รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

อุปกรณ์ตรวจวัดการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่รถลากจูงรถไฟฟ้า

Shunting Vehicle Battery Charger Monitoring

นายชุษณะ วิบูลย์คำ

หลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา	อุปกรณ์ตรวจวัดการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่รถลากจูงรถไฟฟ้า
ชื่อ-สกุล นักศึกษา	นายชุษณะ วิบูลย์คำ
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ	ศ.ดร.วันชัย ริ้วรุจา
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศ	นายวิษณุ นามผล
ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท ซีเมนส์ โมบิลิตี้ จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษานี้นำเสนอการสร้างและออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัดการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่รถลากจูงรถไฟฟ้า (Shunting Vehicle) เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ปฏิบัติงานของบริษัท ซีเมนส์ โมบิลิตี้ จำกัด ภายในศูนย์ซ่อมบำรุงรถไฟฟ้ามหานครสายสีน้ำเงิน โดยมีวัตถุประสงค์คือใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) Arduino ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ให้สามารถแสดงข้อมูลผ่านทางหน้าจอแสดงผลและบันทึกปริมาณกระแส แรงดัน อุณหภูมิและตัวนับเวลาชาร์จพร้อมกับบันทึกข้อมูลการชาร์จลงบนเม็มโมรีการ์ดเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในการวิเคราะห์สถานะเครื่องชาร์จและสภาพแบตเตอรี่ ซึ่งในกรณีที่เครื่องชาร์จมีการทำงานทำงานผิดปกติจะมีการเตือนและตัดการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โดยทันทีเพื่อป้องกันแบตเตอรี่ไม่ให้เกิดความเสียหายจากการทำงานผิดปกติของเครื่องชาร์จ และภายในโครงงานจะมีการระบุขั้นตอนการปฏิบัติงานตั้งแต่การออกแบบวงจรไฟฟ้าที่จะใช้ทำงานร่วมกับอุปกรณ์ไปจนถึงการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของ Arduino ผ่านโปรแกรม Arduino IDE

คำสำคัญ : รถลากจูงรถไฟฟ้า (Shunting Vehicle), ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller), Arduino, Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title:	Shunting Vehicle Battery Charger Monitoring
Student intern name:	Mr. Chusana Wiboonkham
Department:	Instrumentation and Control Engineering
Faculty:	Engineering
Advisor name:	Prof.Dr.Vanchai Riewruja
Mentor Name:	Mr.Vitsanu Nampon
Company:	Siemens Mobility Limited

ABSTRACT

This co-operation describe about theory and designing of Shunting Vehicle Battery Charger Monitoring for convenience Siemens staffs that operate in MRTA depot, that prefer to use Arduino microcontroller for control the device to display status of charging and recorded current, voltage, temperature and time counter on memory card for use that information to diagnostic status of charger and batteries. In case that charger abnormal operate, the device will alarm and stop process of charging intermediately for prevent battery from damaged. In this report include process of design circuit, that use with device and how to programming to control the operate of Arduino trough the Arduino IDE program.

Keyword : Shunting Vehicle, Microcontroller, Arduino, Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงงานสหกิจศึกษาเล่มนี้ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท ซีเมนส์ โมบิลิตี้ จำกัด ที่ได้ให้โอกาสในโครงงานสหกิจศึกษา อีกทั้งขอขอบพระคุณคุณวิษณุ นามผล คุณสุรัช สุดโต ซึ่งเป็นผู้นิเทศงานที่คอยให้ความรู้และให้คำปรึกษาตลอดระยะเวลาการทำโครงงาน ขอขอบพระคุณพนักงานทุกท่านในแผนก Electronic Workshop ที่คอยแนะนำและช่วยเหลือจนทำให้โครงงานชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ศ.ดร.วันชัย ริ้วรุจา ที่ได้ให้โอกาสในการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษารวมถึงการให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์และคอยให้คำปรึกษาเมื่อเกิดปัญหาในระหว่างการทำสหกิจศึกษา

ผู้จัดทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ขอขอบพระคุณทุกท่านที่เอื้อเฟื้อและให้ความช่วยเหลืออนุเคราะห์จนรายงานเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ และประโยชน์อันพึงมีจากรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้ผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ชุษณะ วิบูลย์คำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

ABSTRACT II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญภาพ VII

สารบัญตาราง X

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของการดำเนินงาน 2

1.4 ขั้นตอนการศึกษา 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 แนวคิดและที่มา 6

2.1.1 แนวคิดและที่มา 6

2.1.2 กระบวนการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ 6

2.2 Arduino 6

2.3 โครงสร้างของ Arduino 7

2.3.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) 7

2.3.1.1 ส่วนรับข้อมูล (Input) 7

2.3.1.2 ส่วนส่งข้อมูล (Output) 8

2.3.1.3 ส่วนประมวลผลกลาง 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.1.4 หน่วยความจำ (Memory) 8

2.3.2 ซอฟต์แวร์ (Software) 9

2.4 ขั้นตอนการชาร์จและการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ 9

2.5 วงจรรักษาระดับแรงดัน (Voltage Regulator Circuit) 11

2.5.1 วงจรรักษาระดับแรงดันโดยใช้ไอซี 11

2.5.1.1 วงจรเรกกูเลเตอร์โดยใช้ไอซีหลายขา 12

2.5.1.2 วงจรเรกกูเลเตอร์โดยใช้ไอซี 3 ขาแบบแรงดันเอาต์พุตคงที่ 12

2.6 ออปแอมป์ (Operational Amplifier) 13

2.6.1 การขยายแบบไม่กลับขั้ว (Non-Inverting Amplifier) 14

2.6.2 การขยายกลับขั้ว (Inverting Ampliler) 16

2.6.3 การขยายแบบรวมสัญญาณ (Summing Amplifier) 16

2.6.4 การขยายผลต่าง (Difference Amplifier) 17

2.7 วงจรแบ่งแรงดัน (Voltage Divider) 17

2.8 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ LM35 18

2.9 Shunt Resistor 19

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน 20

3.1 ออกแบบ Flowchart การทำงานของอุปกรณ์ 20

3.2 กำหนด I/O ของอุปกรณ์ 21

3.3 ออกแบบวงจรและ Wiring ที่จะใช้ภายในอุปกรณ์ 22

3.3.1 การคำนวณสำหรับวงจรแบ่งแรงดัน 22

3.3.2 การคำนวณสำหรับวงจรแปลงดันด้วย IC TL 783 23

3.3.3 การคำนวณสำหรับวงจรแปลงดันด้วย IC LM 317 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.4 การคำนวณอัตราการขยายของออปแอมป์ 25

3.4 ทำกล่องใส่ชิ้นงานและวางอุปกรณ์ลงบนแผ่น PCB 27

3.5 การประกอบชิ้นงาน 30

3.6 การออกแบบโปรแกรมการทำงานของอุปกรณ์ 31

3.6.1 การทำงานพื้นฐาน 31

3.6.2 การสร้างไฟล์แยกตามการลำดับการชาร์จและการบันทึกข้อมูลลงเม็มโมรี่การ์ด 31

3.6.3 การรับค่าอินพุตจากเครื่องมือวัด 33

3.6.4 การคำนวณหาค่าแรงดัน 34

3.6.5 การคำนวณหาค่ากระแส 36

3.6.6 การคำนวณหาค่าอุณหภูมิ 36

3.7 การติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับตัวรถลากจูง 37

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 39

4.1 ผลการดำเนินการศึกษาการทำงานเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ 39

4.2 ผลการดำเนินการจัดทำเครื่อง Charger Monitor 39

4.3 ผลการเขียนโปรแกรมและทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ 40

4.4 ผลทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ 40

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 44

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 44

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข 44

5.3 ข้อเสนอแนะ 44

เอกสารอ้างอิง 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่ **หน้า**

2.1 บอร์ด Arduino Uno 7

2.2 หน้าต่างโปรแกรม Arduino IDE 9

2.3 แสดงขั้นตอนการชาร์จรถลากจูง 10

2.4 ไฟแสดงสถานะที่เครื่องชาร์จขณะทำการชาร์จ 10

2.5 บล็อกไดอะแกรมของแหล่งจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดัน 11

2.6 ด้านซ้ายแสดงการต่ออนุกรมกับโหลดและรูปขวาแสดงการต่อขนานกับโหลด 11

2.7 ไอซี LM723 ตัวถังแบบ DIP ซึ่งมี 14 ขา 12

2.8 การจัดขา Pin ออปแอมป์ (ซ้าย) และสัญลักษณ์ (ขวา) 13

2.9 การขยายแบบไม่กลับขั้วด้วยออปแอมป์ 15

2.10 วงจรบัฟเฟอร์ 15

2.11 การขยายแบบกลับขั้วด้วยออปแอมป์ 16

2.12 การขยายแบบรวมสัญญาณด้วยออปแอมป์ 17

2.13 การขยายผลต่างด้วยออปแอมป์ 17

2.14 ด้านซ้ายวงจรแบ่งแรงดันแบบไม่มีโหลด และด้านขวาวงจรแบ่งแรงดันแบบมีโหลด 18

2.15 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ LM35 19

2.16 อุปกรณ์ Shunt Resistor 19

3.1 แสดง Flowchart การทำงานของ Charger Monitor 20

3.2 แสดง I/O ของอุปกรณ์ 22

3.3 วงจรแบ่งแรงดัน 23

3.4 วงจรแปลงดันด้วย IC TL 783 24

3.5 วงจรแปลงดันด้วย IC TL 783 24

3.6 รูปวงจรขยายสัญญาณด้วยออปแอมป์ 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.7 wiring ของวงจรที่จะใช้ในอุปกรณ์ 26

3.8 wiring วงจรแยกสัญญาณระหว่าง Arduino เครื่องชาร์จแบตเตอรี่ 27

3.9 เจาะกล่องใส่ชิ้นงานให้พอดีกับพอร์ทที่จะใช้งาน 27

3.10 เจาะช่องสำหรับใส่จอแสดงผล สวิตช์ และไฟ LED แสดงสถานะ 28

3.11 เจาะช่องสำหรับระบายอากาศ 28

3.12 วงจรแยกสัญญาณระหว่าง Arduino กับ Battery Charger 29

3.13 วงจรแปลงแรงดันและขยายสัญญาณอินพุต 29

3.14 ติดตั้งจอเข้ากับกล่อง 30

3.15 ประกอบอุปกรณ์ทั้งหมดเข้ากับกล่อง 30

3.16 Flowchart แสดงการสร้างไฟล์แยกตามลำดับการชาร์จ 32

3.17 Flowchart แสดงขั้นตอนการรับค่าอินพุต 34

3.18 สัญญาณขนาด 0 ถึง 5 โวลต์ 35

3.19 ติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับรถลากจูงรถไฟฟ้า 38

3.20 ติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิเข้ากับโมดูลแบตเตอรี่ 38

4.1 กล่องอุปกรณ์เมื่อเสร็จสมบูรณ์ 39

4.2 ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ 40

4.3 เปรียบเทียบค่าแรงดันที่อุปกรณ์วัดได้กับมิเตอร์ 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.4 ใช้เครื่องวัดอุณภูมิเพื่อเปรียบเทียบค่าที่อุปกรณ์วัดได้ 41

4.5 ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกลงเม็มโมรี่การ์ด..... 42

4.6 นำเข้าข้อมูลสร้างเป็นตารางในโปรแกรม Excel..... 42

4.7 กราฟแสดงข้อมูลที่วัดและบันทึกได้ระหว่างการชาร์จ 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 ระยะเวลาการทำงาน.....4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันการเดินทางด้วยรถไฟฟ้ามีปริมาณผู้ใช้บริการเป็นจำนวนมากเนื่องจากมีความสะดวกตรงต่อเวลา และมีแนวโน้มที่จะมีผู้ใช้บริการเพิ่มมากขึ้นจากการขยายเส้นทางรถไฟฟ้าให้ครอบคลุมพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งทำให้รถไฟฟ้ามีชั่วโมงในการใช้งานสูงไม่ต่ำกว่าวันละ 18 ชั่วโมงตลอดทั้งปี ในขณะเดียวกันรถไฟฟ้าก็ต้องได้รับการซ่อมบำรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยต่อเนื่อง ซึ่งโดยปกติแล้วรถไฟฟ้าจะขับเคลื่อนโดยใช้พลังงานจากรางที่สาม (Third rails) แต่เมื่อจะเข้าไปภายในศูนย์ซ่อมบำรุงจะต้องใช้พลังงานจากการต่อสาย Stringer เพื่อให้พลังงานแก่รถไฟฟ้าและเพื่อความปลอดภัยในพื้นที่ปฏิบัติงาน ในบางครั้งรถไฟฟ้าจะไม่สามารถต่อสาย Stringer ได้ ยกตัวอย่างเช่นในขั้นตอนการกลึงล้อ จึงมีความจำเป็นที่ต้องใช้รถลากจูงรถไฟฟ้า (Shunting Vehicle) สำหรับเคลื่อนย้ายขบวนรถไฟภายในศูนย์ซ่อมบำรุง

รถลากจูงรถไฟฟ้าจะใช้พลังงานจากชุดแบตเตอรี่ Lead acid type โดยแบตเตอรี่หนึ่งลูกจะมีแรงดัน 2 โวลต์ภายในหนึ่งชุดจะประกอบไปด้วยแบตเตอรี่ 24 ก้อน ทำให้มีแรงดันของแบตเตอรี่รวม 48 โวลต์และมีความจุ 805 Ah ซึ่งแบตเตอรี่จะต้องมีการชาร์จไฟเมื่อหมดประจุ และในระหว่างการชาร์จแบตเตอรี่เครื่องชาร์จแบตเตอรี่จะบอกเพียงกระแสที่ชาร์จเข้าแบตเตอรี่โดยประมาณเท่านั้น แต่การทำงานของเครื่องชาร์จจะเป็นระบบอัตโนมัติ สามารถเปลี่ยนรูปแบบในการชาร์จทั้งกระแสและแรงดันได้ตามชนิดและความจุของแบตเตอรี่โดยควบคุมจาก Microcontroller ซึ่งโดยปกติแล้วเครื่องชาร์จจะทำงานโดยอัตโนมัติตั้งแต่เริ่มชาร์จไปจนถึงสิ้นสุดการชาร์จ

แต่เมื่อวันที่ 9 กรกฎาคม พ.ศ. 2556 มีเหตุการณ์เครื่องชาร์จแบตเตอรี่ทำงานผิดปกติทำให้แบตเตอรี่มีอุณหภูมิสูงจนทำให้น้ำกลั่นเดือดและระเหยจนทำให้แบตเตอรี่บางส่วนเสียหายจนไม่สามารถนำกลับมาใช้งานใหม่ได้ ภายหลังจากการตรวจสอบและทดสอบในภายหลังพบว่าเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ทำงานผิดปกติไม่เป็นไปตาม Charge curve ที่กำหนดทำให้แบตเตอรี่เกิดการ Over charge โดยหลังจากการตรวจสอบและแก้ไขจากแผนก Electronic Workshops ก็สามารถนำกลับมาใช้งานได้ตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากเหตุการณ์นี้มีความเห็นร่วมกันว่าจะต้องให้ความสำคัญและคอยระวังตรวจสอบการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โดยสม่ำเสมอในขณะที่ทำการชาร์จ จึงทำให้ในระหว่างชาร์จต้องมีผู้ปฏิบัติงานค่อยมาตรวจสอบการชาร์จเป็นระยะ ซึ่งจะทำให้เกิดความไม่สะดวกและอาจมีความผิดพลาดจากการตรวจสอบอีกด้วย

ด้วยเหตุนี้ทางผู้จัดทำจึงสนใจที่จะสร้างอุปกรณ์ติดตามการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ปฏิบัติงาน โดยแสดงข้อมูลและบันทึกปริมาณกระแส แรงดัน อุณหภูมิ และตัวนับเวลาชาร์จ โดยบันทึกข้อมูลการชาร์จลงบนเม็มโมรีการ์ดเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในการวิเคราะห์สถานะเครื่องชาร์จและสภาพแบตเตอรี่ ซึ่งในกรณีที่เครื่องชาร์จมีการทำงานผิดปกติจะมีการเตือนและตัดการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โดยทันทีเพื่อป้องกันแบตเตอรี่ไม่ให้เกิดความเสียหายจากการทำงานผิดปกติของเครื่องชาร์จ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่รถลากจูงรถไฟฟ้า โดยแสดงผลค่ากระแส แรงดัน อุณหภูมิแบตเตอรี่และระยะเวลาการชาร์จขณะที่ทำการชาร์จพร้อมกับเก็บข้อมูลในระหว่างที่ทำการชาร์จและแจ้งเตือนเมื่อมีการทำงานผิดพลาด

1.3 ขอบเขตของการดำเนินงาน

1. อุปกรณ์เริ่มติดตามการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่เมื่อเริ่มทำการชาร์จแบตเตอรี่
2. อุปกรณ์สามารถทำงานได้โดยใช้แหล่งพลังงานจากแบตเตอรี่ของรถลากจูงรถไฟฟ้า
3. สามารถบันทึกข้อมูลที่แสดงผลไว้ในเม็มโมรี่การ์ดเพื่อใช้สร้างกราฟในโปรแกรม Excel

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ได้รับมอบหมายหัวข้อโครงงานสหกิจศึกษา
2. ศึกษาการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่รถลากจูงรถไฟฟ้า
3. ศึกษาการใช้งานโปรแกรม Arduino IDE สำหรับป้อนคำสั่งให้ตัวควบคุม
4. ศึกษาข้อมูลอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้กับชิ้นงาน
5. ออกแบบ Flowchart การทำงานของระบบ
6. ออกแบบชิ้นงานและสั่งซื้ออุปกรณ์ที่จะใช้
7. ประกอบชิ้นงานตามที่ออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ

9. ทดสอบการทำงานของซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์พร้อมปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

10. จัดทำรูปเล่มรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาการทำงาน

เดือน-สัปดาห์ / หัวข้อ	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
1. ได้รับมอบหมายหัวข้อโครงงานสหกิจศึกษา																
2. ศึกษาการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่รถลากจูงรถไฟฟ้า																
3. ศึกษาการใช้งานโปรแกรม Arduino IDE สำหรับป้อนคำสั่งให้ตัวควบคุม																
4. ศึกษาข้อมูลอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้กับชิ้นงาน																
5. ออกแบบ Flowchart การทำงานของระบบ																
6. ออกแบบชิ้นงานและสั่งซื้ออุปกรณ์ที่จะใช้																
7. ประกอบชิ้นงานตามที่ออกแบบไว้																
8. เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ																
9. ทดสอบการทำงานของซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์พร้อมปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น																
10. จัดทำรูปเล่มรายงาน																

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. หน้าจอแสดงผลให้ข้อมูลที่จำเป็นกับผู้ปฏิบัติงานทำให้ทราบสถานะปัจจุบันของการชาร์จ
2. มีการแจ้งเตือนเมื่อเกิดความผิดปกติในระหว่างการชาร์จ
3. สามารถดูข้อมูลประวัติการชาร์จเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในการซ่อมเครื่องชาร์จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและที่มา

2.1.1 แนวคิดและที่มา

รถไฟฟ้าโดยปกติจะใช้ไฟฟ้าที่จ่ายจากรางที่สามแต่เมื่อจะเข้ามาภายในศูนย์ซ่อมบำรุงจะไม่ใช้ไฟฟ้าจากรางที่สามแต่จะมีปลั๊กพ่วง (Stringer) เสียบที่ตัวรถเพื่อให้พลังงานแก่ตัวรถแทนและจะมีรถลากจูงรถไฟฟ้าลากรถเข้ามาภายในศูนย์ซ่อมบำรุง โดยรถลากจูงจะใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ซึ่งต้องอาศัยการชาร์จจากเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ที่ติดตั้งอยู่ภายในตัวรถ ซึ่งเครื่องชาร์จจะบอกระดับของกระแสที่ชาร์จและบอกสถานะของแบตเตอรี่โดยประมาณเท่านั้น

ด้วยเหตุนี้ผู้จัดทำจึงสนใจที่จะสร้างอุปกรณ์ติดตามการชาร์จแบตเตอรี่เพื่อแสดงข้อมูลได้ละเอียดมากขึ้น สามารถแสดงรายละเอียดที่จำเป็นในระหว่างที่ชาร์จและสามารถเก็บประวัติการชาร์จเพื่อนำมาเป็นข้อมูลประกอบในการซ่อมแซมเมื่อเกิดความผิดปกติขึ้น

2.1.2 กระบวนการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่

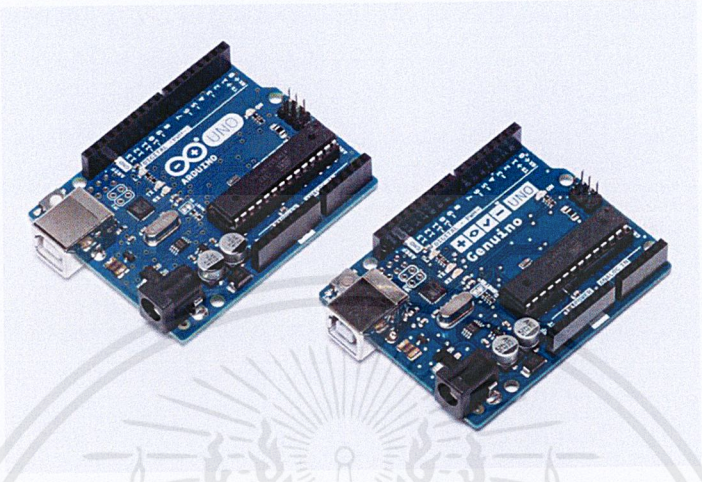
ขั้นตอนในการชาร์จแบตเตอรี่รถลากจูงคือเมื่อเชื่อมต่อปลั๊กไฟเข้ากับตัวรถแล้วจะต้องโยกสวิตช์เพื่อสลับโหมดการทำงานไปเป็นโหมดชาร์จไฟจากนั้นทำการเปิดเครื่องชาร์จแบตเตอรี่จึงจะเริ่มทำการชาร์จ ในระหว่างที่ชาร์จจะมีไฟแสดงรับดับกระแสและเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่โดยประมาณ หากกระแสหรือแรงดันมีค่ามากเกินปกติ เครื่องชาร์จแบตเตอรี่จะหยุดการทำงานโดยทันที เมื่อแบตเตอรี่เต็มเครื่องชาร์จแบตเตอรี่จะหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติ จากนั้นโยกสวิตช์กลับไปที่โหมดใช้ไฟจากแบตเตอรี่เพื่อให้ตัวรถลากจูงพร้อมใช้งาน

2.2 Arduino

Arduino คือบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิดหนึ่งซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) มาจากคำ 2 คำ คือ ไมโคร (Micro) หมายถึง ขนาดเล็กและคำว่า คอนโทรลเลอร์ (Controller) หมายถึงตัวควบคุมหรืออุปกรณ์ควบคุม ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จึงหมายถึงอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กแต่ในตัวอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กนี้ได้บรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ กล่าวคือภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาหน่วยประมวลผลหลัก หน่วยความจำและพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกันโดยทำการบรรจุเข้าไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในตัวถังเดียวกัน Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานง่าย มีความยืดหยุ่นและมีราคาถูก ทำให้ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย



รูปที่ 2.1 บอร์ด Arduino Uno

2.3 โครงสร้างของ Arduino

Arduino ประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลักที่สำคัญสองส่วนคือ ฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software)

2.3.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

เป็นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นชิ้นส่วนหลักประกอบร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานหรือที่เรียกกันว่า “บอร์ด Arduino” โดยบอร์ด Arduino ก็มีหลายรุ่นให้เลือกใช้ตามความเหมาะสมของงาน โดยในแต่ละรุ่นอาจมีความแตกต่างกันในเรื่องของขนาดของบอร์ดหรือสเปค เช่น จำนวนของขารับส่งสัญญาณ แรงดันไฟที่ใช้และประสิทธิภาพ ของไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นต้น โดยส่วนฮาร์ดแวร์ของ Arduino จะประกอบไปด้วยส่วนรับข้อมูล (Input) ส่วนส่งข้อมูล (Output) ส่วนประมวลผลกลางและหน่วยความจำ (Memory)

2.3.1.1 ส่วนรับข้อมูล (Input)

เป็นส่วนหรือวงจรที่ใช้เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกโดยทำหน้าที่แปลงสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกให้มีระดับลอจิกที่เหมาะสมกับวงจรภายใน เรียกทับศัพท์ว่าวงจรอินเตอร์เฟส (Interface circuit) เพื่อส่งต่อให้หน่วยประมวลผลใช้เป็นข้อมูลประกอบการประมวลผลตามชุดคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ได้เขียนขึ้น เช่นวงจรแป้นพิมพ์เป็นวงจรที่เปลี่ยนพลังงานกลจากการกดแป้นพิมพ์เป็นพลังงานไฟฟ้าในระดับแรงดัน 5 โวลต์และ 0 โวลต์เพื่อเป็นลอจิก 1 และลอจิก 0 ตามลำดับ

2.3.1.2 ส่วนส่งข้อมูล (Output)

เป็นส่วนหรือวงจรที่ใช้เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกโดยทำหน้าที่รับสัญญาณไฟฟ้าจากหน่วยประมวลผลที่เป็นลอจิก 1 และลอจิก 0 ที่ระดับแรงดัน 5 โวลต์และ 0 โวลต์ส่งให้กับอุปกรณ์ภายนอกที่นำระดับแรงดันนี้ไปใช้งาน

2.3.1.3 ส่วนประมวลผลกลาง

ส่วนประมวลผลกลางเป็นหัวใจของระบบคอมพิวเตอร์โดยทำหน้าที่คิดประมวลผลซึ่งมีส่วนการประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก (Arithmetic and logic unit) หรือที่เรียกว่าทับศัพท์ว่า ALU โดยการประมวลผลจะกระทำตามชุดคำสั่งที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ

2.3.1.4 หน่วยความจำ (Memory)

เป็นส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลหรือใช้เก็บชุดคำสั่งที่เขียนขึ้นเพื่อให้ระบบคอมพิวเตอร์ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งตามต้องการ โดยหน่วยความจำที่ใช้ในระบบคอมพิวเตอร์มี 2 แบบด้วยกัน แบบแรกคือหน่วยความจำถาวร เป็นหน่วยความจำที่มักใช้เก็บโปรแกรม โดยหน่วยความจำชนิดนี้จะต้องเป็นหน่วยความจำที่สามารถคงข้อมูลไว้ได้แม้กระทั้งไม่มีไฟเลี้ยงเพื่อรักษาคำสั่งหรือโปรแกรมไว้เมื่อมีไฟเลี้ยงจ่ายให้แก่ระบบคอมพิวเตอร์จะได้สามารถทำงานได้ จากคุณสมบัติดังกล่าวมีหน่วยความจำกลุ่มหนึ่งที่รักษาข้อมูลไว้ได้แต่มีคุณสมบัติอื่นเพิ่มเติมขึ้นมาคือเป็นหน่วยความจำที่สามารถอ่านได้เพียงอย่างเดียวหรือเรียกกันว่า ROM (Read only memory) ซึ่งมีอยู่หลายชนิดได้แก่

1. ROM คุณสมบัติโปรแกรมจากโรงงานและลบไม่ได้

2. PROM คุณสมบัติโปรแกรมเองได้ครั้งเดียวและลบไม่ได้

3. EPROM คุณสมบัติโปรแกรมเองได้หลายครั้งและลบได้ด้วยแสง UV

4. E2PROM คุณสมบัติโปรแกรมเองได้หลายครั้งและลบได้ด้วยไฟฟ้า

5. Flash memory คุณสมบัติโปรแกรมเองได้หลายครั้งและลบได้ด้วยไฟฟ้า

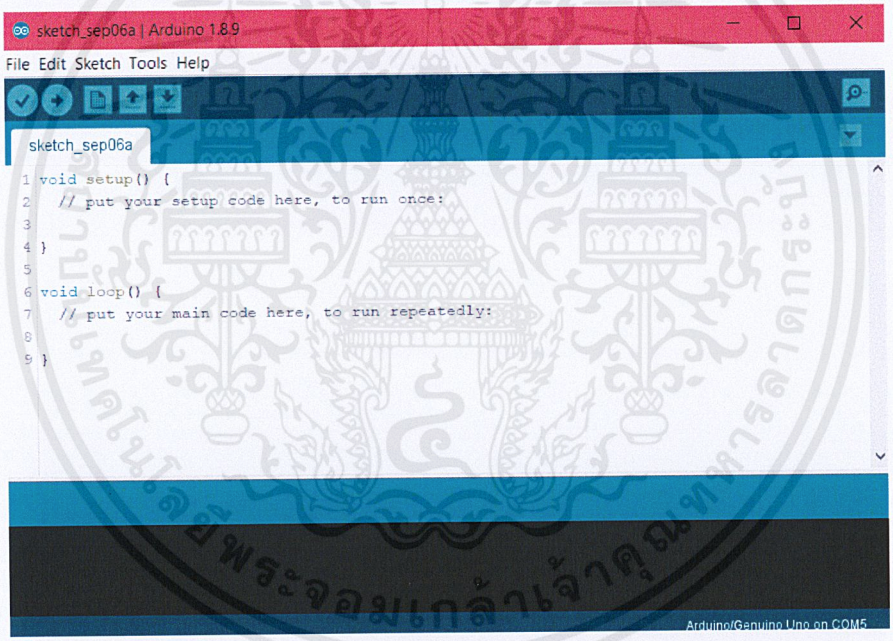
แบบที่สองคือหน่วยความจำชั่วคราว เป็นหน่วยความจำที่ใช้พักข้อมูลในระหว่างการประมวลผล โดยเป็นหน่วยความจำที่สามารถอ่านได้และเขียนข้อมูลกลับได้ในระดับไฟเลี้ยงปกติและรักษาข้อมูลไว้ได้ตราบที่ยังมีไฟเลี้ยงอยู่หรือรักษาข้อมูลไว้ได้ตราบที่ยังไม่มีข้อมูลใหม่มาทับข้อมูลเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากคุณสมบัติที่ต้องการดังกล่าวมีหน่วยความจำที่มีให้ใช้งานเพียงแต่จะไม่สามารถรักษาข้อมูลไว้ได้ถ้าไม่มีไฟเลี้ยง ซึ่งหน่วยความจำแบบนี้สามารถอ่านและเขียนข้อมูลแบบสุ่มตำแหน่งได้หรือที่เรียกว่า RAM (Random access memory)

2.3.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

ในส่วนของซอฟต์แวร์ที่จะทำให้ Arduino สามารถทำงานตามคำสั่งที่เราป้อนจะประกอบไปด้วยโปรแกรมและภาษาที่เราใช้เขียนเพื่อให้ Arduino ทำงาน โดยภาษาที่เราใช้เขียนจะใช้ภาษาที่มีไวยากรณ์แบบเดียวกับภาษา C/C++ ส่วน Software จะใช้ Arduino IDE ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับเขียนโค้ดโปรแกรม การคอมไพล์โปรแกรม (การแปลงไฟล์ ภาษาซีให้เป็นภาษาเครื่อง) และอัปโหลดโปรแกรมลงบนบอร์ด

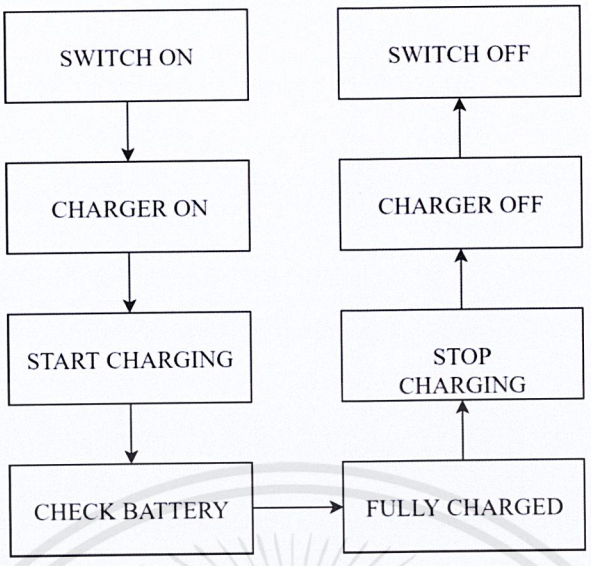


รูปที่ 2.2 หน้าต่างโปรแกรม Arduino IDE

2.4 ขั้นตอนการชาร์จและการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่

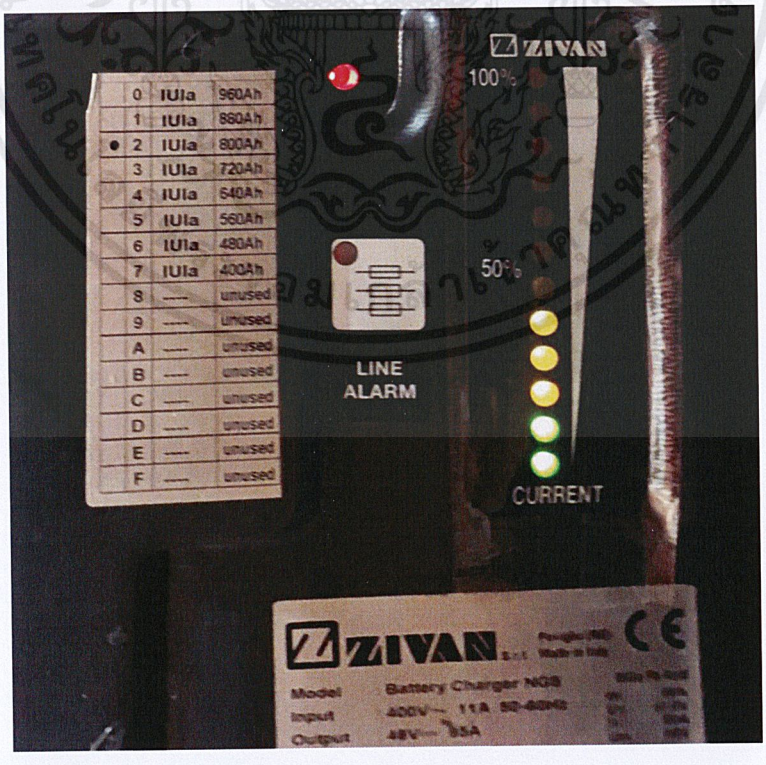
ในส่วนของขั้นตอนการชาร์จรถลากจูง คือเมื่อเชื่อมต่อปลั๊กไฟเข้ากับตัวรถแล้วจะต้องโยกสวิตช์เพื่อสลับโหมดการทำงานไปเป็นโหมดชาร์จไฟ จากนั้นทำการเปิดเครื่องแล้วเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ตรวจสอบแบตเตอรี่ก่อนแล้วจึงจะเริ่มทำการชาร์จ เมื่อแบตเตอรี่เต็มเครื่องชาร์จแบตเตอรี่จะหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติ จากนั้นโยกสวิตช์กลับไปที่โหมดใช้ไฟจากแบตเตอรี่เพื่อให้ตัวรถลากจูงพร้อมใช้งาน โดยขั้นตอนการชาร์จจะแสดงดังรูป 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงขั้นตอนการชาร์จรถลากจูง

การทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่คือ ในระหว่างที่ชาร์จจะมีไฟแสดงระดับกระแสและเปอร์เซ็นต์ของแบตเตอรี่โดยประมาณ หากกระแสหรือแรงดันมีค่ามากเกินปกติเครื่องชาร์จแบตเตอรี่จะหยุดการทำงานโดยทันที

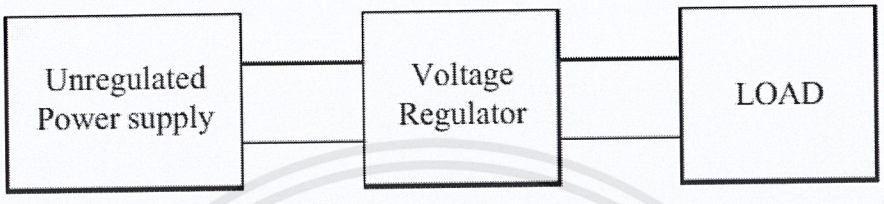


รูปที่ 2.4 ไฟแสดงสถานะที่เครื่องชาร์จขณะทำการชาร์จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

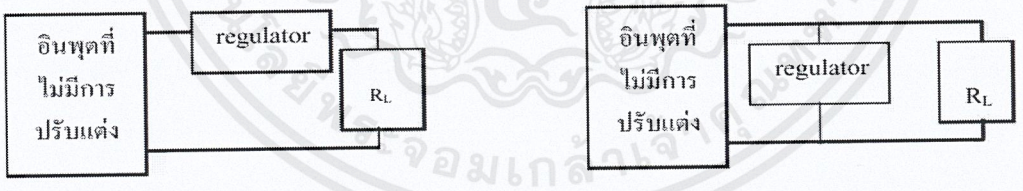
2.5 วงจรรักษาระดับแรงดัน (Voltage Regulator Circuit)

วงจรรักษาระดับแรงดันคือวงจรที่ต่อระหว่างแหล่งจ่ายไฟตรงไม่คงค่า (Unregulator Power Supply) กับโหลดและสามารถรักษาแรงดันให้คงตัวขณะที่โหลดเปลี่ยน แรงดันของแหล่งจ่ายไฟตรงไม่นิ่ง หรืออุณหภูมิของวงจรเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 2.5 บล็อกไดอะแกรมของแหล่งจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดัน

จากบล็อกไดอะแกรม สัญญาณที่ออกมาจากเอาต์พุตของวงจรกรองแรงดันจากรูปที่ 2.5 จะยังไม่เรียบเท่าที่ควรเพราะว่าตัวเก็บประจุจะเก็บและคายประจุอยู่ตลอดเวลา เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการความละเอียดของแหล่งจ่ายมากนัก แต่ถ้าเป็นงานที่ต้องการความละเอียดของแหล่งจ่ายจะนำโหลดที่เป็น ซีเนอร์ไดโอด ทรานซิสเตอร์หรือไอซีมาต่อซึ่งมีการต่อ 2 แบบคือ การต่ออนุกรมกับโหลดและการต่อขนานกับโหลด



รูปที่ 2.6 ด้านซ้ายแสดงการต่ออนุกรมกับโหลดและรูปขวาแสดงการต่อขนานกับโหลด

2.5.1 วงจรรักษาระดับแรงดันโดยใช้ไอซี

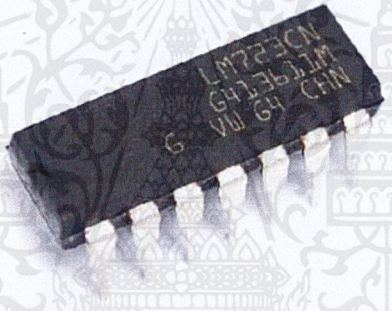
วงจรแหล่งจ่ายไฟสมัยใหม่ที่นิยมกันมากที่สุดคือวงจรเรกกูเลเตอร์โดยใช้ไอซีเพราะว่าออกแบบวงจรง่าย ราคาถูก ขนาดเล็กและให้คุณภาพสูง ในการออกแบบวงจรเรกกูเลเตอร์โดยใช้ไอซีในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้คือวงจรเรกกูเลเตอร์โดยใช้ IC หลายขา วงจรเรกกูเลเตอร์ที่ใช้ IC 3 ขาแบบแรงดันเอาต์พุตคงที่บวกและลบ และวงจรเรกกูเลเตอร์โดยใช้ไอซี 3 ขาแบบปรับค่าแรงดันและเอาต์พุตได้ วงจรเรกกูเลเตอร์โดยใช้ไอซีจะได้สัญญาณแรงดันอินพุตมาจากวงจรเรคติไฟเออร์ที่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกรองแรงดันมาแล้วโดยวงจรเรกกูเลเตอร์จะทำหน้าที่ปรับแต่งแรงดันให้เรียบขึ้นและรักษาระดับแรงดันให้คงที่ตลอดการใช้งาน

2.5.1.1 วงจรเรกกูเลเตอร์โดยใช้ไอซีหลายขา

วงจรเรกกูเลเตอร์ที่ใช้ไอซีหลายขาเบอร์ที่นิยมสร้างมากก็คือ LM723 เพราะว่าสามารถใช้งานครอบคุมได้อย่างครบถ้วน จาก Data Sheet ของไอซี LM723 จะเห็นว่า LM723 จะมีลักษณะ 2 แบบ คือแบบตัวถัง TO - 100 มี 10 ขาและแบบตัวถัง DIP ซึ่งมี 14 ขา สามารถจ่ายกระแสได้สูงสุด 150 mA และสามารถขยายกระแสได้มากกว่า 10 A โดยใช้ทรานซิสเตอร์มาต่อภายนอก ที่สำคัญสามารถปรับแรงดันเอาต์พุตได้ตั้งแต่ 2 V ถึง 37 V และสามารถใช้ทำเป็นนวงจรเรกกูเลเตอร์แบบเชิงเส้นและแบบ สวิตช์ชิ่งได้ด้วย



รูปที่ 2.7 ไอซี LM723 ตัวถังแบบ DIP ซึ่งมี 14 ขา

2.5.1.2 วงจรเรกกูเลเตอร์โดยใช้ไอซี 3 ขาแบบแรงดันเอาต์พุตคงที่

ไอซี 3 ขาแบบแรงดันเอาต์พุตคงที่ที่นิยมใช้กันมากคือตระกูล MC78xx และตระกูล MC79xx โดยตระกูล 78xx จะใช้แรงดันแบบบวกที่คงที่ ส่วนตระกูล 79xx จะให้แรงดันแบบลบคงที่โดยที่ xx จะบอกขนาดแรงดัน ตัวอย่างเช่น MC7805 คือไอซีตระกูล MC78xx ที่ให้แรงดันแบบบวกคงที่ขนาด 5 V และ MC7912 คือไอซีตระกูล MC79xx ที่ให้แรงดันแบบลบคงที่ขนาด 12 V เป็นต้น IC ตระกูล MC78xx และ MC79xx จะมีลักษณะที่ใกล้เคียงกันมากจะแตกต่างกันเพียงการให้แรงดันคงที่บวกหรือลบ ส่วนถ้าต้องการออกแบบไอซีตระกูล MC79xx ก็นำหลักการจากการออกแบบ MC78xx ไปใช้ได้เลย ไอซีของบริษัทเนชั่นแนล ตระกูล LM140 – xx / LM340 – xx จะมีลักษณะคล้ายกับตระกูล MC78xx คือให้แรงดันแบบบวกที่คงที่เหมือนกัน ส่วนตระกูล LM120 – xx / LM320 – xx จะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะคล้ายกับตระกูล MC79xx คือให้แรงดันแบบลบที่คงที่เหมือนกัน โดยที่ xx คือขนาดแรงดันเช่นเดียวกัน

2.6 ออปแอมป์ (Operational Amplifier)

ออปแอมป์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีการจัดวางอุปกรณ์ภายในอย่างซับซ้อน อันประกอบด้วยอุปกรณ์พื้นฐานต่าง ๆ หลายอย่าง เช่น ความต้านทาน ทรานซิสเตอร์ คาปาซิเตอร์และไดโอด เป็นต้น ในที่นี้จะกล่าวถึงออปแอมป์ในลักษณะของบล็อกของวงจรและการต่อขั้วภายนอก โดยออปแอมป์เป็นวงจรรวม (IC) มีรูปแบบต่าง ๆ กัน ปัจจุบันที่พบเห็นบ่อยคือแบบบรรจุในตัวถังพลาสติกที่เรียกว่าดูอัลอินไลน์ (Dual in-line package หรือ DIP) มี 8 ขาหรือขั้ว (Terminal)

รูปที่ 2.8 การจัดขา Pin ออปแอมป์ (ซ้าย) และสัญลักษณ์ (ขวา)

ขาหรือขั้วที่สำคัญที่ใช้บ่อยและใช้มากมีอยู่ 5 ขั้ว คือ

1. ขาด้านเข้ากลับขั้วลบ (Inverting Input)
2. ขาด้านเข้าไม่กลับขั้วบวก (Noninverting Input)
3. ขาด้านออก (Output)
4. ขั้วแหล่งจ่ายไฟบวก
5. ขั้วแหล่งจ่ายไฟลบ

เมื่อไม่มีการต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับขั้วต่าง ๆ ของออปแอมปเมื่อป้อนแรงดันเข้าที่ขาอินพุตกลับขั้วและขาอินพุตไม่กลับขั้วจะมีแรงดันแตกต่างเกิดขึ้นระหว่างขั้วด้านขาเข้าทั้งสอง V_d เมื่ออัตราขยายวงรอบเปิด (A) มีค่ามาก 105 ถึง 108 เท่า จะทำให้ได้แรงดันขั้วด้านขาออกมีค่าเท่ากับผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คูณของ V_d กับอัตราขยายวงรอบเปิดได้ค่าแรงดันขั้วด้านขาออกที่สูงมาก ซึ่งทางปฏิบัติจะสูงสุดได้ไม่เกินแรงดันแหล่งจ่าย โดยปกติจะมีค่าแรงดันแหล่งจ่ายสำหรับแหล่งจ่ายบวกลบประมาณ ±15 โวลต์ ดังนั้นแรงดันด้านขั้วด้านขาออกจะมีค่าประมาณ ±14 โวลต์ ซึ่งค่าที่ได้จะเป็นบวกหรือลบขึ้นกับค่าแรงดันแตกต่าง V_d ว่ามีค่าเป็นบวกหรือลบตามสมการ 2.1

$$V_d = V_2 - V_1 \tag{2.1}$$

V_d = แรงดันแตกต่างระหว่างขาด้านเข้ากลับขั้ว (-) และขาด้านเข้าไม่กลับขั้ว (+)

V_2 = แรงดันระหว่างขาด้านเข้าไม่กลับขั้ว (+) กับกราวน์

V_1 = แรงดันระหว่างขาด้านเข้ากลับขั้ว (-) กับกราวน์

และแรงดันด้านออก (Output) จะได้จากสมการ

$$V_O = AV_d = A(V_2 - V_1) \tag{2.2}$$

และ

$$-V_{CC} \le V_O \le +V_{CC} \tag{2.3}$$

V_O = แรงดันด้านออก

A = อัตราขยายวงรอบเปิด (Open Loop Voltage Gain)

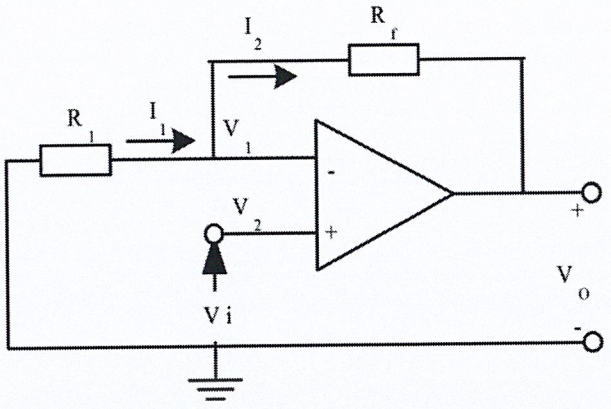
V_{CC} = แรงดันแหล่งจ่าย

ออปแอมป์อาจพิจารณาได้ว่าเป็นวงจรขยายแรงดันที่มีอัตราขยายสูงมาก ๆ หรือมองว่าเป็นหน่วยทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีพฤติกรรมเหมือนกับแหล่งจ่ายแรงดันแบบใช้แรงดันควบคุม (Voltage Controlled Voltage Source) และนอกจากสามารถใช้ทำเป็นแหล่งจ่ายแบบแรงดันควบคุมหรือกระแสควบคุมได้แล้วยังใช้รวมสัญญาณ ขยายสัญญาณ อินทิเกรต หรือหาค่าอนุพันธ์ของสัญญาณได้ด้วย วงจรออปแอมป์พื้นฐานมีหลากหลายวงจร

2.6.1 การขยายแบบไม่กลับขั้ว (Non-Inverting Amplifier)

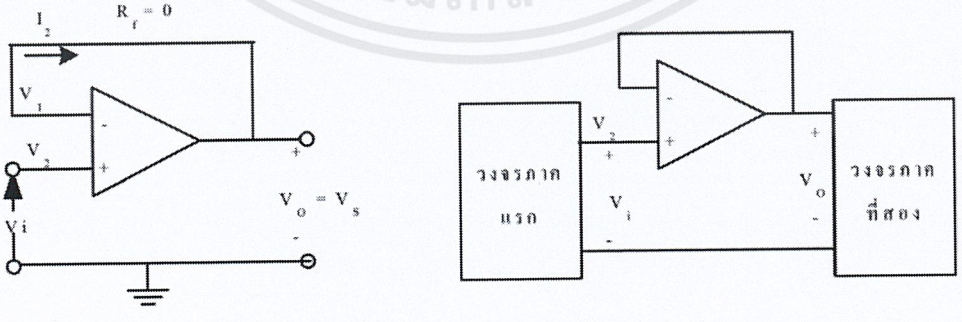
การขยายแบบไม่กลับขั้วด้วยออปแอมป์เป็นการประยุกต์ใช้ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งมีลักษณะการต่อวงจรภายนอกดังรูปที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 การขยายแบบไม่กลับขั้วด้วยออปแอมป์

การขยายแบบนี้สัญญาณที่จะขยายจะต่อเข้าขาไม่กลับขั้วของออปแอมป์และความต้านทาน R_1 จะต่อเข้ากับขากลับขั้วเทียบกับกราวน์ความต้านทานป้อนกลับก็ต่ออยู่ระหว่างขั้วขาด้านออกและขั้วขากลับขั้ว เช่นเดียวกับการขยายแบบอื่น เราต้องการทราบแรงดันด้านออกและอัตราขยายแรงดันจะได้อัตราขยายแรงดันคือ $A_V = \frac{V_o}{V_i} = (1 + \frac{R_f}{R_i})$ ซึ่งไม่มีเครื่องหมายลบ (-) ดังนั้นแรงดันด้านขาออกจะมีขั้วเหมือนกับแรงดันด้านขาเข้านั่นคือวงจรขยายแบบไม่กลับขั้วจะถูกออกแบบให้มีอัตราขยายเป็นบวกนอกจากนี้ออปแอมป์มีค่าความต้านทานหรืออิมพีแดนซ์ด้านขาเข้าสูงมากจึงใช้ประโยชน์เป็นตัวคั่นระหว่างวงจรขยายซึ่งอาจเรียกว่า บัฟเฟอร์ (Buffer) ใช้สำหรับแยกวงจรโดยอธิบายได้ดังรูปที่ 2.10 โดยบัฟเฟอร์จะเป็นตัวกลางกั้นไม่ให้วงจรทั้งสองกวนซึ่งกันและกันและยังช่วยไม่ให้วงจรขั้นถัดไปกินกำลัง(Loading) วงจรแรกอีกด้วย

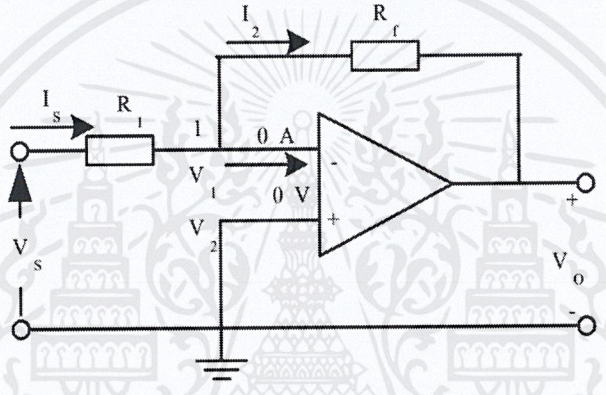


รูปที่ 2.10 วงจรบัฟเฟอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 การขยายกลับขั้ว (Inverting Ampliler)

ลักษณะสำคัญของวงจรคือสัญญาณเข้าและความต้านทานป้อนกลับจะป้อนเข้ากับขากลับขั้วของออปแอมป์ การต่อจะต่อขาไม่กลับขั้ว (Non – inverting) เข้ากับกราวน์ ส่วนแรงดันแหล่งจ่ายสัญญาณ V_i จะต่อเข้ากับขากลับขั้ว (Inverting) ผ่านความต้านทาน R_1 และต่อความต้านทานป้อนกลับ R_f ระหว่างขั้วด้านขาออกกับขากลับขั้วและจะเห็นว่าอัตราขยายได้จากความต้านทานป้อนกลับหารด้วยความต้านทานที่ต่อด้านขาเข้า นั่นคืออัตราขยายของวงจรจะขึ้นกับอุปกรณ์ภายนอกที่ต่อเข้ากับขั้วต่าง ๆ ของออปแอมป์เทานั้น ตัวอย่างการใช้งานวงจรขยายแบบกลับขั้วจะนิยมใช้เป็นวงจรเปลี่ยนกระแสเป็นแรงดันและวงจรกลับเฟสแรงดัน เป็นต้น

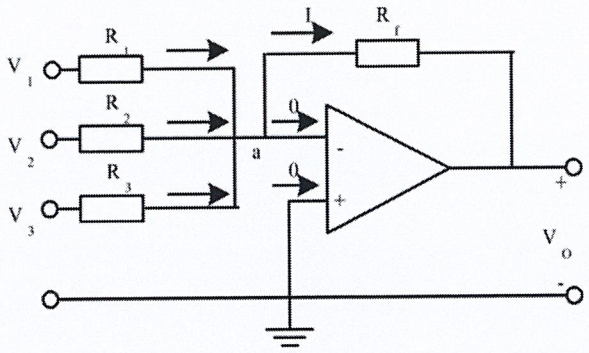


รูปที่ 2.11 การขยายแบบกลับขั้วด้วยออปแอมป์

2.6.3 การขยายแบบรวมสัญญาณ (Summing Amplifier)

นอกจากขยายสัญญาณแล้วยังสามารถใช้ออปแอมป์ในการรวม(บวก) หรือการลบได้ด้วย สำหรับการรวมคือการต่อวงจรออปแอมป์เพื่อให้รับสัญญาณด้านเข้าหลาย ๆ สัญญาณรวมกันและสร้างเป็นค่าที่ได้ออกมาที่ด้านออกเป็นผลรวมของค่าแรงดันของค่าด้านขาเข้า(ค่าประจำหลัก) วงจรขยายแบบรวมสัญญาณก็คือวงจรที่แปลงรูปมาจากวงจรขยายแบบกลับขั้วโดยใช้ข้อดีที่รูปแบบของวงจรขยายแบบกลับขั้วสามารถใช้ได้กับจุดต่อด้านขาเข้าหลายจุดต่อในเวลาเดียวกัน

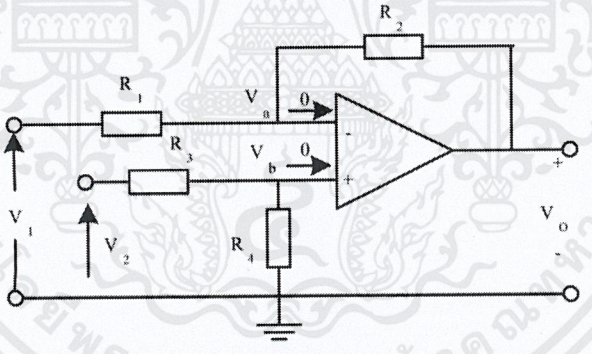
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 การขยายแบบรวมสัญญาณด้วยออปแอมป์

2.6.4 การขยายผลต่าง (Difference Amplifier)

การขยายผลต่างคือวงจรที่ใช้ในการขยายความแตกต่างของสัญญาณระหว่างขาด้านเข้าทั้งสอง ซึ่งจะตรงข้ามกับหัวข้อการขยายแบบรวมสัญญาณที่กล่าวมาแล้ว นอกจากนี้ยังมีลักษณะคล้ายหรือเกี่ยวข้องกับการขยายสำหรับเครื่องมือวัด (Instrumentation Amplifier) อันเป็นวงจรขยายที่มีประโยชน์และนิยมใช้กันเป็นอย่างมาก



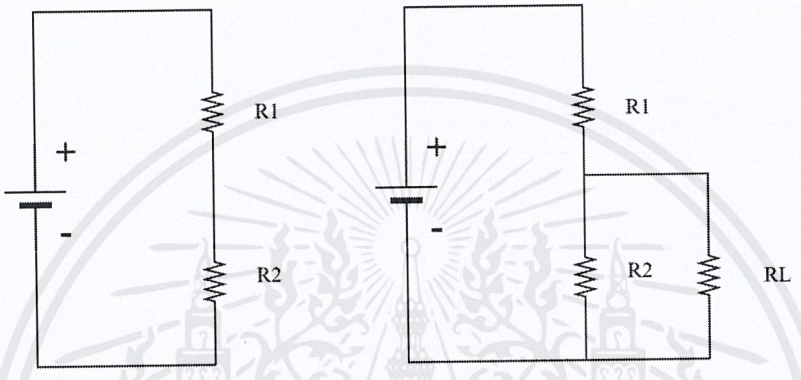
รูปที่ 2.13 การขยายผลต่างด้วยออปแอมป์

2.7 วงจรแบ่งแรงดัน (Voltage Divider)

เนื่องจากภายในวงจรไฟฟ้านั้นอาจประกอบด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างหลายชนิด ซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชนิดนั้นอาจจะมีความต้องการแรงดันไฟฟ้า (voltage) หรือกระแสไฟฟ้า (current) แตกต่างกัน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องแบ่งแรงดันไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าออกเป็นส่วนๆ เพื่อนำไปใช้เลี้ยงอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น ๆ นอกจากนี้ยังเป็นการทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ เหล่านั้นทำงานได้เต็มประสิทธิภาพและไม่สร้างความเสียหายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าเหล่านั้น วงจรแบ่งแรงดันคือวงจรที่ใช้สำหรับแบ่งค่าแรงดันไฟฟ้าออกเป็นหลายๆ ค่าเพื่อใช้เลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ในวงจรโดยใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าเพียงแหล่งเดียว โดยนำตัวต้านทาน (resistor) มาเป็นตัวแบ่งแล้วนำกฎของโอห์มมาประยุกต์ใช้ในการแบ่งแรงดันไฟฟ้าในวงจร วงจรแบ่งแรงดันนี้เป็นวงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทานตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปโดยต่ออนุกรมกันกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า (electric source) วงจงแบ่งแรงดันนี้แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ วงจรแบ่งแรงดันแบบไม่มีโหลด (unloaded voltage divider circuit) และวงจรแบ่งแรงดันแบบมีโหลด (loaded voltage divider circuit)

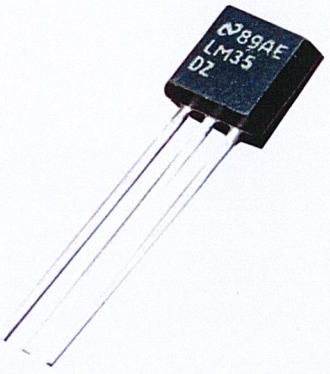


รูปที่ 2.14 ด้านซ้ายวงจรแบ่งแรงดันแบบไม่มีโหลดและด้านขวาวงจรแบ่งแรงดันแบบมีโหลด

2.8 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ LM35

เซนเซอร์วัดอุณหภูมิมีทั้งแบบที่สัมผัสโดยตรงกับแหล่งกำเนิดความร้อนและแบบที่ไม่ต้องสัมผัสกับแรงกำเนิดความร้อน โดยแบบที่ไม่ต้องสัมผัสกับแหล่งกำเนิดความร้อนโดยตรงสามารถวัดได้จากการแผ่รังสีความร้อนแทน เช่น เครื่องวัดอุณหภูมิด้วยอินฟราเรต ในส่วนของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ LM35 เป็น เครื่องวัดอุณหภูมิแบบลิเนียร์จะขึ้นอยู่กับเซ็นเซอร์อุณหภูมิ LM35 ของเซมิคอนดักเตอร์ สามารถใช้ LM35 Linear Temperature Sensor เพื่อตรวจจับอุณหภูมิอากาศภายนอก มีช่วงการทำงานตั้งแต่ -55 องศาเซลเซียสถึง 150 องศาเซลเซียส ความไว 10mV ต่อองศาเซลเซียส แรงดันขาออกเป็นสัดส่วนกับอุณหภูมิ

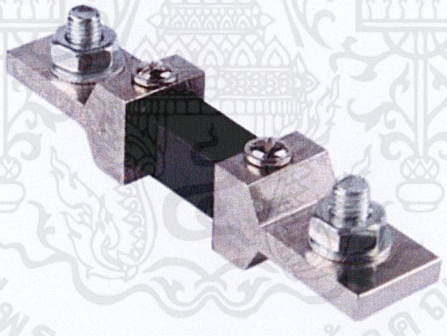
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ LM35

2.9 Shunt Resistor

ตัวต้านทานชันท์ (Shunt Resistor: RSh) เป็นอุปกรณ์ที่มีความต้านทานต่ำ ใช้ในการวัดกระแสไฟฟ้าในวงจรด้วยการต่ออนุกรมกับวงจร โดยสามารถหากระแสที่ไหลผ่านวงจรได้ด้วยวัดแรงดันที่ตกคร่อมกับตัวต้านทานตามกฎของโอห์มคือค่าของกระแสเท่าแรงดันส่วนด้วยความต้านทาน

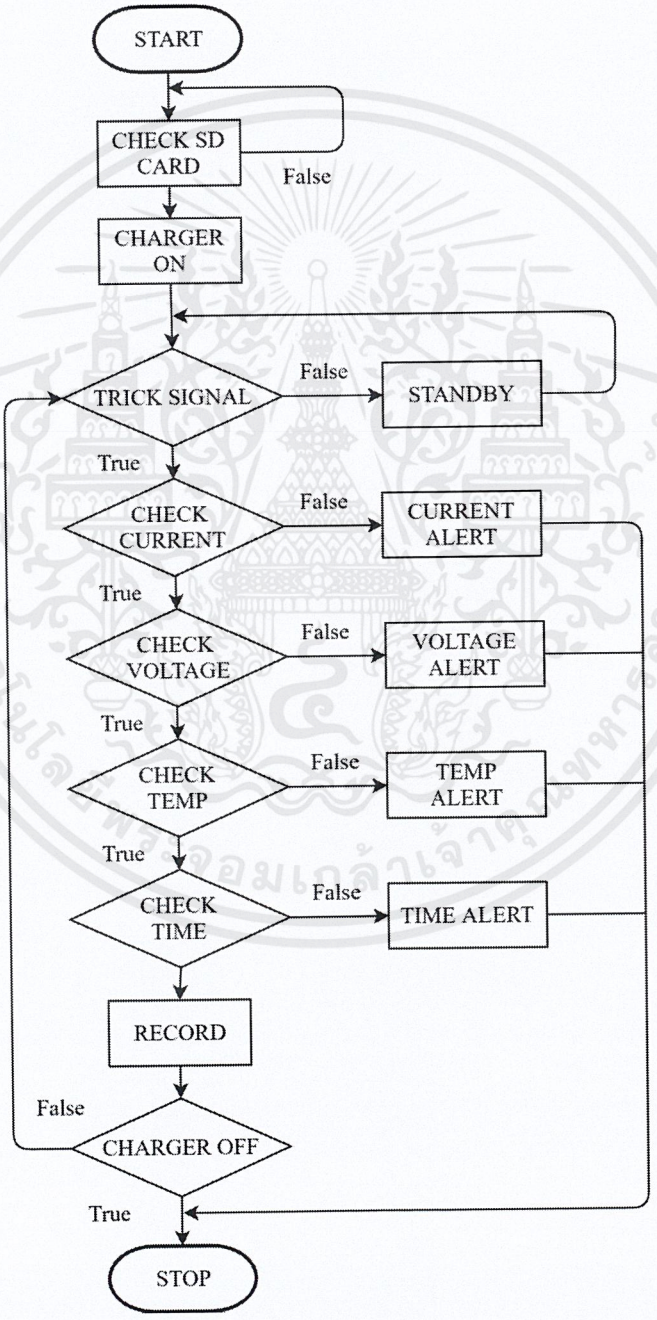


รูปที่ 2.16 อุปกรณ์ Shunt Resistor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 ออกแบบ Flowchart การทำงานของอุปกรณ์



รูปที่ 3.1 แสดง Flowchart การทำงานของ Charger Monitor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกแบบ Flowchart การทำงานของอุปกรณ์โดยประกอบไปด้วยการทำงานของฟังก์ชันย่อย เมื่ออุปกรณ์เริ่มทำงานจะทำการเช็คเม็มโมรี่การ์ดว่าพร้อมใช้งานหรือไม่ ถ้าเม็มโมรี่การ์ดพร้อมใช้งาน อุปกรณ์จะ Standby รอให้เครื่องชาร์จเริ่มทำงาน เมื่อเครื่องชาร์จเริ่มทำงานจะวัดค่ากระแส แรงดัน อุณหภูมิ และระยะเวลาการชาร์จถ้าค่าที่วัดได้เกินกว่าค่าที่กำหนดไว้อุปกรณ์จะแจ้งเตือนและสั่งให้เครื่องชาร์จหยุดการทำงาน โดยในระหว่างที่ชาร์จอุปกรณ์จะบันทึกข้อมูลที่วัดได้ลงในเม็มโมรี่การ์ดด้วย

3.2 กำหนด I/O ของอุปกรณ์

กำหนดอินพุตและเอาต์พุตของอุปกรณ์ซึ่งประกอบไปด้วย

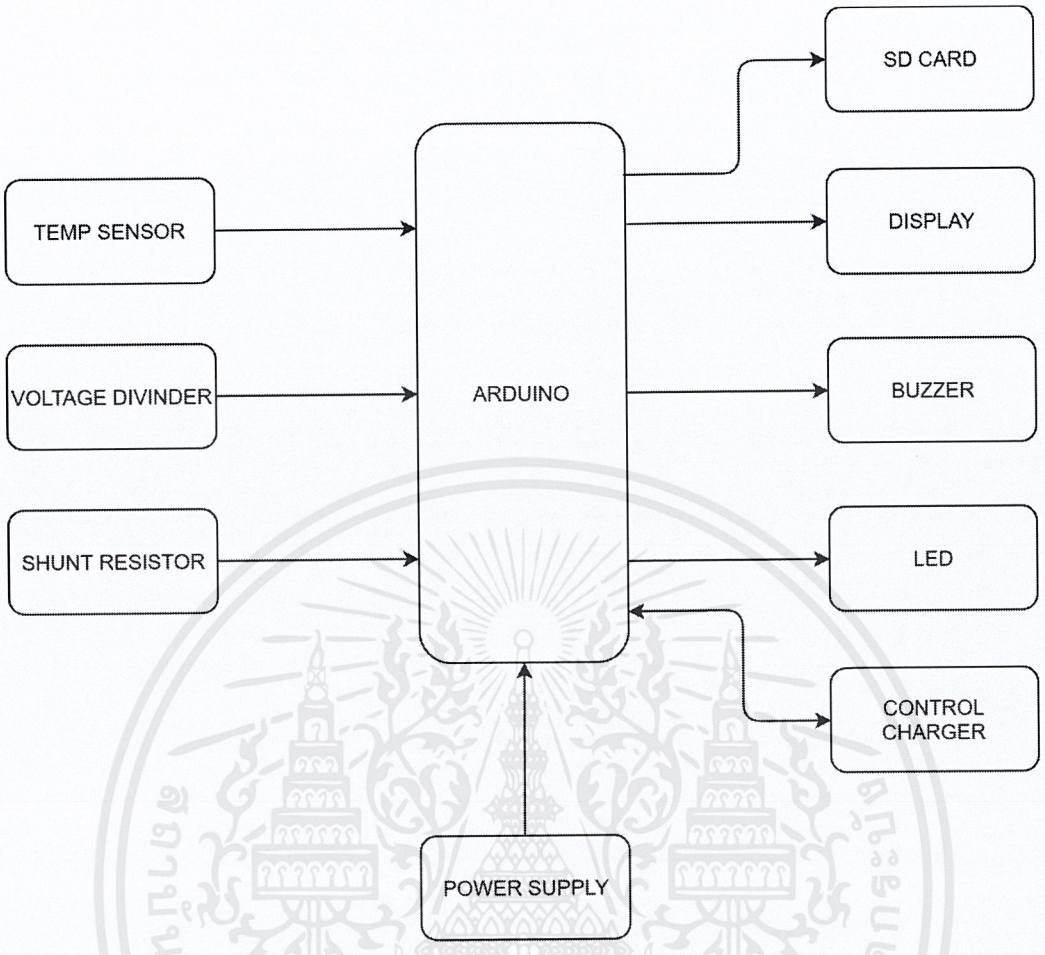
อินพุตของอุปกรณ์

1. เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ
2. ค่าแรงดันจากวงจรแบ่งแรงดัน
3. ค่ากระแสจาก Shunt resistor
4. คำสั่งเริ่มการทำงานจากเครื่อง Battery charger
5. ไฟเลี้ยงจากวงจรแปลงแรงดัน

เอาต์พุตของอุปกรณ์

1. ข้อมูลที่บันทึกลงเม็มโมรี่การ์ด
2. หน้าจอแสดงผล
3. Buzzer
4. ไฟ LED แสดงสถานะ
5. คำสั่งหยุดการทำงานเครื่อง Battery charger

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดง I/O ของอุปกรณ์

3.3 ออกแบบวงจรและ Wiring ที่จะใช้ภายในอุปกรณ์

ออกแบบวงจรที่จะใช้ภายในอุปกรณ์โดยประกอบไปด้วยวงจรแปลงแรงดันจากแบตเตอรี่รถลากจูง วงจรขยายสัญญาณและวงจรแยกสัญญาณระหว่าง Arduino กับ Battery Charger โดยสามารถคำนวณค่าได้จาก Datasheet ของอุปกรณ์

3.3.1 การคำนวณสำหรับวงจรแบ่งแรงดัน

คำหาค่าความต้านทานที่จะใช้ในวงจรแบ่งแรงดันแบบไม่มีโหลดโดยให้มีแรงดันตกคร่อมเป็น 5 V จากสมการ 3.1

$$V_{R2} = \frac{R_2}{R_2 + R_1} \times E \qquad (3.1)$$

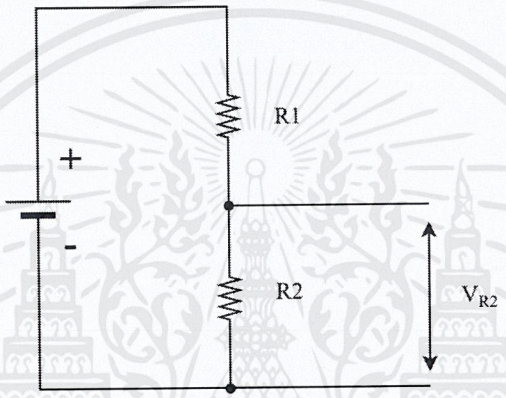
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยกำหนดให้ R_1 = 400 kΩ R_2 = 21.32 kΩ และ E = 100 V จะได้

$$V_{R2} = \frac{21.32\ k\Omega}{21.32\ k\Omega + 400\ k\Omega} \times 50\ V \qquad (3.2)$$

$$V_{R2} = 5.06\ V$$

เมื่อมีแรงดัน 100 V จะมีแรงดันตกคร่อมคือ 5.06 V สามารถนำค่าแรงดันตกคร่อมนี้ไปใช้เป็นค่าอินพุตของ Arduino เพื่อใช้วัดแรงดันของแบตเตอรี่



รูปที่ 3.3 วงจรแบ่งแรงดัน

3.3.2 การคำนวณสำหรับวงจรแปลงดันด้วย IC TL 783

เราสามารถคำนวณค่าของอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อให้แปลงแรงดันด้วย IC TL 783 จากสมการ 3.3 สำหรับใช้เป็นไฟเลี้ยงเซนเซอร์และออปแอมป์

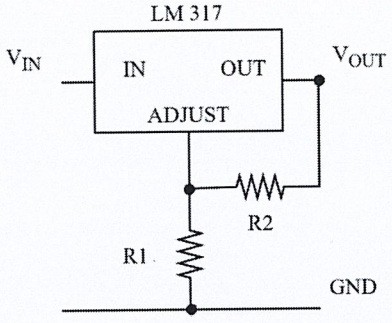
$$V_{OUT} = 1.25v \times (1 + \frac{R_2}{R_1}) + I_{ADJ} \qquad (3.3)$$

กำหนดให้ I_{ADJ} = 100 μA เมื่อต้องการให้แรงดันเอาต์พุตเป็น 17 V จะได้ R_1 = 301 Ω และ R_2 = 3.75 kΩ โดยใช้ Capacitor เพื่อแรงดัน 220 μF สำหรับแรงดันขาเข้าและ 10 μF สำหรับขาออกจะได้ว่า

$$V_{OUT} = 1.25v \times (1 + \frac{3.75\ k\Omega}{301\ \Omega}) + 100\ \mu A \qquad (3.4)$$

$$V_{OUT} = 16.82\ V$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 วงจรแปลงดันด้วย IC TL 783

3.3.3 การคำนวณสำหรับวงจรแปลงดันด้วย IC LM 317

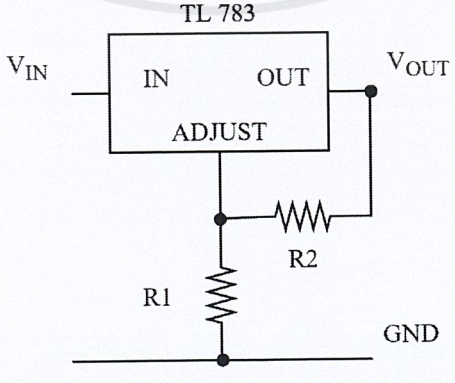
เราสามารถคำนวณค่าของอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อให้แปลงแรงดันด้วย IC TL 783 จากสมการ 3.5 สำหรับใช้เป็นไฟเลี้ยงให้กับ Arduino

$$V_{OUT} = 1.25v \times (1 + \frac{R_2}{R_1}) + I_{ADJ} \quad (3.5)$$

กำหนดให้ I_{ADJ} = 100 µA เมื่อต้องการให้แรงดันเอาต์พุตเป็น 9 V จะได้ R_1 = 390 Ω และ R_2 = 2.55 kΩ โดยใช้ Capacitor เพื่อแรงดัน 0.1 µF สำหรับแรงดันขาเข้าและ 10 µF สำหรับขาออกจะได้ว่า

$$V_{OUT} = 1.25v \times (1 + \frac{2.55\ k\Omega}{390\ \Omega}) + 100\ \mu A \quad (3.6)$$

$$V_{OUT} = 9.42\ V$$



รูปที่ 3.5 วงจรแปลงดันด้วย IC TL 783

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การคำนวณอัตราการขยายของออปแอมป์

คำนวณอัตราขยาย 2 ค่าสำหรับขยายแรงดันที่ได้รับจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิโดยจะทำให้มีอัตราขยาย 5 เท่า และขยายแรงดันที่ได้จาก Shunt Resistor โดยจะทำให้มีอัตราขยายเท่ากับ 67 เท่า สามารถคำนวณอัตราขยายได้จาก

$$AV = 1 + \frac{R_2}{R_1} \tag{3.7}$$

กำหนดให้ R_1 = 9 kΩ และ R_2 = 36 kΩ สำหรับอัตราขยาย 5 เท่า จะได้

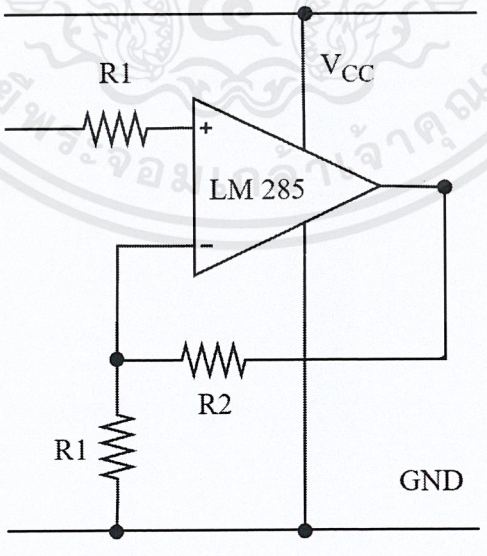
$$AV = 1 + \frac{36\ k\Omega}{9\ k\Omega} \tag{3.8}$$

$$AV = 5$$

และกำหนดให้ R_1 = 1.2 kΩ และ R_2 = 82 kΩ สำหรับอัตราขยาย 69.33 เท่า จะได้

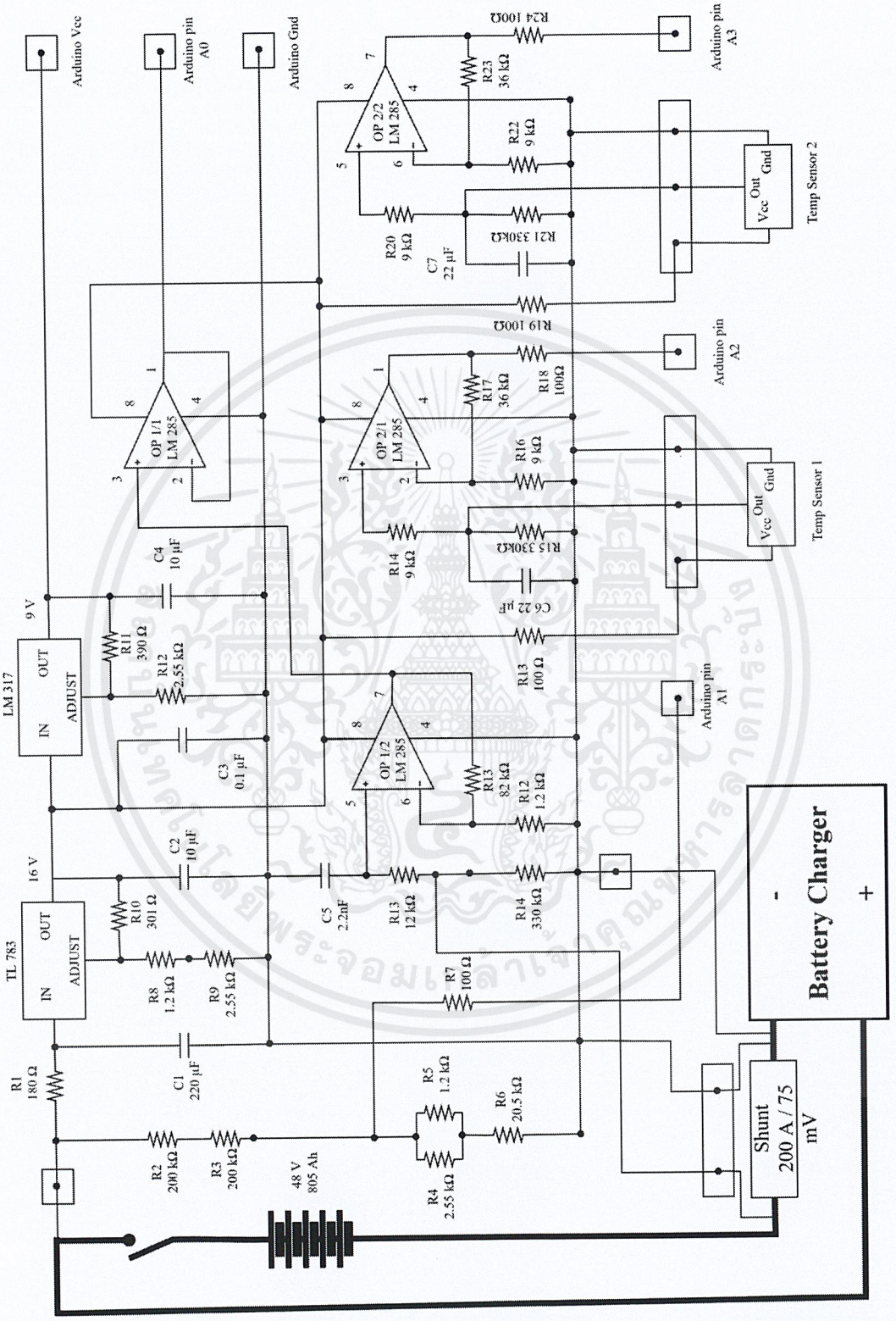
$$AV = 1 + \frac{82\ k\Omega}{1.2\ k\Omega} \tag{3.9}$$

$$AV = 69.33$$



รูปที่ 3.6 รูปวงจรขยายสัญญาณด้วยออปแอมป์

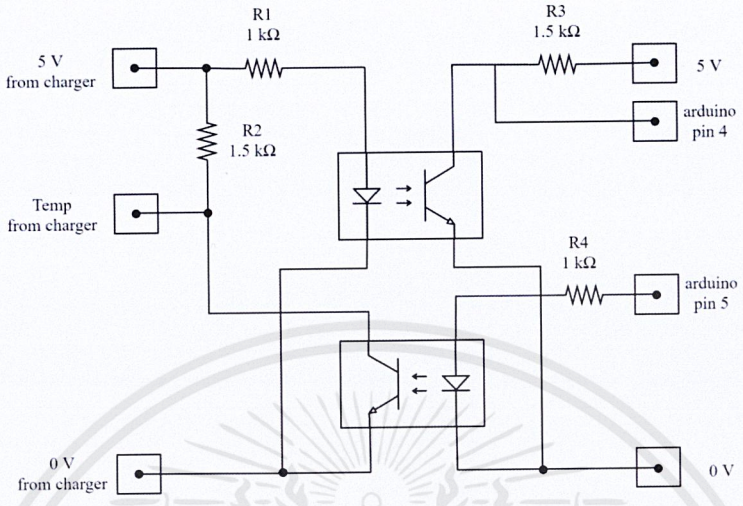
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 wiring ของวงจรที่จะใช้ในอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

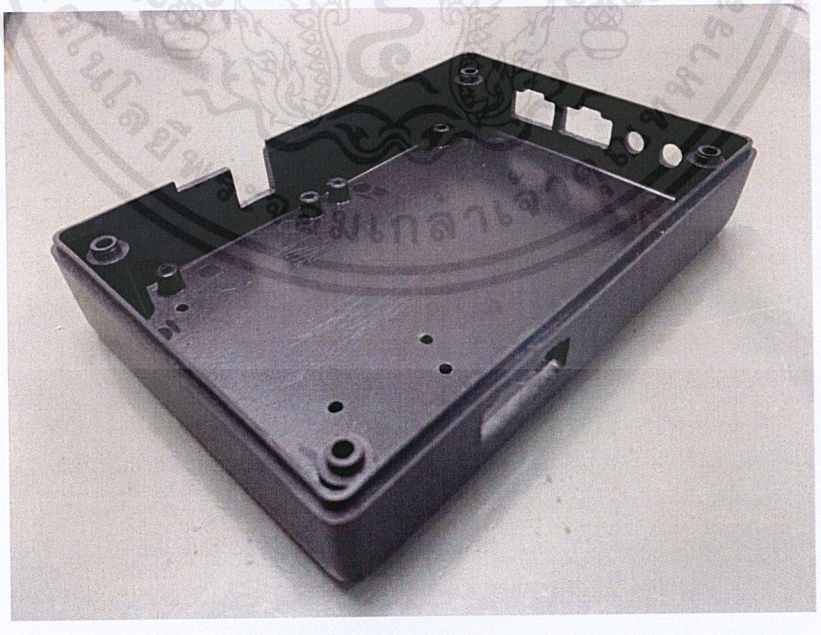
นอกจากนี้จะมีวงจรที่ใช้แยกสัญญาณระหว่าง Arduino กับเครื่องชาร์จแบตเตอรี่เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอุปกรณ์



รูปที่ 3.8 wiring วงจรแยกสัญญาณระหว่าง Arduino เครื่องชาร์จแบตเตอรี่

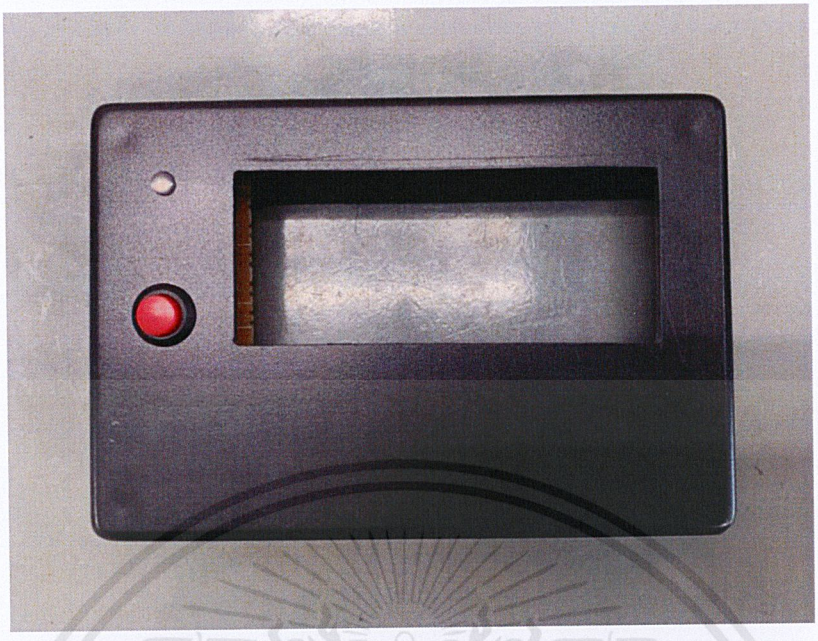
3.4 ทำกล่องใส่ชิ้นงานและวางอุปกรณ์ลงบนแผ่น PCB

เจาะกล่องสำหรับใส่ชิ้นงานโดยเจาะเป็นช่องสำหรับหน้าจอแสดงผล ช่องระบายอากาศและช่องสำหรับพอร์ทเชื่อมต่อต่าง ๆ



รูปที่ 3.9 เจาะกล่องใส่ชิ้นงานให้พอดีกับพอร์ทที่จะใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

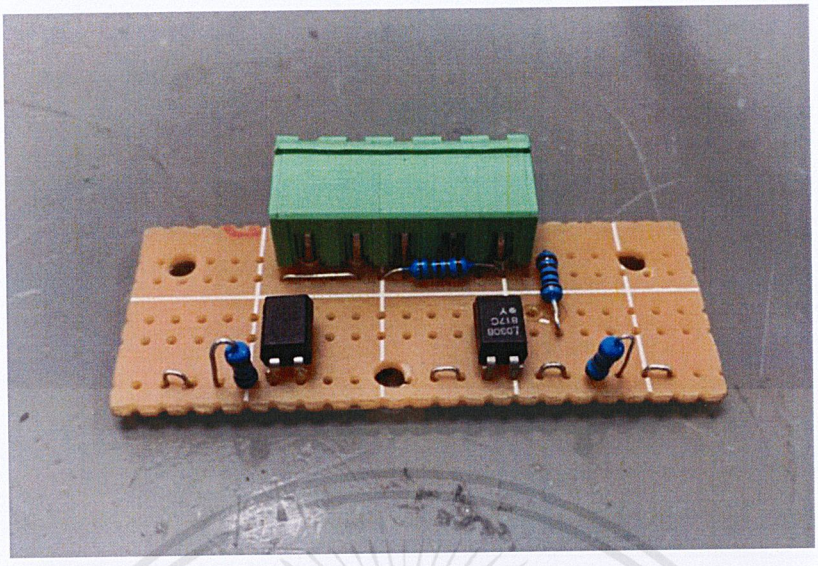


รูปที่ 3.10 เจาะช่องสำหรับใส่จอแสดงผล สวิตช์ และไฟ LED แสดงสถานะ

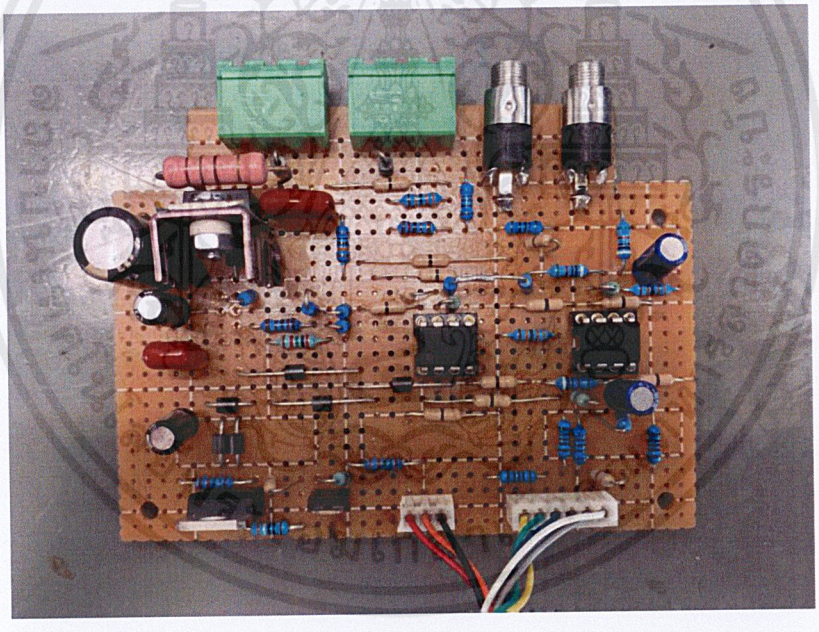
รูปที่ 3.11 เจาะช่องสำหรับระบายอากาศ

ทำการวางอุปกรณ์ตามที่ได้ออกแบบไว้ลงบนแผ่น PCB ประกอบด้วยแผงวงจรแยกสัญญาณระหว่าง Arduino กับ Battery Charger และแผงวงจรแปลงแรงดันและขยายสัญญาณอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 วงจรแยกสัญญาณระหว่าง Arduino กับ Battery Charger

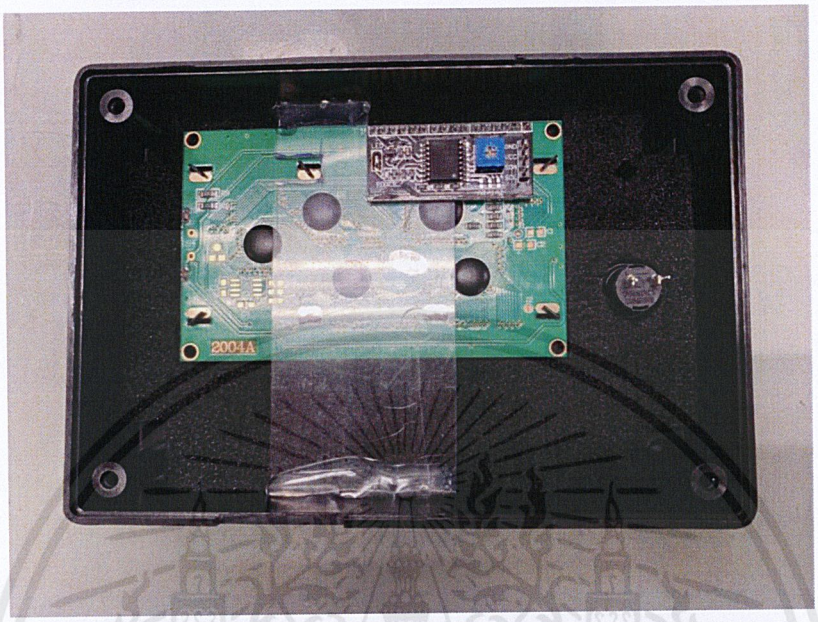


รูปที่ 3.13 วงจรแปลงแรงดันและขยายสัญญาณอินพุต

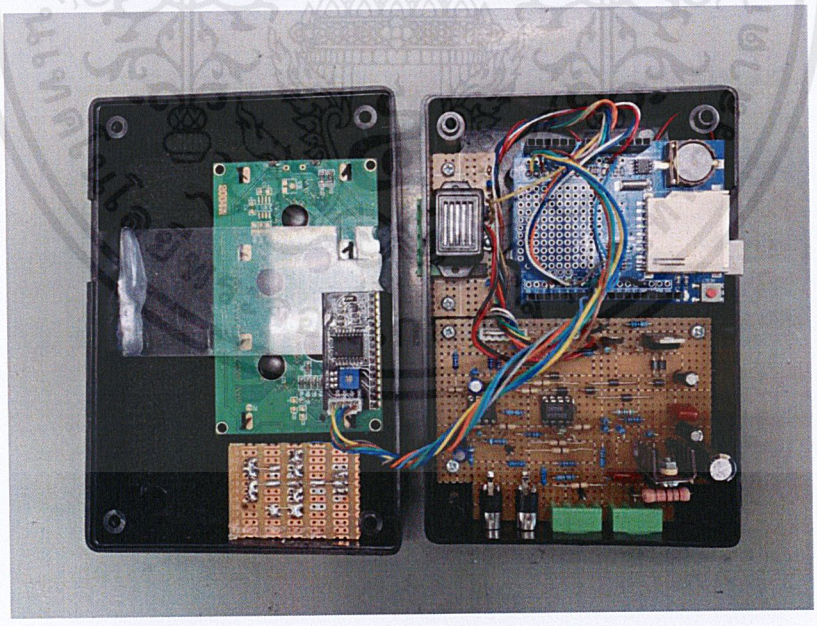
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การประกอบชิ้นงาน

รวมแผงวงจรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ประกอบเข้ากับกล่องใส่ชิ้นงานที่เตรียมไว้



รูปที่ 3.14 ติดตั้งจอเข้ากับกล่อง



รูปที่ 3.15 ประกอบอุปกรณ์ทั้งหมดเข้ากับกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การออกแบบโปรแกรมการทำงานของอุปกรณ์

3.6.1 การทำงานพื้นฐาน

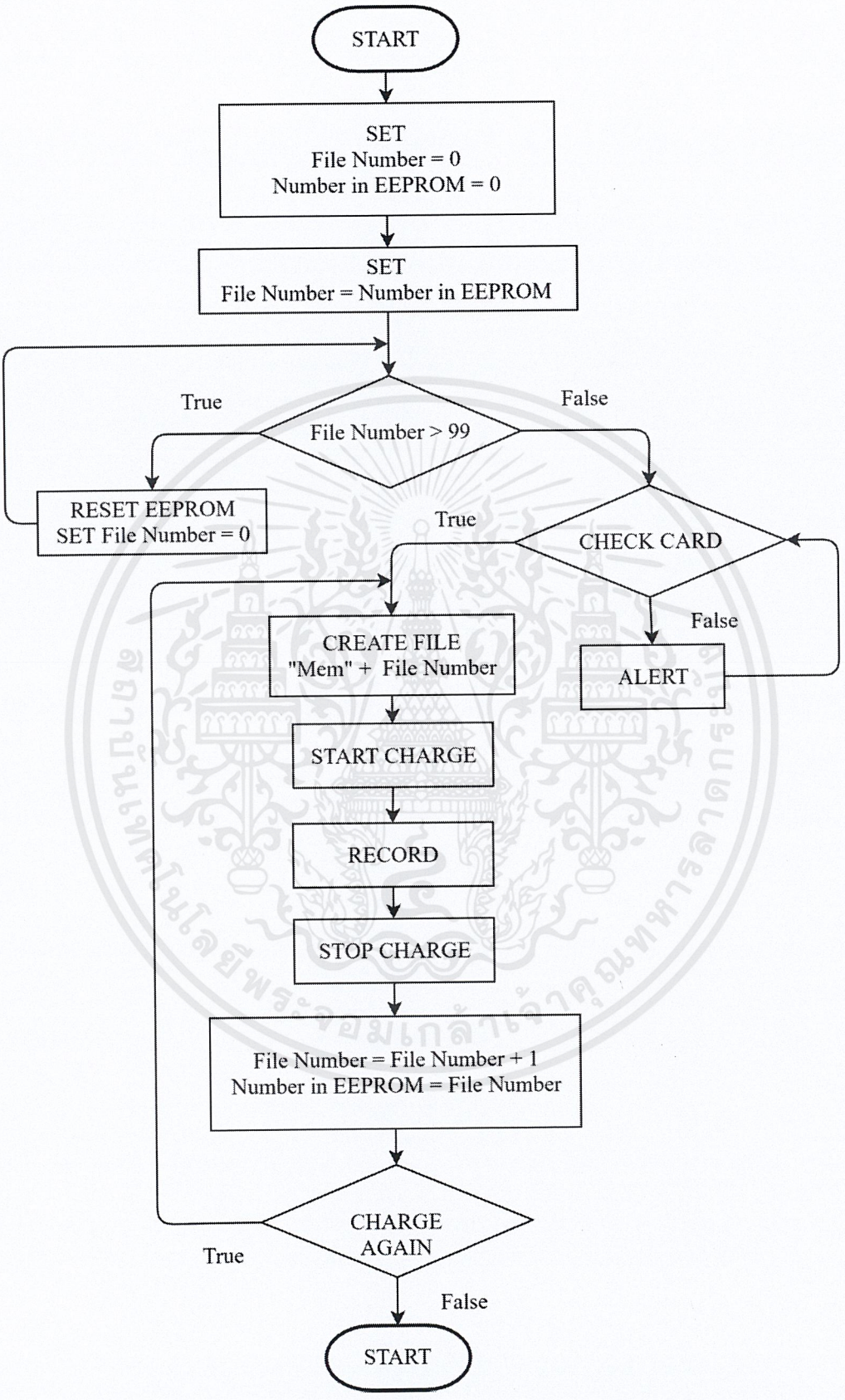
ออกแบบการทำงานของโปรแกรมตาม Flowchart ที่ได้ออกแบบไว้ โดยจะประกอบไปฟังก์ชันการทำงานดังนี้

1. ตรวจสอบเม็มโมรี่การ์ดและสร้างไฟล์ที่จะทำการบันทึกข้อมูล
2. การรับค่าอินพุตจากเครื่องมือวัด
3. คำนวณค่าที่รับมาจากอินพุต
4. บันทึกข้อมูลลงในเม็มโมรี่การ์ด

3.6.2 การสร้างไฟล์แยกตามการลำดับการชาร์จและการบันทึกข้อมูลลงเม็มโมรี่การ์ด

ออกแบบโปรแกรมให้อุปกรณ์สร้างไฟล์ใหม่ทุกครั้งที่เริ่มทำการชาร์จเพื่อแยกข้อมูลให้ง่ายต่อการนำไปใช้งาน โดยจะทำการสร้างไฟล์ที่มีชื่อ Mem00 เรียงลำดับไปจนถึง Mem99 ซึ่งจะเก็บลำดับชื่อไฟล์ล่าสุดไว้ใน EEPROM ทำให้ข้อมูลไม่สูญหายถึงแม้จะไม่มีไฟเลี้ยงให้บอร์ด Arduino ลำดับขั้นตอนการทำงานดังที่แสดงอยู่ใน Flowchart รูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 Flowchart แสดงการสร้างไฟล์แยกตามลำดับการชาร์จ

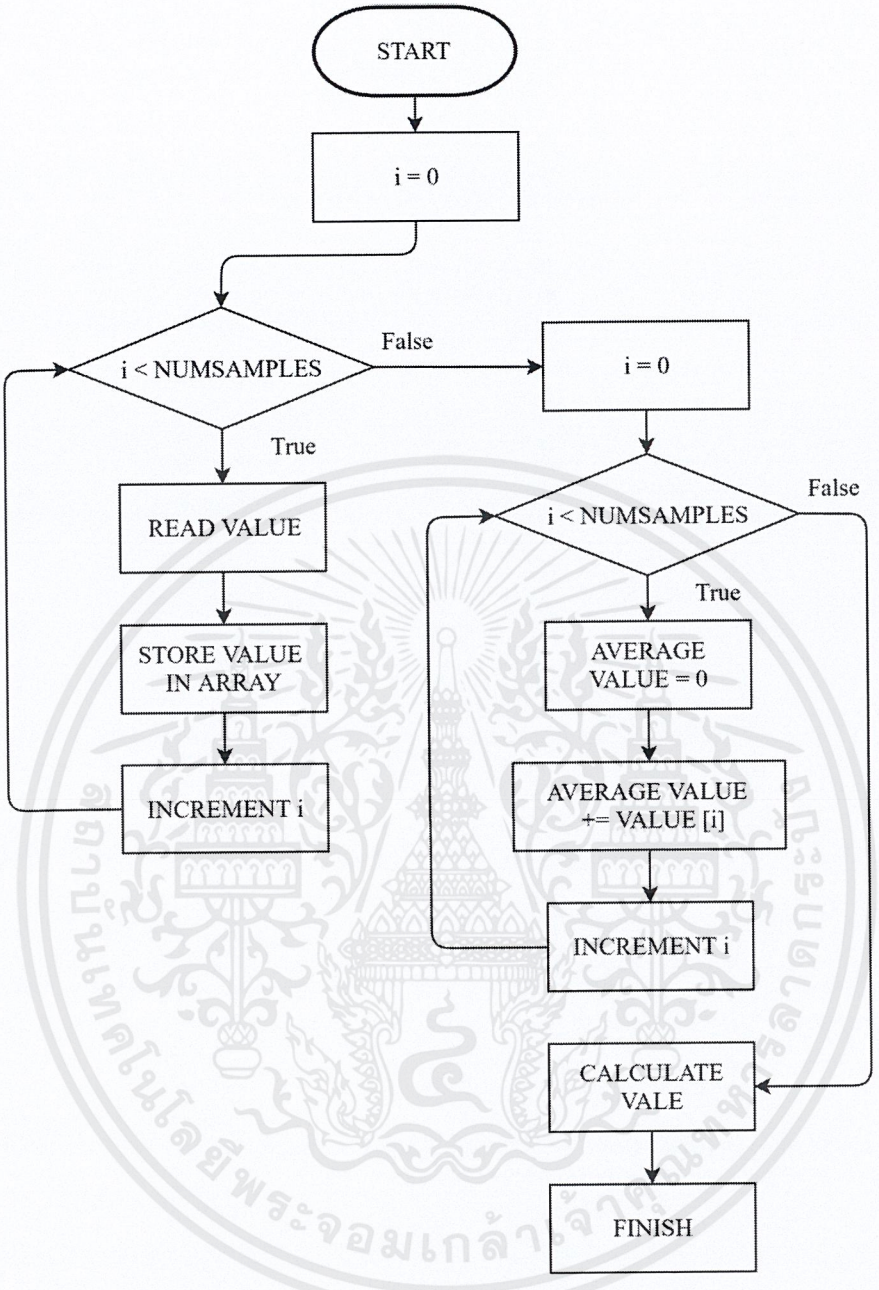
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก Flowchart รูปที่ 3.17 กำหนดค่า File Number และ Number in EEPROM ให้เป็น 0 ทุกครั้งที่เครื่องเริ่มทำงานให้ File Number มีค่าเท่ากับ Number in EEPROM เพื่อให้ชื่อไฟล์เรียงลำดับกับไฟล์ก่อนหน้า ในครั้งแรกชื่อไฟล์จะเริ่มจากลำดับ 0 จากนั้นเช็คลำดับชื่อไฟล์ว่ามีค่ามากกว่า 99 หรือไม่ ถ้ามีค่ามากกว่า 99 ให้รีเซ็ตค่า File Number ให้เป็น 0 แต่ถ้าค่าไม่เกิน 99 ให้เช็คเม็มโมรี่การ์ด หากพบเม็มโมรี่การ์ดให้สร้างไฟล์โดยตั้งชื่อ Mem ตามด้วยลำดับชื่อไฟล์ในสกุล .txt เมื่อเริ่มชาร์จจะทำการบันทึกข้อมูลลงในไฟล์ที่ทำการสร้างขึ้นมา เมื่อหยุดชาร์จจะเพิ่มค่า File Number และบันทึกลง EEPROM ถ้าหากมีการชาร์จอีกครั้งก็จะทำการสร้างไฟล์ขึ้นมาใหม่เมื่อชาร์จเสร็จก็จะทำการเพิ่มค่า File Number ทุกครั้ง

3.6.3 การรับค่าอินพุตจากเครื่องมือวัด

จากรูปที่ 3.17 แสดงลำดับการรับค่าอินพุตโดยมีขั้นตอนคือ กำหนดค่าตัวแปร i = 0 และจำนวน Sample มีค่าเท่ากับ 5 เมื่อเริ่มทำงานรับค่าที่ได้จากอินพุตมาเก็บไว้ใน Array เป็นจำนวนเท่ากับจำนวน Sample แล้วหาค่าเฉลี่ยโดยนำค่าที่อ่านได้มาบวกรวมกันแล้วหารด้วยจำนวน Sample จะได้ค่าอินพุตเฉลี่ยเพื่อนำไปคำนวณค่าที่จะใช้แสดงผลซึ่งค่าที่ต้องคำนวณมีด้วยกันสามค่า ได้แก่ แรงดัน กระแส และอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 Flowchart แสดงขั้นตอนการรับค่าอินพุต

3.6.4 การคำนวณหาค่าแรงดัน

การวัดแรงดันจะวัดจากวงจรแบ่งแรงดัน ซึ่งค่าอินพุตที่รับเข้ามาจะเป็นแรงดันที่มีค่าระหว่าง 0 ถึง 5 V Arduino Uno จะแปลงเป็นสัญญาณ Analog ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1023 เมื่อได้ค่าสัญญาณ Analog เข้ามาก็ต้องทำการแปลงค่าให้ได้เป็นค่าที่ต้องการ เราสามารถหาค่าแรงดันได้จาก

$$\frac{\text{ค่าความละเอียดของสัญญาณ Analog}}{\text{แรงดันของระบบ}} = \frac{\text{ค่า Analog ของแรงดันที่อ่านได้}}{\text{แรงดันที่วัดได้}} \quad (3.10)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

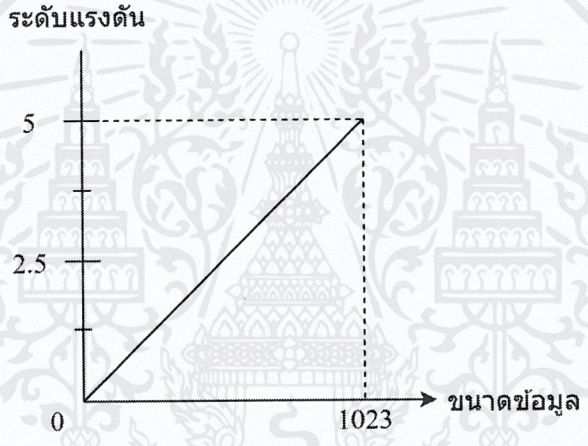
จะได้เป็น

$$\text{ค่า Analog ที่อ่านได้} = \frac{\text{ค่าความละเอียดของสัญญาณ Analog}}{\text{แรงดันของระบบ}} \times \text{แรงดันที่วัดได้} \quad (3.11)$$

กำหนดให้แรงดันของระบบคือ 5 V ค่าความละเอียดของสัญญาณ Analog คือ 1023 จะได้

$$\text{ค่า Analog ที่อ่านได้} = \frac{1023}{5\ \text{V}} \times \text{แรงดันที่วัดได้} \quad (3.12)$$

แปลงค่าสัญญาณ Analog เป็นแรงดันตามสัดส่วนดังรูปที่ 3.18 ด้วยสมการที่ 3.12 โดยกำหนดให้แรงดันที่วัดได้สูงสุดคือ 100 V



รูปที่ 3.18 สัญญาณขนาด 0 ถึง 5 โวลต์

$$\text{แรงดัน} = \frac{\text{ค่า Analog ที่อ่านได้}}{1023} \times \text{ค่าแรงดันที่สามารถวัดได้สูงสุด} \quad (3.13)$$

$$\text{แรงดัน} = \frac{\text{ค่า Analog ที่อ่านได้}}{1023} \times 100 \quad (3.14)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.5 การคำนวณหาค่ากระแส

อุปกรณ์ Shunt resistor ที่ใช้ในการวัดกระแสมีพิกัดการวัดได้สูงสุด 200 A และมีสัญญาณเอาต์พุต 75 mV เมื่อขยายสัญญาณด้วยออปแอมป์แล้วสัญญาณเอาต์พุตจะมีขนาดสูงสุดเป็น 5 V เราสามารถหาค่ากระแสได้จาก

$$\frac{\text{ค่าความละเอียดของสัญญาณ Analog}}{\text{แรงดันของระบบ}} = \frac{\text{ค่า Analog ของกระแสที่อ่านได้}}{\text{แรงดันที่วัดได้}} \quad (3.15)$$

จะได้เป็น

$$\text{ค่า Analog ของกระแสที่อ่านได้} = \frac{\text{ค่าความละเอียดของสัญญาณ Analog}}{\text{แรงดันของระบบ}} \times \text{แรงดันที่วัดได้} \quad (3.16)$$

กำหนดให้แรงดันของระบบคือ 5 V ค่าความละเอียดของสัญญาณ Analog คือ 1023 จะได้

$$\text{ค่า Analog ของกระแสที่อ่านได้} = \frac{1023}{5\ \text{V}} \times \text{แรงดันที่วัดได้} \quad (3.17)$$

แปลงค่าสัญญาณ Analog เป็นแรงดันตามสัดส่วนดังรูปที่ 3.18 ด้วยสมการที่ 3.17 โดยกำหนดให้กระแสที่วัดได้สูงสุดคือ 100 V

$$\text{กระแส} = \frac{\text{ค่า Analog ของกระแสที่อ่านได้}}{1023} \times \text{ค่ากระแสที่สามารถวัดได้สูงสุด} \quad (3.18)$$

$$\text{กระแส} = \frac{\text{ค่า Analog ของกระแสที่อ่านได้}}{1023} \times 100 \quad (3.19)$$

3.6.6 การคำนวณหาค่าอุณหภูมิ

เซนเซอร์วัดอุณหภูมิที่ใช้จะใช้วัดอุณหภูมิในช่วง 0 – 100 °C และมีสัญญาณเอาต์พุตสูงสุดที่ใช้คือ 1000 mV เมื่อขยายสัญญาณด้วยออปแอมป์แล้วสัญญาณเอาต์พุตจะมีขนาดสูงสุดเป็น 5 V เราสามารถหาอุณหภูมิได้จาก

$$\frac{\text{ค่าความละเอียดของสัญญาณ Analog}}{\text{แรงดันของระบบ}} = \frac{\text{ค่า Analog ของอุณหภูมิที่อ่านได้}}{\text{แรงดันที่วัดได้}} \quad (3.20)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้เป็น

$$\text{ค่า Analog ของอุณหภูมิที่อ่านได้} = \frac{\text{ค่าความละเอียดของ Analog} \times \text{แรงดันที่วัดได้}}{\text{แรงดันของระบบ}} \quad (3.21)$$

กำหนดให้แรงดันของระบบคือ 5 V ค่าความละเอียดของสัญญาณ Analog คือ 1023 จะได้

$$\text{ค่า Analog ของงอุณหภูมิที่อ่านได้} = \frac{1023}{5\ \text{V}} \times \text{แรงดันที่วัดได้} \quad (3.22)$$

แปลงค่าสัญญาณ Analog เป็นแรงดันตามสัดส่วนดังรูปที่ 3.18 ด้วยสมการที่ 3.22 โดยกำหนดให้อุณหภูมิที่วัดได้สูงสุดคือ 100 °C

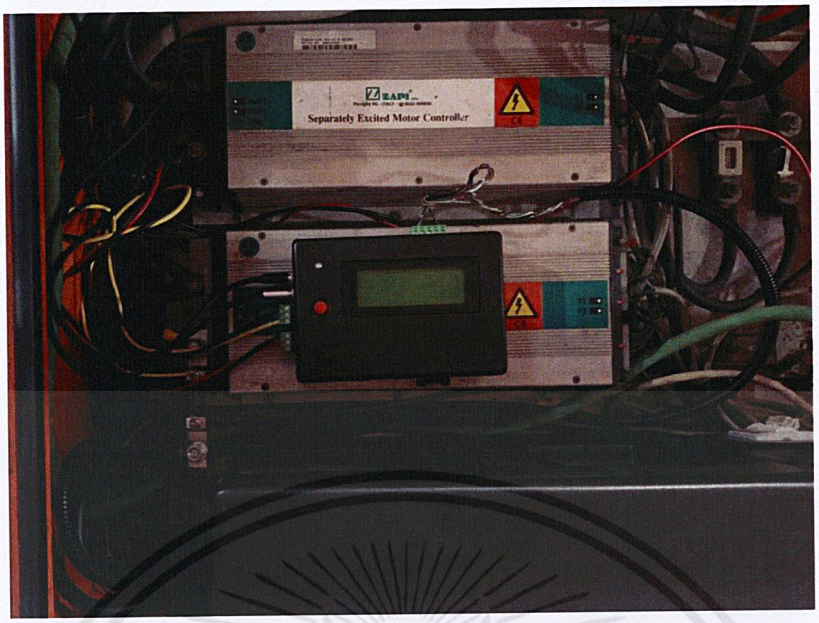
$$\text{อุณหภูมิ} = \frac{\text{ค่า Analog ของอุณหภูมิที่อ่านได้}}{1023} \times \text{ค่าอุณหภูมิที่สามารถวัดได้สูงสุด} \quad (3.23)$$

$$\text{อุณหภูมิ} = \frac{\text{ค่า Analog ของอุณหภูมิที่อ่านได้}}{1023} \times 100 \quad (3.24)$$

3.7 การติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับตัวรถลากจูง

นำอุปกรณ์ที่เสร็จสมบูรณ์และอับโหลดโปรแกรมลงแล้วมาติดตั้งลงบนตัวรถลากจูงรถไฟฟ้า พร้อมกับเชื่อมต่ออินพุตเข้ากับตัวอุปกรณ์ซึ่งประกอบด้วย เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ สายที่เชื่อมต่อกับเครื่องชาร์จ ช่องไฟเลี้ยงจากแบตเตอรี่ และShunt resistor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 ติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับรถลากจูงรถไฟฟ้า

รูปที่ 3.20 ติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิเข้ากับโมดูลแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการดำเนินการศึกษาการทำงานเครื่องชาร์จแบตเตอรี่

จากการศึกษาการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่พบว่าเมื่อเชื่อมต่อปลั๊กไฟเข้ากับตัวรถแล้วจะต้องโยกสวิตช์เพื่อสลับโหมดการทำงานไปเป็นโหมดชาร์จไฟจากนั้นทำการเปิดเครื่องชาร์จแบตเตอรี่จึงจะเริ่มทำการชาร์จ ในระหว่างที่ชาร์จจะมีไฟแสดงรับดับกระแสและเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่ โดยประมาณหากกระแสหรือแรงดันมีค่ามากเกินปกติเครื่องชาร์จแบตเตอรี่จะหยุดการทำงานโดยทันที เมื่อแบตเตอรี่เต็มเครื่องชาร์จแบตเตอรี่จะหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติ จากนั้นโยกสวิตช์กลับไปที่โหมดใช้ไฟจากแบตเตอรี่เพื่อให้ตัวรถลากจูงพร้อมใช้งาน

4.2 ผลการดำเนินการจัดทำเครื่อง Charger Monitor

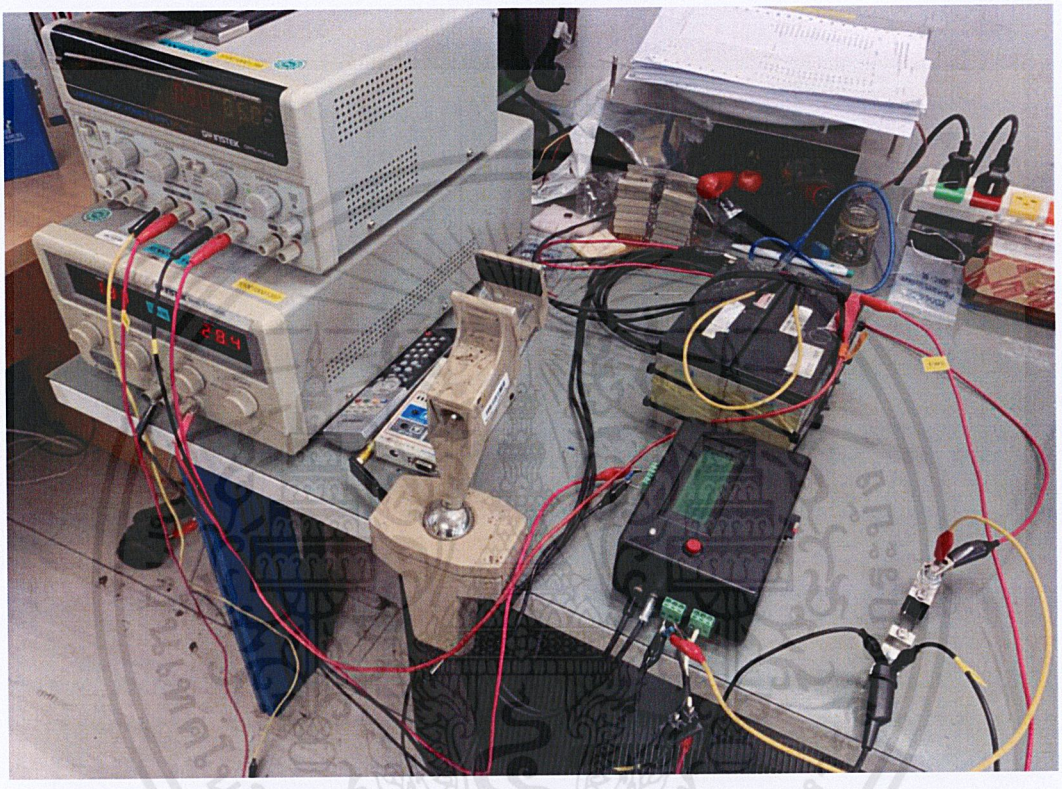
ประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าไปภายในกล่องอุปกรณ์ประกอบด้วย Arduino วงจรแปลงแรงดันและขยายสัญญาณ และวงจรระหว่าง Arduino กับ Battery Charger

รูปที่ 4.1 กล่องอุปกรณ์เมื่อเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการเขียนโปรแกรมและทดสอบการทำงานของอุปกรณ์

ทำการทดสอบโปรแกรมที่อับโหลดลงบน Arduino ว่าสามารถวัดค่า แสดงผล บันทึกผลและแจ้งเตือนเมื่อค่ากระแส แรงดัน อุณหภูมิและระยะเวลาชาร์จเกินค่าที่ตั้งไว้ได้โดยการป้อนแรงดันเพื่อทดสอบ เมื่อทดสอบว่าใช้งานได้จึงนำไปติดตั้งลงบนรถลากจูง

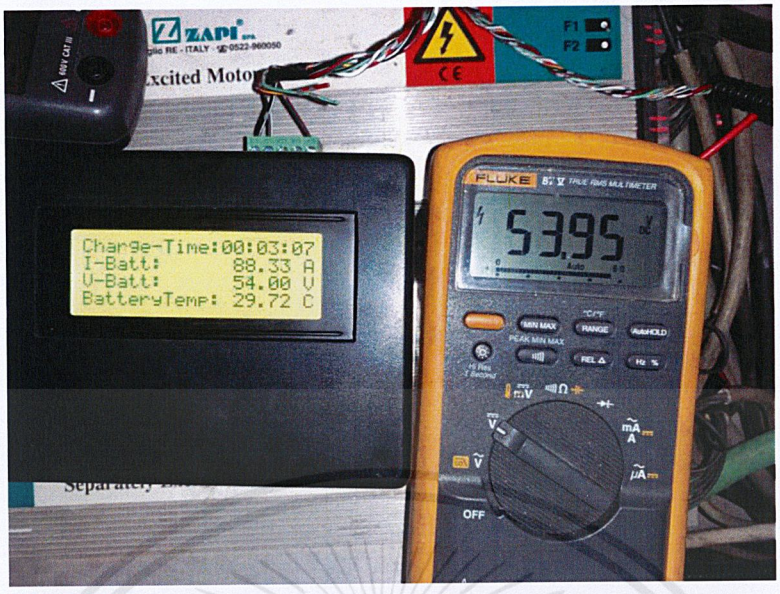


รูปที่ 4.2 ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์

4.4 ผลทดสอบการทำงานของอุปกรณ์

ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ว่าสามารถทำงานได้ตามที่โปรแกรมหรือไม่ เมื่อทดสอบสอบว่าเครื่องสามารถทำงานได้หลังจบการทำงานสามารถดึงข้อมูลจากเม็มโมรี่การ์ดมาสร้างกราฟในโปรแกรม Excel เพื่อตรวจสอบสถานะการทำงานได้

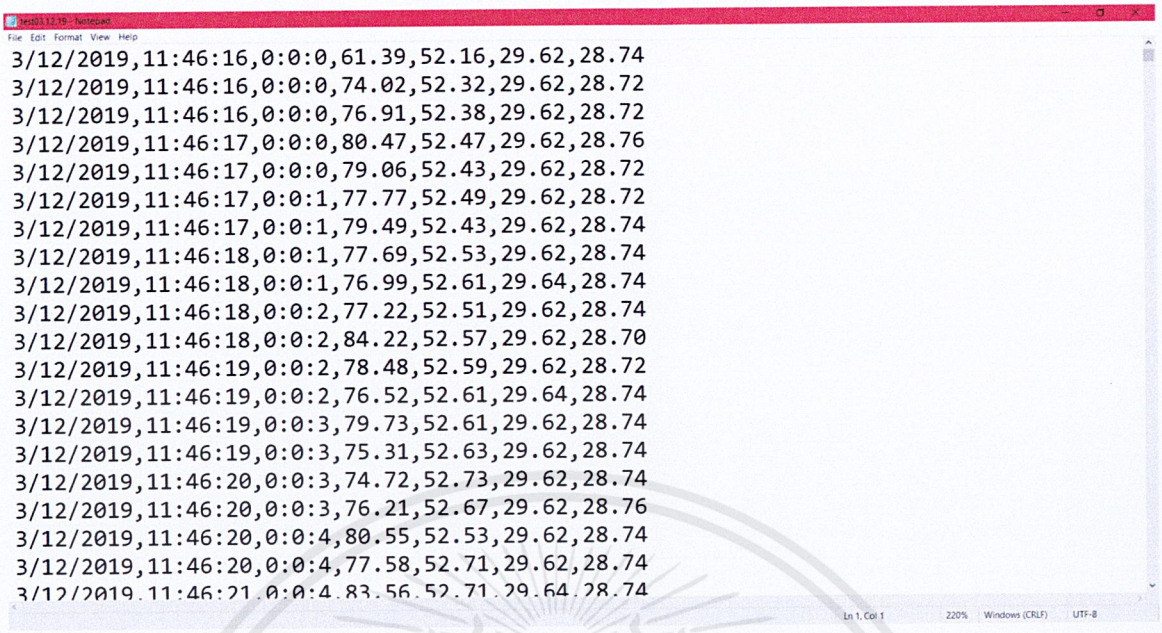
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบค่าแรงดันที่อุปกรณ์วัดได้กับมิเตอร์

รูปที่ 4.4 ใช้เครื่องวัดอุณภูมิเพื่อเปรียบเทียบค่าที่อุปกรณ์วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



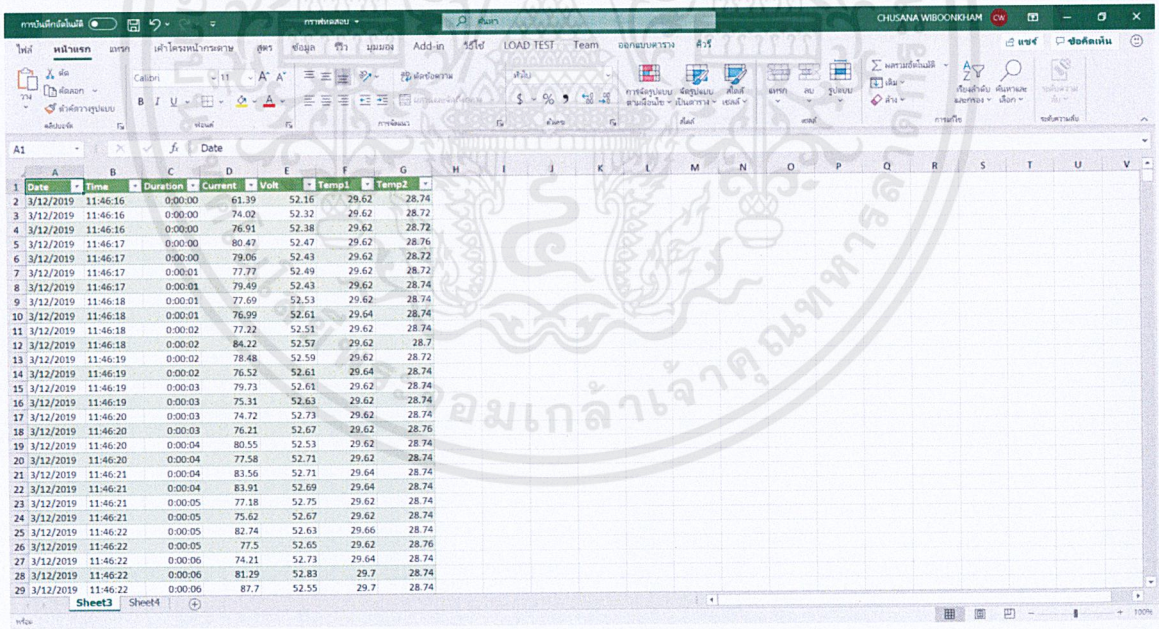
test03.12.19 - Notepad

File Edit Format View Help

```
3/12/2019,11:46:16,0:0:0,61.39,52.16,29.62,28.74
3/12/2019,11:46:16,0:0:0,74.02,52.32,29.62,28.72
3/12/2019,11:46:16,0:0:0,76.91,52.38,29.62,28.72
3/12/2019,11:46:17,0:0:0,80.47,52.47,29.62,28.76
3/12/2019,11:46:17,0:0:0,79.06,52.43,29.62,28.72
3/12/2019,11:46:17,0:0:1,77.77,52.49,29.62,28.72
3/12/2019,11:46:17,0:0:1,79.49,52.43,29.62,28.74
3/12/2019,11:46:18,0:0:1,77.69,52.53,29.62,28.74
3/12/2019,11:46:18,0:0:1,76.99,52.61,29.64,28.74
3/12/2019,11:46:18,0:0:2,77.22,52.51,29.62,28.74
3/12/2019,11:46:18,0:0:2,84.22,52.57,29.62,28.70
3/12/2019,11:46:19,0:0:2,78.48,52.59,29.62,28.72
3/12/2019,11:46:19,0:0:2,76.52,52.61,29.64,28.74
3/12/2019,11:46:19,0:0:3,79.73,52.61,29.62,28.74
3/12/2019,11:46:19,0:0:3,75.31,52.63,29.62,28.74
3/12/2019,11:46:20,0:0:3,74.72,52.73,29.62,28.74
3/12/2019,11:46:20,0:0:3,76.21,52.67,29.62,28.76
3/12/2019,11:46:20,0:0:4,80.55,52.53,29.62,28.74
3/12/2019,11:46:20,0:0:4,77.58,52.71,29.62,28.74
3/12/2019,11:46:21,0:0:4,83.56,52.71,29.64,28.74
```

Ln 1, Col 1 220% Windows (CRLF) UTF-8

รูปที่ 4.5 ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกลงเม็มโมรี่การ์ด

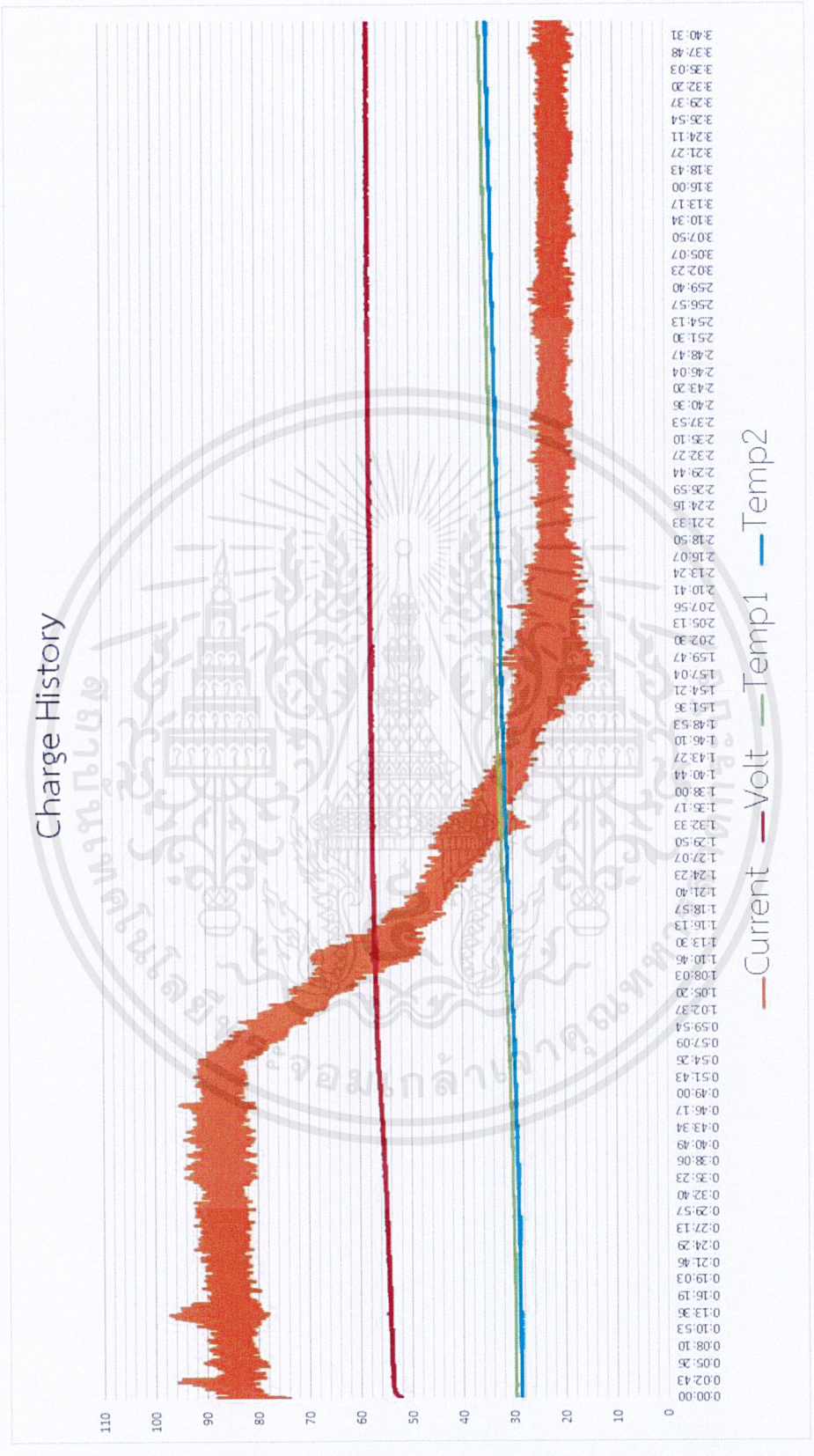


	A	B	C	D	E	F	G
1	Date	Time	Duration	Current	Volt	Temp1	Temp2
2	3/12/2019	11:46:16	0:00:00	61.39	52.16	29.62	28.74
3	3/12/2019	11:46:16	0:00:00	74.02	52.32	29.62	28.72
4	3/12/2019	11:46:16	0:00:00	76.91	52.38	29.62	28.72
5	3/12/2019	11:46:17	0:00:00	80.47	52.47	29.62	28.76
6	3/12/2019	11:46:17	0:00:00	79.06	52.43	29.62	28.72
7	3/12/2019	11:46:17	0:00:01	77.77	52.49	29.62	28.72
8	3/12/2019	11:46:17	0:00:01	79.49	52.43	29.62	28.74
9	3/12/2019	11:46:18	0:00:01	77.69	52.53	29.62	28.74
10	3/12/2019	11:46:18	0:00:01	76.99	52.61	29.64	28.74
11	3/12/2019	11:46:18	0:00:02	77.22	52.51	29.62	28.74
12	3/12/2019	11:46:18	0:00:02	84.22	52.57	29.62	28.7
13	3/12/2019	11:46:19	0:00:02	78.48	52.59	29.62	28.72
14	3/12/2019	11:46:19	0:00:02	76.52	52.61	29.64	28.74
15	3/12/2019	11:46:19	0:00:03	79.73	52.61	29.62	28.74
16	3/12/2019	11:46:19	0:00:03	75.31	52.63	29.62	28.74
17	3/12/2019	11:46:20	0:00:03	74.72	52.73	29.62	28.74
18	3/12/2019	11:46:20	0:00:03	76.21	52.67	29.62	28.76
19	3/12/2019	11:46:20	0:00:04	80.55	52.53	29.62	28.74
20	3/12/2019	11:46:20	0:00:04	77.58	52.71	29.62	28.74
21	3/12/2019	11:46:21	0:00:04	83.56	52.71	29.64	28.74
22	3/12/2019	11:46:21	0:00:04	83.91	52.69	29.64	28.74
23	3/12/2019	11:46:21	0:00:05	77.18	52.75	29.62	28.74
24	3/12/2019	11:46:21	0:00:05	75.62	52.67	29.62	28.74
25	3/12/2019	11:46:22	0:00:05	82.74	52.63	29.66	28.74
26	3/12/2019	11:46:22	0:00:05	77.5	52.65	29.62	28.76
27	3/12/2019	11:46:22	0:00:06	74.21	52.73	29.64	28.74
28	3/12/2019	11:46:22	0:00:06	81.29	52.83	29.7	28.74
29	3/12/2019	11:46:22	0:00:06	87.7	52.55	29.7	28.74

Sheet3 Sheet4

รูปที่ 4.6 นำเข้าข้อมูลสร้างเป็นตารางในโปรแกรม Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงข้อมูลที่วัดและบันทึกได้ระหว่างการชาร์จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากโครงงาน Shunting Vehicle Battery Charger Monitoring ได้รับการสนับสนุนจากแผนก Electronic Workshop บริษัท ซีเมนส์ โมบิลิตี้ จำกัด ในการจัดทำอุปกรณ์สำหรับติดตั้งลงบนรถลากจูงรถไฟฟ้าเพื่อติดตามสถานการณ์ชาร์จ ผลจากการทดสอบพบว่าอุปกรณ์สามารถทำงานได้ตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ได้ โดยสามารถแสดงผลค่ากระแส แรงดัน อุณหภูมิแบตเตอรี่และระยะเวลาการชาร์จขณะที่ทำการชาร์จพร้อมกับเก็บข้อมูลในระหว่างที่ทำการชาร์จลงในเม็มโมรี่การ์ด

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข

1. อุปกรณ์ที่ใช้ภายในวงจรมีความแม่นยำต่ำทำให้ค่าที่วัดและแสดงออกมามีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย สามารถแก้ไขโดยปรับแต่งค่าที่คำนวณให้ได้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียง

2. อุปกรณ์บางชนิดที่สั่งมาฟังก์ชันไม่ตรงกับความต้องการ ควรตรวจสอบรายละเอียดให้ดีก่อนทำการสั่งซื้อ

5.3 ข้อเสนอแนะ

การจัดทำอุปกรณ์ตรวจวัดการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่รถลากจูงรถไฟฟ้า ควรมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับภาษาซีสำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของ Arduino และมีความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้า วงจรอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับใช้ในการออกแบบวงจรที่จะใช้ทำงานร่วมกับ Arduino นอกจากนี้ควรวางแผนการทำงานอย่างรอบคอบเพราะการที่จะได้เข้าไปติดตั้งอุปกรณ์เพื่อทำการทดสอบสามารถทำได้ลำบากเนื่องจากรถลากจูงมีตารางการใช้งานและตารางการชาร์จที่ไม่แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] **Arduino** เข้าถึงได้จาก:
https://www.praphas.com/index.php/2008-11-03-14-25-25/51-arduino/96-2-arduino

[2] **ออปแอมป์** เข้าถึงได้จาก:
http://www.rmuti.ac.th/user/kittiwut/company_files/measure_pdf/unit_7.pdf

[3] **วงจรแบ่งแรงดัน** เข้าถึงได้จาก:
http://ice04electric.blogspot.com/2018/04/blog-post_26.html

[4] **เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ LM35** เข้าถึงได้จาก:
http://m.thai.uchidg.com/quality-11047315d-integrated-circuit-linear-centigrade-ntc-temperature-sensor-lm35-with-analog-signal-a-output

[5] **Shunt Resistor** เข้าถึงได้จาก:
http://www.resistorguide.com/shunt-resistor/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้