



การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบบเตอริลิเยียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

นายนิรันดร์ แสนสุข

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์



การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

โดย นายนิรันดร์ แสนสุข

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ ศุทธิวิโรจน์)

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ วีรานุกูล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง)

ชื่อ : นายนรินทร์ แสนสุข
 ชื่อการค้นคว้าอิสระ : การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์
 สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล
 ปีการศึกษา : 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมกับเกณฑ์ที่กำหนด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนระดับชั้นปีที่ 2 จำนวน 20 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน 2) ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม 3) แบบประเมินความเหมาะสมของชุดประลอง ซึ่งมีค่าความตรงเชิงเนื้อหาตั้งแต่ 0.60–1.00 และ 4) แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงาน ซึ่งมีค่าความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินตั้งแต่ 0.60–1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การประเมินระหว่างผู้ประเมินเท่ากับ 0.81 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่ ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.94$, S.D. = 0.08) มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ระดับ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการเรียนด้วยชุดประลอง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

(มีจำนวนทั้งสิ้น 200 หน้า)

คำสำคัญ : ชุดประลอง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก

Name : Mr. Nirun Sansuk
Independent Study Title : Development of a Lithium Battery Management System (BMS) Training Kit to Enhance Technical Proficiency of Vocational Automotive Students
Major Field : Mechanical Engineering Education
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Independent Study Advisor : Assistant Professor Dr. Surawut Yanil
Academic Year : 2024

ABSTRACT

This research aimed to: 1) develop and evaluate the effectiveness of a lithium battery management system (BMS) training kit, and 2) compare students' learning achievement using the training kit against a specified criterion. The sample group consisted of 20 second-year vocational students selected through cluster random sampling. The research instruments included: 1) a teaching problem recording form, 2) the BMS training kit, 3) a suitability evaluation form with content validity indices ranging from 0.60 to 1.00, and 4) a performance observation form with consistency indices ranging from 0.60 to 1.00 and an inter-rater reliability coefficient of 0.81. Data were analyzed using content analysis, mean, standard deviation, and t-test statistics. The results showed that the overall suitability of the BMS training kit was at the highest level ($\bar{x} = 4.94$, S.D. = 0.08). The training kit's effectiveness exceeded the specified 80/80 criterion. Additionally, students' post-training learning achievement was significantly higher than the 80% benchmark at the 0.05 level of statistical significance.

(Total 200 Pages)

Keywords: Training Kit, Lithium Battery Management System, Learning Achievement

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ นี้สำเร็จลุล่วงด้วยคำสั่งสอนจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำในการวางแผนงาน ให้ข้อคิดหลายอย่างในการทำงาน ให้กำลังใจให้ความช่วยเหลือทุกด้าน ตรวจสอบและชี้แนะในการทำเล่มสารนิพนธ์นี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง ที่ให้ความช่วยเหลือแก้ไขปัญหาในทุก ๆ ด้าน ขอขอบคุณพระคุณผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านการพัฒนาชุดประลองทุกท่านที่ได้สละเวลาตรวจสอบชุดประลอง และให้คำแนะนำแก่ผู้วิจัยเพื่อนำไปพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม ให้เหมาะสมทั้งด้านเนื้อหาและการพัฒนาชุดประลองให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบคุณนักเรียนแผนกวิชาช่างยนต์ ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยการอาชีพวังไกลกังวล ที่มาเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่าง ในการทำสารนิพนธ์ครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัว ญาติพี่น้อง และเพื่อนร่วมงาน ของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจ ให้คำแนะนำ ให้แนวทางการเรียนในหลักสูตรปริญญาโท และให้การสนับสนุนเป็นอย่างดีเสมอมา คุณค่า และประโยชน์ทั้งปวงอันพึงได้จากสารนิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน

นิรันดร์ แสนสุข

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญรูปภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	5
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
1.7 ประโยชน์ของงานวิจัย	7
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม (Battery Management System : BMS)	8
2.2 การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม.....	19
2.3 การจัดการเรียนรู้.....	28
2.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้.....	35
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	47
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	50

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบบเตอริลิเทียม.....	52
ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบและพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบบเตอริลิเทียม.....	54
ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบบเตอริลิเทียม ขั้นตอนนี้.....	74
ขั้นตอนที่ 4 ใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบบเตอริลิเทียม โดยมีรายละเอียดดังนี้	82
บทที่ 4 ผลการวิจัย	84
4.1 ผลศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบบเตอริลิเทียม.....	84
4.2 ผลการออกแบบและพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบบเตอริลิเทียม.....	85
4.3 ผลทดลองใช้ชุดประลอง เรื่อง ระบบการจัดการแบบเตอริลิเทียม	97
4.4 ผลการใช้ชุดประลอง เรื่อง ระบบการจัดการแบบเตอริลิเทียม.....	98
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	99
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	99
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	102
5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัย	104
บรรณานุกรม.....	105
ภาคผนวก ก.....	109
ภาคผนวก ข.....	124
ภาคผนวก ค.....	150
ภาคผนวก ง	161
ประวัติผู้เขียน.....	200

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1 การออกแบบ BMS ให้เหมาะสมกับแต่ละรูปแบบของการต่อวงจร	18
ตารางที่ 2-2 การเปรียบเทียบการวัดทางด้านกายภาพและทางด้านจิตวิทยา.....	36
ตารางที่ 2-3 แสดงองค์ประกอบขอการทดสอบ การวัดผล และการประเมินผล	40
ตารางที่ 3-1 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1)	77
ตารางที่ 3-2 ผลการสังเกตการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม.....	77
ตารางที่ 3-3 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม.....	77
ตารางที่ 3-4 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10)	78
ตารางที่ 3-5 ผลการสังเกตการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม.....	78
ตารางที่ 3-6 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม.....	79
ตารางที่ 3-7 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100)...	79
ตารางที่ 3-8 ผลการสังเกตการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม.....	80
ตารางที่ 3-9 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม.....	81
ตารางที่ 3-10 แบบแผนการทดลอง	82
ตารางที่ 4-1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชางานไฟฟ้ารถยนต์.....	84
ตารางที่ 4-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดประลอง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม โดยผู้เชี่ยวชาญ (n=9).....	89
ตารางที่ 4-3 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดประลอง เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	97
ตารางที่ 4-4 ผลการเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดประลอง.....	98

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการพัฒนาชุดทดลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	5
ภาพที่ 2-1 แบตเตอรี่ลิเทียมฟอสเฟต (LFP).....	9
ภาพที่ 2-2 แบตเตอรี่ลิเทียมฟอสเฟต (LFP).....	10
ภาพที่ 2-3 แบตเตอรี่ลิเทียมแมงกานีสออกไซด์ (LMO)	11
ภาพที่ 2-4 การทำงานของ Lithium ion battery โดยขณะอัดประจุลิเทียม : วรวิศ (2559).....	13
ภาพที่ 2-5 ระบบควบคุมและการประมวลผล	14
ภาพที่ 2-6 ระบบปรับสมดุลเซลล์.....	14
ภาพที่ 2-7 ระบบสื่อสาร.....	15
ภาพที่ 2-8 การเชื่อมต่อแบบอนุกรมของสี่เซลล์ (4s)	17
ภาพที่ 2-9 การเชื่อมต่อแบบขนานของสี่เซลล์ (4p).....	17
ภาพที่ 2-10 การเชื่อมต่อแบบอนุกรม / ขนานของสี่เซลล์ (2s2p).....	18
ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	51
ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการดำเนินการสร้างชุดทดลอง	58
ภาพที่ 3-3 เครื่องมือและอุปกรณ์.....	59
ภาพที่ 3-4 ตั้งค่ามัลติมิเตอร์	59
ภาพที่ 3-5 ต่อสายวัดเข้ากับมัลติมิเตอร์	60
ภาพที่ 3-6 วัดค่าความต้านทาน.....	60
ภาพที่ 3-7 อ่านค่าความต้านทาน	60
ภาพที่ 3-8 วัดซ้ำ 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย	61
ภาพที่ 3-9 วิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าความต้านทาน	61
ภาพที่ 3-10 ตั้งค่ามัลติมิเตอร์	62
ภาพที่ 3-11 ต่อสายวัดเข้ากับมัลติมิเตอร์	62
ภาพที่ 3-12 วัดค่าแรงดันไฟฟ้า.....	62
ภาพที่ 3-13 อ่านค่าแรงดันไฟฟ้า	63

ภาพที่ 3-14 วัดซ้ำ 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย.....	63
ภาพที่ 3-15 เปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับแรงดันไฟฟ้า	63
ภาพที่ 3-16 วงจรการต่อ BMS เข้ากับแบตเตอรี่	64
ภาพที่ 3-17 ต่อ BMS เข้ากับแบตเตอรี่ในชุดฝึกทักษะ	65
ภาพที่ 3-18 ตรวจสอบการทำงานของระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ผ่านแอปพลิเคชัน	65
ภาพที่ 3-19 เก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	66
ภาพที่ 3-20 ใบเนื้อหา	66
ภาพที่ 3-21 ใบคู่มือ	67
ภาพที่ 3-22 ใบมอบหมายงาน	68
ภาพที่ 3-23 ใบสังเกตพฤติกรรม	68
ภาพที่ 3-24 ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	69
ภาพที่ 3-25 การทดสอบหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว 1:1	75
ภาพที่ 3-26 การทดสอบหาประสิทธิภาพแบบกลุ่ม 1:10	76
ภาพที่ 3-27 การทดสอบหาประสิทธิภาพแบบภาคสนาม 1:100.....	76
ภาพที่ 4-1 ชุดฝึกทักษะระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	85
ภาพที่ 4-2 หน้าปกชุดประลอง	86
ภาพที่ 4-3 ใบเนื้อหา.....	87
ภาพที่ 4-4 แบบฝึกหัด	87
ภาพที่ 4-5 กิจกรรมการเรียนรู้.....	88
ภาพที่ 4-6 ใบสังเกตพฤติกรรม.....	88
ภาพที่ 4-7 ใบมอบหมายงาน	89

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แบตเตอรี่ลิเทียม เป็นเทคโนโลยีกักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในปัจจุบัน เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง และมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน แบตเตอรี่ลิเทียมสามารถนำไปใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าได้หลากหลายชนิด เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้าไร้สาย แหล่งเก็บพลังงานไฟฟ้าสำรอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้งานกับยานยนต์ไฟฟ้า ที่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าแบบพกพา หรือพลังงานไฟฟ้าเคลื่อนที่ได้ระยะเวลานาน แบตเตอรี่ลิเทียมที่นำมาใช้งานกับยานยนต์ไฟฟ้า มีความจุระหว่าง 50 กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) ถึง 100 กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) หรือมากกว่านั้น เพื่อเก็บพลังงานไฟฟ้าได้เพียงพอสำหรับระยะทางตามที่ต้องการเนื่องจากแบตเตอรี่ลิเทียมมีขนาดเล็ก มีความจุเท่ากับ 3.7 โวลต์ สามารถนำมาต่อแบบอนุกรมเพื่อเพิ่มแรงดันไฟฟ้า (V) และนำมาต่อแบบขนานเพื่อเพิ่มกระแสไฟฟ้า (A) ประมาณ 20-30 ก้อน เพื่อให้ได้แบตเตอรี่ที่มีความจุตามที่ต้องการในการใช้งานกับยานยนต์ไฟฟ้า กระบวนการทำงานของแบตเตอรี่ลิเทียม เมื่อแบตเตอรี่ก้อนใดก้อนหนึ่งหมดพลังงานไฟฟ้าก่อน อาจส่งผลให้เกิดความเสียหายได้ เพราะจ่ายกระแสไฟฟ้าเกินกว่าความจุของตัวแบตเตอรี่เอง เนื่องจากแบตเตอรี่ก้อนอื่น ๆ ยังจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ที่อยู่ หรือถ้านำไปชาร์จไฟ แบตเตอรี่ก้อนที่มีความจุมากที่สุดจะเกิด Over Charge จะทำให้แบตเตอรี่ก้อนนั้นเกิดความเสียหายด้วยเช่นกันเนื่องจากแบตเตอรี่ก้อนอื่น ๆ ยังชาร์จอยู่ จึงต้องมีระบบการจัดการแบตเตอรี่ (BMS) เข้ามาช่วยเพื่อจัดการแบตเตอรี่ให้มีปริมาณกระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในแต่ละก้อนมีปริมาณเท่ากันตลอดเวลา ทั้งนี้การจัดการแบตเตอรี่ ยังเป็นระบบควบคุมการทำงานของแบตเตอรี่ลิเทียม เช่น การประเมินค่าของระดับการเก็บประจุหรือการชาร์จไฟของแบตเตอรี่ (SOC) การประมาณระยะทาง การป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร การตรวจสอบการรั่วไหล การแสดงผล การเลือกโหมดการชาร์จและการคายประจุของแบตเตอรี่ ส่วนใหญ่เป็นการตรวจสอบแบบเรียลไทม์ เนื่องจากมีความรวดเร็วและแม่นยำ ระบบการจัดการแบตเตอรี่ จึงเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการทำงานของแบตเตอรี่ลิเทียม เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ ช่วยยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ และเพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน ถ้าไม่มีระบบการจัดการแบตเตอรี่ ในการควบคุมการทำงานของแบตเตอรี่ จะทำให้แบตเตอรี่เกิดความเสียหายหรือเสื่อมสภาพเร็วกว่าปกติ เนื่องจากระบบการจัดการแบตเตอรี่เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่และมีกระบวนการทำงานที่ซับซ้อน การเชื่อมต่อบริษัทการจัดการ

แบตเตอรี่กับแบตเตอรี่ลิเธียม การต่อวงจรแบตเตอรี่ อุปกรณ์มีราคาแพง ผู้เรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนไม่ทันต่อเทคโนโลยีสมัยใหม่

การจัดการเรียนการสอนรายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์ เรื่องแบตเตอรี่ เป็นรายวิชากลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2565) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพวังไกลกังวล ครูผู้สอนใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบมุ่งเน้นสมรรถนะ ใช้วิธีการสอนภาคทฤษฎี แบบบรรยายร่วมกับการใช้สื่อ Power point นำเสนอ ประกอบการบรรยายให้ความรู้ โดยใช้ใบเนื้อหา ใบกิจกรรมความรู้ ใบมอบหมายงาน ในส่วนของภาคปฏิบัติ จะเน้นการฝึกทักษะโดยใช้ชุดประลองเป็นรูปแบบของแบตเตอรี่แห้ง และแบตเตอรี่น้ำ การจัดการเรียนการสอนในรายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์เรื่องแบตเตอรี่ พบปัญหา ดังนี้ 1) นักเรียนบางคนขาดแรงจูงใจในการเรียน 2) สื่อการเรียนชุดประลองมีราคาสูง ไม่เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน ไม่ทันต่อเทคโนโลยีสมัยใหม่ ทำให้นักเรียนไม่สามารถฝึกทักษะได้ตามสมรรถนะของจุดประสงค์รายวิชา จึงส่งผลให้นักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจ และเทคโนโลยีสมัยใหม่เรื่องแบตเตอรี่ ซึ่งระบบการจัดการแบตเตอรี่ในรถยนต์ไฟฟ้าจะใช้แบตเตอรี่ลิเธียมเป็นแหล่งกักเก็บพลังงานไฟฟ้า ระบบการจัดการแบตเตอรี่จึงเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ ในรายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์ เรื่องแบตเตอรี่ ที่นักเรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจ และสามารถอธิบายระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียมได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม เพื่อแสดงให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ และทันต่อเทคโนโลยีสมัยใหม่เห็นกระบวนการต่าง ๆ ของระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วตามสมรรถนะจุดประสงค์รายวิชา และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น สัจพันธ์ (2565) กล่าวว่า การใช้สื่อการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ และทักษะการปฏิบัติให้ดีขึ้น

จากปัญหาและอุปสรรคข้างต้น ผู้วิจัยมีแนวคิดในการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในรายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์ เรื่อง แบตเตอรี่ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง (Hands-on Training) ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า ในการวิจัยจะมีตัวแปรต้น คือ ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม ซึ่งได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นโดยอ้างอิงจากหลักการด้านวิศวกรรมไฟฟ้ายานยนต์ เนื้อหาในชุดประลองครอบคลุมทั้งเรื่องวงจร BMS การวัดแรงดันไฟฟ้า การวัดความต้านทาน และการใช้อุปกรณ์อย่างถูกต้องและปลอดภัย เช่น มัลติมิเตอร์ ไขควงมือกันไฟฟ้า ส่วนตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม ซึ่งวัดและประเมินผลด้วยแบบสังเกตพฤติกรรม การปฏิบัติงาน โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

สาขาวิชาช่างยนต์ ชั้นปีที่ 2 จำนวน 1 กลุ่ม 20 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) การวิจัยนี้จะเชื่อมโยงตามหลักสูตรสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เทคโนโลยีสมัยใหม่ และเป็นการกระตุ้นเพิ่มความสนใจให้กับนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ ในการจัดการเรียนการสอน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา 2562)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เทียบกับเกณฑ์

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1.4.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนที่เรียนสาขาวิชาช่างยนต์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยการอาชีพวังไกลกังวล กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 9 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน รวมทั้งหมด 180 คน

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 กลุ่ม 20 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหารายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์ เรื่องแบตเตอรี่ ที่ใช้ในการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ประกอบการเรียนการสอน โดยมีเนื้อหาสาระดังนี้

1.4.2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม (BMS)

1.4.2.2 กระบวนการทำงานของแบตเตอรี่ลิเทียม

1.4.2.3 วิธีการบำรุงรักษาแบตเตอรี่ลิเทียม

1.4.3 ขอบเขตด้านเครื่องมือ

1.4.3.1 ชุดฝึกทักษะระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม มีขนาด 80x120 cm ประกอบด้วย เซลล์แบตเตอรี่ลิเทียมชนิด Li-ion แบบจำลองจำนวน 20 เซลล์ ๆ ละ 3.7 V BMS แบบ Active/Passive Balancing สามารถรองรับการควบคุมแรงดันและกระแส และกระแสเกิน พร้อมวงจรป้องกันย้อนกลับ โมดูลแสดงผลข้อมูลแรงดันกระแส (Voltage/Current Monitoring Display Module)

1.4.3.2 วัดค่าความต้านทานของแบตเตอรี่ลิเทียม (Li-ion) ขนาดมาตรฐาน 18650 จำนวน 20 เซลล์ ๆ ละ 3.7 V มีความจุ 2,000 - 3,000 mAh ต่อเซลล์

1.4.3.3 วัดค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลิเทียม (Li-ion) ขนาดมาตรฐาน 18650 จำนวน 20 เซลล์ ๆ ละ 3.7 V มีความจุ 2,000 - 3,000 mAh ต่อเซลล์

1.4.3.4 กำหนดให้ต่อวงจรแบบอนุกรมและขนาน ร่วมกับ BMS ของแบตเตอรี่ลิเทียม ไอออน (Li-ion) 18650 จำนวน 16 เซลล์ ๆ ละ 3.7 V มีความจุ 2,000 - 3,000 mAh ต่อเซลล์

1.4.3.5 มัลติมิเตอร์ ดิจิตอล รุ่น YR1030 ช่วงการวัดแรงดันไฟฟ้า 0-45V และช่วงการวัดความต้านทานภายใน 0-200 Ω

1.4.3.5 มัลติมิเตอร์ ดิจิตอล FLUKE 15B MAX-01 ช่วงการวัดแรงดันไฟฟ้า 0-600V ความถี่ 100kHz. การวัดความต้านทาน 40M. การวัดความจุ: 1000 μF .

1.4.3.6 ถุงมือป้องกันไฟฟ้า ชนิด Ansell รุ่น Hyflex 11-800

1.4.3.7 แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วยบันทึกหลังการสอน

1.4.3.8 แบบประเมินความเหมาะสมของชุดประลอง

1.4.3.9 แบบสังเกตพฤติกรรม การปฏิบัติงาน

1.4.4 ขอบเขตด้านตัวแปร

1.4.4.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การสอนด้วยชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์

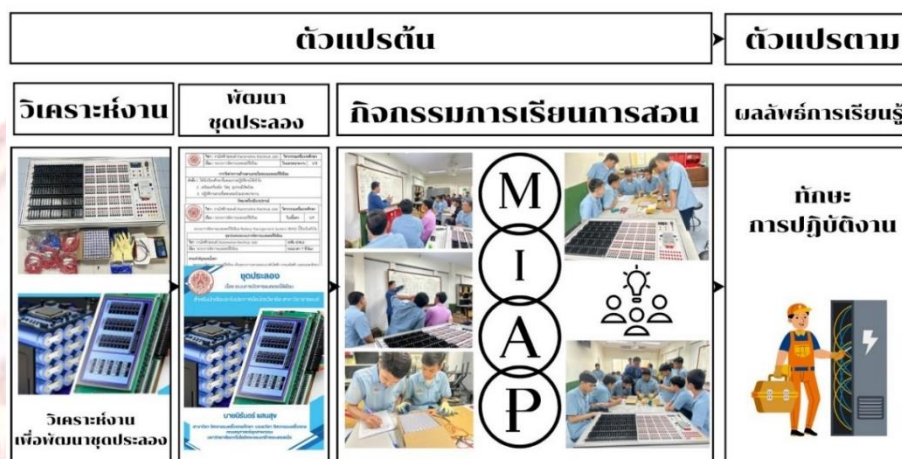
1.4.4.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

1.4.5 ขอบเขตด้านระยะเวลา

ผู้วิจัยกำหนด ขอบเขตด้านระยะเวลาตามระยะการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ในปีการศึกษา 2567

1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ผู้วิจัยเขียนกรอบแนวคิดตามตัวแปรที่ศึกษา ดังนี้



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 ชุดประลอง หมายถึง ชุดอุปกรณ์การฝึกทักษะที่ออกแบบมาเพื่อให้ผู้เรียนสามารถฝึกปฏิบัติและเข้าใจการทำงานของระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม (BMS) โดยประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นในการฝึก เช่น แบตเตอรี่ลิเทียม ระบบ BMS มัลติมิเตอร์ ฟิวส์ ถังมือกันไฟฟ้า และเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง รวมถึงคู่มือการใช้งานเพื่อช่วยในการฝึกปฏิบัติและประเมินผลการเรียนรู้

1.6.2 ใบงาน หมายถึง เอกสารที่ใช้ในการบันทึกและกำหนดกิจกรรมการฝึกทักษะ ที่นักเรียนต้องทำในระหว่างการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เช่น การวัดค่าความต้านทานของแบตเตอรี่ การวัดแรงดันไฟฟ้า หรือการต่อวงจร BMS โดยจะมีขั้นตอนและคำแนะนำเพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมการฝึกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.6.3 ใบเฉลย หมายถึง เอกสารที่ให้คำตอบหรือคำอธิบายที่ถูกต้องสำหรับคำถาม หรือกิจกรรมที่ปรากฏในใบงานหรือแบบฝึกหัด

1.6.4 ใบสั่งงาน หมายถึง เอกสารที่ออกคำสั่งให้กับนักเรียนเพื่อให้ทำกิจกรรมหรือการปฏิบัติในชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ซึ่งจะระบุรายละเอียดเกี่ยวกับงานหรือทักษะที่นักเรียนต้องปฏิบัติ เช่น การเชื่อมต่อวงจร BMS หรือการตรวจสอบการทำงานของแบตเตอรี่ พร้อมทั้งกำหนดเวลาและขั้นตอนการทำงานที่ต้องทำให้เสร็จตามข้อกำหนด

1.6.5 ใบมอบหมายงาน หมายถึง เอกสารที่ใช้ในการมอบหมายงานให้กับนักเรียน ซึ่งจะกำหนดหัวข้อหรือกิจกรรมที่ต้องทำเพื่อเรียนรู้และฝึกทักษะเกี่ยวกับระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม โดยอาจประกอบด้วยการวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น ความต้านทาน, แรงดัน, หรือการติดตั้งวงจร BMS นักเรียนจะต้องทำงานตามคำแนะนำในใบมอบหมายงานนี้เพื่อให้สามารถเรียนรู้ทักษะที่จำเป็นในการใช้ชุดฝึก

1.6.6 ใบเนื้อหา หมายถึง เอกสารที่ประกอบด้วยข้อมูลเนื้อหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เช่น การทำงานของระบบ BMS วิธีการวัดค่าความต้านทานและแรงดันของแบตเตอรี่ ข้อควรระวังในการใช้งาน และคำแนะนำในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี BMS ในการจัดการพลังงานของแบตเตอรี่ลิเทียม

1.6.7 ใบสังเกตพฤติกรรม หมายถึง เอกสารที่ใช้ในการบันทึกและสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานของนักเรียนในระหว่างการเรียนรู้ เช่น การปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่กำหนด การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง และการทำงานอย่างปลอดภัย การสังเกตพฤติกรรมนี้จะช่วยให้ผู้สอนสามารถประเมินผลการเรียนรู้และพัฒนาทักษะของนักเรียนได้

1.6.8 ใบตรวจให้คะแนน หมายถึง เอกสารที่ใช้ในการบันทึกผลคะแนนของนักเรียนจากกิจกรรมต่างๆ ในชุดฝึกการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม โดยจะใช้ในการให้คะแนนจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การสังเกตพฤติกรรม หรือการทำงานตามกิจกรรมที่มอบหมาย โดยจะมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจนเพื่อประเมินความสามารถและทักษะของนักเรียน

1.6.9 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม โดยการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานของนักเรียนในระหว่างการเรียนรู้การใช้งานระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เช่น การวัดค่าความต้านทานของแบตเตอรี่, การวัดแรงดัน, การต่อวงจร BMS และการใช้อุปกรณ์ต่างๆ อย่างถูกต้องและปลอดภัย แบบทดสอบนี้เน้นการสังเกตพฤติกรรมจริงของนักเรียนในการทำกิจกรรมที่กำหนดไว้ในชุดฝึก โดยจะใช้เกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน

1.6.10 ประสิทธิภาพของชุดประลอง หมายถึง ความสามารถของชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมที่สร้างขึ้นทำให้ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนสูงขึ้น วัดจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบฝึกหัดหลังเรียนตามเกณฑ์ที่กำหนด E_1 / E_2 โดยที่ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เป็นการประเมินการทำกิจกรรมของผู้เรียนในทุกกิจกรรมตามกระบวนการระหว่างเรียน และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เป็นการประเมินผลลัพธ์ของผู้เรียนโดยการพิจารณาจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

1.6.11 คู่มือครู หมายถึง เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ที่จัดทำขึ้นสำหรับครูผู้สอน เพื่อใช้ในการดำเนินการสอนโดยใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม โดยเนื้อหาในคู่มือจะ

ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แนวทางการใช้ใบงาน เครื่องมือวัดและประเมินผล เกณฑ์การให้คะแนน รวมถึงคำแนะนำในการดูแลความปลอดภัยระหว่าง การใช้ชุดทดลอง เพื่อให้ครูสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเชิงปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับแผนการเรียนรู้

1.6.12 เกณฑ์ที่กำหนด 80/80 หมายถึง ระดับประสิทธิภาพที่คาดหวัง ซึ่งวัดได้จากค่าเฉลี่ย ดังนี้

1.6.12.1 (80 ตัวแรก) คือ คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ซึ่งจะคิดเป็นร้อยละและใช้ประเมินผล การเรียนรู้ของนักเรียนในระหว่างการฝึกปฏิบัติ

1.6.12.2 (80 ตัวหลัง) คือ คะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลัง การใช้ชุดทดลอง คิดเป็นร้อยละเพื่อประเมินผลการเรียนรู้และทักษะของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

1.6.13 นักเรียน หมายถึง นักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยการอาชีพ วังไกลกังวล ที่ลงทะเบียนเรียน วิชางานไฟฟ้ารถยนต์

1.6.14 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลลัพธ์ที่นักเรียนได้รับจากกระบวนการเรียนรู้ที่วัดโดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงาน of นักเรียนในขณะที่ฝึกทักษะเกี่ยวกับการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ผ่านการใช้งานชุดทดลอง ระบบการสังเกตจะมุ่งเน้นไปที่การปฏิบัติงานจริงของนักเรียน เช่น การใช้ อุปกรณ์อย่างถูกต้อง การต่อวงจร BMS การวัดค่าแรงดันและความต้านทานของแบตเตอรี่ การปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย และการประยุกต์ใช้ความรู้ในการฝึกปฏิบัติ โดยครูผู้สอนจะประเมินจากการ สังเกตและบันทึกพฤติกรรมที่แสดงออกของนักเรียน เพื่อนำมาประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตาม เงื่อนไขของครูผู้สอน

1.7 ประโยชน์ของงานวิจัย

นักเรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ สูงขึ้น

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทำสารนิพนธ์ครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ เทียบกับเกณฑ์ ผู้จัดทำสารนิพนธ์ต้องศึกษาทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาและศึกษาเอกสารต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการทำสารนิพนธ์ในครั้งนี้ ดังนี้

- 2.1 ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม
- 2.2 การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม
- 2.3 การจัดการเรียนรู้
- 2.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม (Battery Management System : BMS)

2.1.1 ความหมายของระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม (Battery Management System : BMS) หมายถึงชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ควบคุม ตรวจสอบ และบริหารการทำงานของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Li-ion) หรือแบตเตอรี่ลิเทียมประเภทอื่น ๆ เพื่อให้ทำงานได้อย่างปลอดภัย มีประสิทธิภาพ และมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน โดยระบบ BMS จะช่วยป้องกันปัญหาต่าง ๆ เช่น การชาร์จเกิน (Overcharging) การคายประจุเกิน (Over-discharging) อุณหภูมิสูงเกินไป (Overtemperature) หรือการเกิดความไม่สมดุลของเซลล์แบตเตอรี่ (Cell Imbalance) BMS มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ เช่น ยานยนต์ไฟฟ้า (EVs) ระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage Systems) และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบพกพา เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและเสถียรภาพของระบบ

2.1.2 องค์ประกอบหลักของระบบการจัดการแบตเตอรี่ (BMS)

ระบบการจัดการแบตเตอรี่ (Battery Management System: BMS) เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยควบคุม ดูแล และป้องกันการดำเนินงานของแบตเตอรี่ลิเทียมให้มีประสิทธิภาพและปลอดภัย โดย BMS ประกอบด้วยองค์ประกอบหลักหลายส่วนที่ทำงานร่วมกันเพื่อให้แบตเตอรี่สามารถทำงานได้อย่างเหมาะสมและมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น

2.1.2.1 แบตเตอรี่ลิเทียม

นพดล (2564) แบตเตอรี่ลิเทียม (Lithium Battery) หรือ เรียกแบบเต็มว่า แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Lithium Ion Battery) นั้นเรียกชื่อตามการกักเก็บพลังงานในลิเทียมไอออน (Li ion) โดยการสร้างศักย์ไฟฟ้าให้เกิดขึ้นระหว่างขั้วบวกและขั้วลบของแบตเตอรี่และคั่นด้วยฉนวนที่เรียกว่า ตัวคั่น (Separator) ตัวคั่นหรือ Separator สามารถเป็นได้ทั้งฉนวนและนำไอออน เมื่อตอนขณะชาร์จไฟ ลิเทียมไอออนจะเคลื่อนที่จากขั้วบวกไปยังขั้วลบผ่านตัวคั่น และเมื่อตอนคายประจุ ลิเทียมไอออนจะเคลื่อนที่ในทิศตรงกันข้าม การเคลื่อนที่ของประจุลิเทียมไอออนนี้เองทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าหรือที่เรียกว่าโวลต์ (Voltage) เกิดขึ้น แต่เมื่อไม่มีการใช้งานแบตเตอรี่ตัวคั่นจะทำหน้าที่เป็นฉนวนกั้นไม่ให้ไอออนเคลื่อนที่ข้ามไปมา และเมื่อมีการเอาแบตเตอรี่ไปต่อเข้ากับอุปกรณ์เพื่อใช้งาน ประจุลิเทียมไอออนหรืออิเล็กตรอนที่ถูกกั้นอยู่ด้วยตัวคั่นหรือ Separator อยู่ นั้นจะถูกดันให้วิ่งผ่านตัวคั่นได้ ชนิดของแบตเตอรี่ลิเทียมมี 6 ชนิดหลัก ๆ ได้แก่

2.1.2.1.1 แบตเตอรี่ลิเทียมฟอสเฟต (Lithium Ion Phosphate : LFP) หรือเราอาจจะรู้จักกันในชื่อ LiPO เป็นแบตเตอรี่ลิเทียมที่มีใช้ทั่วไปและใช้อยู่มากที่สุด ใช้ฟอสเฟตเป็นคาร์โบเรต ใช้กราไฟต์เป็นอาร์โนด แบตเตอรี่ลิเทียมฟอสเฟตมีรอบอายุการใช้งานที่นาน ไม่มีปัญหาด้านความร้อน มีประสิทธิภาพด้านเคมีไฟฟ้าที่ดี แบตเตอรี่ลิเทียมฟอสเฟต จำนวน 1 Cell มีความต่างศักย์หรือแรงดันไฟฟ้าประมาณ 3.2 โวลต์ (V) เช่น ถ้าต้องการนำไปใช้งานเป็นระบบ 12 โวลต์ (V) ต้องนำแบตเตอรี่ลิเทียมฟอสเฟตมาต่ออนุกรมกันจำนวน 4 cell จะได้ 12.8 โวลต์ (V) จึงเป็นเหตุผลว่าทำไมแบตเตอรี่ลิเทียมฟอสเฟต จึงนำมาใช้อย่างแพร่หลายที่สุดรวมถึงไฟถนนโซล่าเซลล์ เพราะสามารถใช้ 4 Cell แล้วนำมาใช้แทนแบตเตอรี่แบบตะกั่วหรือแบบ deep cycle ได้ ตามภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 แบตเตอรี่ลิเทียมฟอสเฟต (LFP)

ข้อเด่นของแบตเตอรี่ลิเทียมฟอสเฟต คือ อายุการใช้งานนาน ปกติแล้วแบตเตอรี่ลิเทียมฟอสเฟตมีอายุการใช้งาน 2,000 cycles หรือมากกว่า deep of discharge สูง ปกติแล้วแบตเตอรี่ลิเทียมฟอสเฟตมี deep of discharge สูงประมาณ 80 % สูงถึง 100 % สำหรับผู้ผลิตบางรายโดยไม่ได้ทำให้แบตเตอรี่เสียหายตลอดภัยและทนต่ออุณหภูมิได้สูง

ข้อด้อยของแบตเตอรี่ลิเทียมฟอสเฟต คือ มีค่าพลังงานจำเพาะไม่สูง ประสิทธิภาพจะลดลงเมื่อใช้งานในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ ไม่ค่อยเหมาะใช้งานที่มีการใช้งานแบบกระแสวิกการชักสูง ๆ (high cranking applications) เป็นเพราะด้วยคุณสมบัติ เฉพาะของแบตเตอรี่ชนิดนี้ทำให้แบตเตอรี่ลิเทียมฟอสเฟตไม่ค่อยเหมาะใช้งานที่มีการใช้งานแบบกระแสวิกการชักสูง ๆ เช่น การสตาร์ทเครื่องยนต์

ศรายุทธ์, กฤษณะ และธีรวัฒน์ (2563) พบว่า แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนฟอสเฟต มีประสิทธิภาพระยะทางในการเคลื่อนที่ดีกว่าแบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรด ร้อยละ 19.60, 33.63 และ 30.27 รวมไปถึงมีขนาดรูปทรงและน้ำหนักแบตเตอรี่ลดลง สามารถนำไปชาร์จได้มากกว่าถึง 2,000 cycles ไม่มีการก่อตัวของสารเคมีภายใน ไม่มีไอกรดที่เป็นสาเหตุของการติดไฟ ดูแลรักษาง่าย และใช้วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยสามารถนำกลับมา รีไซเคิลได้ เป็นต้นแบบของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้า และยังช่วยร่วมรณรงค์การใช้นานยนต์ไฟฟ้าของประเทศอีกด้วย

สรุปได้ว่า แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนฟอสเฟต มีรอบอายุการใช้งานที่นานถึง 2000 cycles ไม่มีปัญหาด้านความร้อน มีประสิทธิภาพทางเคมีไฟฟ้าที่ดี สามารถนำกลับมาชาร์จใหม่ได้โดยไม่มีไอกรดที่เป็นสาเหตุของการติดไฟ แต่มีประสิทธิภาพลดลงเมื่อมีอุณหภูมิต่ำ

2.1.2.1.2 แบตเตอรี่ลิเทียมโคบอลต์ออกไซด์ (Lithium Cobalt Oxide : LCO) มีค่าพลังงานจำเพาะ (specific power) สูงแต่มีกำลังงานจำเพาะ (specific power) ต่ำ กล่าวคือสามารถจ่ายไฟได้นาน แต่จ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ที่กินไฟสูงได้ไม่ดี จึงเหมาะนำมาใช้ในงานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น โทรศัพท์มือถือ โน้ตบุ๊ก กล้องถ่ายรูปที่ต้องการกำลังน้อย ๆ แต่อยู่ได้นาน ๆ โดยที่แบตเตอรี่ลิเทียมโคบอลต์ออกไซด์ 1 cell มีแรงดันไฟฟ้าประมาณ 3.7 โวลต์ (V) ตามภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 แบตเตอรี่ลิเทียมฟอสเฟต (LFP)

ข้อเด่นของแบตเตอรี่ลิเทียมโคบอลต์ออกไซด์ (LCO) คือ มีค่าพลังงานจำเพาะสูง สามารถจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ที่กินไฟต่ำได้นาน

ข้อด้อยของแบตเตอรี่ลิเทียมโคบอลต์ออกไซด์ (LCO) คือ มีอายุการใช้งานสั้น ประมาณ 500-1000 cycles วัสดุดิบ โคบอลต์ มีราคาค่อนข้างสูง และทนความร้อนได้ต่ำจึงมีปัญหาเรื่องความปลอดภัยอยู่พอสมควรไม่เหมาะใช้งานกับอุปกรณ์ที่กินไฟสูง

2.1.2.1.3 แบตเตอรี่ลิเทียมแมงกานีสออกไซด์ (Lithium Manganese Oxide : LMO) ใช้ส่วนผสมของธาตุลิเทียมแมงกานีสออกไซด์เป็นคาร์โทรด์ ซึ่งองค์ประกอบของธาตุสามชนิดนี้ เมื่อรวมกันจะสร้างให้เกิดโครงสร้างแบบ 3 มิติ ทำให้การไหลของไอออนดีขึ้น มีความต้านทานภายในต่ำเพิ่มกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้นและมีค่าการทนต่อความร้อนได้มากขึ้นด้วยการค้นพบแบตเตอรี่ลิเทียมแมงกานีสออกไซด์ (LMO) ประมาณ ค.ศ.1981 ถือเป็นความสำเร็จก้าวสำคัญในวงการแบตเตอรี่ ด้วยความที่มีความต้านทานภายในเซลล์ต่ำจึงสามารถชาร์จแบบเร็ว (fast charge) และจ่ายกระแสสูง (high discharge current) ได้ แบตเตอรี่ลิเทียมแมงกานีสออกไซด์ (LMO) สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ถึง 20-30 แอมแปร์ (A) โดยที่ค่าความร้อนไม่ขึ้นสูงมาก แต่แบตเตอรี่ลิเทียมแมงกานีสออกไซด์ (LMO) ก็มีค่าการเก็บพลังงานได้น้อย และอายุการใช้งานที่ไม่ยาวมากนัก ตามภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 แบตเตอรี่ลิเทียมแมงกานีสออกไซด์ (LMO)

ข้อเด่นของแบตเตอรี่ลิเทียมแมงกานีสออกไซด์ คือ ชาร์จเร็ว มีค่าพลังงานจำเพาะสูงกว่าแบตเตอรี่ (LCO) มีขนาดเล็กกว่า (LCO) และจ่ายกระแสได้สูง

ข้อด้อยของแบตเตอรี่ลิเทียมแมงกานีสออกไซด์ คือ มีอายุการใช้งานได้สั้น เพียง 300-700 cycles เท่านั้น และสั้นที่สุดในบรรดาแบตเตอรี่ลิเทียมทั้งหมด

2.1.2.1.4 แบตเตอรี่ลิเทียมนิเกิลแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ (Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide : NMC) การเพิ่มธาตุนิเกิล (Ni) ซึ่งมีความจุพลังงานจำเพาะสูง (Specific Capacity ; Ah/kg) เข้าไปในส่วนประกอบของคาร์โทรด์ ทำให้แบตเตอรี่ชนิดนี้มีค่า

พลังงานจำเพาะสูงขึ้นถึงประมาณ 4 โวลต์ (V) เดิมทีเดียวแบตเตอรี่ลิเทียมนิเกิลแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ชนิด (NMC) ไม่ได้มีส่วนผสมของแมงกานีส ต่อมานักวิจัยจึงได้เพิ่มแมงกานีสเข้าไปเพื่อเพิ่มความเสถียร ผลก็คือแบตเตอรี่ลิเทียมนิเกิลแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ (NMC) มีทั้งความเสถียรและใช้งานได้ในงานแรงดันสูง (high voltage applications) การปรับเปลี่ยนส่วนผสมระหว่าง นิเกิลแมงกานีส และโคบอลต์ ทำให้เกิดชนิดย่อยและคุณสมบัติที่แตกต่างกันและยังคงเป็นจุดขายของผู้ผลิตแต่ละราย ในปัจจุบันแบตเตอรี่ลิเทียมนิเกิลแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ (NMC) มีความต้องการสูงในอุตสาหกรรมรถยนต์ไฟฟ้า EV เพราะด้วยคุณสมบัติมีค่าพลังงานสูง จ่ายกระแสได้สูง มีความเสถียรภาพ และทนต่ออุณหภูมิได้ดีมาก

ข้อเด่นของแบตเตอรี่ลิเทียมนิเกิลแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ (NMC) คือ มีค่าพลังงานจำเพาะสูง สามารถจ่ายกระแสได้มาก ชาร์จเร็ว และมีอายุการใช้งานนานและปลอดภัย

ข้อด้อยของแบตเตอรี่ลิเทียมนิเกิลแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ (NMC) คือ มีแรงดันไฟฟ้าต่อเซลล์ต่ำกว่า LCO เล็กน้อย

2.1.2.1.5 แบตเตอรี่ลิเทียมนิเกิลโคบอลต์อลูมิเนียมออกไซด์ (Lithium Nickel Cobalt Aluminum Oxide : NCA) มีคุณสมบัติคล้ายกับ NMC คือ เก็บไฟได้มากและจ่ายไฟได้นาน แต่มีข้อเสียคือด้านความปลอดภัยยังไม่ค่อยสูง ต้องมีระบบตรวจเช็คความปลอดภัยอยู่ตลอดเวลาเมื่อนำมาใช้ในรถยนต์ไฟฟ้า (EV)

ข้อดีแบตเตอรี่ลิเทียมนิเกิลโคบอลต์อลูมิเนียมออกไซด์ (NCA) คือ มีค่าพลังงานจำเพาะสูง สามารถจ่ายกระแสได้มาก ชาร์จเร็ว และมีอายุการใช้งานนาน

ข้อด้อยของแบตเตอรี่ลิเทียมนิเกิลโคบอลต์อลูมิเนียมออกไซด์ (NCA) คือ มีความปลอดภัยต่ำกว่าชนิดอื่นและราคาสูง

2.1.2.1.6 แบตเตอรี่ลิเทียมไททาเนต (Lithium Titanate : LTO) ที่เปลี่ยนอาร์โนดจาก กราไฟต์เป็นลิเทียมไททาเนต ส่วนคาร์โบรตมีทั้งเป็น LMO หรือ LMC ผลคือได้แบตเตอรี่ลิเทียมไททาเนต ที่ทั้งชาร์จเร็วกว่าแบตเตอรี่ชนิดอื่น ๆ อายุการใช้งานนานและมีความปลอดภัยขึ้น

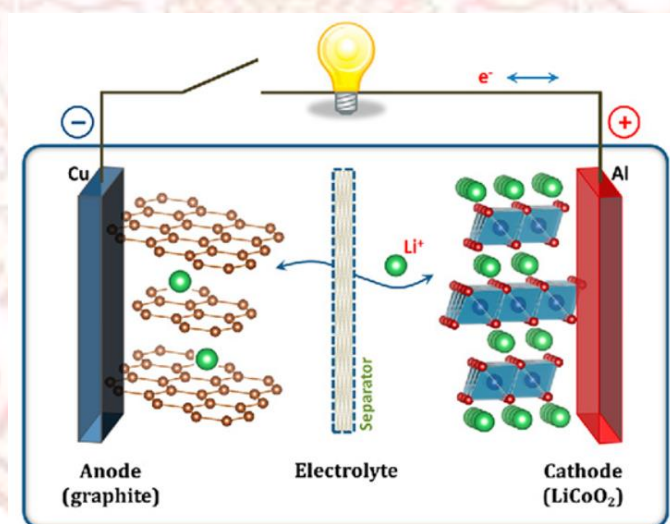
ข้อดีแบตเตอรี่ลิเทียมไททาเนต (LTO) คือ ชาร์จเร็ว มีช่วงอุณหภูมิใช้งานที่กว้างมาก มีอายุการใช้งานนาน และมีความปลอดภัยและความเสถียรสูงที่สุด

ข้อด้อยของแบตเตอรี่ลิเทียมนิเกิลโคบอลต์อลูมิเนียมออกไซด์ NCA คือ มีค่าพลังงานจำเพาะต่ำ แบตเตอรี่จึงมีขนาดใหญ่ และราคาสูงมาก

ณัฐพงษ์ (2560) ได้ให้นิยามของแบตเตอรี่ Lithium ion exchange battery ซึ่งเป็นแบตเตอรี่ชนิดที่สามารถอัดกระแสไฟฟ้าเข้าไปใหม่ได้หลังจากไฟฟ้าถูกใช้หมดไป เนื่องจากภายในแบตเตอรี่ชนิดนี้มีสารเคมีที่สามารถทำปฏิกิริยาทำให้กลับไปอยู่ในสภาพเดิมได้ โดยการอัดกระแสไฟฟ้าเข้าไปใหม่ผ่านอุปกรณ์ที่ชื่อว่า “Charger” โดยจุดเด่นของ Lithium ion exchange battery ที่เหนือกว่า

แบตเตอรี่ทั่วไปประเภทกึ่งเซลล์และกึ่งเซลล์ คือมีประสิทธิภาพในการจุพลังงานไฟฟ้าและมีกำลังไฟฟ้าที่สูง อัตราการสูญเสียประจุระหว่างไม่ใช้งาน (Self-discharge rate) ต่ำและมีความปลอดภัยค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ที่ใช้โลหะลิเทียมเป็นขั้วไฟฟ้า โดยทั่วไป แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Lithium ion exchange battery) ประกอบด้วย

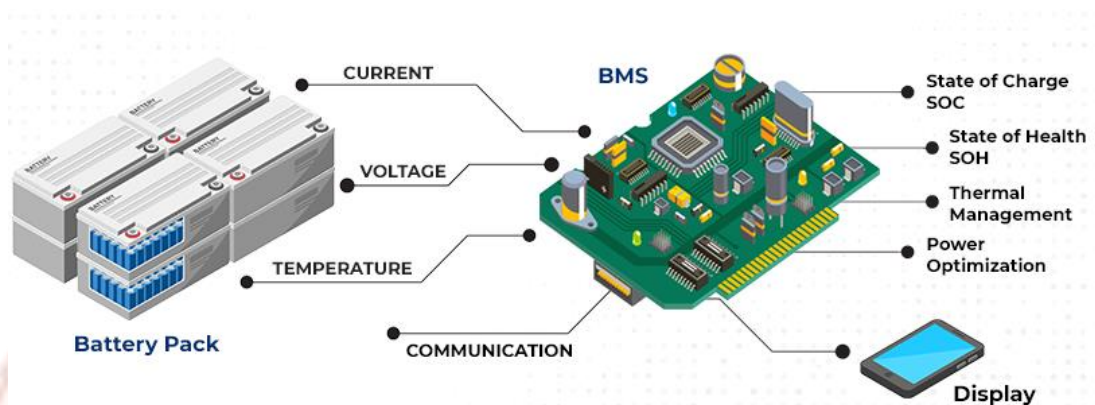
1. ขั้วลบ มีองค์ประกอบหลักเป็นคาร์บอนที่มีรูพรุนเคลือบอยู่บนแผ่นทองแดง เช่น แกรไฟต์เคลือบ บนแผ่น ทองแดง เป็นต้น
2. ขั้วบวก มีองค์ประกอบเป็นลิเทียมเมทัลออกไซด์เคลือบอยู่บนแผ่นอลูมิเนียม
3. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ ประกอบด้วยเกลือของลิเทียมในสารละลายต่าง ๆ เช่น ลิเทียมเตตระฟลูออโรโบเรต (LiBF_4) ในสารละลายเอทิลีนคาร์บอนเนต ลิเทียมเฮกซะฟลูออโรฟอสเฟส (LiPF_6) ในสารละลายไดเอทิลคาร์บอนเนต ลิเทียมเฮกซะฟลูออโรฟอสเฟส (LiPF_6) ในสารละลายไดเมทิลคาร์บอนเนต เป็นต้น โดยสารละลายอิเล็กโทรไลต์จะทำหน้าที่แลกเปลี่ยนไอออนของลิเทียมและอิเล็กตรอนของขั้วบวกและขั้วลบ
4. เยื่อเลือกผ่าน (Separator) ทำหน้าที่คั่นระหว่างขั้วบวกและขั้วลบ ส่วนใหญ่นิยมใช้เป็นพอลิโพรพิลีน (Polypropylene, PP) หรือ พอลิเอทิลีน (Polyethylene, PE) เป็นต้น



ภาพที่ 2-4 การทำงานของ Lithium ion battery โดยขณะอัดประจุลิเทียม : รวริศ (2559)

2.1.2.2 ระบบควบคุมและการประมวลผล (Control and Processing Unit) เป็นอีกองค์ประกอบที่มีความสำคัญ โดยมีหน่วยประมวลผลกลาง (MCU หรือ Microcontroller) ที่ใช้คำนวณและควบคุมการทำงานของแบตเตอรี่ผ่านอัลกอริทึมเฉพาะ ระบบนี้สามารถคำนวณค่าต่าง ๆ เช่น สถานะของแบตเตอรี่ (State of Charge: SOC) ซึ่งแสดงปริมาณพลังงานที่เหลืออยู่ สถานะของ

สุขภาพแบตเตอรี่ (State of Health: SOH) ที่ช่วยประเมินอายุการใช้งาน และสถานะของการทำงาน (State of Function: SOF) ซึ่งบ่งบอกความสามารถของแบตเตอรี่ในการจ่ายพลังงานภายใต้สภาวะต่าง ๆ



ภาพที่ 2-5 ระบบควบคุมและการประมวลผล

2.1.2.3 ระบบปรับสมดุลเซลล์ (Cell Balancing System) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการรักษาสมดุลแรงดันของแต่ละเซลล์ภายในแบตเตอรี่ เพื่อให้แน่ใจว่าเซลล์ทั้งหมดทำงานอย่างสม่ำเสมอและมีประสิทธิภาพสูงสุด ระบบนี้แบ่งออกเป็นสองประเภทหลัก ได้แก่ Passive Balancing ซึ่งทำงานโดยการคายประจุส่วนเกินของเซลล์ที่มีแรงดันสูงออกมาเป็นพลังงานความร้อน และ Active Balancing ซึ่งช่วยถ่ายโอนพลังงานจากเซลล์ที่มีแรงดันสูงไปยังเซลล์ที่มีแรงดันต่ำเพื่อลดความต่างศักย์ระหว่างเซลล์



ภาพที่ 2-6 ระบบปรับสมดุลเซลล์

2.1.2.4 ระบบสื่อสาร (Communication System) มีบทบาทในการส่งข้อมูลของแบตเตอรี่ไปยังอุปกรณ์ภายนอก เช่น คอมพิวเตอร์หรือระบบควบคุมหลัก (Master Controller) ผ่านโปรโตคอลสื่อสารที่หลากหลาย เช่น CAN Bus ซึ่งใช้ในยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อการสื่อสารที่รวดเร็วและเสถียร UART/I2C/SPI ซึ่งใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการการเชื่อมต่อแบบง่าย และ Modbus/RS485 ซึ่งใช้ในระบบพลังงานและอุตสาหกรรมเพื่อการควบคุมระยะไกล



ภาพที่ 2-7 ระบบสื่อสาร

ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม BMS เป็นระบบที่มีบทบาทสำคัญในการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม โดยช่วยควบคุมแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และอุณหภูมิของแบตเตอรี่ให้ทำงานในช่วงที่ปลอดภัย พร้อมทั้งช่วยป้องกันการเกิดอันตรายที่อาจเกิดจากการใช้งานผิดพลาด นอกจากนี้ BMS ยังช่วยยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่และเพิ่มประสิทธิภาพในการจ่ายพลังงาน ทำให้เป็นองค์ประกอบที่ขาดไม่ได้ในระบบพลังงานแบตเตอรี่สมัยใหม่

2.1.3 การออกแบบระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม (Battery Management System Design) เป็นกระบวนการพัฒนา ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ เพื่อควบคุมและบริหารการทำงานของแบตเตอรี่ให้มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสูงสุด โดยเน้นที่ การควบคุมพลังงาน การป้องกันความเสียหาย และการยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ BMS ที่ออกแบบมาอย่างเหมาะสมสามารถลดความเสี่ยงของอุบัติเหตุ เช่น การลัดวงจร ไฟไหม้ และการเสื่อมสภาพของเซลล์แบตเตอรี่ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น ยานยนต์ไฟฟ้า ระบบกักเก็บพลังงาน และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

2.1.3.1 ปัจจัยที่สำคัญในการออกแบบ (BMS) การออกแบบระบบการจัดการแบตเตอรี่ (Battery Management System: BMS) เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อประสิทธิภาพ ความปลอดภัย และอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ลิเทียม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมที่ต้องใช้

พลังงานจากแบตเตอรี่ เช่น ยานยนต์ไฟฟ้า ระบบกักเก็บพลังงาน และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้ระบบ BMS ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยสำคัญหลายประการ ได้แก่ ความปลอดภัย การออกแบบการต่อแบตเตอรี่ และความเหมาะสมของระบบ

2.1.3.2 ความปลอดภัย เป็นปัจจัยหลักในการออกแบบ BMS เนื่องจากแบตเตอรี่ลิเธียมมีความไวต่ออุณหภูมิ กระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า หากไม่มีระบบป้องกันที่เหมาะสม อาจทำให้เกิดการลัดวงจร ความร้อนสูงผิดปกติ หรือแม้แต่ว่าการลุกไหม้ได้ ดังนั้น BMS ต้องมีวงจรป้องกันต่าง ๆ เช่น การป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน (Overvoltage Protection) ซึ่งช่วยป้องกันไม่ให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่สูงเกินไปขีดจำกัดที่กำหนด การป้องกันแรงดันต่ำเกินไป (Undervoltage Protection) เพื่อป้องกันไม่ให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่สั้นลงเกินไปจนส่งผลต่ออายุการใช้งานของแบตเตอรี่ การป้องกันกระแสเกิน (Overcurrent Protection) ก็เป็นสิ่งสำคัญ เพราะหากกระแสไหลเกินขนาด อาจทำให้เกิดความร้อนสะสมจนแบตเตอรี่เสียหาย อีกทั้งยังต้องมีการป้องกันอุณหภูมิสูงเกินไป (Overtemperature Protection) ซึ่งช่วยป้องกันไม่ให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่สั้นลงเกินไป โดยอาจใช้เซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิร่วมกับระบบระบายความร้อน เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม อีกหนึ่งองค์ประกอบสำคัญของความปลอดภัย คือ ระบบปรับสมดุลเซลล์ (Cell Balancing) ซึ่งช่วยให้แรงดันของแต่ละเซลล์ในชุดแบตเตอรี่มีค่าที่ใกล้เคียงกัน ลดปัญหาความไม่สมดุลที่อาจทำให้แบตเตอรี่เสื่อมสภาพเร็วกว่าปกติ การออกแบบ BMS ที่มีประสิทธิภาพจะต้องรวมองค์ประกอบเหล่านี้ไว้เพื่อให้มั่นใจว่าแบตเตอรี่ทำงานได้อย่างปลอดภัยและมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

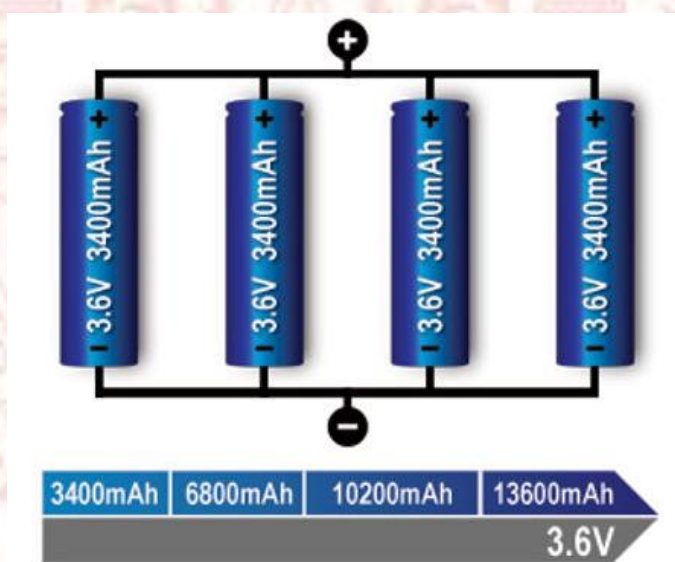
2.1.3.3 การต่อวงจรแบตเตอรี่ แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบหลัก ได้แก่ การต่อแบบอนุกรม การต่อแบบขนาน และการต่อแบบผสม ในการต่อสิ่งที่สำคัญต้องใช้เซลล์แบตเตอรี่ชนิดเดียวกันที่มีแรงดันไฟฟ้าและความจุเท่ากัน (Ah) ห้ามผสมต่างยี่ห้อและต่างขนาดกัน เซลล์ที่อ่อนแออาจทำให้เกิดความไม่สมดุลขึ้น และเซลล์ที่อ่อนแออาจไม่ล้มเหลวในทันที แต่จะหมดเร็วกว่าเซลล์ที่แข็งแรงเมื่ออยู่ในโหนด ขณะชาร์จเซลล์ที่อ่อนแอจะเต็มก่อนเซลล์ที่แข็งแรงเพราะว่าบรรจุไฟฟ้าได้น้อยกว่า และมันจะเกิดการ over charge นานกว่าเซลล์อื่นๆ เมื่อคายประจุตอนใช้งาน เซลล์ที่อ่อนแอจะหมดประจุก่อนในขณะที่เซลล์ที่แข็งแรงยังมีประจุเหลือ เซลล์ที่อ่อนแออาจเกิด reverse polarity ได้และเสียหายถาวร

การต่อแบบอนุกรม (Series Connection) อุปกรณ์พกพาที่ต้องการแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นให้เชื่อมต่อชุดแบตเตอรี่ที่มีสองเซลล์ขึ้นไปแบบอนุกรม ภาพที่ 2-8 แสดงชุดแบตเตอรี่ที่มีเซลล์ Li-ion 3.6V สี่ชุดต่อกันแบบอนุกรม หรือที่เรียกว่า 4S เพื่อให้ค่าแรงดันไฟฟ้าปกติ 14.4V



ภาพที่ 2-8 การเชื่อมต่อแบบอนุกรมของสี่เซลล์ (4s)

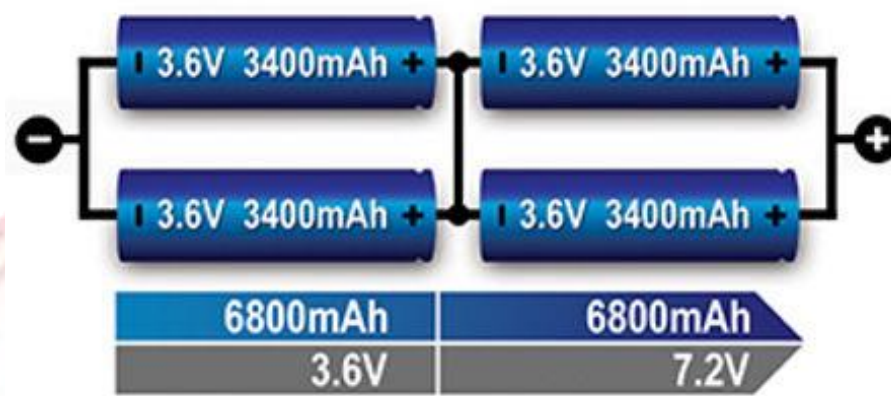
การต่อแบบขนาน (Parallel Connection) หากต้องการกระแสที่สูงขึ้นและเซลล์ขนาดใหญ่ไม่มีให้ใช้งานหรือไม่เหมาะสมกับข้อจำกัดของการออกแบบ เราสามารถใช้การเชื่อมต่อเซลล์แบบขนานได้แบตเตอรี่ทุกชนิดส่วนใหญ่สามารถต่อกันแบบขนานได้โดยมีผลข้างเคียงเพียงเล็กน้อย ภาพที่ 2-9 แสดงเซลล์จำนวนสี่เซลล์เชื่อมต่อแบบขนานในการจัดเรียง 4P แรงดันไฟฟ้าปกติของชุดแบตเตอรี่ยังคงอยู่ที่ 3.60V แต่ความจุ (Ah) และเวลาใช้งานเพิ่มขึ้นสี่เท่า



ภาพที่ 2-9 การเชื่อมต่อแบบขนานของสี่เซลล์ (4p)

การต่อแบบอนุกรม/ขนาน (Series/parallel Connection) การต่อแบบอนุกรม/ขนาน แสดงในภาพที่ 2-10 ทำให้เกิดความยืดหยุ่นในการออกแบบเพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้าและกระแสที่ต้องการด้วยขนาดเซลล์มาตรฐาน กำลังไฟฟ้าทั้งหมดคือผลรวมของแรงดันไฟฟ้าคูณกระแสไฟฟ้า เซลล์ 3.6V (ปกติ) คุณด้วย 3,400 mAh ให้กำลังไฟฟ้า 12.24 Wh เซลล์แบบ 18650 ขนาด 3,400 mAh จำนวน 4 เซลล์สามารถต่อแบบอนุกรมและขนานตามรูปเพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้าปกติ 7.2V และกำลังไฟฟ้า 48.96 Wh หากรวมกัน 8 เซลล์จะให้พลังงาน 97.92 Wh ซึ่งเป็นขีด

จำกัด ที่อนุญาตสำหรับการนำขึ้นเครื่องบินหรือขนส่งโดยไม่มีวัตถุอันตราย Class 9 เซลล์เล็กๆช่วยให้ ออกแบบแบตเตอรี่แพ็คได้อย่างยืดหยุ่น แต่จำเป็นต้องมีวงจรป้องกัน



ภาพที่ 2-10 การเชื่อมต่อแบบอนุกรม / ขนานของเซลล์ (2s2p)

ด้านความเหมาะสม เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบ BMS ซึ่งรวมถึงโครงสร้างระบบ ความแม่นยำในการวัดค่า และเทคโนโลยีที่ใช้ โครงสร้างของ BMS มี 3 รูปแบบหลัก ได้แก่ Centralized BMS ซึ่งใช้ชุดควบคุมเดียวดูแลเซลล์ทั้งหมด Distributed BMS ที่กระจายชุดควบคุมไปตามโมดูลต่าง ๆ และ Modular BMS ที่รวมข้อดีของทั้งสองระบบ เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการใช้งาน และความแม่นยำในการวัดค่าต่าง ๆ เช่น แรงดัน กระแส และอุณหภูมิ เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้ BMS สามารถคำนวณสถานะของแบตเตอรี่ (State of Charge, State of Health, State of Power) ได้อย่างถูกต้อง ช่วยให้สามารถบริหารจัดการพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับแบตเตอรี่

ตารางที่ 2-1 การออกแบบ BMS ให้เหมาะสมกับแต่ละรูปแบบของการต่อวงจร

รูปแบบการต่อ	ผลกระทบต่อแรงดันไฟฟ้า	ผลกระทบต่อความจุ	ผลกระทบต่อการออกแบบ BMS
อนุกรม (Series)	แรงดันเพิ่มขึ้น	ความจุเท่าเดิม	ต้องใช้ Cell Balancing และ Overvoltage Protection
ขนาน (Parallel)	แรงดันคงที่	ความจุเพิ่มขึ้น	ต้องมี Current Sensing และ Overcurrent Protection
ผสม (Series-Parallel)	แรงดันและความจุเพิ่มขึ้น	เพิ่มทั้งแรงดันและความจุ	ต้องใช้ Cell Balancing, Overcurrent และ Overvoltage Protection

2.2 การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

2.2.1 ความหมายของชุดประลอง ชุดประลอง (Prototype Kit หรือ Experiment Kit) หมายถึงอุปกรณ์หรือระบบที่ถูกออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการทดลอง ทดสอบ หรือฝึกฝนทักษะในด้านใดด้านหนึ่ง โดยทั่วไป ชุดประลองมักใช้ในงานวิจัย การศึกษา และอุตสาหกรรม เพื่อทดสอบแนวคิดทางเทคนิค พัฒนาและปรับปรุงระบบ หรือฝึกอบรมบุคลากรให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับอุปกรณ์หรือกระบวนการต่าง ๆ ชุดประลองในภาษาไทยมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไป เช่น ชุดการฝึก แบบฝึกทักษะ แบบฝึกหัด เป็นต้น มีผู้ให้ความหมายของแบบฝึกหัดหรือชุดการฝึกไว้ดังนี้

สุคนธ์ (2553) ได้ให้ความหมายของชุดฝึกทักษะว่าสื่อที่สร้างขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่เป็นการทบทวนหรือเสริมเพิ่มเติมความรู้ให้แก่ นักเรียนหรือให้ นักเรียนได้ฝึกทักษะการเรียนรู้หลายรูปแบบเพื่อสร้างเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ได้มีคุณลักษณะตามที่ต้องการ

คันสนีย์ (2554) งานหรือกิจกรรมที่ครูผู้สอนมอบหมายให้นักเรียนทำเพื่อ ฝึกทักษะและ ทบทวนความรู้ที่ได้เรียนไปแล้วให้เกิดความชำนาญ ถูกต้อง คล่องแคล่ว จนสามารถนำความรู้ไป แก้ปัญหาได้โดยอัตโนมัติจากความหมายของชุดฝึกทักษะข้างต้น สรุปได้ว่า ชุดฝึก ทักษะเป็นสื่อที่ สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนความรู้ที่ได้เรียนไปหรือเป็นการเสริมความรู้ ให้กับนักเรียนเพื่อให้เกิด ความถูกต้องชำนาญ

วาสนา (2530) กล่าวว่าชุดฝึกทักษะ หมายถึงงานหรือกิจกรรมที่ครูมอบหมายให้นักเรียนทำ เพื่อทบทวนความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะและเพิ่มทักษะ ซึ่งสามารถ นำไปใช้แก้ปัญหาได้

อัจฉรา (2532) ได้กล่าวว่า ชุดฝึกทักษะ หมายถึง สิ่งที่สร้างขึ้นเพื่อเสริมความเข้าใจและเสริม เพิ่มเติมเนื้อหาบางส่วนที่ช่วยให้นักเรียนได้ปฏิบัติและนำความรู้ไปใช้ได้อย่างแม่นยำ ถูกต้อง คล่องแคล่ว

สมศักดิ์ (540) กล่าวว่า ชุดฝึกทักษะ หมายถึง การจัดประสบการณ์ฝึกหัดเพื่อให้นักเรียนศึกษา และเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและสามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องอย่างหลากหลายและแปลกใหม่

จินตนา (ม.ป.ป.) ได้ให้ความหมายว่าชุดฝึกทักษะ หมายถึง สื่อการเรียนสำหรับให้ผู้เรียนได้ฝึก ปฏิบัติ เพื่อช่วยเสริมให้เกิดทักษะและความแตกฉานในบทเรียน

ปรีชา (2539) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ชุดฝึกทักษะ หมายถึง หนังสือที่ให้แนวทางแก่ผู้เรียนใน การฝึกฝนสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้วเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ชัดเจนขึ้นหรือเกิดทักษะความชำนาญ มากขึ้น

ถวัลย์ (2546) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ชุดฝึกทักษะ หมายถึง กิจกรรมพัฒนาทักษะเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม มีความหลากหลายและปริมาณเพียงพอที่สามารถตรวจสอบ

และพัฒนาทักษะกระบวนการคิด กระบวนการเรียนรู้ สามารถนำผู้เรียนไปสู่การสรุปความคิดรวบยอดและหลักการสำคัญของสาระการเรียนรู้ รวมทั้งทำให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจในบทเรียนด้วยตนเองได้

ชาญชัย และเชิดวิทย์ (2523) ได้ให้ความหมายไว้ว่าชุดฝึกทักษะ หมายถึง การจัดสถานการณ์เพื่อให้ผู้ฝึกเปลี่ยนพฤติกรรมจนสามารถปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุดา (2529) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ชุดฝึกทักษะ หมายถึง สื่อการเรียนที่จัดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาความเข้าใจฝึกฝนจนเกิดแนวคิดที่ถูกต้อง และเกิดทักษะในเรื่องใด เรื่องหนึ่งอาจนับว่าชุดการฝึกเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่ครูทุกคนใช้ในการตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจและพัฒนาการด้านทักษะของนักเรียนในวิชาต่างๆ

สุกิจ (2541) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ชุดฝึกทักษะ หมายถึง การนำสื่อประกอบที่สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ของวิชามาใช้ในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพจากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า ชุดฝึกทักษะ เป็นคำที่มีความหมายคล้ายคลึงกัน คืองานหรือกิจกรรมที่ครูผู้สอนมอบหมายให้นักเรียนทำเพื่อฝึกทักษะการคิด-กระบวนการเรียนรู้ และทบทวนความรู้ที่ได้เรียนไปแล้วให้เกิดความชำนาญ ถูกต้อง คล่องแคล่ว จนสามารถนำความรู้ไปแก้ปัญหาได้โดยอัตโนมัติ ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้คำว่า ชุดฝึกทักษะ

2.2.2 หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดฝึกทักษะ

สุจริต และสายใจ (2536) กล่าวถึงการสร้างชุดฝึกทักษะว่าต้องยึดตามทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ดังนี้

1) ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Difference) นักเรียนแต่ละคนมีความรู้ ความถนัด ความสามารถและความเข้าใจในทางภาษาแตกต่างกัน ก่อนสอนควรมีการทดสอบความสามารถทางภาษาของเด็กก่อน เด็กที่มีความสามารถสูงก็ให้การสนับสนุนให้มีทักษะสูงขึ้น ส่วนเด็กคนใดมีทักษะต่ำก็พยายามสอนซ่อมเสริมให้เป็นพิเศษ

2) การเรียนรู้โดยการกระทำ (Learning y Doing) นักเรียนสามารถเรียนรู้ทักษะการเขียนได้คล่องแคล่วชำนาญก็เรามีประสบการณ์ตรงจากการลงมือฝึกกระทำด้วยตนเอง จึงเป็นโอกาสที่จะได้รับประโยชน์จากการเรียนรู้มากที่สุด

3) การเรียนจากการฝึกฝน (Law of Exercise) การฝึกฝนเป็นกฎเกณฑ์การเรียนรู้ของธอร์นไดค์ (Thorndike) ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อได้ฝึกฝน หรือกระทำซ้ำ ผู้เรียนจะมีทักษะทางภาษาดี มีความรู้ความเข้าใจ และเกิดทัศนคติที่ดี ถ้าผู้เรียนได้ฝึกฝน ได้ใช้ภาษามากมายเท่าใดก็จะช่วยให้มีทักษะดีมากขึ้นเท่านั้น

4) กฎแห่งผล (Law of Effect) นักเรียนได้เรียนแล้ว ย่อมต้องการทราบผลการเรียนของตนว่าเป็นอย่างไร เพราะฉะนั้นเมื่อมีการให้นักเรียนทำ ครูควรรีบตรวจและคืนนักเรียนโดยเร็ว ผู้เรียนจะมีความพึงพอใจที่ได้รับผลการเรียน

5) กฎการใช้และไม่ใช้ (Law of Use and Disuse) ภาษาเป็นวิชาทักษะต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอจึงจะคล่องแคล่วและชำนาญ ถ้าเรียนแล้วไม่ได้ใช้นานๆ ก็ลืมหรือมีทักษะไม่ดีเท่าที่ควร

6) แรงจูงใจ (Motivation) เป็นสิ่งสำคัญมากเพราะเป็นสิ่งเร้าเพื่อจูงใจให้นักเรียนตั้งใจเรียน ตั้งใจฝึกฝน และมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน

สุรางค์ (2536) ได้กล่าวถึงจิตวิทยาการเรียนรู้ที่ควรนำมาสร้างชุดฝึกทักษะไว้ ดังนี้

1) ผู้เรียนมีแรงจูงใจภายใน และมีความอยากรู้อยากเห็น ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนมีความมั่นใจในการกระทำด้วยตนเอง

2) ควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามโครงสร้างของบทเรียนให้เหมาะสมกับวัยและธรรมชาติของบทเรียนแต่ละหน่วย

3) จัดตามความยากง่ายของบทเรียน

4) เสริมแรงด้วยตนเอง ครูควรให้ผลย้อนกลับแก่นักเรียนว่าทำถูกหรือทำผิด และควรสอนให้นักเรียนตั้งใจ

5) กฎการใช้และไม่ใช้ (Law of Use and Disuse) ภาษาเป็นวิชาทักษะต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอจึงจะคล่องแคล่วและชำนาญ ถ้าเรียนแล้วไม่ได้ใช้นานๆ ก็ลืมหรือมีทักษะไม่ดีเท่าที่ควร

6) แรงจูงใจ (Motivation) เป็นสิ่งสำคัญมากเพราะเป็นสิ่งเร้าเพื่อจูงใจให้นักเรียนตั้งใจเรียน ตั้งใจฝึกฝน และมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน

ณัชชา (2537) ได้สรุปแนวคิดทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบฝึกหัดประกอบด้วย

1) กฎแห่งผล แบบฝึกที่สร้างขึ้นนักเรียนจะต้องสามารถทำได้ดีและมีเฉลยให้นักเรียนสามารถตรวจสอบคำตอบได้ทันทีหลังจากทำแบบฝึกเสร็จแล้ว

2) การฝึกหัด การเรียนรู้เกิดจากการฝึกหัดและความใกล้ชิดทำให้จำได้คงทน ดังนั้นจึงควรเน้นให้มีการกระทำซ้ำบ่อยๆ จนเกิดทักษะ

3) การเสริมแรง ควรให้กำลังใจแก่นักเรียนเพื่อให้เกิดความภาคภูมิใจในตนเองและมีความรู้ประสบความสำเร็จในงานที่ทำ นักเรียนก็จะมีแนวโน้มในการที่จะทำงานนั้นๆ อีก

4) แรงจูงใจ ครูจะต้องรู้จักกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการตื่นตัว อยากรู้อยากเรียนแบบฝึกที่น่าสนใจจะเป็นแรงจูงใจที่ให้นักเรียนอยากทำ อยากฝึก และเกิดการเรียนรู้จากหลักจิตวิทยาดังกล่าวข้างต้น ทำให้ทราบว่าในการสร้างชุดฝึกที่ต้นนั้นจะต้องคำนึงถึงจิตวิทยาการเรียนรู้ เพื่อให้ได้แบบฝึกที่เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน และยังเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการ

เรียนการสอนให้เป็นไปอย่างสนุกสนาน นักเรียนเกิดความพึงพอใจที่จะเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน และช่วยให้ประสบผลสำเร็จในการเรียน

2.2.3 หลักในการสร้างชุดฝึกทักษะ

จิรเดช (2551) ได้ให้แนวทางในการดำเนินการสร้างชุดฝึกทักษะ ไว้ดังนี้ (1) กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนในการดำเนินการสร้างชุดฝึกทักษะ (2) วิเคราะห์ทักษะ และเนื้อหาวิชาที่ต้องการสร้างชุดฝึกทักษะเป็นทักษะย่อย ๆ และเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตามทักษะและเนื้อหา ย่อย ๆ นั้น (3) เขียนชุดฝึกทักษะตามเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่กำหนดไว้ให้สอดคล้อง กับหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ และจิตวิทยาพัฒนาการตามวัยของผู้เรียน สรุปได้ว่าการสร้างชุดฝึกต้อง สร้างให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย และจุดประสงค์ของเนื้อหา ที่กำหนดไว้

River. (1970) กล่าวถึงลักษณะของชุดฝึกทักษะไว้ดังนี้

1) ต้องมีการฝึกนักเรียนมากพอสมควรในเรื่องหนึ่งๆ ก่อนที่จะมีการฝึกเรื่องอื่นๆ ต่อไป เนื่องจากทำขึ้นเพื่อการสอนมิใช่ทำขึ้นเพื่อการสอบ

2) แต่ละชุดฝึกควรใช้ประโยคเพียงรูปแบบเดียวเท่านั้น

3) ฝึกโครงสร้างใหม่ๆ กับสิ่งที่เรียนรู้มาแล้ว

4) ประโยคที่ใช้ฝึกควรเป็นประโยคสั้นๆ

5) คำศัพท์และประโยชน์สั้นๆ

6. เป็นแบบฝึกที่ให้นักเรียนได้ใช้ความคิด

7) ควรมีแบบฝึกหลายๆ แบบเพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย

8) ควรฝึกให้นักเรียนสามารถนำสิ่งที่เรียนไปแล้วใช้ในชีวิตประจำวันได้

อังศุมาลิน (2542) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างชุดฝึกว่าชุดฝึกจะต้องใช้ให้เหมาะสมกับนักเรียน และควรสังเกตโดยอาศัยหลักจิตวิทยาในการแก้ปัญหา และการตอบสนองไว้ดังนี้

1) สร้างชุดฝึกทักษะหลายๆ ชนิด เพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ

2) ชุดฝึกทักษะที่สร้างขึ้นนั้นจะต้องให้นักเรียนสามารถพิจารณาได้ว่าต้องการให้นักเรียนทำอะไร

3) ให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้จากการเรียนมาใช้ในชุดฝึกทักษะให้ตรงตามเป้าหมาย

4) ให้นักเรียนตอบสนองสิ่งเร้าด้วยการแสดงความสามารถและความเข้าใจในการฝึก

5) กำหนดให้ชัดเจนว่าจะให้นักเรียนตอบชุดฝึกทักษะแต่ละชนิด แต่ละรูปแบบด้วยวิธีการตอบอย่างไร

วิชัย (2531) ได้สรุปหลักในการทำชุดฝึกทักษะว่า ควรมีลักษณะดังนี้

1) ชุดฝึกทักษะต้องมีเอกภาพและความสมบูรณ์ในตัวเอง

2) เกิดจากความต้องการของผู้เรียนและสังคม

3) ครอบคลุมหลายลักษณะวิชาโดยบูรณาการให้เข้ากับการอ่าน
 4) ใช้แนวคิดใหม่ในการจัดกิจกรรม
 5) สนองความสนใจใคร่รู้และความสามารถของผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนเต็มที่

6) คำนึงถึงพัฒนาการและวุฒิภาวะของผู้เรียน
 7) เน้นการแก้ปัญหาครูและนักเรียนได้มีโอกาสวางแผนงานร่วมกัน
 8) ชุดฝึกทักษะควรเป็นสิ่งที่น่าสนใจ คือ เป็นสิ่งที่มีความแปลกใหม่พอสมควร เป็นสิ่งที่สมองสามารถปรับและรับเข้าสู่โครงสร้างทางความคิดของผู้เรียนได้

พรรณานิภา (2532) ได้สรุปหลักการทำชุดฝึกทักษะว่าควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

- 1) ตั้งวัตถุประสงค์
- 2) ศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหา
- 3) ขั้นตอนต่างๆ ในการสร้างชุดฝึกทักษะ
 - 3.1 ศึกษาปัญหาข้อบกพร่องของเด็กในการเรียนการสอน
 - 3.2 ศึกษาจิตวิทยาและกระบวนการเรียนรู้
 - 3.3 ศึกษาเนื้อหา
 - 3.4 ศึกษาลักษณะของชุดฝึกทักษะ
 - 3.5 กำหนดรูปแบบและการสร้างแบบฝึกให้ตรงกับเนื้อหาที่ต้องการแก้ไข

ประพนธ์ (2536) ได้ให้แนวทางในการดำเนินการสร้างชุดฝึกทักษะไว้

- 1) กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนในการดำเนินการสร้างชุดฝึกทักษะ
- 2) วิเคราะห์ทักษะและเนื้อหาวิชาที่ต้องการสร้างชุดฝึกทักษะเป็นทักษะย่อย ๆ และเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมตามทักษะและเนื้อหาย่อย ๆ นั้น
- 3) เขียนชุดฝึกทักษะตามเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ให้สอดคล้องกับหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ และจิตวิทยาพัฒนาการตามวัยของผู้เรียน
- 4) กำหนดรูปแบบของชุดฝึกทักษะ จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า หลักในการสร้างชุดฝึกทักษะควรสร้างให้ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการฝึกความเหมาะสมกับพัฒนาการของเด็ก สนองความสนใจ และคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จัดทำให้จบเป็นเรื่องๆ การประเมินผลความก้าวหน้าในการฝึกให้นักเรียนทราบทันทีทุกครั้ง

2.2.4 ลักษณะของชุดฝึกทักษะที่ดี

ในการจัดทำชุดฝึกทักษะให้บรรลุตามวัตถุประสงค์นั้นจำเป็นต้องอาศัยลักษณะและรูปแบบของแบบฝึกที่หลากหลายแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับทักษะที่เราจะฝึก ดังที่มื่อนักการศึกษาได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

ปยุตฺตนา (2553) กล่าวว่าลักษณะของชุดฝึกทักษะที่ดี ควรประกอบไปด้วย (1)เนื้อหาที่ตรงกับ จุดประสงค์ (2)กิจกรรมเหมาะสมกับระดับวัย หรือความสามารถของนักเรียน (3)มีภาพประกอบ หรือ วางฟอร์มที่ดี (4)มีที่ว่างเหมาะสมสำหรับการฝึกเขียน (5)ใช้เวลาที่เหมาะสม(6)ท้าทายความสามารถ ของผู้เรียน และความสามารถนำไปฝึกด้วยตนเองได้

ศศิธร (2517) กล่าวถึง ลักษณะของชุดฝึกทักษะที่ดีนั้นจะต้องดึงดูดความสนใจและสมาธิของ นักเรียน เรียงลำดับจากง่ายไปหายากเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกเฉพาะอย่างใช้ภาษาเหมาะสมกับวัย วัฒนธรรมประเพณี ภูมิหลังทางภาษาของนักเรียน ชุดฝึกทักษะที่ดีควรจะเป็นแบบฝึกสำหรับนักเรียน ที่เรียนเก่ง และซ่อมเสริมสำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อนในขณะเดียวกันนอกจากนี้แล้วควรใช้หลาย ลักษณะและมีความหมายต่อผู้ฝึกอีกด้วย นอกจากนี้ยังได้เสนอแนะ เกี่ยวกับลักษณะชุดฝึกทักษะที่ดี ไว้ดังนี้

- 1) ให้หลักจิตวิทยา
- 2) สำนวนภาษาง่าย
- 3) ให้ความหมายต่อการไปใช้ในชีวิตประจำวัน
- 4) คิดไวเร็วและสนุก
- 5) ปลุกความสนใจ
- 6) เหมาะกับวัยและความสามารถ
- 7) อาจศึกษาด้วยตัวเอง

สมชัย (2526) ได้เสนอลักษณะที่ดีของชุดฝึกทักษะที่ดี ไว้ดังนี้

- 1) ควรสร้างขึ้นเพื่อฝึกทักษะที่จะสอนมิใช่ทดสอบนักเรียนว่านักเรียนเรียนรู้อะไรบ้างแล้ว
- 2) ควรเกี่ยวกับโครงสร้างเฉพาะสิ่งที่จะสอนเพียงอย่างเดียว
- 3) สิ่งที่ฝึกเป็นสิ่งที่นักเรียนพบเห็นอยู่แล้ว
- 4) ควรเป็นข้อความสั้นๆ
- 5) ไม่ควรใช้คำสั่งมากเกินไป
- 6) ต้องออกเสียงทุกแบบฝึกหัด
- 7) ควรเป็นแบบฝึกที่กระตุ้นให้เกิดการสนองตอบสิ่งที่ฟังปรารณา
- 8) แต่ละแบบฝึกควรออกเสียงให้มากที่สุด
- 9) ควรใช้คำสัมผัสคล้องจอง

วิชัย (2535) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะที่ดีของชุดฝึกทักษะไว้ว่า

1. ชุดฝึกทักษะแต่ละชุดฝึกควรใช้หลักจิตวิทยาเข้าช่วย เช่น มีการสร้างแรงจูงใจให้เด็ก เกิดความอยากรู้อยากเห็นและกระตือรือร้นที่จะทำกิจกรรม เมื่อจบควรมีการเสริมแรงให้เด็กทุกครั้ง เพื่อเด็กอยากทำกิจกรรมต่อไป

2. การสร้างชุดฝึกทักษะแต่ละครั้ง ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมด้วย เพื่อเด็กจะได้เกิด ความภาคภูมิใจที่เป็นเจ้าของกิจกรรมนั้นๆ ให้บรรลุเป้าหมาย

3. ชุดฝึกทักษะควรฝึกในสิ่งที่เกี่ยวข้องใกล้ชิดกับตัวเด็ก มีความหมายต่อผู้ฝึก เพื่อเด็ก จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ และเด็กก็สามารถปรับเข้าสู่โครงสร้างทางความคิดของเด็กง่ายขึ้น

4. คำสั่งหรือตัวอย่างไม่ควรยาวเกินไป เพราะจะทำให้เด็กเข้าใจยากทั้งนี้เพื่อให้ นักเรียนจะได้ศึกษาด้วยตนเองได้ตามต้องการ

ชั้นชัย (2535) กล่าวว่า ลักษณะของชุดฝึกทักษะที่ดีควรประกอบไปด้วย

1. เนื้อหาที่ตรงกับจุดประสงค์
 2. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับวัย หรือความสามารถของนักเรียน
 3. มีภาพประกอบ หรือการวางฟอร์มที่ดี
 4. มีที่ว่างเหมาะสมสำหรับการฝึกเขียน
 5. ใช้เวลาที่เหมาะสม
 6. ทำทนายความสามารถของผู้เรียนและสามารถนำไปฝึกด้วยตนเองได้จากที่กล่าวมา
- สรุปได้ว่า ลักษณะของชุดฝึกทักษะที่ดี ควรเป็นชุดฝึกทักษะสั้นๆ ฝึกหลายๆ ครั้ง มีหลายรูปแบบการ ฝึก ควรฝึกเฉพาะเรื่องเดียว และควรเป็นสิ่งที่นักเรียนพบเห็นอยู่แล้วคำชี้แจงสั้นๆ ใช้เวลาเหมาะสม เป็นที่ท้าทายให้แสดงความสามารถ เมื่อผู้เรียนได้ฝึกแล้วสามารถพัฒนาตนเองได้ดี จึงจะนับว่าเป็น แบบฝึกที่ดีและมีประโยชน์

2.2.5 ประโยชน์ของชุดฝึกทักษะ

รัชณี (2527) กล่าวถึงประโยชน์ของชุดฝึกทักษะ ดังนี้

1. ทำให้เข้าใจบทเรียนดียิ่งขึ้น
2. ทำให้ครูทราบความเข้าใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนอันเป็นแนวทางในการ ปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป ตลอดจนสามารถช่วยให้นักเรียนได้ดีที่สุดตามความสามารถของเขา ด้วย
3. ฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่น และสามารถประเมินผลงานของเขาได้
4. ช่วยเสริมทักษะทางภาษาให้คงทน
5. เป็นเครื่องมือวัดผลการเรียนหลังจากเรียนบทเรียนแล้ว
6. ช่วยให้นักเรียนสามารถทบทวนได้ด้วยตนเอง
7. ช่วยให้นักเรียนมองเห็นปัญหาต่างๆ ของนักเรียนได้ชัดเจน
8. ช่วยให้นักเรียนฝึกฝนได้เต็มที่ นอกเหนือจากที่เรียนในบทเรียน
9. ช่วยให้ผู้เรียนเห็นความก้าวหน้าของตนเองจากประโยชน์ของชุดฝึกทักษะที่กล่าวมา

2.2.6 ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ

ชัยยงค์ (2532) ได้กล่าวถึงความจำเป็นที่จะต้องทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอน หรือ ชุดฝึกทักษะอยู่หลายประการ ดังนี้คือ

1. สำหรับหน่วยงานที่ผลิตชุดฝึกทักษะ เป็นการประกันคุณภาพของชุดฝึกทักษะว่าอยู่ในขั้นสูงเหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพเสียก่อน แล้วผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ก็จะต้องทำใหม่ เป็นการสิ้นเปลืองเวลา แรงงานและเงินทอง

2. สำหรับผู้ใช้ชุดฝึกทักษะจะทำหน้าที่สอนโดยที่ช่วยสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียน เปลี่ยนพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง ดังนั้นก่อนนำแบบฝึกมาใช้ จึงควรมั่นใจว่าแบบฝึกนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้น จะช่วยให้มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. สำหรับผู้ผลิตชุดฝึกทักษะ การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่า เนื้อหาสาระที่บรรจุลงในชุดแบบฝึกง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพทำได้โดยการประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพ E_1 เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ กำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมที่พึงพอใจโดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ของผลการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมดนั้นคือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์การกำหนด E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ควรพิจารณาตามความเหมาะสม โดยปกติเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจตั้งไว้ต่อกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น เมื่อกำหนดเกณฑ์แล้วนำไปทดลองจริงอาจได้ผลไม่ตรงตามเกณฑ์ แต่ไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 5 เช่น ถ้ากำหนดไว้ 90/90 ก็ควรไม่ต่ำกว่า 85.5/85.5

เสาวณีย์ (2528) กล่าวถึงการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ นิยมตั้งไว้ 90/90 สำหรับเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำ และเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติไม่ต่ำกว่า 80/80

ฉลองชัย (2528) กล่าวถึงการยอมรับประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ มี 3 ระดับ ดังนี้

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้เกิน 2.5 เปอร์เซนต์ขึ้นไป

2. เท่ากับเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะต่ำกว่าเกณฑ์ หรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่เกิน 2.5 เปอร์เซนต์

3. เมื่อประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5 เปอร์เซนต์ ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ เมื่อผลิตชุดฝึกทักษะเพื่อเป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำแบบฝึกไปทดสอบประสิทธิภาพตามขั้นตอนต่อไปนี้ สุกิจ (2541)

ขั้นที่ 1 ขั้นทดสอบกับนักเรียน 1 คน (One – To – One Testing) โดยเลือกนักเรียนที่ยังไม่เคยเรียนเรื่องที่จะสอนมาก่อนเลย จำนวน 1 คน แล้วเรียนจากชุดฝึกทักษะ โดยปฏิบัติดังนี้

1. ตอบแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
2. เรียนจากชุดฝึกทักษะจนจบบทเรียน
3. ทำชุดฝึกทักษะในบทเรียนไปพร้อมกันในขณะที่เรียน
4. ตอบแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest)

แล้วผลที่ได้รับมาพิจารณาปรับปรุงส่วนที่เห็นว่ายังบกพร่อง เช่น เนื้อหา สื่อต่างๆ แบบทดสอบต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นทดสอบกับกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) ใช้กับนักเรียน 10 คน ที่ยังไม่เคยเรียนบทเรียนดังกล่าวมาก่อน ดำเนินการเช่นเดียวกับขั้นที่ 1 ทุกประการเมื่อเสร็จกระบวนการแล้วนำแบบทดสอบหลังเรียนไปหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะโดยใช้เกณฑ์ 80/80

ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบภาคสนาม (Field Testing) โดยทดลองใช้กับนักเรียนทั้งชั้นเรียน โดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 แล้วนำผลไปหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ การคำนวณประสิทธิภาพของแบบฝึกนิยมนั่งไว้ 90/90 สำหรับเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำและเนื้อหาวิชาที่เป็นทักษะหรือเจตคติไม่ต่ำกว่า 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะ สารการเรียนรู้ภาษาไทย เรื่อง การคิดวิเคราะห์จากสื่อสิ่งพิมพ์

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะ สารการเรียนรู้ภาษาไทย เรื่อง การคิดวิเคราะห์จากสื่อ

ถ้าปรากฏว่าทั้งคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของกลุ่มในการทำชุดฝึกทักษะและการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ไม่ต่ำกว่า 80 ทั้งคู่ ก็ถือว่าชุดฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้

ชัยยงค์ (2532) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ ดังนี้

1. ขั้นหาประสิทธิภาพ 1 : 1 แบบเดี่ยว

เป็นการทดลองกับผู้เรียน 1 คน โดยใช้ เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบเดี่ยวนี้นี้จะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาก

2. ขั้นหาประสิทธิภาพ 1 : 10 แบบกลุ่ม

เป็นการทดลองกับผู้เรียน 6 - 10 (ละผู้เรียนเก่ง กับอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์

3. ขั้นหาประสิทธิภาพ 1 : 100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุงผลลัพธ์ที่ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5 เปอร์เซนต์ ก็ให้ยอมรับ หากแตกต่างกันมากต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไว้ 80/80 โดยมีความคลาดเคลื่อนได้ไม่ต่ำกว่า 2.5 เปอร์เซนต์

สรุปได้ว่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะนั้น ครูผู้สอนต้องคำนึงหลักการสร้างเป็นสำคัญเช่น ความแตกต่างระหว่างบุคคล ความพร้อม ความสนใจ ระดับความสามารถของนักเรียน ตลอดจนรูปแบบของชุดฝึกทักษะควรมีรูปแบบที่จูงใจ เนื้อหาควรมีความยากงานที่เหมาะสม และกำหนดเวลาในการทำชุดฝึกทักษะที่พอเหมาะ เพื่อให้ได้ชุดฝึกทักษะที่มีคุณภาพ

2.3 การจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 นั้น เป็นสิ่งที่ผู้สอนต้องตระหนักเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์โลกและความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ ๆ มากมายอันส่งผลต่อการเรียนรู้และวิถีการดำเนินชีวิต ของผู้เรียน ผู้สอนจึงต้องเตรียมพร้อมในการจัดการเรียนรู้เพื่อเตรียมความพร้อมให้แก่ผู้เรียนได้มีความรู้ ความสามารถ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21 ดังนั้น กระบวนการจัดการ เรียนรู้ของผู้สอน จึงเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียน การที่ผู้สอน จะจัดการเรียนรู้ที่มี ประสิทธิภาพและเกิดสัมฤทธิ์ผลต่อผู้เรียนได้นั้น ผู้สอนจะต้องมีองค์ความรู้ที่จำเป็น หลากหลาย และ สามารถบูรณาการความรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมกับ ผู้เรียน รวมถึงสถานการณ์ต่างๆ ที่ เป็นอยู่ในชั้นเรียน เพื่อให้ผู้สอนสามารถดำเนินการจัดการเรียนรู้ให้ สอดคล้องกับสภาวะความเป็นจริงได้

ความหมายของการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้(Learning Management) เป็น กระบวนการหรือวิธีการใด ๆ ก็ตามที่ผู้สอน นำมาใช้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเกิดการพัฒนาตน ในทุก ๆ ด้านอย่างเต็มศักยภาพ เรียกได้ว่าเป็น การจัดการเรียนรู้ ดังนั้นจึงมีผู้ให้ความหมายของการ จัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

Hough and Duncan (1970) อธิบายความหมายของการจัดการเรียนรู้ ว่าหมายถึง กิจกรรม ที่บุคคลได้ใช้ความรู้ของตนเองอย่างสร้างสรรค์เพื่อสนับสนุนให้ผู้อื่นเกิดการเรียนรู้ และมีความสุข ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงเป็นกิจกรรมในแง่มุมต่าง ๆ 4 ด้านดังนี้

1) ด้านหลักสูตร (Curriculum) หมายถึง การศึกษาจุดมุ่งหมายของการศึกษา ความเข้าใจใน จุดประสงค์รายวิชา และการตั้งจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ที่ชัดเจน ตลอดจนเลือกเนื้อหาได้ เหมาะสม สอดคล้องกับท้องถิ่น

2) ด้านการจัดการเรียนรู้ (Instruction) หมายถึง การเลือกวิธีสอนและเทคนิคการจัดการเรียนรู้ ที่เหมาะสม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วางไว้

3) ด้านการวัดผล (Measuring) หมายถึง การเลือกวิธีการวัดผลที่เหมาะสมและสามารถวิเคราะห์ผลได้

4) ด้านการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ (Evaluation) หมายถึง ความสามารถในการประเมินผลของการจัดการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดได้ สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน (2557)

วิชย (2542) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่มีระบบ ระเบียบครอบคลุมการดำเนินการตั้งแต่การวางแผนการจัดการเรียนรู้จนถึงการประเมินผล สำนักงานคณะกรรมการการปฏิรูปการเรียนรู้ (2543) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ว่า การจัดการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการวิธีการ การจัดกิจกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ โดยมีการ จัดบรรยากาศ เนื้อหาสาระ กระบวนการ การประเมินผลการเรียนรู้ การมีส่วนร่วมของชุมชน แหล่งการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาคนและชีวิตให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้เต็มตามความสามารถ สอดคล้องกับความถนัด ความสนใจ และความต้องการของผู้เรียน สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน (2557) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ว่าการ จัดการเรียนรู้คือ กระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน เพื่อที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตาม วัตถุประสงค์ของผู้สอน กุสิศรา (2562) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการต่าง ๆ ในการดำเนินงานของผู้สอนตั้งแต่การวางแผนการจัดการเรียนรู้จนสิ้นสุดการประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถ มีคุณธรรมจริยธรรมและเกิดทักษะหรือ สมรรถนะต่าง ๆ ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ จากความหมายในข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ คือ กระบวนการที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ สภาพการณ์หรือกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้ และสามารถนำประสบการณ์การเรียนรู้นั้นไปใช้ได้

ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่สำคัญในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพ ทำให้ผู้เรียนมีพัฒนาการที่เจริญงอกงามทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา โดยภาพรวมการจัดการเรียนรู้มีความสำคัญหลายประการดังนี้ กุสิศรา (2562)

1) การจัดการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางที่ดีงาม ในการจัดการเรียนรู้ แต่ละครั้งโดยทั่วไป ผู้สอนจะกำหนดจุดประสงค์ในการเรียนรู้เอาไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรม ต่าง ๆ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีพัฒนาการในด้านต่าง ๆ ที่ดีขึ้น หรือต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลง ไปในทางที่พึงประสงค์ทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา

2) การจัดการเรียนรู้ช่วยทำให้จุดมุ่งหมายการจัดการศึกษาบรรลุผลตามเป้าหมาย ทั้งนี้การกำหนดจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาไว้ในหลักสูตรแต่ละระดับการศึกษาของสังคมไทยอาจจะมีทั้งความเหมือนกันและต่างกัน แต่ไม่ว่าจุดมุ่งหมายของการศึกษาในแต่ละระดับจะกำหนดไว้อย่างไรสิ่งที่

สำคัญที่จะทำให้จุดมุ่งหมายของการศึกษาบรรลุผลก็คือ การจัดการเรียนรู้ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่ดีมีประสิทธิภาพจะส่งผลทำให้การศึกษามีคุณภาพ

3) การจัดการเรียนรู้ช่วยเสริมสร้างทักษะต่าง ๆ ให้ผู้เรียนสามารถที่จะนำไปใช้ในการดำรงชีวิต อย่างมีความสุข ซึ่งทักษะที่สำคัญและจำเป็นสำหรับผู้เรียนที่สถานศึกษาควรจัดให้กับผู้เรียนมีหลายทักษะ ด้วยกัน เช่น ทักษะกระบวนการคิด ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะทางสังคม ทักษะการสื่อสาร ทักษะทาง วิทยาศาสตร์ ทักษะการใช้เทคโนโลยี เป็นต้น

4) การจัดการเรียนรู้ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีคุณธรรม จริยธรรม ทำให้ผู้เรียนเป็นคนที่สามารถแยกดีชั่วถูกผิดออกอย่างมีเหตุผล มีหลักยึดปฏิบัติในการใช้ชีวิตอยู่บนพื้นฐานของความถูกต้องดีงาม และทำให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางที่พึงประสงค์

5) การจัดการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนรู้จักเอาตัวรอด เนื่องจากการเรียนรู้เป็นปัจจัยที่สำคัญในการสร้างองค์ความรู้พัฒนาให้ผู้เรียนมีสติปัญญาที่ชาญฉลาด รวมทั้งพัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน และยังสามารถช่วยเสริมสร้างประสบการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายให้ผู้เรียนนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง ในการดำรงชีวิตให้มีความสุขในสังคม ดังนั้น เมื่อผู้เรียนได้รับทั้งความรู้ ประสบการณ์และทักษะต่าง ๆ จากการศึกษาและการจัดการเรียนรู้จะทำให้ผู้เรียนสามารถนำสิ่งดังกล่าวมาใช้ให้เป็นประโยชน์ และรู้จักที่จะเอาตัวรอดอยู่ในสังคมได้อย่างรู้เท่าทัน

6) การจัดการเรียนรู้ช่วยสร้างเสริมประสบการณ์ต่าง ๆ ให้กับผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน

7) การจัดการเรียนรู้สามารถนำไปสู่การสร้างเสริมอาชีพหรือรายได้ให้กับผู้เรียน

8) การจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาผู้เรียนให้น้ององค์ความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ไปใช้พัฒนา ตนเอง สังคม และประเทศชาติให้มีความก้าวหน้าได้

จากที่กล่าวมาในข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้เปรียบเสมือนเครื่องมือที่ช่วยส่งเสริม ให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาตนเองในทุก ๆ ด้านไปสู่ความสำเร็จในชีวิต ทั้งนี้ผู้เรียนจะประสบ ความสำเร็จหรือไม่เพียงใดขึ้นอยู่กับกระบวนการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนเป็นสำคัญ หากผู้สอนเลือกใช้ วิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับผู้เรียน ย่อมส่งผลให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ และประสบการณ์ที่ได้ไปปรับใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน

แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาหลักการ แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ให้กระจ่าง แจ่ม เพื่อสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตร ซึ่ง กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้ อธิบายถึง การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ไว้คือ การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญในการนำหลักสูตรสู่การปฏิบัติ หลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐานเป็นหลักสูตรที่มีมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึง

ประสงค์เป็นเป้าหมายสำคัญสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชน ผู้สอนต้องพยายามคัดสรรกระบวนการเรียนรู้ จัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตาม มาตรฐานการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ รวมทั้งปลูกฝังเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ พัฒนาทักษะต่าง ๆ อันเป็นสมรรถนะสำคัญที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียน

1) หลักการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยยึดหลักว่า ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด เชื่อว่าทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ยึดประโยชน์ที่เกิดกับผู้เรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียน สามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตาม ศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมอง เน้นให้ความสำคัญทั้งความรู้ และคุณธรรม

2) กระบวนการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายเป็นเครื่องมือที่จะนำพาตนเองไปสู่เป้าหมายของหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน อาทิ กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ กระบวนการสร้างความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการทางสังคม กระบวนการเผชิญสถานการณ์และแก้ปัญหา กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง กระบวนการปฏิบัติลงมือทำจริง กระบวนการจัดการ กระบวนการวิจัย กระบวนการเรียนรู้ของตนเอง กระบวนการพัฒนาลักษณะนิสัย กระบวนการเหล่านี้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝนพัฒนา เพราะจะสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี บรรลุเป้าหมายของหลักสูตร ดังนั้นผู้สอนจึงจำเป็นต้อง ศึกษาทำความเข้าใจใน กระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเลือกใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

3) การออกแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาให้เข้าใจถึงมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สมรรถนะ สำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน แล้วจึงพิจารณา ออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยเลือกใช้วิธีสอนและเทคนิคการสอน สื่อ/แหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ และบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด

4) บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณภาพตามเป้าหมายของหลักสูตร ทั้งผู้สอนและผู้เรียน ควรมีบทบาท ดังนี้

บทบาทของผู้สอน

1) ศึกษาวิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล แล้วนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่ท้าทายความสามารถของผู้เรียน

2) กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ด้านความรู้ และทักษะ กระบวนการที่เป็นความคิดรวบยอด หลักการ และความสัมพันธ์ รวมทั้งคุณลักษณะอันพึงประสงค์

3) ออกแบบการเรียนรู้และจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่าง บุคคล และพัฒนาการทางสมอง เพื่อนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมาย

4) จัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และดูแลช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้

5) จัดเตรียมและเลือกใช้สื่อให้เหมาะสมกับกิจกรรม นำภูมิปัญญาท้องถิ่น เทคโนโลยีที่เหมาะสมมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

6) ประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย เหมาะสมกับธรรมชาติ ของวิชา และระดับพัฒนาการของผู้เรียน

7) วิเคราะห์ผลการประเมินมาใช้ในการซ่อมเสริมและพัฒนาผู้เรียน รวมทั้ง ปรับปรุง การจัดการเรียนการสอนของตนเอง

บทบาทของผู้เรียน

1) กำหนดเป้าหมาย วางแผน และรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง

2) เสาะแสวงหาความรู้ เข้าถึงแหล่งการเรียนรู้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อความรู้ ตั้งคำถาม คิดหาคำตอบหรือหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ

3) ลงมือปฏิบัติจริง สรุปสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ใน สถานการณ์ต่างๆ

4) มีปฏิสัมพันธ์ ทำงาน ทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่มและครู

5) ประเมินและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของตนเองอย่างต่อเนื่อง จากที่กล่าวใน ข้างต้น แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่ผู้สอนนำไปเป็นหลักยึดในการจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนนั้นประกอบด้วย หลักการจัดการ เรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ การออกแบบการจัดการเรียนรู้ และบทบาทของผู้สอนและผู้เรียน ซึ่งเป็น แนวคิดที่ผู้สอนพึงให้ความสำคัญและต้องพยายามจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับแนวคิด ดังกล่าว เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่ม สาระ การเรียนรู้

ลักษณะของการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ เป็นกระบวนการจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนได้ มีประสบการณ์ ซึ่งต้องอาศัย ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการพัฒนาตนใน ทุก ๆ ด้าน การจัดการเรียนรู้มีลักษณะที่เด่นชัดอยู่ 3 ประการ ดังที่ อาภรณ์ (2553) ได้อธิบายไว้และ สามารถสรุปได้ดังนี้

1) การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน หมายความว่า การ จัดการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้นั้นทั้งผู้สอนและผู้เรียนต้องมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน และเป็นปฏิสัมพันธ์ที่

เกิดขึ้น อย่างต่อเนื่อง เป็นไปตามลำดับขั้นตอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ หรือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ใน การจัดการเรียนรู้ถ้าฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งนิ่งเฉย คือ ไม่เกิดการเคลื่อนไหวทั้งทางกาย วาจา และทางปัญญา เรียกได้ว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน ก็ไม่จัดเป็นการเรียนรู้ แต่จะจัดเป็นการเรียนรู้ถ้าครูและ นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม มีการร่วมมือกันและแลกเปลี่ยนประสบการณ์กัน ดังนั้น การจัดการ เรียนรู้จึงเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ที่ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์

2) การจัดการเรียนรู้มีจุดประสงค์ให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมนี้เป็นพฤติกรรม 3 ด้าน ได้แก่

ด้านความรู้ ความคิด หรือด้านพุทธิพิสัย กล่าวคือ ผู้เรียนเกิดความเจริญงอกงามทางสติปัญญา เกิดการพัฒนาขึ้นจากความไม่รู้ไม่เข้าใจ มีความคิดและคิดเป็น เช่น จากการอ่านเขียนไม่ได้นำมาเป็นอ่านออกเขียนได้ ตัดสินใจแก้ปัญหาได้ เป็นต้น

ด้านเจตคติ หรือด้านจิตพิสัย เกี่ยวกับความรู้สึกรู้สึกเห็นคุณค่า ความดี ความงาม เช่น รู้สึกซาบซึ้งในบทกลอนที่ได้ฟังได้อ่าน เห็นคุณค่าของการใช้ภาษาไทยให้ถูกต้อง เป็นต้น

ด้านทักษะ หรือด้านทักษะพิสัย หมายถึง ความสามารถกระทำได้ ปฏิบัติได้ถูกต้องตามวัย เช่น สามารถว่ายน้ำได้ วาดภาพได้ ร้อยมาลัยได้ เป็นต้น

3) การจัดการเรียนรู้จะบรรลุจุดประสงค์ได้ดีต้องอาศัยทั้งศาสตร์และศิลป์ของผู้สอน หมายถึง การจัดการเรียนรู้จะบรรลุผลตามจุดประสงค์ได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับความรู้ความสามารถของผู้สอนทั้งด้าน วิชาการ วิชาชีพ (ศาสตร์) รวมทั้งทักษะและเทคนิคการจัดการเรียนรู้ (ศิลป์) จากที่กล่าวมาในข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้จะต้องมีกระบวนการปฏิสัมพันธ์ ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน มีจุดประสงค์ในการจัดการเรียนรู้ และการจัดการเรียนรู้จะประสบผลสำเร็จได้ดี ถ้าผู้สอนรู้จักใช้ศาสตร์อย่างมีศิลป์

องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาจากข้อมูลหลายประการเพื่อนำมาช่วยเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้ของตน และการเรียนรู้ของผู้เรียน การจัดการเรียนรู้ไม่ว่าระดับใดก็ตามขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 3 ประการคือ สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน (2557)

1) ผู้เรียน

2) บรรยายากาสทางจิตวิทยาที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้

3) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบรรยายากาสทางจิตวิทยาในชั้นเรียน

ถ้าองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 ประการนี้ดำเนินไปได้ด้วยดีจะทำให้ผู้เรียนประสบ ความสำเร็จในการเรียนรู้ได้อย่างมาก องค์ประกอบดังกล่าวมีรายละเอียดดังนี้

1) ผู้เรียน ธรรมชาติของผู้เรียนเป็นสิ่งที่ผู้สอนจะต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรก เกี่ยวกับความสามารถ ทางสมองความถนัด ความสนใจ พัฒนาการทางร่างกาย อารมณ์และจิตใจ ความต้องการพื้นฐานเป็นสิ่งที่ผู้สอนจะต้องคำนึง และจะละเลยไม่ได้

2) บรรยากาศทางจิตวิทยาที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ผู้สอนเป็นส่วนสำคัญ และส่วนหนึ่งที่จะกำหนดบรรยากาศในชั้นเรียนให้เป็นไปในรูปแบบที่ต้องการ ความเป็นประชาธิปไตย ความเคร่งเครียด ความขี้นบนของผู้เรียน สิ่งเหล่านี้จะเกิดขึ้นได้โดยผู้สอนเป็นผู้กำหนด แต่ถึงกระนั้นก็ตามบรรยากาศในชั้นเรียนยังมีองค์ประกอบอื่นๆอีกนอกเหนือไปจาก ตัวผู้สอน คือ ผู้เรียนที่เข้าชั้นเรียนโดยไม่ได้รับประทานอาหารเช้า หรืออาหารกลางวัน ผู้เรียนเริ่มเรียนชั่วโมงแรกด้วยความรู้สึกหิวหรือบางครั้งผู้เรียนได้รับสิ่งกระทบกระเทือนใจติดตามาเนื่องจากความไม่ปรองดองในครอบครัว เป็นต้น ส่วนทางด้านตัวผู้สอนนั้นอาจมีความกดดันจากฝ่ายบริหารหรือจากครอบครัว เศรษฐกิจ สิ่งที่น่ามาก่อนเหล่านี้เกิดขึ้นก่อนที่ผู้สอนและผู้เรียนจะมาพบกัน ซึ่งเป็นสิ่งที่จะบ่งได้ ว่าบรรยากาศทางจิตวิทยาในชั้นเรียนที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้จะปรากฏออกมาในรูปแบบใด

3) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบรรยากาศทางจิตวิทยาในชั้นเรียน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน จะเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงเงื่อนไขหรือสถานการณ์ว่าผู้เรียน จะประสบความสำเร็จ หรือความล้มเหลวต่อการเรียนรู้ ผู้สอนควรคิดถึงผู้เรียนในฐานะเป็นบุคคลหนึ่ง ผู้เรียนมีสิทธิที่จะได้รับความต้องการพื้นฐาน และผู้สอนควรจะฝึกให้มีความไวต่อความรู้สึกนึกคิดของผู้เรียน เพื่อความสำเร็จแห่งการเรียนรู้และการเจริญเติบโตเป็นบุคคลที่สมบูรณ์ต่อไป กุลิสรา (2562) ได้อธิบายถึงองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ไว้คือ การจัดการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ ต้องอาศัยองค์ประกอบหลายอย่างด้วยกัน จึงจะสามารถทำให้การจัดการเรียนรู้ ประสบผลสำเร็จหรือมีประสิทธิภาพ บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ สำหรับองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

หลักสูตร คือ มวลประสบการณ์ต่าง ๆ ที่จัดไว้อย่างเป็นระบบเพื่อนำไปใช้พัฒนา ผู้เรียน ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนจำเป็นจะต้องศึกษารายละเอียดทั้งหมดในหลักสูตรเพื่อทำความเข้าใจ และสามารถนำสิ่งต่างๆที่บรรจุไว้ในหลักสูตรไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพและบรรลุจุดมุ่งหมายตามที่หลักสูตรกำหนด ที่สำคัญถ้าผู้สอนไม่ได้มีการศึกษาเรียนรู้รายละเอียดต่าง ๆ ในหลักสูตร ก็ไม่สามารถที่จะรู้ได้ว่าจะสอนเนื้อหาอะไร เพื่ออะไร และวัดผลประเมินผลอย่างไร

จุดประสงค์ การจัดการเรียนรู้เริ่มต้นจะต้องมีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ทุกครั้ง เพราะจะทำให้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีเป้าหมาย สามารถทราบว่าผู้เรียนจะเกิดพฤติกรรมใดบ้าง รวมทั้งสามารถวางแผนเตรียมเนื้อหา วิธีการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลให้สอดคล้อง กับจุดประสงค์การเรียนรู้ ทำให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

การจัดการเรียนรู้ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญเช่นเดียวกัน เพราะจะทำให้ผู้สอนทราบว่า จะจัดการเรียนรู้อย่างไร ใช้วิธีการใดบ้าง โดยการจัดการเรียนรู้จะต้องเลือกวิธีการที่น่าสนใจมีความเหมาะสม กับเนื้อหาและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

2.4.1 ความหมายของการวัดผล การประเมินผล และการทดสอบ

2.4.1.1 การวัดผล (Measurement)

2.4.1.1.1 ความหมายของการวัดผล ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Ebel (1952) กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง กระบวนการในการกำหนดตัวเลขให้กับสิ่งของหรือบุคคลที่ต้องการวัด เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของคุณลักษณะที่ต้องการวัดของสิ่งของหรือของบุคคลนั้นๆ

Ebel and Frisbie (1986) กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง การกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์ที่มีความหมายแทนคุณลักษณะที่ต้องการวัดโดยอาศัยกฎเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่ง Sax (1989) กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง กระบวนการกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์ให้กับคุณลักษณะของบุคคล วัตถุหรือเหตุการณ์ตามแบบแผนหรือกฎเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น

Wiersma and Jurs (1990) กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง กระบวนการกำหนดตัวเลขให้กับคุณลักษณะของบุคคล วัตถุ หรือเหตุการณ์ตามแบบแผนหรือกฎเกณฑ์ที่ทำให้ตัวเลขมีความหมายเชิงปริมาณ

อุทุมพร จามรมาน (2530) กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง การกำหนดตัวเลขให้กับลักษณะตามกฎที่กำหนด

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2535) กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง กระบวนการเชิงปริมาณในการกำหนดค่าเป็นตัวเลขหรือสัญลักษณ์ที่มีความหมายแทนคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการวัดโดยอาศัยกฎเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

บุญชม ศรีสะอาด (2543) กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง การกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์อื่น ๆ แทนปริมาณหรือคุณภาพ หรือคุณลักษณะ

ส.วาสนา (2544) กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง กระบวนการที่จะกำหนดปริมาณของสิ่งที่ต้องการวัดออกมาเป็นจำนวนหรือตัวเลข ซึ่งใช้แทนคำอธิบายคุณลักษณะที่กำลังวัด โดยจะอธิบายลักษณะของบุคคลให้อยู่ในรูปของระดับของคุณลักษณะนั้นแบบต่อเนื่อง

ปิ่นวดี (2550) กล่าวว่า การวัดผล คือ กระบวนการกำหนดค่าเป็นตัวเลข หรือสัญลักษณ์ใด ๆ เพื่อแทนคุณลักษณะของผู้เรียน หรือพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกมา

พิชิต (2556) กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง กระบวนการกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์ให้กับบุคคล วัตถุ หรือเหตุการณ์อย่างมีกฎเกณฑ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แทนปริมาณหรือคุณภาพของคุณลักษณะที่จะวัด

สรุปได้ว่าการวัดผล (Measurement) หมายถึง กระบวนการกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์ให้กับคุณลักษณะที่ต้องการวัด อาจเป็นบุคคล วัตถุ หรือเหตุการณ์ตามแบบแผนหรือกฎเกณฑ์ที่ทำให้ตัวเลขมีความหมายเชิงปริมาณหรือความหมายเชิงคุณภาพ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของสิ่งที่จะวัด และวัตถุประสงค์ของการวัด

2.1.1.2 องค์ประกอบของการวัดผล การวัดผลมีองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

- 1) คุณลักษณะที่ต้องการวัด อาจเป็นบุคคล วัตถุ หรือเหตุการณ์
- 2) เครื่องมือหรือวิธีการรวบรวมข้อมูล
- 3) ข้อมูลซึ่งประกอบด้วยข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงคุณภาพ

2.1.1.3 ประเภทของการวัดผล

การวัดผลถ้าใช้เกณฑ์ตามคุณลักษณะของสิ่งที่จะวัด แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) การวัดผลด้านกายภาพ (Physical Measurement) เป็นการวัดที่เกี่ยวข้องกับภาวะการณ์ทางกายภาพหรือสิ่งที่ต้องการวัดจะมีลักษณะเป็นรูปธรรม เช่น น้ำหนักความยาว ส่วนสูง ระยะทาง เป็นต้น ส่วนใหญ่เป็นการวัดทางวิทยาศาสตร์ จะมีเครื่องมือที่เป็นมาตรฐาน ซึ่งตัวเลขที่ได้จากการวัดด้านกายภาพจะเป็นศูนย์แท้ (Absolute Zero) ผลของการวัดมีความน่าเชื่อถือมีความคลาดเคลื่อน (Error) น้อยมาก

2) การวัดผลด้านจิตวิทยา (Psychological Measurement) เป็นการวัดที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมมนุษย์ หรือสิ่งที่ต้องการวัดจะมีลักษณะเป็นนามธรรม เช่น ความรู้ ความคิดเห็น เจตคติ ค่านิยม ความถนัด เป็นต้น ส่วนใหญ่เป็นการวัดทางอ้อม โดยอาศัยแนวคิดหรือทฤษฎีของสิ่งที่ต้องการจะวัด ซึ่งตัวเลขที่ได้จากการวัดด้านจิตวิทยาจะไม่เป็นศูนย์แท้หรือศูนย์เทียม (Arbitrary Zero) ผลของการวัดมีความคลาดเคลื่อน (Error) สูงกว่าการวัดผลด้านกายภาพ

การวัดทั้งสองประเภทมีลักษณะที่แตกต่างกัน 3 ประการ ปรากฏดังตาราง 2-2

ตารางที่ 2-2 การเปรียบเทียบการวัดทางด้านกายภาพและทางด้านจิตวิทยา

รายการ	ด้านกายภาพ	ด้านจิตวิทยา
1. คุณลักษณะที่จะวัด	กำหนดหรือนิยามคุณลักษณะที่จะวัด ได้ชัดเจนและคงที่ เช่น น้ำหนัก อุณหภูมิ ความยาว	นิยามคุณลักษณะไม่ชัดเจน คลุมเครือ และแปรเปลี่ยนได้ง่าย เช่น ความรู้ เจตคติ ความคิดเห็น ค่านิยม ความถนัด

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	น่าเชื่อถือ มีความไวและแม่นยำ เช่น เครื่องชั่ง เทอร์โมมิเตอร์ ไม้เมตร	มีความน่าเชื่อถือและความไว น้อยกว่า การวัดด้านกายภาพ เช่น แบบทดสอบ แบบสอบถาม แบบ วัดเจตคติ แบบวัด ค่านิยม
3. ผลการวัด	ผลที่ได้จากการวัดแทนจำนวน หรือ ปริมาณที่แท้จริงของสิ่งที่วัด เช่น นายสุชาติสูง 180 ซม. หมายความว่า จำนวน 180 ซม. แทนปริมาณของ คุณลักษณะหรือความสูงของ นายสุชาติ อย่างแท้จริง	ผลที่ได้จากการวัดไม่ได้แทน จำนวน หรือ ปริมาณที่แท้จริงของสิ่งที่วัด เช่น นายเอก สอบได้ 25 คะแนน ไม่ได้แทน ความรู้ที่แท้จริงของนายเอก แต่เป็นตัวเลขที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์ (Relative) กับปริมาณจริงเท่านั้น

2.4.2 การประเมินผล (Evaluation)

2.4.2.1 ความหมายของการประเมินผล ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Gronlund (1976) กล่าวว่า การประเมินผล หมายถึง กระบวนการในการตัดสินใจเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

Mehrens and Lehmann (1978) กล่าวว่า การประเมินผล หมายถึง กระบวนการวางแผน การรวบรวมข้อมูลและการใช้ข้อมูลสำหรับเป็นทางเลือกในการตัดสินใจ

Ebel and Frisbie (1986) กล่าวว่า การประเมินผล หมายถึง กระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับคุณภาพหรือคุณค่าของสิ่งที่ต้องการประเมิน

Sax (1989) กล่าวว่า การประเมินผล หมายถึง กระบวนการตัดสินใจคุณค่า หรือตัดสินใจเกี่ยวกับคุณภาพหรือคุณค่าของสิ่งที่ต้องการประเมินที่เกิดจากการสังเกตจากประสบการณ์ และจากการฝึกฝนของผู้ประเมิน

Wiersma and Jurs (1990) กล่าวว่า การประเมินผล หมายถึง การตัดสินใจคุณค่าซึ่งทางการศึกษาจะเป็นการตัดสินใจบนพื้นฐานข้อมูลเชิงประจักษ์

อุทุมพร (2530) กล่าวว่า การประเมินผล หมายถึง การตัดสินใจคุณค่าของสิ่งที่วัดตามเกณฑ์ภายในและภายนอก

บุญธรรม (2535) กล่าวว่า ประเมินผล หมายถึง กระบวนการในการตัดสินใจคุณค่าของสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างมีหลักเกณฑ์ เพื่อสรุปว่าสิ่งนั้นดี-เลว ปานใด

สมหวัง (2553) กล่าวว่า การประเมินผล หมายถึง กระบวนการใช้ดุลยพินิจและหรือ คำนึงและข้อจำกัดต่าง ๆ ในการพิจารณาตัดสินคุณค่าของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยการเปรียบเทียบผลที่วัด ได้กับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งสรุปเป็นสมการได้ ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{การประเมิน} &= \text{การวัด} + \text{ดุลยพินิจ} \\ \text{Evaluation} &= \text{Measurement} + \text{Judgement} \end{aligned}$$

พิชิต (2556) กล่าวว่า การประเมินผล หมายถึง การตัดสินคุณค่าหรือคุณภาพของผลที่ได้ จากการวัดโดยเปรียบเทียบกับผลการวัดอื่น ๆ หรือเกณฑ์ที่ตั้งไว้

สรุปได้ว่า การประเมินผล (Evaluation) หมายถึง กระบวนการตัดสินคุณค่าของสิ่งที่ต้องการ วัด โดยเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อลงสรุปว่าสิ่งที่ต้องการวัด มีคุณลักษณะเชิงปริมาณและเชิง คุณภาพเป็นอย่างไร

2.4.2.2 องค์ประกอบของการประเมินผล การประเมินผลมีองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

- 1) ผลการวัดเป็นข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลเชิงคุณภาพ
- 2) เกณฑ์
- 3) การตัดสินคุณค่า

2.4.2.3 ประเภทของการประเมินผล

2.4.2.3.1 การประเมินผล ถ้าใช้เกณฑ์จุดมุ่งหมายของการประเมิน แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1) การประเมินผลความก้าวหน้า (Formative Evaluation) เป็นการ ประเมินผลระหว่างเรียนหรือการประเมินเป็นระยะ ๆ เพื่อนำผลมาใช้ในการพัฒนาผู้เรียนหรือเป็น ข้อมูลย้อนกลับให้กับครูเพื่อใช้ปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2) การประเมินผลรวมสรุป (Summative Evaluation) เป็นการ ประเมินผลหลังจากสิ้นสุดการเรียนการสอน เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใดบรรลุ วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้มากน้อยเพียงใด เพื่อตีค่าความรู้หรือเพื่อให้ระดับคะแนนหรือควรตัดสินว่าผ่าน/ ไม่ผ่าน หรือตัดสินได้/ตก

2.4.2.3.2 การประเมินผล ถ้าใช้เกณฑ์จำแนกตามระบบการวัดผล แบ่งได้ 2 ประเภท

1) การประเมินผลแบบอิงกลุ่ม (Norm-referenced Evaluation) เป็นการประเมินผลเพื่อตัดสินคุณค่าของสิ่งที่ต้องการวัด โดยเปรียบเทียบกับผู้เรียนในกลุ่มเดียวกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อจำแนกหรือจัดอันดับผู้เรียนในกลุ่มนั้น

2) การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ (Criterion-referenced Evaluation) เป็นการประเมินผลเพื่อตัดสินคุณค่าของสิ่งที่ต้องการวัด โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งเกณฑ์มีทั้งเกณฑ์มาตรฐาน (Standard Criteria) ที่มีอยู่แล้วหรือเกณฑ์ที่ครูเป็นผู้กำหนดขึ้น (Arbitrary Criteria)

2.4.2.3.3 การประเมินผล ถ้าใช้เกณฑ์จำแนกตามขั้นตอนการเรียนการสอน แบ่งได้ 3 ประเภท คือ

1) การประเมินผลก่อนเรียน (Per-assessment or Pre-evaluation) เป็นการประเมินเพื่อค้นหาข้อบกพร่องของความรู้พื้นฐานของผู้เรียน เพื่อนำไปใช้จัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสภาพพื้นฐานของผู้เรียนแต่ละบุคคล

2) การประเมินผลระหว่างเรียน หรือการประเมินความก้าวหน้า (Formative Evaluation) เป็นการประเมินขณะการเรียนการสอนดำเนินการอยู่หรือประเมินหลังการจบการเรียนการสอนแต่ละหน่วยหรือแต่ละบทหรือแต่ละจุดประสงค์ เพื่อนำผลไปใช้พัฒนาความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งจะเป็นข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับประสิทธิภาพการสอนเพื่อครูจะได้นำไปปรับปรุงหรือพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3) การประเมินผลรวม (Summative Evaluation) เป็นการประเมินผลภายหลังที่ครูได้สอนจนจบรายวิชาที่สอนแล้ว เพื่อตัดสินผลการเรียนหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน หรือความรอบรู้ตามวัตถุประสงค์การเรียนการสอน

2.4.3 การทดสอบ (Testing)

2.4.3.1 ความหมายของการทดสอบ ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Wiersma and Jurs (1990) กล่าวว่า การทดสอบ หมายถึง กระบวนการบริหารแบบทดสอบ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการวัดผลโดยใช้แบบทดสอบเป็นสถานการณ์ไปเร้าให้เกิดการตอบสนอง

อุทุมพร (2530) กล่าวว่า การทดสอบ หมายถึง การวัดลักษณะโดยการสุ่มลักษณะบางอย่างออกมาทำการวัด เพื่อประโยชน์ในการบรรยายสรุป

ภัทรา (2538) กล่าวว่า การทดสอบ หมายถึง กระบวนการใช้เครื่องมือวัดที่เรียกว่าแบบทดสอบ เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ที่ต้องการวัด

ปิ่นวดี (2550) กล่าวว่า การทดสอบ คือ การใช้แบบทดสอบหรือสถานการณ์ทดสอบใดๆ ไปเป็นสิ่งเร้าแสดงพฤติกรรมตอบสนอง

พิชิต (2556) กล่าวว่า การทดสอบ หมายถึง เทคนิคอย่างหนึ่งของการวัดผล ซึ่งเครื่องมือที่ใช้วัด คือแบบทดสอบ

สรุปได้ว่า การทดสอบ (Testing) หมายถึง กระบวนการที่ใช้เครื่องมือ คือแบบทดสอบไปเฝ้าบุคคล หรือผู้สอบให้มีการตอบสนองออกมาในรูปของพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งที่วัดได้หรือหลักฐานอื่นประกอบ

2.4.3.2 องค์ประกอบของการทดสอบ การทดสอบมีองค์ประกอบ 2 ประการคือ

1) เครื่องมือวัด คือ แบบทดสอบ

2) ผลการทดสอบ คือ ผู้สอบมีการตอบสนองออกมาในรูปของพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง

ตารางที่ 2-3 แสดงองค์ประกอบของการทดสอบ การวัดผล และการประเมินผล

	การทดสอบ	การวัดผล	การประเมินผล
องค์ประกอบ	1 เครื่องมือวัด คือ แบบทดสอบ 2. ผลการทดสอบ คือ ผู้สอบ มีการตอบสนองออกมาใน รูปของ พฤติกรรมอย่างใด อย่างหนึ่ง	1. คุณลักษณะที่จะวัดอาจเป็น บุคคล วัตถุ หรือเหตุการณ์ 2.เครื่องมือหรือวิธีการรวบรวม ข้อมูล 3. ข้อมูลเชิงปริมาณหรือ ข้อมูลเชิงคุณภาพ	1. ผลการวัดอาจเป็น ข้อมูล เชิงปริมาณหรือ ข้อมูลเชิง คุณภาพ 2. เกณฑ์ 3. การตัดสินคุณค่า
ตัวอย่าง	นาย ก เข้าทำการสอบ วัด มาตรฐานวิชาชีฟ	นาย ก สอบ ได้คะแนน 36 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน	นาย ก สอบผ่าน มาตรฐาน วิชาชีฟ

2.4.4 ลักษณะสำคัญของการวัดและประเมินผลการศึกษา การวัดและประเมินผลการศึกษาเป็น หัวใจสำคัญอย่างหนึ่ง ที่ครูทุกคนจะต้องให้ความสนใจการวัดและประเมินผลการศึกษาเป็น กระบวนการวัดและประเมินผลการศึกษาทางปัญญาความคิด หรือไม่ก็เป็นการวัดทางเจตคติ (Attitude) ความสนใจ (Interest) เขาว์ปัญญา(Intelligence) ซึ่งมีลักษณะสำคัญของการวัดและ ประเมินผลการศึกษา ดังนี้

2.4.4.1 การวัดผลการศึกษาเป็นการวัดผลทางอ้อม (Indirect Measurement)

การวัดผลทางอ้อม เป็นการวัดคุณลักษณะที่แฝงอยู่ภายใน เช่น การวัดระดับสติปัญญาซึ่งเป็น คุณลักษณะที่แฝงอยู่ภายใน แต่สติปัญญาเป็นตัวบอกว่าเราทำอะไรได้และทำอะไรไม่ได้เราต้อง แสดงออกแล้วจึงจะวัดได้ การทดสอบจึงเป็นพฤติกรรมตอบสนองเพื่อนำมาแปลความหมายเป็นระดับ สติปัญญาได้ ดังนั้นการวัดสติปัญญาจึงเป็นการวัดที่ไม่ใช่ที่ตัวปัญญาโดยตรงเป็นการวัดทางอ้อม

เช่นเดียวกันเมื่อเป็นการวัดพฤติกรรม เพื่อวัดคุณค่าภายในซึ่งเป็นความสามารถของมนุษย์ จึงเป็นการวัดผลทางอ้อมด้วย

2.4.4.2 การวัดผลการศึกษาเป็นการวัดที่ไม่สมบูรณ์ (Measurement is Incomplete)

การวัดผลการศึกษาไม่ว่าจะเป็นสาขาวิชาใด ข้อสอบที่สร้างขึ้นเป็นเพียงการสุ่มตัวอย่างของวิชานั้น ไม่สามารถออกข้อสอบถามเนื้อหาวิชาทั้งหมดได้ ทั้งนี้ อาจจำกัดด้วยเวลาที่จริงแล้วเราต้องวัดพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการเรียนรู้ทั้งหมด แต่ไม่สามารถทำได้จึงทำให้การวัดผลไม่สมบูรณ์ เช่นการเรียนภาษาอังกฤษระดับหนึ่ง คือระดับพื้นฐาน จะต้องเรียนรู้คำศัพท์ประมาณ 4,000 คำ แต่ข้อสอบชุดหนึ่งสามารถออกข้อสอบได้ประมาณ 50 ถึง 100 คำเท่านั้น ไม่สามารถวัดได้ทุกคำ กลุ่มคำที่เป็นข้อสอบเป็นเพียงกลุ่มตัวอย่างของการวัดเท่านั้นจึงสรุปได้ว่าการวัดผลการศึกษาไม่สมบูรณ์

2.4.4.3 การวัดผลการศึกษาเป็นค่าคะแนนสัมพัทธ์ (Relative Score)

นักศึกษาสอบได้คะแนน ร้อยละ 50 หมายความว่าอย่างไร นักศึกษามีความรู้เพียงครึ่งหนึ่งหรือไม่ นักศึกษามีความรู้ความสามารถปานกลางหรืออ่อน เราจะตีความหมายความว่าอย่างไรในกรณีต่อไปนี ถ้าคะแนนที่ได้ร้อยละ 50 นั้น เป็นคะแนนสูงสุดของชั้นเพราะข้อสอบยาก นักศึกษาคนนี้นับได้ว่าเก่งที่สุดในชั้น และถ้าคะแนนดังกล่าวเป็นคะแนนต่ำสุดของห้อง จึงน่าจะเป็นคนที่อ่อนที่สุดในชั้น คะแนนที่ได้จากการตรวจข้อสอบหรือคะแนนดิบ (Raw Score) ไม่มีความหมายใดคะแนนดิบจะมีความหมายเมื่อทำให้เป็นค่าคะแนนสัมพัทธ์ คือเป็นคะแนนที่อิงกลุ่ม (Group Reference or Norm Reference) คะแนนจึงเป็นคะแนนที่ได้จากการตรวจข้อสอบและคะแนนที่บอกร้อยละไม่ได้ ต้องเป็นค่าคะแนนสัมพัทธ์ (Relative Score)

2.4.4.4 การวัดผลการศึกษา เป็นการวัดเพื่อการจัดพวก (Classification) คะแนนที่แตกต่างกันทางตัวเลขเล็กน้อย เช่น 60 กับ 65 มีความแตกต่างกันอย่างไรผู้เรียนที่ได้คะแนนดังกล่าวจะมีความแตกต่างกันในด้านความรู้ความสามารถเท่ากับคะแนนที่แตกต่างกันแน่นอนหรือไม่ และเนื่องจากคะแนนดิบมีความหมายในตัวเลข การวัดผลการศึกษาเป็นการวัดเพื่อการวัดจัดพวกหรือจัดกลุ่มเท่านั้น

2.4.4.5 การวัดผลทางการศึกษามีความคลาดเคลื่อน

บรรดาการวัดทั้งหลาย ไม่ว่าจะเป็นการวัดใด ๆ จะต้องมีความคลาดเคลื่อน การวัดผลทางการศึกษาก็เช่นเดียวกัน การวัดผลทางการศึกษาอาจเกิดความคลาดเคลื่อนจากเครื่องมือ วิธีการ และผู้วัดผล รวมทั้งผู้ที่ถูกวัดผลด้วย ผลที่ได้จากการวัดผลทางการศึกษาสามารถเขียนความสัมพันธ์ดังนี้

คะแนนที่ได้จากการวัดผล = คะแนนที่แท้จริง + คะแนนความคลาดเคลื่อน

หรือ $X = T + E$

เมื่อ

- X แทน คะแนนที่ได้จากการวัดผล (Observe Score)
- T แทน คะแนนที่แท้จริง (True Score)
- E แทน คะแนนความคลาดเคลื่อน (Error Score)

เพราะฉะนั้น นักวัดผลจะต้องตระหนักถึงความจริงข้อนี้จึงจะช่วยให้ผู้วัดผลมีความระมัดระวังในการใช้เครื่องมือ ความประณีตในการวัดผล รวมทั้งการให้ความระมัดระวังในการลงความเห็นด้วย

2.4.5 ความสำคัญของการวัดผลการศึกษา การวัดผลการศึกษาเป็นเครื่องมือที่สำคัญชนิดเดียวที่สามารถลงความเห็นได้ว่าผลการเรียนเป็นตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร และวัตถุประสงค์การสอนเพียงไร ซึ่งความสำคัญของการวัดผลการศึกษา มีดังนี้

- 1) เป็นเครื่องมือประเมินผลการเรียนของผู้เรียนที่สำคัญมาก เพราะช่วยบอกให้ทราบว่าผู้เรียนได้พัฒนาตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรเพียงไร
- 2) ผลของการวัดผลทางการศึกษา เป็นแรงจูงใจให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างขยันขันแข็ง (Actively และกระตือรือร้นที่จะเรียนต่อไป
- 3) เป็นเครื่องมือที่จะให้ผู้เรียนได้รู้ทราบและประเมินความสามารถของตนเองได้
- 4) ครูสามารถทราบว่า ผู้เรียนได้พัฒนาด้านความรู้ความสามารถเพียงใด เมื่อเทียบกับผู้เรียนทั้งหมด
- 5) ครูสามารถทราบว่า ผู้เรียนคนใดจะต้องพัฒนาหรือซ่อมเสริมส่วนใด
- 6) จากการวิเคราะห์ ผลการทำข้อสอบของผู้เรียน ทำให้ทราบว่าต้องพัฒนาเครื่องมือวัดการศึกษาให้ดีขึ้นอย่างไร
- 7) จากการวัดผลการศึกษา ช่วยให้ครูสามารถพัฒนาการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
- 8) การวัดผลทางการศึกษา เป็นเครื่องมือชนิดเดียวที่ช่วยพิจารณาประเมินผลการเรียนเพื่อลงความเห็นตัดสินว่า ผู้เรียนคนใดสมควรได้ระดับผลการเรียนอะไร และผู้เรียนคนใดสมควรเรียนซ้ำในระบบการเรียนแบบหน่วยกิต ถือการสอบผ่านหรือเรียนซ้ำในแต่ละรายวิชา
- 9) การวัดผลทางการศึกษา เป็นเครื่องมือในการแนะแนวการศึกษาของฝ่ายแนะแนว
- 10) การวัดผลทางการศึกษา ช่วยพยากรณ์ผลการเรียนในอนาคตของผู้เรียนได้
- 11) การวัดผลทางการศึกษา ช่วยในการค้นหาบุคคลอัจฉริยะ (Genius Person) และค้นหาผู้มีปัญญาสร้างสรรค์ (Creative Person) อันเป็นทรัพยากรบุคคลที่มีค่ายิ่งของประเทศ
- 12) การวัดผลทางการศึกษา เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ช่วยผู้บริหารในการจัดการภายในสถาบันนั้น ๆ ได้

2.4.6 หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา

เครื่องมือวัดผลที่มีประสิทธิภาพสูง มีลักษณะสำคัญดังนี้

2.4.6.1 เครื่องมือวัดผลที่ดีต้องมีความเที่ยง (Reliability) เครื่องมือวัดผลที่ดีไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ต้องได้ผลของการวัดเท่ากัน หรือใกล้เคียงกันมากที่สุด จึงเชื่อได้ว่าเป็นเครื่องมือวัดมีความเที่ยง

2.4.6.2 เครื่องมือวัดผลที่ดีต้องมีความตรง (Validity) ของเครื่องมือวัดผล หมายถึง ความแม่นยำในการวัด ซึ่งได้ตรงตามที่ต้องการจะวัดผลหรือเป็นดัชนีของความไม่ผิดพลาดในการวัด ซึ่งช่วยให้การวัดผลมีความหมาย

2.4.6.3 เครื่องมือวัดผลที่ดีต้องมีความเป็นปรนัย (Objectivity) ความเป็นปรนัย หมายถึง การตรวจให้คะแนนขึ้นอยู่กับสิ่งที่จะวัด กล่าวคือ เมื่อให้ข้อคำถามจากผู้สอบแล้ว ข้อคำตอบนั้นจะได้รับการตรวจให้คะแนนได้เท่ากัน ไม่ว่าผู้ใดจะมาเป็นผู้ตรวจ หรือจะตรวจกี่ครั้งจะได้คะแนนเท่ากัน ดังนั้นเรียกว่า มีความเป็นปรนัย แต่ถ้าการตรวจที่ผู้ตรวจอารมณ์ดีได้คะแนน มากกว่าอารมณ์เสียได้คะแนนน้อยไม่แน่นอนเช่นนี้เรียกว่า ไม่มีความเป็นปรนัย แต่มีความเป็นอัตนัย (Subjectivity)

2.4.6.4 เครื่องมือวัดผลที่ดีต้องมีความสมดุล (Balance) เครื่องมือวัดผลที่ดีจะต้องมีความพอเหมาะพอดีกับเนื้อหา เมื่อมีการสอนไปเพียงไร ก็มีการสอบเท่านั้น ไม่สอบเกินเนื้อหาที่สอน หรือเกินหลักสูตร

2.4.6.5 เครื่องมือวัดผลที่ดีต้องมีความยุติธรรม (Fairness) เครื่องมือที่เป็นข้อสอบ ต้องให้ความยุติธรรมแก่ผู้สอบทุกคน ผู้สอบหลายชั้นเรียน แต่เนื้อหาที่สอนแตกต่างกันในวิชาเดียวกัน แต่วัดด้วยข้อสอบวัดชุดเดียวกัน ผู้ไม่ได้เรียนก็สอบไม่ได้หรือ ผู้ตอบได้ก็ไม่มี ความหมาย

2.4.6.6 เครื่องมือวัดผลที่ดีต้องสะดวกต่อการปฏิบัติ (Practicality) เครื่องมือวัดผลที่ดีต้องสร้างขึ้นโดยคำนึงถึงสถานการณ์ที่จะใช้เครื่องมือ นั้น คำนึงถึงเวลาที่ใช้เวลาคุ้มค่าสำหรับการวัด เวลาที่เสียไปต้องมีความหมายต่อคุณประโยชน์ที่จะได้รับการสร้างเครื่องมือ ผู้ใช้ ผู้ตอบ และการให้คะแนนต้องสะดวก ถ้าเป็นข้อสอบ นอกจากจะมีความสะดวกแล้ว ยังมีความรู้สึกรู้ว่ามีคุณค่าและน่าใช้และน่าตอบด้วย

2.4.7 จุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมินผล จุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมินผล มีหลายประการ ทรงศรี (2552) ดังนี้

2.4.7.1 ตรวจสอบความรู้พื้นฐาน การวัดและการประเมินผลเป็นการตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียนก่อนที่จะเริ่มเรียนบทเรียนใหม่ เพราะเนื้อหาบางบทเรียนอาจต้องใช้ความรู้หรือทักษะพื้นฐานบางประการครูจึงต้องตรวจสอบผู้เรียนมีความรู้หรือทักษะขั้นพื้นฐานมากน้อยเพียงใด เพื่อจะได้ปรับพื้นฐานของผู้เรียนก่อนที่จะเรียนเรื่องต่อไป

2.4.7.2 พัฒนาการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลการเรียน สามารถนำผลการประเมินมาพิจารณาว่าการเรียนการสอนมีข้อบกพร่องในเรื่องใด เช่น อาจเป็นเพียงวิธีสอน สื่อการสอนหรืออื่น ๆ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงพัฒนาการสอนในครั้งต่อไป

2.4.7.3 วินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียน การวัดและการประเมินผลสามารถวิเคราะห์หาสาเหตุข้อบกพร่องในการเรียนของผู้เรียนและการสอนของครู เช่น อาจใช้แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเขียนภาษาไทยถ้าตรวจสอบแล้วพบว่า ผู้เรียนทำผิดในเรื่องใดก็จะช่วยให้ครูได้รู้ข้อบกพร่องของผู้เรียนเพื่อซ่อมเสริมผู้เรียน ในเรื่องนั้นๆ ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

2.4.7.4 ตัดสินผลการเรียน การประเมินเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน หรือการประเมินเพื่อสรุปคุณภาพการจัดการเรียนการสอนโดยพิจารณาว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดได้มากน้อยเพียงใดโดยนำผลการวัดตลอดภาคเรียนหรือตลอดปี ไปตัดสินผลขั้นสุดท้ายใน รูปเกรด เช่น A B C DE หรือ 4 3 2 1 0 เป็นต้น หรือในรูประดับคุณภาพ เช่น ผ่านยอดเยี่ยม, ผ่าน, ไม่ผ่าน หรือสอบได้, สอบตก เป็นต้น

2.4.7.5 จัดตำแหน่งหรือจัดประเภท การประเมินผลเพื่อการจัดตำแหน่งหรือจัดประเภทเป็นการนำผลที่ได้จากการวัดมาเปรียบเทียบกับจัดอันดับความสามารถของผู้สอบในกลุ่มเดียวกันเพื่อจะตอบว่ามีความรู้ความสามารถอยู่ในระดับใดของกลุ่ม เช่น เก่ง ปานกลาง หย่อน

2.4.7.6 ตรวจสอบพัฒนาการของผู้เรียน การตรวจสอบพัฒนาการของผู้เรียน เป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนมีพัฒนาการหรือเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นหรือไม่ โดยเปรียบเทียบผู้เรียนคนเดียวหรือกลุ่มเดียวกันในระยะเวลาที่ต่างกัน เช่น ก่อนเรียนกับหลังเรียน

2.4.7.7 พยากรณ์หรือทำนาย การพยากรณ์เป็นการนำผลจากการวัดผลในปัจจุบันไปทำนายอนาคตว่าผู้เรียนจะเรียนสำเร็จหรือไม่ ในอนาคตควรจะเรียนอะไร มักนำไปใช้กับการแนะแนวหรือสอบคัดเลือกเพื่อศึกษาต่อ อาจใช้ผลการเรียนในอดีต หรือผลการสอบจากแบบทดสอบความถนัด (Aptitude Test) ทำนายก็ได้

2.4.7.8 ประเมินค่า การประเมินค่าเป็นการประเมินคุณภาพการศึกษาในภาพรวม เช่น ดูความเหมาะสมของหลักสูตรสถานศึกษา ดูการบริหารจัดการในโรงเรียนว่าเหมาะสมหรือไม่ ข้อมูลที่ได้จากการประเมินนี้เป็นประโยชน์สำหรับผู้บริหาร เพื่อใช้วางแผนพัฒนาคุณภาพการศึกษา

2.4.7.9 เพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียน การประเมินผลโดยเฉพาะการประเมินผลระหว่างเรียนสามารถนำมาใช้เพิ่มประสิทธิภาพการเรียนให้สูงขึ้น โดยนำผลการประเมินแจ้งให้ผู้เรียนทราบเพื่อรู้หรือกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น อาจใช้วิธีซักถามหรือกำหนดปัญหาให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้เพิ่มเติม

2.4.8 ประโยชน์ของการวัดและประเมินผล

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวัดและประเมินผลนั้นจะคํามากน้อยเพียงใด เป็นสิ่งที่ผู้เกี่ยวข้องต้องคำนึงถึง ถ้าพิจารณาถึงประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากกระบวนการดังกล่าว แยกพิจารณาว่าเป็นประโยชน์แก่ใครหรือกิจการใดบ้าง ดังนี้ ภัทรา (2540)

2.4.8.1 ประโยชน์ต่อตัวผู้เรียน

- 1) ทำให้ผู้เรียนทราบจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนการสอนที่ชัดเจน
- 2) ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนเพิ่มขึ้น เพื่อให้ได้ผลการวัดและประเมินดีขึ้น
- 3) ช่วยสร้างนิสัยในการใฝ่รู้ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน เมื่อไม่สามารถตอบคำถามหรือตอบแบบทดสอบได้ ผู้เรียนจะไปศึกษาเพิ่มเติมก่อให้เกิดนิสัยการใฝ่ ใฝ่เรียนมากขึ้น
- 4) ทำให้ทราบถึงสถ ภาพทางการเรียนของตนเองว่ามีจุดเด่น จุดอ่อนในเรื่องใด ควรได้รับการปรับปรุงอย่างไร

2.4.8.2 ประโยชน์ต่อครู โดยทั่วไปมักเข้าใจว่า การวัดและประเมินผลเป็นการตรวจสอบและตัดสินเกี่ยวกับผลการเรียนของผู้เรียนเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงแล้ว การวัดและประเมินผล ยังเป็นข้อมูลบอกถึงการสอนของครูอีกส่วนหนึ่งด้วย เพราะผลการวัดและประเมินผลที่ได้รับเกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับครูเป็นสำคัญ หากได้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจข้อบกพร่องไม่ได้เกิดขึ้นจากผู้เรียนฝ่ายเดียว กิจกรรมการสอน จุดมุ่งหมายของการสอน ตลอดจนเทคนิควิธี สอนของครูก็อาจผิดพลาดบกพร่องด้วยก็ได้ การวัดและประเมินผลการเรียน จึงเป็นการวัดและประเมินผลการสอนของครูในขณะเดียวกันด้วย ดังนั้นประโยชน์ของการวัดและประเมินผลทางการศึกษาต่อครู ดังนี้

- 1) ทราบข้อมูลเบื้องต้นในด้านต่าง ๆ ของผู้เรียน
- 2) ทราบถึงผลการสอนของครูว่ามีประสิทธิผลมากน้อยเพียงไร
- 3) ทำให้ครูได้ข้อมูลในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการสอน หรือการกำหนดจุดมุ่งหมายในการสอนที่เหมาะสมต่อไป
- 4) ช่วยให้ครูกำหนดเทคนิควิธีสอนที่เหมาะสมให้แก่ผู้เรียนเป็นรายบุคคล กรณีที่ประสงค์จะสอนเพิ่มเติมหรือสอนซ่อมเสริม

2.4.8.3 ประโยชน์ต่อผู้ปกครองผู้เรียน ผู้ปกครองผู้เรียนที่ส่งบุตรหลานเข้ามาศึกษาในสถานศึกษานั้น ต้องการทราบถึงพัฒนาการหรือความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียนในความปกครองเป็นระยะๆ และต้องการทราบถึงสมรรถภาพในการเรียนของผู้เรียนด้วย การวัดและการประเมินผลจะเป็นข้อมูลที่บ่งบอกรายการดังกล่าวได้เป็นอย่างดี ผลการวัดและการประเมินผลการศึกษาจึงต้องให้ผู้ปกครองผู้เรียนทราบด้วย เพื่อที่ผู้ปกครองผู้เรียนจะได้ใช้เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจเกี่ยวกับการศึกษาของผู้เรียนต่อไป

2.4.8.4 ประโยชน์ต่องานแนะแนว งานแนะแนวในโรงเรียนเป็นงานที่มีความสำคัญงานหนึ่ง เพราะผู้เรียนต้องการได้รับคำแนะนำหรือข้อชี้แนะเกี่ยวกับการเลือกอาชีพ การศึกษาต่อ และปัญหาส่วนตัวที่ประสบอยู่สถานศึกษาทุกแห่งจึงมีหน่วยงานบริการแนะแนว ที่ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้แสวงหาแนวทางแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง ในการจัดดำเนินการแนะแนวให้มีประสิทธิภาพ ข้อมูลเกี่ยวกับตัวผู้เรียนเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องมียุ่อย่างครบถ้วนและถูกต้องตามการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเป็นจริงข้อมูลเหล่านี้จะได้มาจากกระบวนการของการวัดผลและประเมินผล เช่น การวัดเจตคติ การวัดความสนใจ การวัดบุคลิกภาพ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวัดความถนัด เป็นต้น

2.4.8.5 ประโยชน์ต่อการบริหารการศึกษา การวัดและประเมินผล นอกจากเป็นประโยชน์ในด้านการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนแล้ว ผลการประเมินโดยภาพรวมของสถานศึกษานั้น ๆ จะเป็นข้อมูลบอกถึง ประสิทธิภาพในการจัดและการบริหารการศึกษาอีกด้วย นอกจากนี้ในระบบการบริหารการศึกษา ยังมีความจำเป็นต้องใช้การวัดและประเมินผล เพื่อเป็นเครื่องมือการดำเนินกิจกรรมหลาย ๆ ด้าน เช่น การคัดเลือกบุคลากรในตำแหน่งหน้าที่ต่าง ๆ การสอบคัดเลือก การจัดแยกประเภทผู้เรียน และการประเมินผลการปฏิบัติงาน เป็นต้น

2.4.8.6 ประโยชน์ในการวิจัยการศึกษา ข้อมูลทางการศึกษาที่ได้จากการวัดและประเมินผลด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านผู้เรียน ครู ผู้บริหาร บุคลากรในสถานศึกษา งบประมาณ ระบบการบริหาร การจัดการ และอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ นั้นจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สามารถนำไปใช้ในการศึกษา และวิเคราะห์เพื่อศึกษาวิจัยในประเด็นข้อสงสัยต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี การวัดผลและประเมินผล จึงต้องดำเนินการให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ตรง (Validity) และเชื่อถือได้ (Reliability) เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้พัฒนาระบบการศึกษาได้อย่างแท้จริง

2.4.8.6 ความรู้และความสนใจใฝ่รู้ในหลักวิชาการวัดผลและประเมินผล เนื่องจากการวัดผลและประเมินผลเป็นวิชาชีพที่มีวิทยาการเกิดขึ้นใหม่ ๆ เสมอผู้ทำหน้าที่วัดผลและประเมินผลจำเป็นต้องสนใจใฝ่รู้เกี่ยวกับองค์ความรู้ทางด้านการวัดผลและประเมินผล เพื่อพัฒนางานและวิชาชีพของตนเองให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.4.9 คุณลักษณะที่ดีของผู้ทำหน้าที่ด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา คุณภาพของการประเมินขึ้นอยู่กับผู้ทำหน้าที่ประเมินผลเป็นสำคัญ เพราะผู้ทำหน้าที่ประเมินผลเปรียบเสมือนผู้พิพากษาต้องตัดสินใจให้คุณให้โทษผู้ถูกประเมินหรือผู้เรียนหรือผู้เกี่ยวข้อง ดังนั้นผู้ทำหน้าที่ประเมินผลควรมีคุณลักษณะที่ดีและมีจรรยาบรรณในการวัดและประเมินผลดังนี้ พิชิต (2556)

2.4.9.1 ความยุติธรรม การประเมินผลเป็นกระบวนการที่ต้งการความยุติธรรมในทุกขั้นตอน ผลการวัดและการประเมินจึงจะเชื่อถือได้ ดังนั้นครูจึงต้งตัดสินใจด้วยความบริสุทธิ์ยุติธรรม เพื่อให้ผลการประเมินสะท้อนคุณภาพผู้เรียนได้อย่างแท้จริง

2.4.9.2 ความซื่อสัตย์ ผู้ทำหน้าที่วัดผลและประเมินผลต้องมีความซื่อสัตย์ไม่นำความรู้ความสามารถของตนไปใช้ในทางทุจริตหรือเกิดผลเสียต่อหน้าที่ เช่น บอกละเลย สอบ เปลี่ยนแปลงคะแนน หรือผลการเรียนโดยไม่ยึดหลักวิชา เป็นต้น

2.4.9.3 ความรับผิดชอบ ผู้ทำหน้าที่วัดผลและประเมินผลต้องทำงานสำเร็จให้ทันตามกำหนดเวลา เช่น การส่งข้อสอบการควบคุมการสอบให้เป็นไปตามระเบียบ และทางส่งผลการประเมินตามเวลาที่กำหนด

2.4.9.4 ความละเอียดรอบคอบ การวัดผลและประเมินผลเป็นงานที่ต้องใช้ความละเอียดรอบคอบในการวัดและการตัดสินใจ เพื่อให้ผลการวัดและประเมินผลมีความตรง และเชื่อถือได้มากที่สุด กิจกรรมที่จัดต้องการความละเอียดรอบคอบ ตั้งแต่การออกข้อสอบ การให้คะแนน การตรวจทานคะแนนการรวมคะแนน และการตัดเกรด เป็นต้น

2.4.9.5 ความอดทน ผู้ทำหน้าที่วัดผลและประเมินผลต้องมีความละเอียดรอบคอบอดทน พุ่มเทกำลังใจ กำลังใจ และกำลังสติปัญญา เพื่อให้งานบรรลุเป้าหมาย เช่น การประเมินผลผู้เรียนต้องใช้วิธีการที่หลากหลาย เพื่อให้ได้ข้อมูลตามสภาพที่แท้จริงและมีความครอบคลุม โดยวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อและการนำผลกาวัดและประเมินผลไปปรับปรุง และพัฒนาการเรียนการสอน เป็นต้น

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สังพันธ์ (2565) ได้พัฒนาชุดทดลองวงจรควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่เปิดและปิดหลอดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อหาประสิทธิภาพและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษามีต่อชุดทดลอง พบว่าชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.69/83.47 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักศึกษามีความพึงพอใจต่อชุดทดลองอยู่ในระดับมากที่สุด ข้อสรุป การใช้สื่อการสอนที่พัฒนาขึ้น ช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ และทักษะการปฏิบัติให้ดีขึ้น

สรารุณ (2564) ได้มีการศึกษาการแก้ปัญหาการจัดการความร้อนในแบตเตอรี่ลิเทียมสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า ด้วยวิธีการออกแบบระบบระบายความร้อนแบบต่าง ๆ เช่น โดยการใช้อากาศ ของเหลว รวมถึงการใช้ระบบผสมระหว่างอากาศร่วมกับของเหลวเป็นสารหล่อเย็น ซึ่งระบบการหล่อเย็นจะมีรูปแบบหรือลักษณะแตกต่างกัน ผลที่ได้ระบบหล่อเย็นโดยใช้ของเหลวเป็นสารหล่อเย็นมีประสิทธิภาพดีสุด แต่อย่างไรก็ตามระบบระบายความร้อนทั้ง 3 แบบนั้นสามารถรักษาอุณหภูมิให้อยู่ในอุณหภูมิสูงสุดไม่เกิน 40 องศาเซลเซียสได้ และสามารถนำระบบที่ปรับปรุงไปใช้ในรถยนต์ไฟฟ้าเพื่อยืดอายุการใช้งานและเพิ่มความปลอดภัยได้อีกด้วย

กฤตยชญ์ (2563) ได้นำเสนอเกี่ยวกับการประมาณสถานะแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนที่มีความแม่นยำโดยใช้ตัวกรองคาลมานแบบไม่เป็นเชิงเส้น ประโยชน์ของการประมาณสถานะที่แม่นยำคือทำให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น มีประสิทธิภาพและช่วยในการวางแผนการชาร์จและการเดินทางที่เหมาะสมที่สุดสำหรับผู้ใช้งาน การประมาณสถานะแบตเตอรี่นั้นมียุ่สามขั้นตอน ซึ่งเริ่มต้นจาก การหาแรงดันไฟฟ้าเปิดวงจรและคุณสมบัติของสถานะประจุด้วยการชาร์จและดิสชาร์จที่กระแสดำ ๆ จากนั้นคือการหาแบบจำลองของวงสมมูลของแบตเตอรี่โดยใช้เทคนิค state-space ของ system identification และสุดท้ายคือการประมาณสถานะประจุโดยใช้ตัวกรองคาลมานแบบไม่เป็นเชิงเส้นที่ใช้พารามิเตอร์จากขั้นตอนก่อนหน้านี้ ในปฏิญญาพนธ์ฉบับนี้การประมาณสถานะประจุของแบตเตอรี่แบบเรียลไทม์จะดำเนินการผ่านโปรแกรม MATLAB จึงแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของเซลล์แบตเตอรี่จะถูกตรวจวัดผ่าน LTC6813-1 ที่อยู่ภายในบอร์ดสาธิต DC2350B และจากผลการทดลองในกรณีที่มีข้อผิดพลาดของการเริ่มต้นในการวัดกระแส จะเห็นได้ว่าตัวกรองคาลมานแบบไม่เป็นเชิงเส้นมีการประมาณสถานะประจุที่แม่นยำเหนือกว่าเทคนิคตัวนับคูลอมบ์แบบดั้งเดิม

ศรายุทธ (2563) ได้ศึกษาการพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพแบตเตอรี่รถไฟฟ้า 3 ล้อขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน และเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบตเตอรี่ระหว่างแบตเตอรี่ตะกั่วกรดกับแบตเตอรี่ พบว่า หลังพัฒนาชุดแบตเตอรี่ลิเทียม ไอออน ฟอสเฟต ติดตั้งรถไฟฟ้า 3 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักแบตเตอรี่ลดลง 15.61 กิโลกรัม หรือร้อยละ 59.02 ระยะเวลาการชาร์จลดลง 5 ชั่วโมง หรือร้อยละ 37.50 ทดสอบการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 3 ระดับ (ต่ำ ปานกลาง และสูง) เฉลี่ย 3 ครั้งในแต่ละระดับความเร็ว วัดระยะทาง ระยะเวลา และความเร็วสูงสุดของรถขณะวิ่ง โดยแบตเตอรี่ ลิเทียม ไอออน ฟอสเฟต มีประสิทธิภาพระยะทางการเคลื่อนที่ดีกว่าแบตเตอรี่ตะกั่วกรด ร้อยละ 19.60 33.63 และ 30.27 อีกทั้งยังมีรูปทรงและน้ำหนักของแบตเตอรี่ลดลง สามารถชาร์จได้มากกว่าถึง 2,000 รอบ ไม่มีการก่อตัวของสารเคมีภายใน ไม่มีไอกรดซึ่งเป็น สาเหตุของการติดไฟ ดูแลรักษาง่าย และวัสดุยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เป็นต้นแบบของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้า และยังมีส่วนช่วยร่วมรณรงค์การใช้นโยบายไฟฟ้าของประเทศอีกด้วย

วารางคณา (2562) ได้ศึกษาและพัฒนาชุดฝึกอบรมทักษะการปรึกษาเชิงจิตวิทยาเบื้องต้นสำหรับครูประจำชั้นระดับมัธยมศึกษาและศึกษาผลของการพัฒนาชุดฝึกอบรมซึ่งผู้วิจัยออกแบบการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ระยะได้แก่ระยะที่ 1การพัฒนาชุดฝึกอบรมฯ และระยะที่ 2 การศึกษาผลการพัฒนา ชุดฝึกอบรมฯ ผลการวิจัยในระยะที่ 1 พบว่าชุดฝึกอบรมประกอบด้วยเนื้อหา 3 ส่วน ได้แก่ (1) ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการดูแลช่วยเหลือนักเรียนด้วยการปรึกษาเชิงจิตวิทยาและ (2) การฝึกปฏิบัติทักษะการปรึกษา เชิงจิตวิทยาส่วนผลการวิจัยในระยะที่ 2พบว่า 1) ชุดฝึกมีค่าประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ (E1/E2)เท่ากับ 88.20/80.00 ซึ่งเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2) กลุ่มเป้าหมายมีร้อยละ

ความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ภายหลัง การเข้าร่วมการฝึกอบรมทักษะการปรึกษาเชิงจิตวิทยาเท่ากับ 45.00 3)กลุ่มเป้าหมายมีความพึงพอใจต่อชุดฝึกอบรมอยู่ในระดับมากที่สุด

น้ำฝน (2560) ได้ศึกษาและสร้างชุดฝึกทักษะการเรียกชื่อ โดยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีวิเคราะห์เนื้อหา พบว่า 1) ค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) ของชุดฝึกทักษะ เท่ากับ 96.85/93.48 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะมีคะแนน เฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) จำนวนนิสิตที่สอบได้คะแนน ตั้งแต่ร้อยละ 80-100 มีจำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 100 และ 4) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดฝึกทักษะการเรียกชื่อและเขียนสูตรโครงสร้างของสารอินทรีย์ อยู่ในระดับพึงพอใจมากโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 (S.D.=0.34)



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เทียบกับเกณฑ์ ในครั้งนี้เป็นการพัฒนาชุดประลองในรูปแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and development: R & D) สามารถแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม มีขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1.1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชางานไฟฟ้ารถยนต์

ขั้นที่ 1.2 ศึกษาแนวทางการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบและพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม มีขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 2.1 ออกแบบกระบวนการสร้างชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

ขั้นที่ 2.2 สร้างและพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

ขั้นที่ 2.3 ประเมินความเหมาะสมของชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

ขั้นตอนที่ 4 ใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

การดำเนินการวิจัยทั้ง 4 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังภาพที่ 3-1

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

วิธีการดำเนินการ	ผลลัพธ์
ขั้นที่ 1.1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ ขั้นที่ 1.2 ศึกษาแนวทางการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบและการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

วิธีการดำเนินการ	ผลลัพธ์
ขั้นที่ 2.1 ออกแบบกระบวนการสร้างชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ขั้นที่ 2.2 สร้างและพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ขั้นที่ 2.3 ประเมินความเหมาะสมของชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

วิธีการดำเนินการ	ผลลัพธ์
3.1 ทดลองใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

ขั้นตอนที่ 4 ใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

วิธีการดำเนินการ	ผลลัพธ์
4.1 ใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม มีขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1.1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล ได้แก่ รายงานการบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รายงานแบบบันทึกผลการเรียนและประเมินผลรายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์ และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ (ฉบับที่ 1) โดยมีประเด็นดังต่อไปนี้

ประเด็นที่ 1 สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์

ประเด็นที่ 2 ผลการเรียนและประเมินผลรายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์

ประเด็นที่ 3 แนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

ศึกษารายงานการบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รายงานแบบบันทึกผลการเรียนและประเมินผลรายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์ และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน

สร้างแบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชางานไฟฟ้ารถยนต์

นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและความสอดคล้องในแต่ละประเด็นของแบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชางานไฟฟ้ารถยนต์

ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ จัดพิมพ์และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษารายงานการบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชางานไฟฟ้า ทรยนต์ รายงานแบบบันทึกผลการเรียนและประเมินผลรายวิชางานไฟฟ้า ทรยนต์ และเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน แล้วทำการบันทึกลงในแบบบันทึกตาม ประเด็นที่กำหนดไว้ในช่วงเวลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ขั้นที่ 1.2 ศึกษาแนวทางการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม มี วิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล ได้แก่ เอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ การพัฒนาชุด ประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกแนวทางการพัฒนาชุดประลองระบบ การจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม (ฉบับที่ 2) มีประเด็นดังต่อไปนี้

ประเด็นที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการแบตเตอรี่ ลิเทียม

ประเด็นที่ 2 การสังเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมระบบ การจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

ประเด็นที่ 3 แนวทางการพัฒนาชุดประลอง

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ การพัฒนาชุดประลอง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

สร้างแบบบันทึกแนวทางการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการ แบตเตอรี่ลิเทียม

นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความ เหมาะสมด้านการใช้ภาษาและความสอดคล้องในแต่ละประเด็นของแบบบันทึกการศึกษาข้อมูล ที่ เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ จัดพิมพ์และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษา เอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมแล้วทำการบันทึกลงในแบบบันทึกตามประเด็นที่กำหนดไว้ในช่วงเวลาภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบและพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

การออกแบบและพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม มีขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 2.1 ออกแบบกระบวนการสร้างชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม
มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล ได้แก่ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม (ข้อมูลในขั้นตอนที่ 1) และแนวคิดหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

แบบบันทึกการสร้างและการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม (ฉบับที่ 3)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ฉบับที่ 4)

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบบันทึกการออกแบบการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม (ฉบับที่ 3) มีขั้นตอนดังนี้

ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการสร้างและการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม และหลักการสร้างแบบบันทึก

สร้างแบบบันทึกตามกรอบองค์ประกอบของการสร้างและการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและความสอดคล้องในแต่ละประเด็นของแบบบันทึกการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์
จัดพิมพ์และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลช่วงเวลา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม
(ฉบับที่ 4)

วิเคราะห์หลักสูตรเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ โดยสร้างตาราง วิเคราะห์หลัก
สูตรระบุจุดประสงค์ของแบบวัดภาคปฏิบัติ สมรรถนะรายวิชา คำอธิบายรายวิชา หน่วยการเรียนรู้
จำนวนชั่วโมง และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ของระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม (ขั้นตอนที่ 1 ขั้นที่
1.1-1.2)

คัดเลือกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ปฏิบัติ) ที่ต้องวัดภาคปฏิบัติ โดยใช้
หลักการคัดเลือกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (ปฏิบัติ) ที่สำคัญเป็นหลักโดยการสร้างแผนผังการสร้าง
แบบวัดภาคปฏิบัติ (Test Blueprint)

วิเคราะห์งานเพื่อกำหนดกิจกรรมที่จะวัดภาคปฏิบัติ จะประกอบไปด้วย
งานที่ใช้วัดสอบภาคปฏิบัติ น้ำหนัก และเวลา (ชั่วโมง) ในแต่ละงานที่จะเกิดขึ้น สิ่งที่ต้องพิจารณาหนึ่ง
งานอาจจะวัดได้หลายจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ก็สามารถทำได้

กำหนดวิธีการวัดและชนิดของเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ ในการใช้ชุด
ประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการวัดและตรวจสอบ
การทำงานของแบตเตอรี่และระบบการจัดการแบตเตอรี่ (BMS) เพื่อให้แน่ใจว่าแบตเตอรี่ทำงานได้
อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

1) การวัดค่าความต้านทาน เครื่องมือหลักที่ใช้ในการวัดค่าความ
ต้านทาน คือ มัลติมิเตอร์ (Multimeter) ซึ่งใช้เพื่อวัดความต้านทานของแบตเตอรี่และวงจรต่างๆ เมื่อ
วัดค่าเหล่านี้ จะช่วยตรวจสอบว่าแบตเตอรี่หรือวงจรมีความสมบูรณ์

2) การวัดแรงดัน ในการวัดแรงดันของแบตเตอรี่ เราจะใช้ มัลติ
มิเตอร์ หรือ เครื่องวัดแรงดัน (Voltage Meter) เพื่อดูระดับพลังงานของแบตเตอรี่ ซึ่งจะบ่งชี้ว่า
แบตเตอรี่ยังสามารถจ่ายพลังงานได้หรือไม่ การตรวจสอบแรงดันถือเป็นขั้นตอนสำคัญในการ
ประเมินสถานะของแบตเตอรี่

3) การต่อวงจร BMS การติดตั้งและทดสอบวงจร BMS ใช้ มัลติ
มิเตอร์ ในการตรวจสอบการเชื่อมต่อและตรวจวัดค่าต่างๆ ในวงจร BMS เช่น แรงดันที่เซลล์แบตเตอรี่
และกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวงจร เพื่อให้แน่ใจว่าระบบการจัดการแบตเตอรี่ทำงานได้ถูกต้อง

สร้างเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ ประกอบไปด้วย 1) ใบสังเกตพฤติกรรม 2) ใบมอบหมาย
งาน 3) ใบงาน 4) แบบเก็บข้อมูลโดยการสังเกตการณ์

ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ดังรายชื่อต่อไปนี้

- | | |
|----------------------------|--|
| 1. นายเปี่ยมศิลป์ ทองทิพย์ | ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคกระบี่ |
| 2. นายสมโภชน์ นันทโย | ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคพังงา |
| 3. นายประวิติ อินทแย้ม | ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคพังงา |
| 4. นายจิรินทร์ ลั่นศรี | ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคพังงา |
| 5. นายพัฒนา หมั่นศรี | ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคตรัง |

3) วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างจุดพิจารณากับประเด็นการประเมิน (Index of item Objective Congruence: IOC)

4) ผู้วิจัยพิจารณาเกณฑ์การประเมินที่มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงาน เรื่องระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

5) นำแบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงาน เรื่องระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ไปทดลองใช้ (Implement) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน

6) นำแบบสังเกตตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ เป็นการตรวจสอบความสามารถของเครื่องมือประเมินทักษะการปฏิบัติที่ให้ผลการวัดสอดคล้องกับเครื่องมือเกณฑ์ที่จะวัดทักษะการปฏิบัติ นั้น ๆ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement index: RAI) เป็นวิธีที่ใช้ประเมินระดับความเห็นพ้องของผู้ประเมินหลายคนที่ให้คะแนนรายการเดียวกัน ดังสมการที่ (3-1)

$$RAI = 1 - \frac{\sum_{k=1}^k |R_{1k} - R_{2k}|}{K(I-1)} \quad (3-1)$$

เมื่อ

RAI	คือ	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน
R_{1k}	คือ	คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 1 ในพฤติกรรมที่ k ($k=1,2,3...k$)
R_{2k}	คือ	คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 2 ในพฤติกรรมที่ k ($k=1,2,3...k$)
K	คือ	จำนวนของพฤติกรรมบ่งชี้ทั้งหมด
I	คือ	จำนวนคะแนนทั้งหมดที่เป็นไปได้ (ตามเกณฑ์การให้คะแนน)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังรายละเอียดต่อไปนี้

ติดต่อยื่นคำร้องขออนุมัติหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัยด้านต่าง ๆ จากงานบริหารวิชาการ ของภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

นำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัยส่งให้ผู้บริหารของวิทยาลัยต่าง ๆ เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

ดำเนินการขอความอนุเคราะห์จากสถานศึกษา เพื่อขออนุญาตในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

เก็บข้อมูลกับกลุ่มทดลองที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และปรับปรุง และจัดทำเครื่องมือฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ขั้นที่ 2.2 สร้างและพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล ได้แก่ เอกสารที่ได้จากการสังเคราะห์ใน ขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่

2 ขั้นที่ 2.1

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม (ฉบับที่ 5)

คู่มือการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม (ฉบับที่ 6)

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

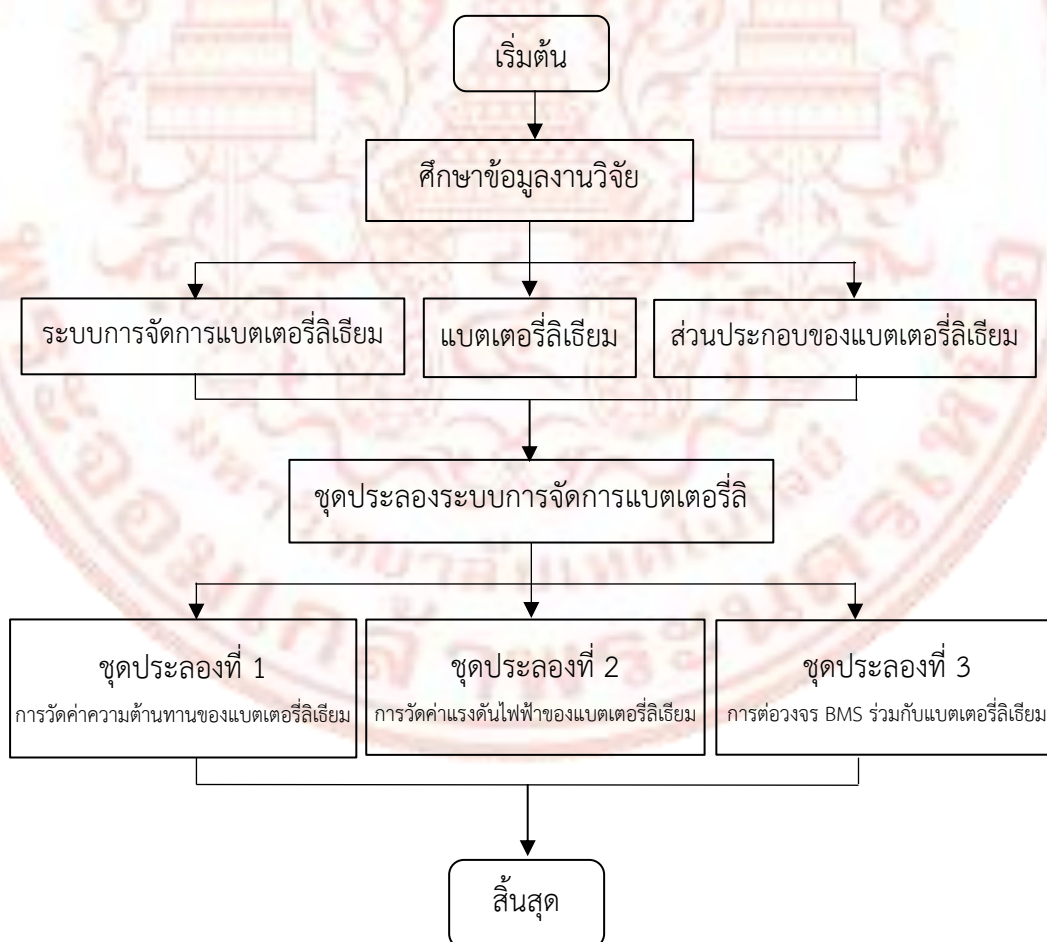
ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม (ฉบับที่ 5)

1) ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม การสร้างและพัฒนาชุดประลองเรื่องระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 ขั้นที่ 2.1

2) กำหนดขอบเขตข้อจำกัดของการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

3) รวบรวมข้อมูลโดยการศึกษาข้อมูลเกี่ยวข้อง เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง บทความ ตำราเอกสารต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ประกอบการออกแบบการสร้างชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ซึ่งประกอบไปด้วย ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม (BMS) กระบวนการทำงานของแบตเตอรี่ลิเทียม และวิธีการบำรุงรักษาแบตเตอรี่ลิเทียม

4) ทำการออกแบบร่างเพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการสร้างชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการดำเนินการสร้างชุดประลอง

5) ดำเนินการสร้างชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ประกอบด้วย 3 ชุดประลอง คือ การวัดค่าความต้านทานของแบตเตอรี่ลิเทียม การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลิเทียม การต่อวงจร BMS ร่วมกับแบตเตอรี่ลิเทียม โดยชุดประลองทั้ง 3 ได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ

ชุดประลองที่ 1 การวัดค่าความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ลิเทียม เป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพและอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ โดยใช้มัลติมิเตอร์วัดหาความต้านทานของแบตเตอรี่ลิเทียม ถ้าค่าที่ได้ต่ำ หมายถึงแบตเตอรี่ยังดี แต่ถ้าค่าสูง แสดงว่าแบตเตอรี่อาจเสื่อม ควรตรวจสอบและเปลี่ยนใหม่ การวัดต้องทำอย่างระมัดระวังเพื่อความปลอดภัยและแม่นยำ โดยมีขั้นตอน แสดงดังภาพที่ 3-3 ถึง 3-9

1) เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย ชุดฝึกทักษะระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม แบตเตอรี่ลิเทียม Li-ion จำนวน 20 เซลล์ (3.7V ต่อเซลล์) มัลติมิเตอร์ดิจิทัล สายเชื่อมต่อถุงมือป้องกันไฟฟ้า



ภาพที่ 3-3 เครื่องมือและอุปกรณ์

2) ตั้งค่ามัลติมิเตอร์ในโหมดวัดความต้านทาน (Resistance Mode)



ภาพที่ 3-4 ตั้งค่ามัลติมิเตอร์

3) เชื่อมต่อสายวัดเข้ากับมัลติมิเตอร์เพื่อวัดขั้วของแบตเตอรี่



ภาพที่ 3-5 ต่อสายวัดเข้ากับมัลติมิเตอร์

4) วัดหาค่าความต้านทานโดยนำสายวัด



ภาพที่ 3-6 วัดหาค่าความต้านทาน

5) อ่านค่าความต้านทานที่แสดงผลบนมัลติมิเตอร์และจดบันทึกค่า



เซลล์แบตเตอรี่	ค่าความต้านทาน (m Ohm)
1	
2	
3	
4	
5	

ภาพที่ 3-7 อ่านค่าความต้านทาน

6) ทำการวัดซ้ำ 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย



ภาพที่ 3-8 วัดซ้ำ 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย

7) วิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าความต้านทานที่วัดได้กับค่ามาตรฐาน

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาพที่ 3-9 วิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าความต้านทาน

8) เก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน

ชุดทดลองที่ 2 การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลิเทียม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่แบตเตอรี่ลิเทียมสามารถจ่ายออกมาได้ และใช้ในการประเมินสภาพของแบตเตอรี่ในสถานการณ์การใช้งานจริง โดยมีขั้นตอน แสดงดังภาพที่ 3-10 ถึง 3-15

1) เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย ชุดฝึกทักษะระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม แบตเตอรี่ลิเทียม Li-ion จำนวน 20 เซลล์ (3.7V ต่อเซลล์) มัลติมิเตอร์ดิจิทัล สายเชื่อมต่อถุงมือป้องกันไฟฟ้า

2) ตั้งค่ามัลติมิเตอร์ในโหมดวัดแรงดันไฟฟ้า (DC Voltage Mode)



ภาพที่ 3-10 ตั้งค่ามัลติมิเตอร์

3) เชื่อมต่อสายวัดเข้ากับมัลติมิเตอร์เพื่อวัดค่าของแบตเตอรี่



ภาพที่ 3-11 ต่อสายวัดเข้ากับมัลติมิเตอร์

4) วัดค่าแรงดันโดยนำสายวัดมัลติมิเตอร์ต่อเข้ากับขั้วบวกและขั้วลบของแบตเตอรี่



ภาพที่ 3-12 วัดค่าแรงดันไฟฟ้า

5) อ่านค่าแรงดันไฟฟ้าจากหน้าจอมัลติมิเตอร์และจดบันทึกค่า



เซลล์แบตเตอรี่	ค่าแรงดันไฟฟ้า (V)
1	
2	
3	
4	
5	

ภาพที่ 3-13 อ่านค่าแรงดันไฟฟ้า

6) ทำการวัดซ้ำ 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย



เซลล์แบตเตอรี่	ค่าแรงดันไฟฟ้า (V)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1			
2			
3			
4			
5			

ภาพที่ 3-14 วัดซ้ำ 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย

7) เปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไว้ของแบตเตอรี่

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาพที่ 3-15 เปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับแรงดันไฟฟ้า

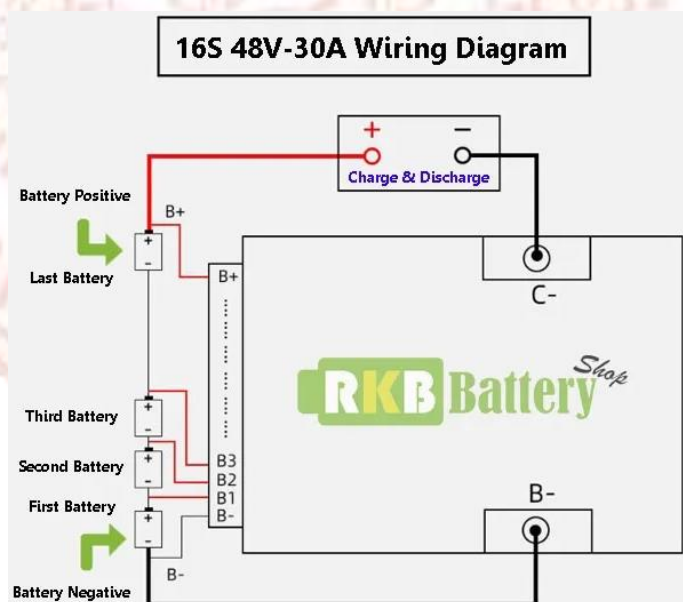
8) เก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน

ชุดประลองที่ 3 การต่อวงจร BMS ร่วมกับแบตเตอรี่ลิเทียม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมต่อวงจร BMS (Battery Management System) ร่วมกับแบตเตอรี่ลิเทียม และเข้าใจถึงวิธีการทำงานของระบบ

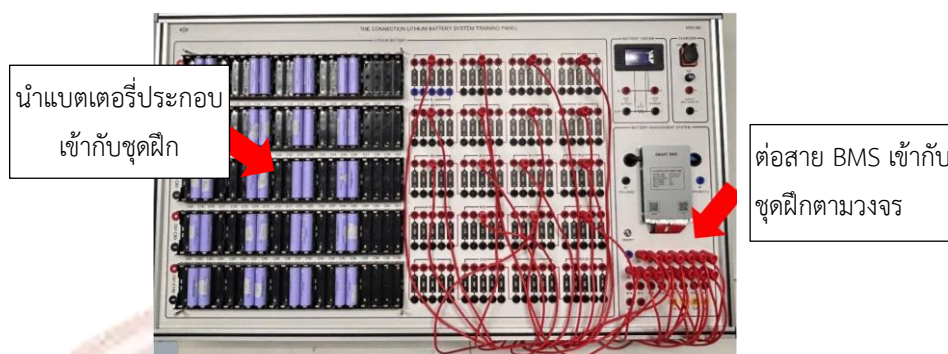
BMS ในการควบคุมการชาร์จและการจ่ายพลังงานจากแบตเตอรี่ โดยมีขั้นตอน แสดงดังภาพที่ 3-8 ถึง 3-12

1) เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย ชุดฝึกทักษะระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม แบตเตอรี่ลิเทียม Li-ion จำนวน 20 เซลล์ (3.7V ต่อเซลล์) มัลติมิเตอร์ดิจิทัล สายเชื่อมต่อ ถุงมือ ป้องกันไฟฟ้า

การต่อวงจร BMS ร่วมกับแบตเตอรี่ลิเทียม จะต้องเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อม รวมถึงแบตเตอรี่ลิเทียม ชุด BMS สายไฟ และเครื่องมือ เริ่มจากการนำแบตเตอรี่ที่เตรียมไว้ต่อเข้ากับชุดฝึกทักษะให้ถูกตำแหน่ง เพื่อให้ง่ายต่อการทดสอบระบบ และต่อสาย B- ของ BMS เข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ จากนั้นต่อสายบาลานซ์จาก BMS ไปยังขั้วแบตเตอรี่แต่ละเซลล์ตามลำดับให้ถูกต้อง หลังจากต่อสายตามวงจรครบถ้วนแล้ว ใช้แอปพลิเคชันที่รองรับ BMS เพื่อตรวจสอบการทำงาน เช่น ดูค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และอุณหภูมิของแบตเตอรี่ หากพบค่าผิดปกติให้ตรวจสอบการต่อวงจรและแก้ไขให้เป็นปกติ เมื่อระบบทำงานได้ปกติแล้ว จดบันทึกผลการทดสอบและวิเคราะห์การทำงานของระบบ BMS ให้เก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ให้เรียบร้อย รวมถึงทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน เพื่อความปลอดภัย และเตรียมความพร้อมสำหรับการใช้งานในครั้งต่อไป นักเรียนควรปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างละเอียดและระมัดระวังเพื่อให้เกิดความปลอดภัยสูงสุดในการทำงาน แสดงดังภาพที่ 3-16 ถึง 3-19



ภาพที่ 3-16 วงจรการต่อ BMS เข้ากับแบตเตอรี่



ภาพที่ 3-17 ต่อ BMS เข้ากับแบตเตอรี่ในชุดฝึกทักษะ

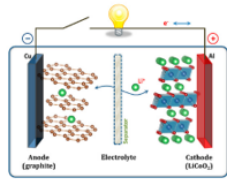


ภาพที่ 3-18 ตรวจสอบการทำงานของระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม ผ่านแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 3-19 เก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน

ใบเนื้อหา เป็นเอกสารที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลหรือสาระสำคัญของบทเรียนเรื่อง ของระบบ การจัดการแบตเตอรี่ (BMS) หลักการทำงานของแบตเตอรี่ลิเธียม ชนิดของแบตเตอรี่ลิเธียม การวัด ค่าทางไฟฟ้าของแบตเตอรี่ และวิธีการเชื่อมต่อวงจรแบตเตอรี่ เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้เรียนสามารถนำ ความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการซ่อมบำรุงและพัฒนาระบบแบตเตอรี่ลิเธียมได้ แสดงดังภาพที่ 3-20

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ใบเนื้อหา	1/7
ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม Battery Management System (BMS) นี้จึงเป็นหัวใจสำคัญในแบตเตอรี่ลิเทียม โดยเฉพาะในการใช้งานที่ต้องการความปลอดภัยสูง เช่น ยานยนต์ไฟฟ้า ข้อดีของ BMS คือช่วยป้องกันปัญหาที่อาจเกิดจากการใช้งานแบตเตอรี่ผิดวิธี และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่อีกด้วย 		
ระบบการจัดการแบตเตอรี่ (BMS) เป็นระบบการจัดการแบตเตอรี่ที่ทำหน้าที่ควบคุม และป้องกันการทำงานของแบตเตอรี่ลิเทียมเพื่อให้แบตเตอรี่ทำงานได้อย่างปลอดภัย มีประสิทธิภาพ และมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน โดยทั่วไป BMS จะประกอบด้วยหลายฟังก์ชันที่สำคัญ		
รูปที่ 1 ระบบการจัดการแบตเตอรี่ (BMS) 		
หลักการทำงานของแบตเตอรี่ลิเทียม แบตเตอรี่จะทำงานโดยอาศัยกระบวนการเคมีไฟฟ้า (Electrochemical Reactions) ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์แบตเตอรี่ ซึ่งมีการเคลื่อนที่ของไอออนลิเทียมระหว่างขั้วบวก (Cathode) และขั้วลบ (Anode) ผ่านอิเล็กโทรไลต์ในระหว่างการชาร์จและคายประจุ		
รูปที่ 2 แผนภาพเซลล์แบตเตอรี่ลิเทียม		
การพัฒนาชุดประกอบ		ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล

ภาพที่ 3-20 ใบเนื้อหา

ใบคู่มือ สำหรับครูผู้สอนสามารถใช้เป็นเครื่องมือช่วยสอน ทั้งในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ โดยมี กิจกรรมของผู้สอน กิจกรรมของผู้เรียน ขั้นตอนการปฏิบัติ และการประเมินผล ที่สามารถวัดผล ทักษะของนักเรียนได้ แสดงดังภาพที่ 3-21

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
	เรื่อง : งานบริการระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	คู่มือครู 1/7
คู่มือครูสำหรับชุดประลอง เรื่อง งานบริการระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ให้เนื้อหาภาคทฤษฎีและ ภาคปฏิบัติการฝึกทักษะ เรื่องงานบริการระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ดังนี้ 1. ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการสร้างแรงจูงใจ (Motivation) เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและกระตุ้นความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ โดยสามารถใช้วิธีการต่างๆ เพื่อกระตุ้นความสนใจและเชื่อมโยงกับเนื้อหาเรื่องความสำคัญของแบตเตอรี่ลิเทียม 1.1 กิจกรรมของผู้สอน - บรรยายกรณีศึกษาของรถยนต์ไฟฟ้าที่แบตเตอรี่ทำงานผิดพลาดหรือประสิทธิภาพลดลง เนื่องจากการวัดค่าความต้านทาน ค่าแรงดันหรือการต่อวงจร BMS ที่ไม่ถูกต้อง - บรรยายความสำคัญของแบตเตอรี่ลิเทียม ชนิดและหน้าที่ของแบตเตอรี่ลิเทียม - ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความคิด เช่น การวัดค่าแรงดันหรือความต้านทานของแบตเตอรี่ไม่ถูกต้อง จะมีผลกระทบต่อบทบาท BMS และการทำงานของยานยนต์ไฟฟ้าอย่างไร - ให้คำแนะนำกิจกรรมความสำคัญของแบตเตอรี่ลิเทียม ชนิดและหน้าที่ของแบตเตอรี่ลิเทียม 1.2 กิจกรรมของผู้เรียน - ศึกษาความสำคัญของแบตเตอรี่ลิเทียม ชนิดและหน้าที่ของแบตเตอรี่ลิเทียม - ร่วมแสดงความคิดเห็นและแยกแยะปัญหาที่อาจเกิดขึ้นหากการวัดค่าความต้านทาน ค่าแรงดันหรือการต่อวงจร BMS ไม่ถูกต้อง - แบ่งปันประสบการณ์การใช้งานแบตเตอรี่ลิเทียมในชีวิตจริงหรือจากการเรียนรู้ก่อนหน้านี้ - กิจกรรมความสำคัญของแบตเตอรี่ลิเทียม ชนิดและหน้าที่ของแบตเตอรี่ลิเทียม ใช้เวลา 60 นาที		
การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข	
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรวดี ยะนิล	

ภาพที่ 3-21 ใบคู่มือ

ใบมอบหมายงาน เป็นเอกสารที่ใช้ในการกำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงานหรือกิจกรรมในการเรียนการสอน และสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการทดสอบภาคปฏิบัติ โดยมี กิจกรรมการเรียนรู้ภาคปฏิบัติ เรื่องการวัดค่าความต้านทานภายในแบตเตอรี่ลิเทียม การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าภายในแบตเตอรี่ลิเทียม และการต่อวงจร (BMS) ร่วมกับแบตเตอรี่ลิเทียม แสดงดังภาพที่ 3-22

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)		วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม		ใบแจ้งผลการตัดสิน		
	หัวข้อ : การวัดค่าความต้านทานของแบตเตอรี่ลิเธียม		1/3		
แนวทางการพิจารณาการประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียน แบบ Rubric score					
จุดพิจารณา		ระดับการปฏิบัติงาน			
ขั้นพื้นฐานการปฏิบัติ		3	2	1	0
1) การตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือค่าความต้านทาน ประกอบคือ 1) มีสติและใจเย็นหรือสมาธิ 2) ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างถูกต้อง 3) แบตเตอรี่ลิเธียม 4) แบตเตอรี่เก่า ความต้านทาน		☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อ คือ 1) มีสติและใจเย็น 2) ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างถูกต้อง 3) แบตเตอรี่ลิเธียม 4) แบตเตอรี่เก่าครบถ้วน	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 3 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
2) ตรวจสอบแบตเตอรี่อยู่ในสภาพที่ปลอดภัย ประกอบคือ 1) ตรวจสอบหรือตรวจสอบแบตเตอรี่ที่หมดอายุหรือแบตเตอรี่ที่ชำรุดเสียหาย 2) ตรวจสอบหรือตรวจสอบแบตเตอรี่ที่หมดอายุหรือแบตเตอรี่ที่ชำรุดเสียหาย 3) ตรวจสอบหรือตรวจสอบแบตเตอรี่ที่หมดอายุหรือแบตเตอรี่ที่ชำรุดเสียหาย 4) ตรวจสอบหรือตรวจสอบแบตเตอรี่ที่หมดอายุหรือแบตเตอรี่ที่ชำรุดเสียหาย		☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อ คือ 1) ตรวจสอบหรือตรวจสอบแบตเตอรี่ที่หมดอายุหรือแบตเตอรี่ที่ชำรุดเสียหาย 2) ตรวจสอบหรือตรวจสอบแบตเตอรี่ที่หมดอายุหรือแบตเตอรี่ที่ชำรุดเสียหาย 3) ตรวจสอบหรือตรวจสอบแบตเตอรี่ที่หมดอายุหรือแบตเตอรี่ที่ชำรุดเสียหาย	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
3) การตรวจสอบอายุของแบตเตอรี่ในสภาพที่ปลอดภัยตามมาตรฐานความปลอดภัย ประกอบคือ 1) ตรวจสอบอายุของแบตเตอรี่ที่ปลอดภัยตามมาตรฐานความปลอดภัย 2) ตรวจสอบอายุของแบตเตอรี่ที่ปลอดภัยตามมาตรฐานความปลอดภัย 3) ตรวจสอบอายุของแบตเตอรี่ที่ปลอดภัยตามมาตรฐานความปลอดภัย 4) ตรวจสอบอายุของแบตเตอรี่ที่ปลอดภัยตามมาตรฐานความปลอดภัย		☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อ คือ 1) ตรวจสอบอายุของแบตเตอรี่ที่ปลอดภัยตามมาตรฐานความปลอดภัย 2) ตรวจสอบอายุของแบตเตอรี่ที่ปลอดภัยตามมาตรฐานความปลอดภัย 3) ตรวจสอบอายุของแบตเตอรี่ที่ปลอดภัยตามมาตรฐานความปลอดภัย	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
ชุดประกอบ : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม		ผู้สอน : นายอรรถสิทธิ์ แสงสุข			
สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		อาจารย์ผู้ปรึกษา : พ.ศ.ดร.สุวิทย์ ษณะกิจ			

ภาพที่ 3-23 ไบสังเกตพฤติกรรม

ออกแบบการทดลอง เป็นกระบวนการวางแผนและกำหนดโครงสร้างของการทดลอง เพื่อหาหาประสิทธิภาพของนักเรียน โดยมี กลุ่มทดลองที่ 1 การทดสอบหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ประกอบด้วย นักเรียนระดับเก่ง 1 คน ระดับปานกลาง 1 คน และระดับอ่อน 1 คน รวม 3 คน กลุ่มทดลองที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพกลุ่ม ประกอบด้วยนักเรียนระดับเก่ง 3 คน ระดับปานกลาง 3 คน และระดับอ่อน 3 คน รวม 9 คน และกลุ่มทดลองที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม จำนวน 25 คน แบบคละความสามารถ โดยใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมที่พัฒนาขึ้น



ภาพที่ 3-24 ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

คู่มือการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม (ฉบับที่ 6)

ศึกษาองค์ประกอบของชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

รวบรวมข้อมูล โดยการศึกษาข้อมูลเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง บทความ ตำรา เอกสาร ต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ประกอบการออกแบบการสร้างคู่มือการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

สร้างคู่มือการใช้งานชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ให้กับครูผู้สอน และผู้ใช้งาน โดยประกอบด้วย ส่วนนำ ส่วนเนื้อหา และส่วนสรุป

นำเสนออาจารย์ที่ศึกษานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง
การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

วางแผนการสร้างชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมและคู่มือการใช้
ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

นำเสนอแผนการสร้างชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมและคู่มือการ
ใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ให้อาจารย์ที่ศึกษานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความ
ถูกต้องความเหมาะสม

ปรับปรุงแก้ไขแผนการสร้างชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมและ
คู่มือการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ตามคำแนะนำอาจารย์ที่ศึกษานิพนธ์

สร้างชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมและคู่มือการใช้ชุดประลอง
ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

นำเสนอชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมและคู่มือการใช้ชุดประลอง
ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ให้อาจารย์ที่ศึกษานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความ
เหมาะสม

ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ศึกษานิพนธ์ พร้อมจัดทำชุดประลอง
ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม และคู่มือการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ฉบับ
สมบูรณ์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ขั้นที่ 2.3 ประเมินความเหมาะสมของชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม โดย
ผู้เชี่ยวชาญ มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

กลุ่มผู้ให้ข้อมูล

กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถ มีประสบการณ์สอนใน
เรื่อง แบตเตอรี่ลิเทียม ไม่น้อยกว่า 5 ปี และสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท ในสาขาที่เกี่ยวข้อง
หรือมีตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ ขึ้นไป โดยมีรายชื่อดังต่อไปนี้

1) นายเปี่ยมศิลป์ ทองทิพย์

ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ

แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคกระบี่

- 2) นายสมโภชน์ นันทโย ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคพังงา
- 3) นายประวัติ อินทแย้ม ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคพังงา
- 4) นายจรินทร์ ลั่นศรี ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคพังงา
- 5) นายพัฒนา หมั่นศรี ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคตรัง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบประเมินความเหมาะสมของชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมและคู่มือการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม (ฉบับที่ 9) ประกอบด้วย 3 ตอน ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 สอบถามความเหมาะสมของชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม การเรียนรู้เชิงวิศวกรรมและคู่มือการใช้ชุดประลอง ซึ่งเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ เป็นแบบปลายเปิด

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1) ศึกษาแนวคิดหลักการสร้างเครื่องมือแบบประเมินความเหมาะสมของชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมและคู่มือการใช้ทักษะระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม โดยมีกรอบการประเมินดังนี้

2) วางแผนการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมและคู่มือการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เป็นข้อคำถาม โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ตอนที่ 2 สอบถามความเหมาะสมของชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมและคู่มือการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ซึ่งเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ เป็นแบบปลายเปิด

3) สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมและคู่มือการใช้ชุดประลอง

4) นำเสนอแบบประเมินความเหมาะสมของชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมและคู่มือการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมที่สร้างขึ้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสม และการใช้ภาษา

5) ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ และตรวจสอบความถูกต้อง

6) นำแบบประเมินที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 9 คน ดังรายชื่อต่อไปนี้

- | | |
|----------------------------|--|
| 1. นายเปี่ยมศิลป์ ทองทิพย์ | ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคกระบี่ |
| 2. นายสมโภชน์ นันทโย | ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคพังงา |
| 3. นายประวิติ อินทแย้ม | ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคพังงา |
| 4. นายจรินทร์ ลั่นชี | ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคพังงา |
| 5. นายพัฒนา หมั่นศรี | ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคตรัง |
| 6. นายอดุล ชันแก้ว | ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพ
นวมินทราชินีมุกดาหาร |

7. นายปัญญา เชื้อคำจันทร์ ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพ
นวมินทราชินีมุกดาหาร
8. นายอดิศักดิ์ พะวงค์ ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพ
กระนวน
9. นายธนาศักดิ์ กุสุจรี ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี

แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างรายการคำถามกับนิยามศัพท์ (IOC: Index of Item Objective Congruence) และพิจารณาเลือกรายการที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป พบว่ารายการคำถามส่วนใหญ่มีค่าความสอดคล้องอยู่ในช่วง 0.60 - 1.00 แสดงให้เห็นว่า รายการคำถามมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย อย่างไรก็ตาม มีบางรายการที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ซึ่งจำเป็นต้องปรับปรุงหรือตัดออกเพื่อให้เครื่องมือมีคุณภาพที่ดีขึ้น ก่อนนำไปใช้ในขั้นตอนการเก็บข้อมูลจริง

7) ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จัดพิมพ์ และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) ติดต่อยื่นคำร้องขออนุมัติหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัยด้านต่าง ๆ จากงานบริหารวิชาการ ของภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- 2) นำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญส่งให้ผู้เชี่ยวชาญและประสานงานกำหนดวันเวลาในการเก็บข้อมูล
- 3) ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามวันและเวลาดังกล่าว

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยคำนวณหา ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย บุญชม (2560)

4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

3.51 – 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

2.51 – 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

1.51 – 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

1.00 – 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

หาค่าเฉลี่ย (Mean) ดังสมการที่ 3-2

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (3-2)$$

เมื่อ

$\bar{x}$ แทน ตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน

n แทน จำนวนคนทั้งหมด

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ดังสมการที่ 3-3 โดยใช้สูตร สมนึก (2546)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (3-3)$$

เมื่อ

SD แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

X_i แทน ค่าของข้อมูลแต่ละตัวหรือจุดกึ่งกลางชั้นแต่ละตัว

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ขั้นตอนดังนี้

กลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่เรียนรายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 37 คน ให้เป็นไปตามเงื่อนไขของการหาประสิทธิภาพ ชัยยงค์ (2556) โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1) ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม (ฉบับที่ 9)
- 2) แบบสังเกตพฤติกรรม เรื่องระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม (ฉบับที่ 4)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ติดต่อยื่นคำร้องขออนุมัติหนังสือถึงผู้อำนวยการวิทยาลัยเพื่อขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัย จากงานบริหารวิชาการ ของภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2) นำหนังสือส่งผู้อำนวยการวิทยาลัย เพื่อขอความอนุเคราะห์และประสานงานกำหนดวันเวลาในการเข้าเก็บข้อมูล กับผู้เกี่ยวข้อง

3) วางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทดลองใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ในการหาประสิทธิภาพ โดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนการทดลอง ดังนี้

ขั้นตอนการทดลองที่ 1 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่มีนักเรียนระดับเก่ง 1 คน ระดับปานกลาง 1 คน และระดับอ่อน 1 คน รวม 3 คน โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80 แสดงดังภาพที่ 3-25



ภาพที่ 3-25 การทดสอบหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว 1:1

ขั้นตอนการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่มี นักเรียนระดับเก่ง 3 คน ระดับปานกลาง 3 คน และระดับอ่อน 3 คน รวม 9 คน โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80 แสดงดังภาพที่ 3-26



ภาพที่ 3-26 การทดสอบหาประสิทธิภาพแบบกลุ่ม 1:10

ขั้นการทดลองที่ 3 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน จำนวนนักเรียน 25 คน แบบละความสามารถ โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80 แสดงดังภาพที่ 3-27



ภาพที่ 3-27 การทดสอบหาประสิทธิภาพแบบภาคสนาม 1:100

4) ดำเนินขั้นการทดลองที่ 1 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่มีนักเรียนระดับเก่ง 1 คน ระดับปานกลาง 1 คน และระดับอ่อน 1 คน รวม 3 คนโดยกำหนดเกณฑ์ 80/80 โดยนำเสนอผล 3 ประเด็น ประกอบด้วย 4.1) ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) 4.2) ผลการสังเกตการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม 4.3) ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 คะแนนผลการทดลองขั้นการทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ผลคะแนนการทดลองชั้นการทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1)

ผู้เรียน	คะแนนระหว่างเรียน				คะแนนหลังเรียน
	ใบงานที่ 1	ใบงานที่ 2	ใบงานที่ 3	รวม (100 คะแนน)	(100 คะแนน)
1	80	82	75	79.00	81.67
2	72	78	74	74.67	76.00
3	70	75	75	73.33	75.33
	รวม			75.67	77.67
ประสิทธิภาพชุดประลองแบบเดี่ยว เท่ากับ 75.65/77.50 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80					

4.2 ผลการสังเกตการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ผลการสังเกตการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

ประเด็นการสังเกต	ผลการสังเกต
ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	นักเรียนยังมีความไม่มั่นใจในการปฏิบัติบางขั้นตอน โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวัดค่าทางไฟฟ้า การเชื่อมต่อวงจร และพบว่าข้อผิดพลาดในชุดประลองที่มีเนื้อหาข้อความที่ไม่ชัดเจน

4.3 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมมีรายละเอียดดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

ประเด็น	ประเด็นที่ปรับปรุงแก้ไข
ชุดประลองที่มีเนื้อหาข้อความที่ไม่ชัดเจน	ปรับปรุงเนื้อหาในชุดประลองให้มี ความชัดเจน กระชับ และเข้าใจง่าย โดยใช้ ภาษาที่ไม่ซับซ้อน เพิ่ม คำอธิบายที่ละเอียดขึ้น พร้อมตัวอย่างประกอบ และใช้ ภาพหรือแผนผัง ช่วยอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

5) ดำเนินชั้นการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่มี นักเรียนระดับเก่ง 3 คน ระดับปานกลาง 3 คน และระดับอ่อน 3

คน รวม 9 คน โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80 โดยนำเสนอผล 3 ประเด็น ประกอบด้วย 5.1) ผลคะแนนการทดลองชั้นการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) 5.2) ผลการสังเกตการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมและ 5.3) ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 ผลคะแนนการทดลองชั้นการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 ผลคะแนนการทดลองชั้นการทดลองที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10)

ผู้เรียน	คะแนนระหว่างเรียน				คะแนนหลังเรียน (100 คะแนน)
	ใบงานที่ 1	ใบงานที่ 2	ใบงานที่ 3	รวม(100 คะแนน)	
1	75	75	75	75.00	77.00
2	75	85	75	78.33	78.33
3	70	80	78	76.00	75.00
4	75	75	75	75.00	76.00
5	74	80	85	79.67	80.00
6	75	74	85	78.00	79.33
7	85	75	75	78.33	81.00
8	85	80	90	85.00	86.67
9	85	75	90	83.33	86.00
รวม				78.74	79.93
การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม เท่ากับ 78.74/79.93 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80					

5.2 ผลการสังเกตการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 ผลการสังเกตการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

ประเด็นการสังเกต	ผลการสังเกต
ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	นักเรียนสามารถทำงานร่วมกันได้ดี แสดงถึงความร่วมมือและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน อย่างไรก็ตาม ยังพบว่า นักเรียนใช้เวลานานในการวางแผนก่อนลงมือปฏิบัติ

5.3 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดประลองระบบการจัดการแบคทีเรีย

มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดประลองระบบการจัดการแบคทีเรีย

ประเด็น	ประเด็นที่ปรับปรุงแก้ไข
นักเรียนใช้เวลานานในการวางแผนก่อนลงมือปฏิบัติ	จัดทำ แนวทางการวางแผนล่วงหน้า พร้อมตัวอย่างที่ชัดเจน ฝึกนักเรียนให้ แบ่งหน้าที่และกำหนดขั้นตอนการทำงานล่วงหน้า รวมถึงใช้ แบบฝึกหัดจำลองสถานการณ์ เพื่อเพิ่มความคล่องตัวในการวางแผนก่อนปฏิบัติจริง

6) ดำเนินขั้นการทดลองที่ 3 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน จำนวนนักเรียน 25 คน แบบคละความสามารถ โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80 โดยนำเสนอผล 3 ประเด็น ประกอบด้วย 6.1) ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) 6.2) ผลการสังเกตการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบคทีเรีย 6.3) ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดประลองระบบการจัดการแบคทีเรีย โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.1 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:100) มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100)

ผู้เรียน	คะแนนระหว่างเรียน				คะแนนหลังเรียน
	ใบงานที่ 1	ใบงานที่ 2	ใบงานที่ 3	รวม (100 คะแนน)	(100 คะแนน)
1	70	75	75	73.33	80.00
2	70	85	75	76.67	78.33
3	70	80	75	75.00	75.00
4	70	80	75	75.00	75.00
5	70	80	85	78.33	78.33
6	75	80	90	81.67	86.67
7	90	90	75	85.00	85.00
8	85	80	90	85.00	91.67
9	95	75	95	88.33	96.67

ผู้เรียน	คะแนนระหว่างเรียน				คะแนนหลังเรียน
	ใบงานที่ 1	ใบงานที่ 2	ใบงานที่ 3	รวม (100 คะแนน)	(100 คะแนน)
10	90	80	90	86.67	93.33
11	80	95	80	85.00	85.00
12	85	95	85	88.33	88.33
13	80	80	85	81.67	81.67
14	70	90	90	83.33	83.33
15	75	90	75	80.00	80.00
16	80	95	70	81.67	85.00
17	70	95	80	81.67	81.67
18	80	90	80	83.33	83.33
19	85	90	85	86.67	86.67
20	80	85	80	81.67	85.00
21	80	80	80	80.00	85.00
22	75	90	90	85.00	85.00
23	75	85	90	83.33	85.00
24	80	90	80	83.33	83.33
25	75	95	80	83.33	83.33
รวม				82.13	84.07
ประสิทธิภาพชุดประลองแบบภาคสนาม เท่ากับ 82.13/84.07 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80					

6.2 ผลการสังเกตการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-8

ตารางที่ 3-8 ผลการสังเกตการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

ประเด็นการสังเกต	ผลการสังเกต
ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	นักเรียนสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องและครบถ้วนตามขั้นตอน มีความมั่นใจเพิ่มขึ้นในการใช้อุปกรณ์ และการใช้ชุดประลอง

6.3 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-9

ตารางที่ 3-9 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

ประเด็น	ประเด็นที่ปรับปรุงแก้ไข
นักเรียนสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องและครบถ้วนตามขั้นตอน มีความมั่นใจเพิ่มขึ้นในการใช้อุปกรณ์ และการใช้ชุดประลอง	เสริมกิจกรรมฝึกทักษะเพิ่มเติม และ แบบทดสอบสถานการณ์จริง เพื่อให้ผู้เรียนมี ประสบการณ์ที่หลากหลาย และเพิ่มความมั่นใจในการใช้อุปกรณ์ และชุดประลองอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยการการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ใช้สูตรดังนี้ ชัยยงค์ (2556)

$$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100 \quad (3-4)$$

เมื่อ

E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบหรืองานที่ทำระหว่างเรียน
A	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน
N	แทน	จำนวนผู้เรียน

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100 \quad (3-5)$$

เมื่อ

E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน
B	แทน	คะแนนเต็มของการประเมินหลังเรียนและประเมินงานสุดท้าย
N	แทน	จำนวนผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 4 ใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม โดยมีรายละเอียดดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนที่เรียนสาขาวิชาช่างยนต์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยการอาชีพวังไกลกังวล กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 9 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน รวมทั้งหมด 180 คน

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 กลุ่ม จำนวน 20 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

- 1) ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม (ฉบับที่ 10)
- 2) แบบสังเกตพฤติกรรม เรื่องระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม (ฉบับที่ 5)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

รูปแบบการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง แบบ One-Shot Case Study ล้วน และอังกนา (2538) ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้วิธีการทดลองโดยการใช้ชุดประลองและแบบสังเกตพฤติกรรม และทำการเก็บข้อมูลหลังการทดลอง โดยมีแผนการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 3-10 แบบแผนการทดลอง

Group	Pre-test	Treatment	Post-test
R	-	X	T

R หมายถึง กลุ่มตัวอย่าง
X หมายถึง การทดลอง
T หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

1) ทำการชี้แจงการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2) ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว เพื่อเก็บข้อมูลหลังจากเรียนวิชางานไฟฟ้ารถยนต์

3) ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำใบงาน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วเพื่อเก็บข้อมูล

4) ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบวัดผลหลังเรียนด้วยชุดประลองระบบการจัดการแบบเตอริลีเทียม (Post-test) โดยใช้แบบสังเกตเชิงพฤติกรรมการปฏิบัติงาน ระบบการจัดการแบบเตอริลีเทียม

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ สถิติที่ใช้ในการทดสอบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test for one sample) ดังนี้ ชูศรี (2552)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \quad \text{โดยมี} \quad df = n - 1 \quad (3-6)$$

เมื่อ

$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
μ_0	แทน	เกณฑ์ร้อยละ 80
s	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของชุดประลองที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม (BMS) ได้อย่างถูกต้องและเป็นระบบ การพัฒนาชุดประลองดังกล่าวผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยตามขั้นตอนการวิจัยดังนี้

- 4.1 ผลศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม
- 4.2 ผลการออกแบบและพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม
- 4.3 ผลการทดลองใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม
- 4.4 ผลการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

4.1 ผลศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

ผลศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาข้อมูล จากรายงานการบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ รายงานแบบบันทึกผลการเรียนและประเมินผลรายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์ และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน มีผลการดำเนินการวิจัยดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการศึกษสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชางานไฟฟ้ารถยนต์

ประเด็นการศึกษา	ผลการศึกษา
1. สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์	นักเรียนขาดความรู้และทักษะในการบริการระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่นิยมมากที่สุดในปัจจุบัน ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนเน้นการบรรยาย ทฤษฎีเป็นหลัก เนื่องจากชุดฝึกทักษะมีไม่เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน และมีราคาสูง ทำให้นักเรียนไม่สามารถฝึกทักษะได้ตามสมรรถนะของจุดประสงค์รายวิชา

ประเด็นการศึกษา	ผลการศึกษา
2. ผลการเรียนรู้และประเมินผล รายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์	นักเรียนมีผลคะแนนในด้านการทดสอบภาคปฏิบัติ เรื่องระบบ การจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ไม่ สอดคล้องตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากเกณฑ์การ ประเมินผลรายวิชาในด้านทักษะ และส่งผลทำให้นักเรียนขาด ความมั่นใจและความพร้อมในการทำงานในสายอาชีพ
3. แนวทางการแก้ปัญหการ จัดการเรียนการสอน รายวิชา งานไฟฟ้ารถยนต์	พัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม และเพิ่ม กิจกรรมการสอน ปรับเปลี่ยนสื่อการสอนในภาคปฏิบัติ เช่น การทดลองต่อวงจร BMS, การวิเคราะห์ข้อมูลแบตเตอรี่ผ่าน ซอฟต์แวร์ และการทดสอบแบตเตอรี่จริง เพื่อช่วยให้นักเรียน เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น และสามารถฝึกทักษะได้ตามสมรรถนะ ของจุดประสงค์รายวิชา

4.2 ผลการออกแบบและพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม

ผลการออกแบบและพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม มีรายละเอียด
ดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลการออกแบบและพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม มีรายละเอียด
ดังภาพที่ 4-1 – 4-7

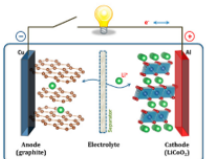


ภาพที่ 4-1 ชุดฝึกทักษะระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม

จากภาพที่ 4-1 ชุดฝึกทักษะระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ยังขาด เอกสารประกอบการจัดการเรียนการสอน ที่ช่วยให้นักเรียนมีแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจนและตามขั้นตอนที่ถูกต้อง ดังนั้นจึงมีการสร้างเอกสารประกอบการสอน เช่น ใบเนื้อหา ใบงาน ใบมอบหมายงาน ใบสังเกตพฤติกรรม การวัดและประเมินผล เพื่อให้นักเรียนสามารถฝึกทักษะได้ตามสมรรถนะของจุดประสงค์รายวิชา



ภาพที่ 4-2 หน้าปกชุดประลอง

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ใบเนื้อหา 1/7
ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม Battery Management System (BMS) นี้จึงเป็นหัวใจสำคัญในแบตเตอรี่ลิเทียม โดยเฉพาะในการใช้งานที่ต้องการความปลอดภัยสูง เช่น ยานยนต์ไฟฟ้า ข้อดีของ BMS คือช่วยป้องกันปัญหาที่อาจเกิดจากการใช้งานแบตเตอรี่ผิดวิธี และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่อีกด้วย ระบบการจัดการแบตเตอรี่ (BMS) เป็นระบบการจัดการแบตเตอรี่ที่ทำหน้าที่ควบคุมและป้องกันการทำงานของแบตเตอรี่ลิเทียมเพื่อให้แบตเตอรี่ทำงานได้อย่างปลอดภัย มีประสิทธิภาพ และมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน โดยทั่วไป BMS จะประกอบด้วยหลายฟังก์ชันที่สำคัญ รูปที่ 1 ระบบการจัดการแบตเตอรี่ (BMS)  หลักการการทำงานของแบตเตอรี่ลิเทียม แบตเตอรี่จะทำงานโดยอาศัยกระบวนการเคมีไฟฟ้า (Electrochemical Reactions) ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์แบตเตอรี่ ซึ่งมีการเคลื่อนที่ของไอออนลิเทียมระหว่างขั้วบวก (Cathode) และขั้วลบ (Anode) ผ่านอิเล็กโทรไลต์ในระหว่างการชาร์จและคายประจุ รูปที่ 2 แผนภาพเซลล์แบตเตอรี่ลิเทียม 		
การพัฒนาชุดประกอบ	ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข	
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล	

ภาพที่ 4-3 ใบเนื้อหา

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ใบเฉลยแบบฝึกหัด 1/1
ตอนที่ 1 คำสั่ง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมายถูก (✓) หรือผิด (X) หน้าข้อความต่อไปนี้ X..... ค่าความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ยิ่งสูง แบตเตอรี่ยิ่งมีประสิทธิภาพดี ✓..... การตั้งมัลติมิเตอร์ไปโหมด DC Voltage ใช้สำหรับวัดแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลิเทียม ✓..... การต่อขั้วสายวัดคิตสามารถทำให้มัลติมิเตอร์เสียหายได้ ✓..... ค่าความต้านทานภายในต่ำแสดงว่าแบตเตอรี่ยังอยู่ในสภาพดี ✓..... การวัดแรงดันไฟฟ้าควรทำในสภาพแบตเตอรี่ที่ไม่มีโหลดเพื่อความแม่นยำ ✓..... การใช้เครื่องวัดความต้านทานภายในผิดวิธีอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อแบตเตอรี่ X..... แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลิเทียมที่เหมาะสมคือ 1.5 โวลต์ ✓..... หากแบตเตอรี่มีค่าความต้านทานภายในสูง จะส่งผลให้เกิดความร้อนในระหว่างการใช้งาน X..... ค่าความต้านทานภายในไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ในระบบยานยนต์ไฟฟ้า ✓..... ควรใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าก่อนเริ่มใช้งานแบตเตอรี่เสมอ ✓..... การวัดแรงดันไฟฟ้าต้องเชื่อมต่อขั้วบวกของมัลติมิเตอร์กับขั้วบวกของแบตเตอรี่เท่านั้น ✓..... การวัดแรงดันไฟฟ้าและค่าความต้านทานภายในสามารถทำได้พร้อมกันในเครื่องเดียวกันบางรุ่น ✓..... แบตเตอรี่ที่แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าค่ามาตรฐานอาจทำให้อุปกรณ์เสียหายได้ X..... สายวัดที่มีฉนวนชำรุดสามารถใช้งานได้ในการวัดแรงดันไฟฟ้าหากสายยังไม่ขาด ✓..... ค่าความต้านทานภายในของแบตเตอรี่มีหน่วยวัดเป็นโอห์ม (Ohm)		
ชุดประกอบ : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ผู้สอน : นายนิรันดร์ แสนสุข	
สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล	

ภาพที่ 4-4 แบบฝึกหัด

ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม					
วิชา งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)				ระดับ ปวช.2	
เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม				ระยะเวลา 7 ชั่วโมง	
กิจกรรมการเรียนรู้การสอน / สื่อการสอน/การวัดผล					
กิจกรรมการเรียนรู้การสอน / สื่อการสอน/การวัดผล					
ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ MIAP	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการสอน	เวลา (นาฬิกา)
-	- เชิญชวนนักเรียน	ตาม	ตอบ	-	10
ขั้นสนใจปัญหาเพื่อเข้าสู่บทเรียน (Motivation)	กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและนำเข้าสู่เนื้อหาเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดจากการวัดค่าความต้านทาน ค่าแรงดันไฟฟ้า หรือการต่อวงจร BMS ที่ไม่ถูกต้อง รวมถึงปัญหาจากการต่อวงจรจริง เช่น รถยนต์ไฟฟ้าระบบแบตเตอรี่ลิเทียมไม่สามารถชาร์จไฟได้	- บรรยาย เนื้อหาเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าที่มีปัญหาเรื่องแบตเตอรี่ เช่น ทำงานผิดพลาดหรือประสิทธิภาพลดลงเนื่องจากการวัดค่าความต้านทาน ค่าแรงดันไฟฟ้า หรือการต่อวงจร BMS ที่ไม่ถูกต้อง รวมถึงปัญหาจากการต่อวงจรจริง เช่น รถยนต์ไฟฟ้าระบบแบตเตอรี่ลิเทียมไม่สามารถชาร์จไฟได้	- แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสบการณ์ ร่วมแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนปัญหาที่อาจเกิดขึ้น จากการวัดค่าความต้านทาน การวัดค่าแรงดันไฟฟ้า หรือการต่อวงจร BMS ที่ไม่ถูกต้อง	- ppt - ชุดฝึก	20
		- การฝึกถามนักเรียนเกี่ยวกับประสบการณ์การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้แบตเตอรี่ลิเทียม เช่น โทรศัพท์มือถือ รถจักรยานไฟฟ้า หรือยานยนต์ไฟฟ้า	- แบ่งปันประสบการณ์การใช้งานแบตเตอรี่ลิเทียมในชีวิตจริงหรือจากการเรียนรู้ก่อนหน้า		10
การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม			ผู้สอน นายณัฐกร แสนสุข		
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรวุฒิ ชะนิต		

ภาพที่ 4-5 กิจกรรมการเรียนรู้

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ใบสังเกตพฤติกรรม		
	หัวข้อ : การวัดค่าความต้านทานของแบตเตอรี่ลิเทียม	1/3		
เกณฑ์การพิจารณาการประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียน แบบ Rubric score				
จุดพิจารณา	ระดับการปฏิบัติงาน			
ขั้นเตรียมการปฏิบัติ	3	2	1	0
1) การเตรียมอุปกรณ์สำหรับวัดค่าความต้านทาน ประกอบด้วย 1) มัลติมิเตอร์ หรือสายวัด 2) อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าสถิตย์ 3) แบตเตอรี่ลิเทียม 4) แบบบันทึกค่าความต้านทาน	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนด ครบทั้ง 4 ข้อดังนี้ 1) มัลติมิเตอร์หรือสายวัด 2) อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าสถิตย์ 3) แบตเตอรี่ลิเทียม 4) แบบบันทึกค่าความต้านทาน	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนด ครบทั้ง 3 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนด ครบทั้ง 2 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
2) ตรวจสอบแบตเตอรี่อยู่ในสภาพที่ปลอดภัย ประกอบด้วย 1) ตรวจสอบรอยแตกหรือรอยร้าวหรือแบตเตอรี่มีคราบสนิมหรือสิ่งสกปรกเกาะอยู่ 3) ตรวจสอบสายไฟอยู่ในสภาพดี ไม่มีรอยขาดหรือไหม้	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนด ครบทั้ง 3 ข้อดังนี้ 1) ตรวจสอบรอยแตกหรือรอยร้าวหรือแบตเตอรี่มีคราบสนิมหรือสิ่งสกปรกเกาะอยู่ 3) ตรวจสอบสายไฟอยู่ในสภาพดี ไม่มีรอยขาดหรือไหม้	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนด ครบทั้ง 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนด ครบทั้ง 1 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
3) การสวมใส่ถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิตย์ตามมาตรฐานความปลอดภัย ประกอบด้วย 1) ตรวจสอบสภาพของถุงมือว่ามีความสมบูรณ์ ไม่มีรอยฉีกขาด และเหมาะสมกับการใช้งาน 2) ตรวจสอบถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิตย์เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด 3) สวมถุงมือทั้งสองในการสวมใส่ถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิตย์	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนด ครบทั้ง 3 ข้อดังนี้ 1) ตรวจสอบสภาพของถุงมือว่ามีความสมบูรณ์ ไม่มีรอยฉีกขาด และเหมาะสมกับการใช้งาน 2) ตรวจสอบถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิตย์เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด 3) สวมถุงมือทั้งสองในการสวมใส่ถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิตย์	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนด ครบทั้ง 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนด ครบทั้ง 1 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
ชุดประลอง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม		ผู้สอน : นายณัฐกร แสนสุข		
สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สุรวุฒิ ชะนิต		

ภาพที่ 4-6 ใบสังเกตพฤติกรรม

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ใบมอบหมายงาน 1/2
การวัดค่าความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ลิเทียม		
คำสั่ง 1. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานให้เข้าใจ 2. เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนของใบมอบหมายงาน		
วัสดุ/เครื่องมือ/อุปกรณ์		
	1. มัลติมิเตอร์หรือมิเตอร์วัดค่าความต้านทาน 2. สายวัด 3. แบตเตอรี่ลิเทียม 4. ถุงมือป้องกันไฟฟ้า	
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน		
	ขั้นตอนที่ 1 ตั้งค่ามัลติมิเตอร์ในโหมดวัดค่าความต้านทาน (Resistance Mode)	
	ขั้นตอนที่ 2 เชื่อมต่อสายวัดเข้ากับมัลติมิเตอร์เพื่อวัดค่าของแบตเตอรี่	
	ขั้นตอนที่ 3 วัดค่าความต้านทานโดยนำสายวัดมัลติมิเตอร์ต่อเข้ากับขั้วบวกและขั้วลบของแบตเตอรี่	
การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม		ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรวดี ชะนิล

ภาพที่ 4-7 ใบมอบหมายงาน

4.2.2 ประเมินความเหมาะสมของชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดประลอง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม
โดยผู้เชี่ยวชาญ (n=9)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
1. สารสำคัญของเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
1.1 การใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย โดยเน้นเฉพาะประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 สารสำคัญครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
1.3 สารสำคัญของเนื้อหา มีความสอดคล้องกับเนื้อหา รายวิชา	5.00	0.00	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับ ความเหมาะสม
	$\bar{X}$	<i>S.D.</i>	
2. จุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดผลได้อย่างชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
2.4 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร	5.00	0.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5.00	0.00	มากที่สุด
3.1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแสดงถึงผลลัพธ์ของการเรียนรู้ได้	5.00	0.00	มากที่สุด
3.4 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
4. เนื้อหาสาระ	4.80	0.11	มากที่สุด
4.1 เนื้อหาสาระที่มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.78	0.42	มากที่สุด
4.2 เนื้อหาสาระมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3 เนื้อหาสาระครอบคลุมหัวข้อสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้	4.78	0.42	มากที่สุด
4.4 เนื้อหาสาระมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความเข้าใจของผู้เรียน	4.67	0.42	มากที่สุด
4.5 เนื้อหาสาระตอบสนองความต้องการหรือแนวโน้มในบริบทปัจจุบัน	4.78	0.42	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนการสอน	4.80	0.12	มากที่สุด
5.1 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความชัดเจนและครอบคลุมตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.89	0.31	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
5.2 กิจกรรมการเรียนการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมทั้งในเชิงวิเคราะห์และปฏิบัติจริง	4.78	0.42	มากที่สุด
5.3 กิจกรรมการเรียนการสอนมีการใช้ทรัพยากรหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมช่วยส่งเสริมการเรียนรู้	4.67	0.47	มากที่สุด
5.4 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความหลากหลายและตอบสนองความต้องการของผู้เรียน	4.67	0.47	มากที่สุด
5.5 กิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน	4.78	0.42	มากที่สุด
5.6 กิจกรรมการเรียนการสอนสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนได้	5.00	0.00	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผล	5.00	0.00	มากที่สุด
6.1 เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5.00	0.00	มากที่สุด
6.2 ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผลมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
6.3 เครื่องมือวัดผลมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความสามารถของผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
7. ใบเนื้อหา	4.81	0.14	มากที่สุด
7.1 ใบเนื้อหานำเสนอเนื้อหาได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.89	0.31	มากที่สุด
7.2 ใบเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้	4.89	0.31	มากที่สุด
7.3 ใบเนื้อหาครอบคลุมเนื้อหาที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้	4.56	0.50	มากที่สุด
7.4 ใบเนื้อหาใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน	4.89	0.31	มากที่สุด
8. ใบมอบหมายงาน	5.00	0.00	มากที่สุด
8.1 ใบมอบหมายงานระบุรายละเอียดของงานที่ต้องทำไว้อย่างชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับ ความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
8.2 ใบมอบหมายงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิง พฤติกรรมที่กำหนดไว้	5.00	0.00	มากที่สุด
8.3 ใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมกับระดับ ความสามารถของผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
8.4 ใบมอบหมายงานระบุเกณฑ์การประเมินและวิธีการ ให้คะแนนไว้อย่างชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
8.5 มีระยะเวลากำหนดในใบมอบหมายงานเหมาะสม กับความซับซ้อนของงาน	5.00	0.00	มากที่สุด
9. ใบสังเกตพฤติกรรม	5.00	0.00	มากที่สุด
9.1 จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมระบุพฤติกรรมที่ ต้องการสังเกตไว้อย่างชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
9.2 จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมสอดคล้องกับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5.00	0.00	มากที่สุด
9.3 ระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมมีความ ชัดเจนและเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
9.4 จุดพิจารณาและระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกต พฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถและลักษณะ ของผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
10. ใบตรวจให้คะแนน	5.00	0.00	มากที่สุด
10.1 ใบตรวจให้คะแนนระบุน้ำหนักคะแนนการ ประเมินไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
10.2 รายการประเมินในใบตรวจให้คะแนนสอดคล้อง กับขั้นตอนการปฏิบัติงาน	5.00	0.00	มากที่สุด
10.3 ใบตรวจให้คะแนนมีรายการประเมินที่ครอบคลุม ประเด็นสำคัญของขั้นตอนการปฏิบัติงาน	5.00	0.00	มากที่สุด
10.4 ใบตรวจให้คะแนนมีการระบุคะแนนเต็มและช่อง สำหรับบันทึกคะแนนอย่างครบถ้วน	5.00	0.00	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับ ความเหมาะสม
	$\bar{X}$	<i>S.D.</i>	
10.5 ใ้บตรวจให้คะแนนสามารถประเมินขั้นตอนการปฏิบัติงานตามที่ระบุไว้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์	5.00	0.00	มากที่สุด
11. เอกสารประกอบการสอน	4.96	0.05	มากที่สุด
11.1 เนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
11.2 เอกสารประกอบการสอนมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้	4.89	0.31	มากที่สุด
11.3 การจัดรูปแบบข้อความ ภาพประกอบ มีความเหมาะสม	4.89	0.31	มากที่สุด
11.4 ภาษาและเนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
11.5 เอกสารประกอบการสอนครอบคลุมประเด็นสำคัญของบทเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
12. คู่มือครู	4.96	0.05	มากที่สุด
12.1 คู่มือครูมีการอธิบายเนื้อหาวิชาอย่างชัดเจนและครบถ้วน	5.00	0.00	มากที่สุด
12.2 คู่มือครูมีแนวทางการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.89	0.31	มากที่สุด
12.3 คู่มือครูมีคำแนะนำสำหรับการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	4.89	0.31	มากที่สุด
12.4 คู่มือครูครอบคลุมเนื้อหาและแนวทางที่จำเป็นสำหรับการสอน	5.00	0.00	มากที่สุด
12.5 คู่มือครูมีรูปแบบที่ใช้งานง่ายและสะดวกต่อการนำไปใช้จริงในชั้นเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.94	0.08	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-2 ผลการศึกษาความเหมาะสมของชุดประลองระบบการจัดการแบดเตอร์ลีเทียม โดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.94$, $S.D. = 0.08$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า สารสำคัญของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม การวัดและประเมินผล ใบมอบหมายงาน ใบสังเกตพฤติกรรม ใบตรวจให้คะแนน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, $S.D. = 0.00$) รองลงมา คือ เอกสารประกอบการสอน คู่มือครู อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.96$, $S.D. = 0.05$) และเนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนการสอน ใบเนื้อหาอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.80$, $S.D. = 0.14$) ตามลำดับ

ด้านสารสำคัญของเนื้อหา พบว่า ด้านสารสำคัญของเนื้อหาที่มีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, $S.D. = 0.00$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ การใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย โดยเน้นเฉพาะประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเนื้อหา สารสำคัญครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ และสารสำคัญของเนื้อหา มีความสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, $S.D. = 0.00$)

ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้พบว่า ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้มีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, $S.D. = 0.00$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ จุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดผลได้อย่างชัดเจน จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตรมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, $S.D. = 0.00$)

ด้านจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม พบว่า ด้านจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, $S.D. = 0.00$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแสดงถึงผลลัพธ์ของการเรียนรู้ได้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความชัดเจน และจุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตรมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, $S.D. = 0.00$)

ด้านเนื้อหาสาระ พบว่า ด้านเนื้อหาสาระ มีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.80$, $S.D. = 0.11$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูง

ที่สุด คือ เนื้อหาสาระมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, $S.D. = 0.00$) รองลงมา คือ เนื้อหาสาระที่มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ เนื้อหาสาระครอบคลุมหัวข้อสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ และเนื้อหาสาระตอบสนองความต้องการหรือแนวโน้มในบริบทปัจจุบัน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, $S.D. = 0.42$) และเนื้อหาสาระมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความเข้าใจของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, $S.D. = 0.47$) ตามลำดับ

ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่า ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน มีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.80$, $S.D. = 0.12$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ กิจกรรมการเรียนการสอนสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนได้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, $S.D. = 0.00$) รองลงมา คือ กิจกรรมการเรียนการสอนมีความชัดเจนและครอบคลุมตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, $S.D. = 0.31$) และกิจกรรมการเรียนการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมทั้งในเชิงวิเคราะห์และปฏิบัติจริง กิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, $S.D. = 0.42$) ตามลำดับ

ด้านการวัดและประเมินผล พบว่า ด้านการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, $S.D. = 0.00$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผลมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย และเครื่องมือวัดผลมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความสามารถของผู้เรียนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, $S.D. = 0.00$)

ด้านใบเนื้อหา พบว่า ด้านใบเนื้อหา มีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.81$, $S.D. = 0.14$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ใบเนื้อหานำเสนอเนื้อหาได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย ใบเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ และใบเนื้อหาใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, $S.D. = 0.31$) รองลงมา คือ ใบเนื้อหาครอบคลุมเนื้อหาที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$, $S.D. = 0.50$) ตามลำดับ

ด้านใบมอบหมายงาน พบว่า ด้านใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00, S.D. = 0.00$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่าทุกรายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ใบมอบหมายงานระบุรายละเอียดของงานที่ต้องทำไว้อย่างชัดเจน ใบมอบหมายงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ และใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน ใบมอบหมายงานระบุเกณฑ์การประเมินและวิธีการให้คะแนนไว้อย่างชัดเจนและมีระยะเวลากำหนดในใบมอบหมายงานเหมาะสมกับความซับซ้อนของงาน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00, S.D. = 0.00$)

ด้านใบสังเกตพฤติกรรมพบว่า ด้านใบสังเกตพฤติกรรมมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00, S.D. = 0.00$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่าทุกรายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมระบุพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตไว้อย่างชัดเจน จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมมีความชัดเจนและเหมาะสม และจุดพิจารณาและระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถและลักษณะของผู้เรียนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00, S.D. = 0.00$)

ด้านใบตรวจให้คะแนนพบว่า ด้านใบตรวจให้คะแนนมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00, S.D. = 0.00$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่าทุกรายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ใบตรวจให้คะแนนระบุน้ำหนักคะแนนการประเมินไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย รายการประเมินในใบตรวจให้คะแนนสอดคล้องกับขั้นตอนการปฏิบัติงาน ใบตรวจให้คะแนนมีรายการประเมินที่ครอบคลุมประเด็นสำคัญของขั้นตอนการปฏิบัติงาน ใบตรวจให้คะแนนมีการระบุคะแนนเต็มและช่องสำหรับบันทึกคะแนนอย่างครบถ้วน และใบตรวจให้คะแนนสามารถประเมินขั้นตอนการปฏิบัติงานตามที่ระบุไว้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00, S.D. = 0.00$)

ด้านเอกสารประกอบการสอนพบว่า ด้านเอกสารประกอบการสอนมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.96, S.D. = 0.05$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ เนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย ภาษาและเนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน

เอกสารประกอบการสอนครอบคลุมประเด็นสำคัญของบทเรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00, S.D. = 0.00$) รองลงมา คือ เอกสารประกอบการสอนมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ และการจัดรูปแบบข้อความ ภาพประกอบ มีความเหมาะสม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89, S.D. = 0.31$) ตามลำดับ

ด้านคู่มือครูพบว่า ด้านคู่มือครูมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.96, S.D. = 0.05$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ คู่มือครูมีการอธิบายเนื้อหาวิชาอย่างชัดเจนและครบถ้วน คู่มือครูครอบคลุมเนื้อหาและแนวทางที่จำเป็นสำหรับการสอน คู่มือครูมีรูปแบบที่ใช้งานง่ายและสะดวกต่อการนำไปใช้จริงในชั้นเรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00, S.D. = 0.00$) รองลงมา คือ คู่มือครูมีแนวทางการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม คู่มือครูมีคำแนะนำสำหรับการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89, S.D. = 0.31$) ตามลำดับ

4.3 ผลทดลองใช้ชุดประลอง เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

ผลการหาประสิทธิภาพชุดประลอง เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดประลอง เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

คะแนน	จำนวนนักเรียน	คะแนน		%	เกณฑ์ที่กำหนด
		คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย		
ระหว่างเรียน (E_1)	25	100	82.13	82.13	80
หลังเรียน (E_2)		100	84.07	84.07	80

จากตารางที่ 4-3 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดประลอง เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม พบว่า ประสิทธิภาพของ (E_1) มีค่าเท่ากับ 82.13 ประสิทธิภาพของ (E_2) มีค่าเท่ากับ 84.07 ประสิทธิภาพของชุดประลอง เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

4.4 ผลการใช้ชุดทดลอง เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

ผลการเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เทียบกับเกณฑ์ ร้อยละ 80

ทักษะการปฏิบัติงานของ	<i>n</i>	$\bar{X}$	<i>S.D.</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>P – Value*</i>
นักเรียนที่เรียนด้วยชุดทดลอง	20	85.33	4.91	4.85	19	0.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4-4 ผลการเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม จำนวน 20 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 85.33 ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.91 พบว่า นักศึกษามีทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 4.85$, $df = 19$, $P = 0.00$)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาและหา ประสิทธิภาพชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เทียบกับเกณฑ์ ผู้วิจัยได้ สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ สรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

5.1.1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน พบว่านักเรียนขาดความรู้และทักษะ ในการบริการระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่นิยมมากที่สุดในปัจจุบัน ซึ่งใน การจัดการเรียนการสอนเน้นการบรรยาย ทฤษฎีเป็นหลัก เนื่องจากชุดประลองมีไม่เพียงพอ ต่อจำนวนนักเรียน และมีราคาสูง ทำให้นักเรียนไม่สามารถฝึกทักษะได้ตามสมรรถนะของจุดประสงค์ รายวิชา จากผลการเรียนและประเมินผลรายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์ พบว่า นักเรียนมีผลคะแนนในด้าน การทดสอบภาคปฏิบัติ เรื่องระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ไม่สอดคล้อง ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากเกณฑ์การประเมินผลรายวิชาในด้านทักษะ และส่งผลทำให้นักเรียนขาดความมั่นใจและความพร้อมในการทำงานในสายอาชีพ และแนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์ พบว่า การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการ แบตเตอรี่ลิเทียม และเพิ่มกิจกรรมการสอน ปรับเปลี่ยนสื่อการสอนในภาคปฏิบัติ เช่น การทดลองต่อ วงจร BMS, การวิเคราะห์ข้อมูลแบตเตอรี่ผ่านซอฟต์แวร์ และการทดสอบแบตเตอรี่จริง เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น และสามารถฝึกทักษะได้ตามสมรรถนะของจุดประสงค์รายวิชา

5.1.2 ผลการออกแบบและพัฒนาชุดประลอง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ผลการประเมิน ความเหมาะสมในภาพรวม มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดเมื่อ แบ่งรายการประเมิน ออกเป็น 12 รายการ 1) สารสำคัญของเนื้อหา 2) จุดประสงค์การเรียนรู้ 3) จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม 4) เนื้อหาสาระ 5) กิจกรรมการเรียนการสอน 6) การวัดและประเมินผล 7) ใบเนื้อหา

8) ใบมอบหมายงาน 9) ใบสังเกตพฤติกรรม 10) ใบตรวจให้คะแนน 11) เอกสารประกอบการสอน 12) คู่มือครู พบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านสาระสำคัญของเนื้อหา พบว่า ด้านสาระสำคัญของเนื้อหา มีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ การใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย โดยเน้นเฉพาะประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเนื้อหา สาระสำคัญครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระสำคัญของเนื้อหา มีความสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่า ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้มีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ จุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดผลได้อย่างชัดเจน จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตรมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม พบว่า ด้านจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแสดงถึงผลลัพธ์ของการเรียนรู้ได้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความชัดเจน และจุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตรมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านเนื้อหาสาระ พบว่า ด้านเนื้อหาสาระ มีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ เนื้อหาสาระมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา คือ เนื้อหาสาระที่มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ เนื้อหาสาระครอบคลุมหัวข้อสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ และเนื้อหาสาระตอบสนองความต้องการหรือแนวโน้มในบริบทปัจจุบัน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และเนื้อหาสาระมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความเข้าใจของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ตามลำดับ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่า ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน มีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ กิจกรรมการเรียนการสอนสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนได้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา คือ กิจกรรมการเรียนการสอนมีความชัดเจนและครอบคลุมตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และกิจกรรมการเรียนการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมทั้งในเชิงวิเคราะห์และปฏิบัติจริง กิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ตามลำดับ ด้านการวัดและประเมินผล พบว่า ด้านการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผลมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย และเครื่องมือวัดผลมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความสามารถของผู้เรียนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านใบเนื้อหา พบว่า ด้านใบเนื้อหา มีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ใบเนื้อหาแนะนำเสนอเนื้อหาได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย ใบเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ และใบเนื้อหาใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา คือ ใบเนื้อหาครอบคลุมเนื้อหาที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ตามลำดับ ด้านใบมอบหมายงานพบว่า ด้านใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ใบมอบหมายงานระบุรายละเอียดของงานที่ต้องทำไว้อย่างชัดเจน ใบมอบหมายงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ และใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน ใบมอบหมายงานระบุเกณฑ์การประเมินและวิธีการให้คะแนนไว้อย่างชัดเจนและมีระยะเวลากำหนดในใบมอบหมายงานเหมาะสมกับความซับซ้อนของงานมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านใบสังเกตพฤติกรรม พบว่า ด้านใบสังเกตพฤติกรรมมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมระบุพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตไว้อย่างชัดเจน จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมมีความชัดเจนและเหมาะสม และจุดพิจารณาและระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถและลักษณะของผู้เรียนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านใบตรวจให้คะแนน พบว่า ด้านใบตรวจให้คะแนนมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ใบตรวจให้คะแนนระบุน้ำหนักคะแนนการประเมินไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย รายการประเมินในใบตรวจให้คะแนนสอดคล้องกับขั้นตอนการปฏิบัติงาน ใบตรวจให้คะแนนมีรายการประเมินที่ครอบคลุมประเด็นสำคัญของขั้นตอนการปฏิบัติงาน ใบตรวจให้คะแนนมีการระบุคะแนนเต็มและช่องสำหรับบันทึกคะแนนอย่างครบถ้วน และใบตรวจให้คะแนนสามารถประเมินขั้นตอนการปฏิบัติงานตามที่ระบุไว้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านเอกสารประกอบการสอน พบว่า ด้านเอกสารประกอบการสอนมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ เนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย ภาษาและเนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน เอกสารประกอบการสอนครอบคลุมประเด็นสำคัญของบทเรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา คือ เอกสารประกอบการสอนมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ และการ

จัดรูปแบบข้อความ ภาพประกอบ มีความเหมาะสม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ตามลำดับ ด้านคู่มือครู พบว่า ด้านคู่มือครูมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ คู่มือครูมีการอธิบายเนื้อหาวิชาอย่างชัดเจนและครบถ้วน คู่มือครูครอบคลุมเนื้อหาและแนวทางที่จำเป็นสำหรับการสอน คู่มือครูมีรูปแบบที่ใช้งานง่ายและสะดวกต่อการนำไปใช้จริงในชั้นเรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา คือ คู่มือครูมีแนวทางการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม คู่มือครูมีคำแนะนำสำหรับการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ตามลำดับ

5.1.3 ผลการใช้ชุดประลองและหาประสิทธิภาพของชุดประลอง เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม พบว่า ประสิทธิภาพของ (E_1) มีค่าเท่ากับ 82.13 ประสิทธิภาพของ (E_2) มีค่าเท่ากับ 84.07 ประสิทธิภาพของชุดประลอง เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

5.1.4 ผลการเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดประลอง เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม จำนวน 20 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 85.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.91 พบว่า นักศึกษามีทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดประลอง เฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 4.85$, $df = 19$, $p = 0.00$)

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการสรุปผลการวิจัย การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ผลการอภิปรายมีดังข้อต่อไปนี้

5.2.1 จากการวิจัยพบว่า สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนพบว่านักเรียนขาดความรู้และทักษะในการบริการระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่นิยมมากที่สุดในปัจจุบัน ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนเน้นการบรรยาย ทฤษฎีเป็นหลัก เนื่องจากชุดประลองมีไม่เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน และมีราคาสูง ทำให้นักเรียนไม่สามารถฝึกทักษะได้ตามสมรรถนะของจุดประสงค์รายวิชา จากผลการเรียนและประเมินผลรายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์ พบว่า นักเรียนมีผลคะแนนในด้านการทดสอบภาคปฏิบัติ เรื่องระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ไม่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากเกณฑ์การประเมินผลรายวิชาในด้านทักษะ และส่งผลทำให้นักเรียนขาดความมั่นใจและความพร้อมในการทำงานในสายอาชีพ และแนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์ พบว่า พัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่

เรียน และเพิ่มกิจกรรมการสอน ปรับเปลี่ยนสื่อการสอนในภาคปฏิบัติ เช่น การทดลองต่อวงจร BMS, การวิเคราะห์ข้อมูลแบตเตอรี่ผ่านซอฟต์แวร์ และการทดสอบแบตเตอรี่จริง เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น และสามารถฝึกทักษะได้ตามสมรรถนะของจุดประสงค์รายวิชา อาจเนื่องด้วยสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน สอดคล้องกับ พรเลิศ (2559) พบว่า การใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักด้าน อาชีวอนามัย นักศึกษาพยาบาลมีคะแนนผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ทักษะการแก้ปัญหา การทำงานเป็นทีม และความพึงพอใจสูงกว่าก่อนใช้รูปแบบฯ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.2.2 จากการวิจัยพบว่า ผลการออกแบบและพัฒนาชุดประลอง การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม ผลการประเมินความเหมาะสมในภาพรวม มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดเมื่อแบ่งรายการประเมินออกเป็น 12 รายการ 1) สารสำคัญของเนื้อหา 2) จุดประสงค์การเรียนรู้ 3) จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 4) เนื้อหาสาระ 5) กิจกรรมการเรียนการสอน 6) การวัดและประเมินผล 7) ใบเนื้อหา 8) ใบมอบหมายงาน 9) ใบสังเกตพฤติกรรม 10) ใบตรวจให้คะแนน 11) เอกสารประกอบการสอน 12) คู่มือครู พบว่า ความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม โดยภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยมีกระบวนการศึกษาประสิทธิภาพของชุดประลอง ที่ชัดเจนและมีการพิจารณาผลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพในการทดลองแต่ละครั้ง ก่อนที่จะนำมาใช้ภาคสนาม สอดคล้องกับ ฌรงค์ (2563) พบว่า ผลการศึกษาประสิทธิภาพของการเรียนด้วยสื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5.2.3 จากการวิจัยพบว่า ผลการใช้ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม และผลการหาประสิทธิภาพของชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม พบว่า ประสิทธิภาพของ (E_1) มีค่าเท่ากับ 82.13 ประสิทธิภาพของ (E_2) มีค่าเท่ากับ 84.07 ประสิทธิภาพของชุดประลอง เรื่องระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากชุดประลองชุดประลอง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม มีความน่าสนใจ ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจด้วยตนเองได้ อาจเนื่องด้วยกระบวนการพัฒนางานวิจัยที่ความชัดเจน สอดคล้องกับ สุรเชษฐ์ (2567) พบว่า นักศึกษาคณะ วิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์กำหนดร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.2.4 จากการวิจัยพบว่า ผลการเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม จำนวน 20 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 85.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.91 พบว่า นักเรียนมีทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วย

ชุดประลองเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากชุดประลองชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม มีความน่าสนใจ ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจด้วยตนเองได้ อาจเนื่องด้วยกระบวนการพัฒนางานวิจัยที่ความชัดเจน สอดคล้องกับ สรุเชษฐ์ (2567) พบว่า นักศึกษาคณะ วิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์กำหนด ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัย

ผลการวิจัย การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ มีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมควรนำไปใช้ในหลักสูตรสายอาชีพที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อเพิ่มทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรม

5.3.1.2 ควรพัฒนาชุดประลองเพิ่มเติมในหัวข้ออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าของยานยนต์ เช่น ระบบการชาร์จไฟและการตรวจสอบประสิทธิภาพแบตเตอรี่

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรพัฒนาชุดประลองเพิ่มเติมในหัวข้ออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบต่าง ๆ ของยานยนต์ไฟฟ้า เช่น การบำรุงรักษาแบตเตอรี่ลิเทียม การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า การบำรุงรักษายานยนต์ไฟฟ้า

บรรณานุกรม

- กัญญวิทย์ กลิ่นบำรุง, จักรกฤษณ์ เบญจมาหา และศักดิ์วิชิต มั่นคง. (2565). การพัฒนารูปแบบการฝึกอบรบโดยประยุกต์ใช้การจัดกิจกรรมเป็นฐานและรูปแบบการเรียนรู้ MIAP เรื่องการผลิตสื่อการสอน. วารสารวิจัยและนวัตกรรมการอาชีวศึกษา, 6(2), 151-160.
- ขรินทร์ทิพย์ รุจิชีพ และภานุมาศ หมอสินธ. (2567). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ออนไลน์ตาม MIAP MODEL รายวิชากฎหมายธุรกิจโดยโปรแกรมไมโครซอฟต์พาวเวอร์พอยต์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุโขทัย. วารสารวิชาการสถาบันวิทยาการจัดการแห่งแปซิฟิก, 10(2), 147-162.
- ขวัญชัย ช้วน และธารทิพย์ ช้วน. (2562). การจัดการการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. วารสารบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 16(73), 13-22.
- ณรงค์ ไชยมงคล, เมธา อึ้งทอง และอภิชาติ ศรีประดิษฐ์. (2563). เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ: การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 19(2), 80-89.
- ทรงนคร การนา และฤทัย ประทุมทอง. (2563). การพัฒนาชุดการสอนรูปแบบ MIAP สำหรับจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เพื่อส่งเสริมทักษะการใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า. วารสารวิชาการ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 1, 5(1), 11-21.
- ธณัฐ ฝ่องโต. (2567). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดฝึกรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และวงจรเรื่องอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำโดยใช้กระบวนการสอนแบบ MIAP. วารสารวิจัยและนวัตกรรมการอาชีวศึกษา กรุงเทพมหานคร, 7(2), 109-125.
- ปณิตต์ หาสิน. (2565). การทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยเกี่ยวกับความรู้พื้นฐาน สถานะ และการพัฒนาวัสดุคาร์บอนที่มีรูพรุนในระดับนาโนที่ใช้ทำเป็นขั้วแอโนดสำหรับแบตเตอรี่โซเดียมไอออน. วารสารวิชาการเทคโนโลยีป้องกันประเทศ, 4(10), 16-31.

- ฤทัย ประทุมทอง และทรงนคร การนา. (2565). การพัฒนาชุดการสอน เรื่อง การเขียนคำสั่ง
พื้นฐาน วิชาโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบ
MIAP ร่วมกับการสอนโดยใช้เกมสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่
2 สาขาวิชาช่างเทคนิคการอิเล็กทรอนิกส์. วารสาร ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตปัตตานี, 33(2), 141-156.
- ฤทธิรงค์ อริยธนพล และคนอื่น ๆ. (2565). การออกแบบและประเมินประสิทธิภาพของชุดฝึก
ปฏิบัติการถ่วงสมดุลหนึ่งระนาบ. วารสาร วิชาการโรงเรียนนายเรือด้านวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี, 5(1), 30-43.
- วีรชัย ไวยเนตร์. (2565). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกระบวนการสอนแบบ MIAP ร่วมกับบอร์ดเกม
เรื่อง สดุดี ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 21(3),
24-33.
- ศักดิ์สิทธิ์ ชื่นชมขนาดจาด และคนอื่น ๆ. (2567). การพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มสมรรถนะ
ด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า. วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิศวกรรมศึกษา
, 15(3), 1-9.
- ศรายุทธ จิตรพัฒนากุล, กฤษณะ จันทสิทธิ์ และธีรวัฒน์ ชื่นอัสตงคต. (2563). การพัฒนาเพิ่ม
ประสิทธิภาพแบตเตอรี่รถไฟฟ้า 3 ล้อขนาดเล็ก สำหรับใช้ในครัวเรือนครัวเรือน.
วารสารวิจัยรำไพพรรณี, 14(3), 136-147.
- สัจพันธ์ จริงมาก. (2565). การพัฒนาชุดทดลองวงจรควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ในหลอดไฟฟ้า
พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อสังคมสีเขียวสำหรับนักศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า. วารสารครุศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, 4(2), 67-80.
- สันติ หุตะมาน. (2565). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ MIAP ร่วมกับ
ชุดสาธิต และการจำลองการทำงาน รายวิชาการขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าและระบบเซอร์
โว. วารสาร ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 45(1), 32-43.
- สาริน พรหมภักดี, ชลธิศ ปิติภูมิสุขสันต์, สืบศักดิ์ สุ่มอิม และวรวิมล กังหัน. (2566). การพัฒนาชุด
กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เครื่องหมายและสัญลักษณ์ความปลอดภัย โดยใช้บอร์ดเกม

ร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. วารสาร
สาขามนุษยศาสตร์สังคมศาสตร์ และศิลปะ, 3(4), 61-78.

สุธาสนี ถิระพันธ์ และณรงค์รัชช วรรณมิตร. (2563). สภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอน
ในรายวิชาทักษะปฏิบัติขั้วร่องตะวันตกของสถาบันอุดมศึกษาในประเทศไทย. วารสาร
มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม, 10(2), 59-66.

สุรเชษฐ์ อรัญนุมาศ, เมธา อึ้งทอง และน่านน้ำ บัวคล้าย. (2567). การพัฒนาทักษะการเขียนโค้ด
เครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC โดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงการเป็น
ฐาน สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี. วารสารT-VETJournal สถาบันการอาชีวศึกษา
ภาคเหนือ 3, 8(15), 135-149.

อมร อ้นกรอง และเจวารินทร์ ฐานะโกคิน. (2565). ชุดฝึกปฏิบัติการเครื่องทำความเย็นประเภท ตู้
เย็น. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอินฟอร์เทิร์น, 3(3), 67-76.

อัมณชญา ทองรส และอ้อมธจิต แป้นสร. (2565). การศึกษาความสามารถในการพูดสื่อสารในงาน
อาชีพของนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ด้วยการจัดการเรียนรู้
แบบผสมผสานร่วมกับกระบวนการสอนแบบ MIAP. วารสารการพัฒนการเรียนรู้
สมัยใหม่, 7(7), 188-201.

อิศเรศ ธุชกัลยา และพัชรินทร์ แซ่จัน. (2566). การปรับปรุงประสิทธิภาพการระบายความร้อนของ
ระบบจัดการความร้อนของแบตเตอรี่ด้วยอากาศโดยอาศัยการจัดเรียงเซลล์ของชุด
แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 33(2), 401-412.

Hagenau, M., Jradi, M. (2020). Dynamic modeling and performance evaluation of
building envelope enhanced with phase change material under Danish
conditions. Journal of Energy Storage,
<https://doi.org/10.1016/j.est.2020.101536>.

Hannan, M., Hoque, M., Yusof, Y., Ker, P. (2018). State-of-the-art and energy
management system of lithium-ion batteries in electric vehicle
applications: Issues and recommendations. Ieee Access, 6, 19362-19378.

Luo, J., Chen, G., Wang, Q., Zhang, S. (2021). **Analysis on the optimal mixing pressure and efficiency limit of an ideal ejector.** Energy Reports, <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.07.024>.



ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญ
- ประมวลภาพเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้อง



รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบการพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เพื่อส่งเสริม
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ดังรายชื่อต่อไปนี้
จำนวน 5 ท่าน มีดังนี้

- | | |
|----------------------------|--|
| 1) นายเปี่ยมศิลป์ ทองทิพย์ | ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคกระบี่ |
| 2) นายสมโภชน์ นันทโย | ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคพังงา |
| 3) นายประวัติน อินทแย้ม | ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคพังงา |
| 4) นายจรินทร์ ลั่นชี | ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคพังงา |
| 5) นายพัฒนา หมื่นศรี | ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคตรัง |

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ดังรายชื่อต่อไปนี้
จำนวน 9 ท่าน มีดังนี้

- | | |
|----------------------------|--|
| 1) นายเปี่ยมศิลป์ ทองทิพย์ | ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคกระบี่ |
| 2) นายสมโภชน์ นันทโย | ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคพังงา |
| 3) นายประวัติน อินทแย้ม | ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคพังงา |
| 4) นายจรินทร์ ลั่นชี | ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคพังงา |
| 5) นายพัฒนา หมื่นศรี | ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคตรัง |

- 6) นายอดุล ชันแก้ว ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชินี
มุกดาหาร
- 7) นายปัญญา เชื้อคำจันทร์ ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชินี
มุกดาหาร
- 8) นายอดิศักดิ์ พะวงค์ ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพกระนวน
- 9) นายธนาศักดิ์ กู้สุจริต ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคราษีไศล





ที่ อว 7104.1/708

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากราษฎร์ 1 แขวงวัดสว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

31 ตุลาคม 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคกระบี่

ด้วยนายวันันต์ แสนสุข รหัสประจำตัว 66-020178-5612-0 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายเปี่ยมศิลป์ ทองทิพย์ ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคกระบี่ เป็นผู้ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเครื่องมือวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ คุตทวิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207
ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 064-935-5624 (นายวันันต์ แสนสุข)



ที่ อว 7104.1/704

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาชื่นรัง 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

31 ตุลาคม 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพังงา

ด้วยนายนิรันดร์ แสนสุข รหัสประจำตัว 66-020178-5612-0 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบการจัดการแบบเตอร์ลิเทียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายสมโภชน์ นันทโย ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคพังงา เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเครื่องมือวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติคุณ คุตทวิโรจน์)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207
ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 064-935-5624 (นายนิรันดร์ แสนสุข)



ที่ อว 7104.1/705

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาชื่น 1 แขวงจตุจักร
เขตบางเขน กรุงเทพฯ 10800

31 ตุลาคม 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพังงา

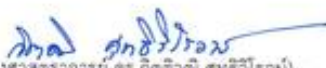
ด้วยนายนิรันดร์ แสนสุข รหัสประจำตัว 66-020178-5612-0 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบการจัดการแบบเครือข่ายเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรภูมิ ยะนิล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายประวิติ อินทแย้ม ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคพังงา เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเครื่องมือวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติภูมิ คุณธีรโรจน์)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207
ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 064-935-5624 (นายนิรันดร์ แสนสุข)



ที่ อว 7104.1/706

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาชื่น 1 แขวงจตุจักร
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

31 ตุลาคม 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพังงา

ด้วยนายนิรันดร์ แสนสุข รหัสประจำตัว 66-020178-5612-0 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบการจัดการแบบเตอร์ลิเทียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพล ยะนิล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายจรินทร์ ลั่นชี ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคพังงา เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเครื่องมือวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ ศุภวิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207
ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 064-935-5624 (นายนิรันดร์ แสนสุข)



ที่ อว 7104.1/707

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาชื่นรัง 1 แขวงจตุจักร
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

31 ตุลาคม 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิควัง

ด้วยนายนิรันดร์ แสนสุข รหัสประจำตัว 66-020178-5612-0 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท
หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบการ
จัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
สาขาวิชาช่างยนต์" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวิทย์ ยะนิล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและ
มีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายพัฒนา หมีนศรี ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการ
พิเศษ วิทยาลัยเทคนิควัง เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเครื่องมือวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำ
สารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้
เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ สุทธิโรจน์)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207
ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 064-935-5624 (นายนิรันดร์ แสนสุข)



ที่ อว 7104.1/109

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรบุรี 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

16 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชินีมุกดาหาร

ด้วยนายนิรันดร์ แสนสุข รหัสประจำตัว 66-020178-5612-0 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาชุดประลองระบบ การจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายอตุล ชื่นแก้ว ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชินีมุกดาหาร เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ สุทธิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 064-935-5624 (นายนิรันดร์ แสนสุข)



ที่ อว 7104.1/110

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาชื่น 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

16 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพังงา

ด้วยนายนิรันดร์ แสนสุข รหัสประจำตัว 66-020178-5612-0 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาชุดประลองระบบ การจัดการแบคทีเรียเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวิทย์ ยะนิล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายปัญญา เชื้อคำจันทร์ ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพพนมไพรราชินีมุกดาหาร เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ คุณธีรโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 064-935-5624 (นายนิรันดร์ แสนสุข)



ที่ อว 7104.1/111

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาชื่น 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางเขน กรุงเทพฯ 10800

16 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพกระนวน

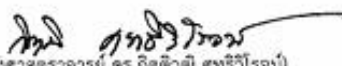
ด้วยนายนิรันดร์ แสนสุข รหัสประจำตัว 66-020178-5612-0 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายอดิศักดิ์ พะวงค์ ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยการอาชีพกระนวน เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติภูมิ คูทิวโรจน์)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207
ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 064-935-5624 (นายนิรันดร์ แสนสุข)



ที่ อว 7104.1/112

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาชื่นบุรี 1 แขวงศรีสว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

16 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคราชบุรี

ด้วยนายนิรันดร์ แสนสุข รหัสประจำตัว 66-020178-5612-0 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาชุดประลองระบบ การจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายอนาคศักดิ์ กุสุจิตต์ ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ กุชฉีวีโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 064-935-5624 (นายนิรันดร์ แสนสุข)

ประมวลภาพเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้อง



ภาพที่ ก-2 ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ใบมอบหมายงาน 1/2
การวัดค่าความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ลิเทียม		
คำสั่ง 1. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานนี้ให้เข้าใจ 2. เตรียมเครื่องมือ วัดค่า อุปกรณ์ไฟฟ้าพร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนของใบมอบหมายงาน		
วัสดุเครื่องมืออุปกรณ์		
1. มัลติมิเตอร์หรือมิเตอร์วัดค่าความต้านทาน 2. สายวัด 3. แบตเตอรี่ลิเทียม 4. อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า		
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน		
ขั้นตอนที่ 1 ตั้งค่ามัลติมิเตอร์ในโหมดวัดค่าความต้านทาน (Resistance Mode)		
ขั้นตอนที่ 2 เชื่อมต่อสายวัดเข้ากับมัลติมิเตอร์เพื่อวัดค่าของแบตเตอรี่		
ขั้นตอนที่ 3 วัดค่าความต้านทานโดยนำสายวัดมัลติมิเตอร์ต่อกับขั้วบวกและขั้วลบของแบตเตอรี่		
การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม		ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		อาจารย์อภิปริกา ผด.ศร.สุรวุฒิ ธนนิล

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ใบมอบหมายงาน 2/2
การวัดค่าความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ลิเทียม		
ขั้นตอนที่ 4 อ่านค่าความต้านทานที่แสดงอยู่บนมัลติมิเตอร์และจดบันทึกค่า		
ขั้นตอนที่ 5 ทำการวัดซ้ำ 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย		
ขั้นตอนที่ 6 ใ้ตรวจสอบและเปรียบเทียบค่าความต้านทานที่วัดได้กับค่ามาตรฐาน		
ขั้นตอนที่ 7 เก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน		
การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม		ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		อาจารย์อภิปริกา ผด.ศร.สุรวุฒิ ธนนิล

ภาพที่ ก-3 ใบมอบหมายงาน



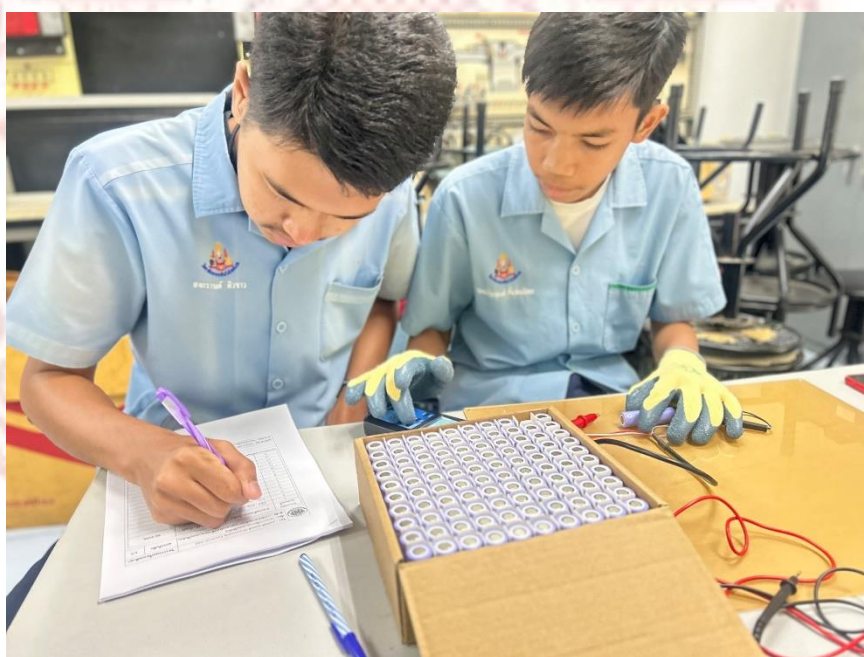
ภาพที่ ก-4 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน



ภาพที่ ก-5 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการใช้ใบมอบหมายงาน



ภาพที่ ก-6 การทดสอบใช้ชุดทดลอง และบันทึกผล (1)



ภาพที่ ก-7 การทดสอบใช้ชุดทดลอง และบันทึกผล (2)

ภาคผนวก ข

- แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดพิจารณากับประเด็นการประเมิน ของชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม
- แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ ของชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม
- แบบประเมินความเหมาะสมของชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม





แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ระหว่างจุดพิจารณากับประเด็นการประเมิน

ข้อสารนิพนธ์ การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

ชื่อนักศึกษา นายนิรันดร์ แสนสุข

รหัสประจำตัว 6602017856120

ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

แขนงวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
ระหว่างจุดพิเคราะห์กับประเด็นการประเมิน

คำชี้แจง

แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดพิเคราะห์กับประเด็นการประเมิน

แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 คำถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดพิเคราะห์กับประเด็นการประเมิน กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน มีความหมายดังนี้

- +1 แน่ใจว่าจุดพิเคราะห์กับประเด็นการประเมิน มีความสอดคล้องกัน
- 0 ไม่แน่ใจว่าจุดพิเคราะห์กับประเด็นการประเมิน มีความสอดคล้องกัน
- 1 แน่ใจว่าจุดพิเคราะห์กับประเด็นการประเมิน ไม่มีความสอดคล้องกัน

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	จุดพิจารณา	ประเด็นการประเมิน		ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		ระดับคะแนน	คำอธิบายระดับคะแนน	+1	0	-1	
1. วัดค่าความต้านทาน ของแบตเตอรี่ลิเทียม ตามเงื่อนไขที่กำหนดได้	1.1 การเตรียมอุปกรณ์สำหรับวัดค่าความ ต้านทาน ประกอบด้วย 1) มัลติมิเตอร์พร้อสาย วัด 2) ถูมื่อป้องกันไฟฟ้าสถิต 3) แบตเตอรี่ลิ เทียม 4) แบบบันทึกค่าความต้านทาน	3	ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 4 ข้อ				
		2	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 3 ข้อ				
		1	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ				
		0	ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด				
	1.2 ตรวจสอบแบตเตอรี่อยู่ในสภาพที่ปลอดภัย ประกอบด้วย 1) ตรวจสอบรอยแตกกร้าวหรือบวม 2) ตรวจสอบขั้วแบตเตอรี่มีคราบสนิมหรือสิ่ง สกปรกเกาะอยู่ 3) ตรวจสอบสายไฟอยู่ในสภาพดี ไม่มีรอยขาดหรือไหม้	3	ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด				
	1.3 การสวมใส่ถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต ประกอบด้วย ตามมาตรฐานความปลอดภัย ประกอบด้วย 1) ตรวจสอบสภาพของถุงมือว่ามี ความสมบูรณ์ ไม่มีรอยฉีกขาด และเหมาะสมกับ การใช้งาน 2) ตรวจสอบถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด 3) อธิบายถึง เหตุผลในการสวมใส่ถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต	3	ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	จุดพิจารณา	ประเด็นการประเมิน		ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		ระดับคะแนน	คำอธิบายระดับคะแนน	+1	0	-1	
	1.7 ปฏิบัติตามขั้นตอนความปลอดภัย ในการวัดค่าแบตเตอรี่อย่างเคร่งครัดตลอดกระบวนการ ดังนี้ 1) การตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าสถิต 2) การวัดค่าความต้านทาน 3) การจัดเก็บอุปกรณ์	3	ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด				
	1.8 ปฏิบัติงานสำเร็จตามเวลาที่กำหนดพร้อมกับจัดเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์และแบตเตอรี่ได้อย่างถูกต้องภายใน 10 นาที	3	ปฏิบัติงานสำเร็จ พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์ตามเวลาที่กำหนด				
		2	ปฏิบัติงานสำเร็จ พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์เกินเวลาที่กำหนด 3 นาที				
		1	ปฏิบัติงานสำเร็จ พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์เกินเวลาที่กำหนด 5 นาที				
		0	ปฏิบัติงานสำเร็จ พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์เกินเวลาที่กำหนด 10 นาที				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	จุดพิจารณา	ประเด็นการประเมิน		ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		ระดับคะแนน	คำอธิบายระดับคะแนน	+1	0	-1	
2. วัดค่าแรงดันไฟฟ้า ของแบตเตอรี่ลิเทียม ตามเงื่อนไขที่กำหนดได้	2.1 การเตรียมอุปกรณ์สำหรับวัดค่าแรงดันไฟฟ้า ประกอบด้วย 1) มัลติมิเตอร์พร้อสายวัด 2) ถุงมือ ป้องกันไฟฟ้าสถิต 3) แบตเตอรี่ลิเทียม 4) แบบ บันทึกค่าความต้านทาน	3	ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 4 ข้อ				
		2	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 3 ข้อ				
		1	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ				
		0	ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด				
	2.2 ตรวจสอบแบตเตอรี่อยู่ในสภาพที่ปลอดภัย ประกอบด้วย 1) ตรวจสอบรอยแตกกร้าวหรือบวม 2) ตรวจสอบขั้วแบตเตอรี่มีคราบสนิมหรือสิ่ง สกปรกเกาะอยู่ 3) ตรวจสอบสายไฟอยู่ในสภาพดี ไม่มีรอยขาดหรือไหม้	3	ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด				
	2.3 การสวมใส่ถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต ประกอบด้วย ตามมาตรฐานความปลอดภัย ประกอบด้วย 1) ตรวจสอบสภาพของถุงมือว่ามี ความสมบูรณ์ ไม่มีรอยฉีกขาด และเหมาะสมกับ การใช้งาน 2) ตรวจสอบถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด 3) อธิบายถึง เหตุผลในการสวมใส่ถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต	3	ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	จุดพิจารณา	ประเด็นการประเมิน		ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		ระดับคะแนน	คำอธิบายระดับคะแนน	+1	0	-1	
	2.4 ปรับมัลติมิเตอร์ และอธิบายถึงเหตุผลในการ ปรับมัลติมิเตอร์ เพื่อวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของ แบตเตอรี่ลิเทียม	3	สามารถปรับมัลติมิเตอร์ และอธิบายถึงเหตุผล ของการปรับได้ถูกต้อง				
		2	สามารถปรับมัลติมิเตอร์ และอธิบายถึงเหตุผล ของการปรับได้แต่ไม่ถูกต้อง				
		1	สามารถปรับมัลติมิเตอร์ แต่ไม่สามารถอธิบาย ถึงเหตุผลของการปรับได้				
		0	ไม่สามารถปรับมัลติมิเตอร์ และอธิบายถึง เหตุผลของการปรับได้				
	2.5 ต่อสายวัดเข้ากับขั้วของแบตเตอรี่อย่าง ถูกต้องตามขั้นตอนดังนี้ 1) นำสายสีแดงของมัลติ มิเตอร์ต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่ 2) นำสาย สีดำของมัลติมิเตอร์ต่อเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ 3) เก็บสายมัลติมิเตอร์เป็นระเบียบ	3	ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด				
	2.6 การจัดการอุปกรณ์หลังการใช้งาน ประกอบด้วย 1) ถอดสายวัดมัลติมิเตอร์อย่าง ระมัดระวัง 2) ปิดเครื่องมัลติมิเตอร์หลังใช้งานทุก ครั้ง 3) จัดเก็บอุปกรณ์ทุกชิ้นอย่างเป็นระเบียบ	3	ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	จุดพิจารณา	ประเด็นการประเมิน		ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		ระดับคะแนน	คำอธิบายระดับคะแนน	+1	0	-1	
	2.7 ปฏิบัติตามขั้นตอนความปลอดภัย ในการวัดค่าแบตเตอรี่อย่างเคร่งครัดตลอดกระบวนการ ดังนี้ 1) การตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าสถิต 2) การวัดค่าความต้านทาน 3) การจัดเก็บอุปกรณ์	3	ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด				
	2.8 ปฏิบัติงานสำเร็จตามเวลาที่กำหนดพร้อมกับจัดเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์และแบตเตอรี่ได้อย่างถูกต้องภายใน 10 นาที	3	ปฏิบัติงานสำเร็จ พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์ตามเวลาที่กำหนด				
		2	ปฏิบัติงานสำเร็จ พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์เกินเวลาที่กำหนด 3 นาที				
		1	ปฏิบัติงานสำเร็จ พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์เกินเวลาที่กำหนด 5 นาที				
		0	ปฏิบัติงานสำเร็จ พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์เกินเวลาที่กำหนด 10 นาที				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	จุดพิจารณา	ประเด็นการประเมิน		ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		ระดับคะแนน	คำอธิบายระดับคะแนน	+1	0	-1	
3. ต้องการระบบการ จัดการของแบบเตอร์ลิ เชื่อมตามเงื่อนไขที่ กำหนดได้	3.1 การเตรียมอุปกรณ์สำหรับการต่อวงจร BMS ร่วมกับแบบเตอร์ลิเชื่อม ประกอบด้วย 1) มัลติมิเตอร์พรอสายวัด 2) ถูมมือ ป้องกันไฟฟ้าสถิต 3) แบตเตอรี่ลิเธียม 4) แบบ บันทึกค่าความต้านทาน	3	ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 4 ข้อ				
		2	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 3 ข้อ				
		1	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด				
	3.2 ตรวจสอบแบบเตอร์ลิในสภาพที่ปลอดภัย ประกอบด้วย 1) ตรวจสอบรอยแตกกราวหรือบวม 2) ตรวจสอบขั้วแบบเตอร์ลิมีคราบสนิมหรือสิ่ง สกปรกเกาะอยู่ 3) ตรวจสอบสายไฟอยู่ในสภาพดี ไม่มีรอยขาดหรือไหม้	3	ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด				
	3.3 การสวมใส่ถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต ประกอบด้วย ตามมาตรฐานความปลอดภัย ประกอบด้วย 1) ตรวจสอบสภาพของถุงมือว่ามี ความสมบูรณ์ ไม่มีรอยฉีกขาด และเหมาะสมกับ การใช้งาน 2) ตรวจสอบถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด 3) อธิบายถึงเหตุผลในการสวมใส่ถุงมือป้องกัน ไฟฟ้าสถิต	3	ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	จุดพิจารณา	ประเด็นการประเมิน		ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		ระดับคะแนน	คำอธิบายระดับคะแนน	+1	0	-1	
	3.4 การวางแผนออกแบบวงจรและการเลือกใช้ อุปกรณ์ที่ถูกต้อง ประกอบด้วย 1) ออกแบบวงจรได้ถูกต้องและสมบูรณ์ 2) เลือกใช้อุปกรณ์เหมาะสมทุกจุด 3) คำนึงถึงความปลอดภัยและความสะดวกใน การบำรุงรักษา	3	ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด				
	3.5 การต่อวงจร BMS เข้ากับตัวแบตเตอรี่ ตาม ขั้นตอนดังนี้ 1) ต่อวงจรตามได้ออกแบบได้ถูกต้อง 2) ตรวจสอบและสมบูรณ์ทุกจุด 3) การ ติดตั้ง BMS อยู่ในตำแหน่งปลอดภัย	3	ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด				
	3.6 การตรวจสอบการต่อวงจร BMS ร่วมกับ แบตเตอรี่ มีขั้นตอนดังนี้ 1) การตรวจสอบต่อ วงจรถูกต้องและสมบูรณ์แบบ 2) ตรวจสอบทุกจุด แน่นหนาและปลอดภัย 3) ระบบทำงานได้เต็ม ประสิทธิภาพ	3	ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	จุดพิจารณา	ประเด็นการประเมิน		ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		ระดับคะแนน	คำอธิบายระดับคะแนน	+1	0	-1	
	3.7 การจัดการอุปกรณ์หลังการใช้งาน ประกอบด้วย 1) ถอดสายวัดมัลติมิเตอร์อย่างระมัดระวัง 2) ปิดเครื่องมือวัดหลังใช้งานทุกครั้ง 3) จัดเก็บอุปกรณ์ทุกชิ้นอย่างเป็นระเบียบ	3	ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด				
	3.8 ปฏิบัติตามขั้นตอนความปลอดภัย ในการวัดค่าแบบเตอเรียอย่างเคร่งครัดตลอดกระบวนการ ดังนี้ 1) การตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าสถิต 2) การวัดค่าความต้านทาน 3) การจัดเก็บอุปกรณ์	3	ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด				
	3.9 ปฏิบัติงานสำเร็จตามเวลาที่กำหนดพร้อมกับจัดเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์และแบตเตอรี่ได้อย่างถูกต้องภายใน 30 นาที	3	ปฏิบัติงานสำเร็จ พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์ตามเวลาที่กำหนด				
		2	ปฏิบัติงานสำเร็จ พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์เกินเวลาที่กำหนด 5 นาที				
		1	ปฏิบัติงานสำเร็จ พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์เกินเวลาที่กำหนด 10 นาที				
		0	ปฏิบัติงานสำเร็จ พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์เกินเวลาที่กำหนด 15 นาที				

ความคิดเห็นเพิ่มเติม.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)
ตำแหน่ง.....



แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
ระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

ชื่อนักศึกษา นายนิรันดร์ แสนสุข
รหัสประจำตัว 6602017856120
ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
แขนงวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
ระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์

คำชี้แจง

แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์

แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 คำถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดพิชารณากับนิยามศัพท์ กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน มีความหมายดังนี้

- +1 แน่ใจว่าจุดพิชารณากับประเด็นการประเมิน มีความสอดคล้องกัน
- 0 ไม่แน่ใจว่าจุดพิชารณากับประเด็นการประเมิน มีความสอดคล้องกัน
- 1 แน่ใจว่าจุดพิชารณากับประเด็นการประเมิน ไม่มีความสอดคล้องกัน

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ประเด็นการประเมิน	นิยามศัพท์	ข้อคำถาม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
สาระสำคัญของเนื้อหา	สาระสำคัญของเนื้อหาที่ปรากฏในแผนการจัดการเรียนรู้ ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ สรุปเนื้อหาหลักที่สำคัญ และเข้าใจได้ง่ายขึ้น	1. การใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย โดยเน้นเฉพาะประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเนื้อหา				
		2. สาระสำคัญครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้				
		3. สาระสำคัญของเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา				
จุดประสงค์การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้ หรือคำอธิบายที่ชัดเจนเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนจะสามารถรู้ เข้าใจ หรือปฏิบัติได้หลังจากการเรียนรู้การสอนเสร็จในแต่ละบทเรียนหรือกิจกรรม	1. จุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย				
		2. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา				
		3. จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดผลได้อย่างชัดเจน				
		4. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร				
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หรือเป้าหมายของการเรียนรู้ที่แสดงออกในรูปแบบของพฤติกรรมที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติหรือแสดงออกได้อย่างชัดเจนหลังจากการเรียนรู้	1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความชัดเจน				
		2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้				
		3. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแสดงถึงผลลัพธ์ของการเรียนรู้ได้				
		4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน				
เนื้อหาสาระ	ข้อมูล ความรู้ หรือหัวข้อที่ถูกนำเสนอในกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับเป้าหมายการเรียนรู้ และครอบคลุมเนื้อหาที่จำเป็นในการบรรลุตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	1. เนื้อหาสาระที่มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ				
		2. เนื้อหาสาระมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้				
		3. เนื้อหาสาระครอบคลุมหัวข้อสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้				
		4. เนื้อหาสาระมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความเข้าใจของผู้เรียน				
		5. เนื้อหาสาระตอบสนองความต้องการหรือแนวโน้มในปัจจุบัน				

ประเด็นการประเมิน	นิยามศัพท์	ข้อคำถาม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
กิจกรรมการเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอนเป็นกระบวนการหรือชุดของกิจกรรมที่ออกแบบและจัดขึ้นโดยครูเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	1. กิจกรรมการเรียนการสอนมีความชัดเจนและครอบคลุมตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม				
		2. กิจกรรมการเรียนการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทั้งในเชิงวิเคราะห์และปฏิบัติจริง				
		3. กิจกรรมการเรียนการสอนมีการใช้ทรัพยากรหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมช่วยส่งเสริมการเรียนรู้				
		4. กิจกรรมการเรียนการสอนมีความหลากหลายและตอบสนองความต้องการของผู้เรียน				
		5. กิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน				
		6. กิจกรรมการเรียนการสอนสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนได้				
การวัดและประเมินผล	กระบวนการรวบรวมข้อมูลและการตัดสินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนได้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่	1. เครื่องมือวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม				
		2. ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผลมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย				
		3. เครื่องมือวัดผลมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความสามารถของผู้เรียน				

ประเด็นการประเมิน	นิยามศัพท์	ข้อคำถาม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
ข้อเสนอหา	เอกสารหรือแหล่งข้อมูลที่ครูจัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนใช้เป็นแนวทางในการศึกษาเนื้อหาบทเรียน โดยมุ่งเน้นการนำเสนอข้อมูลสำคัญในรูปแบบที่เข้าใจง่าย และช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	1. ใบื่อนหานำเสนอเนื้อหาให้ชัดเจนและเข้าใจง่าย				
		2. ใบื่อนหาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้				
		3. ใบื่อนหาครอบคลุมเนื้อหาที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้				
		4. ใบื่อนหาใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน				
ใบมอบหมายงาน	เอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อระบุรายละเอียดของงานหรือกิจกรรมที่ครูมอบหมายให้ผู้เรียนปฏิบัติ โดยมีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาทักษะตามเป้าหมายที่กำหนด	1. ใบมอบหมายงานระบุรายละเอียดของงานที่อย่างชัดเจน				
		2. ใบมอบหมายงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้				
		3. ใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน				
		4. ใบมอบหมายงานระบุเกณฑ์การประเมินและวิธีการให้คะแนนไว้อย่างชัดเจน				
		5. มีระยะเวลาที่กำหนดในใบมอบหมายงานเหมาะสมกับความซับซ้อนของงาน				
ใบสังเกตพฤติกรรม	เอกสารหรือเครื่องมือที่ครูใช้สำหรับรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมหรือการปฏิบัติงานของผู้เรียน ระหว่างการเรียนการสอน หรือในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาโดยมีการกำหนดจุดพิจารณาและระดับการปฏิบัติงานอย่างชัดเจน	1. จุดพิจารณาใบสังเกตพฤติกรรมระบุพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตไว้อย่างชัดเจน				
		2. จุดพิจารณาใบสังเกตพฤติกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม				
		3. ระดับการปฏิบัติงานใบสังเกตพฤติกรรมมีความชัดเจนและเหมาะสม				
		4. จุดพิจารณาและระดับการปฏิบัติงานใบสังเกตพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถและลักษณะของผู้เรียน				

ประเด็นการประเมิน	นิยามศัพท์	ข้อคำถาม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
ใบตรวจให้คะแนน	เอกสารหรือเครื่องมือที่ครูใช้สำหรับประเมินผล การปฏิบัติงานโดยแสดงรายการประเมินและ น้ำหนักคะแนนในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน	1. ใบตรวจให้คะแนนระบุน้ำหนักคะแนนการประเมินไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย				
		2. รายการประเมินในใบตรวจให้คะแนนสอดคล้องกับขั้นตอนการปฏิบัติงาน				
		3. ใบตรวจให้คะแนนมีรายการประเมินที่ครอบคลุมประเด็นสำคัญของขั้นตอนการปฏิบัติงาน				
		4. ใบตรวจให้คะแนนมีการระบุคะแนนเต็มและช่องสำหรับบันทึกคะแนนอย่างครบถ้วน				
		5. ใบตรวจให้คะแนนสามารถประเมินขั้นตอนการปฏิบัติงานตามที่ระบุไว้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์				
เอกสารประกอบการสอน	สื่อหรือข้อมูลที่ครูจัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจและเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน	1. เนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย				
		2. เอกสารประกอบการสอนมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้				
		3. การจัดรูปแบบข้อความ ภาพประกอบ มีความเหมาะสม				
		4. ภาษาและเนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน				
		5. เอกสารประกอบการสอนครอบคลุมประเด็นสำคัญของการเรียน				

ประเด็นการประเมิน	นิยามศัพท์	ข้อคำถาม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
คู่มือครู	เอกสารหรือสื่อที่จัดทำขึ้นเพื่อช่วยครูในการจัดการเรียนการสอน โดยมีเนื้อหาและแนวทางที่ชัดเจนในการดำเนินการเรียนการสอน เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	1. คู่มือครูมีกรอบอธิบายเนื้อหาวิชาอย่างชัดเจนและครบถ้วน				
		2. คู่มือครูมีแนวทางการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม				
		3. คู่มือครูมีคำแนะนำสำหรับการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง				
		4. คู่มือครูครอบคลุมเนื้อหาและแนวทางที่จำเป็นสำหรับการสอน				
		5. คู่มือครูมีรูปแบบที่ใช้งานง่ายและสะดวกต่อการนำไปใช้จริงในชั้นเรียน				

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)

**แบบประเมินความเหมาะสมของชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม เพื่อส่งเสริม
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์**

คำชี้แจง : แบบประเมินความเหมาะสมของชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ เป็นแบบสอบถามความเหมาะสมและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

ผู้วิจัยจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ ได้ทำการกรอกข้อมูลตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด ข้อมูลที่ได้จากท่านจะนำไปแปลผลและสรุปรวม ซึ่งไม่มีผลต่อตัวท่านและสถานศึกษาแต่อย่างใด เครื่องมือในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินความเหมาะสม

ตอนที่ 2 : รายการประเมินความเหมาะสมของชุดประลอง

ตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ตอนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินความเหมาะสม กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง () ที่ตรงกับข้อมูลของท่าน ตามความเป็นจริง

1. เพศ

() ชาย

() หญิง

2. วุฒิการศึกษา

() ปริญญาตรี

() ปริญญาโท

() ปริญญาเอก หรือสูงกว่า

3. ประสบการณ์ในการทำงานด้านการสอน

() ต่ำกว่า 5 ปี

() 6 - 10 ปี

() 11 - 15 ปี

() 15 ปีขึ้นไป

ตอนที่ 2 : รายการประเมินความเหมาะสมของชุดประลอง โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ()
ประเมินตามความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์การประเมินความเหมาะสมดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
สาระสำคัญของเนื้อหา						
1	การใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย โดยเน้นเฉพาะประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเนื้อหา					
2	สาระสำคัญครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้					
3	สาระสำคัญของเนื้อหา มีความสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา					
จุดประสงค์การเรียนรู้						
1	จุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย					
2	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
3	จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดผลได้อย่างชัดเจน					
4	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร					
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม						
1	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความชัดเจน					
2	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้					
3	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแสดงถึงผลลัพธ์ของการเรียนรู้ได้					
4	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน					

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
เนื้อหาสาระ						
1	เนื้อหาสาระที่มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ					
2	เนื้อหาสาระมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้					
3	เนื้อหาสาระครอบคลุมหัวข้อสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้					
4	เนื้อหาสาระมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความเข้าใจของผู้เรียน					
5	เนื้อหาสาระตอบสนองความต้องการหรือแนวโน้มในบริบทปัจจุบัน					
กิจกรรมการเรียนการสอน						
1	กิจกรรมการเรียนการสอนมีความชัดเจนและครอบคลุมตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2	กิจกรรมการเรียนการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมทั้งในเชิงวิเคราะห์และปฏิบัติจริง					
3	กิจกรรมการเรียนการสอนมีการใช้ทรัพยากรหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมช่วยส่งเสริมการเรียนรู้					
4	กิจกรรมการเรียนการสอนมีความหลากหลายและตอบสนองความต้องการของผู้เรียน					
5	กิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน					
6	กิจกรรมการเรียนการสอนสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนได้					
การวัดและประเมินผล						
1	เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2	ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผลมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย					

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
3	เครื่องมือวัดผลมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความสามารถของผู้เรียน					
ใบเนื้อหา						
1	ใบเนื้อมาแนะนำเนื้อหาได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย					
2	ใบเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้					
3	ใบเนื้อหาครอบคลุมเนื้อหาที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้					
4	ใบเนื้อหาใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน					
ใบมอบหมายงาน						
1	ใบมอบหมายงานระบุรายละเอียดของงานที่ต้องทำไว้อย่างชัดเจน					
2	ใบมอบหมายงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้					
3	ใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน					
4	ใบมอบหมายงานระบุเกณฑ์การประเมินและวิธีการให้คะแนนไว้อย่างชัดเจน					
5	มีระยะเวลากำหนดในใบมอบหมายงานเหมาะสมกับความซับซ้อนของงาน					
ใบสังเกตพฤติกรรม						
1	จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมระบุพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตไว้อย่างชัดเจน					
2	จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
3	ระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมมีความชัดเจนและเหมาะสม					
4	จุดพิจารณาและระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถและลักษณะของผู้เรียน					

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
ใบตรวจให้คะแนน						
1	ใบตรวจให้คะแนนระบุน้ำหนักคะแนนการประเมินไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย					
2	รายการประเมินในใบตรวจให้คะแนนสอดคล้องกับขั้นตอนการปฏิบัติงาน					
3	ใบตรวจให้คะแนนมีรายการประเมินที่ครอบคลุมประเด็นสำคัญของขั้นตอนการปฏิบัติงาน					
4	ใบตรวจให้คะแนนมีการระบุคะแนนเต็มและช่องสำหรับบันทึกคะแนนอย่างครบถ้วน					
5	ใบตรวจให้คะแนนสามารถประเมินขั้นตอนการปฏิบัติงานตามที่ระบุไว้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์					
เอกสารประกอบการสอน						
1	เนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย					
2	เอกสารประกอบการสอนมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้					
3	การจัดรูปแบบข้อความ ภาพประกอบ มีความเหมาะสม					
4	ภาษาและเนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน					
5	เอกสารประกอบการสอนครอบคลุมประเด็นสำคัญของบทเรียน					
คู่มือครู						
1	คู่มือครูมีการอธิบายเนื้อหาวิชาอย่างชัดเจนและครบถ้วน					
2	คู่มือครูมีแนวทางการสอนที่ สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
3	คู่มือครูมีคำแนะนำสำหรับการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง					

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
4	คู่มือครูครอบคลุมเนื้อหาและแนวทางที่จำเป็นสำหรับการสอน					
5	คู่มือครูมีรูปแบบที่ใช้งานง่ายและสะดวกต่อการนำไปใช้จริงในชั้นเรียน					

ตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

ภาคผนวก ค

- ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชางานไฟฟ้ารถยนต์
- ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดทดลอง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียมโดยผู้เชี่ยวชาญ (n=9)
- ผลการออกแบบร่างการดำเนินการสร้างชุดทดลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม
- ผลการเก็บข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม จำนวนนักเรียน 25 คน แบบคะแนนความสามารถ (1:100)
- ผลการหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม
- ผลการเก็บข้อมูลการทดสอบกลุ่มตัวอย่าง จำนวนนักเรียน 20 คน
- ผลการเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เทียบกับเกณฑ์ ร้อยละ 80

ตารางที่ ค-1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชางานไฟฟ้ารถยนต์

ประเด็นการศึกษา	ผลการศึกษา
1. สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์	นักเรียนขาดความรู้และทักษะในการบริการระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่นิยมมากที่สุดในปัจจุบัน ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนเน้นการบรรยาย ทฤษฎีเป็นหลัก เนื่องจากชุดฝึกทักษะมีไม่เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน และมีราคาสูง ทำให้นักเรียนไม่สามารถฝึกทักษะได้ตามสมรรถนะของจุดประสงค์รายวิชา
2. ผลการเรียนรู้และประเมินผล รายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์	นักเรียนมีผลคะแนนในด้านการทดสอบภาคปฏิบัติ เรื่องระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ไม่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากเกณฑ์การประเมินผลรายวิชาในด้านทักษะ และส่งผลทำให้นักเรียนขาดความมั่นใจและความพร้อมในการทำงานในสายอาชีพ
3. แนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์	พัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม และเพิ่มกิจกรรมการสอน ปรับเปลี่ยนสื่อการสอนในภาคปฏิบัติ เช่น การทดลองต่อวงจร BMS, การวิเคราะห์ข้อมูลแบตเตอรี่ผ่านซอฟต์แวร์ และการทดสอบแบตเตอรี่จริง เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น และสามารถฝึกทักษะได้ตามสมรรถนะของจุดประสงค์รายวิชา

ตารางที่ ค-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดประลอง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม โดยผู้เชี่ยวชาญ (n=9)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
1. สารสำคัญของเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
1.1 การใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย โดยเน้นเฉพาะประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 สารสำคัญครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับ ความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
1.3 สารสำคัญของเนื้อหามีความสอดคล้องกับเนื้อหา รายวิชา	5.00	0.00	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดไว้อย่างชัดเจนและ เข้าใจง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดผลได้อย่างชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
2.4 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานหรือ เป้าหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร	5.00	0.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5.00	0.00	มากที่สุด
3.1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาการ เรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแสดงถึงผลลัพธ์ของการ เรียนรู้ได้	5.00	0.00	มากที่สุด
3.4 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับ ความสามารถของผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
4. เนื้อหาสาระ	4.80	0.11	มากที่สุด
4.1 เนื้อหาสาระที่มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.78	0.42	มากที่สุด
4.2 เนื้อหาสาระมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ ประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3 เนื้อหาสาระครอบคลุมหัวข้อสำคัญที่เกี่ยวข้องกับ การเรียนรู้	4.78	0.42	มากที่สุด
4.4 เนื้อหาสาระมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และ ความเข้าใจของผู้เรียน	4.67	0.42	มากที่สุด
4.5 เนื้อหาสาระตอบสนองความต้องการหรือแนวโน้ม ในบริบทปัจจุบัน	4.78	0.42	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนการสอน	4.80	0.12	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
5.1 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความชัดเจนและครอบคลุมตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.89	0.31	มากที่สุด
5.2 กิจกรรมการเรียนการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมทั้งในเชิงวิเคราะห์และปฏิบัติจริง	4.78	0.42	มากที่สุด
5.3 กิจกรรมการเรียนการสอนมีการใช้ทรัพยากรหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมช่วยส่งเสริมการเรียนรู้	4.67	0.47	มากที่สุด
5.4 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความหลากหลายและตอบสนองความต้องการของผู้เรียน	4.67	0.47	มากที่สุด
5.5 กิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน	4.78	0.42	มากที่สุด
5.6 กิจกรรมการเรียนการสอนสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนได้	5.00	0.00	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผล	5.00	0.00	มากที่สุด
6.1 เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5.00	0.00	มากที่สุด
6.2 ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผลมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
6.3 เครื่องมือวัดผลมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความสามารถของผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
7. ใบเนื้อหา	4.81	0.14	มากที่สุด
7.1 ใบเนื้อหานำเสนอเนื้อหาได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.89	0.31	มากที่สุด
7.2 ใบเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้	4.89	0.31	มากที่สุด
7.3 ใบเนื้อหาครอบคลุมเนื้อหาที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้	4.56	0.50	มากที่สุด
7.4 ใบเนื้อหาใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน	4.89	0.31	มากที่สุด
8. ใบมอบหมายงาน	5.00	0.00	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
8.1 ใบมอบหมายงานระบุรายละเอียดของงานที่ต้องทำไว้อย่างชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
8.2 ใบมอบหมายงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้	5.00	0.00	มากที่สุด
8.3 ใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
8.4 ใบมอบหมายงานระบุเกณฑ์การประเมินและวิธีการให้คะแนนไว้อย่างชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
8.5 มีระยะเวลากำหนดในใบมอบหมายงานเหมาะสมกับความซับซ้อนของงาน	5.00	0.00	มากที่สุด
9. ใบสังเกตพฤติกรรม	5.00	0.00	มากที่สุด
9.1 จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมระบุพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตไว้อย่างชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
9.2 จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5.00	0.00	มากที่สุด
9.3 ระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมมีความชัดเจนและเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
9.4 จุดพิจารณาและระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถและลักษณะของผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
10. ใบตรวจให้คะแนน	5.00	0.00	มากที่สุด
10.1 ใบตรวจให้คะแนนระบุน้ำหนักคะแนนการประเมินไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
10.2 รายการประเมินในใบตรวจให้คะแนนสอดคล้องกับขั้นตอนการปฏิบัติงาน	5.00	0.00	มากที่สุด
10.3 ใบตรวจให้คะแนนมีรายการประเมินที่ครอบคลุมประเด็นสำคัญของขั้นตอนการปฏิบัติงาน	5.00	0.00	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
10.4 ใบตรวจให้คะแนนมีการระบุคะแนนเต็มและช่องสำหรับบันทึกคะแนนอย่างครบถ้วน	5.00	0.00	มากที่สุด
10.5 ใบตรวจให้คะแนนสามารถประเมินขั้นตอนการปฏิบัติงานตามที่ระบุไว้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์	5.00	0.00	มากที่สุด
11. เอกสารประกอบการสอน	4.96	0.05	มากที่สุด
11.1 เนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
11.2 เอกสารประกอบการสอนมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้	4.89	0.31	มากที่สุด
11.3 การจัดรูปแบบข้อความ ภาพประกอบ มีความเหมาะสม	4.89	0.31	มากที่สุด
11.4 ภาษาและเนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
11.5 เอกสารประกอบการสอนครอบคลุมประเด็นสำคัญของบทเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
12. คู่มือครู	4.96	0.05	มากที่สุด
12.1 คู่มือครูมีการอธิบายเนื้อหาวิชาอย่างชัดเจนและครบถ้วน	5.00	0.00	มากที่สุด
12.2 คู่มือครูมีแนวทางการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.89	0.31	มากที่สุด
12.3 คู่มือครูมีคำแนะนำสำหรับการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	4.89	0.31	มากที่สุด
12.4 คู่มือครูครอบคลุมเนื้อหาและแนวทางที่จำเป็นสำหรับการสอน	5.00	0.00	มากที่สุด
12.5 คู่มือครูมีรูปแบบที่ใช้งานง่ายและสะดวกต่อการนำไปใช้จริงในชั้นเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.94	0.08	มากที่สุด

ผลการออกแบบร่างการดำเนินการสร้างชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม



ภาพที่ ค-1 ขั้นตอนการดำเนินการสร้างชุดประลอง

ตารางที่ ค-3 ผลการเก็บข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพคนงาน จำนวนนักเรียน 25 คน แบบความสามารถ (1:100)

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	คะแนนทดสอบระหว่างเรียน (E1)				คะแนนทดสอบหลังเรียน (E2)			
		ใบงานที่ 1	ใบงานที่ 2	ใบงานที่ 3	เฉลี่ย	ใบงานที่ 1	ใบงานที่ 2	ใบงานที่ 3	เฉลี่ย
1	นายกนกพล กนกพล	70	75	75	73.33	80	85	75	80.00
2	นายกรพจน์ เพื่องฟู	70	85	75	76.67	75	85	75	78.33
3	นายกรวิชัย มั่นคง	70	80	75	75.00	70	80	75	75.00
4	นายก้องภพ อรรถพลพัฒน์	70	80	75	75.00	70	80	75	75.00
5	นายกิตติธร สืบญะเรือง	70	80	85	78.33	70	80	85	78.33
6	นายกิตติพันธ์ นามทิพย์	75	80	90	81.67	75	95	90	86.67
7	นายกิตติพิชญ์ คำแน่น	90	90	75	85.00	90	90	75	85.00
8	นางสาวเกณิกา และเลิศผล	85	80	90	85.00	85	100	90	91.67
9	นายเกษมจิต หยกสุริยันต์	95	75	95	88.33	95	100	95	96.67
10	นายชุนพล ลาภเกิด	90	80	90	86.67	90	100	90	93.33
11	นายจตุรพร ทรัพย์สิงห์	80	95	80	85.00	80	95	80	85.00
12	นางสาวจิรนนท์ แก้วสุใส	85	95	85	88.33	85	95	85	88.33
13	นายจุลจักร แผ้วสวัสดิ์	80	80	85	81.67	80	80	85	81.67
14	นายเจษฎา ไชยเวช	70	90	90	83.33	70	90	90	83.33
15	นายเจษฎากร พิมพ์อารมณ์	75	90	75	80.00	75	90	75	80.00
16	นายธีรภัทร์ มอมหม่าย	80	95	70	81.67	90	95	70	85.00

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	คะแนนทดสอบระหว่างเรียน (E1)				คะแนนทดสอบหลังเรียน (E2)			
		ใบงานที่ 1	ใบงานที่ 2	ใบงานที่ 3	เฉลี่ย	ใบงานที่ 1	ใบงานที่ 2	ใบงานที่ 3	เฉลี่ย
17	นางสาวปาริสา สุวรรณพรม	70	95	80	81.67	70	95	80	81.67
18	นายศิวกร ทองเย็น	80	90	80	83.33	80	90	80	83.33
19	นายชยานันต์ สวัสดิภาพ	85	90	85	86.67	85	90	85	86.67
20	นายณัฐพล ขาวสนิท	80	85	80	81.67	80	95	80	85.00
21	นายณัฐพล มั่งสา	80	80	80	80.00	95	80	80	85.00
22	นายณัฐภัทร บัวเรือง	75	90	90	85.00	75	90	90	85.00
23	นายณัฐวรธรณ์ ศรีจันทร์	75	85	90	83.33	75	90	90	85.00
24	นายทัตเทพ คล้ายไชยา	80	90	80	83.33	80	90	80	83.33
25	นายธนโชติ แก่นทรัพย์	75	95	80	83.33	75	95	80	83.33
รวม		1955	2150	2055	2053.33	1995	2255	2055	2101.67
เฉลี่ย		78.2	86	82.2	82.13	79.8	90.2	82.2	84.07
S.D.		7.05	6.48	6.49	3.96	7.68	6.40	6.49	4.97

ตารางที่ ค-4 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดประลอง เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม

คะแนน	จำนวนนักเรียน	คะแนน		%	เกณฑ์ที่กำหนด
		คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย		
ระหว่างเรียน (E_1)	25	100	82.13	82.13	80
หลังเรียน (E_2)		100	84.07	84.07	80

จากตารางที่ 4-3 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดประลอง เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม พบว่า ประสิทธิภาพของ (E_1) มีค่าเท่ากับ 82.13 ประสิทธิภาพของ (E_2) มีค่าเท่ากับ 84.07 ประสิทธิภาพของชุดประลอง เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

ตารางที่ ค-5 ผลการเก็บข้อมูลการทดสอบกลุ่มตัวอย่าง จำนวนนักเรียน 20 คน

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	คะแนนทดสอบ กลุ่มตัวอย่าง			
		ใบงานที่ 1	ใบงานที่ 2	ใบงานที่ 3	เฉลี่ย
1	นายปฐมพร เสดพงศ์	80	85	75	80.00
2	นายปรเมษฐ์ สีนสอน	75	85	75	78.33
3	นายพอเพียง วิเชียร	70	80	90	80.00
4	นายพัชร งามแสงนิล	90	100	75	88.33
5	นายพีรพัฒน์ นาเมืองรักษ์	70	80	85	78.33
6	นายพีรภัทร สวัสดิแพทย์	75	95	90	86.67
7	นายวชิรพล ผุพันธ์	90	90	75	85.00
8	นายวุฒม์ อัดแสง	85	100	90	91.67
9	นายวิทยา สุขชู	95	100	95	96.67
10	นายวิศรุต กิ่งแก้ว	90	100	90	93.33
11	นายศักดิ์พล สมเพชร	80	95	80	85.00
12	นายศุภฤกษ์ ผึ้งแดง	85	95	85	88.33
13	นายสงกรานต์ ตัวขาว	80	100	85	88.33
14	นายสุรยุทธ์ เหลือประเสริฐ	70	90	90	83.33
15	นายอภิรักษ์ มาเปี่ยม	75	90	75	80.00
16	นายอมรเทพ ปั่นเฉย	90	95	70	85.00

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	คะแนนทดสอบ กลุ่มตัวอย่าง			
		ใบงานที่ 1	ใบงานที่ 2	ใบงานที่ 3	เฉลี่ย
17	นายอิทธิพล เทศเพระ	70	100	80	83.33
18	นายประภากร เกิดยินดี	80	90	80	83.33
19	นายปราชญา มุ่งหมาย	85	90	85	86.67
20	นายปิยะกรานต์ งามน้อย	80	95	80	85.00
รวม		1615	1855	1650	1706.67
เฉลี่ย		80.75	92.75	82.5	85.33
S.D.		7.63	6.42	6.80	4.79

ตารางที่ ค-6 ผลการเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดประลอง
เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เทียบกับเกณฑ์ ร้อยละ 80

ทักษะการปฏิบัติงานของ	<i>n</i>	$\bar{X}$	<i>S.D.</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>P-Value*</i>
นักเรียนที่เรียนด้วยชุดประลอง	20	85.33	4.91	4.85	19	0.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ ค-4 ผลการเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดประลอง
เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม จำนวน 20 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 85.33 ส่วน
เบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.91 พบว่า นักศึกษามีทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุด
ประลองเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
($t = 4.85$, $df = 19$, $P = 0.00$)

ภาคผนวก ง

- ข้อมูลการหาค่า Reliability Statistics
- ข้อมูลการหาค่า Samples Statistics
- ข้อมูลการหาค่า One-Sample Statistics
- แผนการจัดกิจกรรมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม



รายงานสรุปผล Reliability Statistics แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงาน (ฉบับที่ 5)

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	5	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	5	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.794	3

Item Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
AS1	2.8000	.44721	5
AS2	2.6000	.54772	5
AS3	2.4000	.54772	5

Intraclass Correlation Coefficient

	Intraclass Correlation ^b	95% Confidence Interval		F Test with True Value 0			
		Lower Bound	Upper Bound	Value	df1	df2	Sig
Single Measures	.562 ^a	-.013	.934	4.857	4	8	.028
Average Measures	.794	-.040	.977	4.857	4	8	.028

Two-way random effects model where both people effects and measures effects are random.

a. The estimator is the same, whether the interaction effect is present or not.

b. Type C intraclass correlation coefficients using a consistency definition. The between-measure variance is excluded from the denominator variance.

รายงานสรุปผล Samples Statistics ของกลุ่มทดลอง เป็นการทดสอบหาประสิทธิภาพแบบภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน จำนวนนักเรียน 25 คน แบบคะแนนความสามารถ โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	E1	82.1332	25	4.04015	.80803
	E2	84.0664	25	5.07138	1.01428

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	E1 & E2	25	.836	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference					
				Lower	Upper				
Pair 1 E1 - E2	-1.93320	2.79270	.55854	-3.08597	-.78043	-3.461	24	.002	

รายงานสรุปผล One-Sample Statistics ของกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 กลุ่ม จำนวน 20 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ทักษะการปฏิบัติงาน	20	85.3325	4.91531	1.09910

One-Sample Test

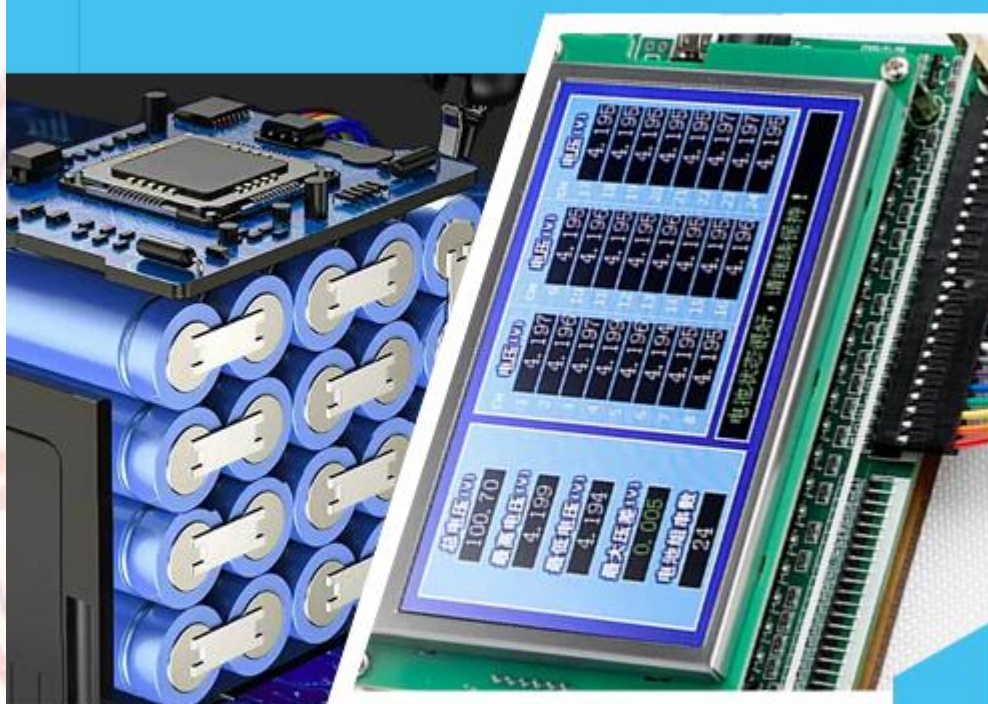
Test Value = 0						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ทักษะการปฏิบัติงาน	77.639	19	.000	85.33250	83.0321	87.6329



ชุดทดลอง

เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม

สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์



นายนิรันดร์ แสนสูง

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา แขนงวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

คำนำ

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีแบตเตอรี่ลิเธียมได้รับความนิยมและการพัฒนาอย่างรวดเร็วในหลายอุตสาหกรรม โดยเฉพาะในภาคยานยนต์ไฟฟ้าและการเก็บพลังงานที่มีการใช้งานมากขึ้น เนื่องจากแบตเตอรี่ลิเธียมมีคุณสมบัติที่โดดเด่นทั้งในด้านความจุพลังงานที่สูง อายุการใช้งานที่ยาวนาน และน้ำหนักที่เบากว่าแบตเตอรี่ประเภทอื่นๆ ทำให้เป็นส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนนวัตกรรมต่างๆ การจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม ในการดูแลรักษาและการใช้งานที่มีประสิทธิภาพยังคงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อให้สามารถยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่และป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้น เช่น การเกิดความร้อนสูงเกินไป การชาร์จหรือคายพลังงานผิดวิธี การตรวจสอบสถานะของแบตเตอรี่ หรือการป้องกันความเสียหายจากการใช้งานที่ไม่เหมาะสม ซึ่งอาจส่งผลต่อความปลอดภัยและประสิทธิภาพของระบบการจัดการแบตเตอรี่

การวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาชุดประลองที่เกี่ยวข้องกับระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน และเสริมสร้างความเข้าใจในการดูแลและการตรวจสอบแบตเตอรี่ลิเธียมอย่างมีประสิทธิภาพ ชุดประลองนี้จะช่วยให้นักเรียนและผู้ปฏิบัติงานได้เรียนรู้การทดสอบและการบำรุงรักษาระบบการจัดการแบตเตอรี่ รวมถึงการตรวจสอบระบบการป้องกันต่างๆ ที่มีอยู่ในระบบ BMS (Battery Management System) เพื่อให้สามารถใช้งานแบตเตอรี่ลิเธียมได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูงสุด

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดประลองนี้จะประโยชน์ต่อการเรียนรู้และพัฒนาทักษะของผู้เรียนให้มีความพร้อมในการทำงานในสายอาชีพช่างยนต์ต่อไป

นายนิรันดร์ แสนสุข

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดประลอง	1
การวัดและประเมินผล	9
ใบเนื้อหา	10
ใบมอบหมายงาน	16
ใบสังเกตพฤติกรรม	23
ใบตรวจให้คะแนน	32
เอกสารประกอบการสอน	34
คู่มือครู	41

ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	
วิชา งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)	ระดับ ปวช.2
เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ระยะเวลา 7 ชั่วโมง
สาระสำคัญของเนื้อหา ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เป็นระบบการตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และอุณหภูมิของเซลล์แบตเตอรี่แต่ละก้อน และเป็นการควบคุมการชาร์จ การปล่อยประจุ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายจากการชาร์จเกินหรือปล่อยประจุเกิน จะต้องมีการปรับสมดุลของเซลล์ โดยมีการวัดค่าความต้านทานของแบตเตอรี่ การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ และการต่อวงจร BMS ร่วมกับแบตเตอรี่ เป็นขั้นตอนสำคัญ ในการตรวจสอบการทำงานของแบตเตอรี่ เพื่อช่วยรักษาความปลอดภัย เพิ่มประสิทธิภาพ และยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ลิเทียม จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. เข้าใจเกี่ยวกับการวัดค่าความต้านทาน ค่าแรงดันไฟฟ้า และการต่อวงจร BMS ร่วมกับแบตเตอรี่ลิเทียม 2. มีทักษะในการวัดค่าความต้านทาน ค่าแรงดันไฟฟ้า และการต่อวงจร BMS ร่วมกับแบตเตอรี่ลิเทียม 3. มีกิจนิสัยในการทำงานอย่างมีระเบียบแบบแผน มีความรับผิดชอบต่องานส่วนรวม และปฏิบัติงานตามหลักความปลอดภัย จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. วัดค่าความต้านทานของแบตเตอรี่ลิเทียมตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ 2. วัดค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลิเทียมตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ 3. ต่อวงจรระบบการจัดการของแบตเตอรี่ลิเทียมตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ เนื้อหาสาระ 1. การวัดค่าความต้านทาน การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ และการต่อวงจร BMS ร่วมกับแบตเตอรี่ 2. การตรวจสอบระดับแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า อุณหภูมิของเซลล์แบตเตอรี่แต่ละก้อน 3. ตรวจสอบการทำงานของแบตเตอรี่ ป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายจากการชาร์จเกินหรือปล่อยประจุเกิน เพื่อช่วยรักษาความปลอดภัย เพิ่มประสิทธิภาพ และยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ลิเทียม	
การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล

ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม					
วิชา งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)				ระดับ ปวช.2	
เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม				ระยะเวลา 7 ชั่วโมง	
กิจกรรมการเรียนการสอน / สื่อการสอน/การวัดผล					
กิจกรรมการเรียนการสอน / สื่อการสอน/การวัดผล					
ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ MIAP	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการสอน	เวลา (นาทื)
-	เช็คชื่อนักเรียน	ถาม	ตอบ	-	10
ขั้นสนใจปัญหาเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน (Motivation)	กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและนำเข้าสู่เนื้อหาเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดจากการวัดค่าความต้านทาน ค่าแรงดันไฟฟ้า และการต่อวงจร BMS ของแบตเตอรี่ลิเทียมที่ไม่ถูกต้อง	- บรรยาย เนื้อหาเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าที่มีปัญหาเรื่องแบตเตอรี่ เช่น ทำงานผิดพลาดหรือประสิทธิภาพลดลง เนื่องจากการวัดค่าความต้านทาน ค่าแรงดันไฟฟ้า หรือการต่อวงจร BMS ที่ไม่ถูกต้อง รวมถึงปัญหาจากสถานการณ์จริง เช่น รถยนต์ไฟฟ้าระบบแบตเตอรี่ลิเทียมไม่สามารถชาร์จไฟได้	- แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสบการณ์ ร่วมแสดงความคิดเห็นและแยกแยะปัญหาที่อาจเกิดขึ้น จากการวัดค่าความต้านทาน การวัดค่าแรงดันไฟฟ้า หรือการต่อวงจร BMS ที่ไม่ถูกต้อง	- ppt	20
		- การซักถามนักเรียนเกี่ยวกับประสบการณ์การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้แบตเตอรี่ลิเทียม เช่น โทรศัพท์มือถือ รถจักรยานไฟฟ้า หรือยานยนต์ไฟฟ้า	- แบ่งปันประสบการณ์การใช้งานแบตเตอรี่ลิเทียมในชีวิตจริงหรือจากการเรียนรู้ก่อนหน้านี้	- ชุดฝึกฯ	10
การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม			ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข		
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล		

ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม					
วิชา งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)				ระดับ ปวช.2	
เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม				ระยะเวลา 7 ชั่วโมง	
กิจกรรมการเรียนรู้การสอน / สื่อการสอน/การวัดผล					
ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ MIAP	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการสอน	เวลา (นาที)
		- ยกตัวอย่างปัญหาจากการใช้งานจริง เช่น แบตเตอรี่หมดเร็ว ไม่สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพหรือประสิทธิภาพลดลง เพื่อเชื่อมโยงกับความสำเร็จของการตรวจวัดค่าความต้านทานค่าแรงดันไฟฟ้า และการต่อวงจร BMS ของแบตเตอรี่ลิเทียม	- ตอบคำถามของครูเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบของแบตเตอรี่ที่ทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ	- ppt - ชุดฝึกฯ	10
		- ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะแนวทางแก้ปัญหาของแบตเตอรี่ลิเทียม	- สรุปสิ่งที่คาดหวังว่าจะได้เรียนรู้จากการแก้ไขปัญหาดังกล่าว		10
การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม			ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข		
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล		

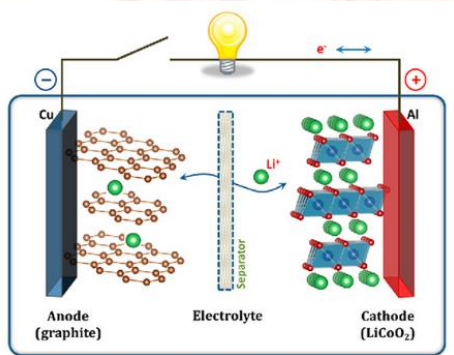
ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม					
วิชา งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)				ระดับ ปวช.2	
เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม				ระยะเวลา 7 ชั่วโมง	
กิจกรรมการเรียนรู้การสอน / สื่อการสอน/การวัดผล					
ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ MIAP	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการสอน	เวลา (นาที)
ขั้นให้เนื้อหา (Information)	- ความรู้และขั้นตอนเกี่ยวกับการวัดค่าความต้านทาน การวัดค่าแรงดันไฟฟ้า และการต่อวงจร BMS ของแบตเตอรี่ลิเทียม ที่ถูกต้อง	แบ่งกลุ่มผู้เรียนกลุ่มละ 3 คน	แบ่งกลุ่ม ๆ ละ 3 คน	- ppt.	20
		- อธิบายพื้นฐานเกี่ยวกับแบตเตอรี่ลิเทียม เช่น การทำงานของแบตเตอรี่ ความสำคัญของค่าความต้านทานและค่าแรงดันไฟฟ้า และการต่อวงจร BMS	- ฟังและจดบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานของแบตเตอรี่ลิเทียม และความสำคัญของการตรวจสอบค่าความต้านทาน ค่าแรงดันไฟฟ้า และการต่อวงจร BMS	- ชุดฝึกฯ	
		- อธิบายทฤษฎีเกี่ยวกับการวัดค่าความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ลิเทียม วิธีการวัดค่าแรงดันที่ถูกต้อง และบทบาทของ BMS ในการจัดการและควบคุมการทำงานของแบตเตอรี่	- ชักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับการวัดค่าความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ลิเทียม วิธีการวัดค่าแรงดันที่ถูกต้อง และบทบาทของ BMS ในการจัดการและควบคุมการทำงานของแบตเตอรี่		15
การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม			ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข		
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล		

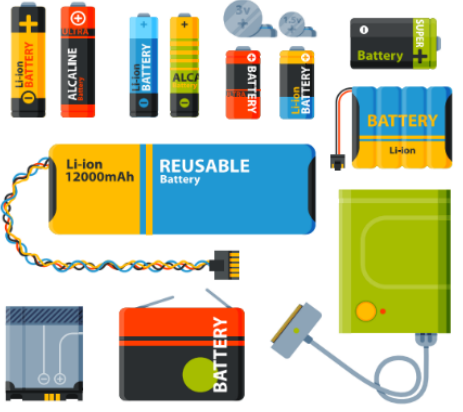
ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม					
วิชา งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)				ระดับ ปวช.2	
เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม				ระยะเวลา 7 ชั่วโมง	
กิจกรรมการเรียนรู้การสอน / สื่อการสอน/การวัดผล					
ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ MIAP	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการสอน	เวลา (นาที)
		- สาธิตการใช้เครื่องมือวัดต่างๆ เช่น มัลติมิเตอร์ ใช้ในการวัดค่าความต้านทานและแรงดันของแบตเตอรี่ลิเทียม และเครื่องมือเชื่อมต่อวงจร BMS ให้ผู้เรียนได้เห็นภาพรวมของกระบวนการ	- ดูการสาธิต และการใช้เครื่องมือการวัดค่าความต้านทาน การวัดแรงดัน และการต่อวงจร BMS และจัดบันทึกขั้นตอนที่สำคัญ	- ppt. - ชุดฝึกฯ	60
		- แสดงแผนผังการต่อวงจร BMS พร้อมกับการอธิบายวิธีเชื่อมต่อเพื่อให้เห็นในความปลอดภัยและประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้า	- สังเกตแผนผังการต่อวงจร BMS และวิธีเชื่อมต่อให้มั่นใจในความปลอดภัยก่อนปฏิบัติตามใบงาน ตามที่มอบหมาย		15
		- คอยสังเกตและให้คำแนะนำกับกิจกรรม แก่ผู้เรียน	- สรุปและหากมีข้อสงสัย ถาม-ตอบ เพื่อความถูกต้อง		10
การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม			ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข		
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล		

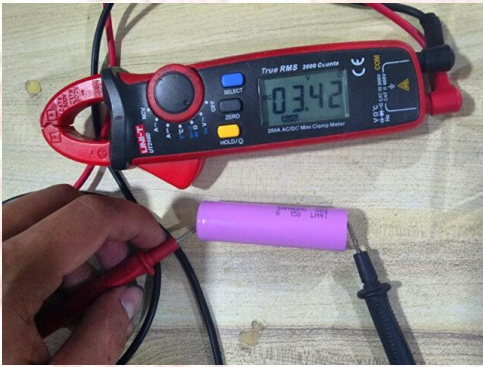
ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม					
วิชา งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)				ระดับ ปวช.2	
เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม				ระยะเวลา 7 ชั่วโมง	
กิจกรรมการเรียนการสอน / สื่อการสอน/การวัดผล					
ขั้นตอนการ เรียนรู้แบบ MIAP	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการ สอน	เวลา (นาที)
ขั้นลงมือปฏิบัติ (Application)	การวัดค่าความต้านทาน วัดค่าแรงดันไฟฟ้า และการต่อวงจร BMS ในแบตเตอรี่ลิเทียมจริง ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริงและนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริง	- จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการทดลอง ได้แก่ แบตเตอรี่ลิเทียม มัลติมิเตอร์ และชุดฝึกการต่อวงจร BMS และแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆละ 3 คน และมอบหมายกิจกรรมให้แต่ละกลุ่มวัดค่าความต้านทานและแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลิเทียม และต่อวงจร BMS ร่วมกับแบตเตอรี่ โดยใช้เครื่องมือที่เตรียมให้	- จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการทำกิจกรรม ตามใบมอบหมายงาน และแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 3 คน ปฏิบัติการวัดค่าความต้านทาน การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลิเทียม และต่อวงจร BMS ร่วมกับแบตเตอรี่ โดยใช้เครื่องมือที่เตรียมให้	- ชุดฝึกฯ - ใบมอบหมายงาน	90
		- แนะนำขั้นตอนการวัดค่าความต้านทานและค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลิเทียม พร้อมกับการอธิบายความสำคัญของการตรวจสอบค่าที่ได้	- บันทึกผลการวัดค่าความต้านทานและค่าแรงดันที่ได้ วิเคราะห์และแก้ไขปัญหาที่พบในแบตเตอรี่ ค่าที่ได้ความสอดคล้องกับค่ามาตรฐานหรือไม่		30
		- แนะนำวิธีการเชื่อมต่อวงจร BMS ให้ถูกต้องและปลอดภัย	- ต่อวงจร BMS กับแบตเตอรี่ลิเทียมตามแผนผังและคำแนะนำของครูผู้สอน		30
การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม			ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข		
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล		

ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม					
วิชา งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)				ระดับ ปวช.2	
เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม				ระยะเวลา 7 ชั่วโมง	
กิจกรรมการเรียนการสอน / สื่อการสอน/การวัดผล					
ขั้นตอนการ เรียนรู้แบบ MIAP	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการ สอน	เวลา (นาที)
		- คอยดูแลและให้คำแนะนำใน ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม ตามใบงานที่มอบหมายให้ เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนปฏิบัติ อย่างถูกต้อง	- ทำกิจกรรมตามใบงานที่ มอบหมายให้ ทดสอบระบบ BMS หลังการต่อวงจรและตรวจสอบ ความถูกต้อง	- ชุดฝึกฯ - ใบมอบ หมายงาน	30
ขั้นตรวจปรับ เนื้อหา (Progress)	การสรุปผลและ การตรวจสอบ ความเข้าใจในการ วัดค่าความ ต้านทาน วัดค่า แรงดันไฟฟ้า และ การต่อวงจร BMS ของแบตเตอรี่ ลิเทียม ประเมิน ความรู้และความ เข้าใจ แก้อไขหรือ ปรับปรุงสิ่งที่ยังไม่ ถูกต้อง	เตรียมการเฉลยหรือให้คำตอบ ทั้ง 3 ใบงาน เพื่อให้ผู้เรียน ทราบผล และแนวทางที่ ถูกต้อง	ตรวจสอบผลการทำใบงานทั้ง 3 ใบงาน โดยใช้ความรู้และการฝึก เชิงปฏิบัติการจริงนั้นได้ผลอย่างไร	- ใบสั่งงาน - ชุดฝึกฯ	20
		- ให้ผู้เรียนทำการสรุปผลการ ปฏิบัติงานและอธิบายสิ่งที่ได้ เรียนรู้จากการปฏิบัติ	- สรุปและนำเสนอผลการ ปฏิบัติงานที่ได้เรียนรู้ รวมถึงข้อ ค้นพบหรือปัญหาที่พบระหว่าง การปฏิบัติ		20
		- นำเสนอคำถามเพิ่มเติมเพื่อ ทบทวนความรู้ เช่น หาก แบตเตอรี่มีแรงดันต่ำกว่าปกติ เราควรดำเนินการอย่างไร	- แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและ ข้อเสนอแนะกับเพื่อนในห้อง		10
การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม			ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข		
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรฤติ ยะนิล		

ชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม					
วิชา งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)				ระดับ ปวช.2	
เรื่อง ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม				ระยะเวลา 7 ชั่วโมง	
กิจกรรมการเรียนรู้การสอน / สื่อการสอน/การวัดผล					
ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ MIAP	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการสอน	เวลา (นาที)
		- สรุบทเรียนและแก้ไขข้อผิดพลาดที่ผู้เรียนพบในการปฏิบัติงาน ให้คำแนะนำกับกิจกรรมต่าง ๆ แก่ผู้เรียน	- ทำการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยแบบทดสอบหรือกิจกรรมถามตอบมีข้อสงสัย ถาม-ตอบเพื่อความถูกต้อง	- ใบตรวจให้คะแนน	10
การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม			ผู้สอน นายนรินทร์ แสนสุข		
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล		

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ใบเนื้อหา	1/7
ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม Battery Management System (BMS) นี้จึงเป็นหัวใจสำคัญในแบตเตอรี่ลิเทียม โดยเฉพาะในการใช้งานที่ต้องการความปลอดภัยสูง เช่น ยานยนต์ไฟฟ้า ข้อดีของ BMS คือช่วยป้องกันปัญหาที่อาจเกิดจากการใช้งานแบตเตอรี่ผิดวิธี และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่อีกด้วย  ระบบการจัดการแบตเตอรี่ (BMS) เป็นระบบการจัดการแบตเตอรี่ที่ทำหน้าที่ควบคุมและป้องกันการทำงานของแบตเตอรี่ลิเทียมเพื่อให้แบตเตอรี่ทำงานได้อย่างปลอดภัย มีประสิทธิภาพ และมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน โดยทั่วไป BMS จะประกอบด้วยหลายฟังก์ชันที่สำคัญ รูปที่ 1 ระบบการจัดการแบตเตอรี่ (BMS)  หลักการทำงานของแบตเตอรี่ลิเทียม แบตเตอรี่จะทำงานโดยอาศัยกระบวนการเคมีไฟฟ้า (Electrochemical Reactions) ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์แบตเตอรี่ ซึ่งมีการเคลื่อนที่ของไอออนลิเทียมระหว่างขั้วบวก (Cathode) และขั้วลบ (Anode) ผ่านอิเล็กโทรไลต์ในระหว่างการชาร์จและคายประจุ รูปที่ 2 แผนภาพเซลล์แบตเตอรี่ลิเทียม			
การพัฒนาชุดทดลอง	ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข		
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล		

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ใบเนื้อหา	2/7
		ชนิดของแบตเตอรี่ลิเทียม มี 7 ชนิดดังนี้ 1. แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Lithium-Ion, Li-ion) 2. แบตเตอรี่ลิเทียมโพลิเมอร์ (Lithium-Polymer, Li-Po) 3. แบตเตอรี่ลิเทียมเหล็กฟอสเฟต (Lithium Iron Phosphate, LiFePO₄) 4. แบตเตอรี่ลิเทียมแมงกานีสออกไซด์ (Lithium Manganese Oxide, LMO) 5. แบตเตอรี่ลิเทียมนิกเกิลแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ (Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide, NMC) 6. แบตเตอรี่ลิเทียมนิกเกิลโคบอลต์อะลูมิเนียมออกไซด์ (Lithium Nickel Cobalt Aluminum Oxide, NCA) 7. แบตเตอรี่ลิเทียมไททาเนต (Lithium Titanate, LTO)	
รูปที่ 3 ชนิดของแบตเตอรี่ลิเทียม		การพัฒนาชุดทดลอง	
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล	

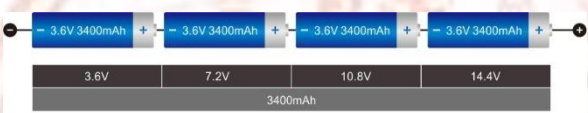
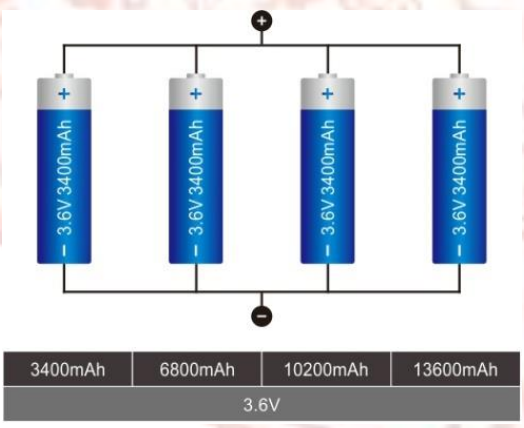
	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ใบเนื้อหา	3/7
			
รูปที่ 4 การวัดค่าความต้านทานของแบตเตอรี่ลิเทียม			
			
รูปที่ 5 การวัดค่าแรงดันของแบตเตอรี่ลิเทียม			
การพัฒนาชุดทดลอง		ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข	
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล	

การวัดค่าความต้านทานของแบตเตอรี่ลิเทียม

การวัดค่าความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ลิเทียม (Internal Resistance) เป็นกระบวนการที่สำคัญในการประเมินสภาพและประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ เนื่องจากความต้านทานภายในที่สูงอาจเป็นสัญญาณว่าแบตเตอรี่เสื่อมสภาพซึ่งจะทำให้การชาร์จคายประจุไม่มีประสิทธิภาพและอาจทำให้อายุการใช้งานสั้นลง

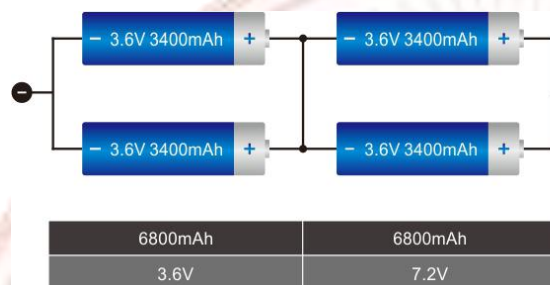
การวัดค่าแรงดันของแบตเตอรี่ลิเทียม

การวัดค่าแรงดันของแบตเตอรี่ลิเทียมเป็นสิ่งสำคัญในการตรวจสอบสถานะการชาร์จ (State of Charge, SOC) และประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ เพราะแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณพลังงานที่เหลืออยู่ในแบตเตอรี่ รวมถึงสามารถบ่งบอกถึงสภาพการทำงานของแบตเตอรี่ด้วย

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม	ใบเนื้อหา	4/7
การเชื่อมต่อวงจรแบตเตอรี่ลิเธียม มี 3 แบบดังนี้  รูปที่ 6 การเชื่อมต่อแบบอนุกรมของสี่เซลล์ (4s) การเชื่อมต่อแบตเตอรี่วงจรแบบอนุกรม เป็นการต่อขั้วบวกของแบตเตอรี่ก้อนหนึ่งเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่อีกก้อนหนึ่งในลักษณะต่อเนื่องกัน ซึ่งมีผลทำให้แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่จะรวมกัน เช่น หากแบตเตอรี่แต่ละก้อนมีแรงดันไฟฟ้า 3.6 โวลต์ และเชื่อมต่ออนุกรมกัน 4 ก้อน แรงดันรวมจะเท่ากับ 14.4 โวลต์ แต่ความจุ (แอมแปร์-ชั่วโมง) จะคงเดิมเท่ากับความจุของแบตเตอรี่แต่ละก้อน  รูปที่ 7 การเชื่อมต่อแบบขนานของสี่เซลล์ (4p) การเชื่อมต่อแบตเตอรี่วงจรแบบขนาน เป็นการต่อขั้วบวกของแบตเตอรี่แต่ละก้อนเข้าด้วยกัน และขั้วลบของแบตเตอรี่แต่ละก้อนเข้าด้วยกันในวงจรเดียวกัน ซึ่งมีผลให้ แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่จะคงเดิม ไม่ว่าจะต่อแบตเตอรี่กี่ก้อนก็ตาม ความจุหรือกระแสไฟฟ้า จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนแบตเตอรี่ที่ต่อขนานกัน เช่น ถ้าแบตเตอรี่แต่ละก้อนมีความจุ 3.4 แอมแปร์-ชั่วโมง และต่อขนานกัน 4 ก้อน ความจุรวมจะเป็น 13.6 แอมแปร์-ชั่วโมง			
การพัฒนาชุดทดลอง		ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข	
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล	

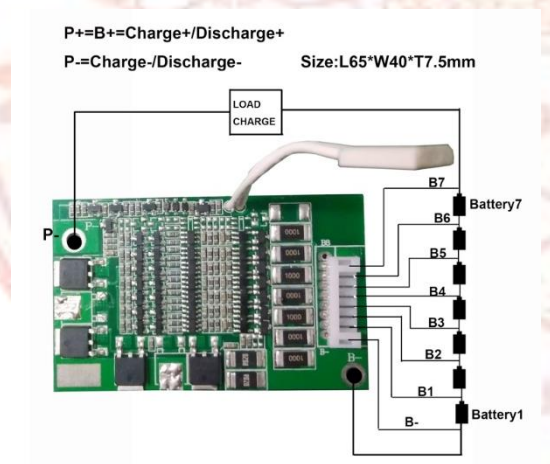
	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ใบเนื้อหา	5/7

การเชื่อมต่อแบตเตอรี่วงจรแบบผสม เป็น การผสมผสานระหว่างการเชื่อมต่อแบบอนุกรม และแบบขนานในวงจรเดียวกัน เพื่อเพิ่มคุณสมบัติ ที่จำเป็นให้กับระบบ เช่น การเชื่อมต่อแบบอนุกรม จะช่วยเพิ่มแรงดันไฟฟ้าโดยการรวมแรงดันของ แบตเตอรี่แต่ละก้อนเข้าด้วยกัน แต่กระแสไฟฟ้า จะคงเดิม และการเชื่อมต่อแบบขนาน จะช่วยเพิ่ม ความจุโดยการรวมกระแสของแบตเตอรี่แต่ละ ก้อนเข้าด้วยกัน แต่แรงดันไฟฟ้าจะคงเดิม



6800mAh	6800mAh
3.6V	7.2V

รูปที่ 8 การเชื่อมต่อแบบผสมของสี่เซลล์ (2s2p)



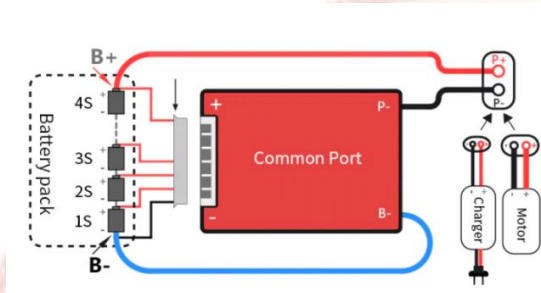
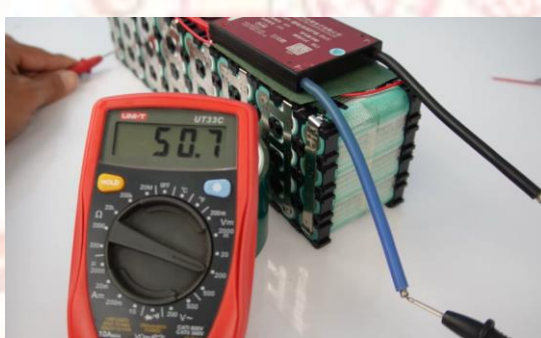
P+=B+=Charge+/Discharge+
P-=Charge-/Discharge- Size:L65*W40*T7.5mm

รูปที่ 8 การต่อแบตเตอรี่ลิเทียมเข้ากับระบบ BMS

การต่อแบตเตอรี่ลิเทียมเข้ากับระบบ BMS (Battery Management System)

เป็นขั้นตอนสำคัญในการจัดการและปกป้อง แบตเตอรี่เพื่อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย โดยระบบ BMS จะช่วยควบคุมการ ชาร์จ การคายประจุ และป้องกันไม่ให้เกิด สถานการณ์ที่อาจทำให้แบตเตอรี่เสียหาย เช่น การชาร์จเกิน หรือการคายประจุมากเกินไป

การพัฒนาชุดทดลอง	ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)		วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม		ใบเนื้อหา	6/7
  ขั้นตอนการต่อแบตเตอรี่ลิเทียมเข้ากับ BMS - ตรวจสอบความเข้ากันได้ของ BMS กับแบตเตอรี่ลิเทียม เลือก BMS ที่เหมาะสมกับชนิดและจำนวนเซลล์ของแบตเตอรี่ลิเทียมที่ใช้งาน เช่น BMS สำหรับแบตเตอรี่ 3S หมายถึงใช้สำหรับแบตเตอรี่ที่มี 3 เซลล์ต่ออนุกรม - ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ BMS รองรับว่าตรงกับแบตเตอรี่หรือไม่ เชื่อมต่อขั้วบวกและขั้วลบของแบตเตอรี่กับ BMS ขั้วบวก (P+) และ ขั้วลบ (P-) บน BMS จะต้องเชื่อมต่อกับขั้วบวกและขั้วลบของวงจรที่ต้องการใช้พลังงาน เช่น มอเตอร์หรืออุปกรณ์ไฟฟ้า ขั้วบวกของแบตเตอรี่ทั้งหมด (ถ้ามีหลายเซลล์) จะต้องเชื่อมต่อกันแล้วต่อไปยังขั้วบวกของ BMS				
การพัฒนาชุดทดลอง		ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข		
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรุฒิ ยะนิล		

ขั้นตอนการต่อแบตเตอรี่ลิเทียมเข้ากับ BMS

1. ตรวจสอบความเข้ากันได้ของ BMS กับ แบตเตอรี่ลิเทียม เลือก BMS ที่เหมาะสมกับชนิด และจำนวนเซลล์ของแบตเตอรี่ลิเทียมที่ใช้งาน เช่น BMS สำหรับแบตเตอรี่ 3S หมายถึงใช้ สำหรับแบตเตอรี่ที่มี 3 เซลล์ต่ออนุกรม

2. ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ BMS รองรับว่าตรงกับแบตเตอรี่หรือไม่ เชื่อมต่อ ขั้วบวกและขั้วลบของแบตเตอรี่กับ BMS ขั้วบวก (P+) และ ขั้วลบ (P-) บน BMS จะต้องเชื่อมต่อกับขั้วบวกและขั้วลบของวงจรที่ต้องการใช้ พลังงาน เช่น มอเตอร์หรืออุปกรณ์ไฟฟ้า ขั้วบวก ของแบตเตอรี่ทั้งหมด (ถ้ามีหลายเซลล์) จะต้อง เชื่อมต่อกันแล้วต่อไปยังขั้วบวกของ BMS

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ใบมอบหมายงาน	1/2
การวัดค่าความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ลิเทียม			
คำสั่ง 1. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานให้เข้าใจ 2. เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนของใบมอบหมายงาน			
วัสดุ/เครื่องมือ/อุปกรณ์			
		1. มัลติมิเตอร์หรือมิเตอร์วัดค่าความต้านทาน 2. สายวัด 3. แบตเตอรี่ลิเทียม 4. ถุงมือป้องกันไฟฟ้า	
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน			
		ขั้นตอนที่ 1 ตั้งค่ามัลติมิเตอร์ในโหมดวัดความต้านทาน (Resistance Mode) ขั้นตอนที่ 2 เชื่อมต่อสายวัดเข้ากับมัลติมิเตอร์เพื่อวัดค่าของแบตเตอรี่ ขั้นตอนที่ 3 วัดค่าความต้านทานโดยนำสายวัดมัลติมิเตอร์ต่อเข้ากับขั้วบวกและขั้วลบของแบตเตอรี่	
การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม		ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข	
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล	

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ใบมอบหมายงาน	1/2
การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลิเทียม			
คำสั่ง 1. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานให้เข้าใจ 2. เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนของใบมอบหมายงาน			
วัสดุ/เครื่องมือ/อุปกรณ์			
		1. มัลติมิเตอร์หรือโวลต์มิเตอร์ 2. สายวัด 3. แบตเตอรี่ลิเทียม 4. ถุงมือป้องกันไฟฟ้า	
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน			
		1. ตั้งค่ามัลติมิเตอร์ในโหมดวัดแรงดันไฟฟ้า (DC Voltage Mode) ขั้นตอนที่ 2 เชื่อมต่อสายวัดเข้ากับมัลติมิเตอร์เพื่อวัดค่าของแบตเตอรี่ ขั้นตอนที่ 3 วัดหาความต้านทานโดยนำสายวัดมัลติมิเตอร์ต่อเข้ากับขั้วบวกและขั้วลบของแบตเตอรี่	
การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม		ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข	
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรภูมิ ยะนิล	

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา																																									
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ใบมอบหมายงาน	2/2																																								
การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลิเทียม																																											
 <table border="1"> <thead> <tr> <th>เซลล์แบตเตอรี่</th> <th>ค่าแรงดันไฟฟ้า (V)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td></tr> </tbody> </table>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>เซลล์แบตเตอรี่</th> <th colspan="3">ค่าแรงดันไฟฟ้า (V)</th> </tr> <tr> <th></th> <th>ครั้งที่ 1</th> <th>ครั้งที่ 2</th> <th>ครั้งที่ 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> สรุปผลการทดลอง 		เซลล์แบตเตอรี่	ค่าแรงดันไฟฟ้า (V)	1		2		3		4		5		เซลล์แบตเตอรี่	ค่าแรงดันไฟฟ้า (V)				ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	1				2				3				4				5				ขั้นตอนที่ 4 อ่านค่าแรงดันไฟฟ้าจากหน้าจอมัลติมิเตอร์และจดบันทึกค่า 4. ทำการวัดซ้ำ 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย 5. เปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไว้ของแบตเตอรี่ 6. เก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	
เซลล์แบตเตอรี่	ค่าแรงดันไฟฟ้า (V)																																										
1																																											
2																																											
3																																											
4																																											
5																																											
เซลล์แบตเตอรี่	ค่าแรงดันไฟฟ้า (V)																																										
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3																																								
1																																											
2																																											
3																																											
4																																											
5																																											
การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม		ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข																																									
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล																																									

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ใบมอบหมายงาน	1/2
การต่อวงจร BMS ร่วมกับแบตเตอรี่ลิเทียม			
คำสั่ง 1. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานให้เข้าใจ 2. เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนของใบมอบหมายงาน			
วัสดุ/เครื่องมือ/อุปกรณ์			
    		1. ชุดประกอบระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม 2. ระบบ BMS (Battery Management System) 3. มัลติมิเตอร์หรือเครื่องมือวัดค่าต่าง ๆ 4. สายเชื่อมต่อ 5. แบตเตอรี่ลิเทียม 6. ถุงมือป้องกันไฟฟ้า	
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน			
 		ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบวงจร BMS และแบตเตอรี่ลิเทียมว่ามีขั้วเชื่อมต่อที่ถูกต้อง ขั้นตอนที่ 2 เชื่อมต่อสายระหว่าง BMS และแบตเตอรี่ตามที่ระบุในคู่มือการติดตั้ง	
การพัฒนาชุดประกอบระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม		ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข	
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล	

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ใบมอบหมายงาน	2/2
การต่อวงจร BMS ร่วมกับแบตเตอรี่ลิเทียม			
  สรุปผลการทดลอง 		ขั้นตอนที่ 3 ใช้มัลติมิเตอร์ตรวจสอบว่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสที่ไหลผ่านวงจรมีค่าตรงตามที่กำหนด ขั้นตอนที่ 4 ทดสอบการทำงานของ BMS โดยการชาร์จและปล่อยประจุแบตเตอรี่ และตรวจสอบการทำงานของระบบป้องกัน เช่น การตัดไฟเมื่อเกิดการชาร์จเกิน ขั้นตอนที่ 5 จดบันทึกผลการทดสอบและวิเคราะห์การทำงานของระบบ BMS ขั้นตอนที่ 6 เก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	
การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม		ผู้สอน นายนิรันดร์ แสนสุข	
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล	

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม หัวข้อ : การวัดค่าความต้านทานของแบตเตอรี่ลิเทียม	ใบสังเกตพฤติกรรม	1/3	
เกณฑ์การพิจารณาการประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียน แบบ Rubic score				
จุดพิจารณา	ระดับการปฏิบัติงาน			
ขั้นเตรียมการปฏิบัติ	3	2	1	0
1) การเตรียมอุปกรณ์สำหรับวัดค่าความต้านทาน ประกอบด้วย 1) มัลติมิเตอร์พร้อมสายวัด 2) ถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต 3) แบตเตอรี่ลิเทียม 4) แบบบันทึกค่าความต้านทาน	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 4 ข้อดังนี้ 1) มัลติมิเตอร์พร้อมสายวัด 2) ถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต 3) แบตเตอรี่ลิเทียม 4) แบบบันทึกค่าความต้านทาน	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 3 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
2) ตรวจสอบแบตเตอรี่อยู่ในสภาพที่ปลอดภัย ประกอบด้วย 1) ตรวจสอบรอยแตกร้าวหรือบวม 2) ตรวจสอบขั้วแบตเตอรี่มีคราบสนิมหรือสิ่งสกปรกเกาะอยู่ 3) ตรวจสอบสายไฟอยู่ในสภาพดี ไม่มีรอยขาดหรือไหม้	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อดังนี้ 1) ตรวจสอบรอยแตกร้าวหรือบวม 2) ตรวจสอบขั้วแบตเตอรี่มีคราบสนิมหรือสิ่งสกปรกเกาะอยู่ 3) ตรวจสอบสายไฟอยู่ในสภาพดี ไม่มีรอยขาดหรือไหม้	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
3) การสวมใส่ถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิตตามมาตรฐานความปลอดภัย ประกอบด้วย 1) ตรวจสอบสภาพของถุงมือว่ามีความสมบูรณ์ ไม่มีรอยฉีกขาดและเหมาะสมกับการใช้งาน 2) ตรวจสอบถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิตเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด 3) อธิบายถึงเหตุผลในการสวมใส่ถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อดังนี้ 1) ตรวจสอบสภาพของถุงมือว่ามีความสมบูรณ์ ไม่มีรอยฉีกขาด และเหมาะสมกับการใช้งาน 2) ตรวจสอบถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิตเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด 3) อธิบายถึงเหตุผลในการสวมใส่ถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
ชุดทดลอง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม	ผู้สอน : นายนิรันดร์ แสนสุข			
สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สุรจุมิ ยะนิล			

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)		วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม หัวข้อ : การวัดค่าความต้านทานของแบตเตอรี่ลิเทียม		ใบสังเกตพฤติกรรม	2/3
เกณฑ์การพิจารณาการประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียน แบบ Rubic score				
จุดพิจารณา	ระดับการปฏิบัติงาน			
ชั้นกระบวนการปฏิบัติ	3	2	1	0
4) ปรับมัลติมิเตอร์ และอธิบายถึงเหตุผลในการปรับมัลติมิเตอร์ เพื่อวัดค่าความต้านทานของแบตเตอรี่ลิเทียม	☐ สามารถปรับมัลติมิเตอร์ และอธิบายถึงเหตุผลของการปรับได้ถูกต้อง	☐ สามารถปรับมัลติมิเตอร์ และอธิบายถึงเหตุผลของการปรับได้ แต่ไม่ถูกต้อง	☐ สามารถปรับมัลติมิเตอร์ แต่ไม่สามารถอธิบายถึงเหตุผลของการปรับได้	☐ ไม่สามารถปรับมัลติมิเตอร์ และอธิบายถึงเหตุผลของการปรับได้
5) ต่อสายวัดเข้ากับขั้วของแบตเตอรี่อย่างถูกต้องตามขั้นตอนดังนี้ 1) นำสายสีแดงของมัลติมิเตอร์ต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่ 2) นำสายสีดำของมัลติมิเตอร์ต่อเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ 3) เก็บสายมัลติมิเตอร์เป็นระเบียบ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อดังนี้ 1) นำสายสีแดงของมัลติมิเตอร์ต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่ 2) นำสายสีดำของมัลติมิเตอร์ต่อเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ 3) เก็บสายมัลติมิเตอร์เป็นระเบียบ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
6) การจัดการอุปกรณ์หลังการใช้งานประกอบด้วย 1) ถอดสายวัดมัลติมิเตอร์อย่างระมัดระวัง 2) ปิดเครื่องมัลติมิเตอร์หลังใช้งานทุกครั้ง 3) จัดเก็บอุปกรณ์ทุกชิ้นอย่างเป็นระเบียบ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อดังนี้ 1) ถอดสายวัดมัลติมิเตอร์อย่างระมัดระวัง 2) ปิดเครื่องมัลติมิเตอร์หลังใช้งานทุกครั้ง 3) จัดเก็บอุปกรณ์ทุกชิ้นอย่างเป็นระเบียบ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
7) ปฏิบัติตามขั้นตอนความปลอดภัย ในการวัดค่าแบตเตอรี่อย่างเคร่งครัดตลอดกระบวนการ ดังนี้ 1) การตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าสถิต 2) การวัดค่าความต้านทาน 3) การจัดเก็บอุปกรณ์	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อดังนี้ 1) การตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าสถิต 2) การวัดค่าความต้านทาน 3) การจัดเก็บอุปกรณ์	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
ชุดประลอง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม		ผู้สอน : นายนรินทร์ แสนสุข		
สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล		

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)		วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม หัวข้อ : การวัดค่าความต้านทานของแบตเตอรี่ลิเทียม		ใบสังเกตพฤติกรรม	3/3
เกณฑ์การพิจารณาการประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียน แบบ Rubic score				
จุดพิจารณา	ระดับการปฏิบัติงาน			
ชั้นเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	3	2	1	0
8) ปฏิบัติงานสำเร็จตามเวลาที่กำหนด พร้อมจัดเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์และแบตเตอรี่ได้อย่างถูกต้องภายใน 10 นาที	☐ ปฏิบัติงานสำเร็จ พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์ตามเวลาที่กำหนด	☐ ปฏิบัติงานสำเร็จ พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์ ภายในเวลาที่กำหนด 3 นาที	☐ ปฏิบัติงานสำเร็จ พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์ ภายในเวลาที่กำหนด 5 นาที	☐ ปฏิบัติงานสำเร็จ พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์ ภายในเวลาที่กำหนด 10 นาที
ชุดประกอบ : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม			ผู้สอน : นายนิรันดร์ แสนสุข	
สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา			อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล	

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)		วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม		ใบสังเกตพฤติกรรม	1/3
	หัวข้อ : การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลิเทียม			
เกณฑ์การพิจารณาการประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียน แบบ Rubic score				
จุดพิจารณา	ระดับการปฏิบัติงาน			
ขั้นเตรียมการปฏิบัติ	3	2	1	0
1) การเตรียมอุปกรณ์สำหรับวัดค่าแรงดันไฟฟ้า ประกอบด้วย 1) มัลติมิเตอร์หรือสายวัด 2) ถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต 3) แบตเตอรี่ลิเทียม 4) แบบบันทึกค่าความต้านทาน	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 4 ข้อดังนี้ 1) มัลติมิเตอร์หรือสายวัด 2) ถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต 3) แบตเตอรี่ลิเทียม 4) แบบบันทึกค่าความต้านทาน	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 3 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
2) ตรวจสอบแบตเตอรี่อยู่ในสภาพที่ปลอดภัย ประกอบด้วย 1) ตรวจสอบรอยแตกร้าวหรือบวม 2) ตรวจสอบขั้วแบตเตอรี่มีคราบสนิมหรือสิ่งสกปรกเกาะอยู่ 3) ตรวจสอบสายไฟอยู่ในสภาพดี ไม่มีรอยขาดหรือไหม้	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อดังนี้ 1) ตรวจสอบรอยแตกร้าวหรือบวม 2) ตรวจสอบขั้วแบตเตอรี่มีคราบสนิมหรือสิ่งสกปรกเกาะอยู่ 3) ตรวจสอบสายไฟอยู่ในสภาพดี ไม่มีรอยขาดหรือไหม้	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
3) การสวมใส่ถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต ประกอบด้วย ตามมาตรฐานความปลอดภัย ประกอบด้วย 1) ตรวจสอบสภาพของถุงมือว่ามีความสมบูรณ์ ไม่มีรอยฉีกขาด และเหมาะสมกับการใช้งาน 2) ตรวจสอบถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิตเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด 3) อธิบายถึงเหตุผลในการสวมใส่ถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อดังนี้ 1) ตรวจสอบสภาพของถุงมือว่ามีความสมบูรณ์ ไม่มีรอยฉีกขาด และเหมาะสมกับการใช้งาน 2) ตรวจสอบถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิตเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด 3) อธิบายถึงเหตุผลในการสวมใส่ถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
ชุดประลอง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม		ผู้สอน : นายนิรันดร์ แสนสุข		
สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล		

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)		วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม หัวข้อ : การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลิเธียม		ใบสังเกตพฤติกรรม	2/3
เกณฑ์การพิจารณาการประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียน แบบ Rubic score				
จุดพิจารณา	ระดับการปฏิบัติงาน			
ขั้นกระบวนการปฏิบัติ	3	2	1	0
4) ปรับมัลติมิเตอร์ และอธิบายถึงเหตุผลในการปรับมัลติมิเตอร์ เพื่อวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลิเธียม	☐ สามารถปรับมัลติมิเตอร์ และอธิบายถึงเหตุผลของการปรับได้ถูกต้อง	☐ สามารถปรับมัลติมิเตอร์ และอธิบายถึงเหตุผลของการปรับได้ แต่ไม่ถูกต้อง	☐ สามารถปรับมัลติมิเตอร์ แต่ไม่สามารถอธิบายถึงเหตุผลของการปรับได้	☐ ไม่สามารถปรับมัลติมิเตอร์ และอธิบายถึงเหตุผลของการปรับได้
5) ต่อสายวัดเข้ากับขั้วของแบตเตอรี่อย่างถูกต้องตามขั้นตอนดังนี้ 1) นำสายสีแดงของมัลติมิเตอร์ต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่ 2) นำสายสีดำของมัลติมิเตอร์ต่อเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ 3) เก็บสายมัลติมิเตอร์เป็นระเบียบ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อดังนี้ 1) นำสายสีแดงของมัลติมิเตอร์ต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่ 2) นำสายสีดำของมัลติมิเตอร์ต่อเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ 3) เก็บสายมัลติมิเตอร์เป็นระเบียบ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
6) การจัดการอุปกรณ์หลังการใช้งานประกอบด้วย 1) ถอดสายวัดมัลติมิเตอร์อย่างระมัดระวัง 2) ปิดเครื่องมัลติมิเตอร์หลังใช้งานทุกครั้ง 3) จัดเก็บอุปกรณ์ทุกชิ้นอย่างเป็นระเบียบ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อดังนี้ 1) ถอดสายวัดมัลติมิเตอร์อย่างระมัดระวัง 2) ปิดเครื่องมัลติมิเตอร์หลังใช้งานทุกครั้ง 3) จัดเก็บอุปกรณ์ทุกชิ้นอย่างเป็นระเบียบ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
7) ปฏิบัติตามขั้นตอนความปลอดภัยในการวัดค่าแบตเตอรี่อย่างเคร่งครัดตลอดกระบวนการ ดังนี้ 1) การตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าสถิต 2) การวัดค่าความต้านทาน 3) การจัดเก็บอุปกรณ์	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อดังนี้ 1) การตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าสถิต 2) การวัดค่าความต้านทาน 3) การจัดเก็บอุปกรณ์	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
ชุดทดลอง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม		ผู้สอน : นายนรินทร์ แสนสุข		
สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล		

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)		วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม หัวข้อ : การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลิเทียม		ใบสังเกตพฤติกรรม	3/3
เกณฑ์การพิจารณาการประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียน แบบ Rubic score				
จุดพิจารณา	ระดับการปฏิบัติงาน			
ชั้นเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	3	2	1	0
8) ปฏิบัติงานสำเร็จตามเวลาที่กำหนด พร้อมจัดเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์และแบตเตอรี่ได้อย่างถูกต้องภายใน 10 นาที	☐ ปฏิบัติงานสำเร็จ พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์ตามเวลาที่กำหนด	☐ ปฏิบัติงานสำเร็จ พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์ ภายในเวลาที่กำหนด 3 นาที	☐ ปฏิบัติงานสำเร็จ พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์ ภายในเวลาที่กำหนด 5 นาที	☐ ปฏิบัติงานสำเร็จ พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์ ภายในเวลาที่กำหนด 10 นาที
ชุดประกอบ : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม			ผู้สอน : นายนิรันดร์ แสนสุข	
สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา			อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สุรฤทธิ ยะนิล	

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)		วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม		ใบสังเกตพฤติกรรม	1/3
หัวข้อ : การต่อวงจร BMS ร่วมกับแบตเตอรี่ลิเทียม				
เกณฑ์การพิจารณาการประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียน แบบ Rubic score				
จุดพิจารณา	ระดับการปฏิบัติงาน			
ขั้นเตรียมการปฏิบัติ	3	2	1	0
1) การเตรียมอุปกรณ์สำหรับการต่อวงจร BMS ร่วมกับแบตเตอรี่ลิเทียม ประกอบด้วย 1) มัลติมิเตอร์พร้อมสายวัด 2) ถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต 3) แบตเตอรี่ลิเทียม 4) แบบบันทึกค่าความต้านทาน	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 4 ข้อดังนี้ 1) มัลติมิเตอร์พร้อมสายวัด 2) ถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต 3) แบตเตอรี่ลิเทียม 4) แบบบันทึกค่าความต้านทาน	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 3 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
2) ตรวจสอบแบตเตอรี่อยู่ในสภาพที่ปลอดภัย ประกอบด้วย 1) ตรวจสอบรอยแตกร้าวหรือบวม 2) ตรวจสอบขั้วแบตเตอรี่มีคราบสนิมหรือสิ่งสกปรกเกาะอยู่ 3) ตรวจสอบสายไฟอยู่ในสภาพดี ไม่มีรอยขาดหรือไหม้	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อดังนี้ 1) ตรวจสอบรอยแตกร้าวหรือบวม 2) ตรวจสอบขั้วแบตเตอรี่มีคราบสนิมหรือสิ่งสกปรกเกาะอยู่ 3) ตรวจสอบสายไฟอยู่ในสภาพดี ไม่มีรอยขาดหรือไหม้	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
3) การสวมใส่ถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต ประกอบด้วย ตามมาตรฐานความปลอดภัย ประกอบด้วย 1) ตรวจสอบสภาพของถุงมือว่ามีความสมบูรณ์ ไม่มีรอยฉีกขาด และเหมาะสมกับการใช้งาน 2) ตรวจสอบถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิตเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด 3) อธิบายถึงเหตุผลในการสวมใส่ถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อดังนี้ 1) ตรวจสอบสภาพของถุงมือว่ามีความสมบูรณ์ ไม่มีรอยฉีกขาด และเหมาะสมกับการใช้งาน 2) ตรวจสอบถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิตเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด 3) อธิบายถึงเหตุผลในการสวมใส่ถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
ชุดประลอง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม		ผู้สอน : นายนิรันดร์ แสนสุข		
สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สุรภูมิ ยะนิล		

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม หัวข้อ : การต่อวงจร BMS ร่วมกับแบตเตอรี่ลิเธียม	ใบสังเกตพฤติกรรม	2/3	
เกณฑ์การพิจารณาการประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียน แบบ Rubic score				
จุดพิจารณา	ระดับการปฏิบัติงาน			
ขั้นกระบวนการปฏิบัติ	3	2	1	0
4) การวางแผนออกแบบวงจรและการเลือกใช้อุปกรณ์ที่ถูกต้อง ประกอบด้วย 1) ออกแบบวงจรได้ถูกต้องและสมบูรณ์ 2) เลือกใช้อุปกรณ์เหมาะสมทุกจุด 3) คำนึงถึงความปลอดภัยและความสะดวกในการบำรุงรักษา	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อดังนี้ 1) ออกแบบวงจรได้ถูกต้องและสมบูรณ์ 2) เลือกใช้อุปกรณ์เหมาะสมทุกจุด 3) คำนึงถึงความปลอดภัยและความสะดวกในการบำรุงรักษา	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
5) การต่อวงจร BMS เข้ากับขั้วแบตเตอรี่ตามขั้นตอนดังนี้ 1) ต่อวงจรตามที่ได้ออกแบบได้ถูกต้อง 2) ขั้วต่อแน่นหนาและสมบูรณ์ทุกจุด 3) การติดตั้ง BMS อยู่ในตำแหน่งปลอดภัย	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อดังนี้ 1) ต่อวงจรตามที่ออกแบบได้ถูกต้อง 2) ขั้วต่อแน่นหนาและสมบูรณ์ทุกจุด 3) การติดตั้ง BMS อยู่ในตำแหน่งปลอดภัย	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
6) การตรวจสอบการต่อวงจร BMS ร่วมกับแบตเตอรี่ มีขั้นตอนดังนี้ 1) การตรวจสอบต่อวงจรถูกต้องและสมบูรณ์แบบ 2) ขั้วต่อทุกจุดแน่นหนาและปลอดภัย 3) ระบบทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อดังนี้ 1) การตรวจสอบต่อวงจรถูกต้องและสมบูรณ์แบบ 2) ขั้วต่อทุกจุดแน่นหนาและปลอดภัย 3) ระบบทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
7) การจัดการอุปกรณ์หลังการใช้งานประกอบด้วย 1) ถอดสายวัดมัลติมิเตอร์อย่างระมัดระวัง 2) ปิดเครื่องมัลติมิเตอร์หลังใช้งานทุกครั้ง 3) จัดเก็บอุปกรณ์ทุกชิ้นอย่างเป็นระเบียบ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดครบทั้ง 3 ข้อดังนี้ 1) ถอดสายวัดมัลติมิเตอร์อย่างระมัดระวัง 2) ปิดเครื่องมัลติมิเตอร์หลังใช้งานทุกครั้ง 3) จัดเก็บอุปกรณ์ทุกชิ้นอย่างเป็นระเบียบ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดได้ 1 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
ชุดทดลอง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม		ผู้สอน : นายนิรันดร์ แสนสุข		
สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สุรวุฒิ ยะนิล		

	วิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)		วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม หัวข้อ : การต่อวงจร BMS ร่วมกับแบตเตอรี่ลิเธียม		ใบสังเกตพฤติกรรม	3/3
เกณฑ์การพิจารณาการประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียน แบบ Rubic score				
จุดพิจารณา	ระดับการปฏิบัติงาน			
ขั้นกระบวนการปฏิบัติ	3	2	1	0
8) ปฏิบัติตามขั้นตอนความปลอดภัย ในการวัดค่าแบตเตอรี่อย่างเคร่งครัดตลอด กระบวนการ ดังนี้ 1) การตรวจสอบ อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าสถิต 2) การวัดค่า ความต้านทาน 3) การจัดเก็บอุปกรณ์	☐ ปฏิบัติตามที่กำหนดครบ ทั้ง 3 ข้อ ดังนี้ 1) การ ตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกัน ไฟฟ้าสถิต 2) การวัดค่า ความต้านทาน 3) การจัดเก็บ อุปกรณ์	☐ ปฏิบัติตามที่ กำหนดได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติตามที่ กำหนดได้ 1 ข้อ	☐ ไม่ปฏิบัติตามที่กำหนด
ขั้นเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	3	2	1	0
9) ปฏิบัติงานสำเร็จตามเวลาที่กำหนด พร้อมทั้งจัดเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์และ แบตเตอรี่ได้อย่างถูกต้องภายใน 30 นาที	☐ ปฏิบัติงานสำเร็จ พร้อม จัดเก็บอุปกรณ์ตามเวลาที่ กำหนด	☐ ปฏิบัติงาน สำเร็จ พร้อมจัดเก็บ อุปกรณ์เกินเวลาที่ กำหนด 5 นาที	☐ ปฏิบัติงาน สำเร็จ พร้อมจัดเก็บ อุปกรณ์เกินเวลาที่ กำหนด 10 นาที	☐ ปฏิบัติงาน สำเร็จ พร้อมจัดเก็บ อุปกรณ์เกินเวลาที่ กำหนด 15 นาที
ชุดประลอง : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเธียม		ผู้สอน : นายนิรันดร์ แสนสุข		
สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา		อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สุรุฒิ ยะนิล		

ใบตรวจให้คะแนน					
ชื่อวิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)					
ชื่อหน่วยสมรรถนะ : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม					
หัวข้อ : การวัดค่าความต้านทานของแบตเตอรี่ลิเทียม					
ลำดับ	รายการประเมิน	น้ำหนัก คะแนน	ผลการประเมิน		คะแนนที่ได้ คูณด้วย น้ำหนัก
			เต็ม	ได้	
	ขั้นเตรียมการปฏิบัติ (20)				
1	การเตรียมอุปกรณ์สำหรับวัดค่าความต้านทาน	5	3		
2	ตรวจสอบแบตเตอรี่อยู่ในสภาพที่ปลอดภัย	5	3		
3	การสวมถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต	10	3		
	ขั้นกระบวนการปฏิบัติ (70)				
4	ปรับมัลติมิเตอร์ และอธิบายถึงเหตุผลในการปรับมัลติมิเตอร์	15	3		
5	ต่อสายวัดเข้ากับขั้วของแบตเตอรี่อย่างถูกต้อง	20	3		
6	การจัดการอุปกรณ์หลังการใช้งาน	15	3		
7	ปฏิบัติตามขั้นตอนความปลอดภัย ในการวัดค่าแบตเตอรี่อย่างเคร่งครัดตลอดกระบวนการ	20	3		
	ขั้นเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน (10)				
8	ปฏิบัติงานสำเร็จตามเวลาที่กำหนดไว้	10	3		
	คะแนนภาคความสามารถ				
	คะแนน				
หมายเหตุ : เกณฑ์การผ่าน ร้อยละ 70%					

ใบตรวจให้คะแนน					
ชื่อวิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)					
ชื่อหน่วยสมรรถนะ : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม					
หัวข้อ : การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลิเทียม					
ลำดับ	รายการประเมิน	น้ำหนัก คะแนน	ผลการประเมิน		คะแนนที่ได้ คูณด้วย น้ำหนัก
			เต็ม	ได้	
	ขั้นเตรียมการปฏิบัติ (20)				
1	การเตรียมอุปกรณ์สำหรับวัดค่าแรงดันไฟฟ้า	5	3		
2	ตรวจสอบแบตเตอรี่อยู่ในสภาพที่ปลอดภัย	5	3		
3	การสวมถุงมือป้องกันไฟฟ้าสถิต	10	3		
	ขั้นกระบวนการปฏิบัติ (70)				
4	ปรับมัลติมิเตอร์ และอธิบายถึงเหตุผลในการปรับมัลติมิเตอร์	15	3		
5	ต่อสายวัดเข้ากับขั้วของแบตเตอรี่อย่างถูกต้อง	20	3		
6	การจัดการอุปกรณ์หลังการใช้งาน	15	3		
7	ปฏิบัติตามขั้นตอนความปลอดภัย ในการวัดค่าแบตเตอรี่อย่างเคร่งครัดตลอดกระบวนการ	20	3		
	ขั้นเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน (10)				
8	ปฏิบัติงานสำเร็จตามเวลาที่กำหนดไว้	10	3		
	คะแนนภาคความสามารถ				
	คะแนน				
หมายเหตุ : เกณฑ์การผ่าน ร้อยละ 70%					

ใบตรวจให้คะแนน					
ชื่อวิชา : งานไฟฟ้ารถยนต์ (Automotive Electrical Job)					
ชื่อหน่วยสมรรถนะ : ระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม					
หัวข้อ : การต่อวงจร BMS ร่วมกับแบตเตอรี่ลิเทียม					
ลำดับ	รายการประเมิน	น้ำหนัก คะแนน	ผลการประเมิน		คะแนนที่ได้ คูณด้วย น้ำหนัก
			เต็ม	ได้	
	ขั้นเตรียมการปฏิบัติ (20)				
1	การเตรียมอุปกรณ์ และชุดประลอง	5	3		
2	ตรวจสอบแบตเตอรี่อยู่ในสภาพที่ปลอดภัย	5	3		
3	ใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE)	10	3		
	ขั้นกระบวนการปฏิบัติ (70)				
4	การวางแผนออกแบบวงจรและการเลือกใช้อุปกรณ์ ที่ถูกต้อง	20	3		
5	การต่อวงจร BMS เข้ากับขั้วแบตเตอรี่	15	3		
6	การตรวจสอบการต่อวงจร BMS ร่วมกับแบตเตอรี่	15	3		
7	การจัดการอุปกรณ์หลังการใช้งาน	10	3		
8	ปฏิบัติตามขั้นตอนความปลอดภัย	10	3		
	ขั้นเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน (10)				
9	ปฏิบัติงานตามเวลาที่กำหนดไว้	10	3		
	คะแนนภาคความสามารถ				
	คะแนน				
หมายเหตุ : เกณฑ์การผ่าน ร้อยละ 70%					

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายนิรันดร์ แสนสุข
ชื่อการค้นคว้าอิสระ	การพัฒนาชุดประลองระบบการจัดการแบตเตอรี่ลิเทียม เพื่อส่งเสริม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา แผนกวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ประวัติ	ปริญญาตรี : ปีการศึกษา 2554 สำเร็จการศึกษา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น ปริญญาโท : ปีการศึกษา 2567 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (ค.อ.ม.) สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา แผนกวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ