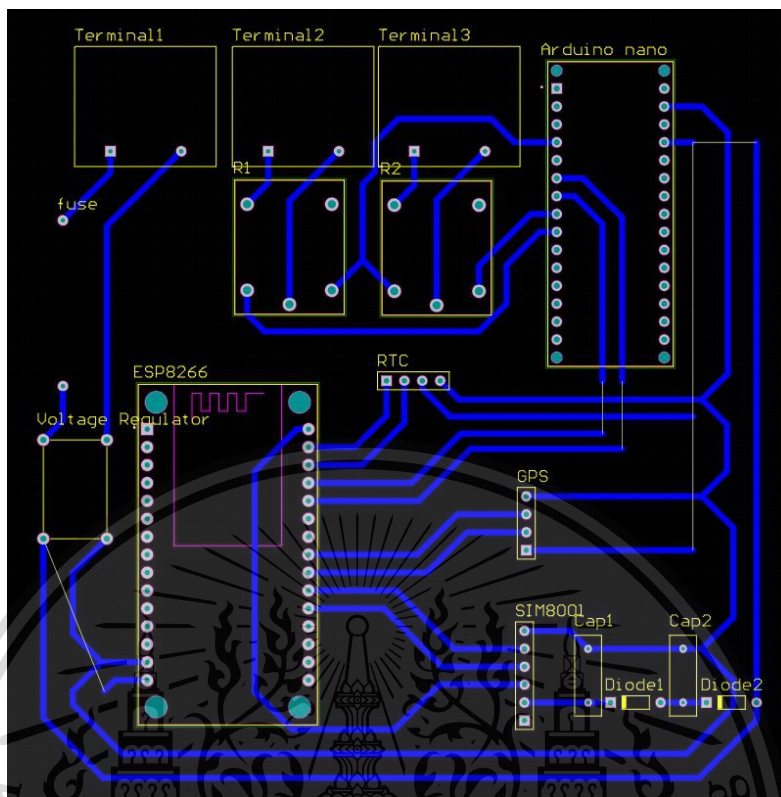
รูปที่ 3.31 Schematic design สำหรับระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล

เมื่อได้ Schematic design ของระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลขั้นตอนต่อไปจึงได้ทำการออกแบบ PCB สำหรับระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 3.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.32 PCB design สำหรับระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล

3.2.5 การออกแบบการควบคุมบนเว็บไซต์และระบบข้อความ SMS

ระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลนี้ได้ออกแบบให้มีระบบควบคุมจากระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านเว็บไซต์และเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์ผ่านระบบข้อความ SMS ซึ่งผู้ใช้งานจะสามารถควบคุมการเดินเครื่องของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยมีการออกแบบการควบคุมแต่ละรูปแบบดังนี้

3.2.5.1 การควบคุมผ่านทางเว็บไซต์

ทำการออกแบบเว็บไซต์ที่มีการเชื่อมต่อเพื่อรับส่งกับฐานข้อมูลของ Firebase โดยเว็บไซต์จะสามารถควบคุมการเปิด-ปิดการทำงานและการกำหนดวันเวลา(ปี/เดือน/วัน/ชั่วโมง/นาที) ที่จะหมดสัญญาการใช้งานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ซึ่งหน้าเว็บไซต์จะมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 3.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Real Time Monitoring Controlling History Realtime Location About Us

Search

Control Relay

Relay 1: ON OFF คำสั่งที่ส่งไป Firebase: ON คำสั่งล่าสุดที่ตอบกลับมา: ON สถานะปัจจุบันของไฟ: OFF การเชื่อมต่อระหว่างFirebase กับ ESP8266 : วันครบกำหนด :

Relay 2: ON OFF คำสั่งที่ส่งไป Firebase: ON คำสั่งล่าสุดที่ตอบกลับมา: ON สถานะปัจจุบันของไฟ: OFF การเชื่อมต่อระหว่างFirebase กับ ESP8266 : วันครบกำหนด :

SET RunTime

Minute Hour

Date Month

Year

SUBMIT

Response :

รูปที่ 3.33 รูปแบบเว็บไซต์สำหรับส่งคำสั่งควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล

โดยเมื่อมีการส่งคำสั่งผ่านเว็บไซต์แล้วจะมีการส่งข้อมูลคำสั่งต่างให้กับฐานข้อมูลของ Firebase ดังรูปที่ 3.34 ซึ่งจะมีการรับค่าสถานะและการตั้งค่าในการทำงานใน Input command ดังนี้

- Relay จะเป็นการกำหนดสถานะการทำงานของ Relay1 และ Relay2

โดย สถานะ 0 คือ Relay ทำงานเปิดวงจร ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงาน

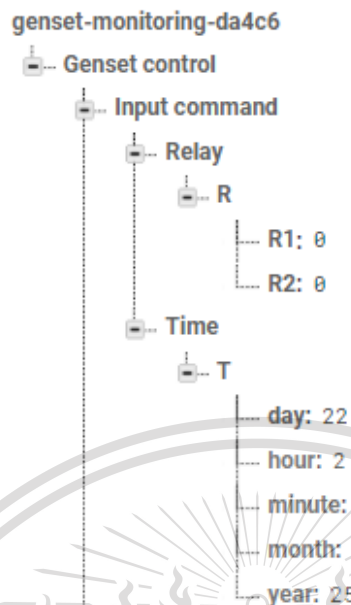
สถานะ 1 คือ Relay ทำงานเปิดวงจร ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหยุดทำงาน

- Time จะเป็นการกำหนดวันเวลา(ปี/เดือน/วัน/ชั่วโมง/นาที) ที่ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะหมดสัญญาการใช้งาน โดยจะมีการตรวจสอบว่าเป็นวันเวลาที่มียู่จริงจึงจะนำข้อมูลส่งไปกระบวนการต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

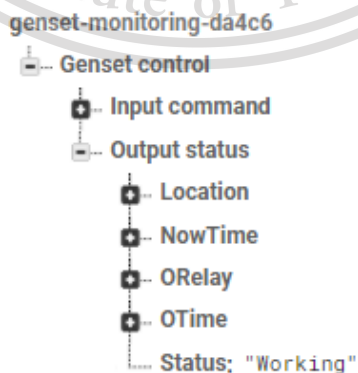
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.34 การรับคำสั่งในฐานข้อมูล Firebase

เมื่อมาคำสั่งส่งเข้ามาในฐานข้อมูล Firebase แล้ว ESP8266 ก็จะทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่ดึงจาก Firebase และเปลี่ยนแปลงการทำงานตามคำสั่งนั้นๆ ในขณะเดียวกันก็จะมีการส่งสถานะในการทำงานต่างๆให้กับ Firebase ใน Output status ดังแสดงในรูปที่ 3.35 โดยกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นตลอดเวลา



รูปที่ 3.35 ข้อมูลของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในฐานข้อมูล Firebase

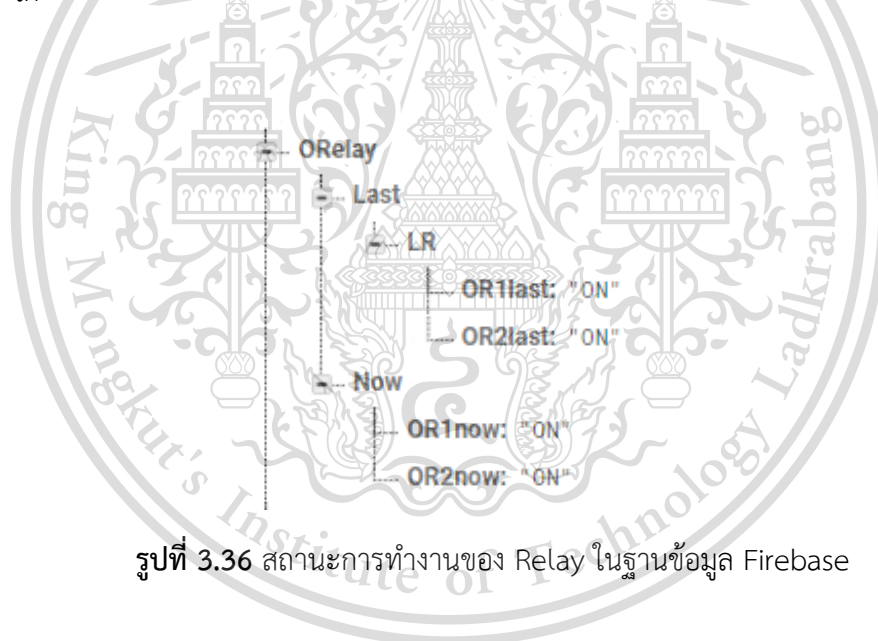
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุใดที่ใดที่เผยแพร่ข้อมูลนี้ไปโดยไม่ขออนุญาตทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โดยข้อมูลสถานะของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ส่งให้กับฐานข้อมูล Firebase มีรายละเอียดดังนี้

- สถานะการทำงานของ Relay (ORelay) ดังแสดงในรูปที่ 3.36 ซึ่งจะมีสถานะการทำงานในปัจจุบันซึ่งแทนด้วย OR1now และ OR2now โดยถ้าหากชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานจะแสดงผล “ON” แต่ถ้าหากชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไม่ทำงานจะแสดงผล “OFF” ส่วนสถานะในช่อง OR1last และ OR2last จะแสดงคำสั่งที่ส่งไปล่าสุดว่ามีคำสั่งอย่างไร ซึ่งถ้าหากระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลทำงานสถานะของ OR1now จะเหมือนกับ OR1last และ OR2now จะเหมือนกับ OR2last แต่ถ้าหากชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมดสัญญาการใช้งาน OR1now และ OR2now แสดงผล “OFF” เสมอแม้ว่าจะส่งคำสั่ง “ON” หรือ “OFF” ซึ่งถ้าหากต้องการใช้งานชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อสามารถตั้งค่าการกำหนดวันเวลา(ปี/เดือน/วัน/ชั่วโมง/นาท) ที่ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะหมดสัญญาการใช้งานใหม่ได้



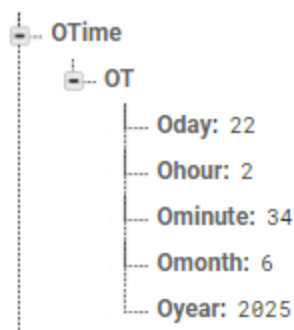
รูปที่ 3.36 สถานะการทำงานของ Relay ในฐานข้อมูล Firebase

- การตั้งค่าวันเวลาที่ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะหมดสัญญาการใช้งาน (OTime) ดังแสดงในรูปที่ 3.37 จะแสดงวันเวลา(ปี/เดือน/วัน/ชั่วโมง/นาท) ที่ตั้งค่าไว้ตามกำหนดที่จะหมดหมดสัญญาการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

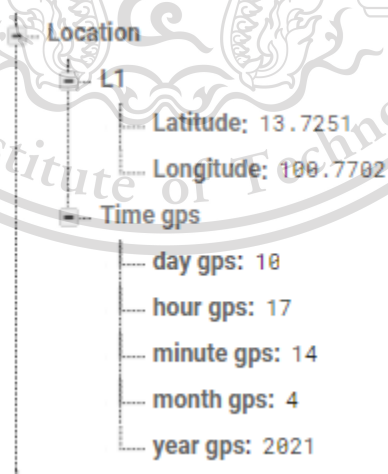
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.37 วันเวลาที่ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะหมดสัญญาการใช้งานในฐานข้อมูล Firebase

- สถานะของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Status) โดยถ้าหากชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้ายังไม่หมดเวลาตามสัญญาการใช้งานจะขึ้นข้อความ “Working” แต่ถ้าหากหมดเวลาตามสัญญาการใช้งานแล้วจะขึ้นข้อความว่า “Expired”

- ตำแหน่งของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Location) ดังแสดงในรูปที่ 3.38 โดยจะแสดงตำแหน่งของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นพิกัด Latitude , Longitude และมีเวลาที่มีการระบุตำแหน่งด้วยว่ามีอัปเดตข้อมูลเมื่อใด เนื่องจาก GPS module อาจต้องใช้เวลาและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการตรวจจับตำแหน่งของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า



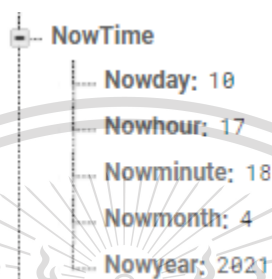
รูปที่ 3.38 ตำแหน่งของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในฐานข้อมูล Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- เวลาปัจจุบันที่ได้จาก Real time clock module (NowTime) ดังแสดงในรูปที่ 3.39 โดยจะแสดงวันเวลา(ปี/เดือน/วัน/ชั่วโมง/นาท) เพื่อใช้ตรวจสอบว่าการทำงานของระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลว่ายังสามารถทำงานได้ตรงกับเวลาจริงอยู่หรือไม่หรือใช้ดูว่าการทำงานครั้งล่าสุดทำไปเมื่อใดก่อนจะหยุดทำงาน



```

NowTime
├── Nowday: 10
├── Nowhour: 17
├── Nowminute: 18
├── Nowmonth: 4
└── Nowyear: 2021
  
```

รูปที่ 3.39 แสดงเวลาปัจจุบันที่ได้จาก Real time clock module ในฐานข้อมูล Firebase

3.2.5.2 การควบคุมผ่านระบบข้อความ SMS

ทำการออกแบบให้สามารถส่งคำสั่งผ่านระบบข้อความ SMS ไปที่เบอร์โทรศัพท์ที่ติดตั้งไว้ใน SIM800L ได้ ซึ่งคำสั่งจะแบ่งเป็น 3 แบบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- คำสั่งเปิด-ปิด ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ใช้คำสั่ง R1ON สำหรับให้ Relay1 ทำงานปิดวงจร ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงาน

R2ON สำหรับให้ Relay2 ทำงานปิดวงจร ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงาน

R1OFF สำหรับให้ Relay1 ทำงานเปิดวงจร ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหยุดทำงาน

R2OFF สำหรับให้ Relay2 ทำงานเปิดวงจร ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหยุดทำงาน

ซึ่งคำสั่งที่กล่าวมาสามารถใช้อักษรพิมพ์ใหญ่หรือเล็กก็ได้

โดยถ้าหากระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลได้รับคำสั่ง

จะมีข้อความยืนยันการดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- คำสั่งตั้งวันเวลา ปี/เดือน/วัน/ชั่วโมง/นาที ที่ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะหมดอายุการใช้งาน

ใช้คำสั่ง TSY ___M___D___ สำหรับตั้งค่า ปี/เดือน/วัน เช่น YST2024M04D04

โดย ปี ตั้งหลัง Y ใช้เลขปี ค.ศ. (4 ตำแหน่ง)

เดือน ตั้งหลัง M ใช้เลข 01-12 แทน 12 เดือนตามลำดับ

วัน ตั้งหลัง D ใช้เลข 01-30 หรือ 01-31 หรือ 01-28 ขึ้นกับวันในแต่ละเดือน

ใช้คำสั่ง TSH ___MIN___ สำหรับตั้งค่า ชั่วโมง/นาที เช่น TSH02MIN34

โดย ชั่วโมง ตั้งหลัง H ใช้เลข 01-24 แทนเวลา 24 ชั่วโมง

นาที ตั้งหลัง MIN ใช้เลข 00-59 แทนเวลา 60 นาที

ซึ่งคำสั่งที่กล่าวมาสามารถใช้อักขรพิมพ์ใหญ่หรือเล็กก็ได้

โดยวันเวลา ปี/เดือน/วัน/ชั่วโมง/นาที ต้องเป็นวันที่มีอยู่จริงซึ่งจะทำการตรวจสอบโดยระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล

โดยถ้าหากระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลได้รับคำสั่ง จะมีข้อความยืนยันการดำเนินการ

- คำสั่งดูสถานะการทำงาน เวลาที่จะหมดอายุการใช้งานและตำแหน่งของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ใช้คำสั่ง STATUS

จะได้ผลตอบกลับมาเป็น สถานะการทำงาน,เวลาที่จะหมดอายุการใช้งาน,ตำแหน่งของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า,คำสั่งล่าสุดและเวลาปัจจุบันของ Real time clock module ซึ่งคำสั่งที่กล่าวมาสามารถใช้อักขรพิมพ์ใหญ่หรือเล็กก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สรุปคำสั่งการควบคุมผ่านระบบข้อความ SMS

ตารางที่ 3.1 คำสั่งการควบคุมผ่านระบบข้อความ SMS

คำสั่ง	ตัวอย่างข้อความตอบสนอง	
	กรณีที่ยังไม่หมดสัญญาการใช้งาน	กรณีที่หมดสัญญาการใช้งาน
R1ON,OFF R2ON,OFF	Completed New exp : 2024/4/24 15:51	Expired R1:off , R2:off Latest command is R1:on , R2:on
TSY__M__D__	Completed New exp : 2024/4/24 15:51	วันเวลาถูกต้อง
TSH__MIN__	Error Old exp : 2022/10/15 10:10	วันเวลาไม่ถูกต้อง
STATUS	Status : working R1:off , R2:off Now : 2021/4/10 17:2 Exp : 2021/4/17 17:1 Location : 13.7250,100.7702 Time gps : 2021/4/10 17:1	Status : expired R1:off , R2:off Last command is R1:off , R2:off Now : 2021/4/10 16:46 Exp : 2021/4/9 2:35 Location : 13.7250,100.7703 Time gps : 2021/4/10 15:35

โดยอุปกรณ์จะมีการส่งข้อความเตือนก่อนวันหมดอายุการใช้งานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ล่วงหน้า 7 วัน เพื่อแจ้งผู้ใช้งาน ซึ่งการทำงานของระบบรับส่งข้อมูลคำสั่งของทั้งการควบคุมผ่านทางเว็บไซต์และการควบคุมผ่านระบบข้อความ SMS จะทำงานสัมพันธ์กัน ซึ่งทำให้สามารถเลือกใช้งานส่งคำสั่งรูปแบบใดก็ได้ตามความสะดวกของผู้ใช้งาน และสถานที่ในการติดตั้งว่ารองรับการใช้งานรูปแบบใด

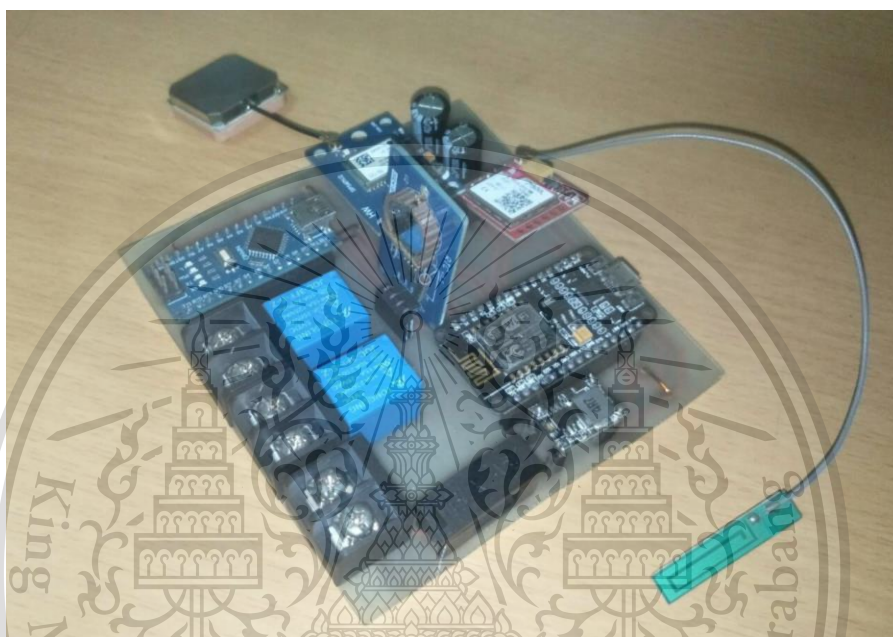
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2.6 การประกอบสร้างระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล

ระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลได้ประกอบสร้างขึ้นดังแสดงในรูปที่ 3.40 โดยมีขนาด 11.5 x 11.7 cm



รูปที่ 3.40 บอร์ดระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4

การทดสอบและผลการทดสอบ

4.1 การสอบเทียบกับค่าวัดมาตรฐาน

เพื่อให้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ตรวจวัดได้ของระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้ มีความถูกต้องแม่นยำและน่าเชื่อถือ เราจึงได้มีการสอบเทียบระหว่างค่าพารามิเตอร์ที่ตรวจวัดได้จากเซ็นเซอร์ที่ติดตั้ง และค่าที่ตรวจวัดได้จากเครื่องมือวัดที่มีมาตรฐาน ซึ่งผลการสอบเทียบจะแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของเซ็นเซอร์ที่วัด โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4.1

$$\%Error = \left| \frac{X_m - X_t}{X_t} \right| \times 100 \quad (2.4)$$

โดยที่

$\%Error$

คือ เปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดของการวัด

X_m

คือ ค่าที่ตรวจวัดได้จากเซ็นเซอร์ที่ติดตั้ง

X_t

คือ ค่าที่ตรวจวัดได้จากเครื่องมือวัดมาตรฐาน

4.1.1 การสอบเทียบการตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่

เครื่องมือวัดมาตรฐานที่ใช้ในการสอบเทียบการตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่คือ FLUKE Multimeter รุ่น 189 ซึ่งได้ผลการสอบเทียบดังแสดงในตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.1 ผลการสอบเทียบการตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่

ค่าที่ตรวจวัดได้จากเครื่องมือวัดมาตรฐาน	9.05 V	12.03 V	14.04 V
ค่าที่ตรวจวัดได้จากเซ็นเซอร์ที่ติดตั้ง	9.08 V	12.09 V	14.15 V
เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของการวัด	0.33%	0.50%	0.78%

4.1.2 การสอบเทียบการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่

เครื่องมือวัดมาตรฐานที่ใช้ในการสอบเทียบการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่คือ YOKOGAWA Digital Oscilloscope รุ่น DL1640 ซึ่งได้ผลการสอบเทียบดังแสดงใน ตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการสอบเทียบการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่

ค่าที่ตรวจวัดได้จากเครื่องมือวัดมาตรฐาน	5.16 A	15.09 A	26.37 A
ค่าที่ตรวจวัดได้จากเซ็นเซอร์ที่ติดตั้ง	5.25 A	15.17 A	26.58 A
เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของการวัด	1.74%	0.53%	0.80%

4.1.3 การสอบเทียบระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องมือวัดมาตรฐานที่ใช้ในการสอบเทียบการตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าคือ YOKOGAWA Digital Power Meter รุ่น CW120 ซึ่งได้ผลการสอบเทียบดังแสดงใน ตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการสอบเทียบการตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ค่าที่ตรวจวัดได้จากเครื่องมือวัดมาตรฐาน	200.15 V	220.24 V	240.17 V
ค่าที่ตรวจวัดได้จากเซ็นเซอร์ที่ติดตั้ง	200.48 V	219.78 V	241.03 V
เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของการวัด	0.15%	0.21%	0.36%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.1.4 การสอบเทียบระบบตรวจวัดกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องมือวัดมาตรฐานที่ใช้ในการสอบเทียบการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าคือ YOKOGAWA Digital Power Meter รุ่น CW120 ซึ่งได้ผลการสอบเทียบดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการสอบเทียบการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ค่าที่ตรวจวัดได้จากเครื่องมือวัดมาตรฐาน	5.24 A	25.37 A	45.63 A
ค่าที่ตรวจวัดได้จากเซ็นเซอร์ที่ติดตั้ง	5.47 A	25.14 A	46.02 A
เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของการวัด	4.39%	0.91%	0.85%

4.1.5 การสอบเทียบระบบตรวจวัดความถี่ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องมือวัดมาตรฐานที่ใช้ในการสอบเทียบการตรวจวัดความถี่ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าคือ YOKOGAWA Digital Power Meter รุ่น CW120 ซึ่งได้ผลการสอบเทียบดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการสอบเทียบการตรวจวัดความถี่ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ค่าที่ตรวจวัดได้จากเครื่องมือวัดมาตรฐาน	45.05 Hz	50.12 Hz	55.09 Hz
ค่าที่ตรวจวัดได้จากเซ็นเซอร์ที่ติดตั้ง	45.46 Hz	50.41 Hz	55.67 Hz
เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของการวัด	0.91%	0.58%	1.05%

4.1.6 การสอบเทียบระบบตรวจวัดกำลังไฟฟ้าจริงของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องมือวัดมาตรฐานที่ใช้ในการสอบเทียบการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าจริงของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าคือ YOKOGAWA Digital Power Meter รุ่น CW120 ซึ่งได้ผลการสอบเทียบดังแสดงในตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.6 ผลการสอบเทียบการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าจริงของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ค่าที่ตรวจวัดได้จากเครื่องมือวัดมาตรฐาน	1.02 kW	5.06 kW	10.18 kW
ค่าที่ตรวจวัดได้จากเซ็นเซอร์ที่ติดตั้ง	1.05 kW	5.14 kW	10.06 kW
เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของการวัด	2.94%	1.58%	1.18%

4.1.7 การสอบเทียบระบบตรวจวัดกำลังไฟฟ้าปรากฏของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องมือวัดมาตรฐานที่ใช้ในการสอบเทียบการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าปรากฏของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าคือ YOKOGAWA Digital Power Meter รุ่น CW120 ซึ่งได้ผลการสอบเทียบดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการสอบเทียบการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าปรากฏของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ค่าที่ตรวจวัดได้จากเครื่องมือวัดมาตรฐาน	1.16 kVA	5.09 kVA	10.15 kVA
ค่าที่ตรวจวัดได้จากเซ็นเซอร์ที่ติดตั้ง	1.21 kVA	5.12 kVA	10.30 kVA
เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของการวัด	4.31%	0.59%	1.48%

4.1.8 การสอบเทียบระบบตรวจวัดค่าประกอบกำลังของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องมือวัดมาตรฐานที่ใช้ในการสอบเทียบการตรวจวัดค่าประกอบกำลังของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าคือ YOKOGAWA Digital Power Meter รุ่น CW120 โดยทำการทดสอบร่วมกับภาระทางไฟฟ้าชนิดต่างๆ อาทิเช่น พัดลม เป็นต้น ซึ่งได้ผลการสอบเทียบดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการสอบเทียบการตรวจวัดค่าประกอบกำลังของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ค่าที่ตรวจวัดได้จากเครื่องมือวัดมาตรฐาน	0.79	0.86	0.91
ค่าที่ตรวจวัดได้จากเซ็นเซอร์ที่ติดตั้ง	0.81	0.87	0.90
เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของการวัด	2.53%	1.16%	1.01%

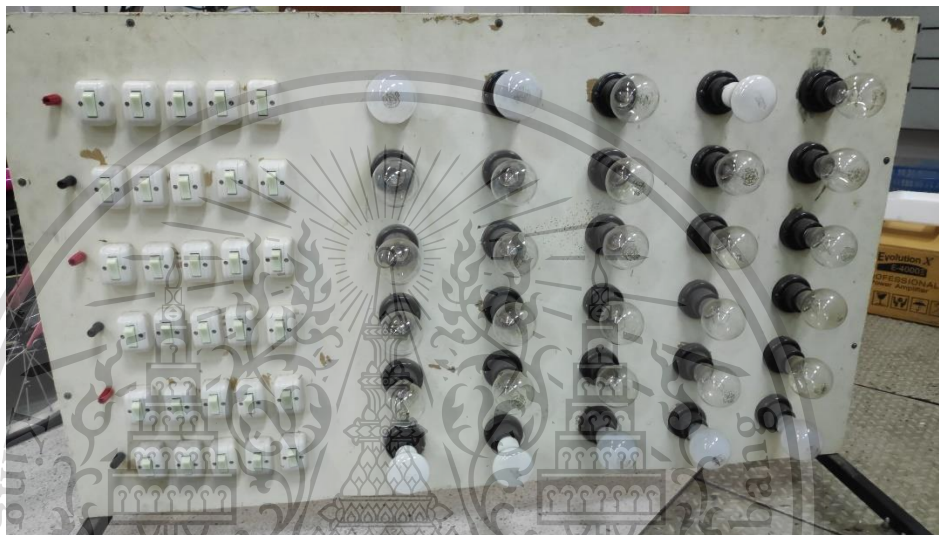
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

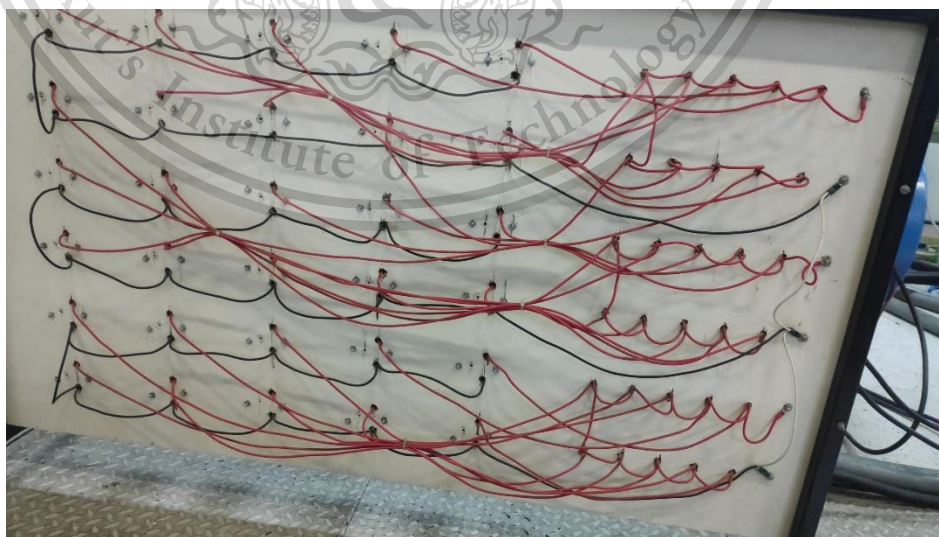
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.2 การทดสอบเดินเครื่องชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดตั้งระบบตรวจติดตาม

สำหรับการทดสอบเดินเครื่องชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดตั้งระบบตรวจติดตาม จะทำการทดสอบเดินเครื่องชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโหลดซึ่งเป็นหลอดไฟชนิดหลอดไส้ (Incandescent lamp) ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และ 4.2



รูปที่ 4.1 แผงหลอดไฟชนิดหลอดไส้



รูปที่ 4.2 การต่อขานหลอดไฟชนิดหลอดไส้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาระหว่างเรียน โปรดอย่าเผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

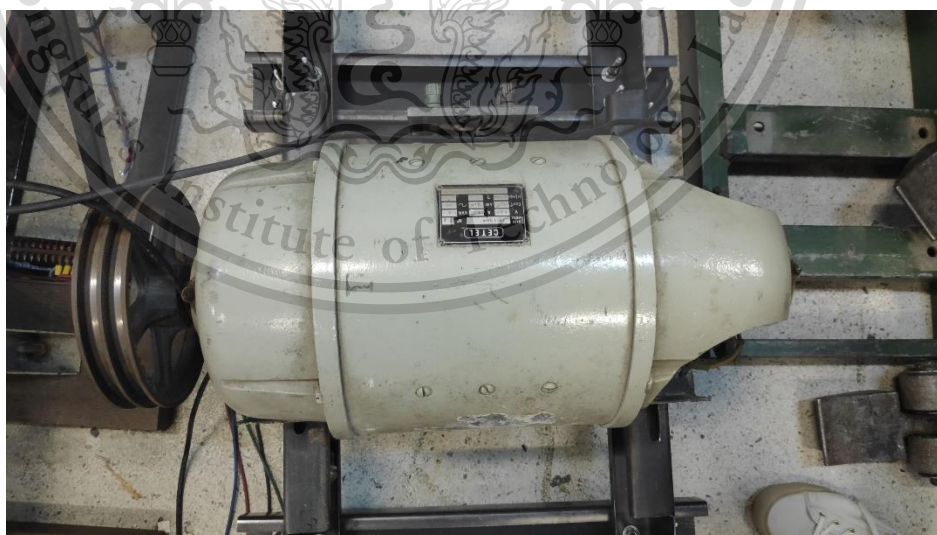
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การทดสอบนี้ได้จำลองการจ่ายกระแสไฟฟ้าของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้กับโหลดที่ 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% และ 100% ของพิกัดของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้ ซึ่งสามารถแสดงชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบได้ดังรูปที่ 4.3 และ 4.4



รูปที่ 4.3 เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้เป็นต้นกำลังของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 4.4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3 ผลการทดสอบการบันทึกข้อมูลใน Micro SD card

ข้อมูลค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ตรวจวัดได้จากระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้ จะมีการบันทึกในรูปแบบไฟล์ข้อมูลชนิด Comma separated value (CSV) ซึ่งสามารถเปิดไฟล์ข้อมูลนี้ได้ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยสามารถแสดงผลการทดสอบเดินเครื่องชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโหลดได้ดังตารางที่ 4.11 และ 4.12

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลผลการทดสอบที่บันทึกใน Micro SD card (ส่วนของเครื่องยนต์)

%Load	Fuel Level (L)	Engine Speed (rpm)	Panel Temperature (°C)	Panel Humidity (%)	Lubricant Pressure (bar)	Cooling Water Temperature (°C)	Battery Voltage (V)	Battery Current (A)
10%	25.76	2995	26.8	79.0	4.85	77.72	13.54	24.84
20%	25.74	2995	26.9	78.2	4.90	78.10	13.65	26.62
30%	25.61	3000	26.9	77.8	5.46	79.86	13.74	23.53
40%	25.50	3000	27.1	77.5	5.17	82.19	13.67	21.22
50%	25.23	3005	27.3	76.9	5.02	81.37	13.78	22.78
60%	25.15	3000	27.5	75.2	5.38	82.23	13.88	23.36
70%	25.02	3005	27.6	74.0	5.23	82.90	13.70	19.42
80%	24.91	3000	27.8	73.4	5.65	82.88	13.97	20.01
90%	24.22	3000	27.9	73.1	5.47	86.12	13.92	16.98
100%	23.38	3005	28.1	71.9	5.41	85.91	13.90	14.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลผลการทดสอบที่บันทึกใน Micro SD card (ส่วนของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า)

Load	Va (V)	Ia (A)	Vb (V)	Ib (A)	Vc (V)	Ic (A)	f (Hz)	P (kW)	S (kVA)	P.F.
10%	220.34	4.23	219.84	4.21	220.21	4.22	50	1.02	1.02	1
20%	220.56	9.57	219.65	9.54	220.03	9.55	50	2.01	2.01	1
30%	220.28	13.34	219.76	13.30	220.51	13.37	50	3.01	3.01	1
40%	220.19	17.83	219.94	17.79	220.33	17.85	50	3.85	3.85	1
50%	220.62	22.69	220.02	22.65	220.46	22.97	50	4.94	4.94	1
60%	220.87	27.75	219.36	27.73	220.75	27.75	50	5.98	5.98	1
70%	220.11	31.21	219.72	31.16	220.94	31.26	50	6.99	6.99	1
80%	220.06	35.84	220.26	35.78	220.68	35.88	50	7.92	7.92	1
90%	219.97	40.86	220.15	40.76	220.82	40.91	50	8.90	8.90	1
100%	220.24	42.91	219.95	42.87	220.16	42.90	50	9.43	9.43	1

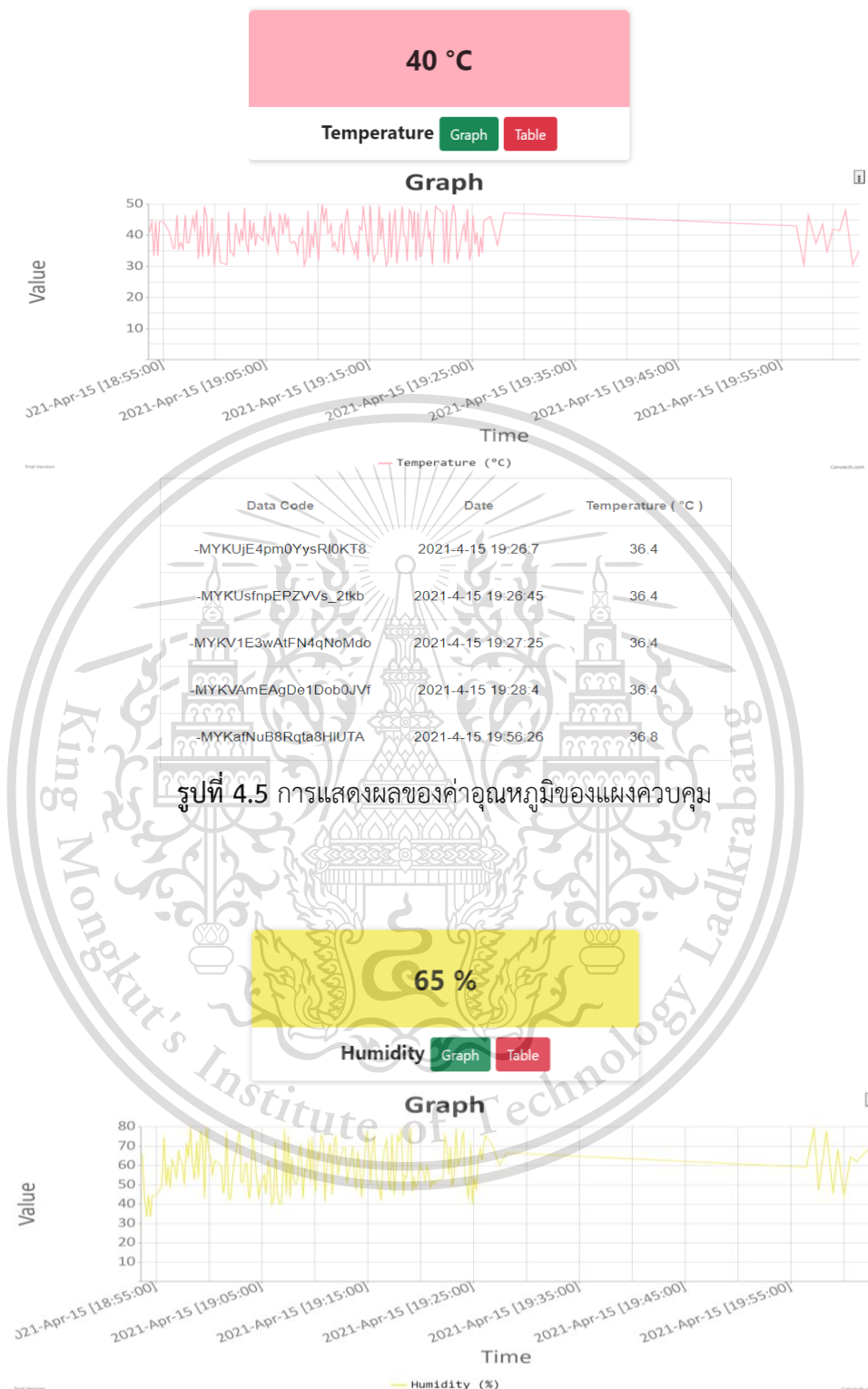
4.4 ผลการทดสอบการแสดงผลบนเว็บไซต์

สำหรับการแสดงผลบนเว็บไซต์ที่ได้จัดทำขึ้นนั้น จะแสดงผลในรูปแบบของกราฟเทียบกับเวลา รูปแบบของตาราง และแสดงค่าพารามิเตอร์ที่วัดได้ล่าสุด ซึ่งจากการทดสอบเดินเครื่องชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโหลด สามารถแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ บนเว็บไซต์ได้ดังรูปที่ 4.5-4.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.5 การแสดงผลของค่าอุณหภูมิของแผงควบคุม

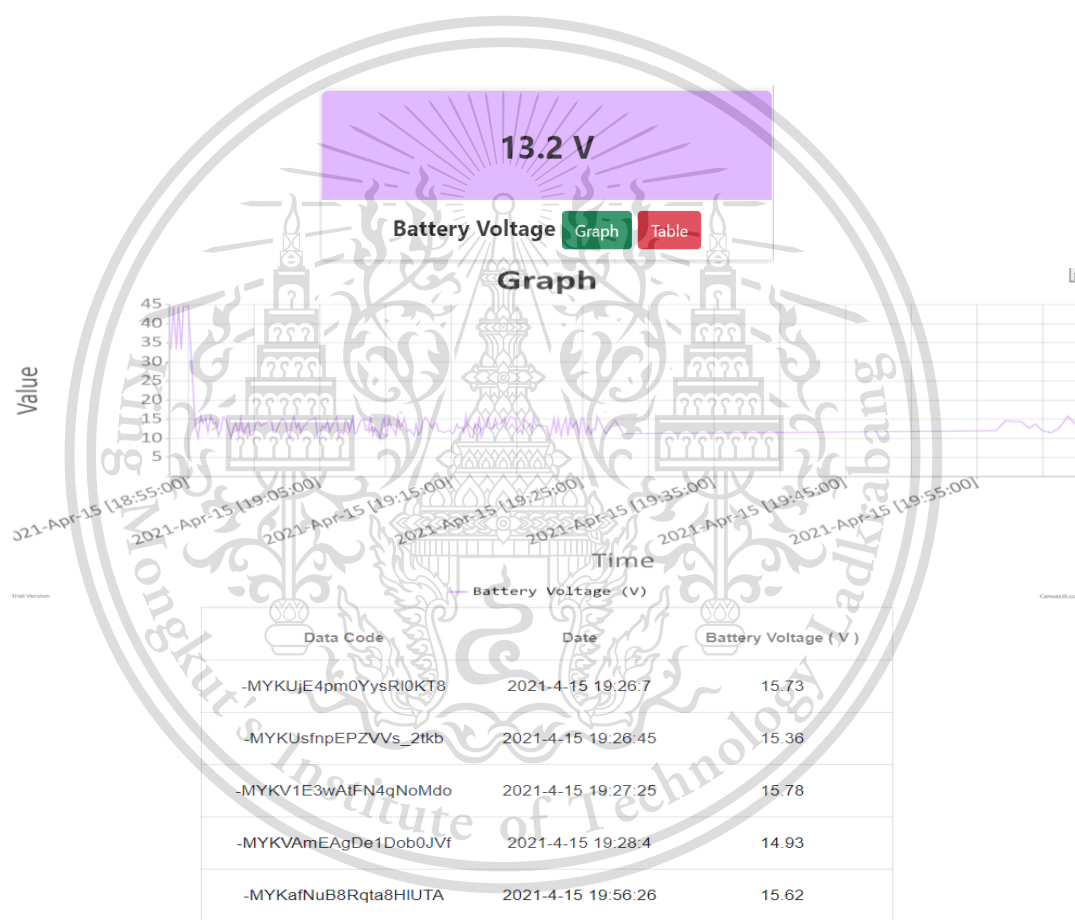
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Data Code	Date	Humidity (%)
-MYKUjE4pm0YysRI0KT8	2021-4-15 19:26:7	75.3
-MYKUsfnpEPZVVs_2tkb	2021-4-15 19:26:45	75.4
-MYKV1E3wAtFN4qNoMdo	2021-4-15 19:27:25	75.3
-MYKVAmEAgDe1Dob0JVf	2021-4-15 19:28:4	75.2
-MYKafNuB8Rqta8HIUTA	2021-4-15 19:56:26	75.3

รูปที่ 4.6 การแสดงผลของค่าความชื้นของแผงควบคุม

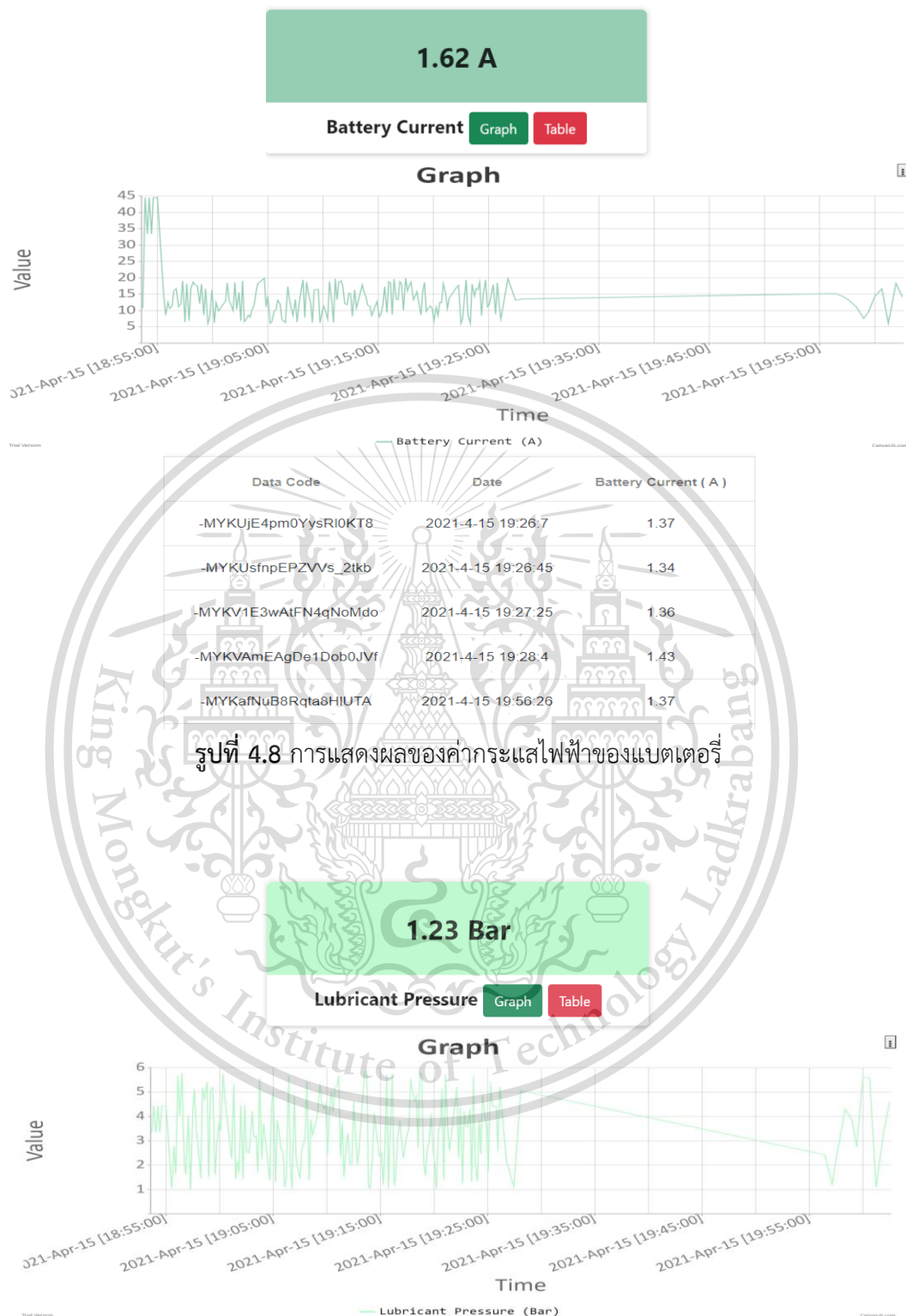


รูปที่ 4.7 การแสดงผลของค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



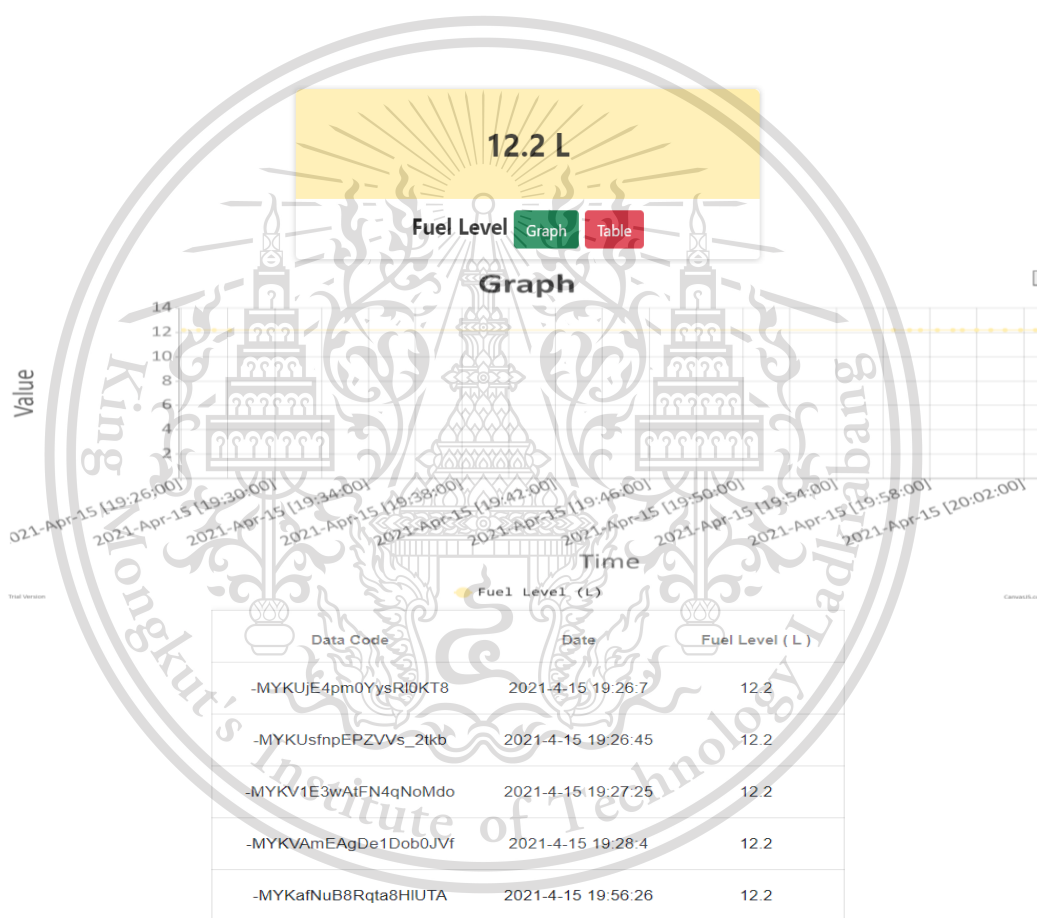
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Data Code	Date	Lubricant Pressure (Bar)
-MYKUJE4pm0YysRI0KT8	2021-4-15 19:26:7	2.23
-MYKUsnpEPZVVs_2tkb	2021-4-15 19:26:45	2.22
-MYKV1E3wAtFN4qNoMdo	2021-4-15 19:27:25	2.21
-MYKVAmEAgDe1Dob0JVf	2021-4-15 19:28:4	2.23
-MYKafNuB8Rqta8HIUTA	2021-4-15 19:56:26	2.23

รูปที่ 4.9 การแสดงผลของค่าความดันน้ำมันหล่อลื่น

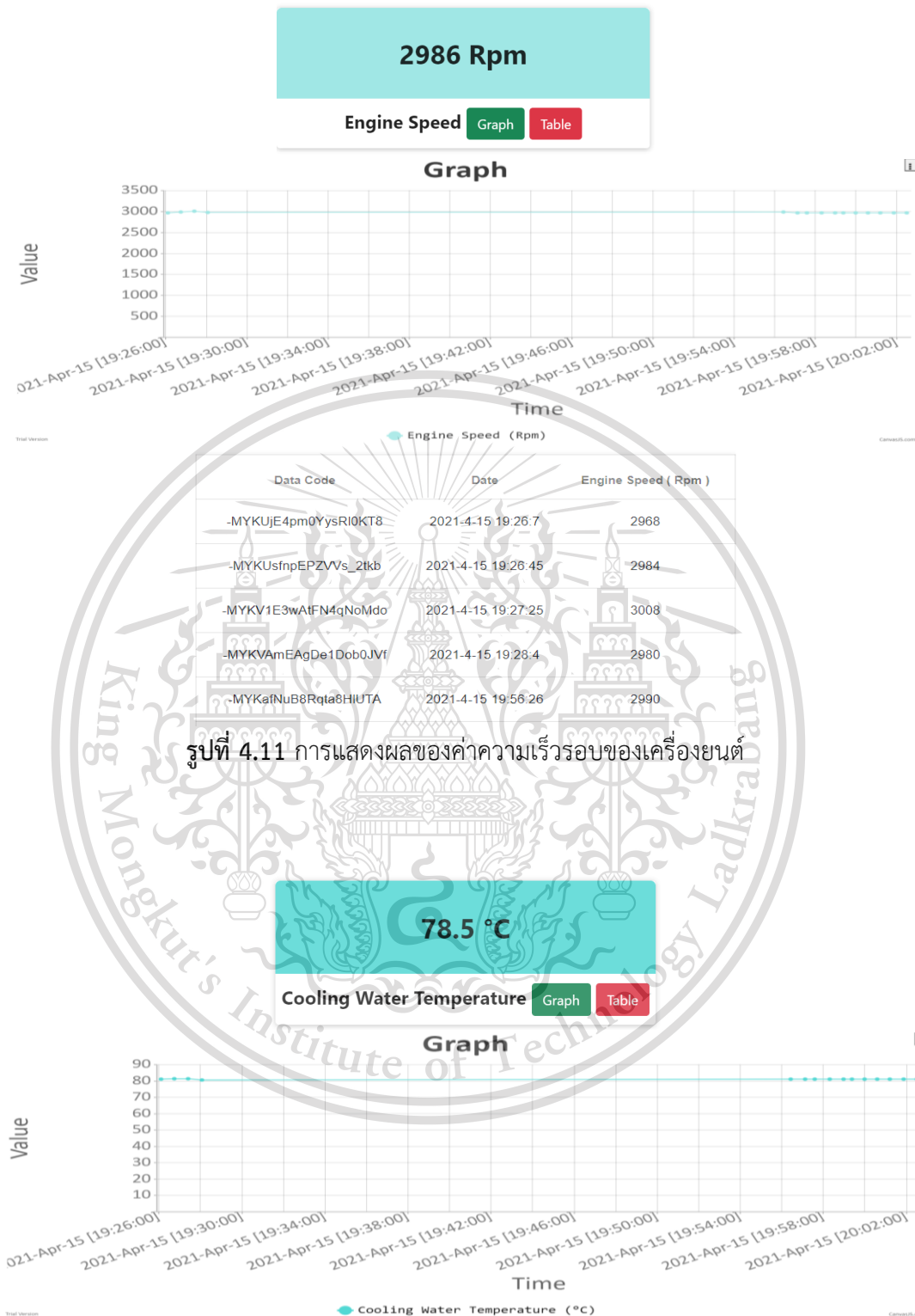


รูปที่ 4.10 การแสดงผลของค่าปริมาณเชื้อเพลิงคงเหลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.11 การแสดงผลของค่าความเร็วรอบของเครื่องยนต์

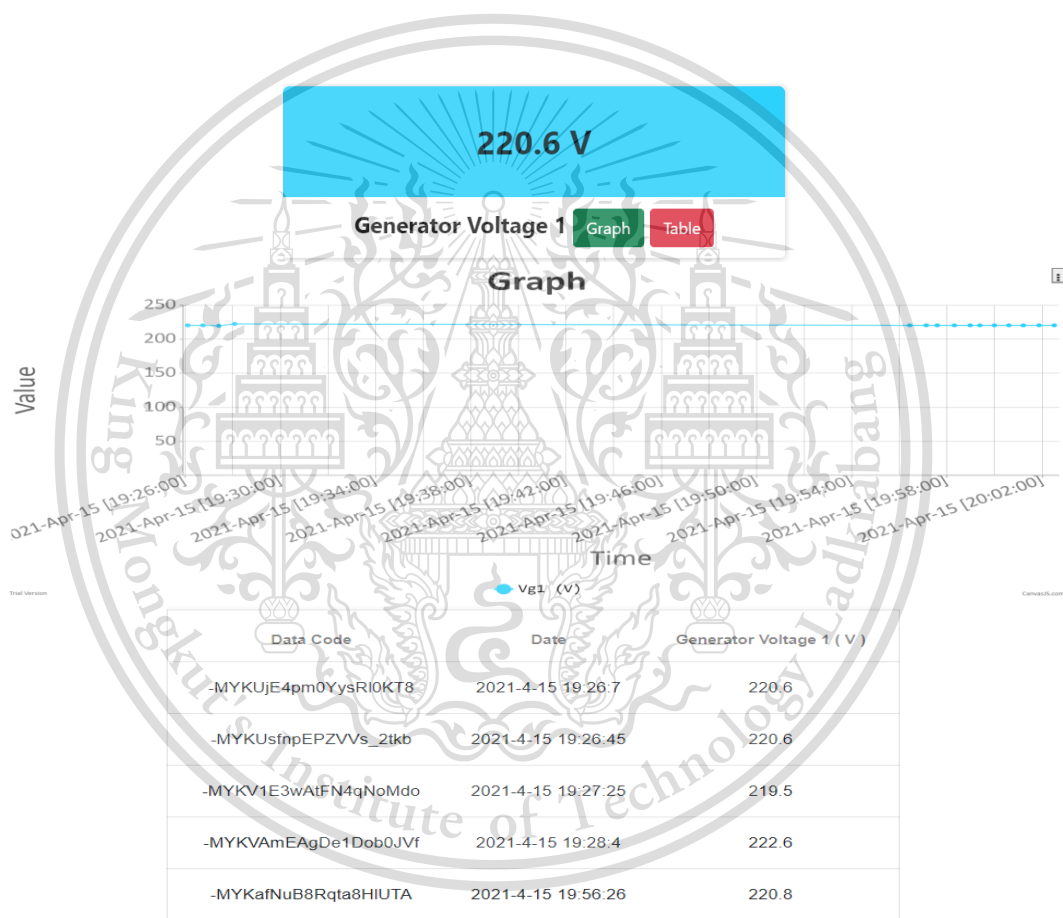
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Data Code	Date	Cooling Water Temperature (°C)
-MYKUJE4pm0YysRI0KT8	2021-4-15 19:26:7	81.2
-MYKUstnpEPZVVs_2tkb	2021-4-15 19:26:45	81.5
-MYKV1E3wAtFN4qNoMdo	2021-4-15 19:27:25	81.3
-MYKVAmEAgDe1Dob0JVf	2021-4-15 19:28.4	80.6
-MYKafNuB8Rqta8HIUTA	2021-4-15 19:56:26	81.1

รูปที่ 4.12 การแสดงผลของค่าอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น

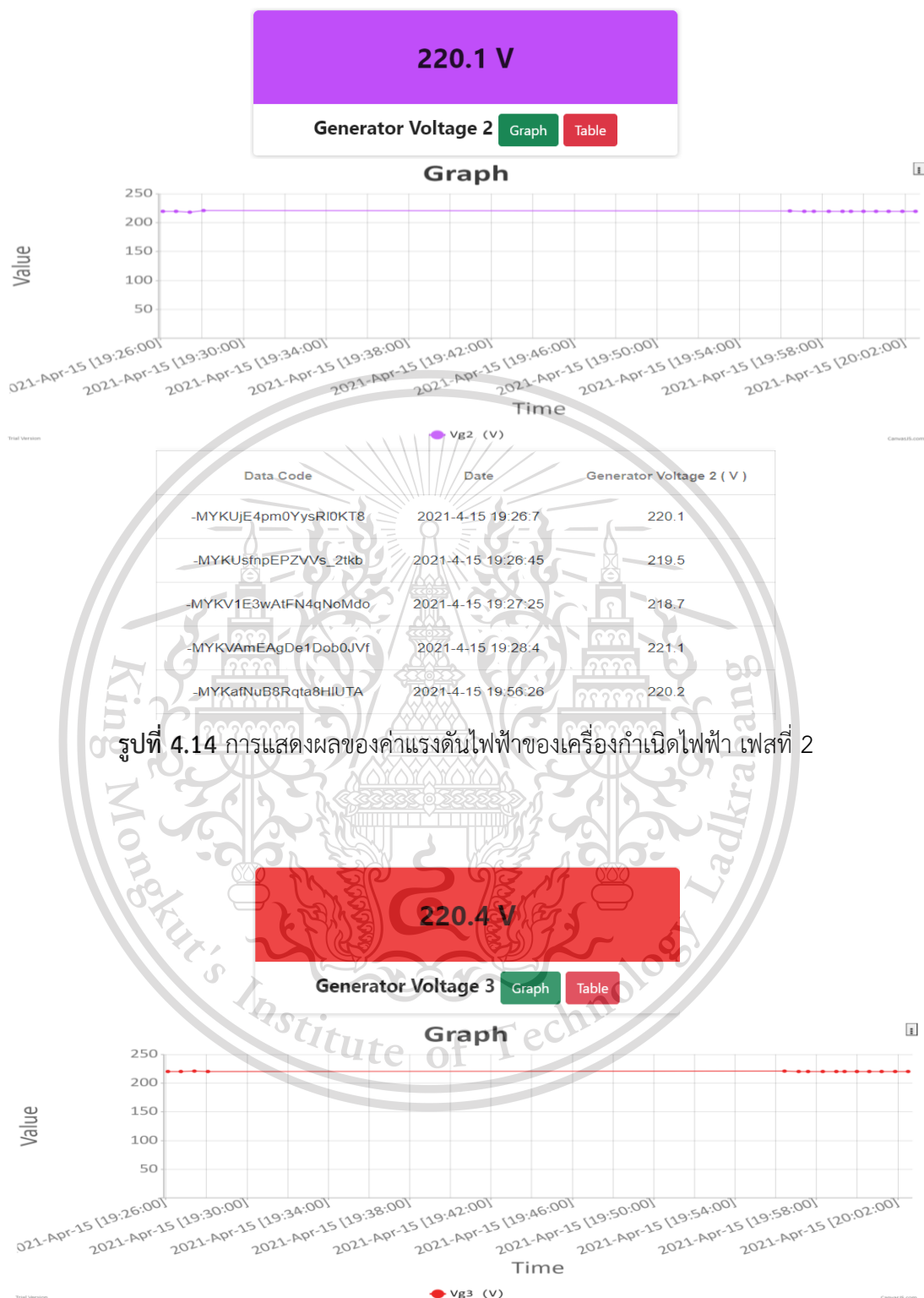


รูปที่ 4.13 การแสดงผลของค่าแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เฟสที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.14 การแสดงผลของค่าแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เฟสที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Data Code	Date	Generator Voltage 3 (V)
-MYKUJE4pm0YysRI0KT8	2021-4-15 19:26:7	220.4
-MYKUSfnpEPZVVs_2lkb	2021-4-15 19:26:45	220.4
-MYKV1E3wAtFN4qNoMdo	2021-4-15 19:27:25	221.4
-MYKVAmEAgDe1Dob0JVf	2021-4-15 19:28:4	220.7
-MYKafNuB8Rqta8HIUTA	2021-4-15 19:56:26	221.4

รูปที่ 4.15 การแสดงผลของค่าแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เฟสที่ 3

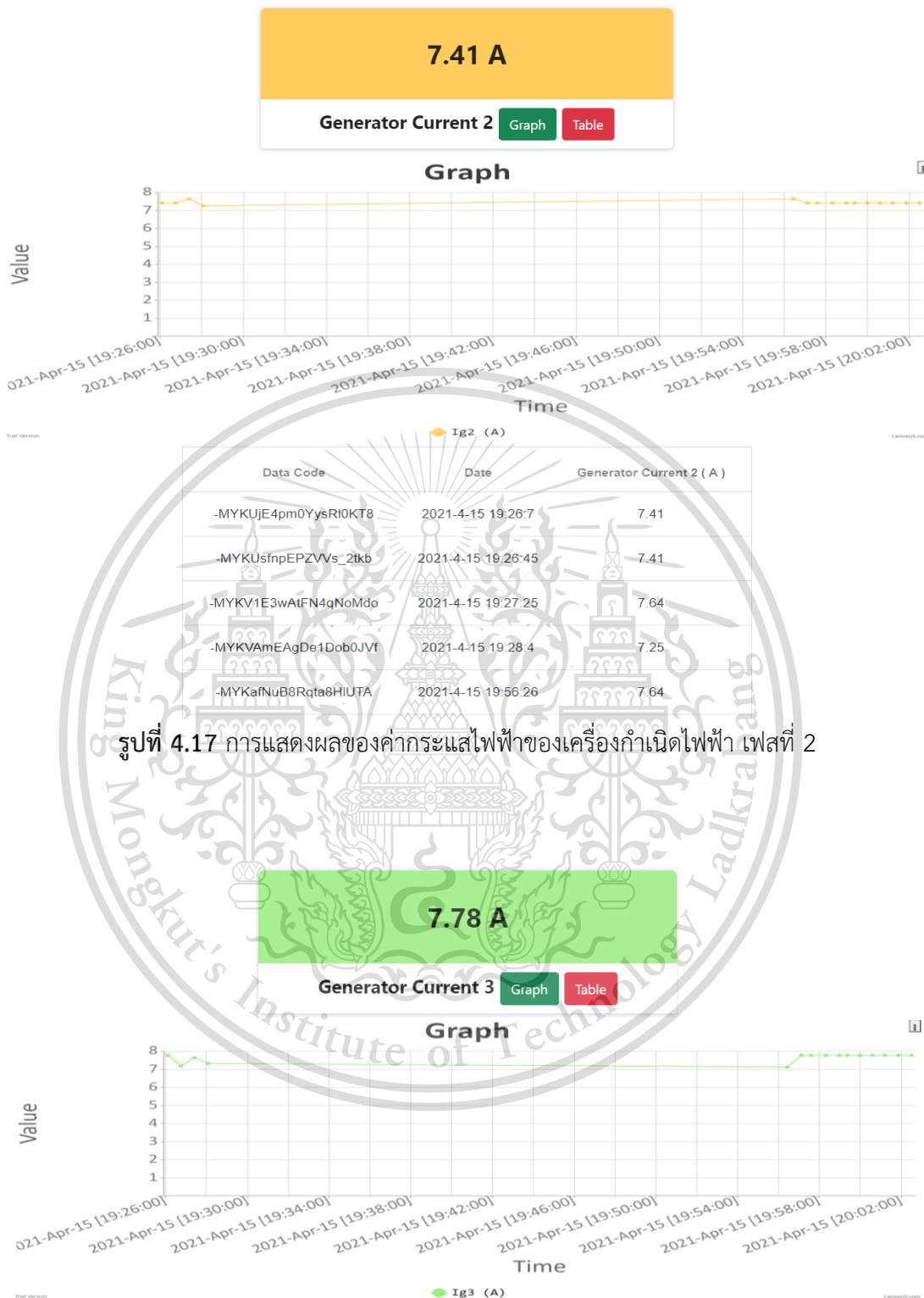


รูปที่ 4.16 การแสดงผลของค่ากระแสไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เฟสที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.17 การแสดงผลของค่ากระแสไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เฟสที่ 2

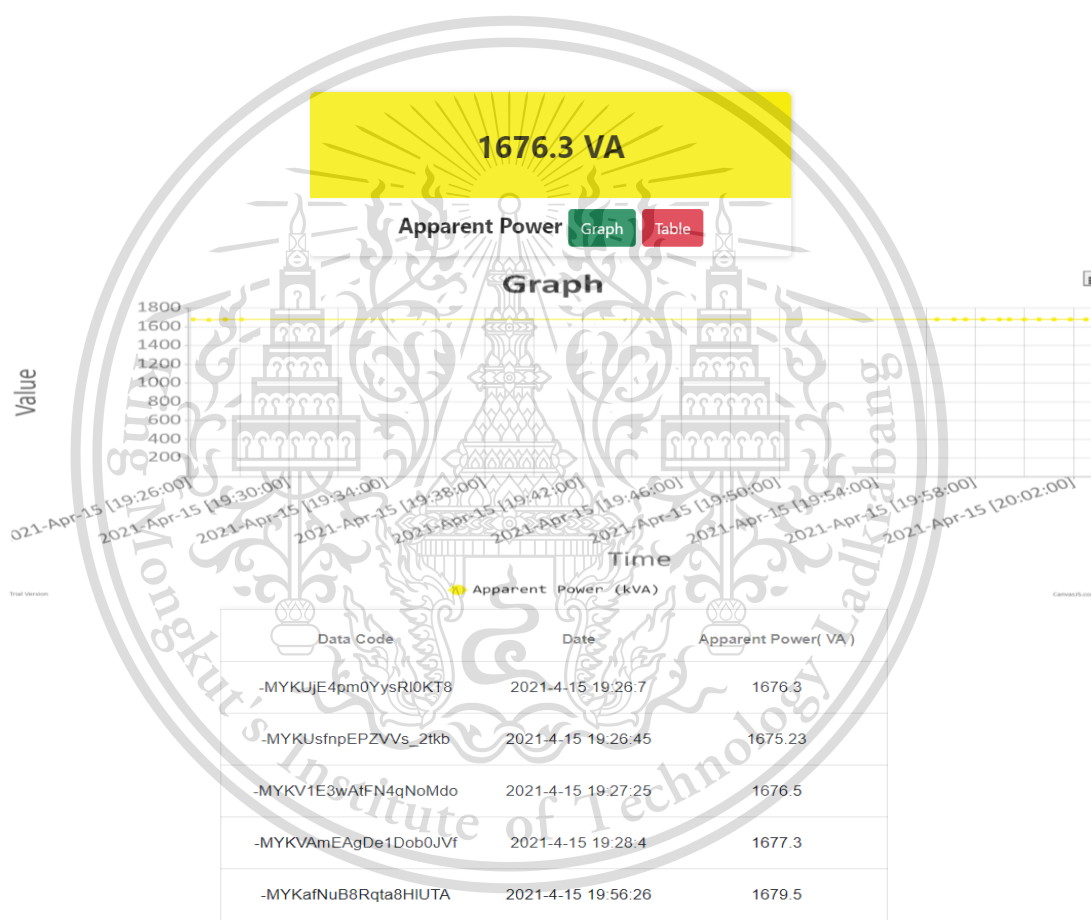
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Data Code	Date	Generator Current 3 (A)
-MYKUJE4pm0YysRI0KT8	2021-4-15 19:26:7	7.78
-MYKUstnpEPZVVs_2tkb	2021-4-15 19:26:45	7.18
-MYKV1E3wAtFN4qNoMdo	2021-4-15 19:27:25	7.64
-MYKVAmEAgDe1Dob0JVf	2021-4-15 19:28:4	7.33
-MYKafNuB8Rqta8HIUTA	2021-4-15 19:56:26	7.12

รูปที่ 4.18 การแสดงผลของค่ากระแสไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เฟสที่ 3



รูปที่ 4.19 การแสดงผลของค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ

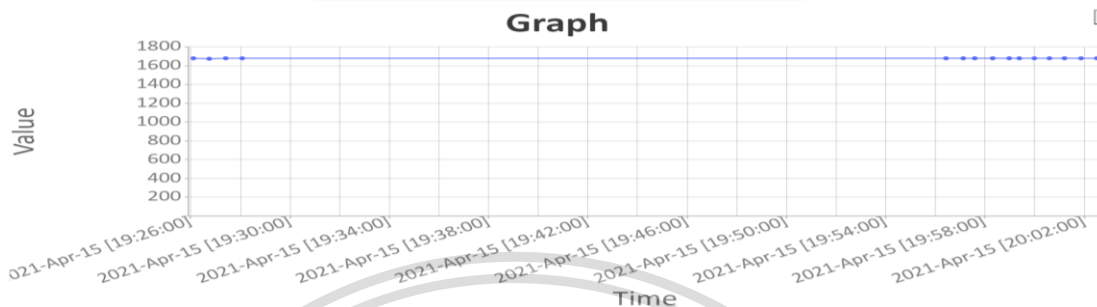
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1676.23 W

Real Power Graph Table

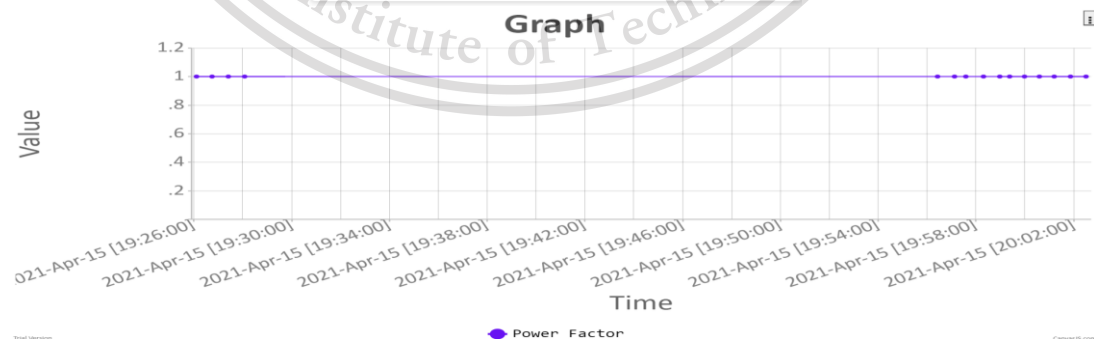


Data Code	Date	Real Power (W)
-MYKUjE4pm0YysRI0KT8	2021-4-15 19:26:7	1676.23
-MYKUsnpEPZVVs_2tkb	2021-4-15 19:26:45	1675.23
-MYKV1E3wA1FN4qNoMdo	2021-4-15 19:27:25	1676.45
-MYKVAmEAgDe1Dob0JVf	2021-4-15 19:28:4	1677.23
-MYKafNuB8Rqta8HIUTA	2021-4-15 19:56:26	1679.46

รูปที่ 4.20 การแสดงผลของค่ากำลังไฟฟ้าจริง

1

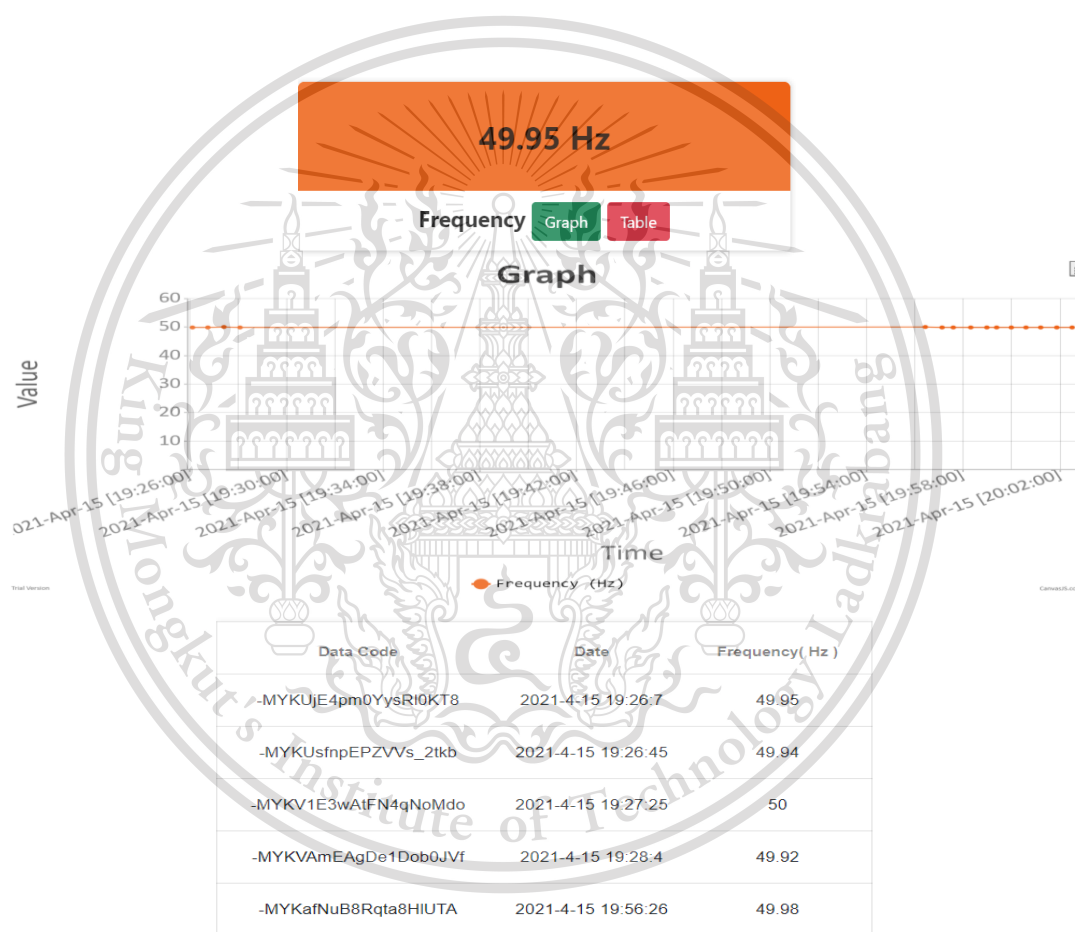
Power Factor Graph Table



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Code	Date	Power Factor
-MYKUjE4pm0YysRI0KT8	2021-4-15 19:26:7	1
-MYKUsfnpEPZVVs_2tkb	2021-4-15 19:26:45	1
-MYKV1E3wAIFN4qNoMdo	2021-4-15 19:27:25	1
-MYKVAmEAgDe1Dob0JVf	2021-4-15 19:28:4	1
-MYKafNuB8Rqta8HIUTA	2021-4-15 19:56:26	1

รูปที่ 4.21 การแสดงผลของค่าตัวประกอบกำลัง



รูปที่ 4.22 การแสดงผลของค่าความถี่ไฟฟ้า

จากรูปที่ 4.5 - 4.22 แสดงให้เห็นว่าเว็บไซต์ที่ได้จัดทำขึ้นนั้น สามารถแสดง

ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้อย่างครบถ้วนและรวดเร็ว ทั้งในรูปแบบของกราฟและตาราง ซึ่งช่วยในการตรวจติดตามการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้อย่างแม่นยำและสะดวกมาก

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ยิ่งขึ้น ถือเป็น การช่วยลดและป้องกันความผิดปกติที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.5 ผลการทดสอบการแจ้งเตือนสถานะผิดปกติต่างๆ ผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์

เมื่อข้อมูลจากเซ็นเซอร์ต่างๆ ได้รวบรวมเข้ามาในระบบประมวลผลของระบบตรวจติดตามนี้ และถ้าหากค่าของข้อมูลอยู่ในสภาวะผิดปกติที่ได้กำหนดไว้ ระบบตรวจติดตามนี้จะทำการแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ ซึ่งจากการวิเคราะห์การทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้ สามารถกำหนดสภาวะผิดปกติของข้อมูลจากเซ็นเซอร์ต่างๆ ได้ดังนี้

1.) เมื่อปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงคงเหลือน้อยกว่า 20 ลิตร เนื่องจากเชื้อเพลิงปริมาณ 20 ลิตรจะสามารถใช้ในการเดินเครื่องชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ต่อเนื่องเป็นระยะเวลาประมาณ 6 - 8 ชั่วโมง ซึ่งควรมีการเติมเชื้อเพลิงเพื่อให้ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง

2.) เมื่อความดันน้ำมันหล่อลื่นขณะเดินเครื่องชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ำกว่า 1 บาร์ เนื่องจากความดันน้ำมันหล่อลื่นสามารถแสดงถึงระดับปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่มีในระบบ ถ้าหากระดับน้ำมันหล่อลื่นไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นจะไม่สามารถสูบน้ำมันหล่อลื่นเพื่อนำมาใช้หล่อลื่นชิ้นส่วนต่างๆ ได้ ซึ่งจะทำให้ความดันน้ำมันหล่อลื่นมีค่าลดลงต่ำกว่า 1 บาร์ นอกจากนี้ความดันน้ำมันหล่อลื่นยังสามารถแสดงถึงความเสื่อมสภาพของน้ำมันหล่อลื่นได้คือเมื่อค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นลดลง(น้ำมันหล่อลื่นเสื่อมสภาพ) จะส่งผลให้ความดันน้ำมันหล่อลื่นมีค่าลดลงเช่นเดียวกัน ขณะเดินเครื่องชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในสภาวะปกติ ความดันน้ำมันหล่อลื่นจะมี ค่าประมาณ 4 – 6 บาร์

3.) เมื่อแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขณะเดินเครื่องชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต่ำกว่า 200 โวลต์ หรือสูงกว่า 240 โวลต์ เนื่องจากชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดตั้งระบบตรวจติดตามนี้มีพิกัดแรงดันไฟฟ้า ประมาณ 200 - 240 โวลต์

4.) เมื่อกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขณะเดินเครื่องชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสูงกว่า 40 แอมแปร์ เนื่องจากชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดตั้งระบบตรวจติดตามนี้มีพิกัดกระแสไฟฟ้า ประมาณ 45 แอมแปร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5.) เมื่อความถี่ที่ขั้วเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสูงกว่า 51.5 เฮิรท์ หรือต่ำกว่า 48.5 เฮิรท์ ซึ่งอาจทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเสียหายได้ เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนใหญ่ออกแบบให้ใช้ไฟฟ้าที่ความถี่ไฟฟ้า 50 เฮิรท์

6.) เมื่อค่าตัวประกอบกำลังของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขณะเดินเครื่องชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าน้อยกว่า 0.8 เนื่องจากชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดตั้งระบบตรวจติดตามนี้ได้มีการออกแบบให้ สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าที่มีค่าตัวประกอบกำลังมากกว่า 0.8

7.) เมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์ขณะเดินเครื่องชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ำกว่า 2600 รอบต่อนาที หรือ สูงกว่า 3400 รอบต่อนาที เนื่องจากชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดตั้งระบบตรวจติดตามนี้มี พิกัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ประมาณ 3000 รอบต่อนาที

8.) เมื่อแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่ต่ำกว่า 11.5 โวลต์ เนื่องจากชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดตั้งระบบตรวจติดตามนี้ ใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ ซึ่งถ้าหากแบตเตอรี่มีแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 11.5 โวลต์ จะไม่สามารถสตาร์ทเครื่องยนต์ได้ ในสภาวะปกติเมื่อไม่มีการชาร์จประจุ แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่จะมีค่าประมาณ 12 – 12.5 โวลต์ หรือ เมื่อแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่สูงกว่า 15 โวลต์ ถ้าหากแรงดันไฟฟ้าขณะชาร์จประจุมีค่าสูงกว่า 15 โวลต์ จะทำให้อิเล็กทรอนิกส์ภายในแบตเตอรี่เดือด ซึ่งจะทำให้แบตเตอรี่เสื่อมสภาพ หรือเกิดอันตรายได้เช่น แบตเตอรี่เกิดการระเบิด โดยในสภาวะปกติขณะเดินเครื่องชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและไดชาร์จมีการชาร์จประจุเข้าแบตเตอรี่ แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่จะมีค่าประมาณ 13 – 14.4 โวลต์

9.) เมื่ออุณหภูมิน้ำหล่อเย็นสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส เนื่องจากถ้าอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นมีค่าสูงกว่าปกติ โดยอาจเกิดได้จากระบบน้ำหล่อเย็นมีความผิดปกติ เช่น ปั๊มน้ำหล่อเย็นไม่ทำงาน หรือเกิดการรั่วซึมของน้ำหล่อเย็น ซึ่งจะทำให้เครื่องยนต์เกิดความร้อนสะสมจนอาจทำให้เกิดความเสียหายได้ หากไม่สามารถทำการดับเครื่องยนต์ได้ทันเวลา ในสภาวะปกติอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นจะมีค่าประมาณ 70 - 90 องศาเซลเซียส

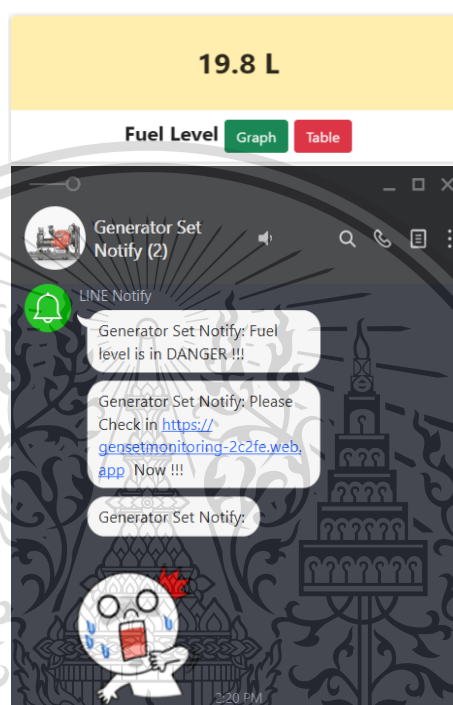
หมายเหตุ : การกำหนดสภาวะผิดปกติของข้อมูลต่างๆ ข้างต้น สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อความเหมาะสมของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดตั้งระบบตรวจติดตาม และเพื่อให้ตรงต่อความต้องการของผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ทั้งนี้อุปกรณ์อัจฉริยะต่าง ๆ ที่มีการติดตั้งแอปพลิเคชันไลน์และได้เข้าร่วม Group chat สำหรับแจ้งเตือนสถานะการทำงานและสถานะความผิดปกติของระบบตรวจติดตามนี้ จะได้รับข้อความแจ้งเตือนขึ้นบนอุปกรณ์อัจฉริยะนั้น ซึ่งจากการทดสอบสามารถแสดงข้อความแจ้งเตือนได้ดังรูปที่ 4.23 - 4.31

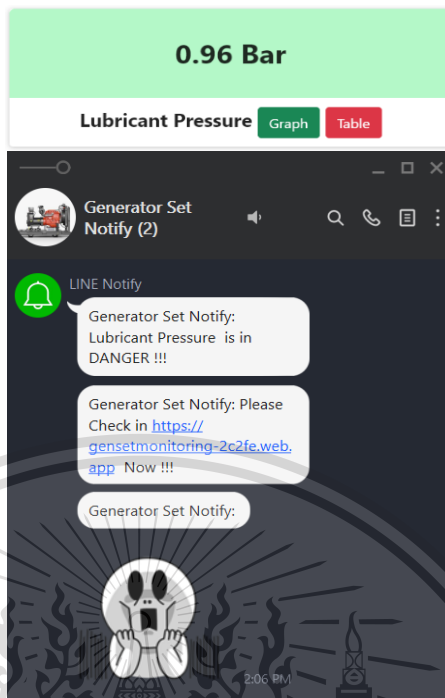


รูปที่ 4.23 การแจ้งเตือนเมื่อปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงคงเหลือน้อยกว่า 20 ลิตร

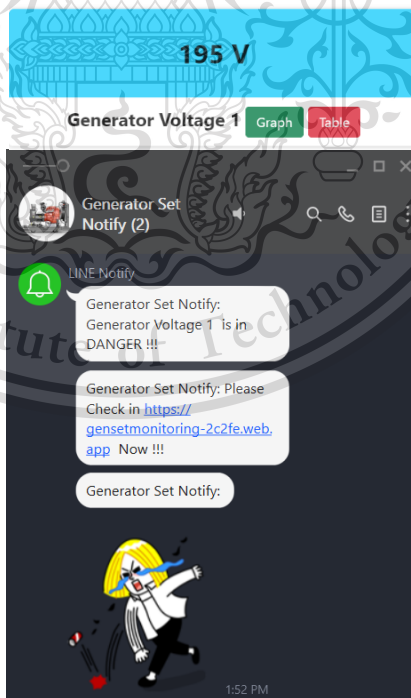
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



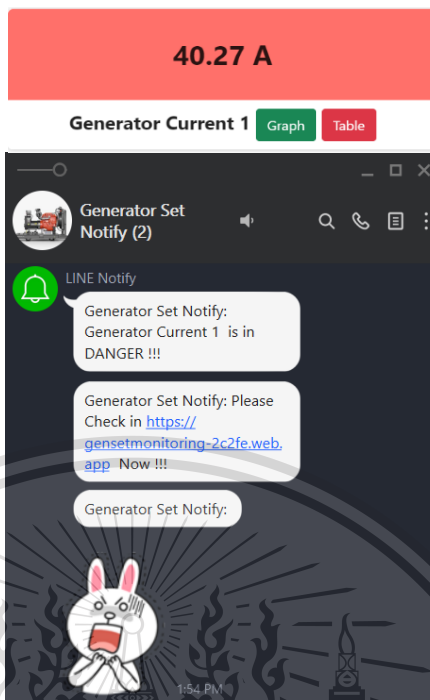
รูปที่ 4.24 การแจ้งเตือนเมื่อความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำกว่า 1 บาร์



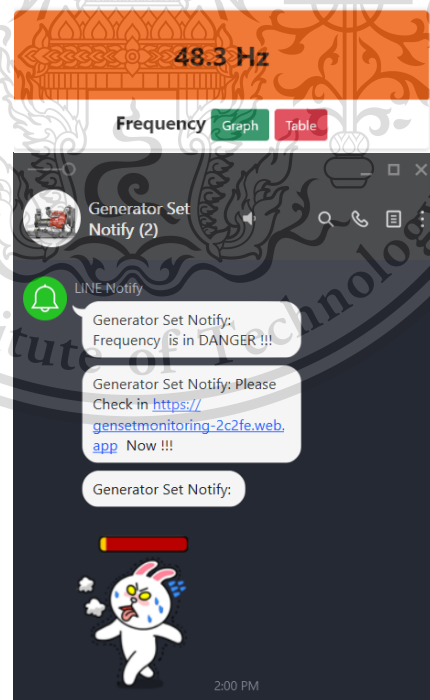
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่รูปที่ 4.25 การแจ้งเตือนเมื่อแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ำกว่า 200 โวลต์
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.26 การแจ้งเตือนเมื่อกระแสไฟฟ้าที่ขั้วของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไฟฟ้าสูงกว่า 40 แอมป์

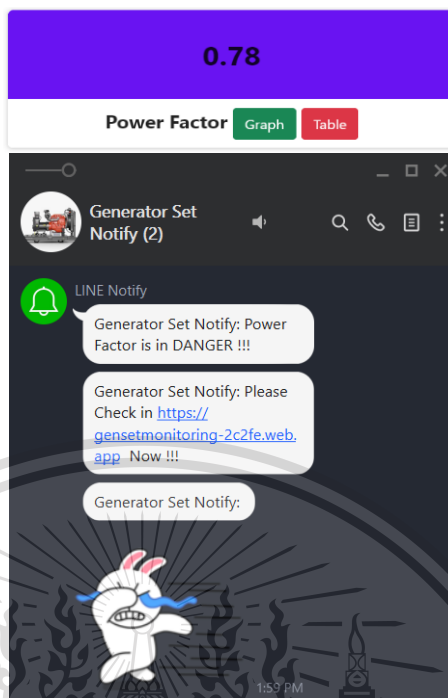


รูปที่ 4.27 การแจ้งเตือนเมื่อความถี่ที่ขั้วของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ำกว่า 48.5 เฮิรท์

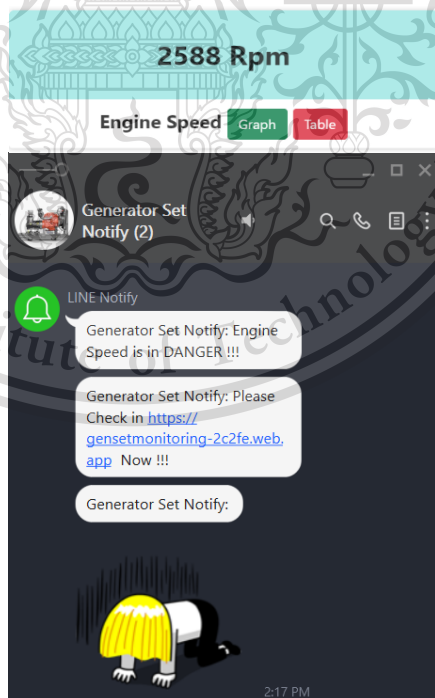
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือนำไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.28 การแจ้งเตือนเมื่อค่าตัวประกอบกำลังขณะเดินเครื่องน้อยกว่า 0.8

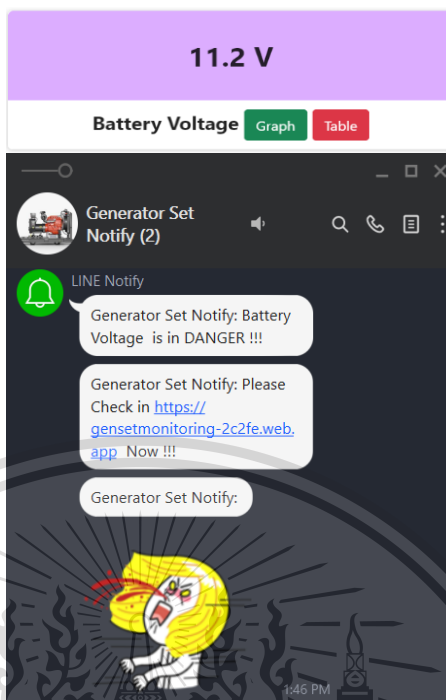


รูปที่ 4.29 การแจ้งเตือนเมื่อความเร็วรอบเครื่องยนต์ขณะเดินเครื่องต่ำกว่า 2600 รอบต่อนาที

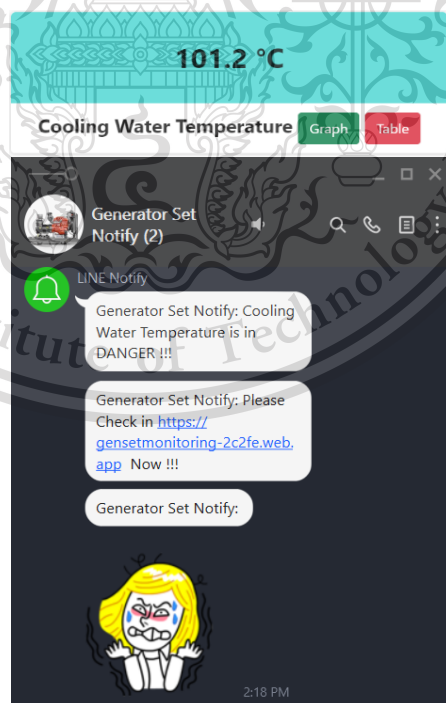
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.30 การแจ้งเตือนเมื่อแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่ต่ำกว่า 11.5 โวลต์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้รูปที่ 4.31 การแจ้งเตือนเมื่ออุณหภูมิน้ำหล่อเย็นสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.6 ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล

- การควบคุมผ่านทางอินเทอร์เน็ตถ้าหาในพื้นที่ที่ติดตั้งอุปกรณ์มีอินเทอร์เน็ตให้อุปกรณ์เชื่อมต่อ จะสามารถส่งคำสั่งผ่านทางเว็บไซต์และส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลของ Firebase เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ได้ โดยเวลาเฉลี่ยในการตอบสนองการทำงานจะอยู่ที่ประมาณ 10.25 วินาที

- การควบคุมผ่านทาง SMS ซึ่งสามารถใช้งานได้แต่จะมีปัญหาในที่มีสัญญาณโทรศัพท์ต่ำโดยจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งพื้นที่และสภาวะแวดล้อม ดังแสดงในรูปที่ 4.32-4.33 ซึ่งมีการทดสอบได้ดังนี้

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบเวลาในการตอบสนองคำสั่งของระบบการควบคุมการทำงานผ่าน SMS

สภาวะแวดล้อม	เวลาเฉลี่ยในการตอบสนองคำสั่ง (วินาที)
1. อุปกรณ์ไม่ถูกปกคลุมโดยสิ่งใดเลย	12.32 วินาที
2. อุปกรณ์ถูกใส่ในกล่องพลาสติกโดยสายรับสัญญาณอยู่ภายนอก	12.56 วินาที
3. อุปกรณ์ถูกใส่ในกล่องพลาสติกโดยสายรับสัญญาณอยู่ภายใน	13.26 วินาที
4. อุปกรณ์ถูกใส่ในกล่องเหล็กโดยสายรับสัญญาณอยู่ภายนอก	12.64 วินาที
5. อุปกรณ์ถูกใส่ในกล่องเหล็กโดยสายรับสัญญาณอยู่ภายใน	ไม่สามารถตอบสนองคำสั่งได้



รูปที่ 4.32 การทดสอบระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล

กรณีที่อุปกรณ์ถูกใส่ในกล่องพลาสติกโดยสายรับสัญญาณอยู่ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.33 การทดสอบระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล
กรณีที่อุปกรณ์ถูกใส่ในกล่องเหล็กโดยสายรับสัญญาณอยู่ภายนอก

- การตั้งเวลาหมดอายุการใช้งานชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สามารถทำงานได้โดยอ้างอิงเวลาจาก Real time clock module ซึ่งมีการสำรองไฟเพื่อให้จับเวลาโดยใช้ถ่านกระดุมซึ่งสามารถจ่ายไฟให้จับเวลาได้หลายเดือนถึงหนึ่งปี ทำให้สามารถนับเวลาต่อได้ในขณะที่อุปกรณ์ไม่ได้ต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า ทำให้สามารถควบคุมให้ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหยุดการทำงานได้อย่างตรงเวลา ซึ่งความละเอียดในการตั้งเวลาอยู่ในระดับนาที่ โดยอุปกรณ์จะมีการส่งข้อความเตือนก่อนวันหมดอายุการใช้งานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าล่วงหน้า 7 วัน เพื่อแจ้งผู้ใช้งาน

- การทดสอบการระบุตำแหน่งโดยใช้ GPS module ซึ่งใช้เป็น GPS Ublox NEO-6M module การทำงานจำเป็นต้องอยู่ในพื้นที่โล่งที่สามารถมองเห็นท้องฟ้าทำให้ข้อจำกัดในการใช้งานสูง โดยได้ทำการทดสอบการระบุตำแหน่งด้วยเงื่อนไขดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.12 การทดสอบการระบุตำแหน่งโดยใช้ GPS module

เงื่อนไข	ความสามารถการระบุตำแหน่ง
1. อุปกรณ์อยู่ในพื้นที่โล่งแจ้ง	ทำงานได้
2. อุปกรณ์อยู่ในห้องโดยติดส่วนที่เห็นท้องฟ้า เช่น หน้าต่าง	ทำงานได้
3. อุปกรณ์อยู่ในห้องทึบหรือภายใต้อาคาร	ไม่สามารถทำงานได้

4.7 ผลการทดสอบการควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลผ่านผ่านทางเว็บไซต์และระบบข้อความ SMS

4.7.1 การควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลผ่านทางเว็บไซต์

สามารถควบคุมการทำงาน ตั้งเวลาวันเวลาหมดอายุสัญญาการใช้งานและแสดงสถานะการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้อย่างครบถ้วน ดังแสดงในรูปที่ 4.34-4.36



รูปที่ 4.34 ปุ่มควบคุมการเปิด-ปิดชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลบนเว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Real Time Monitoring Controlling History Realtime Location About Us

Search Search

Control Relay

Relay 1: ON OFF คำสั่งส่งไป Firebase : ON คำสั่งล่าสุดที่ตอบกลับมา : ON สถานะปัจจุบันของรีเลย์ : OFF การเชื่อมต่อระหว่างFirebase กับ ESP8266 : รับผิดชอบ :

Relay 2: ON OFF คำสั่งส่งไป Firebase : ON คำสั่งล่าสุดที่ตอบกลับมา : ON สถานะปัจจุบันของรีเลย์ : OFF การเชื่อมต่อระหว่างFirebase กับ ESP8266 : รับผิดชอบ :

SET RunTime

Minute Hour

Date Month

Year

SUBMIT

Response :

รูปที่ 4.35 การตั้งเวลาชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลบนเว็บไซต์

Real Time Monitoring Controlling History Realtime Location About Us

Search Search

Control Relay

Relay 1: ON OFF คำสั่งส่งไป Firebase : ON คำสั่งล่าสุดที่ตอบกลับมา : ON สถานะปัจจุบันของรีเลย์ : OFF การเชื่อมต่อระหว่างFirebase กับ ESP8266 : รับผิดชอบ :

Relay 2: ON OFF คำสั่งส่งไป Firebase : ON คำสั่งล่าสุดที่ตอบกลับมา : ON สถานะปัจจุบันของรีเลย์ : OFF การเชื่อมต่อระหว่างFirebase กับ ESP8266 : รับผิดชอบ :

SET RunTime

Minute Hour

Date Month

Year

SUBMIT

Response :

รูปที่ 4.36 สถานะและรายละเอียดการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลบนเว็บไซต์

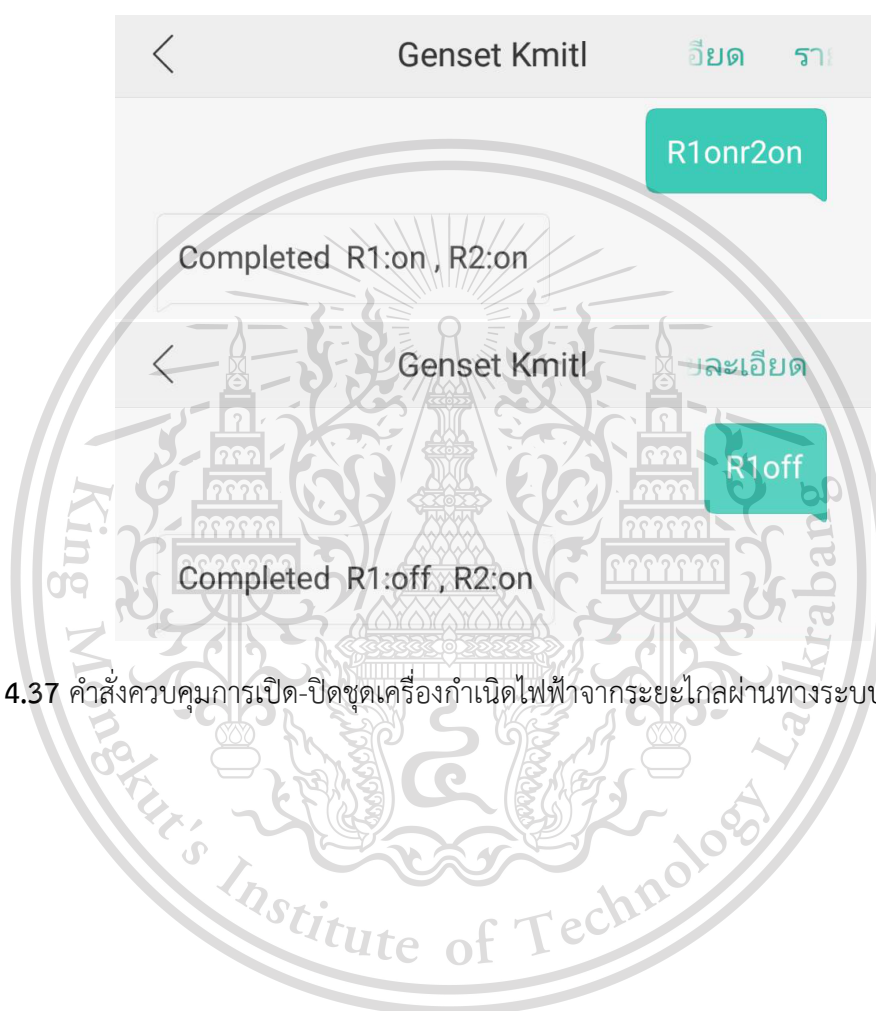
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.7.2 การควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลผ่านทางระบบข้อความ SMS

สามารถส่งคำสั่งควบคุมการทำงาน ตั้งเวลาวันเวลาหมดอายุสัญญาการใช้งานและแสดงสถานะการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้อย่างครบถ้วน ดังแสดงในรูปที่ 4.37-4.39

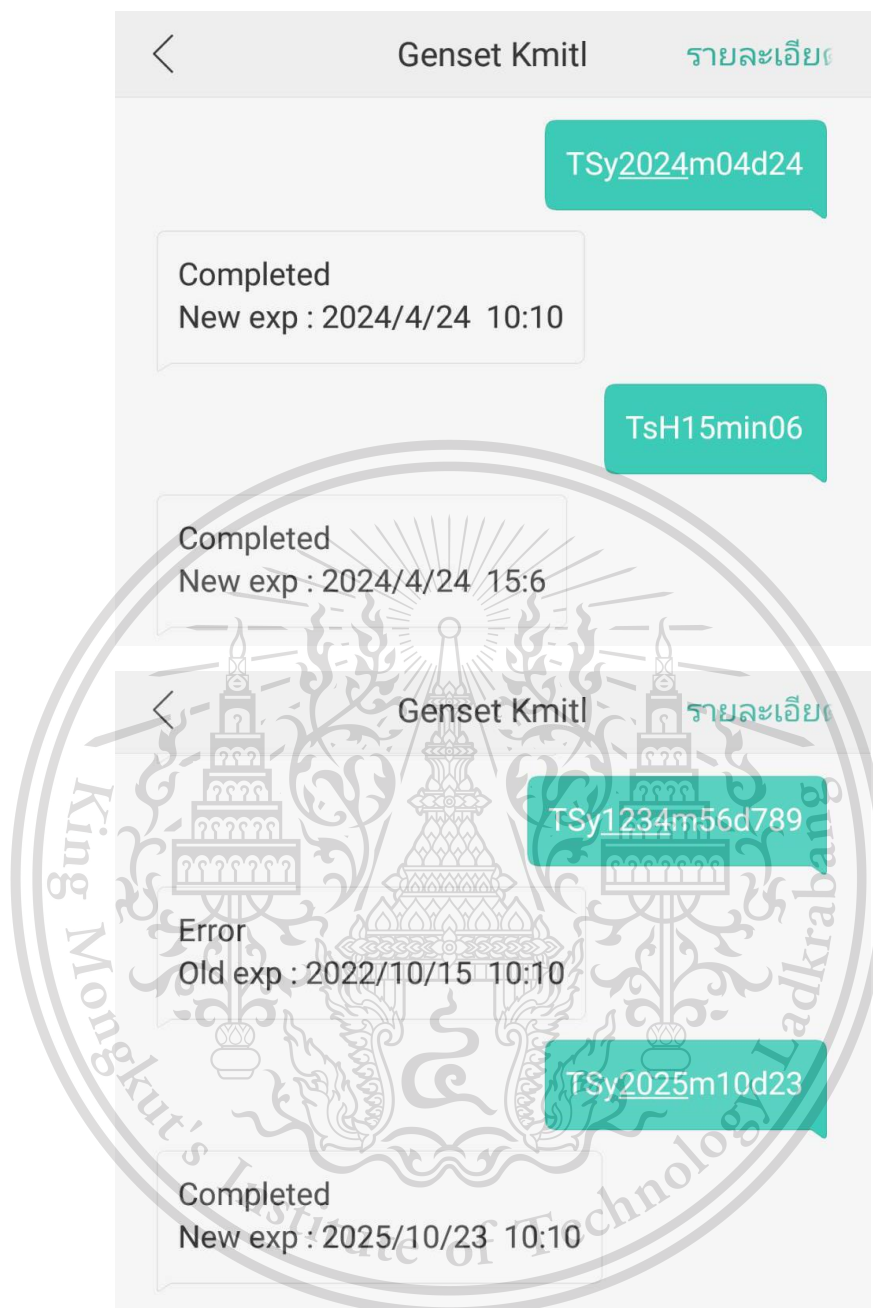


รูปที่ 4.37 คำสั่งควบคุมการเปิด-ปิดชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลผ่านทางระบบข้อความ SMS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

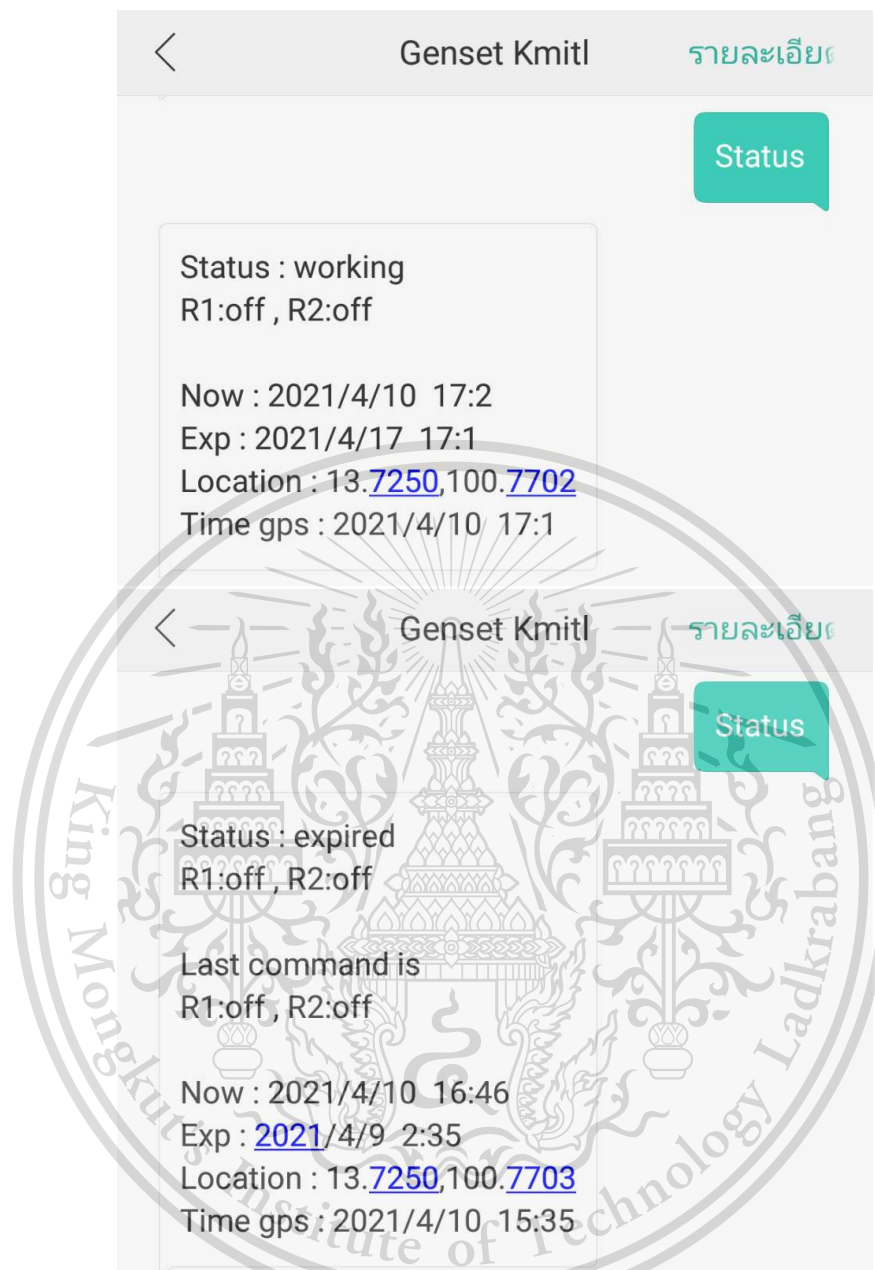


รูปที่ 4.38 คำสั่งตั้งวันเวลาที่ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะหมดอายุการใช้งานผ่านทางระบบข้อความ SMS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.39 คำสั่งตรวจสอบสถานะของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผ่านทางระบบข้อความ SMS

จากรูปที่ 4.34-436 เป็นรูปแบบเว็บไซต์สำหรับการควบคุมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยจากรูปที่ 4.34 แสดงปุ่มที่ใช้ในการควบคุม Relay1 และ Relay2 และจากรูปที่ 4.35 แสดงรูปแบบการตั้งเวลาการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผ่านเว็บไซต์ ซึ่งสามารถตั้งค่าวันที่และเวลาได้ ซึ่งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สถานะการทำงานปัจจุบันทั้ง Relay1 Relay2 และเวลาการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 4.36

จากรูปที่ 4.37-439 เป็นรูปแบบการส่งคำสั่งเพื่อควบคุมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผ่านทาง SMS โดยจะแสดงผลตอบสนองการรับคำสั่งในแต่ละเงื่อนไข โดยรูปที่ 4.37 แสดงคำสั่งควบคุมการเปิด-ปิดชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า รูปที่ 4.38 แสดงคำสั่งตั้งเวลาการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งสามารถกำหนดวันที่และเวลาได้ และรูปที่ 4.38 แสดงคำสั่งสำหรับตรวจสอบสถานะการทำงานของ Relay1 Relay2 เวลาการทำงานที่กำหนดและตำแหน่งที่ตั้งของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งคำสั่งทั้ง 3 รูปแบบ ถ้าหากส่งคำสั่งสำเร็จจะมีข้อความยืนยันพร้อมทั้งบอกสถานะการทำงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินโครงการ

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ

โครงการระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ได้ดำเนินการออกแบบและประกอบสร้างระบบตรวจติดตาม ซึ่งจากผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่าระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้สามารถทำงานได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ซึ่งได้แก่

- สามารถตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญต่างๆ ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และทำการส่งข้อมูลไปที่ฐานข้อมูล Firebase ได้
- สามารถแสดงผลค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในรูปของกราฟของข้อมูลเทียบกับเวลา ตารางข้อมูล และในรูปของกล่องข้อความซึ่งจะแสดงข้อมูล ณ เวลาปัจจุบันบนเว็บไซต์ได้
- สามารถบันทึกข้อมูลค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ลงใน Micro SD card ได้ ทั้งในกรณีที่มีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และในกรณีที่ขาดการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- สามารถแจ้งเตือนสถานะผิดปกติต่างๆ ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ได้
- สามารถควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ตด้วยเว็บไซต์หรือระบบสัญญาณโทรศัพท์โดยใช้สัญญาณ 2G ผ่านการส่ง SMS ได้

ระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้ จะทำให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบสถานะ และควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้โดยไม่ต้องอยู่ที่จุดติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้น อีกทั้งยังทำให้ทราบถึงความผิดปกติที่เกิดขึ้นและวางแผนการบำรุงรักษาได้ทันท่วงที ซึ่งเป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการตรวจสอบการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5.2 ปัญหาและข้อจำกัด

จากการดำเนินโครงการระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า นี้ มีปัญหา และข้อจำกัดดังนี้

- ปัญหาความล่าช้าในการประมวลผลของไมโครคอนโทรลเลอร์เนื่องจากปริมาณข้อมูลที่มาก
- ปัญหาความล่าช้าในการควบคุมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อาจทำให้เกิดการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผิดพลาดได้
- ปัญหาความล่าช้าในการแสดงผลโดยใช้กราฟผ่านเว็บไซต์ เนื่องจากปริมาณข้อมูลไม่เหมาะสมกับเฟรมเวิร์ค
- ปัญหาการวัดค่ากระแสมีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับมาตรฐาน
- ข้อจำกัดของ GPS module ไม่สามารถระบุตำแหน่งที่ตั้งได้เมื่ออยู่ภายในอาคาร
- ข้อจำกัดของ Google Map API ซึ่งทำให้การแสดงผลบนเว็บไซต์มีลายน้ําในการแสดงตำแหน่งของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- ข้อจำกัดเนื่องจากการแพร่ระบาดของโควิด 19 ทำให้ทางคณะผู้จัดทำไม่สามารถเข้าไปดำเนินการทดสอบที่ห้องปฏิบัติการ EMRL ได้และไม่สามารถนำระบบตรวจติดตามไปติดตั้งกับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่บริษัทนำแสงเอ็นจิเนียริง จำกัด ได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากปัญหาและข้อจำกัดข้างต้น ระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้สามารถปรับปรุงแก้ไขและพัฒนา เพื่อความสะดวกในการใช้งานและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ได้ดังนี้

- การเพิ่มความเร็วในการประมวลผลข้อมูลของระบบตรวจติดตาม โดยการลดกระบวนการที่ไม่จำเป็น และการเพิ่มหน่วยประมวลผลข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- เปลี่ยนเซ็นเซอร์ที่ใช้สำหรับวัดค่ากระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่ให้มีประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

- การปรับเปลี่ยนระบบที่ใช้ในการส่งคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยเปลี่ยนจากการส่งคำสั่งผ่านระบบ 2G ไปเป็น 3G หรือ 4G ซึ่งมีคุณภาพของสัญญาณมากกว่า ซึ่งทำได้โดยการเปลี่ยนโมดูล SIM800L ซึ่งรองรับการใช้งานในระบบ 2G ไปเป็นโมดูลที่รองรับระบบ 3G หรือ 4G แทน

- การออกแบบและประกอบสร้างระบบตรวจติดตามให้มีขนาดเล็กลง โดยเฉพาะในส่วนของการออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ และการลดอุปกรณ์ที่ไม่จำเป็น

นอกจากนี้หลักการทำงานของระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการออกแบบและประกอบสร้างระบบตรวจติดตาม สำหรับอุปกรณ์อื่นๆ ได้ อาทิเช่น เครื่องจักรภายในโรงงานอุตสาหกรรม อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน และยานพาหนะชนิดต่างๆ เป็นต้น ทั้งนี้ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตออฟธิงส์ จะสามารถอำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตของมนุษย์ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารอ้างอิง

- [1] Mohammad R. Abdulqader, **Diesel Generator Auxiliary Systems and Instruments**, 2nd Ed., Jordan: Najah Engineering Consultants LLC, 2012.
- [2] Muhammad Ali Mazidi, Janice G. Mazidi, and Rolin D. McKinlay, **8051 Microcontroller and Embedded Systems**, 2nd Ed., New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 2005.
- [3] Michael Margolis, **Arduino Cookbook**, 2nd Ed., California: O'Reilly Media, Inc., 2012.
- [4] William H. Hayt, Jack E. Kemmerly, and Steven M. Durbin, **Engineering Circuit Analysis**, 8th Ed., New York: Mc-Graw-Hill, 2012.
- [5] Rajkumar Buyya and Amir Vahid Dastjerdi, **Internet of Things**, Cambridge: Morgan Kaufmann, 2016.
- [6] ประณต กุลประสูตร, **ทฤษฎีเครื่องยนต์ดีเซล**, กรุงเทพฯ: สนพ. แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.
- [7] ธัญชัย ตรีภาค, **คอมพิวเตอรและการเขียนโปรแกรม C และ Java**, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, บมจ., 2552.
- [8] กังวาน อัสวไชยวสิน และ อรพิน ประวัตติบริสุทธิ์, **คู่มือสร้างเว็บไซต์ด้วย HTML 5 CSS 3 & JavaScript ฉบับสมบูรณ์**, กรุงเทพฯ: โปรวีชั่น, บจก., 255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

A Monitoring System for Generator Set Operation

ภูวนัฏฐ์ ภูริเดชชัยพัฒน์ วรรณภา วรรณพงษ์ วัชรวิศ ภู่นวงส์ และ วิศิษฎ์ หลงสีดา

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชอย หลงกรุง 1 ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 02-329-8000 ต่อ 3925

บทคัดย่อ

บทความวิชาการฉบับนี้นำเสนอระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญได้แก่ ระบบตรวจติดตามเครื่องยนต์ดีเซล ระบบตรวจติดตามเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล โดยระบบตรวจติดตามนี้อาศัยการรับส่งข้อมูลผ่านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสิ่ง (Internet of Things: IoTs) ซึ่งทำการเก็บข้อมูลไว้ในระบบฐานข้อมูลไฟร์เบส (Firebase) เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และประมวลผลสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หลังจากนั้นจึงนำไปแสดงผลผ่านทางเว็บไซต์ อีกทั้งยังมีระบบแจ้งเตือนสถานะผิดปกติต่างๆ ในการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ (Line application) ทั้งหมดนี้เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลต่างๆ ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และสามารถควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผ่านทางคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อัจฉริยะ (Smart devices) ต่างๆ ได้โดยไม่ต้องอยู่ที่จุดติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้น

Abstract

This project presents a monitoring system for generator set operation which is composed of three main parts including a diesel engine monitoring system, a generator monitoring system and a remote control system for the generator set. This monitoring system relies on data transmission via Internet of Things (IoT) technology which is stored in the Firebase database system to analyze and process data for the operation of the generator set. After that, it will be displayed through the website. It also has an alert system for various abnormal status in the operation of the generator set via the Line application. All this to provide users with access to various information of generator set and can control the operation of the generator set via computers or smart devices without needing to be at the installation point of the generator set.

1. บทนำ

ในปัจจุบันชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกล โดยการใช้งานชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาตามระยะเวลาที่กำหนด และเพื่อตรวจสอบการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จำเป็นต้องอาศัยเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการตรวจสอบ ณ จุดที่ทำการติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้น ซึ่งทำให้มีค่าใช้จ่ายและเกิดความลำบากแก่เจ้าหน้าที่ โดยเมื่อพิจารณาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่หากไม่ได้รับการแก้ไขได้ทันเวลา เพราะไม่มีระบบตรวจติดตามเลย อาจจะทำให้เกิดความเสียหายกับระบบได้ จากปัญหาที่กล่าวมาทั้งหมดนั้นคณะผู้จัดทำจึงได้จัดทำระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขึ้น เพื่อให้สามารถตรวจสอบสถานะการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ โดยไม่จำเป็นต้องอยู่ที่จุดติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้น ทำให้ทราบถึง ความผิดปกติที่เกิดขึ้นและวางแผนเข้าไปทำการบำรุงรักษาได้ทันท่วงที อีกทั้งยังเป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายสำหรับการดำเนินการ ตรวจสอบสถานะการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

1.1 ขอบเขตการดำเนินงาน

ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงการนี้ คือ การออกแบบระบบตรวจติดตามชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อนำค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ตรวจวัดได้มาแสดงถึงสถานะการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยที่ระบบตรวจติดตามชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้จะทำการรับส่งข้อมูลผ่านเทคโนโลยี Internet of Things มีการเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล Firebase เพื่อนำ ข้อมูลมาวิเคราะห์และประมวลผลการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หลังจากนั้นจะทำการแสดงผลผ่านทางเว็บไซต์ นอกจากนี้ยังมีระบบแจ้งเตือนสถานะผิดปกติต่างๆ และระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลต่างๆ ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และสามารถควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผ่านทางคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อัจฉริยะต่างๆ ได้

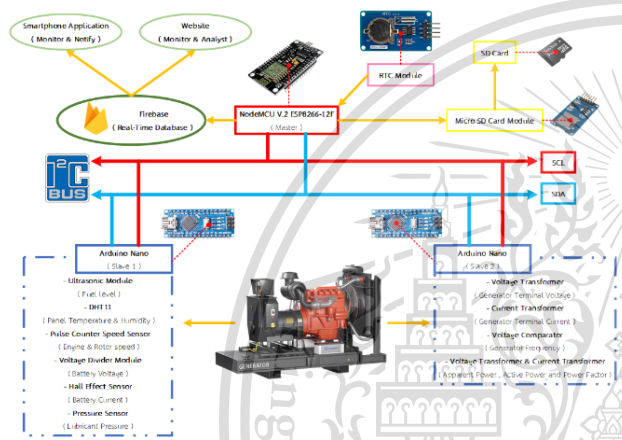
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. การออกแบบและประกอบสร้าง

โครงการนี้ได้ออกแบบระบบคิดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยได้ทำการแบ่งการออกแบบออกเป็น 2 ส่วนหลักด้วยกัน คือ ส่วนที่หนึ่งสำหรับการออกแบบระบบตรวจติดตามการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และส่วนที่สองสำหรับการออกแบบระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล ซึ่งรายละเอียดในการออกแบบและประกอบสร้างของทั้งสองส่วนจะแสดงดังนี้

2.1 ระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

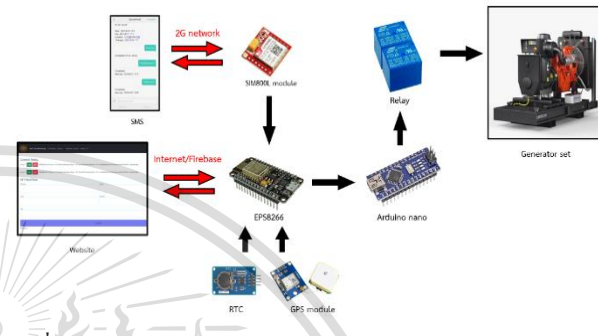


รูปที่ 2.1 ภาพรวมของการออกแบบระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ในส่วนแรกของโครงการนี้ได้ออกแบบระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งจะใช้เซ็นเซอร์ในการตรวจวัดข้อมูลต่างๆ ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ซึ่งจะได้วาระบบนี้มีการเชื่อมต่อการทำงานร่วมกันแบบ มาสเตอร์-สเลฟ ซึ่งใช้โปรโตคอล I2c ในการสื่อสารระหว่างกัน โดยมี Arduino Nano ที่เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ต่างๆ ทำหน้าที่เป็นสเลฟทั้ง 2 ตัว จากนั้น Arduino Nano จะส่งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ รวมถึงข้อความแสดงสถานะการทำงานและการเชื่อมต่อของเซ็นเซอร์นั้นๆ ไปยัง NodeMCU ESP8266-12F ซึ่งทำหน้าที่เป็นมาสเตอร์โดยที่การรับส่งข้อมูลทั้งหมดจะผ่าน I2C bus เมื่อ NodeMCU ESP8266-12F รับข้อมูลมาจาก Arduino Nano (สเลฟ 1,2) ทั้งหมดแล้ว จะทำการส่งข้อมูลที่รับมาออกเป็น 2 ช่องทางด้วยกัน ช่องทางแรกคือ ส่งข้อมูลผ่านการเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย (Wi-Fi) เพื่อเก็บข้อมูลไว้ที่ระบบฐานข้อมูล Firebase จากนั้นจึงนำข้อมูลเหล่านั้นมาแสดงผลบนเว็บไซต์และแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือ อีกทั้งยังมีการแจ้งเตือนสถานะผิดปกติต่างๆ ผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ (Line) ในกรณีที่ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีการทำงานที่ผิดปกติ ส่วนช่องทางที่สองคือส่งข้อมูลไปยัง Micro SD card

module โดยจะเป็นหน่วยเก็บข้อมูล เพื่อสำรองข้อมูลในกรณีที่ขาดการเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะบันทึกข้อมูลพร้อมระยะเวลาของข้อมูลนั้นๆ โดยอาศัย Real time clock module ทั้งนี้ในกรณีที่มีการเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ต Real time clock module จะถูกอัปเดตเวลาโดยอัตโนมัติ

2.2 ระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล



รูปที่ 2.2 ภาพรวมของการออกแบบระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกล

โครงการในส่วนนี้ได้ออกแบบระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งจะใช้อุปกรณ์ที่สามารถรับคำสั่งการทำงานจากระยะไกลได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.2 จะเห็นได้ว่ามีวิธีในการส่งคำสั่งการทำงาน 2 วิธี ซึ่งส่งคำสั่งควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ทั้งผ่านเว็บไซต์และผ่านระบบส่งข้อความ SMS

3. การทดสอบและผลการทดสอบ

สำหรับการทดสอบเดินเครื่องชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดตั้งระบบตรวจติดตาม จะทำการทดสอบเดินเครื่องชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโหลดซึ่งเป็นโหลดไฟชนิดโหลดสี่

3.1 ผลการทดสอบการบันทึกข้อมูลใน Micro SD card

ข้อมูลค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ตรวจวัดได้ของระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้ จะมีการบันทึกในรูปแบบไฟล์ข้อมูลชนิด Comma separated value (CSV) สามารถเปิดไฟล์ข้อมูลนี้ได้ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยสามารถแสดงผลการทดสอบเดินเครื่องชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโหลดได้ดังตารางที่ 3.1 และ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สรุปผลการดำเนินงาน

ระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ได้ดำเนินการออกแบบและประกอบสร้างระบบตรวจติดตาม ซึ่งจากการทดสอบสามารถสรุปได้ว่าระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุด เครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้สามารถทำงานได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ซึ่งได้แก่ สามารถตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญต่างๆ ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และทำการส่งข้อมูลไปที่ฐานข้อมูล Firebase ได้ สามารถแสดงผลค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในรูปของกราฟของข้อมูลเทียบกับเวลา ตาราง และในรูปของค่าพารามิเตอร์ ณ เวลาปัจจุบันบนเว็บไซต์ได้ สามารถบันทึกข้อมูลค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ใน Micro SD card ได้ ทั้งในกรณีที่มีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และในกรณีที่ขาดการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต นอกจากนี้ยังสามารถแจ้งเตือนสถานะผิดปกติต่างๆ ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ได้ สามารถควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากระยะไกลได้ โดยผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ตด้วยเว็บไซต์ หรือระบบสัญญาณโทรศัพท์โดยใช้สัญญาณ 2G ผ่านการส่ง SMS ทั้งนี้ระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้ จะทำให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบสถานะและควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ โดยไม่จำเป็นต้องอยู่ที่จุดติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้น อีกทั้งยังทำให้ทราบถึงความผิดปกติที่เกิดขึ้นและวางแผนการบำรุงรักษาได้ทันที ซึ่งเป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการตรวจสอบการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

5. กิตติกรรมประกาศ

ปัญญานิพนธ์เรื่อง ระบบตรวจติดตามสำหรับการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากคณะผู้จัดทำได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลผู้มีพระคุณหลายท่าน ดังนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.เปี่ยมภูมิ สฤตพฤกษ์ อาจารย์ที่ปรึกษา และ รศ.พิชิต ลำยอง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดี ทั้งยังให้ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์มาโดยตลอด รวมถึงการติดตามความคืบหน้าในการดำเนินงาน ตรวจทาน และแก้ไขข้อบกพร่องของบทความ คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของอาจารย์ทั้งสองท่านเป็นอย่างยิ่ง

ท้ายนี้คณะผู้จัดทำ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ซึ่งให้การสนับสนุนและให้กำลังใจ ตลอดจนบุคคลต่างๆ ที่ให้ความช่วยเหลืออีกมากที่คณะผู้จัดทำไม่สามารถ กล่าวนามได้ทั้งหมด ณ ที่นี้ คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณและขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Mohammad R. Abdulqader, **Diesel Generator Auxiliary Systems and Instruments**, 2nd Ed., Jordan: Najah Engineering Consultants LLC, 2012.
- [2] Muhammad Ali Mazidi, Janice G. Mazidi, and Rolin D. McKinlay, **8051 Microcontroller and Embedded Systems**, 2nd Ed., New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 2005.
- [3] Michael Margolis, **Arduino Cookbook**, 2nd Ed., California: O'Reilly Media, Inc., 2012.
- [4] William H. Hayt, Jack E. Kemmerly, and Steven M. Durbin, **Engineering Circuit Analysis**, 8th Ed., New York: Mc-Graw-Hill, 2012.
- [5] Rajkumar Buyya and Amir Vahid Dastjerdi, **Internet of Things**, Cambridge: Morgan Kaufmann, 2016.

ประวัติผู้เขียน



นายกวนจันท์ ฤทธิเดชชัยพัฒน์
นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง



นางสาววรรณภา วรรณพงษ์
นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง



นายวัชรวิศ วุ่นวงศ์
นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง



นายวิชัญ หลงสิตา
นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าแหล่งเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Fully Integrated, Hall-Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

FEATURES AND BENEFITS

- Low-noise analog signal path
- Device bandwidth is set via the new FILTER pin
- 5 μ s output rise time in response to step input current
- 80 kHz bandwidth
- Total output error 1.5% at $T_A = 25^\circ\text{C}$
- Small footprint, low-profile SOIC8 package
- 1.2 m Ω internal conductor resistance
- 2.1 kVRMS minimum isolation voltage from pins 1-4 to pins 5-8
- 5.0 V, single supply operation
- 66 to 185 mV/A output sensitivity
- Output voltage proportional to AC or DC currents
- Factory-trimmed for accuracy
- Extremely stable output offset voltage
- Nearly zero magnetic hysteresis
- Ratiometric output from supply voltage



TÜV America
Certificate Number:
U8V 15 05 54214 038
CB 13 06 54214 026

Package: 8-Lead SOIC (suffix LC)



Not to scale

DESCRIPTION

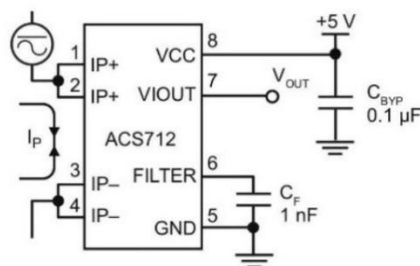
The Allegro™ ACS712 provides economical and precise solutions for AC or DC current sensing in industrial, commercial, and communications systems. The device package allows for easy implementation by the customer. Typical applications include motor control, load detection and management, switch-mode power supplies, and overcurrent fault protection. The device is not intended for automotive applications.

The device consists of a precise, low-offset, linear Hall circuit with a copper conduction path located near the surface of the die. Applied current flowing through this copper conduction path generates a magnetic field which the Hall IC converts into a proportional voltage. Device accuracy is optimized through the close proximity of the magnetic signal to the Hall transducer. A precise, proportional voltage is provided by the low-offset, chopper-stabilized BiCMOS Hall IC, which is programmed for accuracy after packaging.

The output of the device has a positive slope ($>V_{IOUT(Q)}$) when an increasing current flows through the primary copper conduction path (from pins 1 and 2, to pins 3 and 4), which is the path used for current sampling. The internal resistance of this conductive path is 1.2 m Ω typical, providing low power loss. The thickness of the copper conductor allows survival of

Continued on the next page...

Typical Application



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับองค์กรใช้ภายในเท่านั้น ไม่สามารถนำออกไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่เอกสารนี้โดยไม่ได้รับอนุญาตของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Application 1. The ACS712 outputs an analog signal, V_{OUT} , that varies linearly with the uni- or bi-directional AC or DC primary sampled current, I_P , within the range specified. C_F is recommended for noise management, with values that depend on the application.

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

ACS712

Fully Integrated, Hall-Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

DESCRIPTION (continued)

the device at up to 5× overcurrent conditions. The terminals of the conductive path are electrically isolated from the signal leads (pins 5 through 8). This allows the ACS712 to be used in applications requiring electrical isolation without the use of opto-isolators or other costly isolation techniques.

The ACS712 is provided in a small, surface mount SOIC8 package. The leadframe is plated with 100% matte tin, which is compatible with standard lead (Pb) free printed circuit board assembly processes. Internally, the device is Pb-free, except for flip-chip high-temperature Pb-based solder balls, currently exempt from RoHS. The device is fully calibrated prior to shipment from the factory.

SELECTION GUIDE

Part Number	Packing*	T _A (°C)	Optimized Range, I _p (A)	Sensitivity, Sens (Typ) (mV/A)
ACS712ELCTR-05B-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±5	185
ACS712ELCTR-20A-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±20	100
ACS712ELCTR-30A-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±30	66

*Contact Allegro for additional packing options.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Characteristic	Symbol	Notes	Rating	Units
Supply Voltage	V _{CC}		8	V
Reverse Supply Voltage	V _{RCC}		-0.1	V
Output Voltage	V _{IOUT}		8	V
Reverse Output Voltage	V _{RIOUT}		-0.1	V
Output Current Source	I _{IOUT(SOURCE)}		3	mA
Output Current Sink	I _{IOUT(SINK)}		10	mA
Overcurrent Transient Tolerance	I _p	1 pulse, 100 ms	100	A
Nominal Operating Ambient Temperature	T _A	Range E	-40 to 85	°C
Maximum Junction Temperature	T _{J(max)}		165	°C
Storage Temperature	T _{stg}		-65 to 170	°C

ISOLATION CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Notes	Rating	Unit
Dielectric Strength Test Voltage*	V _{ISO}	Agency type-tested for 60 seconds per UL standard 60950-1, 1st Edition	2100	VAC
Working Voltage for Basic Isolation	V _{WFSI}	For basic (single) isolation per UL standard 60950-1, 1st Edition	354	VDC or V _{pk}
Working Voltage for Reinforced Isolation	V _{WFRI}	For reinforced (double) isolation per UL standard 60950-1, 1st Edition	184	VDC or V _{pk}

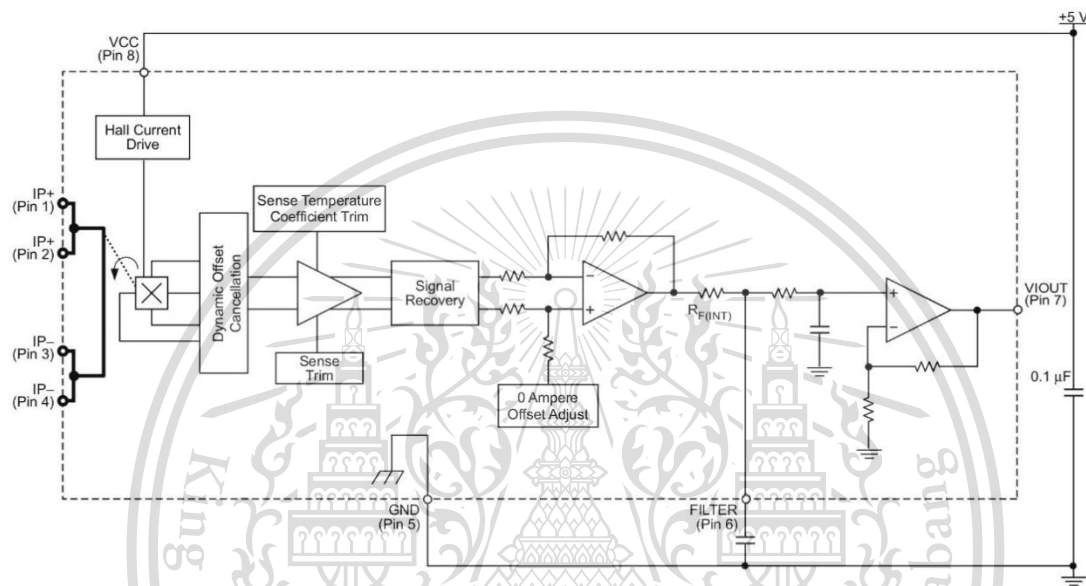
* Allegro does not conduct 60-second testing. It is done only during the UL certification process.

Parameter	Specification
Fire and Electric Shock	CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1-03 UL 60950-1:2003 EN 60950-1:2001

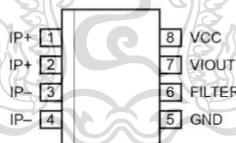
ACS712

Fully Integrated, Hall-Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



Pinout Diagram



Terminal List

Number	Name	Description
1 and 2	IP+	Terminals for current being sampled; fused internally
3 and 4	IP-	Terminals for current being sampled; fused internally
5	GND	Signal ground terminal
6	FILTER	Terminal for external capacitor that sets bandwidth
7	VIOUT	Analog output signal
8	VCC	Device power supply terminal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

ACS712

Fully Integrated, Hall-Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

COMMON OPERATING CHARACTERISTICS [1]: Over full range of T_A , $C_F = 1$ nF, and $V_{CC} = 5$ V, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
ELECTRICAL CHARACTERISTICS						
Supply Voltage	V_{CC}		4.5	5.0	5.5	V
Supply Current	I_{CC}	$V_{CC} = 5.0$ V, output open	–	10	13	mA
Output Capacitance Load	C_{LOAD}	V _{IOUT} to GND	–	–	10	nF
Output Resistive Load	R_{LOAD}	V _{IOUT} to GND	4.7	–	–	k Ω
Primary Conductor Resistance	$R_{PRIMARY}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	–	1.2	–	m Ω
Rise Time	t_r	$I_P = I_P(\text{max})$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $C_{OUT} = \text{open}$	–	3.5	–	μs
Frequency Bandwidth	f	–3 dB, $T_A = 25^\circ\text{C}$; I_P is 10 A peak-to-peak	–	80	–	kHz
Nonlinearity	E_{LIN}	Over full range of I_P	–	1.5	–	%
Symmetry	E_{SYM}	Over full range of I_P	98	100	102	%
Zero Current Output Voltage	$V_{IOUT(Q)}$	Bidirectional; $I_P = 0$ A, $T_A = 25^\circ\text{C}$	–	$V_{CC} \times 0.5$	–	V
Power-On Time	t_{PO}	Output reaches 90% of steady-state level, $T_J = 25^\circ\text{C}$, 20 A present on leadframe	–	35	–	μs
Magnetic Coupling [2]			–	12	–	G/A
Internal Filter Resistance [3]	$R_{F(INT)}$		–	1.7	–	k Ω

[1] Device may be operated at higher primary current levels, I_P , and ambient, T_A , and internal leadframe temperatures, T_A , provided that the Maximum Junction Temperature, $T_J(\text{max})$, is not exceeded.

[2] 1G = 0.1 mT.

[3] $R_{F(INT)}$ forms an RC circuit via the FILTER pin.

COMMON THERMAL CHARACTERISTICS [1]

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Operating Internal Leadframe Temperature	T_A	E range	–40	–	85	$^\circ\text{C}$
Characteristic	Symbol	Test Conditions	Value		Units	
Junction-to-Lead Thermal Resistance [2]	$R_{\theta JL}$	Mounted on the Allegro ASEK 712 evaluation board	5		$^\circ\text{C/W}$	
Junction-to-Ambient Thermal Resistance	$R_{\theta JA}$	Mounted on the Allegro 85-0322 evaluation board, includes the power consumed by the board	23		$^\circ\text{C/W}$	

[1] Additional thermal information is available on the Allegro website.

[2] The Allegro evaluation board has 1500 mm² of 2 oz. copper on each side, connected to pins 1 and 2, and to pins 3 and 4, with thermal vias connecting the layers. Performance values include the power consumed by the PCB. Further details on the board are available from the Frequently Asked Questions document on our website. Further information about board design and thermal performance also can be found in the Applications Information section of this datasheet.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

ACS712

Fully Integrated, Hall-Effect-Based Linear Current Sensor IC
with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor**x05B PERFORMANCE CHARACTERISTICS [1]** : $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C , $C_F = 1\text{ nF}$, and $V_{CC} = 5\text{ V}$, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optimized Accuracy Range	I_P		-5	-	5	A
Sensitivity	Sens	Over full range of I_P , $T_A = 25^\circ\text{C}$	180	185	190	mV/A
Noise	$V_{\text{NOISE(PP)}}$	Peak-to-peak, $T_A = 25^\circ\text{C}$, 185 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 47\text{ nF}$, $C_{\text{OUT}} = \text{open}$, 2 kHz bandwidth	-	21	-	mV
Zero Current Output Slope	$\Delta V_{\text{OUT(Q)}}$	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 25°C	-	-0.26	-	mV/ $^\circ\text{C}$
		$T_A = 25^\circ\text{C}$ to 150°C	-	-0.08	-	mV/ $^\circ\text{C}$
Sensitivity Slope	ΔSens	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 25°C	-	0.054	-	mV/A/ $^\circ\text{C}$
		$T_A = 25^\circ\text{C}$ to 150°C	-	-0.008	-	mV/A/ $^\circ\text{C}$
Total Output Error [2]	E_{TOT}	$I_P = \pm 5\text{ A}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	-	± 1.5	-	%

[1] Device may be operated at higher primary current levels, I_P , and ambient temperatures, T_A , provided that the Maximum Junction Temperature, $T_{J(\text{max})}$, is not exceeded.

[2] Percentage of I_P , with $I_P = 5\text{ A}$. Output filtered.

x20A PERFORMANCE CHARACTERISTICS [1] : $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C , $C_F = 1\text{ nF}$, and $V_{CC} = 5\text{ V}$, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optimized Accuracy Range	I_P		-20	-	20	A
Sensitivity	Sens	Over full range of I_P , $T_A = 25^\circ\text{C}$	96	100	104	mV/A
Noise	$V_{\text{NOISE(PP)}}$	Peak-to-peak, $T_A = 25^\circ\text{C}$, 100 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 47\text{ nF}$, $C_{\text{OUT}} = \text{open}$, 2 kHz bandwidth	-	11	-	mV
Zero Current Output Slope	$\Delta V_{\text{OUT(Q)}}$	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 25°C	-	-0.34	-	mV/ $^\circ\text{C}$
		$T_A = 25^\circ\text{C}$ to 150°C	-	-0.07	-	mV/ $^\circ\text{C}$
Sensitivity Slope	ΔSens	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 25°C	-	0.017	-	mV/A/ $^\circ\text{C}$
		$T_A = 25^\circ\text{C}$ to 150°C	-	-0.004	-	mV/A/ $^\circ\text{C}$
Total Output Error [2]	E_{TOT}	$I_P = \pm 20\text{ A}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	-	± 1.5	-	%

[1] Device may be operated at higher primary current levels, I_P , and ambient temperatures, T_A , provided that the Maximum Junction Temperature, $T_{J(\text{max})}$, is not exceeded.

[2] Percentage of I_P , with $I_P = 20\text{ A}$. Output filtered.

x30A PERFORMANCE CHARACTERISTICS [1] : $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C , $C_F = 1\text{ nF}$, and $V_{CC} = 5\text{ V}$, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optimized Accuracy Range	I_P		-30	-	30	A
Sensitivity	Sens	Over full range of I_P , $T_A = 25^\circ\text{C}$	63	66	69	mV/A
Noise	$V_{\text{NOISE(PP)}}$	Peak-to-peak, $T_A = 25^\circ\text{C}$, 66 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 47\text{ nF}$, $C_{\text{OUT}} = \text{open}$, 2 kHz bandwidth	-	7	-	mV
Zero Current Output Slope	$\Delta V_{\text{OUT(Q)}}$	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 25°C	-	-0.35	-	mV/ $^\circ\text{C}$
		$T_A = 25^\circ\text{C}$ to 150°C	-	-0.08	-	mV/ $^\circ\text{C}$
Sensitivity Slope	ΔSens	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 25°C	-	0.007	-	mV/A/ $^\circ\text{C}$
		$T_A = 25^\circ\text{C}$ to 150°C	-	-0.002	-	mV/A/ $^\circ\text{C}$
Total Output Error [2]	E_{TOT}	$I_P = \pm 30\text{ A}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	-	± 1.5	-	%

[1] Device may be operated at higher primary current levels, I_P , and ambient temperatures, T_A , provided that the Maximum Junction Temperature, $T_{J(\text{max})}$, is not exceeded.

[2] Percentage of I_P , with $I_P = 30\text{ A}$. Output filtered.

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาด้านนี้ ไม่นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

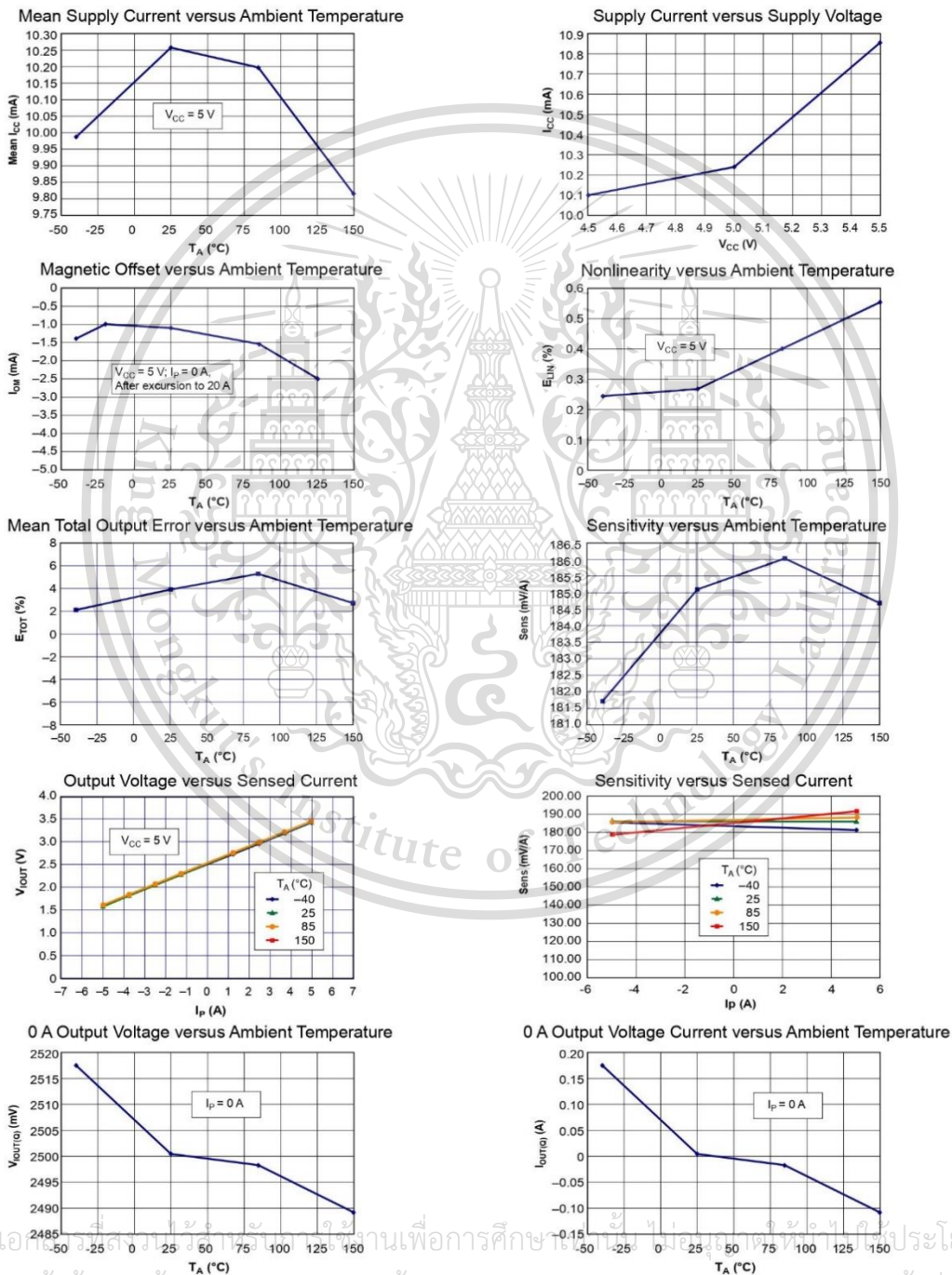
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

ACS712

Fully Integrated, Hall-Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

CHARACTERISTIC PERFORMANCE

$I_p = 5\text{ A}$, unless otherwise specified



เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัท Allegro MicroSystems ที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นใดได้โดยไม่ได้รับอนุญาตจาก Allegro MicroSystems

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

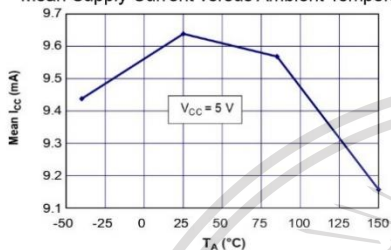
ACS712

Fully Integrated, Hall-Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

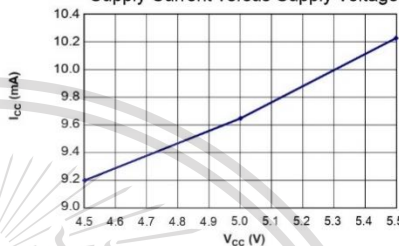
CHARACTERISTIC PERFORMANCE

$I_P = 20\text{ A}$, unless otherwise specified

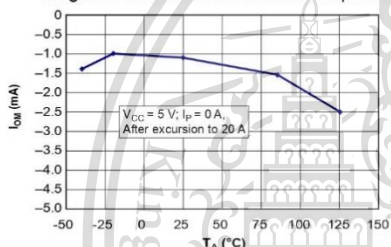
Mean Supply Current versus Ambient Temperature



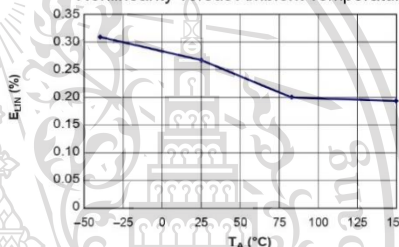
Supply Current versus Supply Voltage



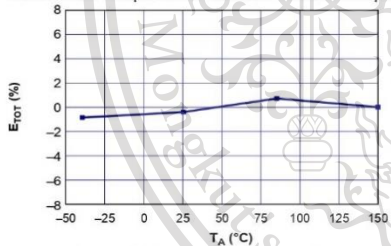
Magnetic Offset versus Ambient Temperature



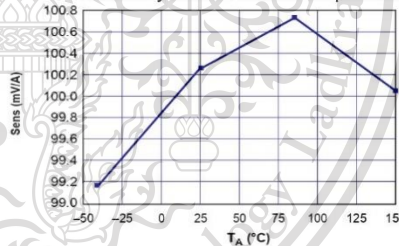
Nonlinearity versus Ambient Temperature



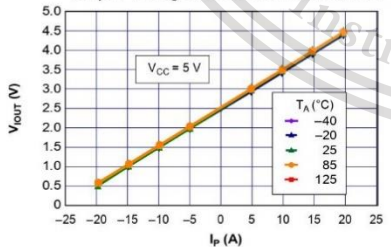
Mean Total Output Error versus Ambient Temperature



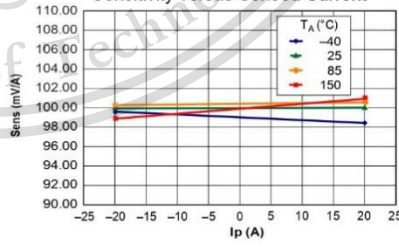
Sensitivity versus Ambient Temperature



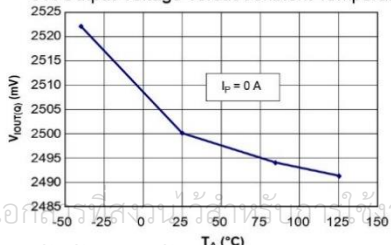
Output Voltage versus Sensed Current



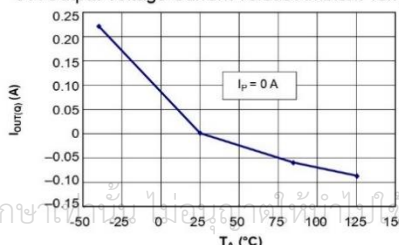
Sensitivity versus Sensed Current



0 A Output Voltage versus Ambient Temperature



0 A Output Voltage Current versus Ambient Temperature



เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของ Allegro MicroSystems Inc. ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

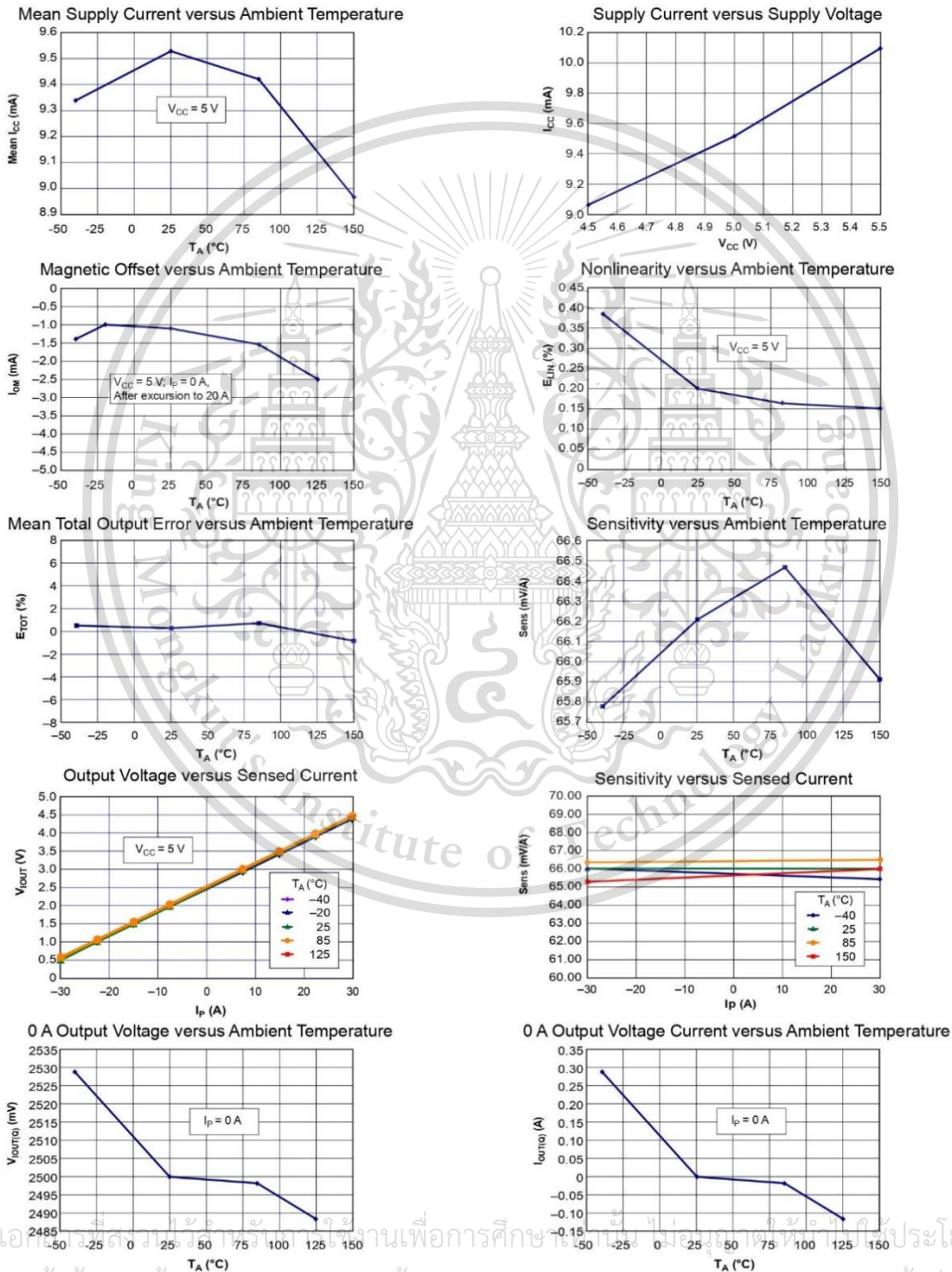
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

ACS712

Fully Integrated, Hall-Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

CHARACTERISTIC PERFORMANCE

$I_p = 30\text{ A}$, unless otherwise specified



เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของ Allegro MicroSystems ใช้เพื่อการศึกษาร่วมกันเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

ACS712

Fully Integrated, Hall-Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

DEFINITIONS OF ACCURACY CHARACTERISTICS

Sensitivity (Sens). The change in device output in response to a 1 A change through the primary conductor. The sensitivity is the product of the magnetic circuit sensitivity (G/A) and the linear IC amplifier gain (mV/G). The linear IC amplifier gain is programmed at the factory to optimize the sensitivity (mV/A) for the full-scale current of the device.

Noise (V_{NOISE}). The product of the linear IC amplifier gain (mV/G) and the noise floor for the Allegro Hall effect linear IC (≈1 G). The noise floor is derived from the thermal and shot noise observed in Hall elements. Dividing the noise (mV) by the sensitivity (mV/A) provides the smallest current that the device is able to resolve.

Linearity (E_{LIN}). The degree to which the voltage output from the IC varies in direct proportion to the primary current through its full-scale amplitude. Nonlinearity in the output can be attributed to the saturation of the flux concentrator approaching the full-scale current. The following equation is used to derive the linearity:

$$100 \left\{ 1 - \left[\frac{\Delta \text{ gain} \times \% \text{ sat} (V_{IOUT_full\text{-scale amperes}} - V_{IOUT(Q)})}{2 (V_{IOUT_half\text{-scale amperes}} - V_{IOUT(Q)})} \right] \right\}$$

where $V_{IOUT_full\text{-scale amperes}}$ = the output voltage (V) when the sampled current approximates full-scale $\pm I_p$.

Symmetry (E_{SYM}). The degree to which the absolute voltage output from the IC varies in proportion to either a positive or negative full-scale primary current. The following formula is used to derive symmetry:

$$100 \left(\frac{V_{IOUT_+ \text{ full-scale amperes}} - V_{IOUT(Q)}}{V_{IOUT(Q)} - V_{IOUT_ - \text{ full-scale amperes}}} \right)$$

Quiescent output voltage (V_{IOUT(Q)}). The output of the device when the primary current is zero. For a unipolar supply voltage, it nominally remains at $V_{CC}/2$. Thus, $V_{CC} = 5 \text{ V}$ translates into $V_{IOUT(Q)} = 2.5 \text{ V}$. Variation in $V_{IOUT(Q)}$ can be attributed to the resolution of the Allegro linear IC quiescent voltage trim and thermal drift.

Electrical offset voltage (V_{OFF}). The deviation of the device output from its ideal quiescent value of $V_{CC}/2$ due to nonmagnetic causes. To convert this voltage to amperes, divide by the device sensitivity, Sens.

Accuracy (E_{TOT}). The accuracy represents the maximum deviation of the actual output from its ideal value. This is also known as the total output error. The accuracy is illustrated graphically in the output voltage versus current chart at right.

Accuracy is divided into four areas:

- **0 A at 25°C.** Accuracy at the zero current flow at 25°C, without the effects of temperature.
- **0 A over Δ temperature.** Accuracy at the zero current flow including temperature effects.
- **Full-scale current at 25°C.** Accuracy at the the full-scale current at 25°C, without the effects of temperature.
- **Full-scale current over Δ temperature.** Accuracy at the full-scale current flow including temperature effects.

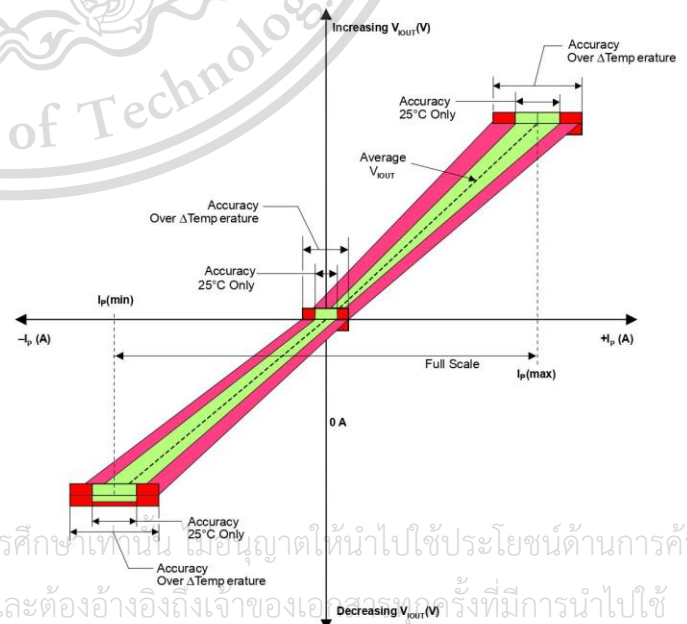
Ratiometry. The ratiometric feature means that its 0 A output, $V_{IOUT(Q)}$, (nominally equal to $V_{CC}/2$) and sensitivity, Sens, are proportional to its supply voltage, V_{CC} . The following formula is used to derive the ratiometric change in 0 A output voltage, $\Delta V_{IOUT(Q)RAT} (\%)$.

$$100 \left(\frac{V_{IOUT(Q)VCC} - V_{IOUT(Q)5V}}{V_{CC} / 5 \text{ V}} \right)$$

The ratiometric change in sensitivity, $\Delta \text{Sens}_{RAT} (\%)$, is defined as:

$$100 \left(\frac{\text{Sens}_{VCC} - \text{Sens}_{5V}}{V_{CC} / 5 \text{ V}} \right)$$

Output Voltage versus Sampled Current
Accuracy at 0 A and at Full-Scale Current

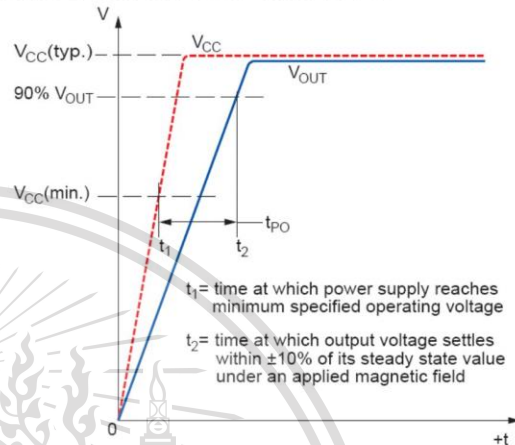


ACS712

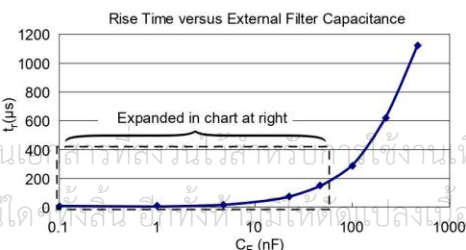
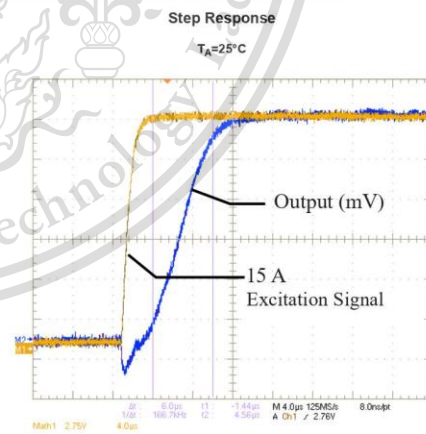
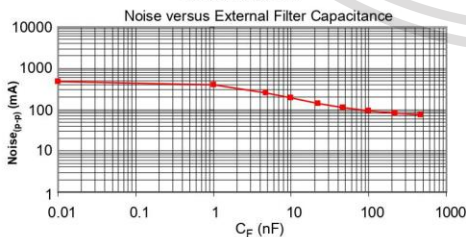
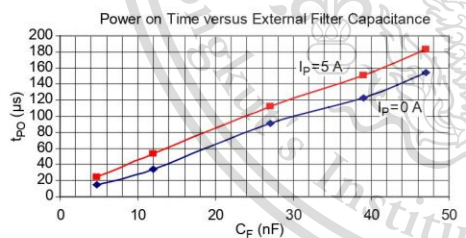
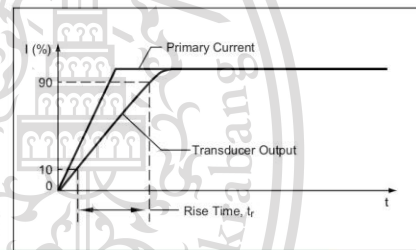
Fully Integrated, Hall-Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

DEFINITIONS OF DYNAMIC RESPONSE CHARACTERISTICS

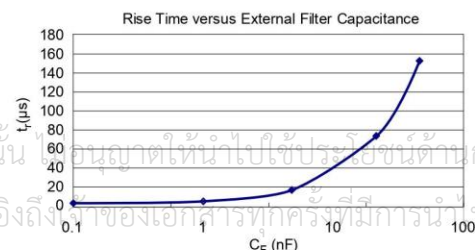
Power-On Time (t_{PO}). When the supply is ramped to its operating voltage, the device requires a finite time to power its internal components before responding to an input magnetic field. Power-On Time, t_{PO} , is defined as the time it takes for the output voltage to settle within $\pm 10\%$ of its steady state value under an applied magnetic field, after the power supply has reached its minimum specified operating voltage, $V_{CC(min)}$, as shown in the chart at right.



Rise time (t_r). The time interval between a) when the device reaches 10% of its full scale value, and b) when it reaches 90% of its full scale value. The rise time to a step response is used to derive the bandwidth of the device, in which $f(-3\text{ dB}) = 0.35/t_r$. Both t_r and $t_{RESPONSE}$ are detrimentally affected by eddy current losses observed in the conductive IC ground plane.



C_F (nF)	t_r (μ s)
Open	3.5
1	5.8
4.7	17.5
22	73.5
47	88.2
100	291.3
220	623
470	1120



เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของ Allegro MicroSystems. ห้ามทำซ้ำ, ผลิตซ้ำ, หรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต. การใช้งานโดยไม่ได้รับอนุญาตอาจทำให้ผู้ใช้งานต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายที่เกิดขึ้น. This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

ACS712

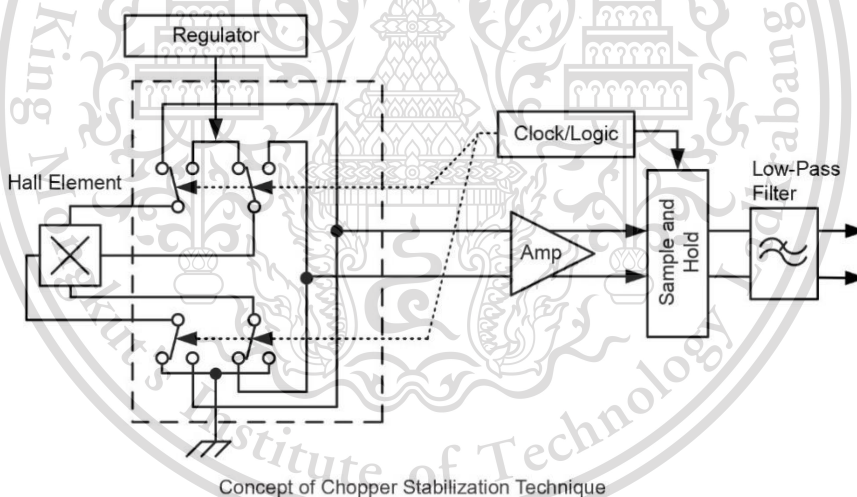
Fully Integrated, Hall-Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

CHOPPER STABILIZATION TECHNIQUE

Chopper Stabilization is an innovative circuit technique that is used to minimize the offset voltage of a Hall element and an associated on-chip amplifier. Allegro has a Chopper Stabilization technique that nearly eliminates Hall IC output drift induced by temperature or package stress effects. This offset reduction technique is based on a signal modulation-demodulation process. Modulation is used to separate the undesired DC offset signal from the magnetically induced signal in the frequency domain. Then, using a low-pass filter, the modulated DC offset is suppressed while the magnetically induced signal passes through

the filter. As a result of this chopper stabilization approach, the output voltage from the Hall IC is desensitized to the effects of temperature and mechanical stress. This technique produces devices that have an extremely stable Electrical Offset Voltage, are immune to thermal stress, and have precise recoverability after temperature cycling.

This technique is made possible through the use of a BiCMOS process that allows the use of low-offset and low-noise amplifiers in combination with high-density logic integration and sample and hold circuits.



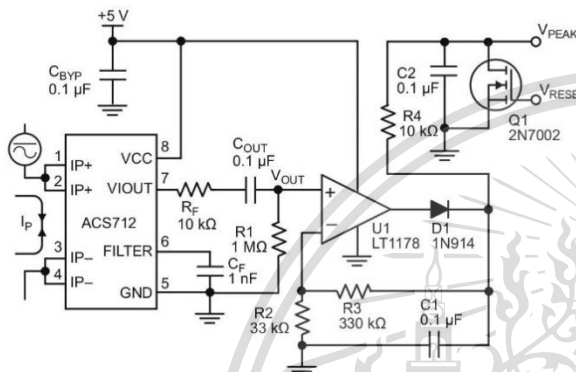
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

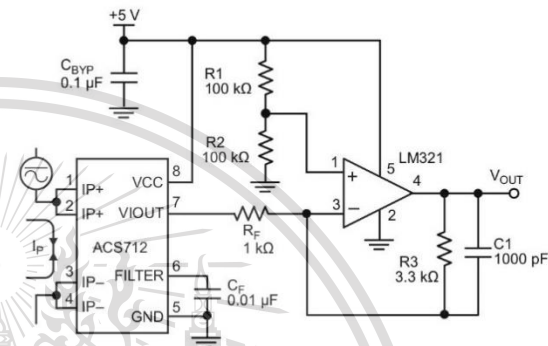
ACS712

Fully Integrated, Hall-Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

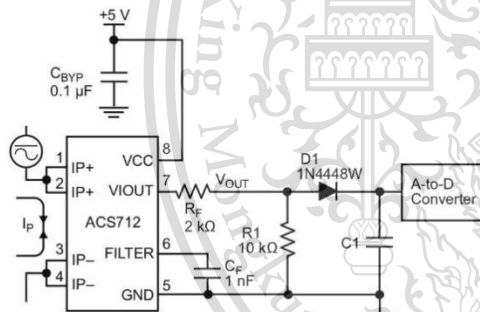
TYPICAL APPLICATIONS



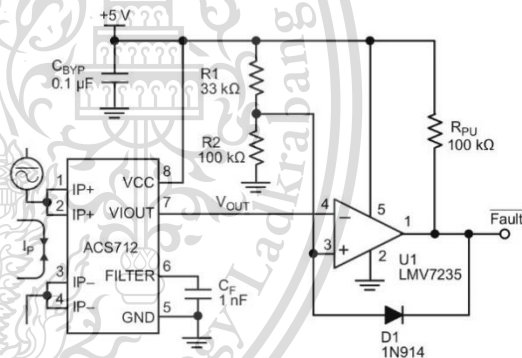
Application 2. Peak Detecting Circuit



Application 3. This configuration increases gain to 610 mV/A (tested using the ACS712ELC-05A).



Application 4. Rectified Output. 3.3 V scaling and rectification application for A-to-D converters. Replaces current transformer solutions with simpler ACS circuit. C1 is a function of the load resistance and filtering desired. R1 can be omitted if the full range is desired.



Application 5. 10 A Overcurrent Fault Latch. Fault threshold set by R1 and R2. This circuit latches an overcurrent fault and holds it until the 5 V rail is powered down.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

ACS712

Fully Integrated, Hall-Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

IMPROVING SENSING SYSTEM ACCURACY USING THE FILTER PIN

In low-frequency sensing applications, it is often advantageous to add a simple RC filter to the output of the device. Such a low-pass filter improves the signal-to-noise ratio, and therefore the resolution, of the device output signal. However, the addition of an RC filter to the output of a sensor IC can result in undesirable device output attenuation — even for DC signals.

Signal attenuation, ΔV_{ATT} , is a result of the resistive divider effect between the resistance of the external filter, R_F (see Application 6), and the input impedance and resistance of the customer interface circuit, R_{INTFC} . The transfer function of this resistive divider is given by:

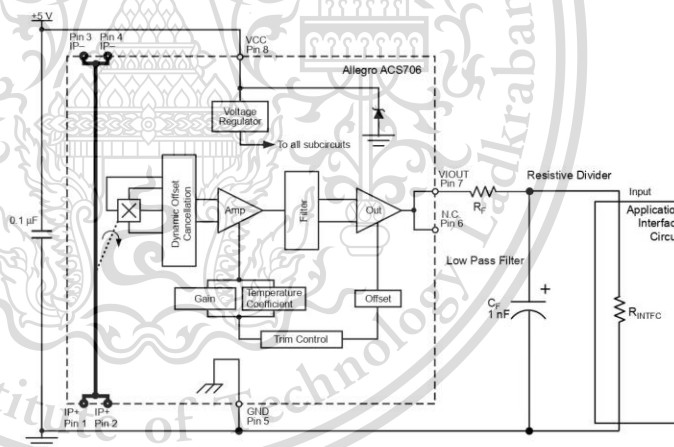
$$\Delta V_{ATT} = V_{IOUT} \left(\frac{R_{INTFC}}{R_F + R_{INTFC}} \right)$$

Even if R_F and R_{INTFC} are designed to match, the two individual resistance values will most likely drift by different amounts over

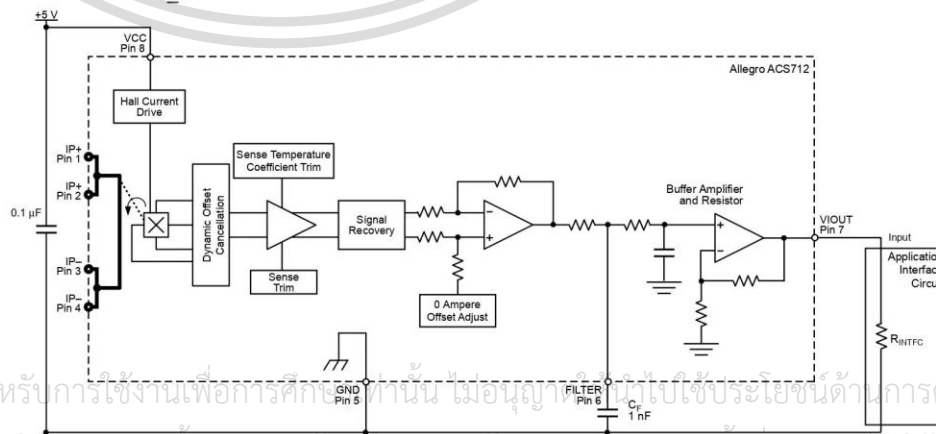
temperature. Therefore, signal attenuation will vary as a function of temperature. Note that, in many cases, the input impedance, R_{INTFC} , of a typical analog-to-digital converter (ADC) can be as low as 10 k Ω .

The ACS712 contains an internal resistor, a FILTER pin connection to the printed circuit board, and an internal buffer amplifier. With this circuit architecture, users can implement a simple RC filter via the addition of a capacitor, C_F (see Application 7) from the FILTER pin to ground. The buffer amplifier inside of the ACS712 (located after the internal resistor and FILTER pin connection) eliminates the attenuation caused by the resistive divider effect described in the equation for ΔV_{ATT} . Therefore, the ACS712 device is ideal for use in high-accuracy applications that cannot afford the signal attenuation associated with the use of an external RC low-pass filter.

Application 6. When a low pass filter is constructed externally to a standard Hall effect device, a resistive divider may exist between the filter resistor, R_F , and the resistance of the customer interface circuit, R_{INTFC} . This resistive divider will cause excessive attenuation, as given by the transfer function for ΔV_{ATT} .



Application 7. Using the FILTER pin provided on the ACS712 eliminates the attenuation effects of the resistor divider between R_F and R_{INTFC} , shown in Application 6.



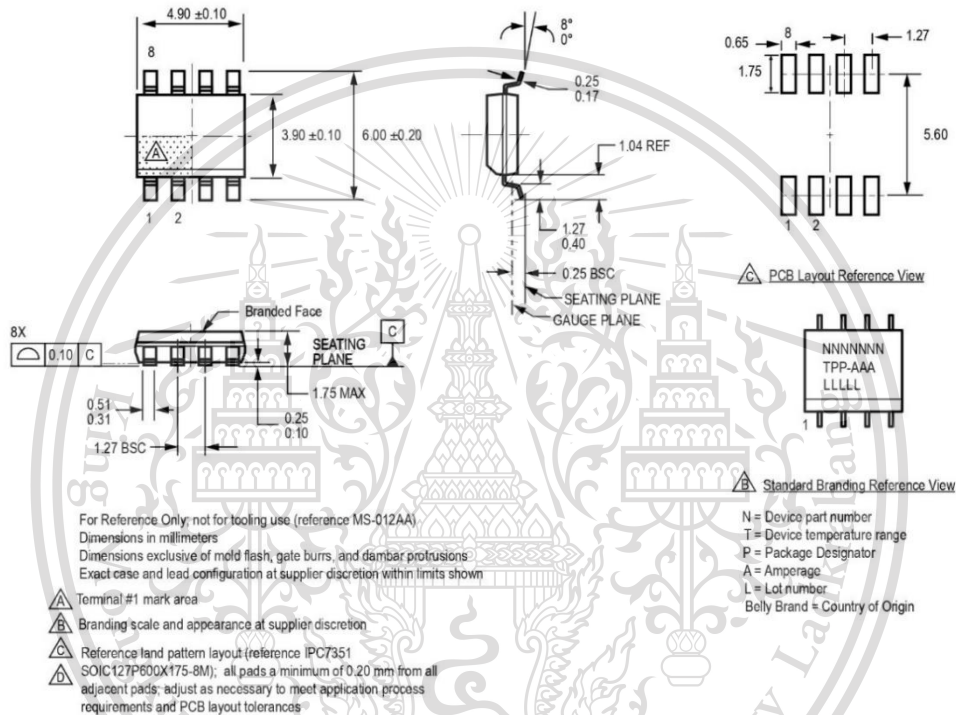
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

ACS712

Fully Integrated, Hall-Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

Package LC, 8-pin SOIC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

ACS712**Fully Integrated, Hall-Effect-Based Linear Current Sensor IC
with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor****REVISION HISTORY**

Number	Date	Description
15	November 16, 2012	Update rise time and isolation, I_{OUT} reference data, patents
16	June 5, 2017	Updated product status
17	December 10, 2018	Updated certificate numbers
18	May 17, 2019	Updated TUV certificate mark, and minor editorial updates
19	January 30, 2020	Updated product status and minor editorial updates



The products described herein are protected by U.S. patents: 5,621,319; 7,598,601; and 7,709,754.

Copyright 2020, Allegro MicroSystems.

Allegro MicroSystems reserves the right to make, from time to time, such departures from the detail specifications as may be required to permit improvements in the performance, reliability, or manufacturability of its products. Before placing an order, the user is cautioned to verify that the information being relied upon is current.

Allegro's products are not to be used in any devices or systems, including but not limited to life support devices or systems, in which a failure of Allegro's product can reasonably be expected to cause bodily harm.

The information included herein is believed to be accurate and reliable. However, Allegro MicroSystems assumes no responsibility for its use; nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use.

Copies of this document are considered uncontrolled documents.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
For the latest version of this document, visit our website:
www.allegromicro.com

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

1688


 SUNLEPHANT官方旗舰店
 品牌: SUNLEPHANT

 货箱 4%↑
 响应 7%↑
 发货 6%↓
 回头率 32%


Shenzhen Global Technology Co., Ltd

Voltage Sensor / Divider Board for ARDUINO developments

Model: Voltage Sensor / 170640

Description: This module is designed based on the principle of resistor divider to reduce the input voltage of the terminal interface by 5 times. The maximum input voltage of the Arduino is 5V. The input voltage of the voltage detection module cannot be greater than $5V \times 5 = 25V$ (if 3.3V is used) System, the input voltage can not be greater than $3.3V \times 5 = 16.5V$. Because the AVR chip used by Arduino is 10-bit AD, the analog resolution of this module is 0.00489V (5V/1023), so the voltage detection module detects that the input minimum voltage is $0.00489V \times 5 = 0.02445V$.

parameter:

Voltage input range max: DC0-25V

Voltage detection range: DC0.02445V - 25V

Voltage simulation resolution: 0.00489V

DC input interface: terminal positive terminal is connected to VCC, negative terminal is connected to GND

Output interface: "+" is connected to 5/3.3V, "-" is connected to GND, and "s" is connected to the A0 pin of Arduino.

Reference Code:

```
#include

int val1;
int val2;

void setup()
{
  pinMode(LED1, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Emartee.Com");
  Serial.println("Voltage: ");
  Serial.print("V");
}

void loop()
{
  float temp;
  val1=analogRead(0);
  temp=val1/4.092;
  val1=(int)temp;//
  val2=((val1%100)/10);
  Serial.println(val2);
  delay(1000);
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shenzhen City, Guangdong Science and Technology Co., Ltd. Address: China's Shenzhen Futian District, Shenzhen Huaqiang North Road

Copyright © 2010-2015 1688.com All rights reserved. Copyright and Trademark Notices

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

HC-SR04 Ultrasonic Sensor

Elijah J. Morgan

Nov. 16 2014

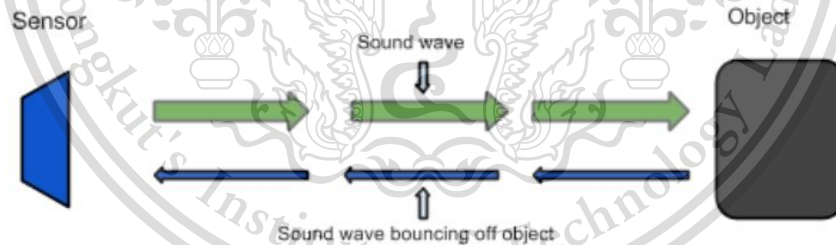
The purpose of this file is to explain how the HC-SR04 works. It will give a brief explanation of how ultrasonic sensors work in general. It will also explain how to wire the sensor up to a microcontroller and how to take/interpret readings. It will also discuss some sources of errors and bad readings.

1. How Ultrasonic Sensors Work
2. HC-SR04 Specifications
3. Timing chart, Pin explanations and Taking Distance Measurements
4. Wiring HC-SR04 with a microcontroller
5. Errors and Bad Readings



1. How Ultrasonic Sensors Work

Ultrasonic sensors use sound to determine the distance between the sensor and the closest object in its path. How do ultrasonic sensors do this? Ultrasonic sensors are essentially sound sensors, but they operate at a frequency above human hearing.



The sensor sends out a sound wave at a specific frequency. It then listens for that specific sound wave to bounce off of an object and come back (Figure 1). The sensor keeps track of the time between sending the sound wave and the sound wave returning. If you know how fast something is going and how long it is traveling you can find the distance traveled with equation 1.

$$\text{Equation 1. } d = v \times t$$

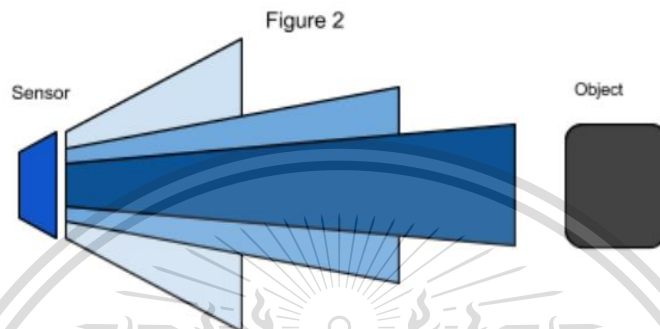
The speed of sound can be calculated based on the a variety of atmospheric conditions, including temperature, humidity and pressure. Actually calculating the distance will be shown later on in this document.

It should be noted that ultrasonic sensors have a cone of detection, the angle of this cone varies with distance, Figure 2 show this relation. The ability of a sensor to

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

detect an object also depends on the objects orientation to the sensor. If an object doesn't present a flat surface to the sensor then it is possible the sound wave will bounce off the object in a way that it does not return to the sensor.



2. HC-SR04 Specifications

The sensor chosen for the Firefighting Drone Project was the HC-SR04. This section contains the specifications and why they are important to the sensor module. The sensor modules requirements are as follows.

- Cost
- Weight
- Community of hobbyists and support
- Accuracy of object detection
- Probability of working in a smoky environment
- Ease of use

The HC-SR04 Specifications are listed below. These specifications are from the Cytron Technologies HC-SR04 User's Manual (source 1).

- Power Supply: +5V DC
- Quiescent Current: <2mA
- Working current: 15mA
- Effectual Angle: <15°
- Ranging Distance: 2-400 cm
- Resolution: 0.3 cm
- Measuring Angle: 30°
- Trigger Input Pulse width: 10uS
- Dimension: 45mm x 20mm x 15mm
- Weight: approx. 10 g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ The HC-SR04's best selling point is its price; it can be purchased at around \$2 per unit. ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. Timing Chart and Pin Explanations

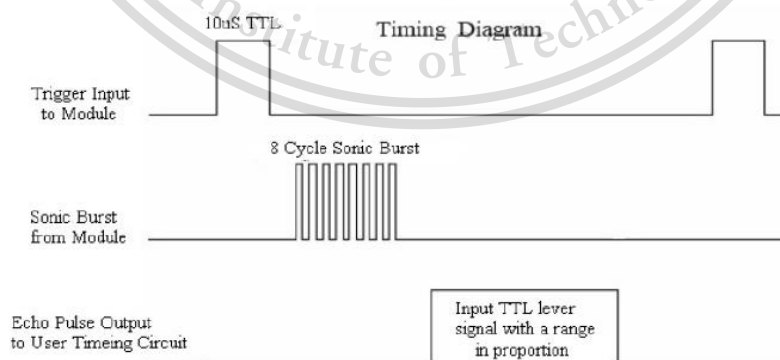
The HC-SR04 has four pins, VCC, GND, TRIG and ECHO; these pins all have different functions. The VCC and GND pins are the simplest -- they power the HC-SR04. These pins need to be attached to a +5 volt source and ground respectively. There is a single control pin: the TRIG pin. The TRIG pin is responsible for sending the ultrasonic burst. This pin should be set to HIGH for 10 μ s, at which point the HC-SR04 will send out an eight cycle sonic burst at 40 kHz. After a sonic burst has been sent the ECHO pin will go HIGH. The ECHO pin is the data pin -- it is used in taking distance measurements. After an ultrasonic burst is sent the pin will go HIGH, it will stay high until an ultrasonic burst is detected back, at which point it will go LOW.

Taking Distance Measurements

The HC-SR04 can be triggered to send out an ultrasonic burst by setting the TRIG pin to HIGH. Once the burst is sent the ECHO pin will automatically go HIGH. This pin will remain HIGH until the the burst hits the sensor again. You can calculate the distance to the object by keeping track of how long the ECHO pin stays HIGH. The time ECHO stays HIGH is the time the burst spent traveling. Using this measurement in equation 1 along with the speed of sound will yield the distance travelled. A summary of this is listed below, along with a visual representation in Figure 2.

1. Set TRIG to HIGH
2. Set a timer when ECHO goes to HIGH
3. Keep the timer running until ECHO goes to LOW
4. Save that time
5. Use equation 1 to determine the distance travelled

Figure 3
Source 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
Source 2
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

To interpret the time reading into a distance you need to change equation 1. The clock on the device you are using will probably count in microseconds or smaller. To use equation 1 the speed of sound needs to be determined, which is 343 meters per second at standard temperature and pressure. To convert this into more useful form use equation 2 to change from meters per second to microseconds per centimeter. Then equation 3 can be used to easily compute the distance in centimeters.

$$\text{Equation 2. Distance} = \frac{\text{Speed}}{170.15 \text{ m}} \times \frac{\text{Meters}}{100 \text{ cm}} \times \frac{1e6 \mu\text{S}}{170.15 \text{ m}} \times \frac{58.772 \mu\text{S}}{\text{cm}}$$

$$\text{Equation 3. Distance} = \frac{\text{time}}{58} = \frac{\mu\text{S}}{\mu\text{S/cm}} = \text{cm}$$

4. Wiring the HC-SR04 to a Microcontroller

This section only covers the hardware side. For information on how to integrate the software side, look at one of the links below or look into the specific microcontroller you are using.

The HC-SR04 has 4 pins: VCC, GND, TRIG and ECHO.

1. VCC is a 5v power supply. This should come from the microcontroller
2. GND is a ground pin. Attach to ground on the microcontroller.
3. TRIG should be attached to a GPIO pin that can be set to HIGH
4. ECHO is a little more difficult. The HC-SR04 outputs 5v, which could destroy many microcontroller GPIO pins (the maximum allowed voltage varies). In order to step down the voltage use a single resistor or a voltage divider circuit. Once again this depends on the specific microcontroller you are using, you will need to find out its GPIO maximum voltage and make sure you are below that.

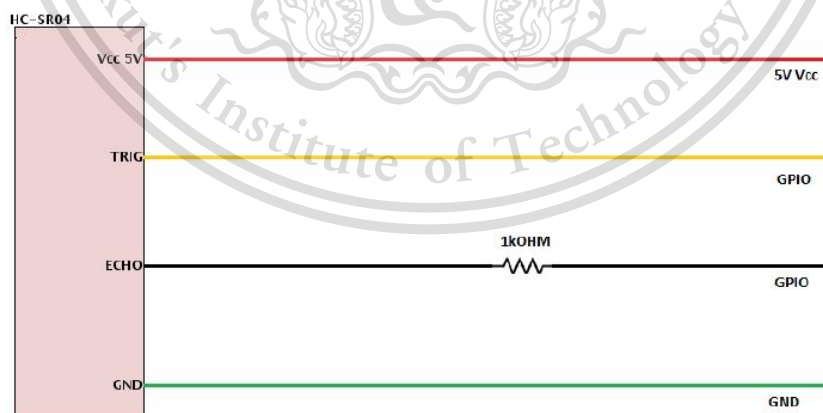


Figure 4

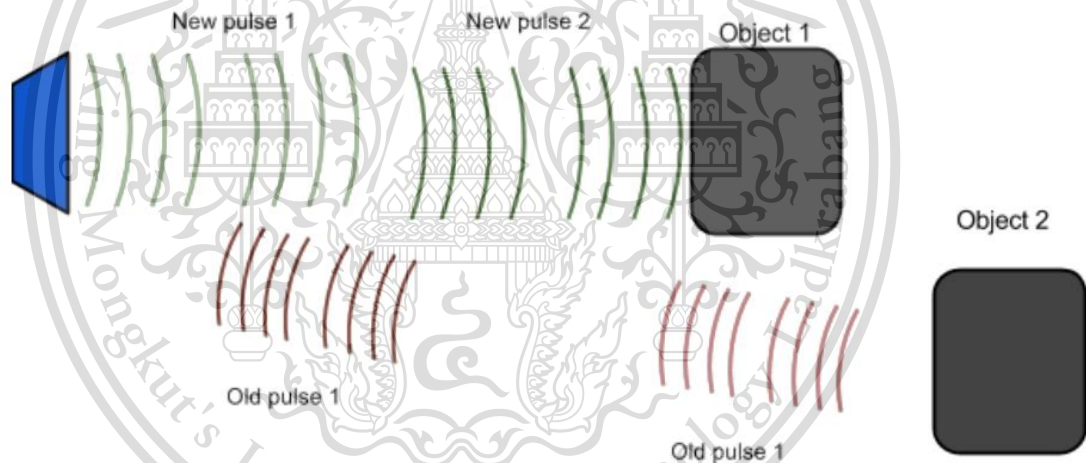
5. Errors and Bad Readings

Ultrasonic sensors are great sensors -- they work well for many applications where other types of sensors fall short. Unfortunately, they do have weaknesses. These weaknesses can be mitigated and worked around, but first they must be understood. The

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

first weakness is that they use sound. There is a limit to how fast ultrasonic sensors can get distance measurements. The longer the distance, the slower they are at reporting the distance. The second weakness comes from the way sound bounces off of objects. In enclosed spaces it is possible, if not probable that there will be unintended echos. The echos can very easily cause false short readings. In Figure 2 a pulse was sent out. It bounced off of object 1 and returned to the sensor. The distance was recorded and then a new pulse was sent. There was another object farther away, so that when the new pulse reaches object 1, the first signal will reach the sensor. This will cause the sensor to think that there is an object closer than is actually true. The old pulse is smaller than the new pulse because it has grown weaker. The longer the pulse exists the weaker it grows until it is negligible. If multiple sensors are being used, the number of echos will increase along with the number of errors. There are two main ways to reduce the number of errors. The first is to provide shielding around the sensor. This prevents echos coming in from angle outside what the sensor should actually pick up. The second is to reduce the frequency at which pulses are sent out. This gives more time for the echos to dissipate.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Works Cited

Source 1.

“HC-SR04 User's_Manual.” *docs.google*. Cytron Technologies, May 2013 Web. 5 Dec. 2009.

<https://docs.google.com/document/d/1Y-yZnNhMYy7rwhAgyL_pfa39RsB-x2qR4vP8saG73rE/edit>

Source 2.

“Attiny2313 Ultrasonic distance (HR-SR04) example.” *CircuitDB*. n.a. 7 Sept. 2014

Web. 5 Dec. 2014. <<http://www.circuitdb.com/?p=1162>>

Links

These are not formatted; you will need to copy and paste them into your web browser.

Want to learn about Ultrasonic Sensors in general?

<http://www.sensormag.com/sensors/acoustic-ultrasound/choosing-ultrasonic-sensor-proximity-or-distance-measurement-825>

All about the HC-SR04

- <http://www.circuitdb.com/?p=1162>
- <http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf>
- <http://randomnerdtutorials.com/complete-guide-for-ultrasonic-sensor-hc-sr04/>
- <http://www.ezdenki.com/ultrasonic.php>
(^fantastic tutorial, explains a lot of stuff)
- <http://www.elecrow.com/hcsr04-ultrasonic-ranging-sensor-p-316.html>
(^ this one has some cool charts)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

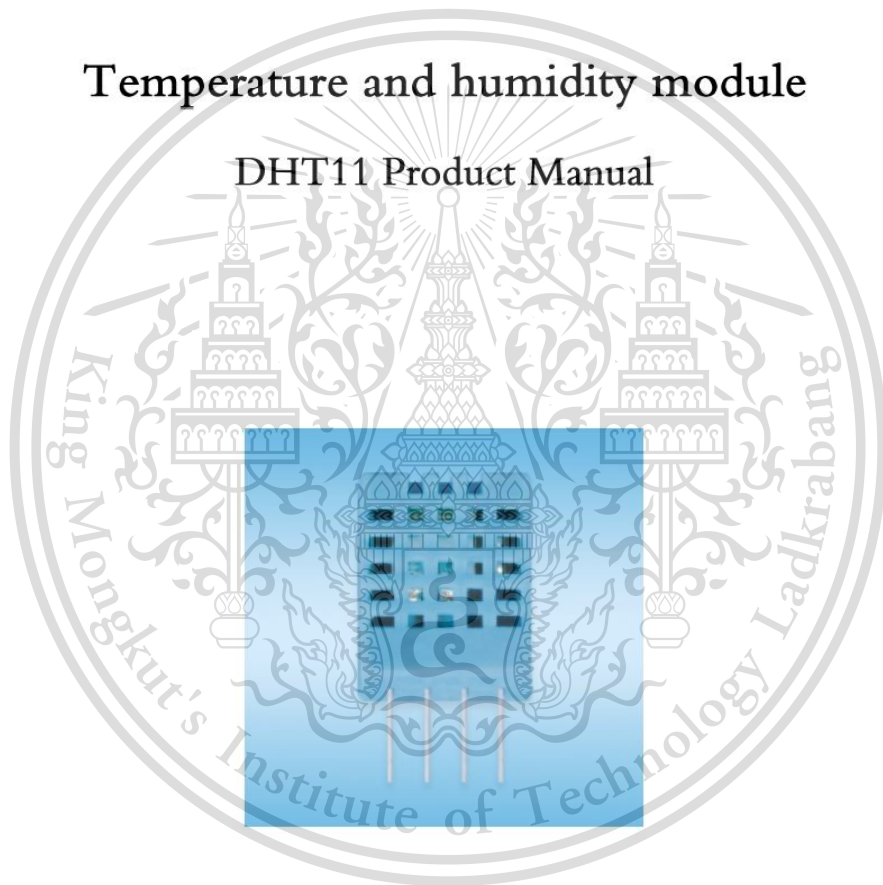
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

AOSONG

Temperature and humidity module

DHT11 Product Manual



www.aosong.com

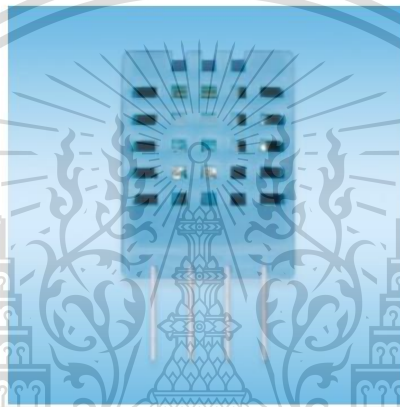
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังขอให้อัปเดตเสมอ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1、 Product Overview

DHT11 digital temperature and humidity sensor is a composite Sensor contains a calibrated digital signal output of the temperature and humidity. Application of a dedicated digital modules collection technology and the temperature and humidity sensing technology, to ensure that the product has high reliability and excellent long-term stability. The sensor includes a resistive sense of wet components and an NTC temperature measurement devices, and connected with a high-performance 8-bit microcontroller.



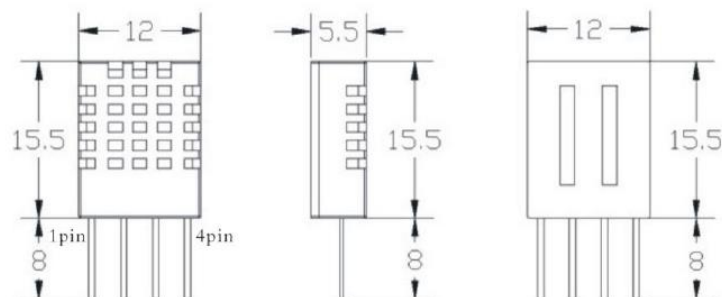
2、 Applications

HVAC, dehumidifier, testing and inspection equipment, consumer goods, automotive, automatic control, data loggers, weather stations, home appliances, humidity regulator, medical and other humidity measurement and control.

3、 Features

Low cost, long-term stability, relative humidity and temperature measurement, excellent quality, fast response, strong anti-interference ability, long distance signal transmission, digital signal output, and precise calibration.

4、 Dimensions (unit: mm)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5、Product parameters

Relative humidity

Resolution: 16Bit

Repeatability: $\pm 1\%$ RH

Accuracy: At 25°C $\pm 5\%$ RH

Interchangeability: fully interchangeable

Response time: 1 / e (63%) of 25°C 6s

1m / s air 6s

Hysteresis: $< \pm 0.3\%$ RH

Long-term stability: $< \pm 0.5\%$ RH / yr in

Temperature

Resolution: 16Bit

Repeatability: $\pm 0.2^\circ\text{C}$

Range: At 25°C $\pm 2^\circ\text{C}$

Response time: 1 / e (63%) 10S

Electrical Characteristics

Power supply: DC 3.5 ~ 5.5V

Supply Current: measurement 0.3mA standby 60 μ A

Sampling period: more than 2 seconds

Pin Description

1, the VDD power supply 3.5 ~ 5.5V.DC

2 DATA serial data, a single bus

3, NC, empty pin

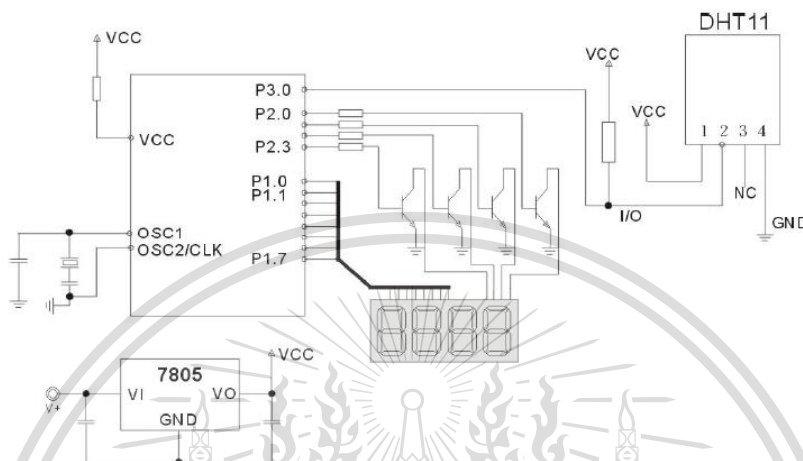
4, GND ground, the negative power

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Aosong(Guangzhou) Electronics Co.,Ltd. TEL: 020-36042809 / 36380552 www.aosong.com

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

6、Typical circuit



Microprocessor and DHT11 of connection typical application circuit as shown above, DATA pull the microprocessor I / O ports are connected.

1. Typical application circuit recommended in the short cable length of 20 meters on the 5.1K pull-up resistor, the resistance of greater than 20 meters under the pull-up resistor on the lower of the actual situation.
2. When using a 3.5V voltage supply cable length shall not be greater than 20cm. Otherwise, the line voltage drop will cause the sensor power supply shortage, caused by measurement error.
3. Each read out the temperature and humidity values are the results of the last measurement For real-time data, sequential read twice, but is not recommended to repeatedly read the sensors, each read sensor interval is greater than 5 seconds can be obtained accurate data.

7、Serial communication instructions (single-wire bi-directional)

◎Single bus Description

DHT11 uses a simplified single-bus communication. Single bus that only one data line, the system of data exchange, control by a single bus to complete. Device (master or slave) through an open-drain or tri-state port connected to the data line to allow the device does not send data to release the bus, while other devices use the bus; single bus usually require an external one about 5.1k Ω pull-up resistor, so that when the bus is idle, its status is high. Because they are the master-slave structure, and only when the host calls the slave, the slave can answer, the host access devices must strictly follow the single-bus sequence, if the chaotic sequence, the device will not respond to the host.

◎Single bus to transfer data defined

DATA For communication and synchronization between the microprocessor and DHT11, single-bus data format, a transmission of 40 data, the high first-out.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data format:

The 8bit humidity integer data + 8bit the Humidity decimal data +8 bit temperature integer data + 8bit fractional temperature data +8 bit parity bit.

◎Parity bit data definition

“8bit humidity integer data + 8bit humidity decimal data +8 bit temperature integer data + 8bit temperature fractional data” 8bit checksum is equal to the results of the last eight.

Example 1: 40 data is received:

<u>0011 0101</u>	<u>0000 0000</u>	<u>0001 1000</u>	<u>0000 0000</u>	<u>0100 1101</u>
High humidity 8	Low humidity 8	High temp. 8	Low temp. 8	Parity bit

Calculate:

$$0011\ 0101 + 0000\ 0000 + 0001\ 1000 + 0000\ 0000 = 0100\ 1101$$

Received data is correct:

Humidity: 0011 0101=35H=53%RH

Temperature: 0001 1000=18H=24°C

Example 2: 40 data is received:

<u>0011 0101</u>	<u>0000 0000</u>	<u>0001 1000</u>	<u>0000 0000</u>	<u>0100 1001</u>
High humidity 8	Low humidity 8	High temp. 8	Low temp. 8	Parity bit

Calculate:

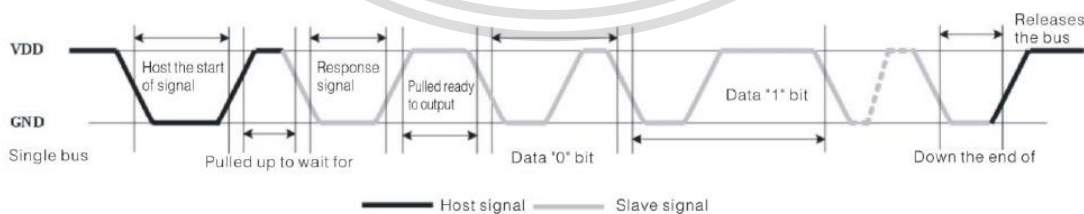
$$0011\ 0101 + 0000\ 0000 + 0001\ 1000 + 0000\ 0000 = 0100\ 1101$$

$$01001101 \neq 0100\ 1001$$

The received data is not correct, give up, to re-receive data.

◎Data Timing Diagram

User host (MCU) to send a signal, DHT11 converted from low-power mode to high-speed mode, until the host began to signal the end of the DHT11 send a response signal to send 40bit data, and trigger a letter collection. The signal is sent as shown.



Data Timing Diagram

Note: The host reads the temperature and humidity data from DHT11 always the last measured value, such as twice the measured interval of time is very long, continuous read twice to the second value of real-time temperature and humidity values.

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของ บริษัท ออซง อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด ห้ามมิให้ทำซ้ำหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

◎Peripherals read steps

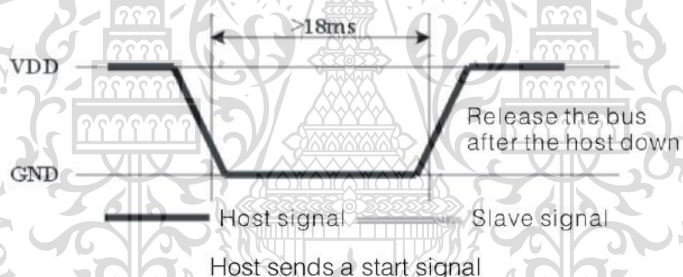
Communication between the master and slave can be done through the following steps (peripherals (such as microprocessors) read DHT11 the data of steps).

Step 1:

After power on DHT11 (DHT11 on after power to wait 1S across the unstable state during this period can not send any instruction), the test environment temperature and humidity data, and record the data, while DHT11 the DATA data lines pulled by pull-up resistor has been to maintain high; the DHT11 the DATA pin is in input state, the moment of detection of external signals.

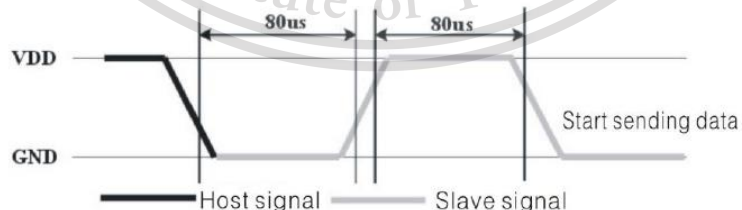
Step 2:

Microprocessor I / O set to output at the same time output low, and low hold time can not be less than 18ms, then the microprocessor I / O is set to input state, due to the pull-up resistor, a microprocessor/O DHT11 the DATA data lines also will be high, waiting DHT11 to answer signal, send the signal as shown:



Step 3:

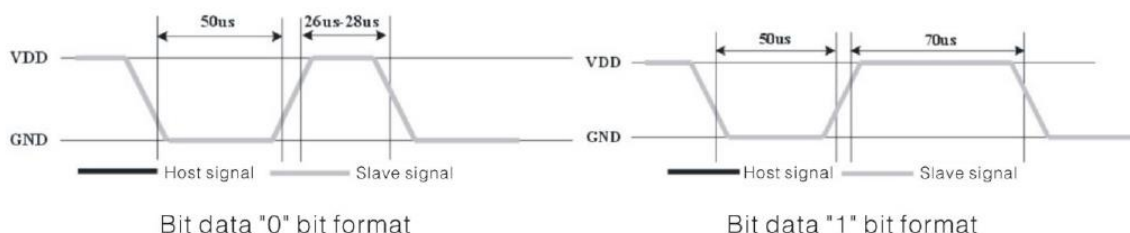
DATA pin is detected to an external signal of DHT11 low, waiting for external signal low end the delay DHT11 DATA pin in the output state, the output low of 80 microseconds as the response signal, followed by the output of 80 micro-seconds of high notification peripheral is ready to receive data, the microprocessor I / O at this time in the input state is detected the I / O low (DHT11 response signal), wait 80 microseconds high data receiving and sending signals as shown:



Step 4:

Output by DHT11 the DATA pin 40, the microprocessor receives 40 data bits of data "0" format: the low level of 50 microseconds and 26–28 microseconds according to the changes in the I / O level level, bit data "1" format: the high level of low plus, 50 microseconds to 70 microseconds. Bit data "0", "1" signal format as shown:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Bit data "0" bit format

Bit data "1" bit format

End signal:

Continue to output the low 50 microseconds after DHT11 the DATA pin output 40 data, and changed the input state, along with pull-up resistor goes high. But DHT11 internal re-test environmental temperature and humidity data, and record the data, waiting for the arrival of the external signal.

8、 Application of information

1. Work and storage conditions

Outside the sensor the proposed scope of work may lead to temporary drift of the signal up to 300%RH. Return to normal working conditions, sensor calibration status will slowly toward recovery. To speed up the recovery process may refer to "resume processing". Prolonged use of non-normal operating conditions, will accelerate the aging of the product.

Avoid placing the components on the long-term condensation and dry environment, as well as the following environment.

A, salt spray

B, acidic or oxidizing gases such as sulfur dioxide, hydrochloric acid

Recommended storage environment

Temperature: 10 ~ 40 °C Humidity: 60% RH or less

2. The impact of exposure to chemicals

The capacitive humidity sensor has a layer by chemical vapor interference, the proliferation of chemicals in the sensing layer may lead to drift and decreased sensitivity of the measured values. In a pure environment, contaminants will slowly be released. Resume processing as described below will accelerate this process. The high concentration of chemical pollution (such as ethanol) will lead to the complete damage of the sensitive layer of the sensor.

3. The temperature influence

Relative humidity of the gas to a large extent dependent on temperature. Therefore, in the measurement of humidity, should be to ensure that the work of the humidity sensor at the same temperature. With the release of heat of electronic components share a printed circuit board, the installation should be as far as possible the sensor away from the electronic components and mounted below the heat source, while maintaining good ventilation of the enclosure. To reduce the thermal conductivity sensor and printed circuit board copper plating should be the smallest possible, and leaving a gap between the two.

4. Light impact

Prolonged exposure to sunlight or strong ultraviolet radiation, and degrade performance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดเบี่ยงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Resume processing

Placed under extreme working conditions or chemical vapor sensor, which allows it to return to the status of calibration by the following handler. Maintain two hours in the humidity conditions of 45°C and <10% RH (dry); followed by 20–30°C and > 70% RH humidity conditions to maintain more than five hours.

6. Wiring precautions

The quality of the signal wire will affect the quality of the voltage output, it is recommended to use high quality shielded cable.

7. Welding information

Manual welding, in the maximum temperature of 300°C under the conditions of contact time shall be less than 3 seconds.

8. Product upgrades

Details, please the consultation Aosong electronics department.

9、 The license agreement

Without the prior written permission of the copyright holder, shall not in any form or by any means, electronic or mechanical (including photocopying), copy any part of this manual, nor shall its contents be communicated to a third party. The contents are subject to change without notice.

The Company and third parties have ownership of the software, the user may use only signed a contract or software license.

10、 Warnings and personal injury

This product is not applied to the safety or emergency stop devices, as well as the failure of the product may result in injury to any other application, unless a particular purpose or use authorized. Installation, handling, use or maintenance of the product refer to product data sheets and application notes. Failure to comply with this recommendation may result in death and serious personal injury. The Company will bear all damages resulting personal injury or death, and waive any claims that the resulting subsidiary company managers and employees and agents, distributors, etc. that may arise, including: a variety of costs, compensation costs, attorneys' fees, and so on.

11、 Quality Assurance

The company and its direct purchaser of the product quality guarantee period of three months (from the date of delivery). Publishes the technical specifications of the product data sheet shall prevail. Within the warranty period, the product was confirmed that the quality is really defective, the company will provide free repair or replacement. The user must satisfy the following conditions:

- ① The product is found defective within 14 days written notice to the Company;
- ② The product shall be paid by mail back to the company;
- ③ The product should be within the warranty period.

The Company is only responsible for those used in the occasion of the technical condition of the product defective product. Without any guarantee, warranty or written statement of its products used in special applications. Company for its products applied to the reliability of the product or circuit does not make any commitment.

Aosong(Guangzhou) Electronics Co.,Ltd. TEL: 020-36042809 / 36380552 www.aosong.com

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

0.333V Split core current transformer



model: SCT013

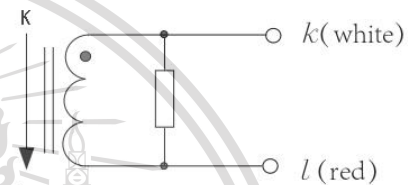
Characteristics:
 Split core, 0.333V output, Built-in with sampling resistance,
 leading wire 1 metre, standardΦ3.5 three core plug output,
 (Patent no.: ZL 2015 3 0060067.X)



Technical index:

- Suspended mounting, output with cable
- Operation temperature: -25 C ~ +70 C
- Storage temperature: -30 C ~ +90 C
- work voltage: ≤660V
- Work frequency: 50Hz-1KHz
- Dielectric strength: 3.5KV 50Hz 1min

Wiring schematic:



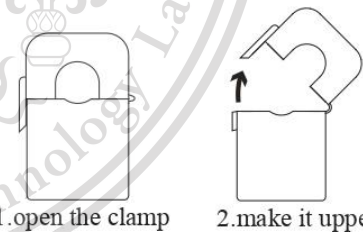
Technical Parameters table:

Rated Input(Effective value)	10 20 30 50 80 100 A
measurement range	20%~120% A
Rated output	0.333 V
Aaccuracy	1 %
Linearity	1 %
frequency	50~1K Hz
weight	50 g

Voltage output type : Built-in with sampling resistance
 Voltage output type : not allowed secondary short circuit.
 When the plug without audio frequency,
 the white line is the end of the same name

Installation Diagram

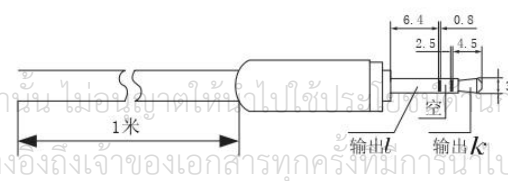
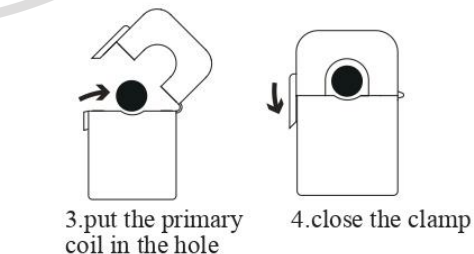
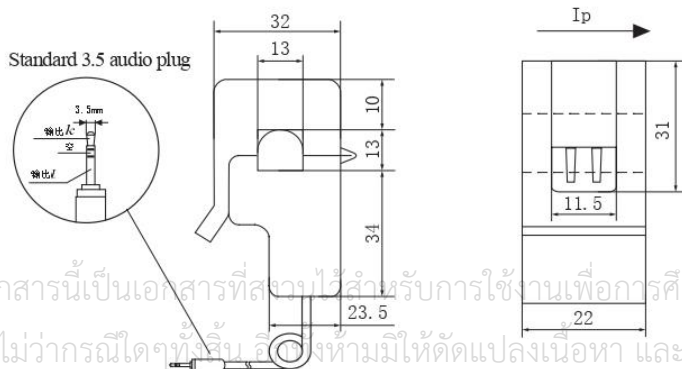
Primary coil through hole method



Order Format: model Input output Accuracy
 SCT013/xxA/0.333V/1%

Noted: The rated current ≤100A are the standard product

Outline size: (in:mm):

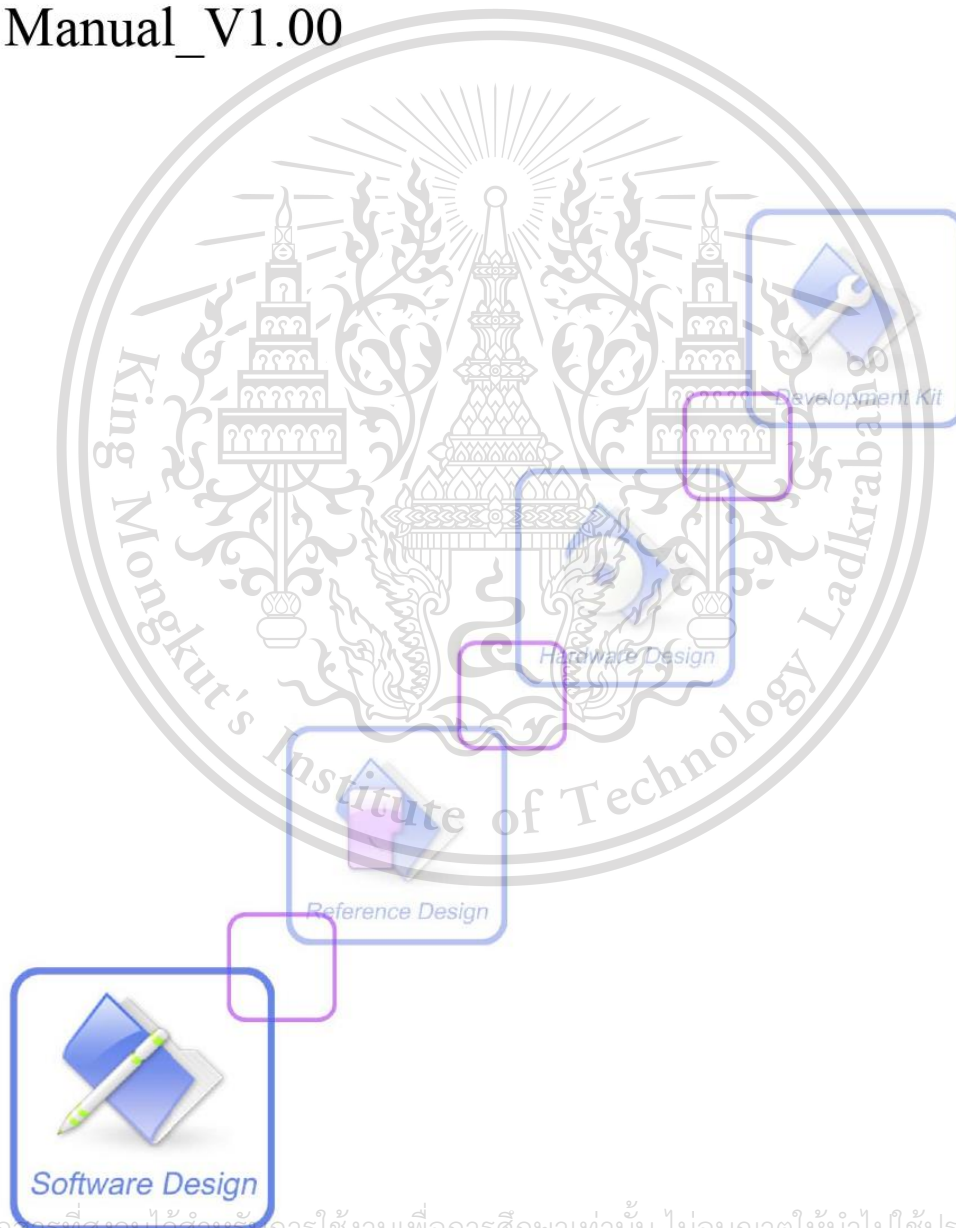


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.



SIM900_GSM Location AT Command Manual_V1.00



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Document Title:	SIM900 GSM Location AT Command Manual
Version:	1.00
Date:	2011-01-26
Status:	New
Document Control ID:	SIM900_GSM Location AT Command Manual_V1.00

General Notes

SIMCom offers this information as a service to its customers, to support application and engineering efforts that use the products designed by SIMCom. The information provided is based upon requirements specifically provided to SIMCom by the customers. SIMCom has not undertaken any independent search for additional relevant information, including any information that may be in the customer's possession. Furthermore, system validation of this product designed by SIMCom within a larger electronic system remains the responsibility of the customer or the customer's system integrator. All specifications supplied herein are subject to change.

Copyright

This document contains proprietary technical information which is the property of SIMCom Limited., copying of this document and giving it to others and the using or communication of the contents thereof, are forbidden without express authority. Offenders are liable to the payment of damages. All rights reserved in the event of grant of a patent or the registration of a utility model or design. All specification supplied herein are subject to change without notice at any time.

Copyright © Shanghai SIMCom Wireless Solutions Ltd. 2011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Version History

Version	Chapter	What is new
V1.00	Origin	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use. **10/17/2011**

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1 Introduction

This document presents the AT command of GSM location operation for SIM900. This document can apply to the same series of the modules which contain GSM location function, like SIM900, SIM900D, SIM900B and SIM900A.

1.1 Features

1.2 Reference

[1] SIM900 AT Commands Set



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use. 10/17/2011

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2 2 AT commands

2.1 AT+CIPGSMLOC

AT+CIPGSMLOC GSM Location and Time	
Test Command	Response
AT+CIPGSMLOC=?	+CIPGSMLOC: (1,2),(1-3) OK Parameter See Write Command
Write Command	Response
AT+CIPGSMLOC=<type>,<cid>	If <type>=1: +CIPGSMLOC:<locationcode>,<longitude>,<latitude>,<date>,<time> OK If <type>=2: +CIPGSMLOC:<locationcode>,<date>,<time> OK If error is related to ME functionality: +CME ERROR:<err>
Parameter	
<type>	1 View the longitude, latitude and time 2 View time
<cid>	network parameters, refer to AT+SAPBR
<locationcode>	0 Success If the operation failed, the location code is not 0, such as: 601 Network Error 602 No memory 603 DNS Error 604 Stack Busy 65535 Other Error
<longitude>	Current longitude in degrees
<latitude>	Current latitude in degrees
<date>	Format is YYYY/MM/DD, the time zone is GMT E.g. 2011/01/26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาใดๆที่ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


SIM900 GSM Location AT Command Manual

	<time> Format is hh/mm/ss,the time zone is GMT.E.g. 06:10:46
Reference	Note



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use. **SIM900_GSM Location AT Command Manual V1.00** 10/17/2011

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3 Examples

SIM900 GSM location module provides GSM location solution. The following is the examples for application.

3.1 Activate bearer profile

```
AT+SAPBR=3,1,"Contype","GPRS" //Set bearer parameter
```

OK

```
AT+SAPBR=3,1,"APN","CMNET"
```

OK

```
AT+SAPBR =1,1 // Activate bearer context
```

OK

```
AT+SAPBR=2,1
```

```
+SAPBR: 1,1,"10.89.193.1"
```

OK

3.2 Get location

```
AT+CIPGSMLOC=1,1
```

```
+CIPGSMLOC: 0,121.354848,31.221402,2011/01/26,02:41:06
```

OK

```
AT+CIPGSMLOC=2,1
```

```
+CIPGSMLOC: 0,2011/01/26,03:12:58
```

OK

3.3 Deactivate bearer profile

```
AT+SAPBR=0,1 // Deactivate bearer context
```

OK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SIM900 GSM Location AT Command Manual

Contact us:

Shanghai SIMCom Wireless Solutions Ltd

Addr: Building A, SIM Technology Building, No.633, Jinzhong Road, Changning District, Shanghai P.R. China 200355

Tel: +86 21 3252 3300

Fax: +86 21 3252 3301

URL: www.sim.com/wm



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use. **SIM900_GSM Location AT Command Manual_V1.00** 10/17/2011

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

NEO-6

u-blox 6 GPS Modules

Data Sheet

Abstract

Technical data sheet describing the cost effective, high-performance u-blox 6 based NEO-6 series of GPS modules, that brings the high performance of the u-blox 6 positioning engine to the miniature NEO form factor.

These receivers combine a high level of integration capability with flexible connectivity options in a small package. This makes them perfectly suited for mass-market end products with strict size and cost requirements.



16.0 x 12.2 x 2.4 mm

www.u-blox.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use 



2 Pin Definition

2.1 Pin assignment



Figure 2 Pin Assignment

No	Module	Name	I/O	Description
1	All	Reserved	I	Reserved
2	All	SS_N	I	SPI Slave Select
3	All	TIMEPULSE	O	Timepulse (1PPS)
4	All	EXTINT0	I	External Interrupt Pin
5	All	USB_DM	VO	USB Data
6	All	USB_DP	VO	USB Data
7	All	VDDUSB	I	USB Supply
8	All	Reserved		See Hardware Integration Manual Pin 8 and 9 must be connected together.
9	All	VCC_RF	O	Output Voltage RF section Pin 8 and 9 must be connected together.
10	All	GND	I	Ground
11	All	RF_IN	I	GPS signal input
12	All	GND	I	Ground
13	All	GND	I	Ground
14	All	MOSI/CFG_COM0	O/I	SPI MOSI / Configuration Pin. Leave open if not used.
15	All	MISO/CFG_COM1	I	SPI MISO / Configuration Pin. Leave open if not used.
16	All	CFG_GPS0/SCK	I	Power Mode Configuration Pin / SPI Clock. Leave open if not used.
17	All	Reserved	I	Reserved
18	All	SDA2	VO	DDC Data
19	All	SCL2	VO	DDC Clock
20	All	TxD1	O	Serial Port 1
21	All	RxD1	I	Serial Port 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

No	Module	Name	I/O	Description
22	All	V_BCKP	I	Backup voltage supply
23	All	VCC	I	Supply voltage
24	All	GND	I	Ground

Table 8: Pinout



Pins designated Reserved should not be used. For more information about Pinouts see the LEA-6/NEO-6/MAX-6 Hardware Integration Manual [1].



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.



3 Electrical specifications

3.1 Absolute maximum ratings

Parameter	Symbol	Module	Min	Max	Units	Condition
Power supply voltage	VCC	NEO-6G	-0.5	2.0	V	
		NEO-6Q, 6M, 6P, 6V, 6T	-0.5	3.6	V	
Backup battery voltage	V_BCKP	All	-0.5	3.6	V	
USB supply voltage	VDDUSB	All	-0.5	3.6	V	
Input pin voltage	Vin	All	-0.5	3.6	V	
	Vin_usb	All	-0.5	VDDU SB	V	
DC current through any digital I/O pin (except supplies)	I _{pin}			10	mA	
VCC_RF output current	I _{CC_RF}	All		100	mA	
Input power at RF_IN	Pr _{fin}	NEO-6Q, 6M, 6G, 6V, 6T		15	dBm	source impedance = 50Ω, continuous wave
		NEO-6P		-5	dBm	
Storage temperature	T _{stg}	All	-40	85	°C	

Table 9: Absolute maximum ratings



GPS receivers are Electrostatic Sensitive Devices (ESD) and require special precautions when handling. For more information see chapter 6.4.



Stressing the device beyond the "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage. These are stress ratings only. The product is not protected against overvoltage or reversed voltages. If necessary, voltage spikes exceeding the power supply voltage specification, given in table above, must be limited to values within the specified boundaries by using appropriate protection diodes. For more information see the *LEA-6/NEO-6/MAX-6 Hardware Integration Manual* [1].

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.



3.2 Operating conditions



All specifications are at an ambient temperature of 25°C.

Parameter	Symbol	Module	Min	Typ	Max	Units	Condition
Power supply voltage	VCC	NEO-6G	1.75	1.8	1.95	V	
		NEO-6Q/M	2.7	3.0	3.6	V	
		NEO-6P/V/T					
Supply voltage USB	VDDUSB	All	3.0	3.3	3.6	V	
Backup battery voltage	V_BCKP	All	1.4		3.6	V	
Backup battery current	I_BCKP	All		22		µA	V_BCKP = 1.8 V, VCC = 0V
Input pin voltage range	V _{in}	All	0		VCC	V	
Digital IO Pin Low level input voltage	V _{il}	All	0		0.2*VCC	V	
Digital IO Pin High level input voltage	V _{ih}	All	0.7*VCC		VCC	V	
Digital IO Pin Low level output voltage	V _{ol}	All			0.4	V	I _{ol} =4mA
Digital IO Pin High level output voltage	V _{oh}	All	VCC - 0.4			V	I _{oh} =4mA
USB_DM, USB_DP	V _{inU}	All	Compatible with USB with 22 Ohms series resistance				
VCC_RF voltage	VCC_RF	All		VCC-0.1		V	
VCC_RF output current	ICC_RF	All			50	mA	
Antenna gain	G _{ant}	All			50	dB	
Receiver Chain Noise Figure	NF _{tot}	All		3.0		dB	
Operating temperature	Topr	All	-40		85	°C	

Table 10: Operating conditions



Operation beyond the specified operating conditions can affect device reliability.

3.3 Indicative power requirements

Table 11 lists examples of the total system supply current for a possible application.

Parameter	Symbol	Module	Min	Typ	Max	Units	Condition	
Max. supply current ¹⁵	I _{ccp}	All			67	mA	VCC = 3.6 V ¹⁶ / 1.95 V ¹⁷	
		I _{cc} Acquisition	All	47 ¹⁹			mA	
		I _{cc} Tracking (Max Performance mode)	NEO-6G/Q/T NEO-6M/P/V	40 ²⁰ 39 ²⁰			mA	
Average supply current ¹⁸	I _{cc}	NEO-6G/Q/T		38 ²⁰		mA	VCC = 3.0 V ¹⁶ / 1.8 V ¹⁷	
		NEO-6M/P/V		37 ²⁰		mA		
		NEO-6G/Q		12 ²⁰		mA		
I _{cc} Tracking (Power Save mode / 1 Hz)	NEO-6M		11 ²⁰		mA			

Table 11: Indicative power requirements



Values in Table 11 are provided for customer information only as an example of typical power requirements. Values are characterized on samples, actual power requirements can vary depending on FW version used, external circuitry, number of SVs tracked, signal strength, type of start as well as time, duration and conditions of test.

¹⁵ Use this figure to dimension maximum current capability of power supply. Measurement of this parameter with 1 Hz bandwidth.

¹⁶ NEO-6Q, NEO-6M, NEO-6P, NEO-6V, NEO-6T

¹⁷ NEO-6G

¹⁸ Use this figure to determine required battery capacity.

¹⁹ >8 SVs in view, C_{No} >40 dBHz, current average of 30 sec after cold start.

²⁰ With strong signals, all orbits available. For Cold Starts typical 12 min after first fix. For Hot Starts typical 15 s after first fix.



3.4 SPI timing diagrams

In order to avoid a faulty usage of the SPI, the user needs to comply with certain timing conditions. The following signals need to be considered for timing constraints:

Symbol	Description
SS_N	Slave Select signal
SCK	Slave Clock signal

Table 12: Symbol description

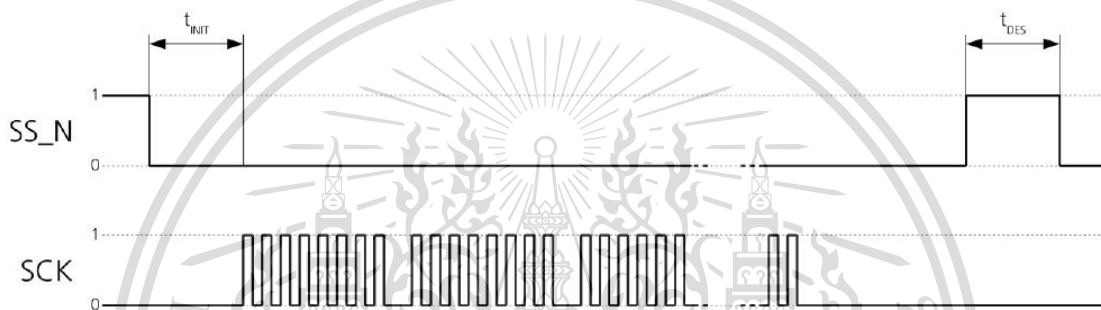


Figure 3: SPI timing diagram

3.4.1 Timing recommendations

Parameter	Description	Recommendation
t_{INIT}	Initialization Time	500 μ s
t_{DES}	Deselect Time	1 ms
Bitrate		100 kbit/s

Table 13: SPI timing recommendations

The values in the above table result from the requirement of an error-free transmission. By allowing just a few errors, the byte rate could be increased considerably. These timings – and therefore the byte rate – could also be improved by disabling other interfaces, e.g. the UART.

The maximum bandwidth is 100 kbit/s²¹.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.



4 Mechanical specifications

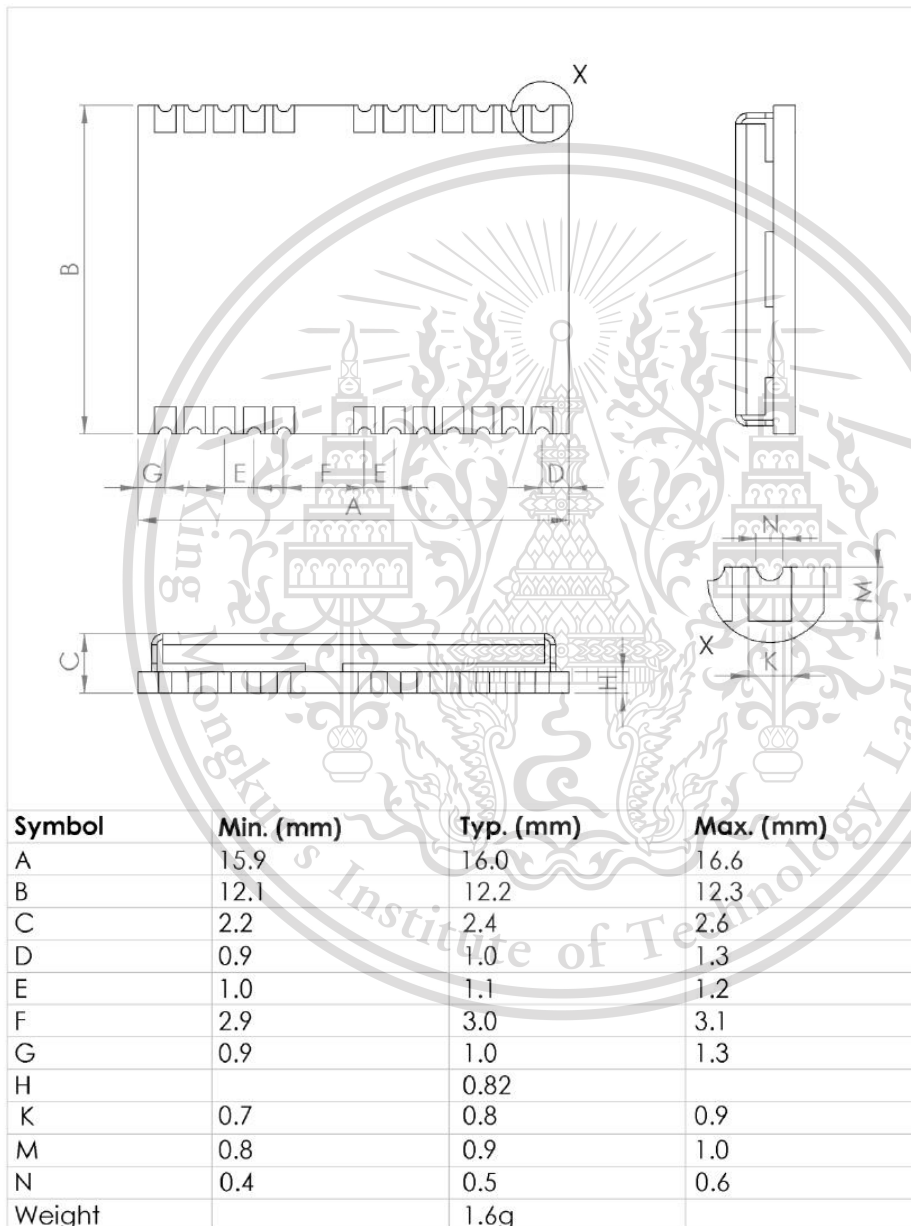


Figure 4: Dimensions



For information regarding the Paste Mask and Footprint see the LEA-6/NEO-6/MAX-6 Hardware Integration Manual [1].

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

ประวัติผู้เขียน



นายภูวนัฎฐ์ สุริเดชชัยพัฒน์ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



นางสาววรรณภา วรรณพงษ์ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



นายวัชริศ สุนวนงศ์ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



นายวิศิษฐ์ หลงสีดา นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.