การตรวจสอบแรงดันแบตเตอรี่ภายในสถานีไฟฟ้าด้วยอาดุยโนไมโครคอนโทรลเลอร์

THE INVESTIGATED OF VOLTAGE BATTERY IN SUBSTATION BY ARDUINO MICROCONTROLLER

พรนัชชา เสือไพร

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE INVESTIGATED OF VOLTAGE BATTERY IN SUBSTATION BY ARDUINO MICROCONTROLLER

PORNNATCHA SUAPRAI

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
(APPLIED PHYSICS)
DEPARTMENT OF PHYSICS, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การตรวจสอบแรงดันแบตเตอรี่ภายในสถานีไฟฟ้าด้วยอาดุยโนไมโครคอนโทรลเลอร์ The Investigated of Voltage Battery in Substation by Arduino Microcontroller
ชื่อนักศึกษา	นางสาวพรนัชชา เสือไพร รหัสนักศึกษา 58051101
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชา	ฟิสิกส์
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.วิฑูรย์ ยินดีสุข

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
อ. สุรชาติ กมลดิลก ประธานกรรมการ	
อ. ธรรมรัตน์ แต่งตั้ง กรรมการ	
ดร. วิฑูรย์ ยินดีสุข กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ การตรวจสอบแรงดันแบตเตอรี่ภายในสถานีไฟฟ้าด้วยอาดุยโนไมโครคอนโทรลเลอร์
ชื่อนักศึกษา นางสาวพรนัชชา เสือไพร รหัสนักศึกษา 58051101
ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชา ฟิสิกส์
คณะ วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา 2561
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.วิฑูรย์ ยินดีสุข

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ออกแบบระบบควบคุมแบตเตอรี่ภายในสถานีไฟฟ้านวนคร 4 ใช้ระบบการควบคุมด้วยอาดุยโนร่วมกับ nodeMCU โดยจะแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชั่นไลน์ และจอแสดงผลแบบแอคทีฟแมตทริกซ์ ทุก ๆ 1 ชั่วโมง เมื่อเซลล์แบตเตอรี่แต่ละเซลล์มีค่าแรงดันต่ำกว่า 2.0 VDC โดยการวิจัยนี้จะทำการวัดเปรียบเทียบค่าแรงดันกับมัลติมิเตอร์ จากการวิจัย พบว่า ค่าแรงดันจากแอปพลิเคชั่นไลน์ มีค่าแรงดันเฉลี่ย 2.213 V/Cell มีความคลาดเคลื่อน 1.82% ค่าแรงดันจากจอแสดงผลแบบแอคทีฟแมตทริกซ์ มีค่าแรงดันเฉลี่ย 2.210 V/Cell มีความคลาดเคลื่อน 1.95% และค่าแรงดันจากมัลติมิเตอร์ มีค่าแรงดันเฉลี่ย 2.235 V/Cell มีความคลาดเคลื่อน 0.84% การแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชั่นไลน์ และจอแสดงผลแบบแอคทีฟแมตทริกซ์ สามารถแจ้งเตือนค่าแรงดันได้ตามเงื่อนไข ซึ่งค่าแรงดันที่แจ้งเตือนมีค่าใกล้เคียงกับค่าแรงดันจากมัลติมิเตอร์

คำสำคัญ : ค่าแรงดัน แบตเตอรี่ มัลติมิเตอร์ แอปพลิเคชั่นไลน์ จอแสดงผลแบบแอคทีฟแมตทริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	The Investigated of Voltage Battery in Substation by Arduino Microcontroller
Students	Miss Pornnatcha Suaprai Student ID 58051101
Degree	Bachelor of Science (Applied Physics)
Department	Physics
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2018
Advisor	Dr.Witoon Yindeesuk

Abstract

This research was to design the control system of the battery within the Nava-Nakorn-4 power station. The system used Arduino with node MCU. The voltages are shown on LINE App and TFT LCD every 1 hour when battery cells have the voltages lower than 2.0 VDC. This experiment measured the voltage compared to a multimeter. The results showed that the voltages received from the LINE App had an average voltage of 2.213 V/Cell with an error value of 1.82%. The voltages from TFT LCD had an average voltage of 2.210 V/Cell with an error value of 1.95%. The voltages from the multimeter had an average voltage of 2.235 V/Cell with an error value of 0.84%. The LINE App and TFT LCD can alert the voltages according to the condition, which the voltages of the alert were close to the voltages from the multimeter.

Keywords : Battery Cells , LINE App , Multimeter , TFT LCD , Voltage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ของ บุคคลหลายท่าน ซึ่งไม่อาจจะนำมากล่าวได้ทั้งหมด ซึ่งผู้มีพระคุณท่านแรกที่ผู้ศึกษาขอกราบพระคุณ คือ ดร.วิฑูรย์ ยินดีสุข ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ได้ให้คำปรึกษา เสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี นายวีรยุทธ ไตยครองธรรม หัวหน้าสถานีไฟฟ้านวนคร 4 กฟภ. ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทำงานวิจัย นายสุรกานต์ หอมสมบัติ ประธานบริษัท STC จำกัด ผู้ให้ความอนุเคราะห์ประสานงานโครงการนวัตกรรมของกฟภ. และสถานีไฟฟ้านวนคร 4 กฟภ. สถานีที่ทำการวิจัยฉบับนี้ ผู้ทำวิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์สุรชาติ กมลดิลก ที่ให้เกียรติมาเป็นประธานกรรมการ ดร.วิฑูรย์ ยินดีสุข และอาจารย์ธรรมรัตน์ แต่งตั้ง ที่ให้เกียรติมาเป็นคณะกรรมการการคุมสอบ พร้อมทั้งให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัยฉบับนี้ ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ ห้องปฏิบัติการ 315 ที่คอยให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่อยู่เบื้องหลังในความสำเร็จ และให้ความช่วยเหลือสนับสนุนในด้านต่าง ๆ และกำลังใจตลอดมา

และขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนร่วมทุกคน ซึ่งผู้ทำการวิจัย มิอาจกล่าวรายนามได้ทั้งหมด ที่มีส่วนช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

พรนัชชา เสือไพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญรูป ..... ช
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ 1
1.3 ขอบเขต 1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 1
1.5 ระยะเวลาการดำเนินการ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 Arduino Microcontroller 3
2.1.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) 3
2.1.2 ซอฟต์แวร์(Software) 3
2.2 NodeMCU 3
2.3 Arduino Micro SD Card 4
2.4 Battery Charger 4
2.4.1 Inverter 6
2.5 TFT LCD Touch Display 6
2.6 วงจรแบ่งแรงดัน (Voltage Divider Circuit) 6
2.6.1 วงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด (Unloaded Voltage Divider) 7
2.7 LINE Notify 8
2.7.1 การขอ Token ของ LINE notify 8
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 11
3.1 ออกแบบวงจรและโปรแกรมคำสั่ง 11
3.1.1 การออกแบบวงจร 11
3.1.2 การออกแบบโปรแกรมคำสั่ง 14
3.1.3 การทำงานของหน้าจอ TFT LCD 15
3.2 อุปกรณ์ 15
3.3 วิธีการทดลอง 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 17

4.1 ตารางบันทึกผลการทดลอง 17

4.1.1 ผลการทดลองค่าแรงดันจาก LINE Notify 17

4.1.2 ผลการทดลองค่าแรงดันจากจอ TFT LCD 18

4.1.3 ผลการทดลองค่าแรงดันจากมัลติมิเตอร์ 19

4.1.4 ผลการทดลองค่าแรงดันเซลล์ที่ 11 จากมัลติมิเตอร์, Line Notify และจอ TFT LCD เมื่อแบตเตอรี่มีค่าต่ำกว่า 2.0 V 20

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 25

5.1 สรุปผลการวิจัย 25

5.2 ข้อเสนอแนะ 25

เอกสารอ้างอิง 26

ภาคผนวก 27

ภาคผนวก ก ฟังก์ชั่นของการทำงานของหน้าจอ TFT LCD 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 ตารางบันทึกผลค่าแรงดันเซลล์ที่ 11 เมื่อแบตเตอรี่มีค่าต่ำกว่า 2.0 V 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 NodeMCU (ESP-12E) 4
2.2 แผงผังบอร์ด Arduino Micro SD Card 4
2.3 ไดอะแกรมการชาร์ตแบตเตอรี่ 5
2.4 แบตเตอรี่ชาร์ตเจอร์ 5
2.5 จอ TFT LCD Touch Display 6
2.6 วงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด 7
2.7 การ Login ขอ LINE Notify 8
2.8 การเลือกคำสั่งเพื่อไปยังหน้าของตนเอง 9
2.9 การออก Token 9
2.10 การกำหนดชื่อ Token และเลือกการแจ้งเตือน 9
2.11 การขอ Token สำเร็จ 10
3.1 วงจรของไอซี MCP3208 และ Cell Battery 11
3.2 วงจร ESP8266 12
3.3 วงจร Arduino Micro SD Card 12
3.4 วงจร Power Supply 12
3.5 การติดตั้งแผงอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบ 13
3.6 แผงอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบ 13
3.7 ไดอะแกรมการทำงานของระบบ 14
3.8 การตั้งค่าตามฟังก์ชั่น 15
3.9 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ทดลอง 16
4.1 กราฟแท่งแสดงค่าแรงดันจาก LINE Notify กับ Cell Battery 17
4.2 กราฟแท่งแสดงค่าแรงดันจากจอ TFT LCD กับ Cell Battery 18
4.3 กราฟแท่งแสดงค่าแรงดันจากมัลติมิเตอร์กับ Cell Battery 19
4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันจาก LINE Notify กับเวลา 21
4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันจากจอ TFT LCD กับเวลา 21
4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันจากมัลติมิเตอร์กับเวลา 22
4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันจากมัลติมิเตอร์, Line Notify และจอ TFT LCD กับเวลา 22
4.8 การแจ้งเตือนค่าแรงดันจาก LINE Notify 23
4.9 การแจ้งเตือนค่าแรงดันจากจอ TFT LCD 24
4.10 การวัดค่าแรงดันจากมัลติมิเตอร์ 24
5.1 TFT LCD Mega Shield 25
ก.1 การตั้งค่าจำนวนเซลล์ที่ต้องการวัด 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

ก.2 การตั้งแรงดันตามที่ต้องการให้แจ้งเตือนของแต่ละเซลล์ 28
ก.3 การตั้งแรงดันรวมตามที่ต้องการให้แจ้งเตือน 29
ก.4 การตั้งค่าเวลาแจ้งเตือน 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากการตรวจสอบการทำงานของแบตเตอรี่ภายในสถานีไฟฟ้าจะต้องใช้บุคคลากรในองค์กรลงไปตรวจสอบ ซึ่งจะต้องใช้เวลาในการตรวจสอบแรงดันของแบตเตอรี่เป็นจำนวนบ่อยครั้ง ทำให้มีการเสียงบประมาณในการตรวจสอบ จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น จึงได้ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นชุดเก็บข้อมูลคำสั่งในการตรวจสอบแรงดันของแบตเตอรี่ โดยมี NodeMCU ESP8266 เป็นตัวเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต Wi-Fi ในการแจ้งเตือนข้อมูลหลังจากการตรวจสอบ

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source มีทั้ง Hardware และ Software ซึ่งตัวบอร์ดถูกออกแบบมาให้สะดวกต่อการใช้งาน สามารถนำมาประยุกต์ให้ตรงกับความต้องการการใช้งานได้ และ Arduino มี Cross Platform ที่สามารถพัฒนาร่วมกับโปรแกรม Operating System (OS) ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ โดยในการทดลองนี้ ได้นำ NodeMCU ESP8266 ที่มีลักษณะคล้ายกับ Arduino คือ มีพอร์ต Input Output built-in ในตัวบอร์ด ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมคอนโทรลอุปกรณ์ I/O ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่น ๆ ทำให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแจ้งเตือนผ่านทาง LINE Notify

ดังนั้น การใช้โปรแกรม Arduino IDE มาประยุกต์ในการออกแบบระบบควบคุมการตรวจสอบแรงดันของแบตเตอรี่ จะช่วยลดการใช้บุคลากร เวลา และงบประมาณ ที่ใช้ในการตรวจสอบในแต่ละครั้งได้ และช่วยลดความเสี่ยงต่อสุขภาพของบุคลากรต่อการสัมผัสสารเคมีภายในสถานีจ่ายไฟได้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เพื่อศึกษาการใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการตรวจสอบการทำงาน
2) เพื่อตรวจสอบการทำงานของแบตเตอรี่จากสถานีไฟฟ้าผ่านอินเตอร์เน็ต
3) สามารถแก้ไขปัญหาการทำงานของแบตเตอรี่ ในกรณีเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินได้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1) บันทึกผลการตรวจสอบการทำงานของแบตเตอรี่จากสถานีไฟฟ้า
2) พัฒนาการตรวจสอบการทำงานของแบตเตอรี่จากสถานีไฟฟ้า

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถแก้เหตุการณ์ฉุกเฉินของการทำงานแบตเตอรี่ได้
2) ป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์ ภายในสถานีจ่ายไฟฟ้า
3) เข้าใจการใช้โปรแกรม Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ระยะเวลาการดำเนินงาน

กิจกรรม	ระยะเวลา									
	ส.ค. 2561	ก.ย.2561	ต.ค.2561	พ.ย.2561	ธ.ค.2561	ม.ค.2562	ก.พ.2562	มี.ค.2562	เม.ย.2562	พ.ค.2562
ศึกษาโปรแกรม Arduino เบื้องต้น	←	—	—	→						
ศึกษา Code ที่ใช้ในการควบคุม				←	—	→				
ติดตั้งอุปกรณ์การทดสอบ							←	—	→	
ทดลองอุปกรณ์							←	—	—	→
พัฒนาประสิทธิภาพการตรวจสอบ								←	—	→
เก็บข้อมูลเขียนบริญญานิพนธ์								←	—	→

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Arduino Microcontroller

เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดแบบสำเร็จรูปในยุคปัจจุบัน ซึ่งถูกสร้างมาจาก Controller ตระกูล ARM ของ ATMEL ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด แบบ Open Source ที่สามารถพัฒนาต่อเป็นอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ และความสามารถในการเพิ่ม Boot Loader เข้าไปที่ตัว ARM จึงทำให้การอัปโหลดคำสั่งของโปรแกรมเข้าตัวบอร์ดทำได้ง่ายขึ้น และยังมีการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการควบคุมตัวบอร์ดของ Arduino มีลักษณะเป็นภาษา C++ ที่สามารถใช้งานตัวบอร์ดได้โดยนำโมดูลมาต่อเพิ่มเป็นการเพิ่มความสามารถในการใช้งาน แบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วน ดังนี้

2.1.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

เป็นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นชิ้นส่วนหลัก ประกอบร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน ซึ่งมีหลายรุ่นให้เลือกใช้ตามความเหมาะสม ของงาน โดยในแต่ละรุ่นอาจมีความแตกต่างกัน ในเรื่องของขนาดของบอร์ด หรือสเปค เช่น จำนวนของขารับส่งสัญญาณ, แรงดันไฟที่ใช้, ประสิทธิภาพ ของ MCU เป็นต้น

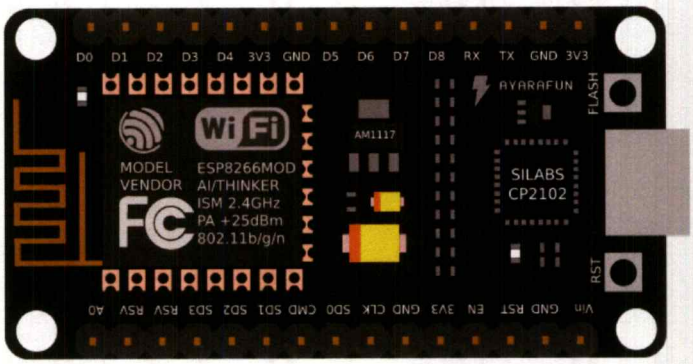
2.1.2 ซอฟต์แวร์(Software)

ภาษาที่ใช้เขียนโค้ดควบคุมบอร์ด Arduino เป็นภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมที่มีไวยากรณ์ แบบเดียวกับ ภาษา C/C++ Arduino IDE เป็นเครื่องมือสำหรับเขียนโค้ดโปรแกรม การคอมไพล์โปรแกรม (การแปลงไฟล์ ภาษาซีให้เป็นภาษาเครื่อง) และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด

2.2 NodeMCU

เป็นแพลตฟอร์มที่ใช้ในการสร้างโปรเจค Internet of Things (IoT) ประกอบไปด้วย Development Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware (Software บนบอร์ด) ที่เป็น open source มาพร้อมกับโมดูล Wi-Fi (ESP8266) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ต ตัวโมดูล ESP8266 มีหลายรุ่น NodeMCU มีลักษณะคล้ายกับ Arduino ตรงที่มีพอร์ต Input Output built-in มาในตัว สามารถเขียนโปรแกรมคอนโทรลอุปกรณ์ I/O ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่น ๆ และมีการพัฒนาให้ Arduino IDE ใช้งานร่วมกับ NodeMCU ได้ ทำให้สามารถใช้งานได้หลากหลาย NodeMCU สามารถทำเกี่ยวกับ IoT เช่น การทำ Web Server ขนาดเล็ก การควบคุมการเปิด-ปิดไฟผ่าน Wi-Fi และอื่น ๆ อีกมากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

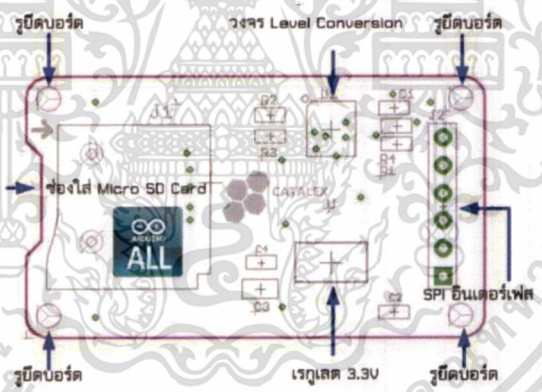


รูปที่ 2.1 NodeMCU (ESP-12E)

ที่มา http : www.arduinoall.net

2.3 Arduino Micro SD Card

เป็นโมดูลสำหรับบันทึกข้อมูลลง Micro SD Card โดย Micro SD Card Module ทำหน้าที่บันทึกข้อมูลลง SD Card เก็บ Data logger โดยใช้ร่วมกับ Arduino มี library มาตรฐานพร้อมใช้งาน ซึ่งรับแรงดัน Input DC 5V และ 3V มีอินเตอร์เฟสแบบ SPI โดยทำงานผ่าน Pin MOSI, SCK , MISO, CS



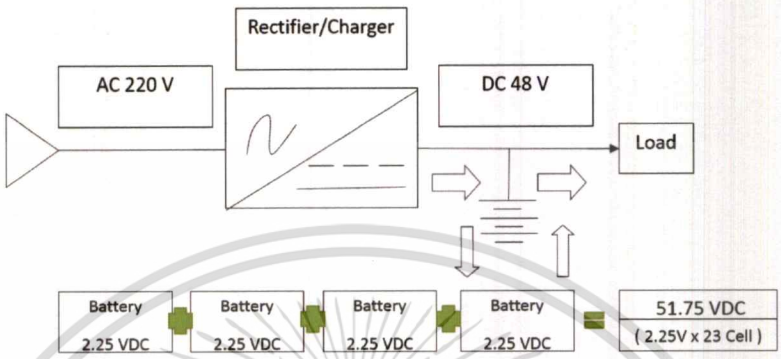
รูปที่ 2.2 แผงผังบอร์ด Arduino Micro SD Card

ที่มา http : www.arduinoall.com

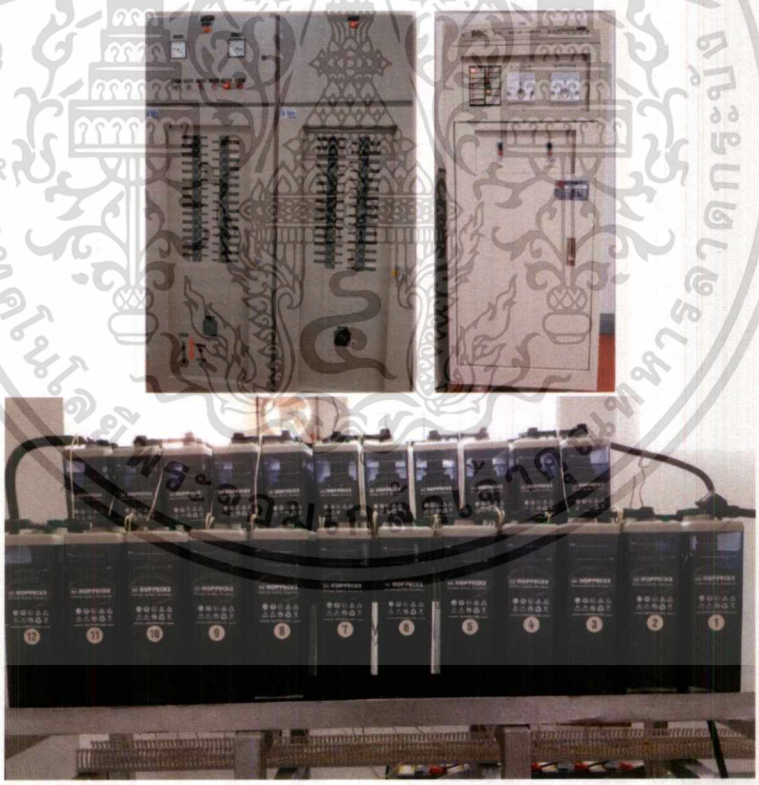
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 Battery Charger

เป็นอุปกรณ์สำหรับประจุไฟให้กับแบตเตอรี่ โดยจะทำหน้าที่เปลี่ยนกระแสไฟกระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง และนำไปประจุหรือกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาเคมีให้กลายเป็นกำลังงานไฟฟ้าสะสมในแบตเตอรี่



รูปที่ 2.3 ไดอะแกรมการชาร์ตแบตเตอรี่



รูปที่ 2.4 แบตเตอรี่ชาร์ตเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

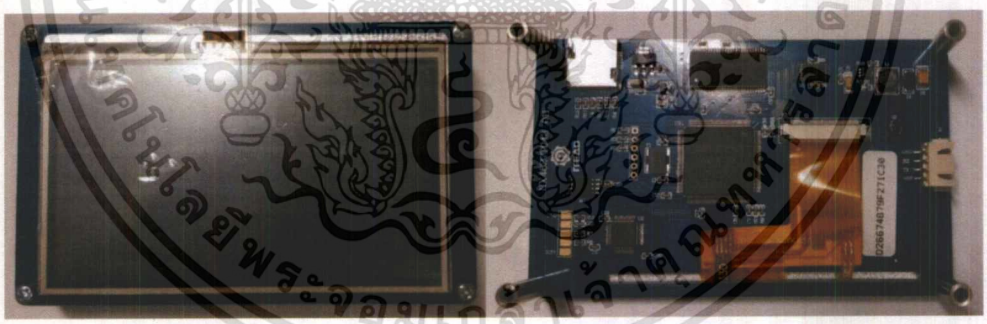
2.4.1 Inverter

เป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าตรงเป็นกระแสไฟฟ้าสลับ โดยไฟฟ้ากระแสตรงที่จะนำมาทำการเปลี่ยนนั้นมาจากแบตเตอรี่เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงหรือแผงโซล่าเซลล์ ไฟฟ้ากระแสสลับจะเหมือนกับไฟฟ้าที่ได้จากปลั๊กไฟตามบ้าน โดยอินเวอร์เตอร์จะจ่ายไฟเข้ามาเลี้ยงเฉพาะอุปกรณ์ไฟฟ้าชั่วขณะ เช่น พวกเครื่องมือวัด, รีเลย์ต่าง ๆ และอุปกรณ์ทั้งหมดที่เกี่ยวกับควบคุมการจ่ายไฟฟ้า เพื่อให้สามารถใช้งานได้ปกติ

2.5 TFT LCD Touch Display

TFT LCD Touch Display หรือ Thin Film Transistor Liquid Crystal Touch Display เป็นหน้าจอที่มีการตอบสนองต่อการแสดงผลที่ค่อนข้างไว ประมวลผลการทำงานรวดเร็ว ทำให้การแสดงผลมีความคมชัด โดยหน้าจอแบบ TFT LCD มักจะนำไปใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เช่น Notebook, PDA, กล้องดิจิตอล รวมถึงโทรศัพท์มือถือหลายรุ่น แต่ข้อเสียของหน้าจอ TFT LCD คือจะใช้ไฟฟ้าค่อนข้างมาก จะต้องมีแบตเตอรี่ที่มีค่าความจุของกระแสไฟฟ้าสูง ๆ ไว้รองรับ ซึ่งการใช้งานจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ เป็นจอแสดงผลอย่างเดียว (Universal TFT : UTFT) และเป็น Touch Screen

โดยการทำงานของจอแสดงผลจะต้องใช้ Controller Chip ที่ใช้ในการสื่อสารแบบ SPI (Serial Peripheral Interface) ซึ่งการสื่อสารแบบ SPI จะมีขานี้เป็นมาตรฐานของบอร์ด Arduino และเรียกใช้งานคำสั่งจาก Library



รูปที่ 2.5 จอ TFT LCD Touch Display

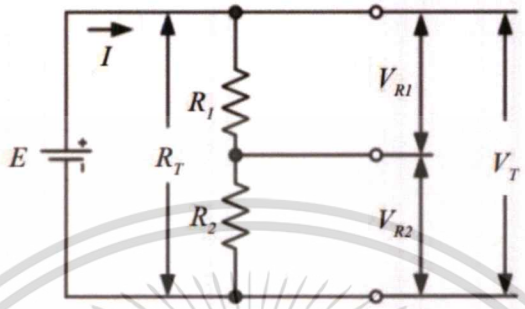
2.6 วงจรแบ่งแรงดัน (Voltage Divider Circuit)

เป็นวงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 2 ตัว ขึ้นไปต่ออนุกรม (Series) อยู่ระหว่างแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า (Power Supply) ซึ่งค่าความต้านทานในวงจร จะทำหน้าที่แบ่งแรงดันไฟฟ้าในวงจร โดยทั่วไปวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าพัฒนามาจากกฎของโอห์ม โดยการคิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว จะใช้วิธีของวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า ซึ่งจะรวดเร็วและสะดวกกว่ากฎของโอห์ม วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ วงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด และวงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลด

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่ว่าส่วนใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 วงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด (Unloaded Voltage Divider)

เป็นวงจรในสภาวะที่ยังไม่ต่อโหลดเข้ากับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า โดยจะมีตัวต้านทานต่ออนุกรมอยู่กับวงจร ในสภาวะนี้ยังไม่มีกระแสไฟฟ้าจ่ายสู่โหลด (Load) ที่ต่ออยู่ภายนอก ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 วงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด

โดยสามารถหาค่าแรงดันที่ตกคร่อมความต้านทานแต่ละตัวได้จากสัดส่วนของความต้านทาน ดังนั้น สามารถหาค่าแรงดันที่ตกคร่อมความต้านทานแต่ละตัวได้จากแรงดันทั้งหมดที่จ่ายในวงจรนั้น คูณด้วยสัดส่วนของความต้านทานในวงจร โดยสัดส่วนของความต้านทานแต่ละตัวจะมีค่าเท่ากับค่าความต้านทานของตัวมันเองหารด้วยค่าความต้านทานทุกตัวบวกกัน ดังสมการแบ่งแรงดันดังนี้

จากรูปที่ 2.6 จะได้สมการแบ่งแรงดัน ดังนี้

$$R_T = R_1 + R_2 \tag{2.1}$$

จากกฎของโอห์ม

$$I = \frac{E}{R_T} \tag{2.2}$$

และ

$$V_{R1} = IR_1 \tag{2.3}$$

แทนค่าสมการที่ (2.2) ลงในสมการที่ (2.3)

จะได้

$$V_{R1} = E\frac{R_1}{R_2} \tag{2.4}$$

เมื่อ

$$R_T = R_1 + R_2$$

ดังนั้น

$$V_{R1} = E\frac{R_1}{R_1 + R_2} \tag{2.5}$$

และ

$$V_{R2} = IR_2 \tag{2.6}$$

แทนค่าสมการที่ (2.2) ลงในสมการที่ (2.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้ $$V_{R2} = E\frac{R_2}{R_T} \quad (2.7)$$

ดังนั้น $$V_{R2} = E\frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (2.8)$$

2.7 LINE Notify

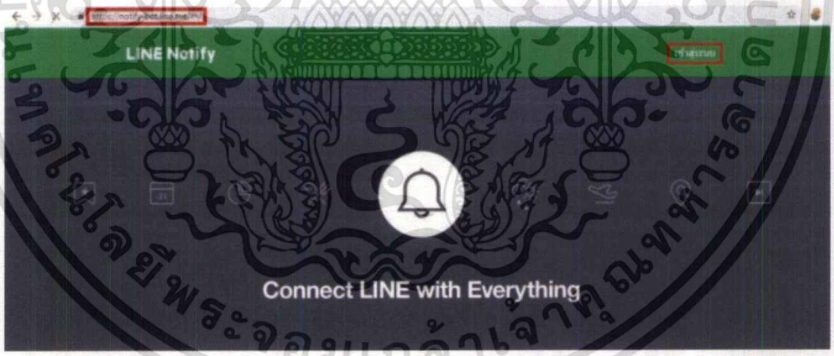
เป็นบริการที่สามารถได้รับข้อความแจ้งเตือนจากเว็บเซอร์วิสต่าง ๆ ได้ทาง LINE โดยหลังเสร็จสิ้นการเชื่อมต่อกับทางเว็บเซอร์วิส จะได้รับการแจ้งเตือนจากบัญชีทางการของ “LINE Notify” ซึ่งให้บริการโดย LINE ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับบริการที่หลากหลาย และยังสามารถรับการแจ้งเตือนทางกลุ่มได้อีกด้วย

ซึ่งการใช้งานโดยรวมของ Line Notify มีรูปแบบดังนี้ จะต้องไปสร้าง token ของ account ในระบบของ Line จากนั้นเก็บ token ไว้ เมื่อต้องการส่งข้อความแจ้งเตือนต่าง ๆ จึงใช้ token นี้เพื่อส่งข้อความแจ้งเตือน ผ่านทาง Line Notify

2.7.1 การขอ Token ของ LINE notify

ขั้นตอนการขอ Token ของ LINE Notify มีดังนี้

1. Login เข้า LINE Notify เข้าสู่ระบบด้วย LINE Account ที่ https: notify-bot.line.me/th/



รูปที่ 2.7 การ Login ขอ LINE Notify

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

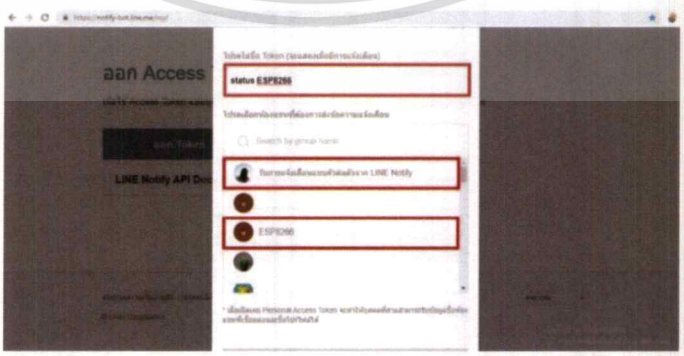
2. เลือกที่ “หน้าของฉัน”

รูปที่ 2.8 การเลือกคำสั่งเพื่อไปยังหน้าของตนเอง

3. เลือก “ออก Token”

รูปที่ 2.9 การออก Token

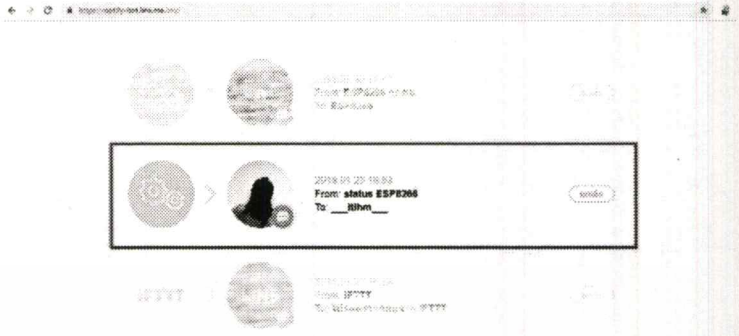
4. ใส่ชื่อ Token ตามที่ต้องการ เช่น status ESP8266 เมื่อใช้ API ส่งข้อความว่า “Hello” ข้อความจะขึ้นว่า “status ESP8266 : Hello” เป็นต้น



รูปที่ 2.10 การกำหนดชื่อ Token และเลือกการแจ้งเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เมื่อได้ Token ให้คัดลอกไว้ เพราะไม่สามารถกลับมาเปิดได้ โดย Line Notify จะส่งข้อความ “ออก token ให้แล้วเรียบร้อย” เป็นการออก Token สำเร็จ



รูปที่ 2.11 การขอ Token สำเร็จ

ซึ่งการแจ้งเตือนในห้องแชทสามารถเลือกได้ทั้งแบบโต้ตอบส่วนตัว หรือเลือกโต้ตอบเป็นกลุ่มถ้ามีหลายกลุ่ม Line สามารถออก Token ได้หลายครั้ง กรณีให้โต้ตอบเป็นกลุ่ม Line จะต้อง Add Line Notify เข้าไปในกลุ่มด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

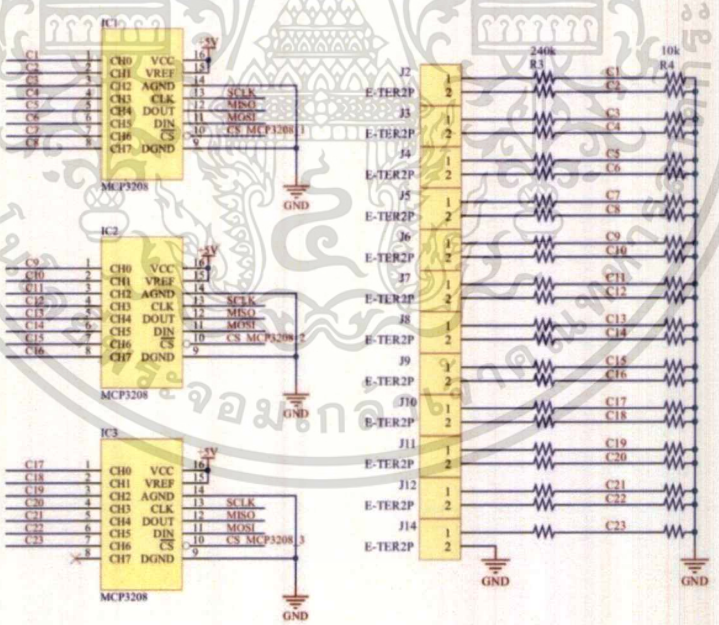
บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาการวัดค่าแรงดัน โดยใช้มัลติมิเตอร์เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบการเปรียบเทียบค่าแรงดันจากแจ้งเตือน LINE Notify และจอ TFT LCD เพื่อทดสอบความเสถียรของการแจ้งเตือนค่าแรงดัน และศึกษาถึงสาเหตุการแจ้งเตือนที่ผิดพลาดของการแจ้งเตือนค่าแรงดัน

3.1 ออกแบบวงจรและโปรแกรมคำสั่ง

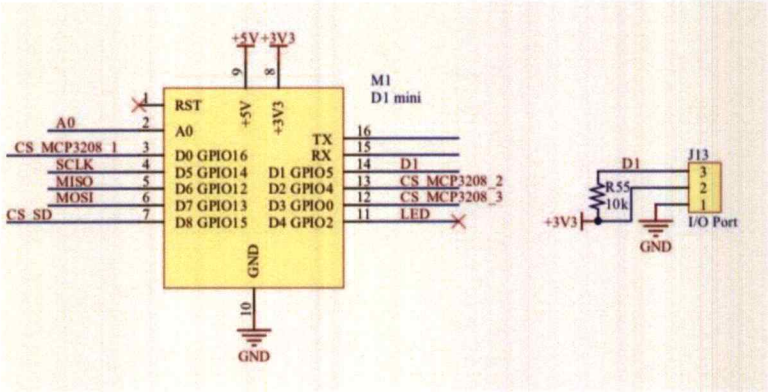
3.1.1 การออกแบบวงจร

ใช้ IC MCP3208 มาขยายอนาล็อก โดยมีความละเอียดต่อ Channel 12 Bit ซึ่งนำมาขยายเข้าสู่ขา CS ของ ESP8266 และเข้าสู่ Port ของ Cell Battery ทั้ง 23 Cell ซึ่งในแต่ละ Cell จะมีการต่อวงจรแบ่งแรงดัน ในส่วนของ Arduino Micro SD Card จะต่อเชื่อมกับ TFT LCD Touch Screen และเป็นตัวเก็บข้อมูลการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า และ ESP8266 จะเชื่อมต่อกับ IC MCP3208 และ Micro SD Card และต่อ I/O Port แยก เพื่อรับส่งขอมูลระหว่าง Wi-Fi และการแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify ดังรูปที่ 3.1 – 3.4

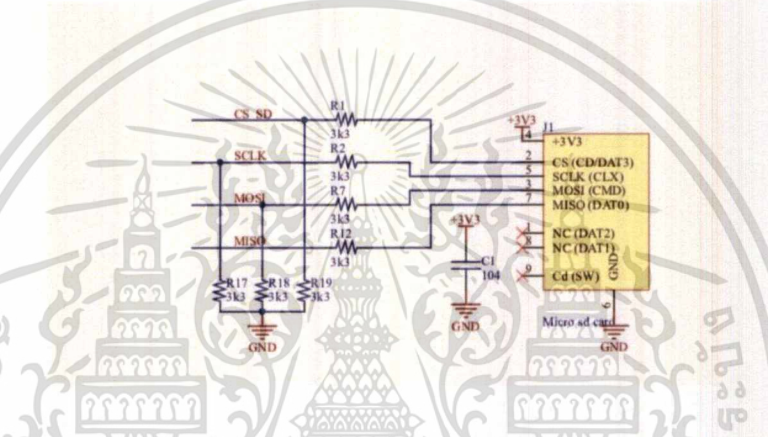


รูปที่ 3.1 วงจรของไอซี MCP3208 และ Cell Battery

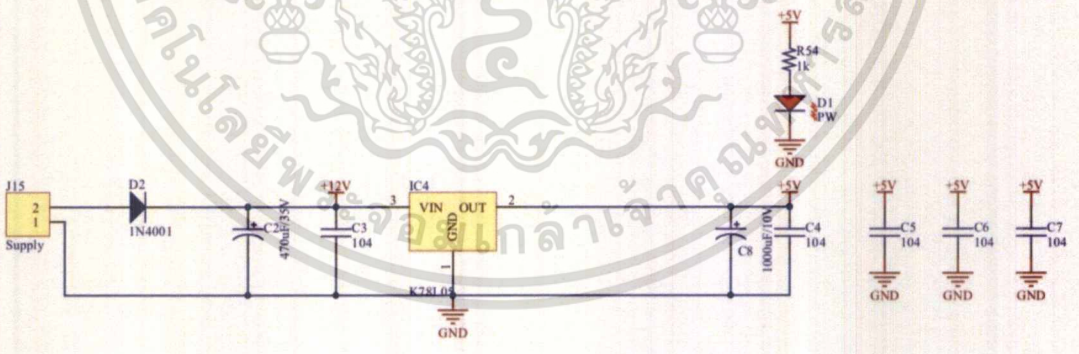
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 วงจร ESP8266



รูปที่ 3.3 วงจร Arduino Micro SD Card



รูปที่ 3.4 วงจร Power Supply

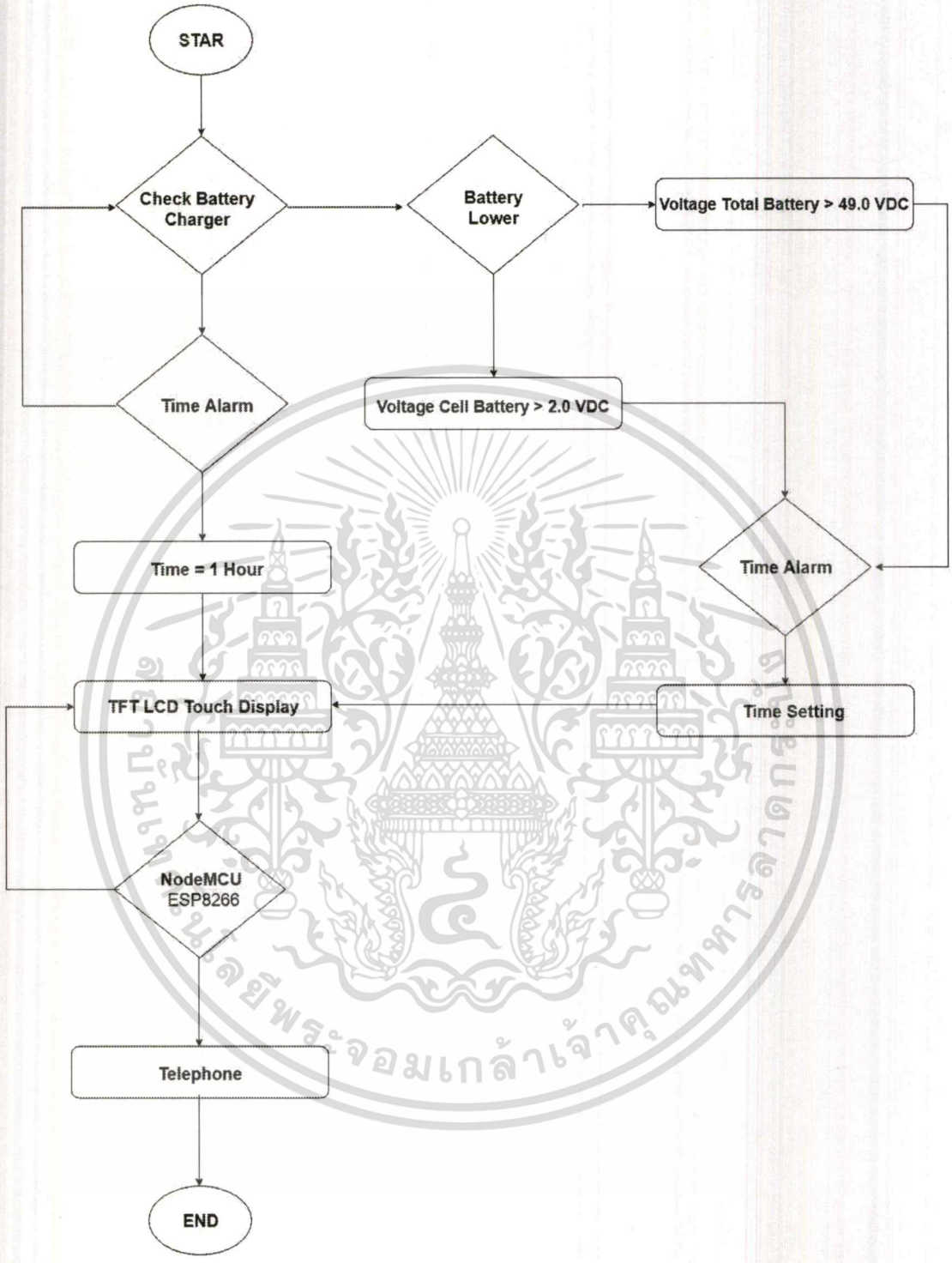
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.5 การติดตั้งแผงอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบ

รูปที่ 3.6 แผงอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การออกแบบโปรแกรมคำสั่ง



รูปที่ 3.7 ไดอะแกรมการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการทำงาน

ระบบทำงานโดยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ จะเป็นชุดเก็บข้อมูลคำสั่งในการตรวจเช็คและการแจ้งเตือน โดยทำการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตไร้สายหรือ Wi-Fi ผ่านแผงวงจร NodeMCU ESP8266 ซึ่งระบบจะตรวจเช็คค่าแรงดันของแบตเตอรี่ตลอดเวลา และระบบจะมีการแจ้งเตือนผ่านทาง LINE Notify และหน้าจอ TFT LCD Touch Display ถ้ามีแรงดันต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ คือ ต่ำกว่า 2.0 VDC และจะแจ้งเตือนทุก 1 ชั่วโมง ของค่าแรงดันแต่ละเซลล์ และค่าแรงดันรวม

3.1.3 การทำงานของหน้าจอ TFT LCD

หน้าจอ TFT LCD Touch Display สามารถตั้งค่าการทำงานการแจ้งเตือนของค่าแรงดันผ่านได้ทางหน้าจอทันที โดยจะมีฟังก์ชั่นของการทำงาน ดังนี้

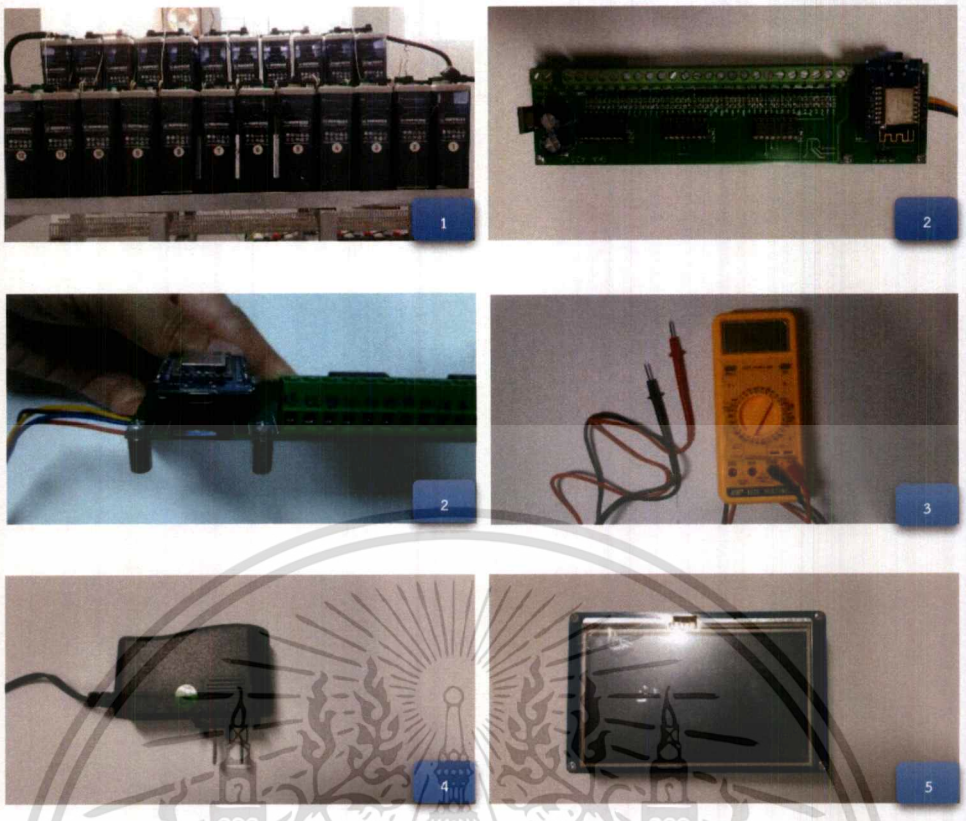
1) การตั้งค่าจำนวนเซลล์ที่ต้องการวัด
2) การตั้งแรงดันตามที่ต้องการให้แจ้งเตือนของแต่ละเซลล์
3) การตั้งแรงดันรวมตามที่ต้องการให้แจ้งเตือน
4) การตั้งค่าเวลาแจ้งเตือน ของการแจ้งเตือนแรงดันที่ต่ำกว่ากำหนดในแต่ละเซลล์
5) การส่งค่าแรงดัน ณ ขณะเวลานั้นทันที

รูปที่ 3.8 การตั้งค่าตามฟังก์ชั่น

3.2 อุปกรณ์

1) Battery Charger 2 V
2) บอร์ดอุปกรณ์วัดแรงดันที่ต่อ NodeMCU ESP8266 และ Micro SD Card Module
3) Multimeter
4) AC/DC Adapter 9 V
5) จอแสดงผล TFT LCD Touch Display

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ทดลอง

3.3 วิธีการทดลอง

1) ติดตั้งแผงอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบ
2) บันทึกค่าแรงดันจากมัลติมิเตอร์ ค่าที่แจ้งเตือนจาก Line Notify และค่าจากจอ TFT LCD ทุก 1 ชั่วโมง
3) บันทึกค่าแรงดันจากมัลติมิเตอร์ ค่าที่แจ้งเตือนจาก Line Notify และค่าจากจอ TFT LCD เมื่อแบตเตอรี่มีค่าต่ำกว่า 2.0 V ที่เซลล์ที่ 11 โดยทดลองซ้ำ 3 ครั้ง
4) ทำการทดลองข้อที่ 2 ซ้ำ 5 ครั้ง
5) เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดัน กับ Cell Battery และเวลา
6) สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

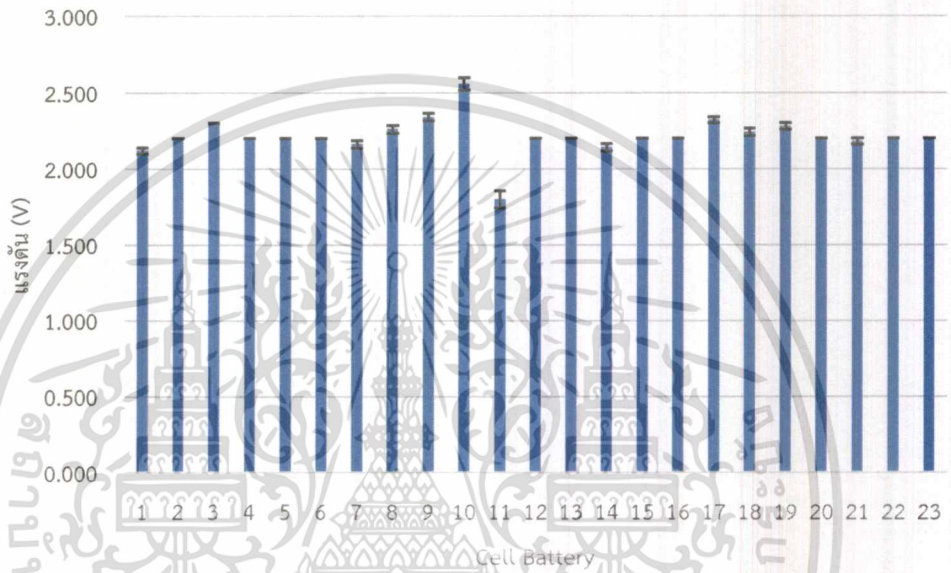
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ตารางบันทึกผลการทดลอง

4.1.1 ผลการทดลองค่าแรงดันจาก LINE Notify

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันกับ Cell Battery



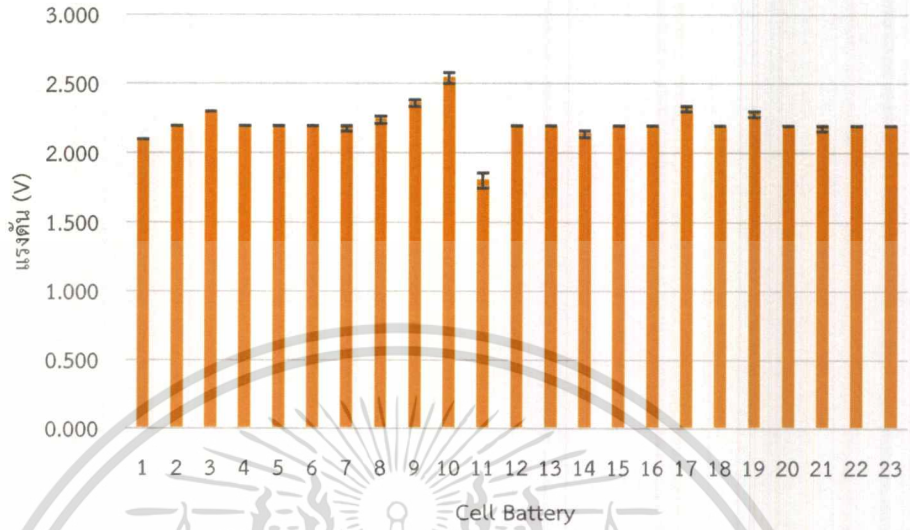
รูปที่ 4.1 กราฟแท่งแสดงค่าแรงดันจาก LINE Notify กับ Cell Battery

จากการทดลองค่าแรงดันที่ได้จาก LINE Notify ที่ได้จะมีค่าแรงดันที่เซลล์ที่ 11 มีค่า 1.8 V ซึ่งต่ำกว่า 2.0 V แต่เมื่อทำการหาค่าเฉลี่ย SD ค่าของแถบค่าความคลาดเคลื่อนแบตเตอรี่ทุกเซลล์อยู่ในช่วงของแถบค่าความคลาดเคลื่อนทั้งนี้ค่าแรงดันที่แจ้งเตือน มีความคลาดเคลื่อนจากการเขียนโปรแกรมการรวมค่าของแรงดัน ระหว่างค่าแรงดันของเซลล์แบตเตอรี่ที่มีการไหลของกระแสและแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการทดลองค่าแรงดันจากจอ TFT LCD

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันกับ Cell Battery



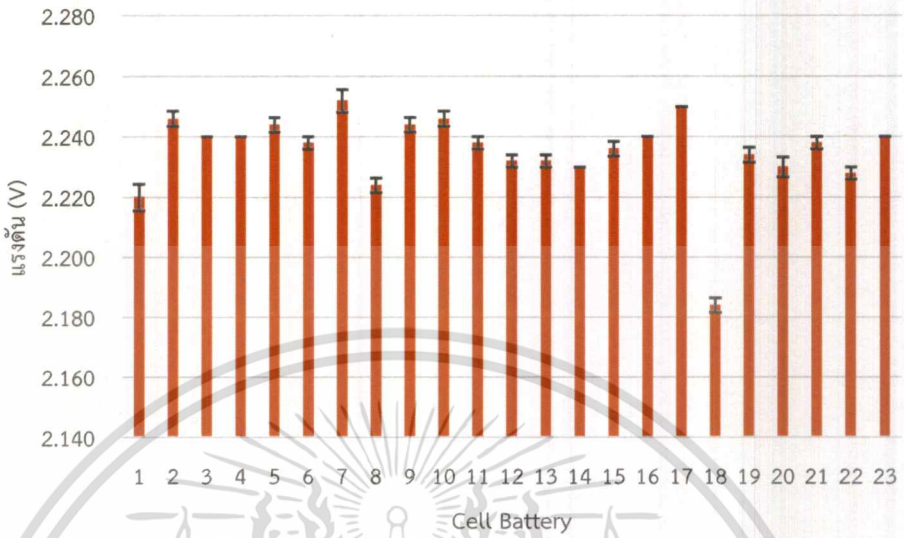
รูปที่ 4.2 กราฟแท่งแสดงค่าแรงดันจากจอ TFT LCD กับ Cell Battery

จากผลการทดลองค่าแรงดันจากจอ TFT LCD มีค่าคล้ายกับค่าที่แจ้งเตือนจาก LINE Notify ซึ่งค่าจากเซลล์ที่ 11 นั้นมีค่าต่ำกว่า 2.0 V เช่นกัน และเมื่อทำการหาค่า SD ค่าแรงดันของทุกเซลล์ อยู่ในช่วงของแถบค่าความคลาดเคลื่อนทุกเซลล์ ซึ่งการแจ้งเตือนจากจอนั้นจะมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากพื้นที่ที่จำกัดบนหน้าจอ และการเขียนโปรแกรมที่ต่างกัน ค่าแรงดันที่ได้จากการรวมกัน ระหว่างค่าแรงดันของเซลล์แบตเตอรี่ ทำให้มีความคลาดเคลื่อนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลการทดลองค่าแรงดันจากมัลติมิเตอร์

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันกับ Cell Battery



รูปที่ 4.3 กราฟแท่งแสดงค่าแรงดันจากมัลติมิเตอร์กับ Cell Battery

จากผลการทดลองค่าแรงดันที่บันทึกจากมัลติมิเตอร์ แบตเตอรี่ทุกเซลล์มีค่ามากกว่า 2.0 V แต่ไม่เกิน 2.3 V ซึ่งเป็นไปตามค่าที่ กฟภ. กำหนด จากกราฟจะเห็นได้ว่าเซลล์ที่ 18 จะมีค่าต่ำสุด คือ 2.184 V ซึ่งอยู่ในช่วงที่กำหนด เมื่อนำมาคำนวณหาค่า SD เพื่อหาแถบค่าความคลาดเคลื่อน พบว่าทุกเซลล์อยู่ในช่วงของแถบค่าความคลาดเคลื่อน

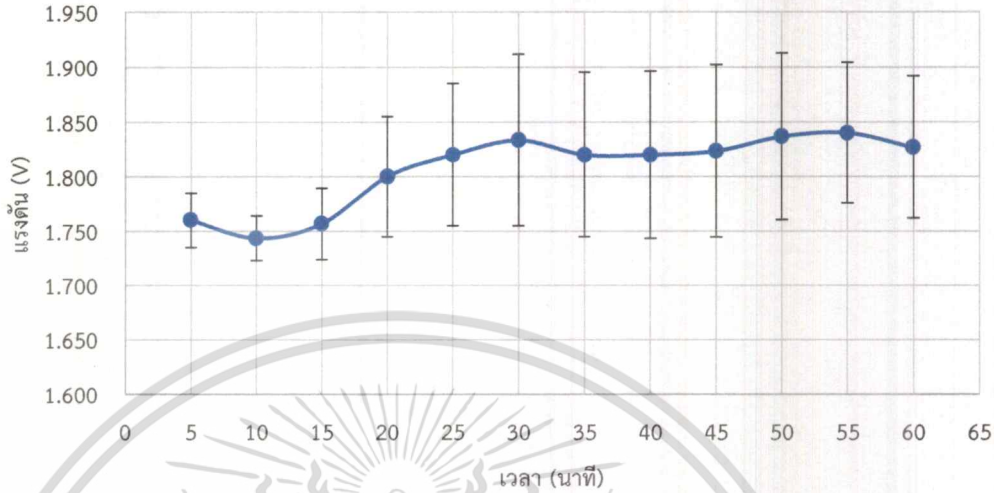
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ผลการทดลองค่าแรงดันเซลล์ที่ 11 จากมัลติมิเตอร์, Line Notify และจอ TFT LCD เมื่อแบตเตอรี่มีค่าต่ำกว่า 2.0 V

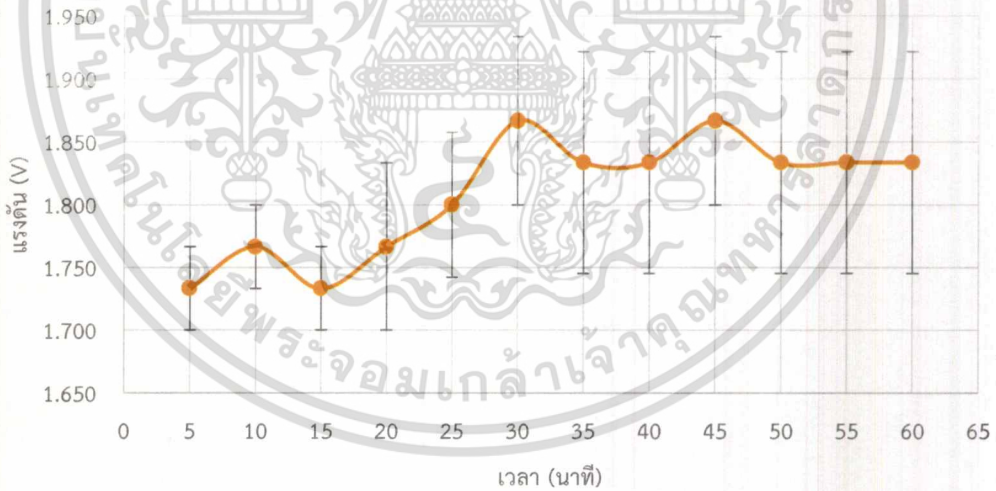
Time (min)	แรงดันจาก LINE Notify (V)			ค่าเฉลี่ย แรงดัน (V)	แรงดันจากจอ TFT LCD (V)			ค่าเฉลี่ย แรงดัน (V)	แรงดันจากมัลติมิเตอร์ (V)			ค่าเฉลี่ย แรงดัน (V)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
5	1.73	1.74	1.81	1.760	1.70	1.70	1.80	1.733	2.24	2.24	2.23	2.237
10	1.74	1.71	1.78	1.743	1.80	1.70	1.80	1.767	2.24	2.24	2.24	2.240
15	1.74	1.71	1.82	1.757	1.70	1.70	1.80	1.733	2.23	2.24	2.24	2.237
20	1.74	1.75	1.91	1.800	1.70	1.70	1.90	1.767	2.24	2.24	2.24	2.240
25	1.76	1.75	1.95	1.820	1.80	1.70	1.90	1.800	2.24	2.24	2.24	2.240
30	1.76	1.75	1.99	1.833	1.80	1.80	2.00	1.867	2.24	2.24	2.24	2.240
35	1.74	1.75	1.97	1.820	1.70	1.80	2.00	1.833	2.24	2.24	2.24	2.240
40	1.72	1.77	1.97	1.820	1.70	1.80	2.00	1.833	2.24	2.24	2.24	2.240
45	1.73	1.76	1.98	1.823	1.80	1.80	2.00	1.867	2.23	2.24	2.24	2.237
50	1.72	1.81	1.98	1.837	1.70	1.80	2.00	1.833	2.24	2.24	2.24	2.240
55	1.74	1.82	1.96	1.840	1.70	1.80	2.00	1.833	2.24	2.24	2.24	2.240
60	1.73	1.80	1.95	1.827	1.70	1.80	2.00	1.833	2.24	2.24	2.24	2.240

ตารางที่ 4.1 ตารางบันทึกผลค่าแรงดันเซลล์ที่ 11 เมื่อแบตเตอรี่มีค่าต่ำกว่า 2.0 V

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันจากมัลติมิเตอร์, Line Notify และจอ TFT LCD กับเวลา

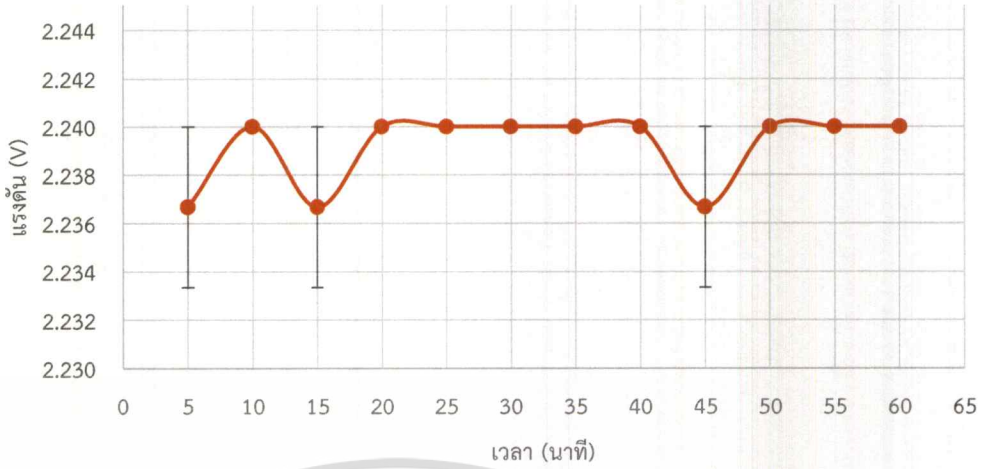


รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันจาก LINE Notify กับเวลา

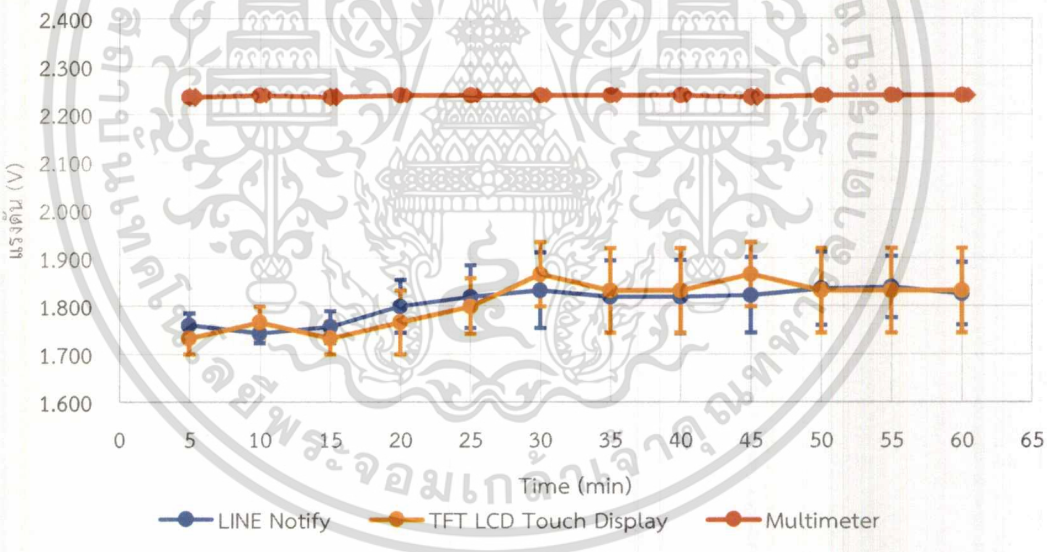


รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันจากจอ TFT LCD กับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันจากมัลติมิเตอร์กับเวลา



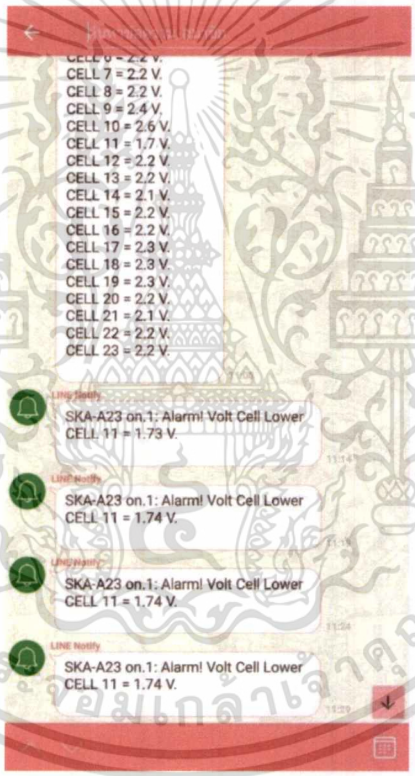
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันจากมัลติมิเตอร์, Line Notify และจอ TFT LCD กับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการบันทึกผลค่าแรงดันที่ได้จาก LINE Notify ค่าที่ได้อยู่ในช่วง 1.7 - 1.8 V ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 2.0 V และเมื่อนำมาคำนวณหา SD เพื่อหาค่าของช่วงแถบค่าความคลาดเคลื่อน พบว่าค่าที่บันทึกทุกค่าอยู่ในช่วงของแถบค่าความคลาดเคลื่อน จากกราฟการแจ้งเตือนจะมีความนิ่งอยู่ช่วง 20 นาที และจึงมีการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงดัน

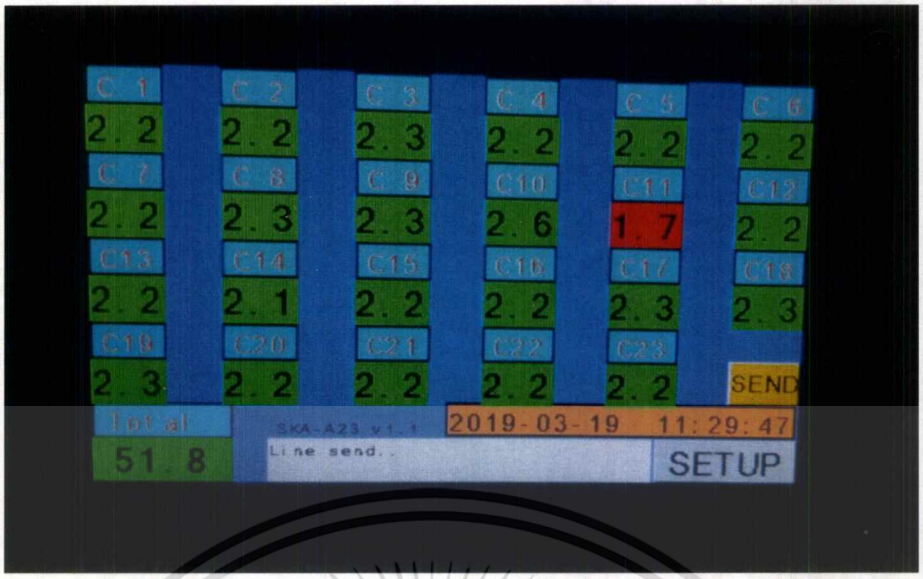
ค่าแรงดันจากจอ TFT LCD ค่าแรงดันที่วัดได้อยู่ในช่วง 1.7 - 1.8 V ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 2.0 V เมื่อนำไปคำนวณหาค่า SD พบว่าค่าที่บันทึกทุกค่าอยู่ในช่วงของแถบค่าความคลาดเคลื่อน จากกราฟการแจ้งเตือนจะมีความนิ่งอยู่ช่วง 15 นาที และจึงมีการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงดัน

ค่าแรงดันจากมัลติมิเตอร์ที่วัดได้อยู่ในช่วง 2.2 V ซึ่งมีค่ามากกว่า 2.0 V แต่ไม่เกิน 2.3 V ตามที่ กฟภ. กำหนด เมื่อนำไปคำนวณหาค่า SD พบว่าค่าที่บันทึกทุกค่าอยู่ในช่วงของแถบค่าความคลาดเคลื่อน จากกราฟการแจ้งเตือนจะมีความนิ่งอยู่ช่วง 20 นาที และจึงมีการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงดัน



รูปที่ 4.8 การแจ้งเตือนค่าแรงดันจาก LINE Notify

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 การแจ้งเตือนค่าแรงดันจากจอ TFT LCD

รูปที่ 4.10 การวัดค่าแรงดันจากมัลติมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

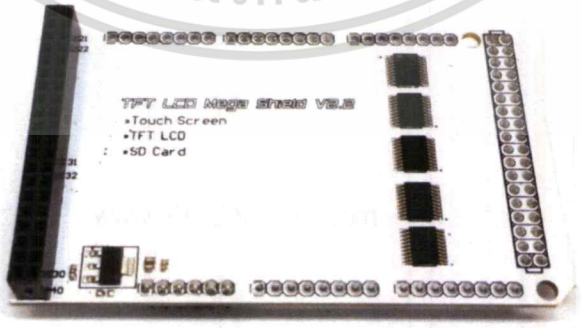
5.1 สรุปผลการวิจัย

จากบันทึกผลการทดลอง ค่าแรงดันที่ได้จากการแจ้งเตือน LINE Notify มีค่าแรงดันเฉลี่ย 2.213 V/Cell แต่ในช่วงเซลล์ที่ 9-11 มีค่าแรงดันที่มากกว่าและน้อยกว่าค่าที่กำหนด คือ 2.0 < V < 2.3 ค่าแรงดันจากจอ TFT LCD มีค่าแรงดันเฉลี่ย 2.210 V/Cell ซึ่งในช่วงของเซลล์ที่ 9-11 มีค่าแรงดันที่ใกล้เคียงกับค่าแรงดันจาก LINE Notify เนื่องจากการแสดงผลที่หน้าจอเชื่อมต่อจากขา CS ของ ESP8266 จึงทำให้การแสดงผลมีค่าใกล้เคียงกัน ค่าแรงดันจากมัลติมิเตอร์ มีค่าแรงดันเฉลี่ย 2.235 V/Cell ซึ่งแบตเตอรี่แต่ละเซลล์นั้น ไม่มีค่าที่ต่ำกว่าค่าที่กำหนด คือ 2.0 V

เมื่อนำค่าแรงดันจาก LINE Notify, TFT LCD และมัลติมิเตอร์ มาคำนวณหาค่า SD เพื่อหา ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าค่าแรงดันทั้งหมดอยู่ในช่วงของแถบความคลาดเคลื่อน จากสมการ $V_T = V_{R1} + V_{R2}$ ซึ่งค่า V_T มีค่า 2.254 V ดังนั้น LINE Notify จะมีความคลาดเคลื่อน 1.82% จาก TFT LCD มีค่าความคลาดเคลื่อน 1.95% และมัลติมิเตอร์ มีค่าความคลาดเคลื่อน 0.84% ดังนั้น การแจ้งเตือนผ่านทาง LINE Notify และหน้าจอ TFT LCD สามารถแจ้งเตือนค่าแรงดันได้ตามเงื่อนไข ซึ่งค่าแรงดันที่การแจ้งเตือนมีค่าใกล้เคียงกับค่าแรงดันจากมัลติมิเตอร์ ทำให้การออกแบบระบบควบคุมการตรวจสอบแรงดันของแบตเตอรี่สามารถนำไปใช้ได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

จอ TFT LCD จะมีแรงดันทำงาน แต่ละ PIN ที่ 5 V จึงควรต่อวงจรแบ่งแรงดันให้กับทุกขาของจอ TFT LCD หรือใช้อุปกรณ์เสริม TFT LCD Mega Shield และพัฒนาระบบตรวจสอบให้มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยลง



รูปที่ 5.1 TFT LCD Mega Shield
ที่มา http : cq.lnwfile.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรกฎ วิริยะ. 2560. **การขอ Token สำหรับ LINE Notify.** [Online].
Available : https : gcms.in.th. เข้าถึงเมื่อวันที่ 1 มีนาคม 2562

จิราภรณ์ จันแดง. 2551. **วงจรไฟฟ้า 1.** กรุงเทพฯ : เอมพันธ์.

ธวัชชัย จารุจิตร์ และไวพจน์ ศรีธัญ. 2549. **วงจรไฟฟ้า 1.** กรุงเทพฯ : วังอักษร.

ประภาส สุวรรณเพชร. 2560. **เรียนรู้และลองเล่น Arduino เบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 1. ชัยภูมิ : วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ.

มงคล พรหมเทศ และณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. 2546. **ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : เอมพันธ์.

ไวพจน์ ศรีธัญ. 2549. **วงจรไฟฟ้ากระแสตรง.** กรุงเทพ ฯ : วังอักษร.

Arduitronics. 2557. **Introduction to TFT + Touch Screen with Arduino Boards.** [Online]. Available : https : www.arduitronics.com.
เข้าถึงเมื่อวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2562

Arduino All. 2558. **โมดูล Micro SD Card Micro.** [Online].
Available : https : www.arduinoall.com. เข้าถึงเมื่อวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2562

IOXhop. 2560. **ESP8266/ESP8285 กับการส่งการแจ้งเตือนเข้า LINE.** [Online].
Available : https : www.ioxhop.com. เข้าถึงเมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2562

IOXhop. 2561. **เพิ่มช่องอนาล็อก 8 ช่อง 12 บิต ให้ ESP8266 ด้วย MCP3208.** [Online].
Available : https : www.ioxhop.com. เข้าถึงเมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ในหมวดของภาคผนวก ก จะกล่าวถึงการทำงานของหน้าจอ TFT LCD

ฟังก์ชั่นของการทำงานของหน้าจอ TFT LCD Touch Display สามารถตั้งค่าการทำงาน ดังนี้

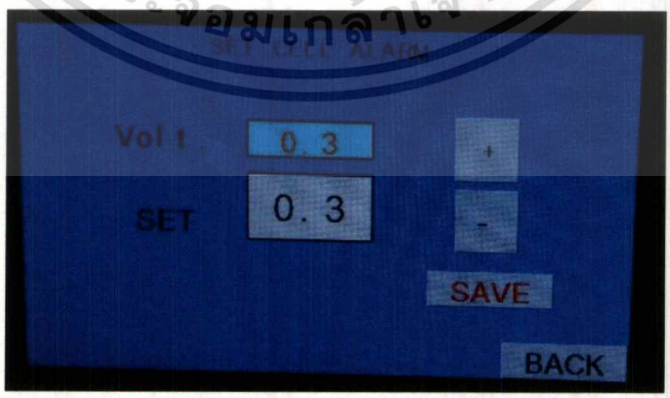
1) การตั้งค่าจำนวนเซลล์ที่ต้องการวัด

ฟังก์ชั่นนี้สามารถตั้งค่าจำนวนเซลล์แบตเตอรี่ที่ต้องการตรวจสอบค่าแรงดัน โดยการกดเครื่องหมายบวก (+) เป็นการเพิ่มจำนวนเซลล์ ซึ่งเพิ่มได้มากสุดจำนวน 23 เซลล์ และกดเครื่องหมายลบ (-) เป็นการลดจำนวนเซลล์

รูปที่ ก.1 การตั้งค่าจำนวนเซลล์ที่ต้องการวัด

2) การตั้งค่าแรงดันตามที่ต้องการให้แจ้งเตือนของแต่ละเซลล์

ฟังก์ชั่นนี้ตั้งค่าแรงดันแบตเตอรี่แต่ละเซลล์ที่ต้องการตรวจสอบ โดยมีความละเอียดทศนิยม 1 ตำแหน่ง โดยการกดเครื่องหมายบวก (+) เป็นการเพิ่มค่าแรงดันที่ต้องการตรวจสอบ และกดเครื่องหมายลบ (-) เป็นการลดค่าแรงดันที่ต้องการตรวจสอบ

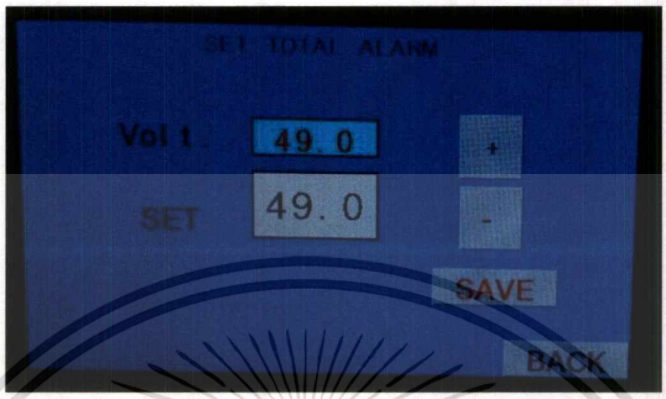


รูปที่ ก.2 การตั้งแรงดันตามที่ต้องการให้แจ้งเตือนของแต่ละเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การตั้งแรงดันรวมตามที่ต้องการให้แจ้งเตือน

ฟังก์ชั่นนี้ตั้งค่าแรงดันแบตเตอรี่รวมทั้งหมดที่ต้องการตรวจสอบ โดยมีความละเอียดทศนิยม 1 ตำแหน่ง โดยการกดเครื่องหมายบวก (+) เป็นการเพิ่มค่าแรงดันที่ต้องการตรวจสอบ และกดเครื่องหมายลบ (-) เป็นการลดค่าแรงดันที่ต้องการตรวจสอบ



รูปที่ ก.3 การตั้งแรงดันรวมตามที่ต้องการให้แจ้งเตือน

4) การตั้งค่าเวลาแจ้งเตือน ของการแจ้งเตือนแรงดันที่ต่ำกว่ากำหนดในแต่ละเซลล์

ฟังก์ชั่นนี้ตั้งค่าเวลาการแจ้งเตือนค่าแรงดันแบตเตอรี่ที่ต้องการตรวจสอบ โดยการกดเครื่องหมายบวก (+) เป็นการเพิ่มเวลาที่ต้องการตรวจสอบ และกดเครื่องหมายลบ (-) เป็นการลดเวลาที่ต้องการตรวจสอบ

รูปที่ ก.4 การตั้งค่าเวลาแจ้งเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้