รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การพัฒนาและออกแบบระบบสำรองไฟฟ้ารถเข็นเวชภัณฑ์
Development and Design of Mobile Medical Workstation

โดย

นายภัทรทัศน์ วิวัฒน์ไกรกุล 6523200004

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 152-497 สหกิจศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า 1

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2567

หัวข้อโครงงาน การพัฒนาและออกแบบระบบสำรองไฟฟ้ารถเข็นเวชภัณฑ์
Development and Design of Mobile Medical Workstation

รายชื่อผู้จัดทำ นายภัทรทัศน์ วิวัฒน์ไกรกุล รหัสนักศึกษา 652320004

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

อาจารย์นิเทศ ว่าที่ร้อยตรี สันติสุข สว่างกล้า

อนุมัติให้โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2567

คณะกรรมการสอบโครงงาน

.....อาจารย์นิเทศ
(ว่าที่ร้อยตรีสันติสุข สว่างกล้า)

.....ผู้นิเทศ
(นายอภิราช รัตนอุดมพิสุทธิ์)

.....กรรมการกลาง
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไวยพจน์ ศุภบวรเสถียร)

.....กรรมการกลาง
(อาจารย์จุระ ฮ่านต่ำ)

.....ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มารุจ ลิมปะวัฒนะ)

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ. 2567

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา
เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
ว่าที่ร้อยตรี สันติสุข สว่างกล้า

ตามที่ผู้จัดทำ นายภัทรทัศน์ วิวัฒน์ไกรกุล นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า) คณะวิศวกรรม มหาวิทยาลัยสยาม ได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน ระหว่างวันที่ 19 สิงหาคม พ.ศ. 2567 ถึงวันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ. 2567 ณ บริษัท ซินโดม อิเลคทรอนิคส์ อินดัสตรี จำกัด ในตำแหน่ง พนักงานช่างเทคนิค แผนก Research & Development และได้รับมอบหมายจากพนักงานที่ปรึกษา ให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง "การพัฒนาและออกแบบระบบสำรองไฟฟ้ารถเข็นเวชภัณฑ์"

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงานได้สิ้นสุดลงแล้ว นายภัทรทัศน์ วิวัฒน์ไกรกุล จึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

ลงชื่อ ภัทรทัศน์
(นายภัทรทัศน์ วิวัฒน์ไกรกุล)
ผู้จัดทำ

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgement)

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติสหกิจศึกษาในตำแหน่ง พนักงานช่างเทคนิค ณ บริษัท ซินโดม อิเลคทรอนิคส์ อินดัสตรี จำกัด ตั้งแต่วันที่ 19 สิงหาคม พ.ศ. 2567 ถึงวันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ. 2567 ได้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ด้วยดี ส่งผลให้ผู้จัดทำได้รับความรู้ ประสบการณ์ทำงานต่าง ๆ และความเข้าใจในชีวิตการทำงานจริง ที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียน และสามารถนำความรู้ประสบการณ์ที่ได้ไปใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคต ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก บริษัท ซินโดม อิเลคทรอนิคส์ อินดัสตรี จำกัด ที่ให้โอกาส ผู้จัดทำเข้ามาปฏิบัติสหกิจศึกษา กรุณาเสียสละเวลาอบรม สอนงาน และช่วยเหลือด้านต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการปฏิบัติสหกิจศึกษาในครั้งนี้ จึงขอขอบพระคุณ อย่างสูง ณ ที่นี้ จากการสนับสนุนหลายฝ่าย ดังนี้

1) นายคุณจักรกฤษณ์เชิดชู วงศ์สันติ (กรรมการผู้จัดการ)
2) นายกฤษณ เชิดชูวงศ์สันติ (ผู้ช่วยกรรมการผู้จัดการ)
3) นายอภิราช รัตนอุดมพิสุทธิ์ (ผู้จัดการแผนกวิจัยและพัฒนา)
4) นายวิสุทธิ์ อุดมสัจจานันท์ (รองผู้จัดการแผนกวิจัยและพัฒนา)
5) ว่าที่ร้อยตรี สันติสุข สว่างกล้า (อาจารย์นิเทศ)

และบุคคลที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำในการจัดทำสหกิจศึกษาฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อ บริษัท ซินโดม อิเลคทรอนิคส์ อินดัสตรี จำกัด และผู้สนใจปฏิบัติ สหกิจศึกษาในงานการพัฒนาและออกแบบระบบสำรองไฟฟ้ารถเข็นเวชภัณฑ์ เพื่อเป็นแนวทางเบื้องต้นในการทำความเข้าใจ และพัฒนาโครงงานต่อไป รวมทั้งในการค้นคว้าของสนใจทั่วไปด้วย หากรายงานฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำก็ขออภัยมา ณ ที่นี้

ภัทรทัศน์ วิวัฒน์ไกรกุล
ผู้จัดทำ
6 ธันวาคม พ.ศ. 2567

ชื่อโครงงาน : การพัฒนาและออกแบบระบบสำรองไฟฟ้ารถเข็นเวชภัณฑ์
หน่วยกิต : 5 หน่วยกิต
ผู้จัดทำ: นายภัทรทัศน์ วิวัฒน์ไกรกุล รหัสนักศึกษา 652320004
อาจารย์ที่ปรึกษา : ว่าที่ร้อยตรี สันติสุข สว่างกล้า
ระดับการศึกษา : ปริญญาตรี (วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต)
สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า
คณะ : วิศวกรรมศาสตร์
ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา 1/2567

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษาเล่มนี้นำเสนอการพัฒนาและออกแบบระบบสำรองไฟฟ้าสำหรับรถเข็นเวชภัณฑ์ โดยดำเนินการที่บริษัท ซินโดม อิเลคทรอนิคส์ อินดัสตรี จำกัด ระหว่างวันที่ 19 สิงหาคม พ.ศ. 2567 ถึงวันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ. 2567 เพื่อแก้ไขปัญหาในโรงพยาบาลที่กำลังพัฒนาเข้าสู่ระบบ โรงพยาบาลอัจฉริยะ ตามนโยบายของกระทรวงสาธารณสุข การพัฒนาโรงพยาบาลอัจฉริยะ มุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและสารสนเทศ เช่น การดูแลสุขภาพแบบอัจฉริยะ และ ระบบสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อยกระดับคุณภาพการรักษาและการจัดการข้อมูลผู้ป่วย โรงพยาบาลหลายแห่งได้ปรับใช้ระบบ การจัดการข้อมูลผู้ป่วยในแบบไร้กระดาษ และการจัดการข้อมูลผู้ป่วยนอกแบบไร้กระดาษ ด้วยการติดตั้ง เครื่องสำรองไฟฟ้าขนาดเล็ก บนรถเข็นสำหรับบันทึกข้อมูล แต่ระบบดังกล่าวมีข้อจำกัดด้านระยะเวลาสำรองไฟ และ เครื่องสำรองไฟฟ้าพกพาขนาดกลาง แม้สามารถใช้งานได้นานกว่า แต่ต้องหยุดใช้งานเพื่อชาร์จไฟเมื่อแบตเตอรี่หมด โครงงานนี้จึงได้พัฒนาระบบ เปลี่ยนแบตเตอรี่ได้ทันที ซึ่งช่วยให้เปลี่ยนแบตเตอรี่ได้โดยไม่หยุดการทำงานของคอมพิวเตอร์ พร้อมออกแบบรถเข็นที่รองรับระบบดังกล่าว โดยมีฟังก์ชันแสดงสถานะแบตเตอรี่และการสลับพลังงานระหว่างแบตเตอรี่ได้อย่างต่อเนื่อง ระบบนี้ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพในการให้บริการทางการแพทย์ และสอดคล้องกับแนวคิด โรงพยาบาลอัจฉริยะ

คำสำคัญ : ระบบสำรองไฟฟ้า, รถเข็นเวชภัณฑ์, แบตเตอรี่สลับได้, โรงพยาบาลอัจฉริยะ

Project Title :	Development and Design of Mobile Medical Workstation
Credits :	5 Units
By :	Mr. Phataratas Wiwatkraikul 652320004
Advisor :	Acting Sub LT. Santisuk Sawangkla
Degree :	Bachelor's of Engineering
Major :	Electrical Engineering
Faculty :	Engineering
Semester/ Academic year :	1/2024

Abstract

This cooperative education project presents the development and design of a power backup system for medical carts. Conducted at Syndome Electronics Industry Co., Ltd. from August 19 to December 6, 2024, the project addresses issues in hospitals transitioning to smart hospitals under the Ministry of Public Health's policy. The development of smart hospitals emphasizes the use of digital and information technologies, such as smart healthcare and e-health, to improve healthcare quality and patient data management. Hospitals have adopted IPD paperless and OPD paperless systems by equipping medical carts with UPS devices. However, UPS devices have limited backup durations, and power stations, while providing longer usage, require the entire cart and computer to be offline for recharging when depleted. This project developed a hot-swap battery system that allows seamless battery replacement without interrupting computer operations. A compatible medical cart was also designed, featuring real-time battery monitoring and automatic power switching. This solution enhances the efficiency and flexibility of medical services, supporting the smart hospital concept.

Keywords : power backup system, medical cart, hot-swap battery, smart hospital

.....

(Co-op Advisor.)

Approved by

.....

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่ง	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract)	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ประวัติความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การทบทวนเอกสารงานวิจัย/วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Literature)	
2.1 Inverter (อินเวอร์เตอร์)	3
2.2 Battery ลิเธี่ยมฟอสเฟต ($LiFePO_4$)	9
2.3 Battery Management System (BMS)	11
2.4 Micro controller	13
2.5 เครื่องชาร์จ (Charger)	15
บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน	
3.1 ชื่อและที่ตั้งสถานประกอบการ	17
3.2 ลักษณะการประกอบการ	17
3.3 แผนกวิจัยและพัฒนา (R&D)	17
3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย	18
3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา	18
3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	18

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	18
3.8 เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	19
บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงาน	
4.1 การปฏิบัติงาน	20
4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	20
4.3 ผลการปฏิบัติงาน	42
4.4 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	44
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	45
5.2 ประโยชน์ด้านสังคม	45
5.3 ประโยชน์ด้านการปฏิบัติงาน	45
5.4 ข้อดีของการปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษา	45
5.5 การแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน	46
5.6 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน	46
บรรณานุกรม	47
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก หนังสือยินยอมให้เผยแพร่การงาน/โครงงานสหกิจศึกษา	50
ภาคผนวก ข ภาพการนิเทศงานของอาจารย์	52
ภาคผนวก ค ภาพการสอบนำเสนอโครงงานสหกิจศึกษา	55
ภาคผนวก ง การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการโดยใช้โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์	58

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 เทียบ Inverter แบบ Switching และแบบหม้อแปลง 5

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 การทำงานอินเวอร์เตอร์แบบหม้อแปลง	3
รูปที่ 2.2 การทำงานอินเวอร์เตอร์แบบสวิทช์ชิ่ง	3
รูปที่ 2.3 วงจรอินเวอร์เตอร์แบบหม้อแปลง	4
รูปที่ 2.4 วงจรอินเวอร์เตอร์แบบสวิทช์ชิ่ง	5
รูปที่ 2.5 วงจรฟูลบริดจ์ (full Bridge)	6
รูปที่ 2.6 การแปลงแรงดันไฟฟ้าด้วยหม้อแปลงเพิ่มและลดแรงดัน	7
รูปที่ 2.7 การเพิ่มแรงดันไฟฟ้าด้วยวงจร Boost Converter	7
รูปที่ 2.8 วงจร Low Pass Filter	8
รูปที่ 2.9 ประเภทรูปคลื่นสัญญาณที่ได้จาก Inverter	8
รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบภายใน Battery ลิเธี่ยม	9
รูปที่ 2.11 กราฟเรดาร์เปรียบเทียบ แบตเตอรี่ ทั้ง 3 ชนิด	9
รูปที่ 2.12 วงจร Battery Management System (BMS)	11
รูปที่ 2.13 วงจรเครื่องชาร์จแบบสวิตช์ชิ่ง	15
รูปที่ 2.14 การทำงานชาร์จแบบCC/CV	16
รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการต่อวัดประสิทธิภาพ	20
รูปที่ 4.2 ทำการทดสอบอินเวอร์เตอร์ 500W	21
รูปที่ 4.3 ทำการทดสอบอินเวอร์เตอร์ 1600W	21
รูปที่ 4.4 การทดสอบอินเวอร์เตอร์ 1000W	21
รูปที่ 4.5 ค่าของอินเวอร์เตอร์ 500W ที่ได้จากเครื่อง Power Analyzer	22
รูปที่ 4.6 ค่าของอินเวอร์เตอร์ 1600W ที่ได้จากเครื่อง Power Analyzer	22
รูปที่ 4.7 ค่าของอินเวอร์เตอร์ 1000W ที่ได้จากเครื่อง Power Analyzer	22
รูปที่ 4.8 ตรวจสอบรูปสัญญาณของอินเวอร์เตอร์ 500W ที่ได้จากเครื่อง Power Analyzer	23
รูปที่ 4.9 ตรวจสอบรูปสัญญาณของอินเวอร์เตอร์ 1600W ที่ได้จากเครื่อง Power Analyzer	23
รูปที่ 4.10 ตรวจสอบรูปสัญญาณของอินเวอร์เตอร์ 1000W ที่ได้จากเครื่อง Power Analyzer	23

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.11 ผลการทดสอบอินเวอร์เตอร์ทั้ง3รุ่น 24
รูปที่ 4.12 ขั้นตอนการเรียงแบตเตอรี่ 24
รูปที่ 4.13 การเรียงแบตเตอรี่ในรางใส่แบตเตอรี่ 25
รูปที่ 4.14 ตรวจสอบความเรียบร้อยการจัดเรียงแบตเตอรี่ 25
รูปที่ 4.15 จัดเรียงแผ่นนิคเกิ้ลให้เรียบร้อยก่อนวางแบตเตอรี่ 25
รูปที่ 4.16 นำบล็อกที่ใส่แบตเตอรี่เข้าเครื่องเชื่อมแบตเตอรี่ด้วยจุดสปอต 26
รูปที่ 4.17 ทำการเชื่อมแบตเตอรี่ด้วยจุดสปอตแบตเตอรี่ 26
รูปที่ 4.18 ตรวจเช็คนิคเกิ้ลที่เชื่อมแบตเตอรี่ด้วยจุดสปอตแบตเตอรี่ให้เรียบร้อย 26
รูปที่ 4.19 ขั้นตอนการ wirring สาย BMS 27
รูปที่ 4.20 ทำบัดกรีตะกั่วลงที่แผ่นนิคเกิ้ล 27
รูปที่ 4.21 ทำการ wirring สาย BMS 28
รูปที่ 4.22 หุ้มแบตเตอรี่ด้วยท่อหด PVC 28
รูปที่ 4.23 ขั้นตอนการทำงานของ Microcontroller 29
รูปที่ 4.24 ขั้นตอนการทำงานของดักสัญญาณ Protocol 29
รูปที่ 4.25 ขั้นตอนการต่อสาย UARTเพื่อดักคำสั่ง 30
รูปที่ 4.26 ทดสอบการสั่งการทำงานและดักค่าสัญญาณ Protocol 31
รูปที่ 4.27 ขั้นตอนการทำงานของส่งสัญญาณ Protocol ที่ได้มา 31
รูปที่ 4.28 ขั้นตอนการต่อสาย UART เพื่อส่งคำสั่งที่ได้ 32
รูปที่ 4.29 ทดสอบส่งคำสั่งด้วยสัญญาณ Protocol 32
รูปที่ 4.30 เชื่อมต่อ Microcontroller กับโปรแกรม Arduino 33
รูปที่ 4.31 ทำการเขียน Code และตรวจสอบเงื่อนไข 34
รูปที่ 4.32 ทำการ Upload code ที่ Microcontroller 34
รูปที่ 4.33 ทำการออกแบบลายวงจรที่จะอยู่ PCB 34

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.34 ผลงานการแบบวงจรพร้อมสั่งผลิต PCB 35
รูปที่ 4.35 PCB ที่ถูกผลิตออกมา 35
รูปที่ 4.36 ทำการบัดกรีบอร์ดควบคุม 35
รูปที่ 4.37 ด้านหน้าบอร์ดควบคุม เมื่อผ่านการบัดกรีเสร็จสิ้น 36
รูปที่ 4.38 เชื่อมต่อ Display เข้าที่โปรแกรมแกรม VS code เพื่อใช้ในการเขียนคำสั่ง 36
รูปที่ 4.39 ตรวจสอบความถูกต้องของ Code ที่เขียน 37
รูปที่ 4.40 Upload Code ลงใน Display 37
รูปที่ 4.41 ออกแบบเคสจอ Display 38
รูปที่ 4.42 ขั้นตอนดำเนินการตรวจเช็คตรงแบบที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Solidwork 38
รูปที่ 4.43 รูปแบบ Model DEMO1 พร้อมสั่งผลิต 38
รูปที่ 4.44 ขั้นตอนดำเนินการตรวจเช็คจุดยึดแบบ Model DEMO2 39
รูปที่ 4.45 รูปแบบ Model DEMO2 พร้อมสั่งผลิต 39
รูปที่ 4.46 ขั้นตอนดำเนินการตรวจเช็คจุดยึดแบบ Cart Model MMC 40
รูปที่ 4.47 รูปแบบRender Cart Model MMC พร้อมผลิต 40
รูปที่ 4.48 นำรถเข็น Model DEMO1 ไปแสดงในงานประชุมสัมมนา IT 41
รูปที่ 4.49 นำรถเข็น Model DEMO2 ส่งมอบผู้ใช้งานจริงทดลองใช้งาน ณ โรงพยาบาลแห่งหนึ่งในประเทศไทย 41
รูปที่ 4.50 นำรถเข็น Model MMC 42
รูปที่ ก 1 หนังสือยินยอมให้เผยแพร่โครงการสหกิจศึกษา 51
รูปที่ ข 1 ภาพการนิเทศงานของอาจารย์ 53
รูปที่ ข 2 ภาพการนิเทศงานของอาจารย์ 54
รูปที่ ข 3 ภาพการนิเทศงานของอาจารย์ 54
รูปที่ ค 1 ภาพการสอบนำเสนอโครงงานสหกิจศึกษา 56
รูปที่ ค 2 ภาพการสอบนำเสนอโครงงานสหกิจศึกษา 56
รูปที่ ค 3 ภาพการสอบนำเสนอโครงงานสหกิจศึกษา 57
รูปที่ ง 1 การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรม 59

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ประวัติความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคปัจจุบัน ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีดิจิทัลและสารสนเทศมีบทบาทสำคัญในทุกด้านของชีวิต โดยเฉพาะในภาคส่วนสาธารณสุข ที่ต้องการยกระดับคุณภาพการให้บริการให้ตอบสนองต่อความต้องการของประชาชนอย่างมีประสิทธิภาพ กระทรวงสาธารณสุขจึงได้ส่งเสริมให้โรงพยาบาลในประเทศไทยปรับตัวเข้าสู่ระบบ โรงพยาบาลอัจฉริยะ (Smart Hospital) ซึ่งเป็นแนวคิดที่ผสมผสานเทคโนโลยีดิจิทัลและระบบข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ (E-Health) เพื่อปรับปรุงการบริหารจัดการข้อมูล การวินิจฉัยโรค การรักษา และการให้บริการผู้ป่วย

โรงพยาบาลอัจฉริยะมุ่งเน้นการนำระบบ IPD Paperless และ OPD Paperless มาใช้เพื่อลดการใช้กระดาษและเพิ่มความรวดเร็วในการจัดการข้อมูลผู้ป่วย โดยในกระบวนการนี้โรงพยาบาลหลายแห่งได้นำ รถเข็นเวชภัณฑ์ (Medical Carts) ติดตั้งคอมพิวเตอร์และ เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) เพื่อสนับสนุนการบันทึกข้อมูลผู้ป่วยในวอร์ด อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่พบในปัจจุบันคือ:

1.1.1 เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS): มีระยะเวลาการสำรองไฟฟ้าที่จำกัด ทำให้ต้องชาร์จแบตเตอรี่บ่อยครั้ง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของเจ้าหน้าที่ในวอร์ดผู้ป่วย

1.1.2 เครื่องสำรองไฟฟ้าพกพาขนาดกลาง (Power Station): แม้จะรองรับการใช้งานได้นานกว่า แต่มีน้ำหนักมากและเมื่อแบตเตอรี่หมดจะต้องหยุดใช้งานทั้งหมดเพื่อทำการชาร์จไฟ ส่งผลให้กระบวนการทำงานสะดุด

ปัญหาดังกล่าวทำให้โรงพยาบาลประสบปัญหาความล่าช้าและความไม่ต่อเนื่องในการให้บริการผู้ป่วย โดยเฉพาะในกรณีฉุกเฉินที่การเข้าถึงข้อมูลอย่างรวดเร็วและถูกต้องเป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้นการพัฒนาระบบสำรองไฟฟ้าที่สามารถ เปลี่ยนแบตเตอรี่ได้ทันที (Hot-Swap Battery) จึงเป็นทางออกสำคัญที่จะช่วยเพิ่มความต่อเนื่องในการทำงานและลดเวลาที่เสียไปกับการชาร์จไฟ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบสำรองไฟฟ้าที่สามารถ เปลี่ยนแบตเตอรี่ได้ทันที โดยไม่ทำให้คอมพิวเตอร์หยุดการทำงาน

1.2.2 เพื่อออกแบบรถเข็นเวชภัณฑ์ที่รองรับระบบ Hot-Swap Battery ซึ่งมีความเหมาะสมในการใช้งานในโรงพยาบาล

1.2.3 เพื่อเพิ่มความต่อเนื่องและประสิทธิภาพในการให้บริการทางการแพทย์ ลดความล่าช้าและความยุ่งยากที่เกิดจากข้อจำกัดของระบบสำรองไฟฟ้าเดิม

1.2.4 เพื่อสนับสนุนการพัฒนาโรงพยาบาลอัจฉริยะให้สามารถใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัลและสารสนเทศได้อย่างเต็มศักยภาพ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 การพัฒนา ระบบสำรองไฟฟ้า:

- ระบบสำรองไฟฟ้าที่สามารถสลับแบตเตอรี่ได้โดยไม่หยุดการทำงาน (Hot-Swap Battery)
- ระบบแสดงสถานะการทำงานของแบตเตอรี่ เช่น ระดับพลังงานคงเหลือ และการสลับระหว่างแบตเตอรี่

1.3.2 การออกแบบ รถเข็นเวชภัณฑ์:

- รถเข็นที่รองรับการติดตั้งระบบสำรองไฟฟ้า พร้อมกับอุปกรณ์ที่จำเป็น เช่น คอมพิวเตอร์ และหน้าจอ
- การออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานในวอร์ดผู้ป่วย

1.3.3 การทดสอบ ความเหมาะสมและประสิทธิภาพของระบบ:

- ทดสอบในสถานการณ์จำลอง เช่น การใช้งานในวอร์ดผู้ป่วยที่ต้องการการสำรองไฟฟ้าต่อเนื่อง
- วิเคราะห์ความคุ้มค่าทางการใช้งาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ลดปัญหา: ลดความล่าช้าและอุปสรรคในการให้บริการทางการแพทย์ที่เกิดจากข้อจำกัดของ UPS และ Power Station

1.4.2 เพิ่มประสิทธิภาพ: ช่วยให้ระบบสำรองไฟฟ้าสามารถใช้งานได้ต่อเนื่องและมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน

1.4.3 สนับสนุนการพัฒนาโรงพยาบาลอัจฉริยะ: เพิ่มความสามารถในการใช้งานระบบดิจิทัลและสารสนเทศในโรงพยาบาล

1.4.4 ลดความยุ่งยาก: ช่วยให้เจ้าหน้าที่ทางการแพทย์ทำงานได้ง่ายขึ้นและลดภาระในการชาร์จหรือเคลื่อนย้ายอุปกรณ์

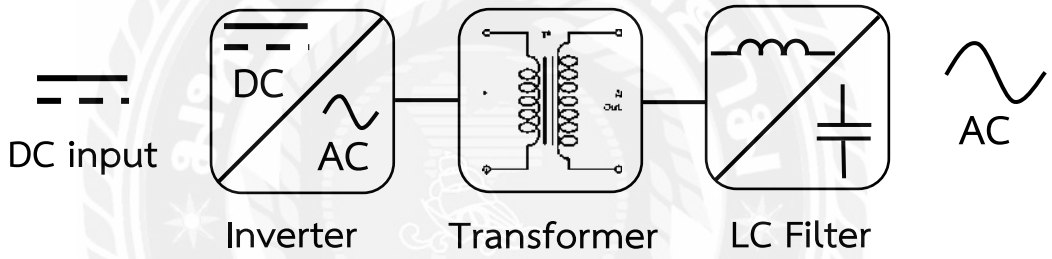
บทที่ 2
การทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 Inverter (อินเวอร์เตอร์)

อินเวอร์เตอร์ (Inverter) คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current: DC) เป็นกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current: AC) เพื่อใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการไฟฟ้ากระแสสลับ อินเวอร์เตอร์ถูกนำมาใช้ในระบบต่าง ๆ เช่น ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar System), ระบบสำรองไฟฟ้า (UPS), ระบบยานยนต์ไฟฟ้า (EV), และการควบคุมมอเตอร์ในอุตสาหกรรม

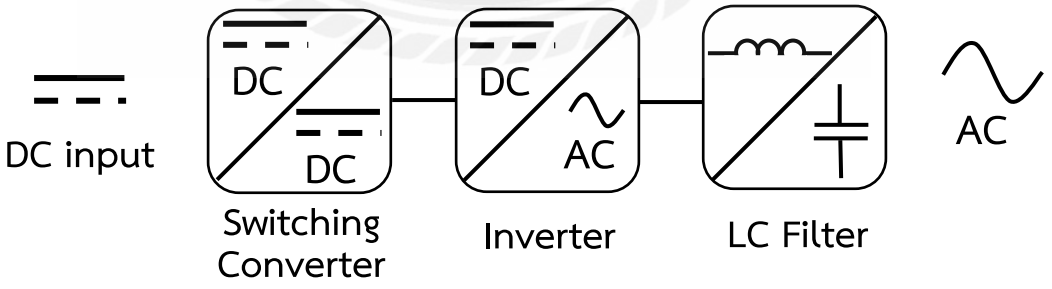
อินเวอร์เตอร์สามารถแบ่งทำงานออกเป็น 2 ประเภทหลัก เช่น

1. อินเวอร์เตอร์แบบหม้อแปลง ประกอบด้วย วงจรอินเวอร์เตอร์ หม้อแปลงไฟฟ้า วงจรกรองสัญญาณ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การทำงานอินเวอร์เตอร์แบบหม้อแปลง

2.อินเวอร์เตอร์แบบสวิทช์ชิ่ง ประกอบด้วย วงจรสวิทช์ชิ่งคอนเวอร์เตอร์เพื่อทำให้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงมีค่ามากจากนั้นเข้าวงจรเพื่อแปลงแรงดันเป็นไฟฟ้ากระแสสลับจากนั้นผ่านวงจรกรองสัญญาณเป็นไฟฟ้ากระแสสลับสมมาตร ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การทำงานอินเวอร์เตอร์แบบสวิทช์ชิ่ง

และโดยสามารถควบคุมแรงดันขาออกได้ทั้งจากการปรับแรงดันขาเข้า หรือ ใช้เทคนิค Pulse Width Modulation (PWM) เพื่อปรับอัตราขยายของวงจรให้เหมาะสม ซึ่งช่วยให้ได้สัญญาณไฟฟ้าที่มีคุณภาพตามต้องการ

ประเภทของอินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ตามรูปแบบการทำงาน ได้แก่

1. อินเวอร์เตอร์แบบหม้อแปลง (Transformer-based Inverter)

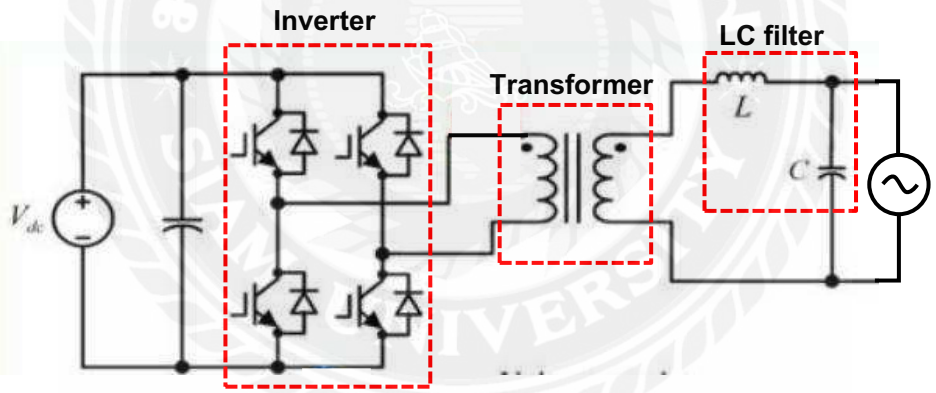
หลักการทำงาน:

การจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเข้าสู่วงจรอินเวอร์เตอร์จะทำให้สามารถแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันต่ำได้ จากนั้นใช้หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) เพื่อเพิ่มแรงดันให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่มีแรงดันสูงขึ้น พร้อมทั้งสร้างสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่ต่ำ (Low-Frequency AC) และใช้วงจร LC Filter เพื่อกรองสัญญาณ ทำให้สามารถส่งออกไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่และแรงดันที่เหมาะสมสำหรับการใช้งาน

ข้อดี: มีการแยกวงจรไฟฟ้า (Electrical Isolation) ป้องกันไฟฟ้ารั่ว
ทนทานและรองรับโหลดกำลังสูง

ข้อเสีย: มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก
มีประสิทธิภาพต่ำกว่า เนื่องจากเกิดการสูญเสียพลังงานในหม้อแปลงที่เกิดในรูปแบบความร้อน

ตัวอย่างวงจรอินเวอร์เตอร์แบบหม้อแปลง



รูปที่ 2.3 วงจรอินเวอร์เตอร์แบบหม้อแปลง

2. อินเวอร์เตอร์แบบสวิตชิ่ง (Switching-based Inverter)

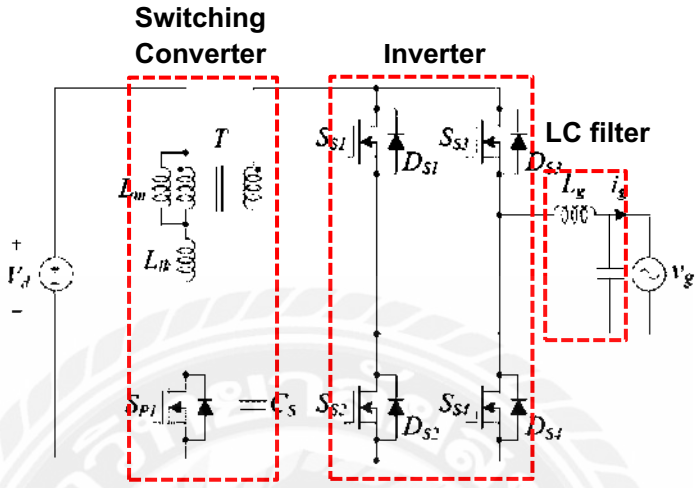
หลักการทำงาน:

การจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเข้าสู่วงจร สวิทช์ชิ่งคอนเวอร์เตอร์ ช่วยเพิ่มแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้สูงขึ้นโดยอาศัย หม้อแปลงความถี่สูง จากนั้นใช้ วงจรอินเวอร์เตอร์ แปลงไฟฟ้ากระแสตรง (DC) เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) และใช้ วงจร LC Filter ในการกรองสัญญาณ เพื่อให้ได้ไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่ต่ำและแรงดันที่เหมาะสมสำหรับการใช้งาน

ข้อดี: ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา
ประสิทธิภาพสูงกว่าประเภทหม้อแปลง

ข้อเสีย: ไม่มีการแยกวงจรไฟฟ้า อาจมีความเสี่ยงต่อไฟฟ้ารั่ว
อาจเกิดสัญญาณรบกวน (Noise) ต้องมีการกรองเพิ่มเติม

ตัวอย่างวงจรอินเวอร์เตอร์แบบสวิทช์ชิ่ง



รูปที่ 2.4 วงจรอินเวอร์เตอร์แบบสวิทช์ชิ่ง

ความแตกต่างระหว่าง Inverter แบบ Switching และแบบหม้อแปลง ตามตารางที่ 2.1

คุณสมบัติ	Inverter แบบ Switching	Inverter แบบหม้อแปลง
การแยกวงจรไฟฟ้า	ไม่มีการแยกวงจร (Non-Isolated)	มีการแยกวงจร (Isolated)
ขนาดและน้ำหนัก	ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา	ขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก
ความถี่การทำงาน	ความถี่สูง (kHz – MHz)	ความถี่ต่ำ (50/60 Hz)
ประสิทธิภาพ	สูง ไม่สามารถได้ยินเสียงความถี่รบกวน (มีการสูญเสียพลังงานความร้อนน้อย)	ต่ำกว่า อาจได้ยินเสียงความถี่รบกวน (สูญเสียพลังงานความร้อนในหม้อแปลง)
ต้นทุนการผลิต	ต่ำกว่า	สูงกว่า

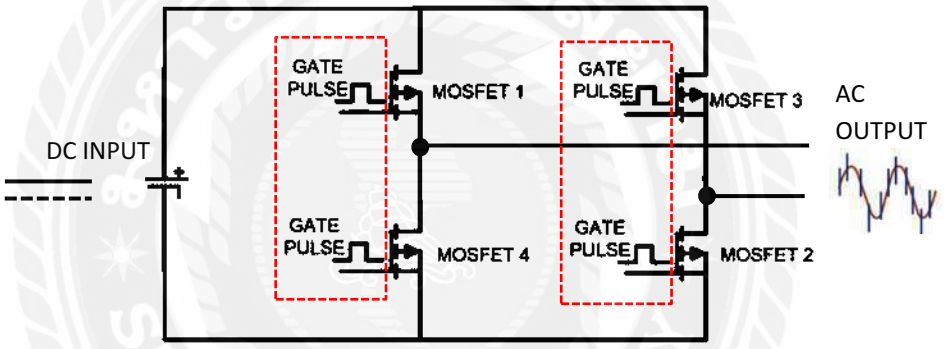
ตารางที่ 2.1 เทียบ Inverter แบบ Switching และแบบหม้อแปลง

การทำงานของอินเวอร์เตอร์แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

1. การแปลงสัญญาณ DC เป็น AC

การแปลงไฟ กระแสตรง (DC) เป็นไฟกระแสสลับ (AC) เป็นกระบวนการที่สำคัญในการทำงานของอินเวอร์เตอร์ (Inverter) ซึ่งใช้ในงานระบบพลังงานแสงอาทิตย์, UPS, และแหล่งจ่ายไฟสำรอง โดยหนึ่งในวิธีที่ได้รับความนิยมคือการใช้ วงจรฟูลบริดจ์ (Full Bridge Inverter)

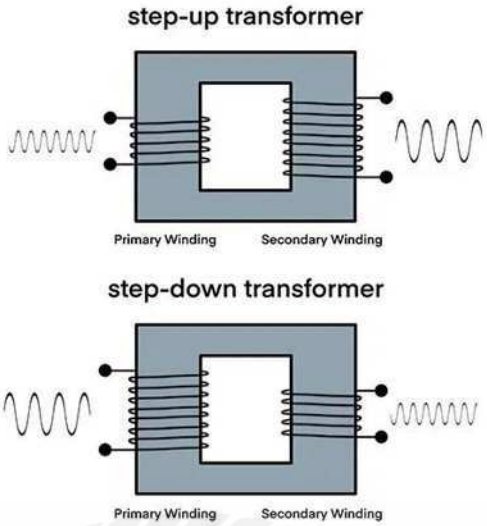
วงจรฟูลบริดจ์ (full Bridge) ประกอบด้วยสวิตช์ 4 ตัว (เช่น MOSFET หรือ IGBT) ซึ่งทำหน้าที่เปิด-ปิดสลับกันด้วยสัญญาณความถี่สูง เพื่อกลับทิศทางของแรงดันไฟฟ้า โดยใช้เทคนิค **PWM (Pulse Width Modulation)** ที่สร้างพัลส์ซึ่งมีความกว้างแปรผันตามรูปคลื่นไซน์ เทคนิคนี้เรียกว่า **Sinusoidal PWM (SPWM)** ซึ่งทำโดยนำสัญญาณไซน์ที่มีความถี่ต่ำ (เช่น 50Hz หรือ 60Hz) มาเปรียบเทียบกับสัญญาณสามเหลี่ยมที่มีความถี่สูง (ระดับ kHz) แล้วใช้ผลลัพธ์จากการเปรียบเทียบมาควบคุมการเปิด-ปิดสวิตช์อินเวอร์เตอร์ เมื่อกระแสที่ได้มีความกว้างพัลส์เปลี่ยนแปลงตามรูปคลื่นไซน์ ผลลัพธ์ที่ออกมาจะใกล้เคียงกับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ต้องการมากขึ้น



รูปที่ 2.5 วงจรฟูลบริดจ์ (full Bridge)

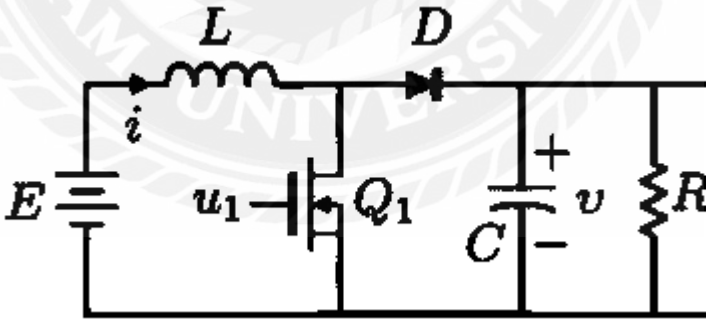
2. การเพิ่มแรงดันไฟฟ้า (Boost Converter)

การเพิ่มแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) จำเป็นต้องใช้ หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนระดับแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นหรือต่ำลงตามอัตราส่วนของรอบขดลวดปฐมภูมิและทุติยภูมิ หม้อแปลงชนิดนี้อาศัยหลักการ การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Induction) โดยเมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวดปฐมภูมิจะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นและเหนี่ยวนำแรงดันไปยังขดลวดทุติยภูมิ หากจำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิมากกว่าขดลวดปฐมภูมิ แรงดันที่ได้จะสูงขึ้น ซึ่งเรียกว่าการ เพิ่มแรงดัน (Step-up Transformer) ดังรูปที่ 2.6 ในทางกลับกัน หากขดลวดทุติยภูมิมีจำนวนน้อยกว่า แรงดันที่ได้จะต่ำลง เรียกว่าการ ลดแรงดัน (Step-down Transformer)



รูปที่ 2.6 การแปลงแรงดันไฟฟ้าด้วยหม้อแปลงเพิ่มและลดแรงดัน

Boost Converter เป็นวงจรเพิ่มแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC-DC Step-up Converter) ที่ทำงานโดยใช้ MOSFET เป็นสวิตช์ควบคุมการชาร์จและคายพลังงานของตัวเหนี่ยวนำ (Inductor) ผ่านกระบวนการเปิด-ปิดด้วยความถี่สูง (PWM) ทำให้เกิดการสะสมพลังงานในสนามแม่เหล็กและปล่อยออกมาในช่วงที่สวิตช์ปิด ส่งผลให้แรงดันเอาต์พุตสูงกว่าแรงดันอินพุตตามอัตราส่วนของ Duty Cycle ซึ่งสามารถนำไปใช้ในระบบอินเวอร์เตอร์, พลังงานแสงอาทิตย์, หรือแหล่งจ่ายไฟสำรองที่ต้องการแปลงแรงดันจาก 12V หรือ 24Vdc ไปเป็น 220Vdc เพื่อรองรับการใช้งานที่ต้องการแรงดันสูงขึ้น. ดังรูปที่ 2.7

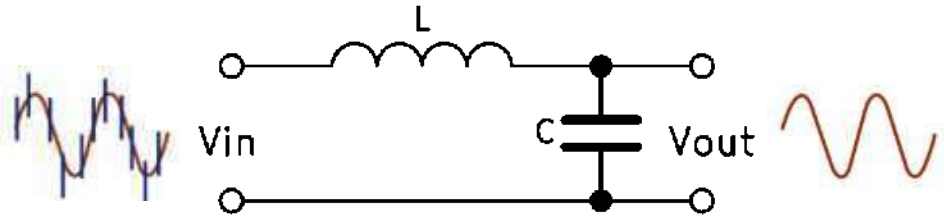


รูปที่ 2.7 การเพิ่มแรงดันไฟฟ้าด้วยวงจร Boost Converter

3. การกรองสัญญาณ (Low Pass Filter)

Low Pass Filter เป็นวงจรกรองสัญญาณที่ใช้ ตัวเหนี่ยวนำ (L - Inductor) และตัวเก็บประจุ (C - Capacitor) ร่วมกันเพื่อลดสัญญาณรบกวนหรือปรับแต่งรูปคลื่นให้ออกมาเรียบขึ้น โดย ตัวเหนี่ยวนำจะทำหน้าที่ป้องกันการเปลี่ยนแปลงกระแสอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ ตัวเก็บประจุช่วยลดแรงดันไฟฟ้ากระเพื่อม (Ripple Voltage) ทำให้เอาต์พุตมีความเสถียรขึ้น ซึ่ง Low Pass Filter นิยมใช้ในวงจรอินเวอร์เตอร์เพื่อทำให้

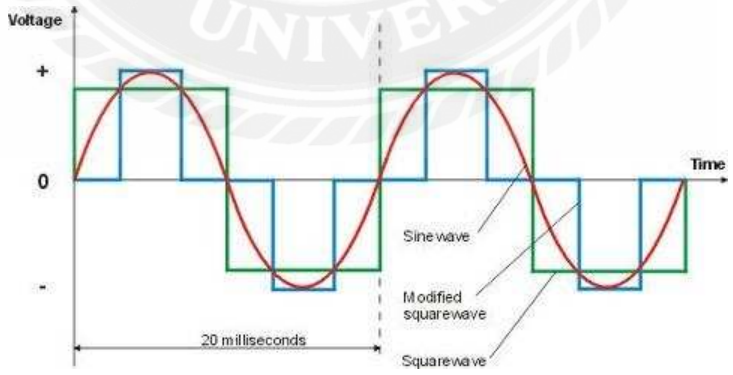
สัญญาณ PWM ที่ผ่านการมอดูเลตมีรูปคลื่นใกล้เคียงกับไซน์เวฟ (Pure Sine Wave) มากขึ้น ลดฮาร์มอนิก และลดสัญญาณรบกวนที่เกิดจากการสวิทช์ชิ่งความถี่สูง



รูปที่ 2.8 วงจร Low Pass Filter

รูปคลื่นสัญญาณที่ได้จาก Inverter

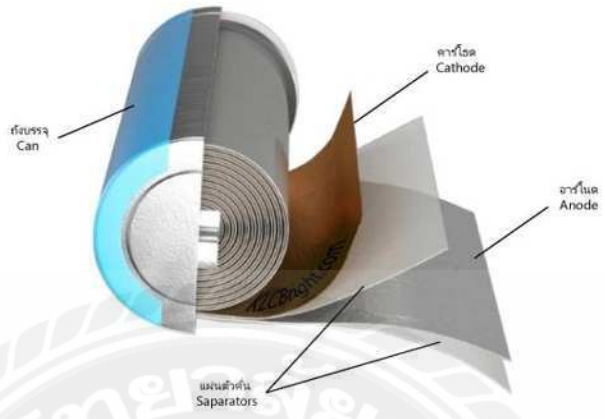
- Pure Sine Wave: สัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับที่มีลูกคลื่นสัญญาณต่อเนื่อง ซึ่งมีความเหมือนกับสัญญาณที่ได้จาก การไฟฟ้า โดยมีรูปคลื่นไฟฟ้าที่ราบเรียบและสมบูรณ์แบบตามมาตรฐาน ซึ่งเหมาะสำหรับการใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกประเภท (ดังรูปที่ 2.9)
- Modified Sine Wave: สัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับที่ถูกสร้างขึ้นโดยกระบวนการทางดิจิทัล เพื่อลดความสูญเสียในรูปของความร้อนที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ และช่วยให้วงจรมีขนาดเล็กลง โดยสัญญาณที่ได้จะมี แรงดันและความถี่เท่ากับสัญญาณ Pure Sine Wave แต่รูปคลื่นจะไม่ต่อเนื่อง เป็นลักษณะของขั้นบันไดแทนเส้นโค้งที่ราบเรียบ ส่งผลให้สัญญาณ Modified Sine Wave อาจทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าบางประเภท เช่น มอเตอร์หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีความไวต่อสัญญาณไฟฟ้า ทำงานได้ไม่สมบูรณ์ หรือเกิดความร้อนมากขึ้นกว่าปกติ (ดังรูปที่ 2.9)



รูปที่ 2.9 ประเภทรูปคลื่นสัญญาณที่ได้จาก Inverter

2.2 Battery ลิเทียมฟอสเฟต ($LiFePO_4$)

แบตเตอรี่ลิเทียมฟอสเฟต หรือ $LiFePO_4$ หรือ LFP หรือเราอาจจะรู้จักกันในชื่อ LiPO หรือที่บ้านเรานิยมเรียกกันว่า แบตฯลิโป เป็นแบตเตอรี่ลิเทียมที่มีใช้ทั่วไปและใช้อยู่มากที่สุด ใช้ฟอสเฟตเป็นคาร์โธด ใช้กราไฟต์เป็นอาร์โนด (ดังรูปที่ 2.10)



รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบภายใน Battery ลิเทียม

2.2.1. เหตุผลที่เลือกใช้ Battery ลิเทียมฟอสเฟต

แบตเตอรี่ลิเธียมฟอสเฟต (Lithium Iron Phosphate – $LiFePO_4$) เป็นหนึ่งในประเภทของแบตเตอรี่ลิเทียมที่มี ความปลอดภัยสูง อายุการใช้งานยาวนาน และประสิทธิภาพสูง เมื่อเปรียบเทียบกับ แบตเตอรี่ตะกั่วกรด (Lead-Acid) และ แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Li-ion) ดังรูปที่ 2.11 จึงเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมสำหรับระบบสำรองไฟฟ้า โดยมีเหตุผลหลักดังนี้:

รูปที่ 2.11 กราฟเรดาร์เปรียบเทียบ แบตเตอรี่ ทั้ง 3 ชนิด

1. **ความปลอดภัย (Safety)**

   - $LiFePO_4$: มีเสถียรภาพทางเคมีสูง ไม่เกิดการลุกไหม้หรือระเบิดง่าย แม้เกิดการชาร์จเกิน (Overcharging) หรือความร้อนสูง

- Li-ion: มีแนวโน้มเกิดการลุกไหม้หากใช้งานผิดพลาด หรือหากแบตเตอรี่เสียหาย
- Lead-Acid: มีอันตรายจากสารตะกั่วและไอกรดซัลฟิวริก อาจรั่วไหลและทำลายสิ่งแวดล้อม

2. อายุการใช้งาน (Lifespan)

- $LiFePO_4$: อายุการใช้งาน 2,000 - 5,000 รอบการชาร์จ/คายประจุ (Charge Cycle)
- Li-ion: อายุการใช้งาน 500 - 1,500 รอบการชาร์จ/คายประจุ
- Lead-Acid: อายุการใช้งาน 300 - 800 รอบการชาร์จ/คายประจุ

3. ประสิทธิภาพ (Performance)

- $LiFePO_4$: มีอัตราการจ่ายไฟ (Discharge Rate) คงที่ ทำให้แรงดันไฟฟ้าไม่ตกง่าย
- Li-ion: มีประสิทธิภาพสูง แต่เมื่อใช้งานหนักอาจเกิดความร้อนสะสม
- Lead-Acid: ประสิทธิภาพต่ำกว่า เนื่องจากมีแรงดันไฟฟ้าลดลงเรื่อย ๆ ขณะจ่ายพลังงาน

4. ค่ากำลังจำเพาะ (Specific Power)

- $LiFePO_4$: 3,000 - 5,000 W/kg
- Li-ion: 1,500 - 3,000 W/kg
- Lead-Acid: 180 - 400 W/kg

5. **ค่าความจุพลังงานจำเพาะ (Specific Energy)**

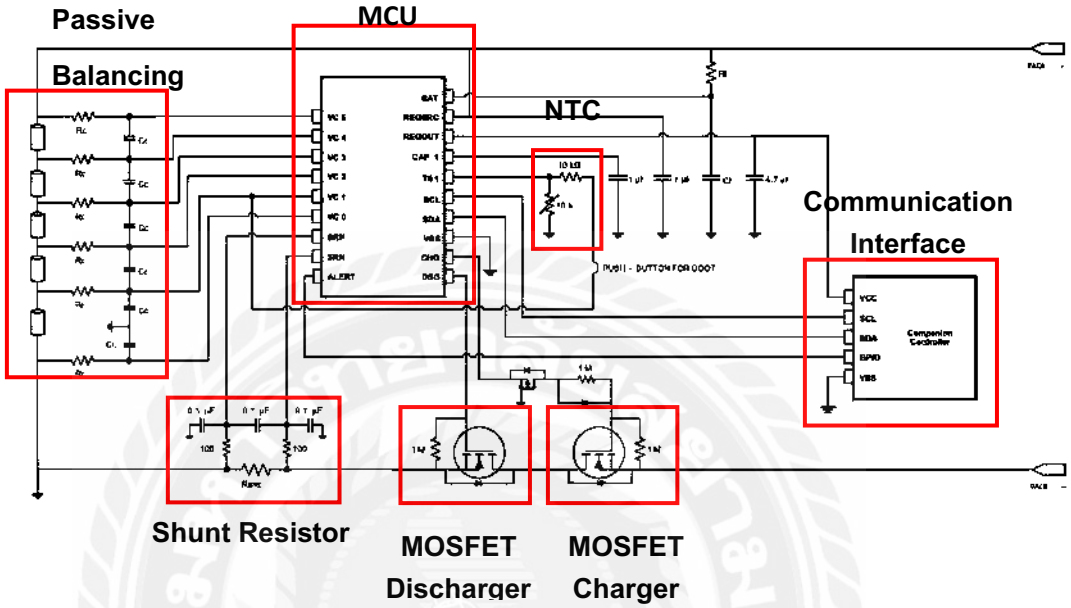
- $LiFePO_4$: 90 - 160 Wh/kg
- Li-ion: 150 - 250 Wh/kg
- Lead-Acid: 30 - 50 Wh/kg

6. **ต้นทุน (Cost)**

- $LiFePO_4$: ราคาสูงกว่า Lead-Acid แต่ถูกกว่า Li-ion
- Li-ion: มีราคาสูงที่สุด
- Lead-Acid: ราคาถูกที่สุด แต่ต้องเปลี่ยนบ่อยกว่า

2.3 Battery Management System (BMS)

BMS เป็นระบบที่ใช้ในการจัดการและควบคุมแบตเตอรี่ โดยเฉพาะในระบบแบตเตอรี่ลิเทียม เช่น Li-ion และ $LiFePO_4$ เพื่อให้แบตเตอรี่ทำงานได้อย่างปลอดภัย มีประสิทธิภาพและมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น โดยหลักการทำงานสำคัญ ดังรูปที่ 2.12 ของ BMS ประกอบด้วย:



รูปที่ 2.12 วงจร Battery Management System (BMS)

2.3.1 วงจรตรวจจับและวัดค่าต่าง ๆ (Monitoring Circuit & Sensors) เช่น:

Voltage Sensor: ตรวจจับแรงดันไฟฟ้าในแต่ละเซลล์ และแรงดันไฟฟ้ารวม โดยใช้หลักการคำนวณ Voltage divider ผ่าน MCU

Current Sensor (Shunt Resistor, Hall Effect Sensor): ตรวจวัดกระแสไฟฟ้าเข้าและออกจากแบตเตอรี่

Temperature Sensor (NTC, PTC, Thermistor, RTD): ตรวจวัดอุณหภูมิของเซลล์ผ่าน

2.3.2 วงจรป้องกัน (Protection Circuit)

MOSFET: ควบคุมการเปิด-ปิดกระแสไฟเพื่อป้องกันไฟฟ้าเกินหรือต่ำ โดยใช้ค่าพิกัดของ Mosfet กำหนด

2.3.3 วงจรปรับสมดุลเซลล์ (Cell Balancing Circuit)

Balance Resistors (Passive Balancing): ระบายแรงดันไฟฟ้าจากเซลล์ที่มีค่าสูงสุดผ่าน MCU โดยการจ่ายแรงดันของเซลล์ที่มีค่าที่สูงผ่านตัวต้านทานจนถึงพิกัดที่ MCU กำหนด

Inductive หรือ Capacitive Balancing (Active Balancing): การเคลื่อนย้ายพลังงานระหว่างเซลล์ที่มีค่าที่สูงสุดไปยังเซลล์ที่มีค่าต่ำกว่า โดยเปิดการทำงานของเซลล์ที่มีค่าสูงสุดผ่าน MCU ด้วยการจ่ายแรงดันของเซลล์ที่มีค่าที่สูงมาสะสมพลังงานที่ตัวเหนี่ยวนำหรือตัวเก็บประจุจากนั้นจ่ายไปที่เซลล์ที่มีค่าที่ต่ำกว่า เพื่อให้แรงดันใกล้เคียงกันที่สุด

2.3.4 วงจรคำนวณและวิเคราะห์ (Microcontroller & BMS IC)

Microcontroller (MCU) หรือ Dedicated BMS IC: ประมวลผลข้อมูลจากเซ็นเซอร์และข้อมูลที่ตั้งค่าไว้ เช่น ความจุที่เหลือ (Remaining Capacity) คาดการณ์ระยะเวลาใช้งานที่เหลือ, รอบการชาร์จ (Cycle Count) เพื่อประเมินอายุการใช้งาน, สถานะการชาร์จ (State of Charge, SoC) บ่งบอกระดับพลังงานที่เหลือ, สถานะสุขภาพของแบตเตอรี่ (State of Health, SoH) บ่งบอกสภาพและประสิทธิภาพของแบตเตอรี่เมื่อเทียบกับของใหม่

EPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) หรือ Flash Memory ถูกใช้ในการเก็บข้อมูลสถานะแบตเตอรี่ เช่น ระดับแรงดัน, กระแส, ความจุที่เหลือ (State of Charge - SoC), จำนวนรอบการชาร์จ (Cycle Count), อุณหภูมิ และค่าการปรับแต่งระบบ BMS (Battery Management System) เพื่อให้สามารถเรียกคืนข้อมูลได้แม้หลังจากปิดเครื่องหรือเกิดไฟดับ โดย EEPROM เหมาะสำหรับการจัดเก็บค่าคงที่ที่เปลี่ยนแปลงไม่บ่อย ในขณะที่ Flash Memory เหมาะสำหรับการจัดเก็บข้อมูลที่มีการอัปเดตบ่อยขึ้น เนื่องจากมีความจุมากกว่าและรองรับการเขียนลบที่รวดเร็วกว่า

2.3.5 วงจรสื่อสารข้อมูล (Communication Interface)

วงจรสื่อสารข้อมูล (Communication Interface) เป็นส่วนสำคัญในการเชื่อมต่อระหว่างระบบควบคุมและอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยใช้โปรโตคอลการสื่อสารที่เหมาะสม เช่น UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter), I2C (Inter-Integrated Circuit), SPI (Serial Peripheral Interface), RS-485, หรือ CAN Bus (Controller Area Network) เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้ ในระบบแบตเตอรี่หรือ BMS (Battery Management System) วงจรสื่อสารข้อมูลถูกใช้เพื่อส่งค่าต่าง ๆ เช่น แรงดัน, กระแส, อุณหภูมิ และสถานะการทำงานของแบตเตอรี่ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์หรือหน่วยประมวลผลกลาง นอกจากนี้ยังสามารถใช้สื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอก เช่น จอแสดงผล, โมดูลสื่อสารไร้สาย (Wi-Fi, Bluetooth, LoRa), หรืออินเตอร์เฟซสำหรับการควบคุมจากระยะไกล เพื่อเพิ่มความสามารถในการตรวจสอบและควบคุมระบบแบตเตอรี่หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ

2.4 Micro controller

Microcontroller เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่รวมหน่วยประมวลผล (CPU), หน่วยความจำ (Memory), และอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (I/O) ไว้ในชิปเดียว เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือระบบอิเล็กทรอนิกส์ มักใช้ในงานที่ต้องการระบบอัตโนมัติ เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้า สมาร์ทโฮม อุตสาหกรรม หุ่นยนต์ และยานยนต์

ส่วนประกอบหลักของ Micro controller

2.4.1. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)

ทำหน้าที่ประมวลผลคำสั่งต่าง ๆ และควบคุมการทำงานของส่วนต่าง ๆ ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยทั่วไป CPU จะมีชุดคำสั่ง (Instruction Set) เฉพาะของแต่ละตระกูล เช่น RISC (Reduced Instruction Set Computer) และ CISC (Complex Instruction Set Computer) ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพและพลังงานที่ใช้ในการทำงาน

2.4.2 หน่วยความจำ (Memory)

Microcontroller มีหน่วยความจำหลายประเภทเพื่อจัดเก็บข้อมูลและโปรแกรม

RAM (Random Access Memory):

ใช้เก็บข้อมูลชั่วคราวที่ต้องใช้ระหว่างการทำงานลบข้อมูลทันทีเมื่อปิดเครื่องมีขนาดเล็กกว่า ROM หรือ Flash Memory

ROM (Read-Only Memory) / Flash Memory:

ใช้เก็บโปรแกรมหลักที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ข้อมูลยังคงอยู่แม้ปิดเครื่องไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นใหม่มักใช้ Flash Memory แทน ROM

EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory):

ใช้เก็บข้อมูลถาวรที่สามารถเขียนและอ่านใหม่ได้เหมาะสำหรับการเก็บค่าการตั้งค่าหรือบันทึกข้อมูลที่ไม่ต้องการให้สูญหายเมื่อปิดเครื่อง มีความเร็วต่ำกว่า RAM และ Flash Memory แต่ทนต่อการเขียนซ้ำได้ดี

2.4.3 ขาอินพุตและเอาต์พุต (I/O Pins)

I/O Pins เป็นช่องทางที่ Microcontroller ใช้รับและส่งสัญญาณกับอุปกรณ์ภายนอก

อินพุต (Input Pins):

รับสัญญาณจากปุ่มกด, เซนเซอร์, หรืออุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ รองรับทั้งสัญญาณดิจิทัล (HIGH/LOW) และสัญญาณอนาล็อก (ADC)

เอาต์พุต (Output Pins):

ส่งสัญญาณเพื่อควบคุมมอเตอร์, LED, หน้าจอแสดงผล หรืออุปกรณ์อื่น ๆ สามารถสร้าง PWM (Pulse Width Modulation) เพื่อควบคุมความเร็วมอเตอร์หรือความสว่างของ LED ได้

2.4.4. Timer/Counter

Timer/Counter เป็นวงจรที่ใช้สำหรับงานที่เกี่ยวข้องกับเวลาและการนับ เช่น

กำหนดเวลา (Timer) ใช้สร้างการหน่วงเวลา (Delay) หรือนับเวลาที่กำหนด นับเหตุการณ์ (Counter) ใช้เพื่อนับจำนวนรอบของสัญญาณ เช่น การหมุนของมอเตอร์

2.4.5. ควบคุมการเชื่อมต่อ (Peripheral)

ไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่มีอินเตอร์เฟซการเชื่อมต่อที่ช่วยให้สามารถสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกได้หลากหลาย

ADC (Analog-to-Digital Converter) แปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลเพื่อใช้ประมวลผลใช้ร่วมกับเซนเซอร์ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น หรือแรงดันไฟฟ้า

DAC (Digital-to-Analog Converter) แปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นอนาล็อก เช่น การสร้างคลื่นเสียง

PWM (Pulse Width Modulation) สร้างสัญญาณพัลส์เพื่อควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ ใช้ในการปรับระดับความสว่างของ LED

โปรโตคอลการสื่อสาร (Communication Protocols):

UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) ใช้สื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม เช่น เชื่อมต่อกับ GPS, โมดูล Wi-Fi

SPI (Serial Peripheral Interface) ใช้สื่อสารกับอุปกรณ์ที่ต้องการอัตราการรับส่งข้อมูลสูง เช่น หน้าจอ LCD

I2C (Inter-Integrated Circuit) ใช้สำหรับเชื่อมต่อเซนเซอร์หลายตัวบนสายสัญญาณเดียว

2.4.6. หน่วยจ่ายพลังงาน (Power Management Unit - PMU)

ไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละรุ่นจะมีวงจรจัดการพลังงานที่แตกต่างกัน ซึ่งช่วยให้สามารถใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น

โหมด Sleep Mode/Low Power Mode ช่วยลดการใช้พลังงานขณะไม่ได้ใช้งาน, LDO Regulator ใช้ลดแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์, แบตเตอรี่สำรอง สำหรับการทำงานในระบบที่ต้องการความต่อเนื่อง

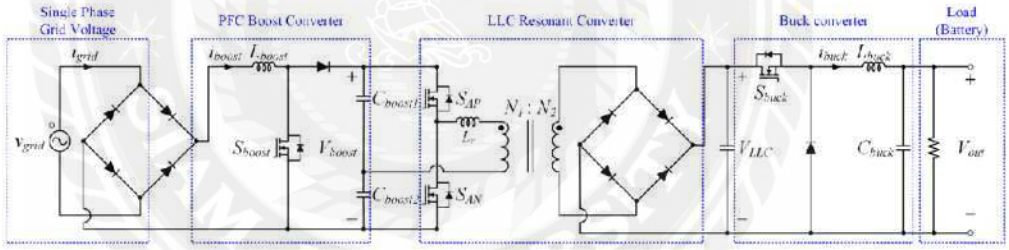
2.4.7. หน่วยขยายสัญญาณ (Amplifier Unit)

บางไมโครคอนโทรลเลอร์อาจมี Op-Amp (Operational Amplifier) ภายใน ซึ่งช่วยขยายสัญญาณที่ได้รับจากเซนเซอร์หรือวงจรอินพุตก่อนส่งไปยัง ADC

2.5 เครื่องชาร์จ (Charger)

Charger หรือ เครื่องชาร์จ คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการเติมพลังงานให้กับแบตเตอรี่หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ โดยการแปลงพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานภายนอก (เช่น ไฟบ้าน หรือ แหล่งจ่ายพาวเวอร์ซัพพลาย) ไปเป็นพลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับการเก็บไว้ในแบตเตอรี่หรือใช้งานกับอุปกรณ์

Switching Charger (เครื่องชาร์จแบบสวิตช์ชิ่ง)

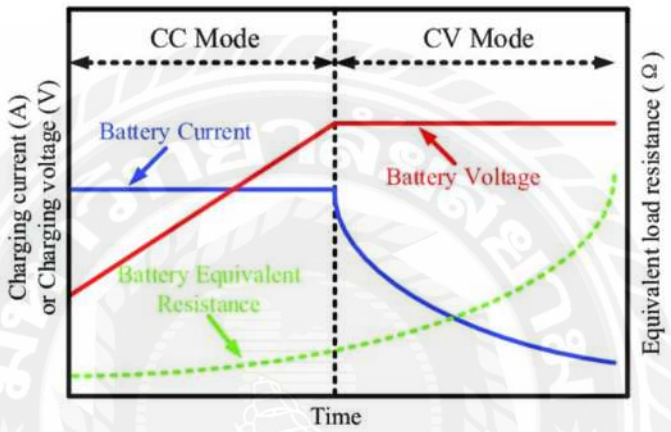


รูปที่ 2.13 วงจรเครื่องชาร์จแบบสวิตช์ชิ่ง

- รับแรงดัน AC 220V แปลงเป็น DC ผ่านไดโอดบริดจ์เรคติไฟเออร์
- ปรับปรุง Power Factor (PFC Boost Converter) เพิ่มประสิทธิภาพและลด Harmonics
- LLC Resonant Half-Bridge Converter แปลง DC เป็น AC และส่งเข้า Transformer
- Buck Converter ลดแรงดันแปลงแรงดันให้เหมาะสมสำหรับการชาร์จ
- Sliding Mode Control (SMC) ควบคุมแรงดันและกระแสปรับค่าให้อยู่ในระนาบเลื่อนและลด Ripple Voltage
- ตรวจสอบการชาร์จแบตเตอรี่ หยุดชาร์จเมื่อแบตเตอรี่เต็ม
- ปิดวงจรเมื่อชาร์จเสร็จ LED แสดงสถานการณ์ชาร์จสำเร็จ

ข้อดี: ทนทานต่อสัญญาณรบกวน ควบคุมได้แม่นยำแม้โหลดเปลี่ยนแปลง
ลด Overshoot และ Ripple ปรับแรงดัน-กระแสให้เสถียร
ประหยัดพลังงาน ลดความสูญเสียและเพิ่มประสิทธิภาพ
ลด Chattering ยืดอายุแบตเตอรี่และอุปกรณ์

ข้อเสีย: เกิด Chattering หากใช้ Signum Function
ซับซ้อนกว่าระบบ PI ต้องปรับค่าพารามิเตอร์ให้เหมาะสม
ต้องใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เร็ว เพื่อการควบคุมที่แม่นยำ
ต้องมีวงจรตรวจวัดที่แม่นยำสูง



รูปที่ 2.14 การทำงานชาร์จแบบCC/CV

Constant Current (CC) Mode

- ส่งกระแสคงที่เข้าสู่แบตเตอรี่
- ใช้ในช่วงเริ่มต้นการชาร์จเมื่อแบตเตอรี่มีแรงดันต่ำ

Constant Voltage (CV) Mode

- ส่งแรงดันคงที่เข้าสู่แบตเตอรี่
- กระแสจะลดลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งแบตเตอรี่เต็ม

บทที่ 3
รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งสถานประกอบการ

บริษัท ซินโดม อิเลคทรอนิกส์ อินดัสตรี จำกัด (สำนักงานใหญ่) เลขที่ 66 แยก 3 แขวง บางมด เขต ทุ่งครุ จังหวัด กรุงเทพมหานคร 10140

3.2 ลักษณะการประกอบการ

บริษัท ซินโดม อิเลคทรอนิกส์ อินดัสตรี จำกัด (สำนักงานใหญ่) ก่อตั้งมากว่า 2 ทศวรรษ ด้วยทุนจดทะเบียน 150 ล้านบาท เป็นผู้ผลิตและจำหน่ายเครื่องสำรองไฟฟ้า เช่น ระบบควบคุมและสำรองไฟฟ้า , ระบบสร้างไฟฟ้ากระแสสลับ, ระบบป้องกันไฟฟ้ากระชาก, ระบบปรับไฟฟ้าอัตโนมัติ, ระบบแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง โดยทีมวิศวกรผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางกว่า 30 คน ได้รับการยอมรับในระบบคุณภาพ และมาตรฐานสากล

การให้บริการของสถานประกอบการ

1. บริการให้คำแนะนำการเลือกเครื่องสำรองไฟฟ้าที่เหมาะสมกับโหลด
2. บริการติดตั้งเครื่องสำรองไฟฟ้า
3. บริการซ่อมเครื่องสำรองไฟฟ้า
4. บริการเปลี่ยนเครื่องสำรองไฟฟ้า

3.3 แผนกวิจัยและพัฒนา (R&D)

โดยทางแผนกวิจัยและพัฒนา (Research and development) จะทำหน้าที่ในการทำงานดังนี้

1.วิจัยและพัฒนา Product เกี่ยวกับเครื่องสำรองไฟฟ้าเป็นหลัก เช่น

- 1.1 Product ที่ผลิตในประเทศไทย
- 1.2 Product ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ (OEM)

2. วิจัยและพัฒนา Product อื่นๆ นอกเหนือจากเครื่องสำรองไฟฟ้า เช่น

- 2.1 Stabilizer
- 2.2 Power Box
- 2.3 Power Wall
- 2.4 Power Supply
- 2.5 Surge Protection

2.6 Power Plug

2.7 Power Bank

3. การแก้ไขปัญหาในกรณีที่ใช้ความรู้เชิงลึก, ปัญหาที่ซับซ้อนและต้องอาศัยความรู้เฉพาะทาง
4. ช่วยสนับสนุน ฝ่ายขายและบริการ ทางด้านเทคนิคทั้งก่อนขายและหลังการขาย
5. ช่วยสนับสนุน ฝ่ายจัดซื้อ ทางด้านเทคนิค

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

นายภัทรทัศน์ วิวัฒน์ไกรกุล ตำแหน่ง พนักงานช่าง แผนก วิจัยและพัฒนา ฝ่าย วิศวกรรม ลักษณะงานที่รับมอบหมาย

1. การพัฒนาและออกแบบระบบสำรองไฟฟ้ารถเข็นเวชภัณฑ์
2. ชุดทดสอบประสิทธิภาพแบตเตอรี่ (QC TESTER)
3. ผู้ดูแลเครื่องสำรองไฟฟ้าระบบ 3 เฟส 10kW-80kW

3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

นายอภิราช รัตนอุดมพิสุทธิ์ ตำแหน่ง ผู้จัดการแผนกวิจัยและพัฒนา ฝ่าย วิศวกรรม

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

ระยะเวลาในการดำเนินงานทั้งหมด 4 เดือน ตั้งแต่วันที่ 19 สิงหาคม ถึงวันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ. 2567

3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. กำหนดหัวข้อการทำโครงงาน ขออนุมัติโครงงานและวางแผนการดำเนินงาน
2. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. ทดสอบอุปกรณ์ให้ได้ตามจุดประสงค์
4. ดำเนินการปฏิบัติงานการพัฒนาและออกแบบระบบสำรองไฟฟ้ารถเข็นเวชภัณฑ์
4. อธิปรายและสรุปผลการดำเนินการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ส.ค. 2567	ก.ย. 2567	ต.ค. 2567	พ.ย. 2567	ธ.ค. 2567
กำหนดหัวข้อการทำโครงงาน ขออนุมัติโครงงาน และวางแผนการดำเนินงาน					
ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง					

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ส.ค. 2567	ก.ย. 2567	ต.ค. 2567	พ.ย. 2567	ธ.ค. 2567
ทดสอบอุปกรณ์ให้ได้ตามจุดประสงค์					
ดำเนินการปฏิบัติงานการพัฒนาและออกแบบระบบสำรองไฟฟ้ารถเข็นเวชภัณฑ์					
สรุปผลการดำเนินการ					

3.8 เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

1. เอกสารอินเวอร์เตอร์
2. เอกสารการประกอบแบตเตอรี่
3. เอกสารการประกอบ BMS (Battery Management System)
4. Micro controller
5. Charger
6. Program SolidWorks
7. Program Arduino
8. Program VS code
9. Program Easy EDA

บทที่ 4
ผลการปฏิบัติตามโครงการ

การดำเนินงานการพัฒนาและออกแบบระบบสำรองไฟฟ้ารถเข็นเวชภัณฑ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ที่สามารถ สำรองพลังงานไฟฟ้าได้ต่อเนื่องและสามารถถอดเปลี่ยนแบตเตอรี่ได้ทันที (Hot-Swap Battery System) โดยไม่ทำให้การทำงานของคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ทางการแพทย์หยุดชะงัก

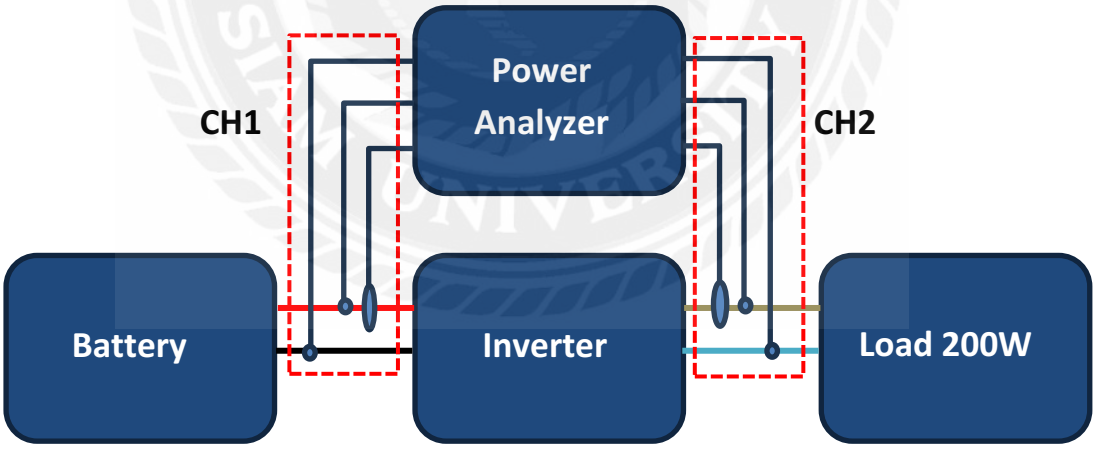
4.1 การปฏิบัติงาน

การดำเนินการพัฒนาและออกแบบระบบสำรองไฟฟ้ารถเข็นเวชภัณฑ์ ได้ดำเนินการตั้งแต่วันที่ 19 สิงหาคม ถึงวันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ. 2567

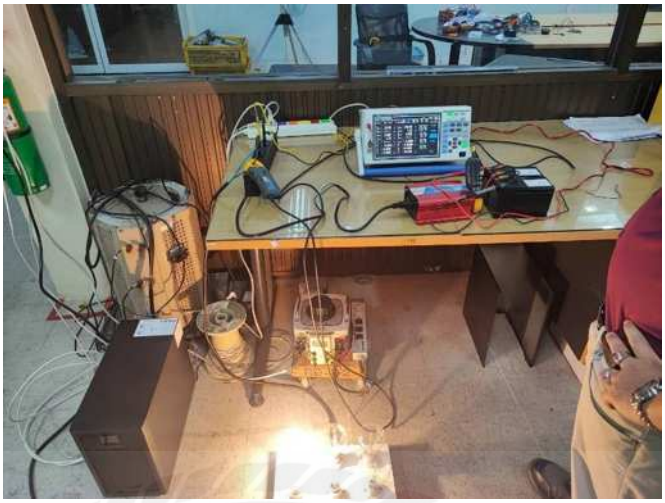
4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

4.2.1 ทดสอบประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์โดยใช้เครื่องมือวัด Power Analyzer ที่จะเลือกนำมาใช้สำหรับประเภทโหลดให้เหมาะสมที่สุด

โดยนำอินพุตทางด้านขาเข้าอินเวอร์เตอร์ต่อ CH1 ของที่เครื่องมือวัด Power Analyzer และ CH2 ต่อเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ที่ทดสอบกับโหลดหลอดไฟ 200W ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการต่อวัดประสิทธิภาพ



รูปที่ 4.2 ทำการทดสอบอินเวอร์เตอร์ 500W

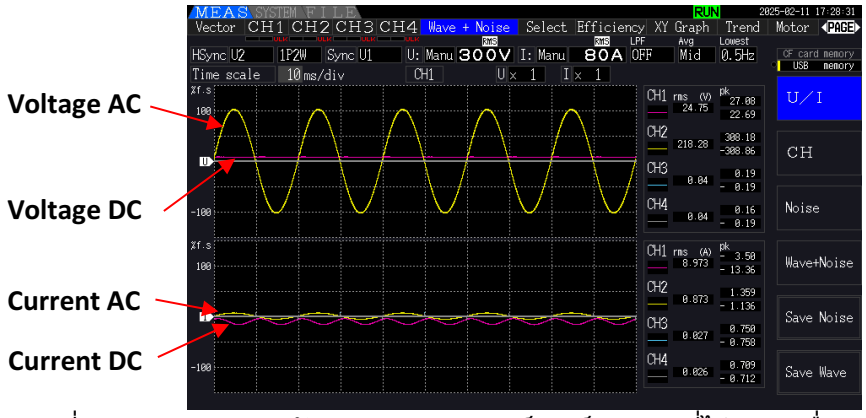
รูปที่ 4.3 ทำการทดสอบอินเวอร์เตอร์ 1600W

รูปที่ 4.4 การทดสอบอินเวอร์เตอร์ 1000W

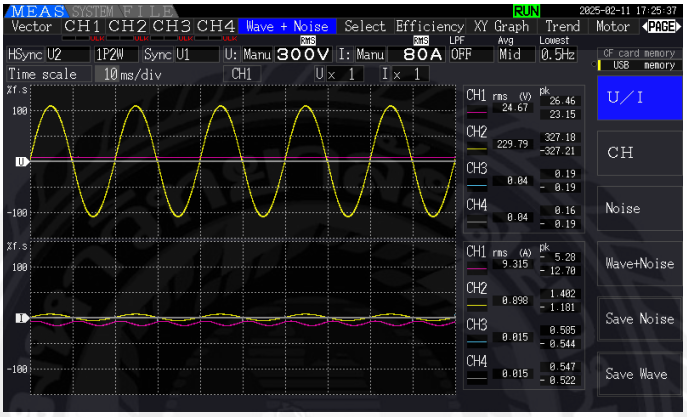
รูปที่ 4.5 ค่าของอินเวอร์เตอร์ 500W ที่ได้จากเครื่อง Power Analyzer

รูปที่ 4.6 ค่าของอินเวอร์เตอร์ 1600W ที่ได้จากเครื่อง Power Analyzer

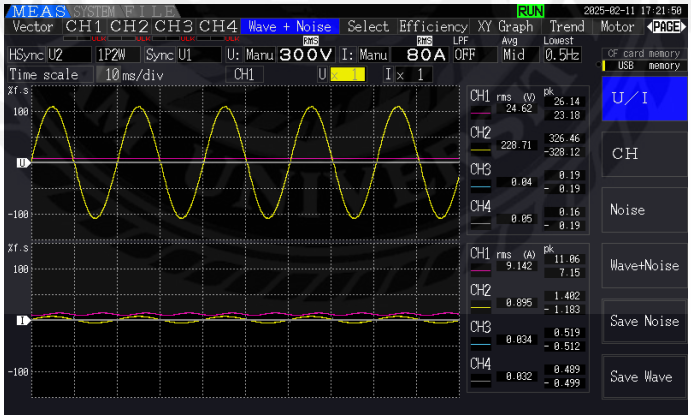
รูปที่ 4.7 ค่าของอินเวอร์เตอร์ 1000W ที่ได้จากเครื่อง Power Analyzer



รูปที่ 4.8 ตรวจสอบรูปสัญญาณของอินเวอร์เตอร์ 500W ที่ได้จากเครื่อง Power Analyzer



รูปที่ 4.9 ตรวจสอบรูปสัญญาณของอินเวอร์เตอร์ 1600W ที่ได้จากเครื่อง Power Analyzer



รูปที่ 4.10 ตรวจสอบรูปสัญญาณของอินเวอร์เตอร์ 1000W ที่ได้จากเครื่อง Power Analyzer

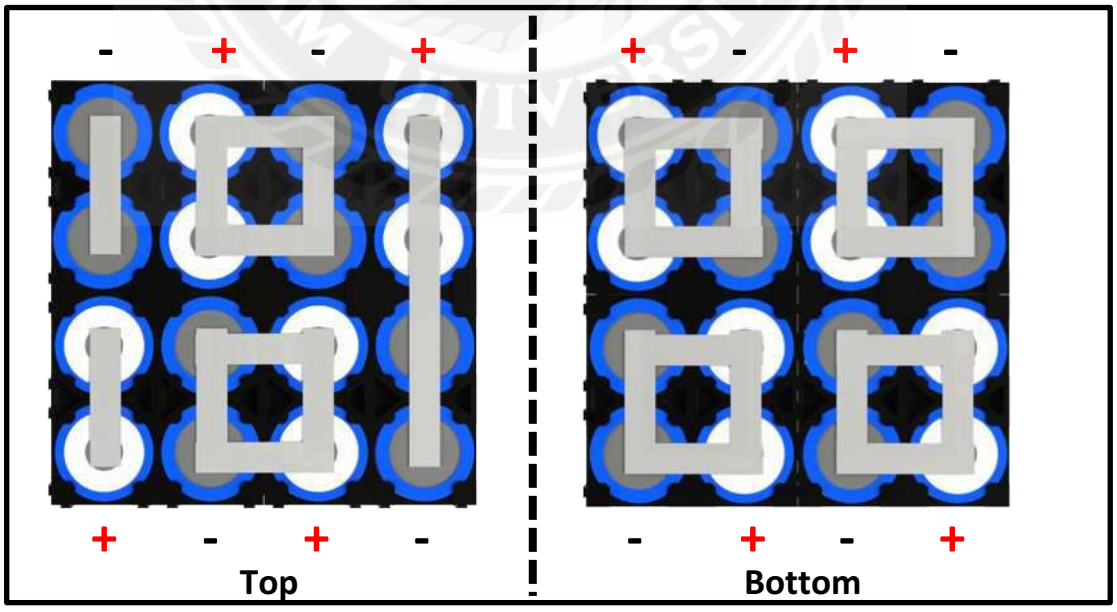
ผลการทดลองประสิทธิภาพ					
SUOER/FPC-500VA		Tugee - 1600W		SUOER/FPC-1000A	
500W		800W		1000W	
Efficiency					
Load200W	91%	Load200W	91%	Load200W	91%
Load315W	90%	Load425W	91%	Load429W	90%
Load630W	87%	Load850W	87%	Load876W	88%
Backup Time					
Load200W	**4String** =2h:18m **3String** =1h:48m **2String** =1h:8m	Load200W	**4String** =2h:31m	Load200W	**4String** =2h:36m
Load315W	**4String** =1h:40m **3String** =1h:19m **2String** =58m	Load435W	**4String** =1h:10m	Load421W	**4String** =1h:13m
Load630W	**4String** = 50m **3String** = 35m **2String** =26m	Load790W	**4String** =39m	Load876W	**4String** =29m
Overload (W)	640 W	Overload (W)	800W	Overload (W)	880W
THDv (start,cut-off) 200W	1.3~ 1.5%	THDv (start,cut-off) 200W	0.8~0.8%	THDv (start,cut-off) 200W	1.3~1.1%
THDv (start,cut-off) 315W	1.3~1.6%	THDv (start,cut-off) 425W	1.3~1.6%	THDv (start,cut-off) 315W	1.6~1.7%
THDv (start,cut-off) 630W	3.1~3.4%	THDv (start,cut-off) 790W	2.7~2.9%	THDv (start,cut-off) 876W	2.7~2.8%
VAC (start,cut-off) 200W	225.8~227.5V	VAC (start,cut-off) 200W	230.6~231.8V	VAC (start,cut-off) 200W	225.7~230.8V
VAC (start,cut-off) 315W	227.6~228.6V	VAC (start,cut-off) 425W	231.5~230.9V	VAC (start,cut-off) 315W	229.6~219.6V
VAC (start,cut-off) 630W	228.6~230.5V	VAC (start,cut-off) 790W	229.5~202V	VAC (start,cut-off) 876W	230.9~230.5V

รูปที่ 4.11 ผลการทดสอบอินเวอร์เตอร์ทั้ง3รุ่น

จากการทดสอบประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ทั้ง 3 รุ่น พบว่าค่าประสิทธิภาพของแต่ละรุ่นมีความใกล้เคียงกัน จึงสามารถนำไปใช้งานได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

4.2.2 ประกอบแบตเตอรี่ $LiFePO_4$ ขนาด 8S2P โดยเครื่องสปอตแบตเตอรี่

เนื่องจากความต้องการของผู้ใช้งานมีความต้องน้ำหนักไม่มาก และไม่ต้องเปลี่ยนบ่อยจนมาเกินไปจึงแนะนำใช้เป็น ขนาด 8S2P ในการประกอบแบตเตอรี่เซลล์แบตเตอรี่ 32700 แรงดันใช้งานจะมีค่าก้อนละ 3.2V ดังนั้นจึงต้องต่ออนุกรมจำนวน 8 ก้อน และขนานกันจำนวน 2 แถว โดยทำเรียงเซลล์แบตเตอรี่ที่รางใส่แบตเตอรี่



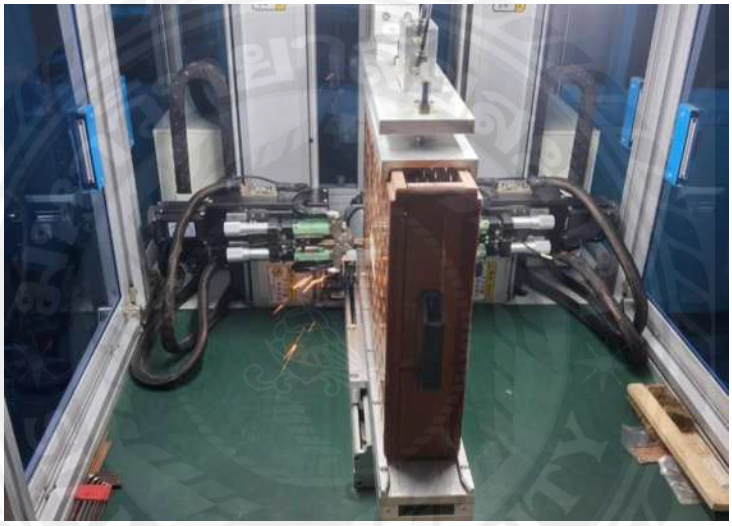
รูปที่ 4.12 ขั้นตอนการเรียงแบตเตอรี่

รูปที่ 4.13 การเรียงแบตเตอรี่ในรางใส่แบตเตอรี่

รูปที่ 4.14 ตรวจสอบความเรียบร้อยการจัดเรียงแบตเตอรี่

รูปที่ 4.15 จัดเรียงแผ่นนิคเกิลให้เรียบร้อยก่อนวางแบตเตอรี่

รูปที่ 4.16 นำบล็อกที่ใส่แบตเตอรี่เข้าเครื่องเชื่อมแบตเตอรี่ด้วยจุดสปอต

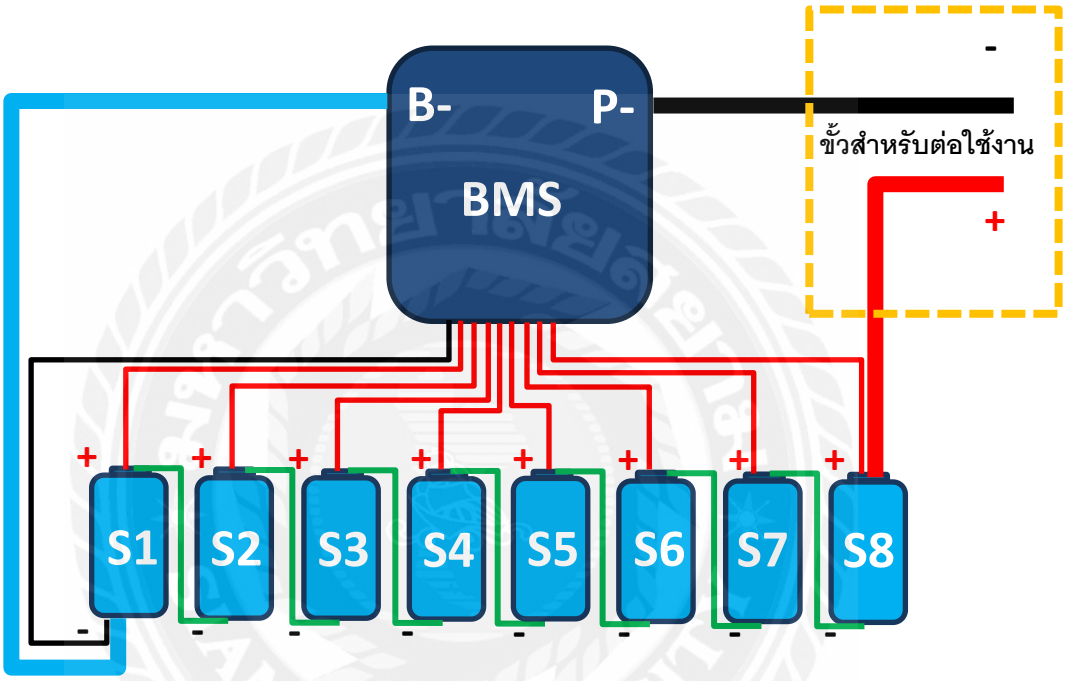


รูปที่ 4.17 ทำการเชื่อมแบตเตอรี่ด้วยจุดสปอตแบตเตอรี่

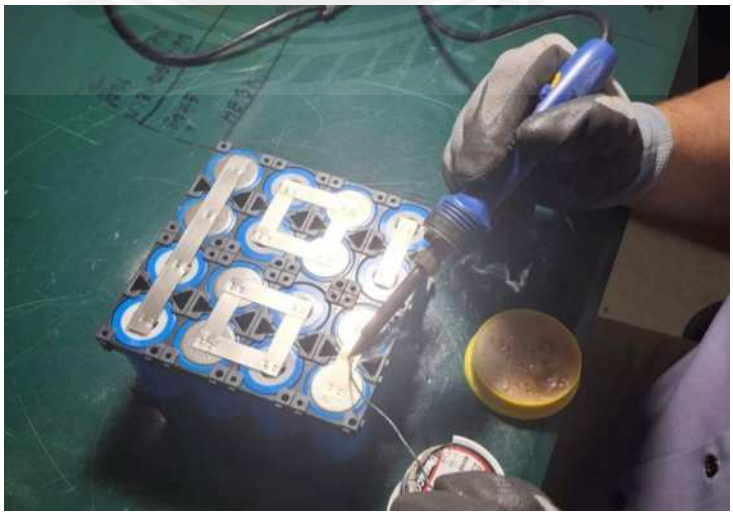
รูปที่ 4.18 ตรวจเช็คนิคเกิลที่เชื่อมแบตเตอรี่ด้วยจุดสปอตแบตเตอรี่ให้เรียบร้อย

4.2.3 การนำ BMS (Battery Management System) มาใช้ควบคุมการทำงานของแบตเตอรี่ให้ได้มีประสิทธิภาพที่เสถียรยิ่งขึ้น

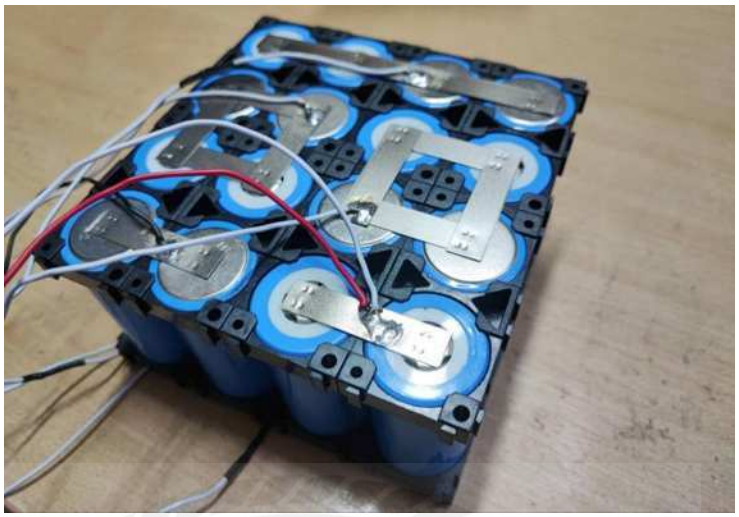
โดยทำการ Wirring สายของแพรของตัว BMS มาบัดกรีที่แต่ละเซลล์ ดังรูปที่ 4.11 เพื่อทำหน้าที่วัดแรงดันในแต่ละเซลล์และทำหน้าที่บลานซ์แบตเตอรี่ทั้งแพ็คให้มีค่าแรงดันที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด จากนั้นนำสาย B- ของตัว BMS บัตกรีที่ขั้วลบของแบตเตอรี่ S1 ดังรูปที่ 4.11 ด้านในจะเป็น Mosfet ทำหน้าที่เปรียบเสมือนเบรกเกอร์ ที่ป้องกันไม่ให้ทำการจ่ายไฟเมื่อตอนแบตเตอรี่แรงดันต่ำกว่าหรือแรงดันสูงกว่าที่กำหนดไว้ ส่วนขั้วบวกที่นำไปใช้งานที่ขั้วบวกแบตเตอรี่ S8



รูปที่ 4.19 ขั้นตอนการ wiring สาย BMS



รูปที่ 4.20 ทำบัดกรีตะกั่วลงที่แผ่นนิคเกิล

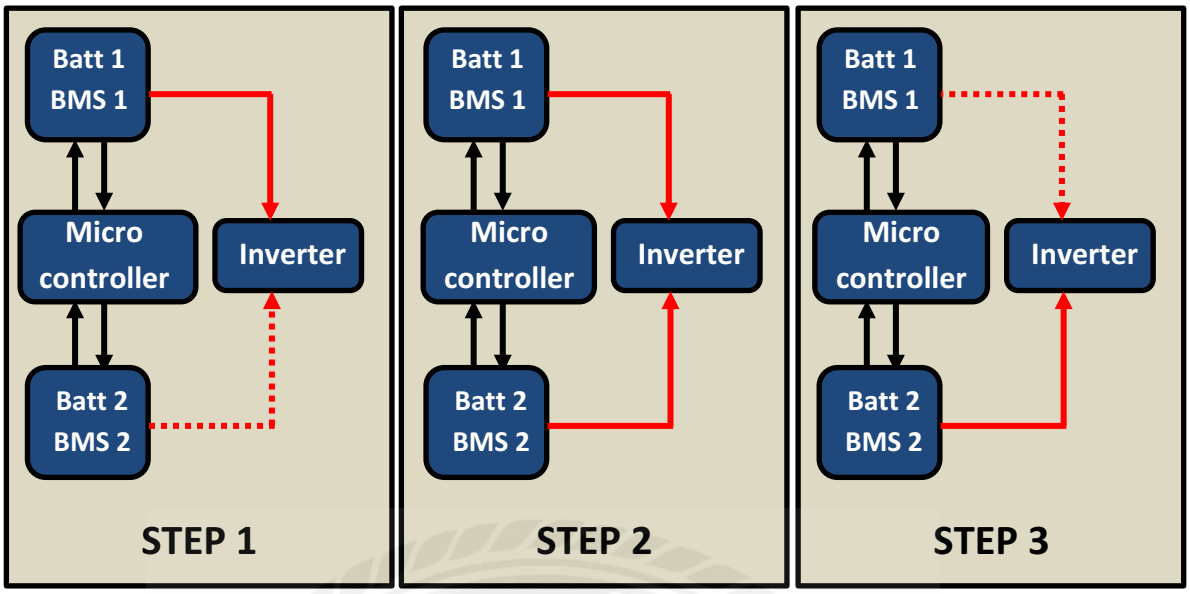


รูปที่ 4.21 ทำการ wiring สาย BMS

รูปที่ 4.22 หุ้มแบตเตอรี่ด้วยท่อหด PVC

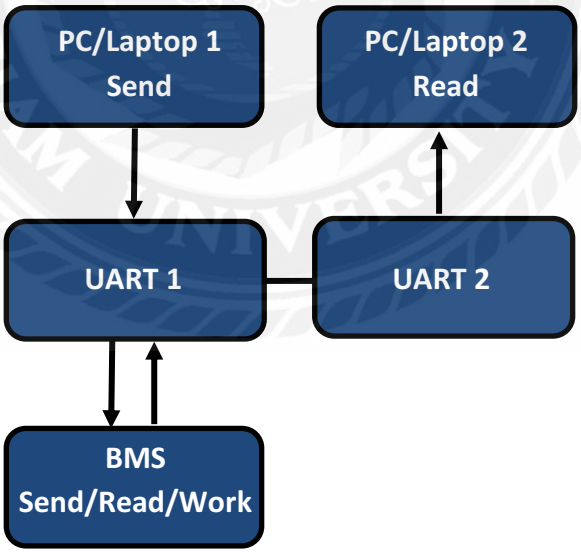
4.2.4 **ขั้นตอนการดักชุดคำสั่ง Protocol เพื่อใช้ในควบคุมการสลับแบตเตอรี่**

การสลับแบตเตอรี่โดยไม่ทำให้อุปกรณ์ดับหรือหยุดชะงัก จำเป็นต้องใช้หลักการเดียวกับสวิตช์ Make Before Break ซึ่งเปิดให้แบตเตอรี่ชุดใหม่ทำงานก่อนแล้วจึงตัดการทำงานของแบตเตอรี่ชุดเดิมออกจากระบบ โดย BMS ของแบตเตอรี่ทั้งสองชุดใช้ MOSFET ในการควบคุมการปิด-เปิดการจ่ายกระแสไฟฟ้า จึงได้นำวิธีนี้มาใช้แทนการสลับแบบแมนนวล เพื่อให้การเปลี่ยนแบตเตอรี่เป็นไปอย่างราบรื่นและต่อเนื่อง



รูปที่ 4.23 ขั้นตอนการทำงานของ Microcontroller

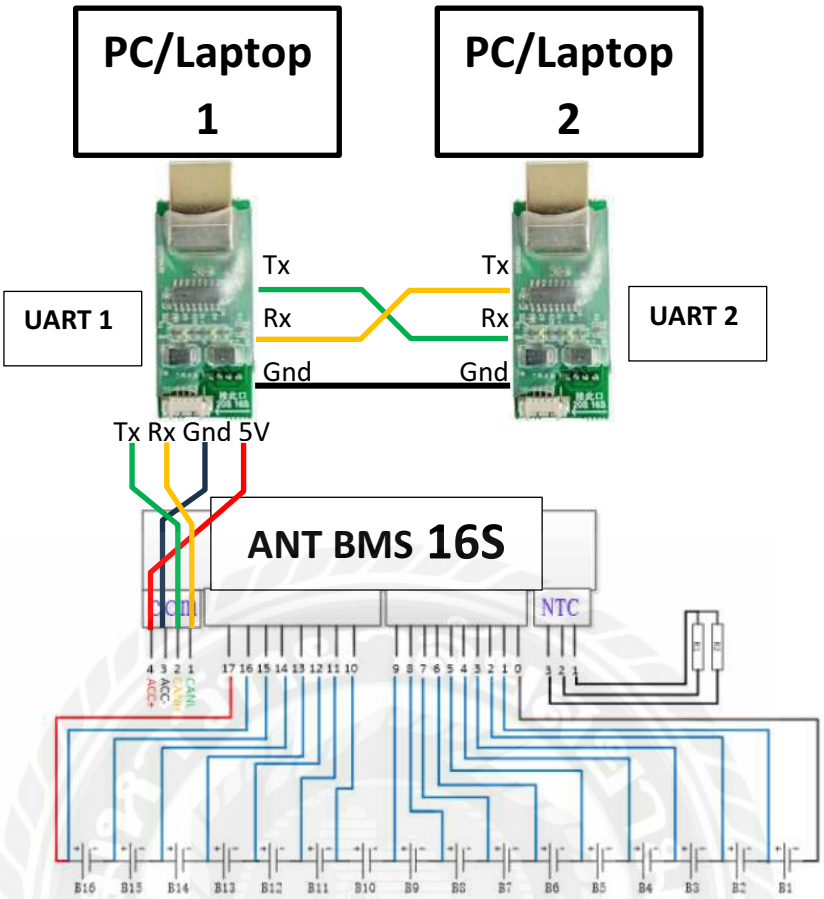
การดักสัญญาณ Protocol จาก BMS เริ่มต้นจากการหาข้อมูลของ BMS ใช้การสื่อสารแบบประเภทใด ในการทำงานครั้งนี้ใช้ BMS ของ ANT ใช้การสื่อสารแบบ UART เมื่อทราบประเภทการสื่อสารของ BMS มาแล้ว จากนั้นทำการต่อ Port Signal เข้าที่ตัว BMS และดักสัญญาณ Protocol ผ่านการเชื่อมต่อที่ PC/Laptop ทั้ง 2 เครื่อง



รูปที่ 4.24 ขั้นตอนการทำงานของดักสัญญาณ Protocol

PC/Laptop 1 ทำการต่อสาย UART 1 ไปที่ BMS ANT โดยต่อตามดังรูปที่ 4.25

PC/Laptop 2 ทำการต่อสาย UART 2 ไปที่ UART 1 โดยต่อตามดังรูปที่ 4.25



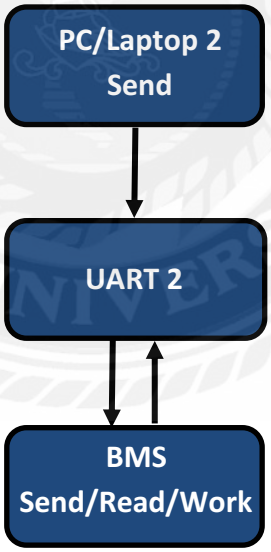
รูปที่ 4.25 ขั้นตอนการต่อสาย UARTเพื่อดักคำสั่ง

เมื่อทำการต่อสายดังรูปที่ 4.25 จากนั้นเปิดโปรแกรม ANT BMS ที่ PC/Laptop 1 เพื่อใช้ในการกดคำสั่งให้ส่งผ่าน UART1 ที่ขา Tx ไปเข้าที่ขา Rx ของ BMS เพื่อรับคำสั่งที่ป้อนเข้าและส่งข้อมูลที่ขา Tx ของ BMS ต่อกับขา Rx ของ UART1 เพื่ออ่าน

เปิดโปรแกรมสำหรับดักสัญญาณ Protocol ที่ PC/Laptop 2 และทำการตั้งค่า Baud Rate ให้เป็นค่าเดียวกันกับของโปรแกรม ANT BMS และเลือกให้ดูคำสั่งที่ส่งมาให้อยู่ในรูปเลขฐาน16 หรือ HEX จากนั้นทำการกด Run เพื่อทำการรอค่าที่ส่งมา และกดคำสั่งใดก็ได้ที่โปรแกรม ANT BMS PC/Laptop 1 ซ้ำๆ จากกด Stop ที่โปรแกรมสำหรับดักสัญญาณ Protocol PC/Laptop 2 และหาชุดคำสั่งที่ส่งมาซ้ำๆในช่วงที่กดสั่ง

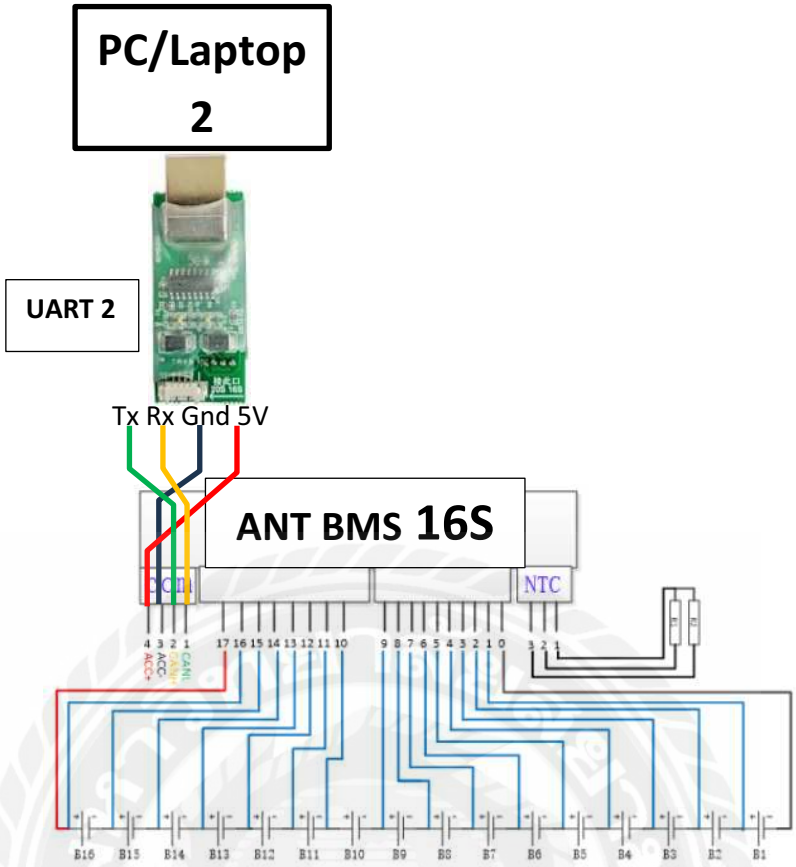
รูปที่ 4.26 ทดสอบการสั่งการทำงานและดักค่าสัญญาณ Protocol

ขั้นตอนการทดสอบส่งค่า Protocol ที่ได้รับ



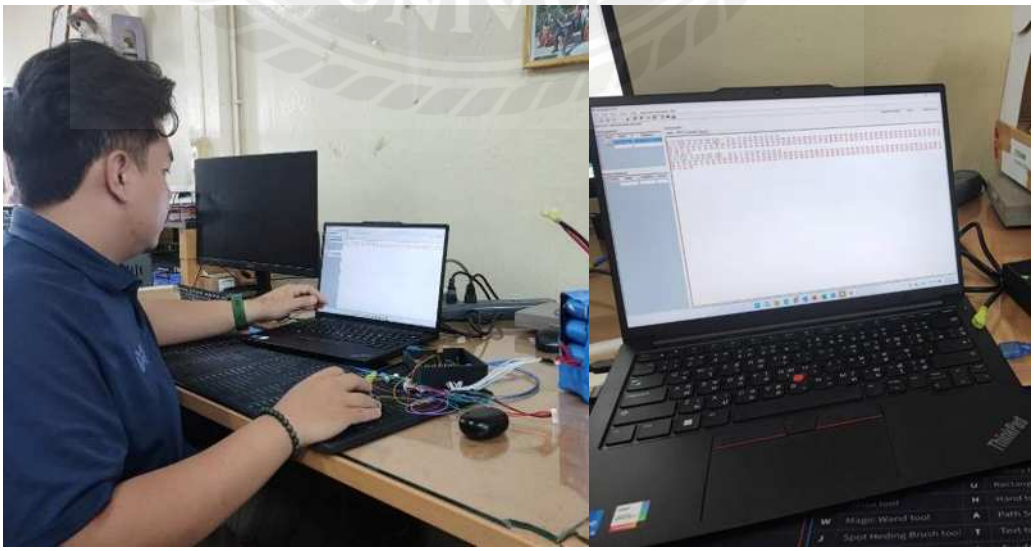
รูปที่ 4.27 ขั้นตอนการทำงานของส่งสัญญาณ Protocol ที่ได้มา

PC/Laptop 2 ทำการต่อสาย UART 2 ไปที่ BMS ANT โดยต่อดังรูปที่ 4.28



รูปที่ 4.28 ขั้นตอนการต่อสาย UART เพื่อส่งคำสั่งที่ได้

เมื่อทำการต่อสายแบบดังรูปที่ 4.28 ให้เปิดโปรแกรมสำหรับดักสัญญาณ Protocol ที่ PC/Laptop 2 และทำการตั้งค่า Baud Rate ให้เป็นค่าเดียวกันกับของโปรแกรม ANT BMS จากนั้นทำการเพิ่มคำสั่งที่ได้รับมาที่ Sequences เลือกให้อยู่ในรูปเลขฐาน16 หรือ HEX จากนั้นกด Run กดส่งคำสั่งส่งออกไป ถ้ามีตอบกลับแสดงว่าคำสั่งนั้นใช้งานได้



รูปที่ 4.29 ทดสอบส่งคำสั่งด้วยสัญญาณ Protocol

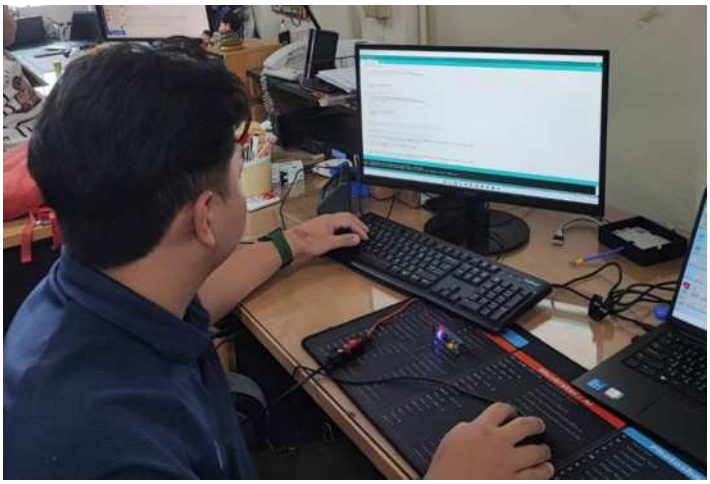
4.2.5 การนำ Protocol จาก BMS มาพัฒนาใช้ร่วมกับ Microcontroller

การใช้ Microcontroller เป็นตัวควบคุมการทำงานของแบตเตอรี่จำเป็นต้องมีการเขียนโค้ดผ่านโปรแกรม Arduino โดยต้องเชื่อมต่อกับ Microcontroller เพื่อส่งชุดคำสั่งต่าง ๆ ให้สามารถทำงานอัตโนมัติตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้

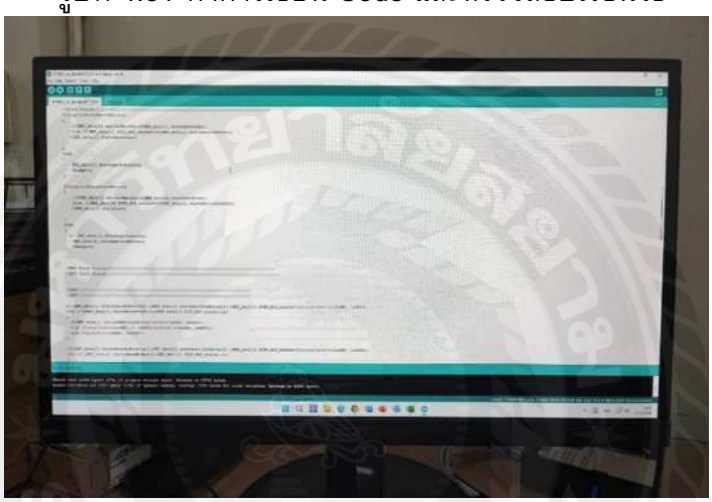
โดยมีตัวอย่างดังต่อไปนี้

1. ถ้า BMS ชุดที่ 1 และ BMS ชุดที่ 2 มีค่าความจุแบตเตอรี่มากกว่าหรือเท่ากับ 20%
   ถ้าหากเงื่อนไขเป็นจริง ต้องสั่งให้ BMS ชุดที่ 1 เริ่มจ่ายไฟ และ สั่งให้ BMS ชุดที่ 2 หยุดจ่ายไฟ และข้ามไปทำงานตามเงื่อนข้อที่ 2
   ถ้าหากเงื่อนไขไม่เป็นจริง ต้องสั่งให้ BMS ชุดที่ 2 ทำงาน และข้ามไปทำงานตามเงื่อนไขข้อที่ 3
2. ถ้า BMS ชุดที่ 1 มีค่าความจุแบตเตอรี่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 15%
   ถ้าหากเงื่อนไขเป็นจริง ต้องสั่งให้ BMS ชุดที่ 2 เริ่มจ่ายไฟ จากนั้นสั่งให้ BMS ชุดที่ 1 หยุดจ่ายไฟ โดยที่ BMS ชุดที่ 2 ยังคงทำงานอยู่
   ถ้าหากเงื่อนไขไม่เป็นจริงให้กลับไปทำงานตามเงื่อนไขข้อที่ 1
3. ถ้า BMS ชุดที่ 2 มีค่าความจุแบตเตอรี่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 15%
   ถ้าหากเงื่อนไขเป็นจริง ต้องสั่งให้ BMS ชุดที่ 1 เริ่มจ่ายไฟ จากนั้นสั่งให้ BMS ชุดที่ 2 หยุดจ่ายไฟ โดยที่ BMS ชุดที่ 1 ยังคงทำงานอยู่
   ถ้าหากเงื่อนไขไม่เป็นจริงให้กลับไปทำงานตามเงื่อนไขข้อที่ 1

รูปที่ 4.30 เชื่อมต่อ Microcontroller กับโปรแกรม Arduino



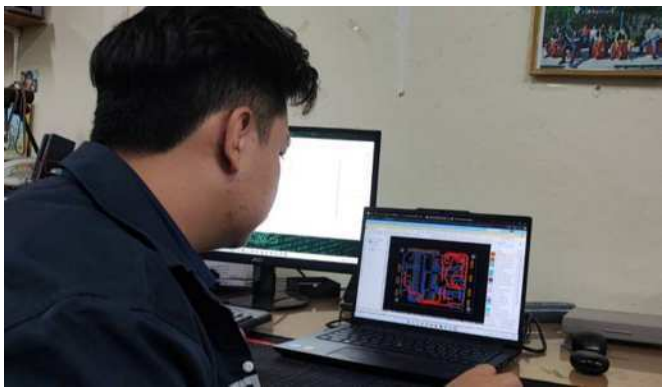
รูปที่ 4.31 ทำการเขียน Code และตรวจสอบเงื่อนไข



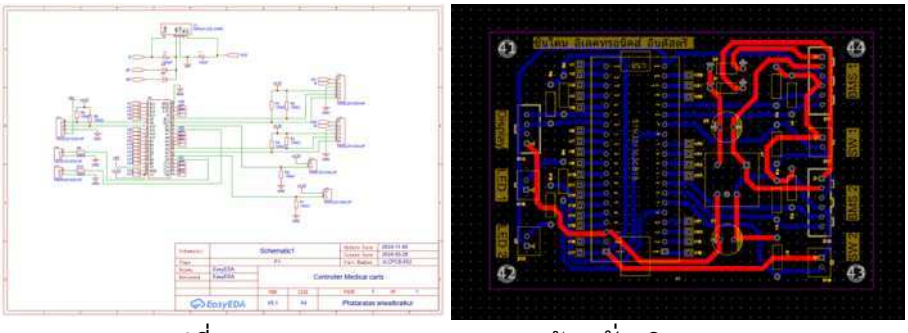
รูปที่ 4.32 ทำการ Upload code ที่ Microcontroller

4.2.4 ขั้นตอนการออกแบบวงจรควบคุมระบบของรถเข็นเวชภัณฑ์

การออกแบบแผ่นวงจรควบคุมระบบของรถเข็นเวชภัณฑ์ คำนึงถึงการหาแหล่งจ่ายไฟที่เหมาะสมสำหรับการป้อนให้ Microcontroller ที่อยู่บนวงจรเป็นส่วนสำคัญในการควบคุมฟังชั่นค์ต่างๆ และออกแบบจุดเชื่อมต่อ Port เพื่อนำไปใช้อุปกรณ์ต่างๆ

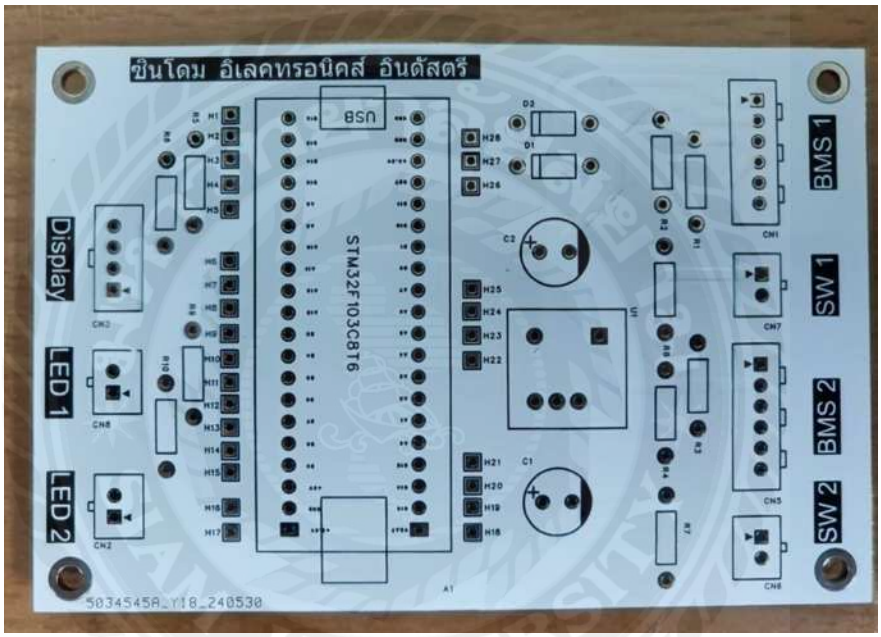


รูปที่ 4.33 ทำการออกแบบลายวงจรที่จะอยู่ PCB

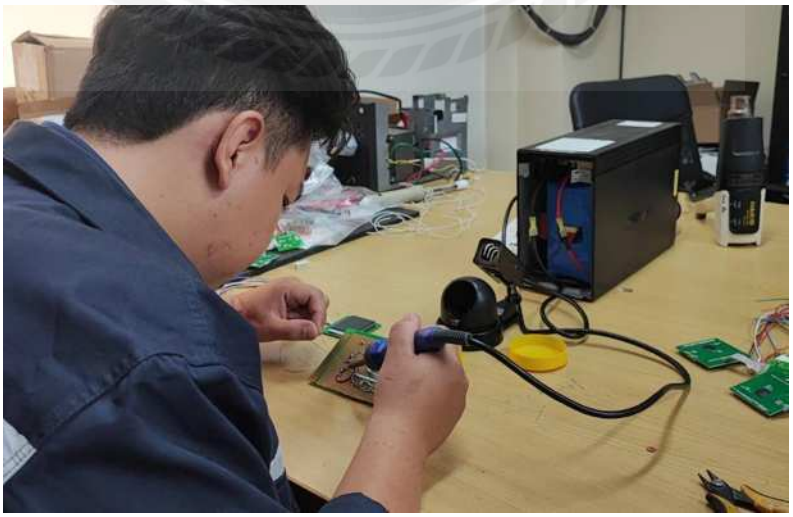


รูปที่ 4.34 ผลงานการแบบวงจรพร้อมสั่งผลิต PCB

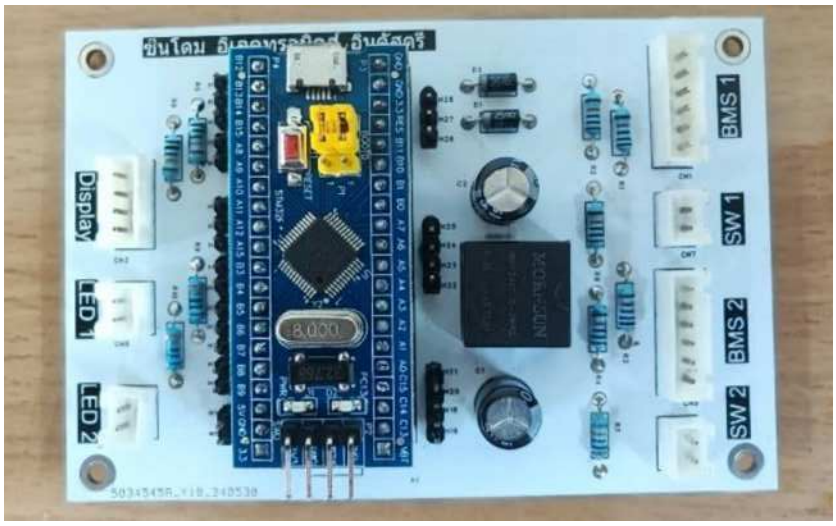
หลังจากตรวจสอบและยืนยันความถูกต้องของวงจรแล้ว ได้ดำเนินการออกแบบและส่งผลิต PCB เพื่อใช้งานจริง



รูปที่ 4.35 PCB ที่ถูกผลิตออกมา



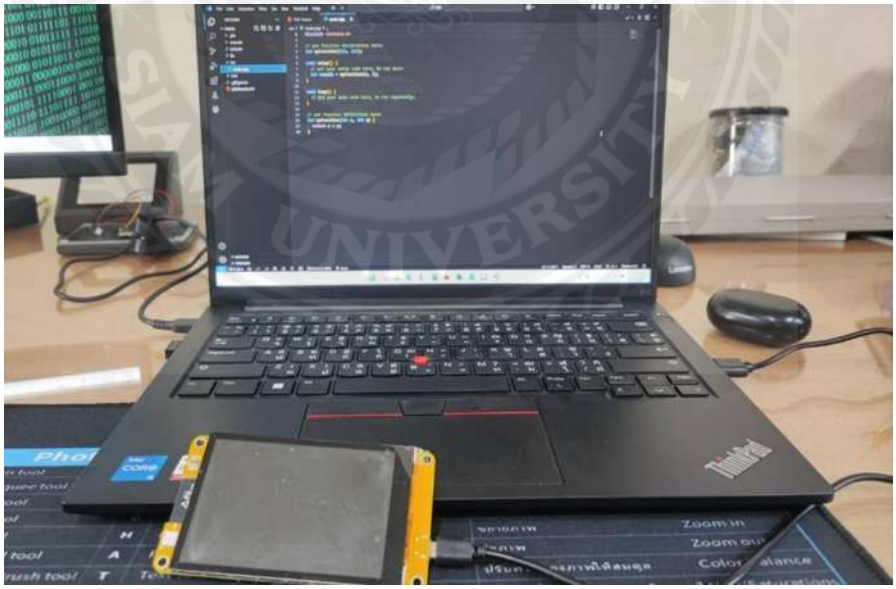
รูปที่ 4.36 ทำการบัดกรีบอร์ดควบคุม



รูปที่ 4.37 ด้านหน้าบอร์ดควบคุม เมื่อผ่านการบัดกรีเสร็จสิ้น

4.2.5 การนำ Display มาพัฒนาใช้ร่วมกับ Microcontroller (ภาคBMS)

การแสดงค่าสถานะการทำงานของระบบ โดยใช้ Display เป็นสิ่งที่สำคัญเนื่องจากเพิ่มความสะดวกสบายและเข้าใจง่าย กรณีที่ Display มีฟังก์ชันค์ Touch Screen สามารถควบคุมหรือสั่งการทำงานของแบตเตอรี่ได้ ซึ่งจำเป็นต้องมีการเขียนโค้ดเพื่อให้ Microcontroller ของ Display สามารถสื่อสารกับ Microcontroller เพื่ออ่านค่าจาก BMS ไปปรากกฏที่ Display



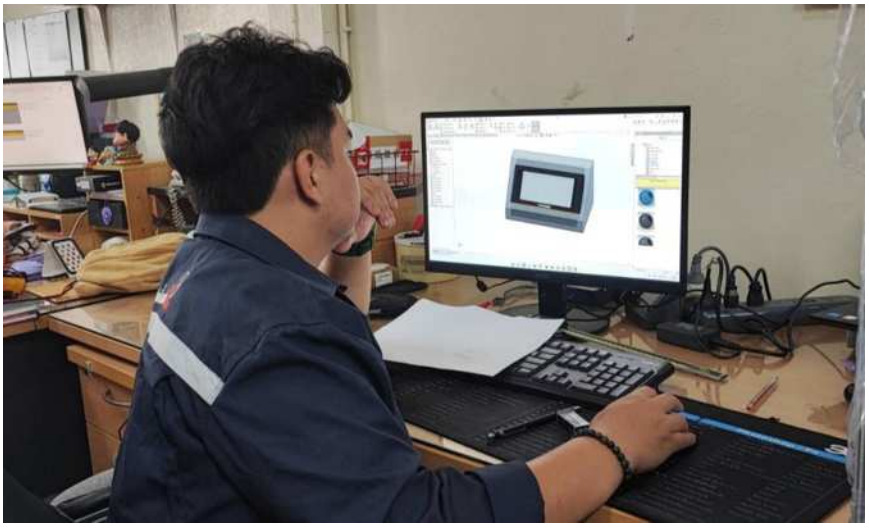
รูปที่ 4.38 เชื่อมต่อ Display เข้าที่โปรแกรมแกรม VS code เพื่อใช้ในการเขียนคำสั่ง

รูปที่ 4.39 ตรวจสอบความถูกต้องของ Code ที่เขียน

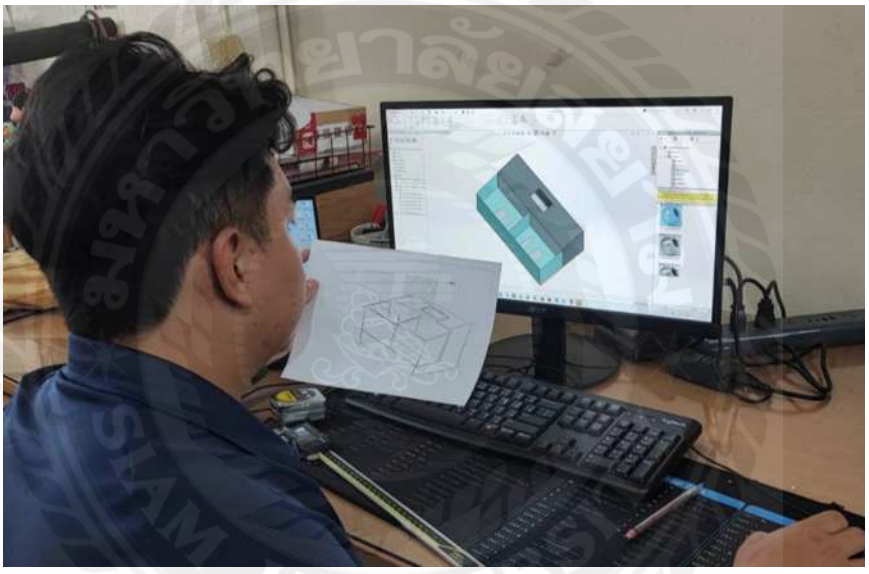
รูปที่ 4.40 Upload Code ลงใน Display

4.2.6 การออกแบบ Case Body เพื่อประกอบอุปกรณ์ต่างๆ

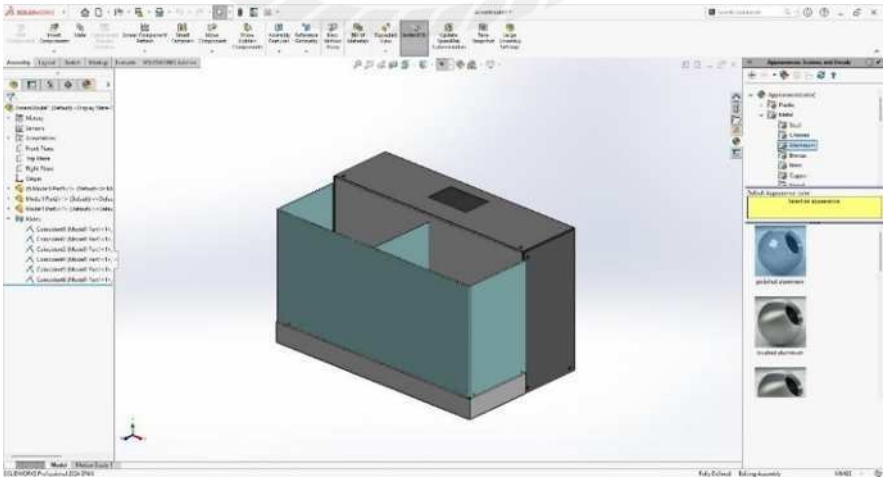
การส่งแบบโครงสร้างให้โรงงานผู้ผลิตจำเป็นต้องมีการออกแบบโดยใช้ Drawing หรือจัดทำไฟล์ .STEP เพื่อส่งให้กับทางร้านผลิต ซึ่งช่วยลดข้อผิดพลาดในการสื่อสาร ทำให้ทุกฝ่ายเข้าใจแบบงานตรงกัน ส่งผลให้กระบวนการผลิตมีความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 4.41 ออกแบบเคสจอ Display



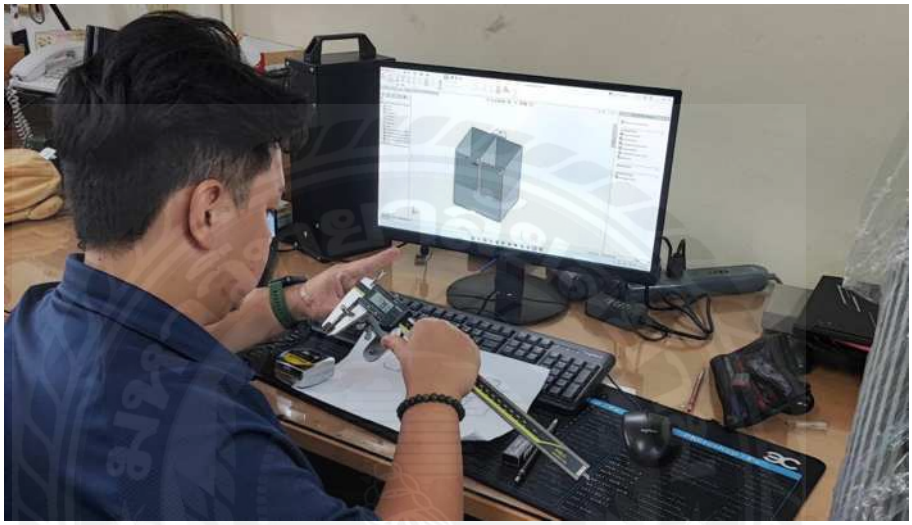
รูปที่ 4.42 ขั้นตอนดำเนินการตรวจเช็คตรงแบบที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Solidwork



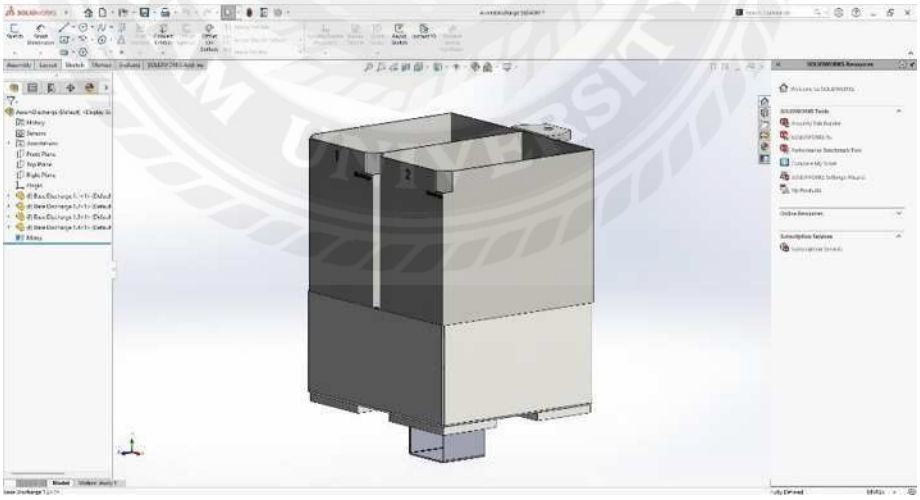
รูปที่ 4.43 รูปแบบ Model DEMO1 พร้อมสั่งผลิต

จากการทดสอบพบว่า Model DEMO1 มีข้อจำกัดที่อาจก่อให้เกิดปัญหาต่อผู้ใช้งาน ได้แก่ ไม่ทราบสถานะของแบตเตอรี่ ความสับสนในการใส่แบตเตอรี่ ซึ่งอาจนำไปสู่ความเสียหายของอุปกรณ์ และ ขนาดที่ไม่ได้คำนึงถึงจุดยึดกับรถเข็น เนื่องจากใช้รถเข็นที่หาซื้อทั่วไป ส่งผลให้เกิด ปัญหาน้ำหนักไม่สมดุล ทำให้การเคลื่อนที่ของรถเข็นเป็นไปได้ยาก

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงได้พัฒนา Model DEMO2 โดยปรับปรุง มีช่องแสดงไฟสถานการณ์ทำงาน การบังคับทิศทางใส่แบตเตอรี่ให้ชัดเจนขึ้น และออกแบบ จุดยึดที่เหมาะสมกับรถเข็น เพื่อให้การใช้งานมีความสะดวกและมีเสถียรภาพมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 4.44 ขั้นตอนดำเนินการตรวจเช็คจุดยึดแบบ Model DEMO2



รูปที่ 4.45 รูปแบบ Model DEMO2 พร้อมสั่งผลิต

จากการทดสอบพบว่า Model DEMO2 มีประสิทธิภาพตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน อย่างไรก็ตาม พบข้อจำกัดบางประการ ได้แก่ ดีไซน์ของรถเข็นที่ดูไม่มีความแข็งแรง,

ไม่สามารถปรับระดับความสูงของ Monitor PC ได้, รวมถึง ปัญหาน้ำหนักที่มาก ขนาดใหญ่เกินไป และน้ำหนักไม่สมดุล ส่งผลให้การเคลื่อนที่ทำได้ยากและไม่สะดวก

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงได้พัฒนา Cart Model MMC โดยปรับปรุง โครงสร้างรถเข็นให้มีความแข็งแรงและสวยงามมากขึ้น, ออกแบบให้สามารถปรับระดับความสูงของ Monitor PC ได้อย่างอิสระ, ลดขนาดของรถเข็นให้เหมาะสมสำหรับการใช้งานในพื้นที่แคบ, และ ปรับจุดศูนย์ถ่วงน้ำหนักเพื่อให้การบังคับทิศทางและการเคลื่อนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งนี้ยังมีการปรับปรุง จุดยึดให้เหมาะสมกับโครงสร้างรถเข็น เพื่อเพิ่มเสถียรภาพในการใช้งาน

รูปที่ 4.46 ขั้นตอนดำเนินการตรวจเช็คจุดยึดแบบ Cart Model MMC

รูปที่ 4.47 รูปแบบRender Cart Model MMC พร้อมผลิต

4.2.7 เหตุการณ์นำเสนอและทดลองใช้งานรถเข็นเวชภัณฑ์

รูปที่ 4.48 นำรถเข็น Model DEMO1 ไปแสดงในงานประชุมสัมมนา IT

รูปที่ 4.49 นำรถเข็น Model DEMO2 ส่งมอบผู้ใช้งานจริงทดลองใช้งาน
ณ โรงพยาบาลแห่งหนึ่งในประเทศไทย

รูปที่ 4.50 นำรถเข็น Model MMC
ส่งมอบผู้ใช้งานจริงทดลองใช้งาน ณ โรงพยาบาลแห่งหนึ่งในประเทศไทย

4.3 ผลการปฏิบัติงาน

การดำเนินการพัฒนาและออกแบบระบบสำรองไฟฟ้าสำหรับรถเข็นเวชภัณฑ์สามารถดำเนินการได้ตามแผนที่กำหนด โดยมีการทดสอบและปรับปรุงระบบในหลายขั้นตอนเพื่อให้มั่นใจว่าการทำงานของระบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถรองรับการใช้งานจริงในโรงพยาบาลหรือสถานพยาบาลต่างๆ ได้ โดยผลการปฏิบัติงานสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การทดสอบอินเวอร์เตอร์
    - ทำการทดสอบประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ในหลายขนาด ได้แก่ 500W, 1000W และ 1600W เพื่อตรวจสอบค่าพลังงานที่ได้รับจริงจากอุปกรณ์ และวิเคราะห์การแปลงพลังงาน DC เป็น AC พบว่าประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์แต่ละรุ่นมีค่าที่ใกล้เคียงกัน สามารถนำไปใช้งานได้อย่างเหมาะสม
2. การออกแบบและประกอบแบตเตอรี่ $LiFePO_4$ ขนาด 8S2P
    - การออกแบบระบบสำรองไฟฟ้าต้องคำนึงถึงน้ำหนักและความจุของแบตเตอรี่ จึงเลือกใช้แบตเตอรี่ $LiFePO_4$ แบบ 8S2P ซึ่งให้แรงดันรวม 25.6V (3.2V x 8 ก้อน) และเพิ่มความจุโดยการต่อขนาน พบว่าระบบสามารถให้พลังงานสำรอง

ได้อย่างต่อเนื่องและปลอดภัย พร้อมทั้งมีการใช้ Battery Management System (BMS) ในการควบคุมแรงดันและกระแสไฟฟ้า

3. การพัฒนาและควบคุมระบบการสลับแบตเตอรี่แบบ Hot-Swap
   - จากการทดลองสลับแบตเตอรี่ด้วยสวิตช์ Make Before Break พบว่าสามารถทำงานได้จริงแต่ไม่สะดวกสำหรับผู้ใช้งาน จึงได้ปรับมาใช้ Microcontroller ควบคุมการสลับแบตเตอรี่ผ่าน BMS และ MOSFET เพื่อให้สามารถเปลี่ยนแบตเตอรี่ได้โดยที่อุปกรณ์ไม่ดับหรือสะดุด
4. การพัฒนาโปรโตคอลการสื่อสารระหว่าง BMS และ Microcontroller
   - ใช้วิธีดักจับสัญญาณ UART Protocol จาก BMS เพื่อวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมให้สามารถสั่งงานการเปิด-ปิดการจ่ายไฟของแบตเตอรี่ได้อัตโนมัติ และลดความผิดพลาดในการจ่ายไฟ พบว่าสามารถสื่อสารข้อมูลแบตเตอรี่ เช่น แรงดัน กระแส และระดับพลังงาน ได้อย่างถูกต้อง
5. การออกแบบ PCB และการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
   - หลังจากตรวจสอบความถูกต้องของวงจร ได้มีการออกแบบและผลิต Printed Circuit Board (PCB) เพื่อใช้เป็นชุดควบคุมการจ่ายพลังงานและการสลับแบตเตอรี่ ระบบที่พัฒนาได้รับการทดสอบและสามารถใช้งานได้ตามที่ออกแบบไว้
6. การติดตั้งและทดสอบระบบ Display Interface
   - มีการนำจอแสดงผลแบบ Touch Screen มาใช้ร่วมกับ Microcontroller เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบสถานะแบตเตอรี่และควบคุมระบบได้สะดวกขึ้น โดยทดสอบการแสดงผลและการเชื่อมต่อข้อมูลกับ BMS พบว่าสามารถทำงานได้ตามที่คาดหวัง
7. การออกแบบและพัฒนา Case Body ของระบบสำรองไฟฟ้า
   - มีการออกแบบโครงสร้าง Model DEMO1 และ Model DEMO2 เพื่อหาข้อบกพร่องในการออกแบบรถเข็น พบว่าต้องมีการปรับปรุงในส่วนของขนาด ความสมดุล และจุดยึดแบตเตอรี่ จากนั้นได้พัฒนา Cart Model MMC ซึ่งแก้ไขปัญหาเดิมและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานจริง
8. การทดสอบใช้งานจริงในสถานพยาบาล
   - มีการนำระบบที่พัฒนาไปทดสอบการใช้งานจริงในโรงพยาบาล พบว่า Model MMC สามารถตอบโจทย์การใช้งานได้ดี โดยสามารถเปลี่ยนแบตเตอรี่ได้ต่อเนื่องโดยไม่กระทบต่อการทำงานของอุปกรณ์ทางการแพทย์

4.4 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ปัญหา : จากการดำเนินโครงการ พบว่า ข้อจำกัดหลักคือระยะเวลาในการพัฒนา ซึ่งค่อนข้างจำกัด ทำให้บางกระบวนการต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วน และอาจมีข้อจำกัดในการทดสอบหรือปรับปรุงรายละเอียดในบางจุด อย่างไรก็ตาม จากการดำเนินงานที่ผ่านมา ยังไม่พบปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบ

ข้อเสนอแนะ : หากมีโอกาสพัฒนาเพิ่มเติม ควรกำหนดช่วงเวลาการพัฒนาและทดสอบให้มากขึ้น เพื่อลดข้อผิดพลาดและเพิ่มโอกาสในการปรับปรุงระบบให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

การดำเนินโครงงานสหกิจศึกษากับ บริษัท ชินโดม อิเลคทรอนิคส์ อินดัสตรี จำกัด ในหัวข้อ การพัฒนาและออกแบบระบบสำรองไฟฟ้าสำหรับรถเข็นเวชภัณฑ์ ทำให้สามารถนำความรู้ทางทฤษฎีไปประยุกต์ใช้กับการทำงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังเป็นโอกาสในการเรียนรู้ระบบเครื่องสำรองไฟฟ้าและแบตเตอรี่เชิงลึก ผ่านกระบวนการออกแบบ ทดสอบ และพัฒนา นอกจากนี้ ยังได้รับการสนับสนุนและคำแนะนำจากพนักงานพี่เลี้ยง รวมถึงความอนุเคราะห์จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทำให้โครงการสามารถดำเนินไปได้อย่างราบรื่นและสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้

5.2 ประโยชน์ด้านสังคม

5.2.1 เสริมสร้างทักษะในการทำงานเป็นทีม เรียนรู้การทำงานร่วมกับบุคลากรในองค์กรและปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมการทำงานจริง

5.2.2 พัฒนาทักษะการวิเคราะห์และแก้ปัญหา ฝึกฝนการคิดเชิงระบบเพื่อวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางแก้ไขอย่างเป็นขั้นตอน

5.2.3 เพิ่มประสบการณ์ด้านการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ทางการแพทย์ ทำให้เข้าใจถึงข้อกำหนดด้านมาตรฐานและความปลอดภัยของอุปกรณ์ที่ใช้งานในโรงพยาบาล

5.3 ประโยชน์ด้านการปฏิบัติงาน

5.3.1 ได้รับประสบการณ์จริงในการพัฒนาระบบพลังงานสำรอง ตั้งแต่การออกแบบวงจร อินเวอร์เตอร์ (Inverter) การควบคุมพลังงานแบตเตอรี่ผ่าน BMS ไปจนถึงการสื่อสารข้อมูลผ่าน UART Protocol

5.3.2 เรียนรู้การพัฒนาและผลิต PCB ตั้งแต่การออกแบบวงจร การทดสอบต้นแบบ ไปจนถึงการส่งผลิต PCB สำหรับการใช้งานจริง

5.3.3 นำความรู้จากภาคทฤษฎีมาประยุกต์ใช้ได้จริง โดยเฉพาะด้านการควบคุมการสลับพลังงานแบตเตอรี่ และการพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับ Microcontroller เพื่อจัดการระบบพลังงาน

5.4 ข้อดีของการปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษา

5.4.1 ได้พัฒนา ระบบสำรองไฟฟ้าแบบ Hot-Swap ที่สามารถสลับแบตเตอรี่ได้โดยไม่ทำให้อุปกรณ์ดับ พร้อมออกแบบให้สามารถควบคุมผ่าน Microcontroller

5.4.2 ได้เรียนรู้การออกแบบและพัฒนา ระบบอินเวอร์เตอร์และการแปลงพลังงาน DC เป็น AC เพื่อใช้งานร่วมกับหม้อแปลงไฟฟ้า

5.4.3 ได้ฝึก การวิเคราะห์สัญญาณ PWM และ LC Filter เพื่อทำให้สัญญาณ AC ที่ได้มีความเสถียรและใกล้เคียงกับ Sine Wave มากที่สุด

5.4.4 ได้ฝึกการทำงานร่วมกับทีมวิศวกร เรียนรู้การทำงานเป็นระบบ และปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมขององค์กร

5.5 การแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน

5.5.1 เนื่องจากข้อจำกัดด้านระยะเวลาที่มีจำกัด ทำให้การพัฒนาและทดสอบระบบบางส่วนอาจยังไม่สมบูรณ์มากนัก จึงต้องเน้นการทดสอบและบันทึกข้อมูลเพื่อให้สามารถพัฒนาต่อยอดได้ในอนาคต

5.5.2 ข้อจำกัดด้านประสบการณ์ เนื่องจากเป็นการทำงานจริงครั้งแรก ทำให้การตัดสินใจแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้ายังขาดความแม่นยำ อย่างไรก็ตาม ได้รับคำแนะนำจากพี่เลี้ยงและทีมงาน ทำให้สามารถปรับปรุงและพัฒนาทักษะได้อย่างรวดเร็ว

5.6 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน

5.6.1 เรียนรู้ สอบถาม และขอคำแนะนำจากผู้มีประสบการณ์ตรง

5.6.2 ศึกษาหาความรู้ในทางทฤษฎีเพิ่มเติม

5.6.3 มีความมุ่งมั่นที่จะเรียนรู้มากขึ้น เพื่อที่จะปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์มากที่สุด และดำเนินการทันตามระยะเวลาที่กำหนด

บรรณานุกรม

Alhassan, M., Muhammad, A., & Haruna, Y. (2021). *Study of total harmonic distortion (THD) reduction by filter in renewable energy inverter.* https://www.researchgate.net/publication/353822087_Study_of_Total_Harmonic_Distortion_THD_Reduction_by_Filter_in_Renewable_Energy_Inverter

Author(s). (Year). *Chattering reduction using improved switching functions in the SMC method for battery chargers of PMDs.* https://www.researchgate.net/publication/386445832_Chattering_Reduction_Using_Improved_Switching_Functions_in_the_SMC_Method_for_Battery_Chargers_of_PMDs

Author(s). (n.d.). *Reconfigurable hybrid resonant topology for constant current/voltage wireless power transfer of electric vehicles.* https://www.researchgate.net/publication/343693141_Reconfigurable_Hybrid_Resonant_Topology_for_Constant_CurrentVoltage_Wireless_Power_Transfer_of_Electric_Vehicles

ANT BMS. (n.d.). *Wiring diagram of ANT BMS 7S-16S 40A-420A Smart BMS.* https://antbms.vip/wiring-diagram-of-ant-bms-7s-16s-40a-420a-smart-bms/

Domingos, J., & Filho, C. (2018). *DC-DC boost converter-inverter as driver for a DC motor: Modeling and experimental verification.* https://www.researchgate.net/publication/326887811_DCDC_Boost_Converter-Inverter_as_Driver_for_a_DC_Motor_Modeling_and_Experimental_Verification

ElectronicBase. (n.d.). *LC filter calculator.* https://electronicbase.net/lc-filter-calculator/

IQS Directory. (n.d.). *EMI filters: What they are and how they work.* https://www.iqsdirectory.com/articles/power-supply/emi-filters.html

Ramesh, R., Dhanaseely, A. J., & Pughazendiran, P. (2014). *Single phase transformer-based inverter for nonlinear load application using PI controller.* International Journal of Engineering Research and Applications, https://www.researchgate.net/publication/266327044_Single_Phase_Transformer_Based_Inverter_For_Nonlinear_Load_Application_Using_PI_Controller

Rinaldi, F., & Oliveri, S. M. (2019). *A comparative analysis of inverter topologies for single-phase transformerless PV systems.* Energies, https://doi.org/10.3390/en12060974

Siam Automation. (n.d.). *What is inverter?* http://www.siam-automation.com/article/8/what-is-inverter

Tuemaster.com. (n.d.). *มารู้จักกับแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Lithium-Ion Battery).* https://tuemaster.com/blog/มารู้จักกับแบตเตอรี่ลิ/

Texas Instruments. (n.d.). *BQ76920 battery monitor.* https://www.ti.com/product/BQ76920

Velatron. (n.d.). *Step-up transformer: How it works and its applications.* https://velatron.com/step-up-transformer/

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หนังสือยินยอมให้เผยแพร่การงาน/โครงงานสหกิจศึกษา

SYNDOME
ผู้นำด้านระบบสำรองไฟฟ้า

หนังสือยินยอมให้เผยแพร่รายงานปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษา

วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ยินยอมให้เผยแพร่รายงานปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษา

เรียน มหาวิทยาลัยสยาม

ตามที่ บริษัท ซินโดม อิเลคทรอนิคส์ อินดัสตรี จำกัด ได้รับความร่วมมือจาก มหาวิทยาลัยสยาม ในโครงการสหกิจศึกษาของ นายภัทรทัศน์ วิวัฒน์ไกรกุล ซึ่งได้ดำเนินการปฏิบัติงานในส่วนต่าง ๆ ภายใต้การดูแลและกำกับของบริษัทเป็นระยะเวลาตั้งแต่ วันที่ 19 สิงหาคม พ.ศ. 2567 ถึงวันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ. 2567 ในตำแหน่ง พนักงานช่างเทคนิค แผนก Research & Development และในปัจจุบัน รายงานปฏิบัติงานจากโครงการดังกล่าวเสร็จสมบูรณ์แล้ว

บริษัทฯ ยิมยอมให้เผยแพร่รายงานดังกล่าวเพื่อเป็นข้อมูลและประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ โดยไม่มีการคัดค้านหรือข้อจำกัดใดๆ ทั้งสิ้น การเผยแพร่รายงานนี้จะดำเนินการภายใต้ข้อกำหนดและเงื่อนไขที่เหมาะสมและได้รับการยินยอมจากทางสถาบันการศึกษาในขั้นตอนการดำเนินงาน

ทางบริษัทฯ ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในครั้งนี้ และยินดีที่จะสนับสนุนในโครงการสหกิจศึกษาในอนาคต

ขอแสดงความนับถือ

ลงชื่อ.....

(รองกรรมการผู้จัดการบริษัทฯ)

บริษัท ซินโดม อิเลคทรอนิคส์ อินดัสตรี จำกัด

วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2568

66 ซอยประชาอุทิศ 59 แยก 3 แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140
Tel. 02- 872-6900 (Auto) Fax. 02-872-6909 URL: http://www.syndome.com Email : pubilc@syndome.com

มอก 1291 เล่ม 1-2553
มอก 1291 เล่ม 2-2553
มอก 1291 เล่ม 3-2555
ISO 9001:2015
ISO 14001:2015

ภาคผนวก ข

ภาพการนิเทศงานของอาจารย์

ชื่ออาจารย์นิเทศสหกิจศึกษา

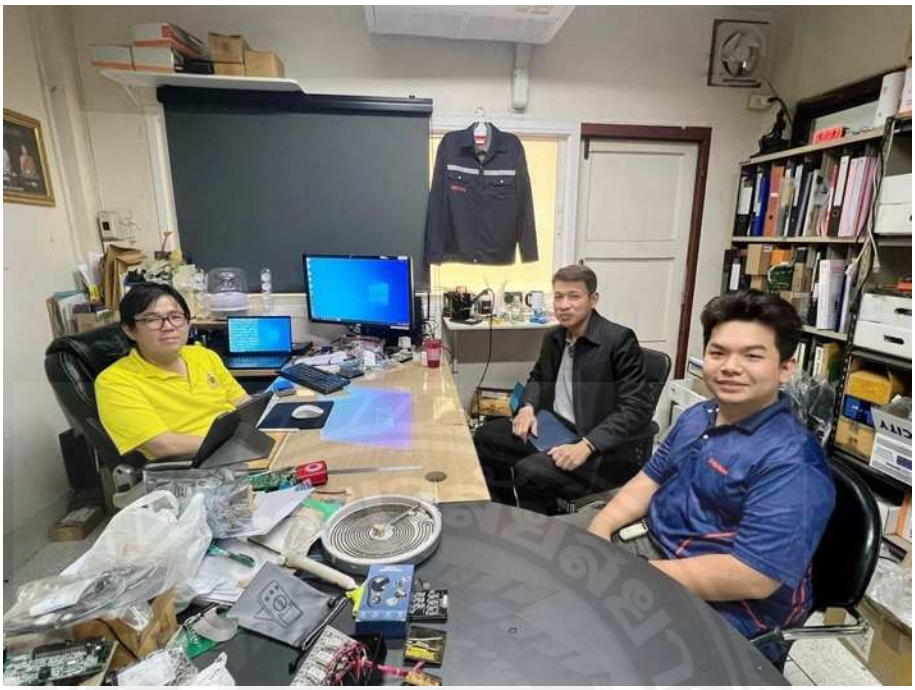
1. ว่าที่ร้อยตรีสันติสุข สว่างกล้า
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไวยพจน์ ศุภบวรเสถียร
3. อาจารย์จุระ ฮ่านต่ำ
4. อาจารย์สุทธิเกียรติ ชลลาภ

นักศึกษาสหกิจศึกษา

ชื่อ-นามสกุล นายภัทรทัศน์ วิวัฒน์ไกรกุล รหัสนักศึกษา 6523200004

นิเทศงานสหกิจศึกษา เข้ามานิเทศสหกิจ

รูปที่ ข 1 ภาพการนิเทศงานของอาจารย์



รูปที่ ข 2 ภาพการนิเทศงานของอาจารย์

รูปที่ ข 3 ภาพการนิเทศงานของอาจารย์

ภาคผนวก ค

การสอบนำเสนอโครงงานสหกิจศึกษา

ภาพการสอบนำเสนอโครงงานสหกิจศึกษา สอบวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2567

รูปที่ ค 1 ภาพการสอบนำเสนอโครงงานสหกิจศึกษา

รูปที่ ค 2 ภาพการสอบนำเสนอโครงงานสหกิจศึกษา

รูปที่ ค 3 ภาพการสอบนำเสนอโครงงานสหกิจศึกษา

ภาคผนวก ง

การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการโดยใช้โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์

รูปที่ ง 1 การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรม

แบบสรุปโครงงานสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน (CWIE)
มหาวิทยาลัยสยาม

ข้อมูลของนักศึกษา

1. ชื่อ-สกุล : นาย/~~นางสาว~~.....ภัทรทัศน์ วิวิฒน์ไกรกุล.....

2. สาขาวิชา/คณะ : สาขาวิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....คณะ.....วิศวกรรมศาสตร์.....

3. E-mail นักศึกษา : .....Phataratas.wiw@siam.edu.....

4. ชื่อโครงการ/ผลงาน : .....การพัฒนาและออกแบบระบบสำรองไฟฟ้ารถเข็นเวชภัณฑ์.....

5. ชื่อสถานประกอบการ : .....บริษัท ซินโดม อิเลคทรอนิคส์ อินดัสตรี จำกัด.....

6. ที่อยู่สถานประกอบการ : 66 ซอยประชาอุทิศ 59 แยก 3 แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140

7. ระยะเวลาปฏิบัติงาน : .....19/08/2568 ถึง 6/12/2567.....(ระบุวันที่/เดือน/พ.ศ. ถึง วันที่/เดือน/พ.ศ.)

8. ผู้นิเทศงานในสถานประกอบการ (พนักงานพี่เลี้ยง)

ชื่อ-สกุล.....นายอภิราชรัตนอุดมพิสุทธิ์.....

ตำแหน่ง.....ผู้จัดการแผนกวิจัยและพัฒนา.....

แผนก.....วิจัยและพัฒนาResearch&Development.....

ข้อมูลโครงงาน/ผลงาน

1. โครงงาน/ผลงาน/งานประจำ ได้รับการจัดระบบการทำงานที่เหมาะสมจากสถานประกอบการ ทั้งลักษณะ งาน และระยะเวลา มีการจัดระบบพี่เลี้ยงสอนงาน

(สรุปข้อมูลที่สนับสนุน สามารถมีรูปภาพประกอบได้)

โครงงานนี้เป็นการพัฒนาและออกแบบระบบสำรองไฟฟ้าสำหรับรถเข็นเวชภัณฑ์เพื่อรองรับแนวคิดโรงพยาบาลอัจฉริยะ (Smart Hospital) ระบบที่พัฒนาขึ้นช่วยให้สามารถเปลี่ยนแบตเตอรี่ได้ทันที (Hot-Swap Battery) ทำให้คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งบนรถเข็นเวชภัณฑ์สามารถทำงานต่อเนื่องโดยไม่ต้องหยุดเพื่อชาร์จไฟมีระบบแสดงสถานะของแบตเตอรี่แบบเรียลไทม์และสามารถสลับพลังงานระหว่างแบตเตอรี่ได้อย่างต่อเนื่อง

2. การดำเนินงานมีความถูกต้อง มีระเบียบแบบแผนและทำให้นักศึกษามีโอกาสประยุกต์ใช้วิชาความรู้/ทักษะตามที่ได้เรียนมา โดยใช้ความรู้ทักษะในการศึกษากระบวนการ การวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาหรือสร้างแนวทางใหม่

(สรุปข้อมูลที่สนับสนุน สามารถมีรูปภาพประกอบได้)

- ได้ใช้ความรู้ด้าน วิศวกรรมไฟฟ้า และ ระบบพลังงานสำรอง มาประยุกต์ในการออกแบบและพัฒนาระบบ
- ได้ใช้เทคโนโลยี อินเวอร์เตอร์ (Inverter), แบตเตอรี่ LiFePO4, ระบบ BMS (Battery Management System),และไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการพัฒนาระบบสำรองไฟฟ้า
- ได้ฝึกทักษะการเขียนโค้ด Arduino และการพัฒนา PCB (Printed Circuit Board) สำหรับการควบคุมระบบ

3. เป็นโครงงาน/ผลงานที่นำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเป็นรูปธรรมในสถานประกอบการ

<u>หมายเหตุ</u>: - หากเป็นงานประจำต้องสามารถนำไปพัฒนาองค์กร/หน่วยงานได้อย่างชัดเจน อาทิ ลดเวลาในการทำงานประจำ/ลดต้นทุนค่าใช้จ่าย

- โครงงานมีการสร้างความคิดสร้างสรรค์ให้กับสถานประกอบการในระหว่างปฏิบัติสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน หรือมีการยื่นจดคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาหรือไม่ถ้ามีโปรดอธิบาย

(สรุปข้อมูลที่สนับสนุน สามารถมีรูปภาพประกอบได้)

ระบบสำรองไฟฟ้าแบบHot-Swapที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานจริงในโรงพยาบาล เพื่อช่วยให้การทำงานของบุคลากรทางการแพทย์สะดวกขึ้นลดข้อจำกัดของระบบสำรองไฟฟ้าแบบเดิมต้องหยุดชาร์จแบตเตอรี่ส่งผลให้สามารถให้บริการทางการแพทย์ได้ต่อเนื่องโครงงานนี้ช่วยลดต้นทุนด้านอุปกรณ์สำรองไฟฟ้า และช่วยให้โรงพยาบาลสามารถปรับตัวเข้าสู่ระบบโรงพยาบาลอัจฉริยะ (Smart Hospital) ตามนโยบายของกระทรวงสาธารณสุขสามารถพัฒนาและขยายผลเพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการระบบพลังงานสำรองอื่นๆได้

หมายเหตุ: *แบบสรุปโครงงานสหกิจศึกษาฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายงานสหกิจศึกษา โปรดนำเข้าในเล่มรายงานฯ ด้วย*

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ-นามสกุล : นายภัทรทัศน์ วิวัฒน์ไกรกุล

รหัสนักศึกษา : 6523200004

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า

ที่อยู่ : 48/9 หมู่ 14 ตำบลบางครุ อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ 10130

ประวัติการศึกษา : พ.ศ. 2557 มัธยมศึกษาตอนต้น กศน.ราษฎร์บูรณะ

พ.ศ. 2559 มัธยมศึกษาตอนปลาย กศน.ราษฎร์บูรณะ

พ.ศ. 2562 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

ประวัติการทำงาน : พ.ศ. 2561 - พ.ศ. 2562 บริษัท ที.เอ็น.แอ๊ดว้านซ์ อินเตอร์เทรด จำกัด

พ.ศ. 2562 - พ.ศ. 2564 บริษัท ซินเนียร์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

พ.ศ. 2564 – พ.ศ. 2565 บริษัท ที.เอ็น.แอ๊ดว้านซ์ อินเตอร์เทรด จำกัด

พ.ศ. 2565 - ปัจจุบัน บริษัทซินโดม อิเลคทรอนิคส์ อินดัสตรี จำกัด

เบอร์โทรศัพท์ : 062-726-2595

E-mail : phtaratas@gmail.com

https://drive.google.com/drive/folders/1DzWPXRZ5-U4z98rkNmEN4HOk8sqCsbTN?usp=sharing

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การพัฒนาและออกแบบระบบสำรองไฟฟ้ารถเข็นเวชภัณฑ์
Development and Design of Mobile Medical Workstation

โดย

นาย ภัทรทัศน์ วิวัฒน์ไกรกุล 6523200004

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 152-497 สหกิจศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า 1

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2567