



การพัฒนาชุดฝึกอบรมโดยกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์เพื่อเสริมสร้าง
ทักษะสำหรับการควบคุมมอเตอร์ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

The Development of Training Package by Experience Learning
Process to Enhance Skills for Controlling Solar Water Pump Motors

ฤทัย ประทุมทอง Ruthai Prathoomthong
สุจริต สิงห์พันธุ์ Sujarit Singhapan

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2563

การพัฒนาชุดฝึกอบรมโดยกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์เพื่อเสริมสร้าง
ทักษะสำหรับการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

The Development of Training Package by Experience Learning
Process to Enhance Skills for Controlling Solar Water Pump Motors

ฤทัย ประทุมทอง Ruthai Prathoomthong
สุจิต สิงห์พันธุ์ Sujarit Singhapan

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2563

การพัฒนาชุดฝึกอบรมโดยกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์เพื่อเสริมสร้างทักษะ สำหรับการควบคุมมอเตอร์ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

ฤทัย ประทุมทอง¹ และสุจิตต์ สิงห์พันธุ์¹

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ และเพื่อประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้ชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีสมมติฐานของการวิจัย คือ ชุดฝึกอบรมโดยกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์เพื่อเสริมสร้างทักษะสำหรับการควบคุมมอเตอร์ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพโดยผู้เข้าฝึกอบรมผ่านเกณฑ์ที่กำหนดด้านทักษะ 70/70 วิธีดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้สร้างชุดฝึกอบรม ซึ่งประกอบด้วย ชุดทดลอง ใบงานการทดลอง จากนั้นเป็นการประเมินคุณภาพของชุดการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน และนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาอุปกรณ์กลไฟฟ้า หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 18 คนตามสภาพจริง

ผลการวิจัยพบว่า การประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญ ชุดฝึกอบรมมีคุณภาพด้านโครงสร้างในอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.59 SD = 0.42) และชุดฝึกอบรมมีคุณภาพด้านการใช้งานในอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.61 SD = 0.43) ชุดฝึกอบรมมีประสิทธิภาพด้านทักษะ เท่ากับ 79.00/88.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และนักศึกษามีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.49 SD = 0.48)

คำสำคัญ : ชุดฝึกอบรม กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์ มอเตอร์ปั๊มน้ำ

¹อาจารย์สาขาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.เมือง จ.สงขลา

The Development of Training Package by Experience Learning Process to Enhance Skills for Controlling Solar Water Pump Motors

Ruthai Prathoomthong¹ and Sujarit Singhapan¹

ABSTRACT

This research aimed to construct and the efficiency of the training package on controlling solar Water pump motors. The hypothesis of this research were the training package was efficient at the level of 70/70 in terms of skills, The constructed training package consisted of experimental set and laboratory sheets. The sample group was 18 student registering in Electromechanical Devices subjects of Bachelor of Science in Technical Education Program in Mechatronics Engineering at Rajamangala University of Technology Srivijaya.

The results showed that the overall result of quality evaluation of the training package on structure was excellent (mean = 4.59 SD = 0.42), on working was excellent (mean = 4.61 SD = 0.43) and were the training package was efficient at the level of 79.00/88.11 in terms of skills, which was higher than expected. and The learner's satisfaction of this training package was in very good level.

Keywords : Training Package, Experiential Learning, Water Pump Motors

¹Department of Industrial Education, Faculty of Industrial Education and Technology. Rajamangala University of Technology Srivijaya, Muang, Songkhla.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณเงินรายได้ประจำปี 2563 เป็นงานวิจัยสร้างความโดดเด่นและเป็นเลิศเฉพาะทางตามอัตลักษณ์เชิงพื้นที่ ขอขอบคุณคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่ได้ให้การสนับสนุนทุนในการทำวิจัยนี้ ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญที่สละเวลาตรวจชุดฝึกอบรมให้คำแนะนำต่าง ๆ ขอขอบใจ นายปัญญานต์ คณะนา นายเปรมวุฒิ สังขว และนางสาวกิตติมา ผ่องแผ้ว ที่ช่วยจัดทำชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ และขอขอบคุณนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ทุกคนที่มีส่วนร่วมให้การทำวิจัยในครั้งนี้ประสบความสำเร็จ

ผู้จัดทำ

สิงหาคม 2563

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 สมมุติฐาน	2
1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ความหมายของชุดการสอน	4
2.2 ประเภทของชุดการสอน	5
2.3 องค์ประกอบของชุดการสอน	6
2.4 บทบาทและความสำคัญของชุดการสอน	11
2.5 ขั้นตอนในการสร้างชุดการสอน	12
2.6 คุณค่าและประโยชน์ของชุดการสอน	15
2.7 ลักษณะของชุดการสอนที่ดี	15
2.8 การทดลองใช้และหาประสิทธิภาพชุดการสอน	16
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	20
3.1 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	20
3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	20
3.3 การดำเนินการทดลอง	29
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	29
บทที่ 4 ผลการวิจัย	32
4.1 ผลของชุดการสอนที่สร้างขึ้น	32
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	33
บทที่ 5 สรุปผล	36
5.1 สรุปผลการวิจัย	36
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	36
บรรณานุกรม	38
ภาคผนวก ก	39

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4-1: ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพด้านโครงสร้าง	24
ตารางที่ 4-2: ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพด้านการใช้งาน	24
ตารางที่ 4-3: ค่าประสิทธิภาพชุดการสอนด้านความทักษะ	25
ตารางที่ 4-4: ผลการประเมินค่าระดับความพึงพอใจของผู้เรียน	25

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 3-1: ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	21
ภาพที่ 3-2: ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	24
ภาพที่ 3-3: ขั้นตอนการสร้างชุดทดลอง	25
ภาพที่ 3-4: แบบร่างชุดทดลองการเริ่มต้นมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส	26
ภาพที่ 3-5: ชุดทดลองส่วนที่ใช้สายเสียบตามสัญลักษณ์	26
ภาพที่ 3-6: ชุดทดลองส่วนที่ใช้สายไฟต่อจากอุปกรณ์โดยตรง	27
ภาพที่ 4-1: ชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์	23

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยได้ชื่อว่าเป็นเมืองเกษตรกรรมที่อุดมสมบูรณ์ตั้งแต่โบราณนานมาจนถึงปัจจุบัน ถึงแม้ว่าในแต่ละพื้นที่จะประกอบเกษตรที่แตกต่างกันออกไปก็ตาม เช่นเดียวกับวิวัฒนาการในการนำเครื่องทุ่นแรงมาใช้เพื่อทำการเกษตรก็ได้เปลี่ยนแปลงตามยุคสมัยเช่นกัน แต่ไม่ว่าจะเปลี่ยนไปอย่างไรเมื่อเกษตรกรได้ปลูกพืช ผัก ผลไม้แล้วสิ่งที่จะต้องทำก็คือ การรดน้ำหลังจากการเพาะปลูกต่าง ๆ จากเดิมที่ตักน้ำใส่ขันแล้วนำไปรดสิ่งของที่เพาะปลูกจนกระทั่งได้พัฒนาเป็นสปริงเกอร์ในการรดน้ำ

สปริงเกอร์รดน้ำจะมีต้นกำเนิดในการจ่ายน้ำนั้นคือ มอเตอร์ปั้มน้ำ ในการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำจำเป็นจะต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อน แต่ในปัจจุบันการใช้ไฟฟ้ามีแนวโน้มมากขึ้นจึงทำให้อัตราค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ประกอบกับหากเกษตรกรทำการเกษตรที่ห่างไกลจากจากบ้านเรือนที่มีเสาไฟฟ้าก็จะทำให้ไม่สามารถใช้งานปั้มน้ำได้เลยหรือหากดำเนินการเพื่อขอเสาไฟฟ้าก็จะเกิดค่าใช้จ่ายที่มากมายสำหรับเกษตรกร จากการศึกษาพลังงานทางเลือกถือว่าเป็นพลังงานสะอาดที่รัฐบาลได้ส่งเสริมให้นำมาใช้มากขึ้น แสงอาทิตย์ก็เป็นอีกแหล่งพลังงานทางเลือกที่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงาน หากได้มีการถ่ายทอดความรู้ให้กับเกษตรกรก็จะเป็นประโยชน์อย่างมาก ผนวกกับในการเรียนการสอนระดับปริญญาตรีถือว่าเป็นด่านสุดท้ายที่เมื่อจบการศึกษาไปแล้วจะนำความรู้กลับไปประกอบอาชีพ แต่บ่อยครั้งในการสอนอาจารย์แต่ละท่านคงได้ยินคำถามที่นักศึกษาถามว่าเรียนวิชานี้แล้วจะนำไปใช้ทำอะไรได้บ้าง หรือเรียนเพื่อให้น่า

จากการความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยในฐานะผู้สอนในรายวิชาอุปกรณ์กลไฟฟ้าซึ่งมีหัวข้อการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ารวมอยู่ด้วย และได้ทำการพูดคุยกับนักศึกษาแล้วสรุปเป็นประเด็นที่นักศึกษาสนใจอยากให้อสอนเพื่อสามารถนำกลับไปได้จริงกับครอบครัวซึ่งส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรและทำให้นักศึกษามีความกระตือรือร้นในการเรียนมากยิ่งขึ้นเพราะอยากมีทักษะเพื่อส่งต่อให้กับเกษตรกรในชุมชนที่สนใจ จึงเป็นที่มาของโครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกอบรมโดยกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์เพื่อเสริมสร้างทักษะสำหรับการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์โดยกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์เพื่อเสริมสร้างทักษะ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์โดยกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์เพื่อเสริมสร้างทักษะ
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้ชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์โดยกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์เพื่อเสริมสร้างทักษะ

1.3 สมมุติฐาน

ชุดฝึกอบรมโดยกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์เพื่อเสริมสร้างทักษะสำหรับการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพโดยผู้เรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดด้านทักษะ

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.4.1 ชุดฝึกอบรมโดยกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์เพื่อเสริมสร้างทักษะสำหรับการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย

- 1) คู่มือชุดฝึกอบรม
- 2) ชุดฝึกทักษะการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่ได้

1.4.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา อุปกรณ์กลไฟฟ้า หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน จำนวน 18 คนตามสภาพจริง

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.5.1 ชุดฝึกอบรม หมายถึง รูปแบบการฝึกอบรมโดยกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์เพื่อเสริมสร้างทักษะสำหรับการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

1.5.2 ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีวุฒิการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาตรี และมีประสบการณ์การสอนหรือการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า อย่างน้อย 5 ปี

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้ชุดฝึกอบรมโดยกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์เพื่อเสริมสร้างทักษะสำหรับการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

1.6.2 ได้รูปแบบและแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักศึกษา

1.6.3 ได้เป็นแนวทางในการจัดการฝึกอบรมทักษะการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

1.6.5 เป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจนำไปพัฒนาทักษะการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อสร้างชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์โดยกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์เพื่อเสริมสร้างทักษะ เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์โดยกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์เพื่อเสริมสร้างทักษะ และเพื่อประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้ชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์โดยกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์เพื่อเสริมสร้างทักษะ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีลำดับหัวข้อและรายละเอียด ดังต่อไปนี้

- 2.1 ความสำคัญและความจำเป็นของการฝึกอบรม
- 2.2 องค์ประกอบของชุดฝึกอบรม
- 2.3 ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์
- 2.4 แผงโซล่าเซลล์
- 2.5 เครื่องควบคุมการชาร์จ
- 2.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรควบคุมปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญและความจำเป็นของการฝึกอบรม

การพัฒนาชุดฝึกอบรมนับเป็นการพัฒนานวัตกรรมเพื่อการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมความหมาย ความจำเป็น รวมถึงประโยชน์ของชุดฝึกอบรม ที่นักวิชาการได้ให้ ดังนี้

สมเกียรติ ศรีจักรวาล (2548: 1) กล่าวว่า การฝึกอบรมเป็นกระบวนการ หรือหมายถึง กระบวนการที่ใช้ในการพัฒนาศักยภาพของทรัพยากรมนุษย์ให้เป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ ทนสมัยและทันเหตุการณ์อันนำไปสู่การพัฒนาศักยภาพของบุคคล

รัตนอริยา พรรณโกมุท (2547) กล่าวว่า ชุดฝึกอบรม หมายถึง ชุดนวัตกรรมที่ใช้เป็นสื่อหรือเครื่องมือในการพัฒนาสมรรถภาพของผู้เข้าอบรม ตามวัตถุประสงค์ของการพัฒนา ชุดฝึกอบรม แต่ละตอนประกอบด้วย เนื้อหาสาระที่เป็นบทเรียนสำเร็จรูป มีลักษณะเด่น คือ ผู้เข้าอบรมสามารถใช้ศึกษาด้วยตนเองได้ง่าย สะดวก และรวดเร็ว กล่าวโดยสรุป ชุดฝึกอบรม หมายถึง สื่อประสมที่สร้างขึ้นอย่างมีระบบ เพื่อใช้ เป็นสื่อเสริมกิจกรรมการฝึกอบรม หรือเป็นสื่อสำหรับผู้เข้ารับการอบรมสามารถใช้ศึกษาด้วยตนเองได้ง่าย

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542: 91) กล่าวว่า ชุดฝึกอบรมเป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่งซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม (Multi Media) ซึ่งหมายถึงการใช้สื่อการสอนตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปร่วมกันเพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ตามที่ต้องการ สื่อที่นำมาใช้ร่วมกันนี้จะช่วยเสริมประสบการณ์ซึ่งกันและกันตามลำดับขั้นที่จัดเอาไว้สำหรับหน่วยการเรียนรู้ตามหัวข้อเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับ

จิรนนท์ ป้อมพิมพ์ (2550: 7) ได้สรุปความหมายของชุดฝึกอบรมว่าเป็นหลักสูตรการฝึกอบรมอย่างหนึ่งโดยใช้เทคนิคการฝึกอบรมในรูปแบบการสอนสำเร็จรูปที่ให้อิสระแก่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสื่อประสมที่ใช้ประกอบบทเรียน และเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม โดยชุดฝึกอบรมจะมีส่วนประกอบ คือ วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม เนื้อหาของการฝึกอบรม วิธีการฝึกอบรม สื่อและอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกอบรม และการประเมินผลการฝึกอบรม

จากความหมายของชุดฝึกอบรม ดังที่เสนอข้างต้นสรุปได้ว่า ชุดฝึกอบรม (Training Package) หมายถึง ชุดของสื่อประกอบการฝึกอบรมที่มีการจัดระบบการรวบรวมทรัพยากรที่ใช้ในการฝึกอบรม ตลอดหลักสูตร ประกอบด้วย เนื้อหาวิธีการ และสื่ออุปกรณ์ ตลอดจนการประเมินผล เพื่อให้สามารถนำไปใช้ฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ บรรลุวัตถุประสงค์ และเกิดผลสัมฤทธิ์ที่กำหนดตามเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้

2.2 องค์ประกอบของชุดฝึกอบรม

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2537; 154) กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดฝึกอบรมประกอบด้วย

1. คู่มือการฝึกอบรม เป็นคู่มือแนะนำการปฏิบัติแก่ผู้ให้การฝึกอบรม เพื่อให้สามารถศึกษาขั้นตอนการฝึกอบรม วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม การเตรียมการทั้งด้านบุคลากร วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการฝึกอบรม
2. สื่อในการฝึกอบรม เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของชุดฝึกอบรม เป็นเครื่องมือที่จะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้รับประสบการณ์ใกล้เคียงกัน และทำให้การฝึกอบรมมีความเป็นรูปธรรมสูง
3. กิจกรรมในชุดฝึกอบรม เป็นองค์ประกอบของชุดฝึกอบรมที่ได้จัดเตรียมสื่อและวิธีการจัดฝึกอบรมไว้อย่างพร้อมมูล เพื่อให้ผู้ให้การอบรมดำเนินกิจการการฝึกอบรมให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมนั้น
4. การประเมินผลการฝึกอบรม องค์ประกอบในชุดฝึกอบรมที่เกี่ยวข้องกับการประเมินมี 2 ลักษณะ คือ การประเมินผู้เข้ารับการฝึกอบรม ละการประเมินชุดฝึกอบรม ละการประเมินประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม

2.3 ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

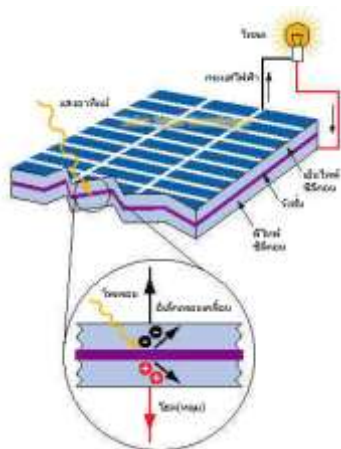
ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วย แผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะผลิตไฟฟ้ากระแสตรง (direct current หรือ DC) เมื่อได้รับแสงอาทิตย์ และเริ่มจ่ายกระแสไฟฟ้า เข้าอุปกรณ์แปลงผันไฟฟ้า ชนิดต่อเข้าระบบจำหน่าย (grid connected inverter) เพื่อเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรง เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (alternative current หรือ AC) ก่อนเชื่อมต่อเข้ากับระบบของการไฟฟ้า เพื่อผลิตไฟฟ้าใช้เอง ลดค่าไฟ ประหยัดค่าไฟ หรือใช้ไฟฟ้าฟรี ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับติดตั้งบนหลังคา อาคาร ประกอบด้วยวัสดุประกอบการติดตั้ง ที่จำเป็นครบถ้วน สามารถติดตั้ง อย่างเป็นระเบียบ และเน้นเรื่องความปลอดภัย

2.4 แผงโซลาร์เซลล์

แผงโซลาร์เซลล์ นั้นจะแปรเปลี่ยนพลังแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งไฟฟ้าที่ผลิตได้จะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง(DC) โดยกำลังไฟฟ้า แรงดัน และกระแสไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของแผงโซลาร์เซลล์เป็นหลัก โดยการเลือกใช้ก็จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับการใช้งาน

การทำงานของโซลาร์เซลล์ โซลาร์เซลล์ทำจากซิลิคอนที่ผ่านกระบวนการโดป(doped) คือกระบวนการทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับอิล็กตรอน โปรตอนและนิวเคลียส จนได้เป็นเอ็นไทป์ (n-type) และพีไทป์ (p-type) โดยมีส่วนที่เป็นฟังก์ชันอยู่ระหว่างกลาง ในสภาวะปกติอิล็กตรอนจะคงสภาวะไว้มเคลื่อนไหว แต่เมื่อมีแสงมาตกกระทบพลังงานจะผลักอิล็กตรอนให้เคลื่อนที่ผ่านชั้นฟังก์ชันซึ่งอยู่ระหว่าง

กลางได้ ถ้าเราต่อวงจรระหว่างเอ็นไทป์กับพีไทป์เข้าด้วยกันจะทำให้เกิดการไหลของอิเล็กตรอนเกิดขึ้นได้ การไหลของอิเล็กตรอนนี้เองที่เราเรียกว่ากระแสไฟฟ้า ซึ่งทำให้สามารถนำไปจ่ายให้กับโหลดโดยตรงหรือเก็บประจุอิเล็กตรอนเข้าแบตเตอรี่เพื่อสะสมพลังงานไฟฟ้าไว้ใช้ได้



ภาพที่ 2.1 การทำงานของโซลาร์เซลล์

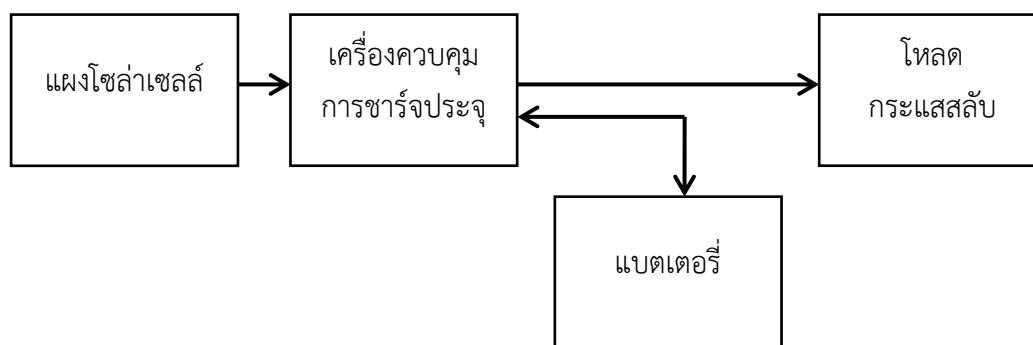
จากภาพที่ 2.1 ทางกายภาพ ด้านบนที่รับแสงของโซลาร์เซลล์ (เอ็นไทป์) จะเป็นขั้วลบ ส่วนด้านล่างของโซลาร์เซลล์ (พีไทป์) จะเป็นขั้วบวก โซลาร์เซลล์หนึ่งหน่วยในปัจจุบัน จะมีค่าประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าเพียงแค่ประมาณ 15-20 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น อาจมีบ้างที่เซลล์บางชนิดอย่างเช่นเซลล์หลายชั้น(multi-junction cell) จะมีค่าประสิทธิภาพที่สูงกว่านี้ แต่ราคาก็สูงตามไปด้วย

2.5 เครื่องควบคุมการชาร์จ

เครื่องควบคุมการชาร์จ (Charge Controller) ดังภาพที่ 2.2 ถูกออกแบบมาเพื่อทำให้การชาร์จไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่นั้นมีประสิทธิภาพเพิ่มมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังป้องกันการเสียหายที่เกิดจากการชาร์จแบตเตอรี่ที่มีแรงดันสูงเกินไปอีกด้วย



ภาพที่ 2.2 เครื่องควบคุมการชาร์จ (Charge Controller)
การทำงานของเครื่องควบคุมการชาร์จ



เครื่องควบคุมการชาร์จจะต่อระหว่างแผงโซลาร์เซลล์กับแบตเตอรี่และโหลด(ตามรูป) ทำงานโดยจะดูว่าแรงดันไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่อยู่ในระดับใด ถ้าอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าที่ตั้งไว้ ตัวเครื่องควบคุมการชาร์จ จะทำการปลดโหลดออกจากระบบโดยทันที(Load disconnect) เพื่อป้องกันการคลายประจุของแบตเตอรี่ ที่มากเกินไปและอาจทำให้แบตเตอรี่เสื่อมเร็วขึ้น ส่วนใหญ่จะตั้งค่าแรงดันการปลดโหลดไว้ที่ประมาณ 11.5 โวลต์สำหรับแรงดันระบบที่ 12 โวลต์ นอกจากนี้เครื่องควบคุมการชาร์จก็จะต่อการทำงานของโหลด ใหม่(Load reconnect) ถ้าแบตเตอรี่มีค่าแรงดันที่เพิ่มขึ้นตามที่ตั้งไว้ เช่นค่าจะตั้งไว้ที่ 12.6 โวลต์สำหรับแรงดันระบบ 12 โวลต์ เป็นต้น

ส่วนแรงดันในการชาร์จแบตเตอรี่โดยทั่วไป(Regulation Voltage)จะมีค่า 14.3 โวลต์สำหรับระบบ 12 โวลต์ เมื่อแบตเตอรี่ชาร์จจนเต็ม ถ้าปล่อยแบตเตอรี่ทิ้งไว้แรงดันของแบตเตอรี่จะลดลง ดังนั้นเครื่องควบคุมการชาร์จจะชาร์จรักษาระดับแรงดันในแบตเตอรี่ให้คงที่อยู่เสมอ(Float Voltage) มีค่า 13.7 โวลต์ สำหรับระบบ 12 โวลต์

เครื่องควบคุมการชาร์จโดยทั่วไปจะทำงานแบบเพอร์ซิวดิวโมดูเลชัน(Pulse Width Modulation – PWM) คือใช้ลูกคลื่นไฟฟ้าในช่วงสั้นในการชาร์จประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ นอกจากนี้ยังมีเครื่องควบคุมการชาร์จแบบเอ็มพีพีทีที่มีประสิทธิภาพมากกว่าเครื่องควบคุมการชาร์จแบบปกติอีกด้วย เมื่อนำมาต่อเข้ากับระบบแล้วจะทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเพราะแบตเตอรี่ทำการเก็บและจ่ายประจุไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้ผลิตบางรายอ้างว่าเมื่อใช้ เครื่องควบคุมการชาร์จแบบเอ็มพีพีทีจะทำให้ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ที่จะส่งไปยังแบตเตอรี่เพิ่มขึ้นถึง 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งก็อาจจะเป็นไปได้เมื่อแบตเตอรี่มีค่าแรงดันต่ำหรือแสงแดดในวันนั้นมีค่าเข้มแสงไม่มาก

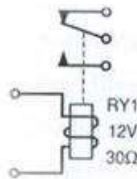
จากการทำงานที่กล่าวมา เครื่องควบคุมการชาร์จสามารถยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ให้เพิ่มมากขึ้นและการชาร์จประจุแบตเตอรี่ก็มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นเช่นเดียวกัน

2.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรควบคุมปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

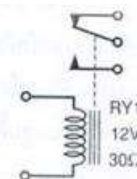
2.6.1 รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสถานะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจร



รูปร่างของรีเลย์ที่มีตัวถัง
เป็นพลาสติกใสป้องกันฝุ่น



สัญลักษณ์แบบ
ลวดพัน



สัญลักษณ์แบบตัว
เหี้ยวนำพันแกนเหล็ก

ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลักก็คือ

1. ส่วนของขดลวด (coil) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระทำกับหน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน(ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่คุณผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระทำกับหน้าสัมผัสต่อกัน

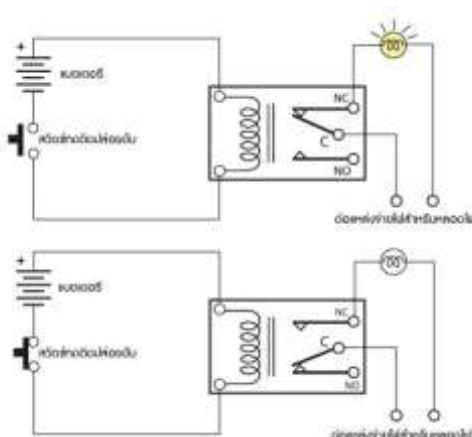
2. ส่วนของหน้าสัมผัส (contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ที่เราต้องการนั่นเอง

จุดต่อใช้งานมาตรฐาน ประกอบด้วย

จุดต่อ NC ย่อมาจาก **normal close** หมายความว่าปกติปิด หรือ หากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวด เหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลาเช่น

จุดต่อ NO ย่อมาจาก **normal open** หมายความว่าปกติเปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวด เหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิดเช่นโคมไฟสนามหรือหน้าบ้าน

จุดต่อ C ย่อมาจาก **common** คือจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ



ภาพที่ 2.3 รีเลย์

2.6.1 โซล่าชาร์จเจอร์ เครื่องควบคุมสำหรับควบคุมการชาร์จในระบบโซล่าเซลล์ ระบบชาร์จแบตเตอรี่ 12V หรือ 24V กระแสชาร์จสูงสุดไม่เกิน 10A ควบคุมการทำงานด้วยดิจิตอล เทคโนโลยี และทำงานแบบอัตโนมัติได้ทั้งระบบ ชาร์จแบตเตอรี่แบบ 12V หรือ 24V และมีระบบป้องกัน Electronic protection และ Timer เพื่อตั้งเวลาการเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง เช่น ใช้งานในระบบไฟถนน พลังงาน แสงอาทิตย์

โครงสร้าง โซล่าชาร์จเจอร์



ภาพที่ 2.4 โซล่าชาร์จเจอร์

1. Temperature Sensor เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ
2. Charging Status LED indicator ไฟโชว์สถานะโซล่าเซลล์
3. Battery Status indicator ไฟโชว์สถานะแบตเตอรี่
4. Battery Type Setting indicator แบตเตอรี่ชนิดต่าง ๆ
5. Timer 2 Setting indicator โหมดตั้งเวลา 2
6. Timer 1 Setting indicator โหมดตั้งเวลา 1
7. LED digital display ไฟแสดงสถานะหน้าจอ
8. Setting button ปุ่มกดตั้งค่า
9. Battery Terminals แหล่งต่อสายแบตเตอรี่
10. Load Terminals แหล่งจ่าย
11. Load Terminals แหล่งจ่าย

คุณสมบัติของเครื่องควบคุมการชาร์จ หรือ คอนโทรลชาร์จแผงโซล่าเซลล์ มีระบบป้องกัน over-charge ,over-discharge และ over-load หน้าจอแสดงตัวเลข digital 2 หลัก และปุ่ม Setting เพื่อตั้งค่าเวลาและรูปแบบการทำงานต่าง ๆ ของอุปกรณ์ต่อพ่วง

2.6.3 รีเลย์ตั้งเวลา (Timer Relay)



ภาพที่ 2.5 รีเลย์ตั้งเวลา

อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่ใช้ตั้งเวลา มักใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม โดยเป็นส่วนสำคัญที่ประกอบในเครื่องจักร เพราะTimer เป็นตัวควบคุมเวลาให้กับอุปกรณ์บางอย่างให้ใช้ได้ในเวลาที่ต้องการ ซึ่งเป็นการตั้งเวลาและควบคุมการทำงานให้เอาต์พุตทำงานตามเงื่อนไขไปตามเวลาที่ตั้งไว้ ในเครื่องจักรมักมี Timer อยู่หลายตัว โดยมีให้เลือกหลายขนาดและหลายยี่ห้อ หลักการทำงานของ Timer Relay เมื่อมีการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปสู่ Timer Relay ก็จะทำให้ สัญญาณไฟ (ON) ติด แสดงว่าแผงอิเล็กทรอนิกส์กำลังทำการควบคุมให้เป็นไปตามเวลาที่กำหนด เมื่อถึงเวลาตามที่ได้ตั้งไว้ สัญญาณไฟ (UP) จะติด แสดงว่า Timer Relay ได้เริ่มทำงาน เมื่อถึงเวลาที่กำหนด หน้าสัมผัสที่ปิดก็จะเปิด หน้าสัมผัสที่เปิดก็จะปิด และเมื่อหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้า ก็จะกลับไปสู่สภาพเดิม จึงสามารถเริ่มทำการตั้งเวลาใหม่ได้ อีกครั้ง

2.6.4 หลอดสัญญาณ (Signal lamp, Float lamp)



ภาพที่ 2.6 หลอดไฟสัญญาณ

เป็นหลอดไฟที่ใช้สถานะในการทำงานมีหลายสีหลายแบบ บางชนิดเป็นแบบรวมอยู่กับสวิตช์ ปุ่มกดหรือมีหม้อแปลงเล็ก สำหรับจ่ายไฟให้หลอดที่ใช้แรงดันไฟฟ้าต่ำ รายละเอียดและเทคนิคเวลาเลือกใช้ก็คือ แรงดันใช้งาน รูปแบบ และสีของเลนส์การต่อหลอดสัญญาณจะไม่ต่อขนาดกับความถี่ของรีเลย์ เนื่องจากความถี่ของรีเลย์จะเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าสูง

2.6.5 สวิตช์ปุ่มกด (Push button switch)



ภาพที่ 27 สวิตช์ปุ่มกด

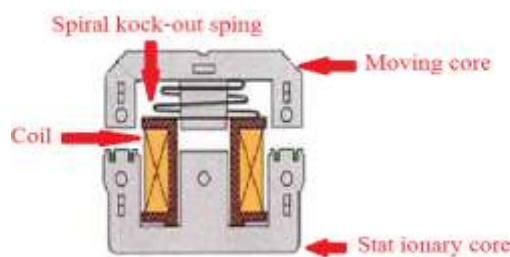
โดยทั่วไปตัวสวิตช์จะมีคอนแทคปกติปิดและเปิด อย่างละหนึ่งคอนแทคในตัวเดียวกัน แต่สามารถนำคอนแทคมาต่อเพิ่มเติมได้ตามต้องการตัวปุ่มกดมีหลายแบบให้เลือกใช้ รายละเอียดเทคนิคเวลาเลือกใช้ก็คือกระแสคอนแทค ,จำนวนและชนิดของคอนแทค แรงดันใช้งาน ขนาดและรูปแบบที่ต้องการใช้

2.6.6 แมกเนติกคอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor)



ภาพที่ 2.8 แมกเนติกคอนแทคเตอร์

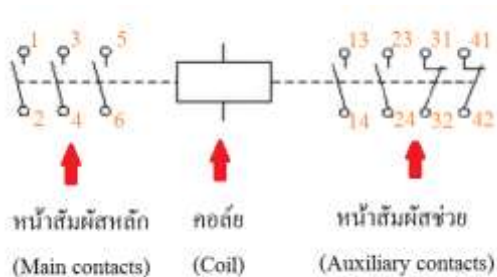
เป็นอุปกรณ์ที่อาศัยการทำงานโดยใช้อำนาจแม่เหล็ก ในการเปิดปิดหน้าสัมผัส เพื่อควบคุมวงจรมอเตอร์ หรือ เรียกว่าสวิตช์แม่เหล็ก(Magnetic Switch) หรือ คอนแทคเตอร์(Contactor) ก็ได้ แมกเนติกคอนแทคเตอร์มีโครงสร้างที่สำคัญดังนี้



ภาพที่ 2.9 ลักษณะโครงสร้างภายในของแมกเนติกคอนแทคเตอร์

แกนเหล็ก แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ แกนเหล็กอยู่กับที่ (Stationary core) ที่ขาทั้งสองข้าง ของแกนเหล็กจะมีลวดทองแดงเส้นใหญ่ต่อลัดอยู่ เป็นรูปวงแหวน ฝังอยู่ที่ผิวหน้าของแกนเพื่อลดการ สั่นสะเทือนของแกนเหล็ก อันเนื่องมาจากการสั่น สะเทือนไฟฟ้ากระแสสลับ เรียกวงแหวนนี้ว่า, shuddering และแกนเหล็กเคลื่อนที่ (moving core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางอัดซ้อนกันเป็นแกน จะมีชุดหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ (moving contact) ยึดติดอยู่

ขดลวด (Coil) ทำมาจากลวดทองแดงพันอยู่รอบบ๊อบบินสวมอยู่ตรงกลางขาตัวอีของ แกนเหล็กที่อยู่กับที่ ขดลวดทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กเพื่อทำให้หน้าสัมผัสเปลี่ยนสถานะหน้าสัมผัส (Contact) แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ หน้าสัมผัสหลัก (Main Contacts) โดยปกติ แล้วหน้าสัมผัสหลักมี 3 อัน สำหรับส่งผ่านกำลังไฟฟ้า 3 เฟสเข้าไปสู่มอเตอร์ หรือโหลดที่ใช้ แรงดันไฟฟ้า 3 เฟส หน้าสัมผัสหลักของคอนแทคเตอร์มีขนาดใหญ่ สามารถทนแรงดันและกระแสได้สูง หน้าสัมผัสหลักเป็นชนิดปกติเปิด (Normally open) และหน้าสัมผัสช่วย (Auxiliary Contacts) หน้าสัมผัส ชนิดนี้ติดตั้งอยู่ด้านข้างทั้ง สองด้านของตัวคอนแทคเตอร์ มีขนาดเล็กทนกระแสได้ต่ำ ทำหน้าที่ช่วยการ ทำงานของวงจร เช่น เป็นหน้าสัมผัสที่ทำให้คอนแทคเตอร์ทำงานได้ตลอดเวลา หรือเรียกว่า "holding" หรือ "maintaining contact" หน้าสัมผัสช่วยนี้จะเป็นหน้าสัมผัสแบบโยกได้สองทาง โดยจะถูก ดึงขึ้น-ลงไปตามจังหวะการดูด-ปล่อยของคอนแทคเตอร์



ภาพที่ 2.10 หน้าสัมผัสหลักและหน้าสัมผัสช่วย

หลักการทำงาน เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปยังขดลวดสนามแม่เหล็ก ที่อยู่ขากลางของแกนเหล็กขดลวดจะ สร้างสนามแม่เหล็กที่มีแรงสนามแม่เหล็กชนะแรงสปริง ดึงให้แกนเหล็กเคลื่อนที่ เคลื่อนที่ลงมาใน สภาวะนี้คอนแทคทั้งสองชุดจะเปลี่ยนสภาวะการทำงานคือ คอนแทคปกติปิดจะเปิดวงจรจุดสัมผัสออก และคอนแทคปกติเปิดจะต่อวงจรของจุดสัมผัส เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปยังขดลวดสนามแม่เหล็กคอนแทคทั้ง สองชุดจะกลับไปสู่สภาวะเดิม

2.6.7 รีเลย์ตั้งเวลา (Timer Relay)



ภาพที่ 2.11 รีเลย์ตั้งเวลา

หรือรีเลย์หน่วงเวลา เป็นรีเลย์ควบคุมที่หน้าสัมผัสจะเปิดหรือ ปิดหลังจากช่วงเวลาที่ตั้ง เอาไว้ผ่านไป ซึ่งจะต่างจากแบบทำงานทันทีซึ่งจะเปิดหรือปิดโดยทันที ช่วงเวลาหน่วงอาจจะเริ่ม ต้นจากการเปิดหรือปิดวงจรของแม่เหล็กก็ได้ ขึ้นอยู่กับการทำงานของวงจร

จำแนกได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

1. หน่วงเวลาเมื่อมีไฟเข้า (Time Delay on Energization หรือ On-Delay) หน้าสัมผัสของรีเลย์ หน่วงเวลาชนิดนี้จะทำงานทันทีที่มีไฟเข้าที่ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงเวลาหน่วงตามที่ได้ออกไว้ โดยที่หน้าสัมผัสจะเปลี่ยนสถานะ ณ จุดสิ้นสุดของช่วงเวลาหน่วงนั้น ๆ และเมื่อตัดไฟออกไปแล้ว หน้าสัมผัสจะกลับสู่สถานะปกติทันที

2. หน่วงเวลาเมื่อตัดไฟออก (Time Delay on De-Energization หรือ Off -Delay) หน้าสัมผัสของรีเลย์หน่วงเวลาชนิดนี้จะทำงานทันทีที่มีไฟจ่ายเข้ามาและเมื่อตัดไฟออกจากวงจรเป็นระยะเวลาหนึ่งตามที่ตั้ง ไว้แล้วหน้าสัมผัสจึงจะกลับสู่สถานะปกติ

3. หน่วยเวลาทั้ง เมื่อมีไฟเข้าและตัดไฟออก (On-Delay and Off-Delay Timing Relay) หน้าสัมผัสของรีเลย์หน่วงเวลาชนิดนี้จะทำงานเมื่อ มีไฟเข้าที่ขดลวดแม่เหล็ก ไฟฟ้าในช่วงเวลาหน่วง ที่ได้ออกไว้ และเมื่อตัดไฟออกไปแล้วหน้าสัมผัสจะกลับสู่สถานะปกติหลังจากเวลาที่ได้ออกไว้เช่นกัน ซึ่งรีเลย์ประเภทนี้ก็คือเป็นการรวมกันระหว่างรีเลย์หน่วงเวลา 2 ประเภทแรกนั่นเอง

2.6.8 รีเลย์ป้องกันโหลดเกินหรือโอเวอร์โหลดรีเลย์ (Overload Relay)



ภาพที่ 2.12 โอเวอร์โหลดรีเลย์

รีเลย์ป้องกันโหลดเกินนั้นมีหลายชนิด โดยในที่นี้จะกล่าวถึงรีเลย์ความร้อนเกินแบบโลหะคู่ (Bimetallic Thermal Overload Relay) ซึ่งเป็นชนิดที่นิยมใช้กันมากที่สุด และมีระดับการป้องกันสูง ต่อ สภาวะโหลดเกินที่ยาวนานหรือต่ำ ซึ่งมีใช้ทั้ง ระบบไฟกระแสสลับและกระแสตรง มีลักษณะสมบัติทั่วไปดังนี้ การทำงานและการป้องกันเป็นแบบ 3 ขั้ว มีการชดเชยอุณหภูมิอากาศแวดล้อมดังนั้นการแกว่งของอุณหภูมิจะไม่มีผลต่อการทำงาน มีการป้องกันในแต่ละเฟส เพื่อป้องกันมอเตอร์ในกรณีที่ทำงานแบบเฟสเดียวสามารถปรับตั้ง ใหม่ได้ด้วยมือหรืออัตโนมัติรีเลย์ความร้อนเกินแบบโลหะคู่จะมีโลหะคนละชนิด 2 แถบเชื่อมติดเข้าด้วยกัน โดยต้องเลือกโลหะที่มี สัมประสิทธิ์การขยายตัวแตกต่างกัน เมื่อโลหะได้รับความร้อน แผ่น โลหะก็จะมี การโค้งงอในทิศทางที่ถูกกำหนด รีเลย์ชนิดนี้จะมีแผ่นโลหะ คู่ 3 ชุด แต่ละชุดจะถูกพันรอบ ด้วยขดลวดทำความร้อนที่มีการไหลของกระแสในแต่ละเฟส ขณะที่มอเตอร์มีการดึงกระแส ผลของความร้อนจะถูกวัดได้โดยโลหะคู่และมันจะเริ่ม โค้ง ปริมาณการโค้งจะขึ้นกับขนาดของกระแส โลหะคู่จึงถูก ใช้ในการควบคุมและตัดกลไกการทำงานถ้ากระแสถูกดึงโดยโหลดเกินค่าที่ตั้งไว้ โลหะคู่จะโค้งจนถึง จุดตัดทำให้หน้าสัมผัสช่วยเปิดและอีกอันปิด หน้าสัมผัสที่เปิด ปกติแล้วจะถูกต่อกับวงจรขดลวดคอนแทคเตอร์ และเมื่อหน้าสัมผัสเปิดก็จะเป็นการหยุดการทำงานของมอเตอร์ส่วนหน้าสัมผัสที่ปิดจะใช้ ควบคุมหลอดไฟชี้ (Pilot Lamp) เพื่อส่งสัญญาณเตือนว่ามีการตัด และเมื่อตัดแล้วจะสามารถปรับตั้ง รีเลย์ใหม่ได้ก็ต่อเมื่ออุณหภูมิของโลหะคู่ลดลงแล้ว

2.6.9 ฟิวส์ (Fuse)



ภาพที่ 2.13 ฟิวส์

มี 2 ประเภท คือ

1. ชนิด มาตรฐานทำงานทันที (Non Time Delay Fuse)
2. ชนิดหน่วงเวลา (Time Delay Fuse) ฟิวส์กำลังที่เหมาะสมสำหรับการป้องกันมอเตอร์จะ เป็น ฟิวส์ชนิดหน่วงเวลา เนื่องจากกระแสเริ่มแรกในขณะสตาร์ทมอเตอร์มีค่าสูงกว่ากระแสปกติ ประมาณ 5-8 เท่า ฟิวส์ตามมาตรฐาน มีขนาดเป็นแอมแปร์ (A)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดการสอน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดฝึกอบรม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

นุชนาด คงทอง และคณะ (2559: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมผ่านเว็บ เรื่อง การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 90 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการฝึกอบรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรมผ่านเว็บ เรื่อง การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อ ชุดฝึกอบรมผ่านเว็บ เรื่อง การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ 4) เพื่อศึกษาคุณภาพชิ้นงานหลังการฝึกอบรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรมผ่านเว็บ เรื่องการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ 1) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมผ่านเว็บ คือ ครูที่สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา จังหวัดสงขลา ซึ่งได้มาจากผู้ที่ลงทะเบียนเข้ารับการฝึกอบรมผ่านเว็บ เรื่อง การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมด 2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลสัมฤทธิ์คือ ครูที่สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดสงขลา ซึ่งได้มาจากผู้ที่ลงทะเบียนเข้ารับการฝึกอบรมด้วยชุดฝึกอบรมผ่านเว็บ เรื่อง การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมด ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่หาประสิทธิภาพ

ผลการวิจัย พบว่า 1) ชุดฝึกอบรมผ่านเว็บ เรื่อง การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ ร้อยละ 90.50 2) ผลสัมฤทธิ์ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมด้วยชุดฝึกอบรมผ่านเว็บ เรื่อง การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์หลังการฝึกอบรมสูงกว่าก่อนการฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 3) ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความพึงพอใจต่อชุดฝึกอบรมผ่านเว็บ เรื่อง การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.08$, $S.D.=0.19$) 4) ผู้เข้ารับการฝึกอบรมผ่านเว็บ เรื่องการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีคุณภาพชิ้นงานหลังการฝึกอบรมได้อยู่ในระดับดี ($\bar{X}=3.74$)

นันทวัฒน์ ภัทรกรนันท์ (2555: บทคัดย่อ) การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมโดยใช้กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์เพื่อเสริมสร้างจิตสำนึกสำหรับอาสาสมัครในกรุงเทพมหานคร จำนวน 60 คน โดยการสมัครใจเข้าร่วมกิจกรรมครบ 20 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ในการสนทนากลุ่ม ชุดฝึกอบรม แบบทดสอบวัดความรู้ด้านการปฐมพยาบาล แบบวัดจิตสำนึก และแบบสอบถาม ความเหมาะสมของชุดฝึกอบรม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติทดสอบค่าที และวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

ผลการศึกษา พบว่า ในการทดลองครั้งที่ 1 โดยใช้ฝึกอบรมอาสาสมัครทดลองแบบรายบุคคล จำนวน 6 คน พบว่ามีคะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละ 80.19 และคะแนนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละ 80.76 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดในการทดลองครั้งที่ 2 ใช้อบรมในกลุ่มเล็ก จำนวน 12 คน พบว่ามีคะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการคิดเป็นร้อยละ 81.6 และคะแนนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละ 81.84 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ในการทดลองครั้งที่ 3 ใช้ชุดอบรม

ในกลุ่มใหญ่ จำนวน 30 คน พบว่า มีคะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละ 81.48 และคะแนนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละ 83.48 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมทั้งสาม ครั้งพบว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลการประเมินผลการเรียนรู้จากชุดฝึกอบรมในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 คน พบว่า ภายหลังการฝึกอบรมอาสาสมัครวิชาชีพมีความรู้ ทักษะด้านปฐมพยาบาล จิตสาธารณะสูงกว่าก่อนการฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อสร้างชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์โดยกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์เพื่อเสริมสร้างทักษะ เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์โดยกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์เพื่อเสริมสร้างทักษะ และเพื่อประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้ชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์โดยกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์เพื่อเสริมสร้างทักษะ โดยผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- 3.1 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การดำเนินการทดลอง
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

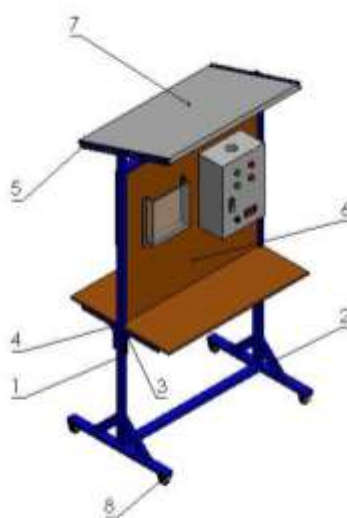
ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาสาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา อุปกรณ์กลไฟฟ้า หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 การสร้างชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

- 1) ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะรายวิชา คำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์การสอน
- 2) ออกแบบชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 แบบร่างชุดฝึกอบรม

จากภาพที่ 3-1 แบบร่างของชุดฝึกอบรม ประกอบด้วย 8 ส่วน คือ หมายเลข 1 หมายเลข 2 หมายเลข 3 และหมายเลข 4 คือ โครงสร้างที่ประกอบขึ้นมาเป็นลักษณะเหมือนโต๊ะ มีผนังมายึดติดกับโครงการดังหมายเลข 6 สำหรับติดตั้งอุปกรณ์การควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ โดยแผงโซลาร์เซลล์จะติดตั้งไว้ด้านบน ดังแสดงในหมายเลข 7 และเพื่อให้เคลื่อนย้ายได้อย่างสะดวกจึงติดตั้งล้อยึดติดกับฐานโครงสร้างดังแสดงในหมายเลข 8

- 3) จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกอบรม
- 4) ดำเนินการสร้างชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ มีขั้นตอน
 - 4.1) นำเหล็กกล่องขนาด 1.5" x 1.5" มาเชื่อมให้ได้ขนาดตามทีออกแบบไว้



ภาพที่ 3-2 โครงสร้างสำหรับวางอุปกรณ์

4.2) ประกอบโครงสร้างให้มีหลังคาสำหรับวางแผ่นโซล่าเซลล์ และยึดล้อสำหรับการเคลื่อนที่

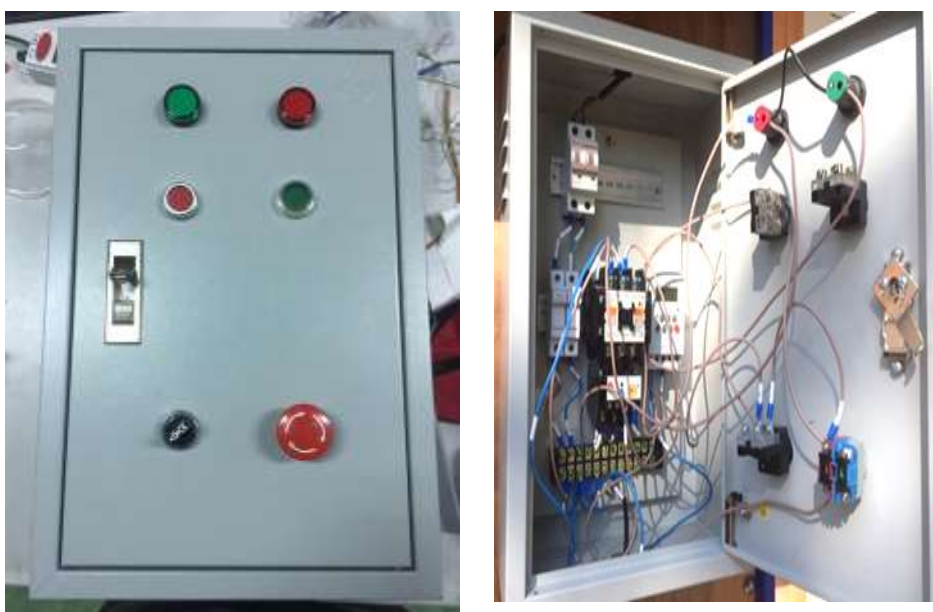


ภาพที่ 3-3 โครงสร้างของจริงชุดฝึกอบรม

4.3) ประกอบและติดตั้งตู้ควบคุมปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ และสำหรับไฟ 220 V

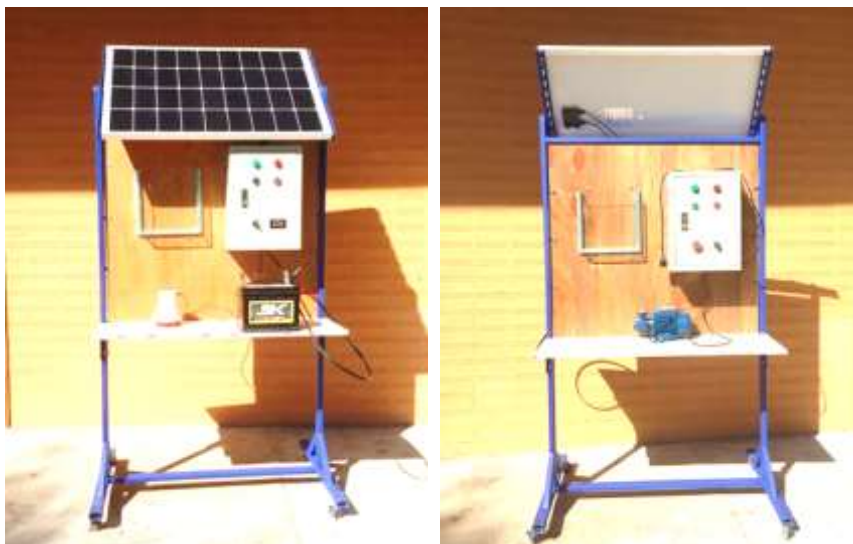


ภาพที่ 3-4 ตู้ควบคุมแหล่งจ่ายจากพลังงานแสงอาทิตย์



ภาพที่ 3-5 ตู้ควบคุมแหล่งจ่ายจากแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์

4.4) ติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับโครงสร้างให้เสร็จสมบูรณ์พร้อมทดลองใช้งาน



ภาพที่ 3-6 ชุดฝีกอบรมปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

5) ทดสอบการทำงานของชุดฝีกอบรม

3.2.2 การสร้างใบงานการทดลอง มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

- 1) ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับจุดประสงค์รายวิชา และคำอธิบายรายวิชา
- 2) ออกแบบใบงาน โดยมีการวิเคราะห์เนื้อหาภาคปฏิบัติให้ครอบคลุมชุดฝีกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์
- 3) สร้างต้นแบบใบงานทดลอง ซึ่งประกอบด้วย 5 ใบงาน ได้แก่
 - 3.1) ใบงานที่ 1 การควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำแบบ DOL
 - 3.2) ใบงานที่ 2 การควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำด้วยสวิตช์ลูกลอย 220 V
 - 3.3) ใบงานที่ 3 การควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำแรงดันต่ำสั่งงานด้วยสวิตช์ลูกลอย
 - 3.4) ใบงานที่ 4 การควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำด้วยเครื่องตั้งเวลา เปิด-ปิด อัตโนมัติ
 - 3.5) ใบงานที่ 5 การควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำแรงดันต่ำด้วยเครื่องตั้งเวลา เปิด-ปิด อัตโนมัติ

3.2.3 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ เพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียน โดยการใช้ชุดฝีกอบรมที่สร้างขึ้นโดยแบบสอบถามมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของลิเคอร์ท (Likert's Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ ซึ่งผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน แบบสอบถามมีค่าความเชื่อมั่น 0.81

3.3 การรวบรวมข้อมูล

เมื่อปรับปรุงและแก้ไขชุดฝีกอบรมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้ดำเนินการฝีกอบรม โดยการนำชุดฝีกอบรมไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง กำหนดเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ทำการอธิบายชี้แจงขอบเขตเนื้อหาการปฏิบัติใบงานทดลองให้กับนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง

2. ทำการสอนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดลองตามใบงานทดลองครั้งละ 1 ใบงาน พร้อมสาธิตการใช้ชุดฝึกอบรวมการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ และให้นักศึกษาทำการทดลองปฏิบัติตามใบงานจนครบ 5 ใบงาน

3. เก็บข้อมูลการวิจัยโดยให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่างทำการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนครั้งละ 1 ใบงาน แล้วทำการวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน จนครบทั้งหมด 5 ใบงาน โดยเก็บผลการปฏิบัติงานทุกใบงาน

4. เมื่อนักศึกษาทำการทดลองทุกใบงานเสร็จแล้ว ให้นักศึกษาทำการทดสอบใบปฏิบัติใบงานรวมที่สามารถควบคุมชุดฝึกอบรวมให้ทำงานตามที่ต้องการได้แล้วทำการทดสอบการทดลองใบงานรวม

5. เมื่อนักศึกษาทดสอบปฏิบัติเสร็จแล้วให้นักศึกษาตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

6. นำผลคะแนนที่ได้มาจากการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนแต่ละใบงานกับผลคะแนนใบงานรวมมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.4.1 การวิเคราะห์ผลจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบใช้วัดดัชนีความสอดคล้อง โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาแปลงเป็นคะแนน ดังนี้ (มงคล, 2545: 60)

มีความเห็นว่า สอดคล้อง กำหนดคะแนนเป็น 1

มีความเห็นว่า ไม่แน่ใจ กำหนดคะแนนเป็น 0

มีความเห็นว่า ไม่สอดคล้อง กำหนดคะแนนเป็น -1

จากนั้นนำมาแทนค่าในสูตรหาค่าดัชนีความสอดคล้อง

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency)

$\sum$ คือ คาผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ซึ่งเกณฑ์การแปลความหมายดัชนีความสอดคล้อง มีดังนี้

0.50 ถึง 1.00 หมายถึง สอดคล้อง

-0.50 ถึง 0.49 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1.00 ถึง -0.49 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

3.4.2 การวิเคราะห์หาคุณภาพของชุดฝึกอบรวม โดยหาความเฉลี่ยจากคะแนนที่แจกแจงความถี่แล้วและสวนเปี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้โปรแกรม SPSS for window (ฉัตรศิริ, 2544: 129-132)

ดังนี้

ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1.00 – 5.00 ซึ่งมีความหมายต่าง ๆ

ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่	4.50 - 5.00	หมายถึง	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่	3.50 - 4.49	หมายถึง	ดี
ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่	2.50 - 3.49	หมายถึง	พอใช้
ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่	1.50 - 2.49	หมายถึง	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่	1.00 - 1.49	หมายถึง	ควรปรับปรุง

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) หรือ SD เป็นค่าสถิติที่ใช้วัดการกระจายของคะแนนในกลุ่ม เพื่อบอกให้ทราบว่าคะแนนในกลุ่มแตกต่างกันมากน้อยแค่ไหน ถ้าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าสูง แสดงว่าคะแนนของกลุ่มนั้นกระจายกว้าง ห่างกันมาก ซึ่งก็หมายความว่าคะแนนในกลุ่มนั้นมีสภาพต่างกันมาก และถ้าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าต่ำ แสดงว่าคะแนนของกลุ่มนั้น กระจายกว้างห่างกันน้อย ซึ่งก็หมายความว่าคะแนนในกลุ่มนั้นมีสภาพต่างกันน้อย

3.4.3 วิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้เกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพ คือ E1/E2 โดยที่ E1 เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดฝึกอบรม คิดเป็นร้อยละจากการทำใบงานระหว่างเรียน และ E2 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ในการทดสอบปฏิบัติ นำมาคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ โดยกำหนดเกณฑ์ E1/E2 ไม่น้อยกว่า 75/75 (Brahmawong, 2013, pp. 7-20)

3.4.4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียน ด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจซึ่งเป็นแบบมาตร ประมาณค่า 5 ระดับ ประกอบด้วย 4 ด้าน คือ 1) ด้านการใช้งานชุดฝึกอบรม 2) ด้านใบปฏิบัติงาน 3) ด้านการทดสอบและประเมินผล 4) ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งมีระดับในการประเมิน 5 ระดับและแปลความหมายค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้เกณฑ์การประเมินและแปลความหมาย ดังนี้ (Srisa-ard, 2003, p. 101)

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	4.50 – 5.00	หมายความว่า	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	3.50 – 4.49	หมายความว่า	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	2.50 – 3.49	หมายความว่า	พึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	1.50 – 2.49	หมายความว่า	พึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	1.00 – 1.49	หมายความว่า	พึงพอใจน้อยที่สุด

บทที่ 4

ผลของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ และเพื่อประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้ชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ โดยผู้วิจัยเสนอผลการวิจัย ดังนี้

- 4.1 ผลการสร้างและหาคุณภาพชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์
- 4.2 ผลการหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์
- 4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้ชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

4.1 ผลการสร้างชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น ประกอบด้วย

- 1) ชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ที่สามารถใช้ได้กับแหล่งจ่ายไฟจากพลังงานแสงอาทิตย์ และแหล่งจ่ายไฟ 1 เฟส 220 โวลต์
- 2) ใบงานการทดลอง ทั้งหมด 5 ใบงานได้แก่
 - ใบงานที่ 1 การควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำแบบ DOL
 - ใบงานที่ 2 การควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำด้วยสวิตช์ลูลอย 220 V
 - ใบงานที่ 3 การควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำแรงดันต่ำสั่งงานด้วยสวิตช์ลูลอย
 - ใบงานที่ 4 การควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำด้วยเครื่องตั้งเวลา เปิด-ปิด อัตโนมัติ
 - ใบงานที่ 5 การควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำแรงดันต่ำด้วยเครื่องตั้งเวลา เปิด-ปิด อัตโนมัติ



ภาพที่ 4-1 ชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

การประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยประเมินคุณภาพด้านโครงสร้าง และด้านการใช้งาน

ตารางที่ 4-1 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพด้านโครงสร้างของชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

หัวข้อประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ขนาดรูปร่างเหมาะสมกับการใช้งาน	4.43	.42	ดี
2. ความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์	4.86	.38	ดีมาก
3. ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งอุปกรณ์	4.75	.53	ดีมาก
4. ความประณีตสวยงาม	4.43	.48	ดี
5. ความเหมาะสมในการออกแบบโดยรวม	4.50	.51	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวมด้านโครงสร้าง	4.59	0.46	ดีมาก

จากตารางที่ 4-1 แสดงผลการประเมินคุณภาพด้านโครงสร้างของชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ของผู้เชี่ยวชาญในภาพรวมด้านโครงสร้างมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

ตารางที่ 4-2 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพด้านการใช้งานชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

หัวข้อประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ความสะดวกในการใช้งาน	4.80	.38	ดีมาก
2. ความเหมาะสมของใบปฏิบัติงาน	4.40	.38	ดี
3. ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายชุดฝึกอบรม	4.70	.53	ดีมาก
4. ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์	4.40	.38	ดี
5. มีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน	4.75	.49	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวมด้านการใช้งาน	4.61	0.43	ดีมาก

จากตารางที่ 4-2 แสดงผลการประเมินคุณภาพด้านการใช้งานชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ของผู้เชี่ยวชาญในภาพรวมด้านการใช้งานมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก

4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ผู้วิจัยหาประสิทธิภาพด้านทักษะ ดังนี้

ตารางที่ 4-3 ค่าประสิทธิภาพชุดทดลองด้านความทักษะ

n= 18

รายการ	คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนเต็ม	ร้อยละ
คะแนนจากการทำใบปฏิบัติงาน (E1)	1422	79.00	100	79.00
คะแนนจากการทดสอบปฏิบัติ (E2)	793	44.06	50	88.11

จากตารางที่ 4-3 ผลการวิจัยซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏว่า ชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพด้านทักษะ คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของการทำใบปฏิบัติงาน และการทดสอบปฏิบัติ เท่ากับ 79.00/88.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 70/70

4.2.3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียน

การวิเคราะห์หาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ แสดงดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-4 ผลการประเมินค่าระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ จำนวน 18 คน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านการใช้งานชุดฝึกอบรม	4.40	.43	มาก
2. ด้านใบปฏิบัติงาน	4.30	.65	มาก
3. ด้านการทดสอบและการประเมินผล	4.50	.47	มากที่สุด
4. ด้านการนำไปใช้ประโยชน์	4.75	.38	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.49	.48	มาก

จากตารางที่ 4-4 พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีความพึงพอใจด้านการนำไปใช้ประโยชน์มากที่สุด รองลงมาคือ ด้านการทดสอบและการประเมินผล ด้านการใช้ชุดฝึกอบรม และอันดับสุดท้ายคือ ด้านใบปฏิบัติงาน

บทที่ 5

สรุปผล และอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ และเพื่อประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้ชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ โดยสมมติฐานการวิจัย คือ ชุดฝึกอบรมโดยกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์เพื่อเสริมสร้างทักษะสำหรับการควบคุมมอเตอร์ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพโดยผู้เรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดด้านทักษะ 70/70 จากผลการปฏิบัติงาน การเก็บข้อมูล และผลการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 การประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ

ผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยมีการประเมินคุณภาพด้านโครงสร้างของชุดทดลอง โดยมีระดับคุณภาพดังนี้ 1) ชุดฝึกอบรมมีคุณภาพโดยรวมด้านโครงสร้างอยู่ในระดับดีมาก หากพิจารณาเป็นรายหัวข้อ พบว่า มีคุณภาพระดับดีมาก 3 หัวข้อได้แก่ ความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งอุปกรณ์ และความเหมาะสมในการออกแบบโดยรวม มีคุณภาพระดับดี 2 หัวข้อได้แก่ ขนาดรูปร่างเหมาะสมกับการใช้งาน และความประณีตสวยงาม และ 2) ชุดฝึกอบรมมีคุณภาพโดยรวมด้านการใช้งานอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งหากพิจารณาเป็นรายหัวข้อ พบว่า มีคุณภาพระดับดีมาก 3 หัวข้อได้แก่ ความสะดวกในการใช้งาน มีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน และความสะดวกในการเคลื่อนย้ายชุดฝึกอบรม มีคุณภาพระดับดี 2 หัวข้อได้แก่ ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ และความเหมาะสมของใบปฏิบัติงาน

5.1.2 การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง

ผลการหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพด้านทักษะ คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของการทำใบปฏิบัติงาน และการทดสอบปฏิบัติ เท่ากับ 79.00/88.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 70/70

5.1.3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียน

ผลการวิเคราะห์หาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีความพึงพอใจด้านการนำไปใช้ประโยชน์มากที่สุด รองลงมาคือ ด้านการทดสอบและการประเมินผล ด้านการใช้ชุดฝึกอบรม และอันดับสุดท้ายคือ ด้านใบปฏิบัติงาน

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 การประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ของผู้เชี่ยวชาญในภาพรวมด้านโครงสร้างมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และด้านการใช้งานมีคุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับดีมากเช่นกัน

5.2.2 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมด้านทักษะ ผลปรากฏว่าประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพด้านทักษะสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด โดยคิดจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของการทำใบปฏิบัติงาน (E_1) และคะแนนเฉลี่ยร้อยละของการทดสอบปฏิบัติ (E_2) มีค่าเท่ากับ 79.00/88.11 ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างได้มีการเรียนรู้ทฤษฎีพร้อมกับปฏิบัติทดลองตามลำดับขั้นตอนในใบงานที่มีการออกแบบ และครอบคลุมเนื้อหาตามจุดประสงค์ทำให้ง่ายต่อการเข้าใจ ส่วนค่า E_2 มากกว่า E_1 นั้นเป็นผลมาจากการที่นักศึกษาได้ผ่านการทดลองและทดสอบแต่ละใบงานมาแล้วครั้งหนึ่ง เมื่อนำมาทดสอบโดยรวมทั้งหมดจึงทำให้นักศึกษาเข้าใจและสามารถปฏิบัติงานได้

5.2.3 การประเมินค่าระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีความพึงพอใจด้านการนำไปใช้ประโยชน์มากที่สุด รองลงมาคือ ด้านการทดสอบและการประเมินผล ด้านการใช้ชุดฝึกอบรม และอันดับสุดท้ายคือ ด้านใบปฏิบัติงาน

กระบวนการในการสร้างชุดทดลองในการวิจัยนี้ ได้วิเคราะห์และออกแบบอย่างเป็นระบบโดยเริ่มต้นจากการศึกษาแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย มีการปรับปรุงแก้ไขตามกระบวนการสร้างเครื่องมือวิจัย ทำให้ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีกระตือรือร้น มีความตั้งใจในการเรียนรู้ และมีความมั่นใจในการปฏิบัติงานด้านการควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชัยยศ ดำรงกิจโกศล (2560) ที่ได้พัฒนาชุดฝึกอบรมวิเคราะห์ข้อสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่พบว่า ครูผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีผลสัมฤทธิ์ด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ทฤษฎี : 80/80 ปฏิบัติ : 75)ด้านการจัดการฝึกอบรมในภาพรวมอยู่ในระดับดี และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชาณูชัย ทองประสิทธิ์ (2561) ที่ได้สร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนการอนุรักษ์พลังงาน เรื่อง การประหยัดพลังงาน พบว่า ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 80.88/80.73 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80

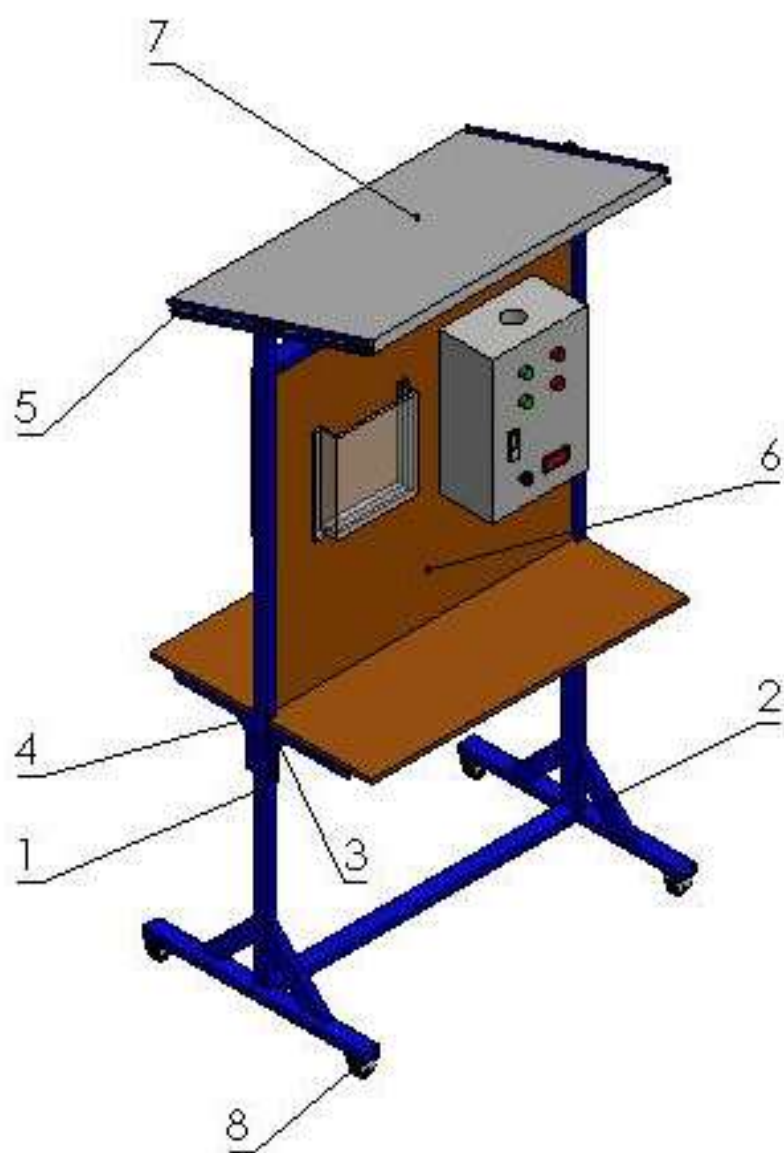
บรรณานุกรม

- ชัยณรงค์ เย็นศิริ และกฤษดา ศรีจันทร์พิยม. 2559. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการประเมินตามสภาพจริงในวิชา การพัฒนาหลักสูตร และบุคลากรทางอาชีวศึกษา ของภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, น.68 - 73. ใน การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 9 . มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.
- ชัยยศ ดำรงกิจโกศล. 2560. การพัฒนาชุดฝึกอบรมการวิเคราะห์ข้อสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์, น.64-72. วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ปีที่ 29 ฉบับที่ 101.
- โชคชัย อลงกรณ์ทักษิณ. 2559. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง ผู้บังคับรถชุด-ตัก, น.148 – 152 ใน การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 9 . มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.
- ชาญชัย ทองประสิทธิ์. 2561. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนการอนุรักษ์พลังงาน เรื่องการประหยัดพลังงาน. น. 75-80. วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ปีที่ 30 ฉบับที่ 106.
- สุประวิทย์ เมืองเจริญ. 2559. การพัฒนาและสร้างชุดทดลองการประยุกต์ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับงานคัดแยกวัตถุ, น.39 – 44. ใน การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 9 . มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

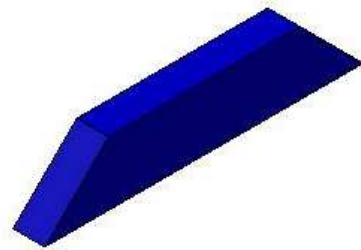
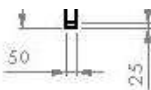
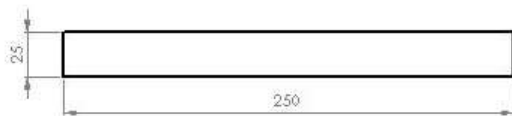
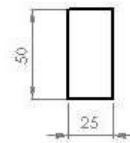
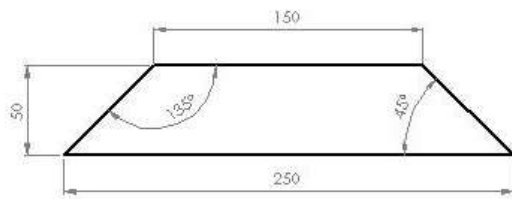
ภาคผนวก

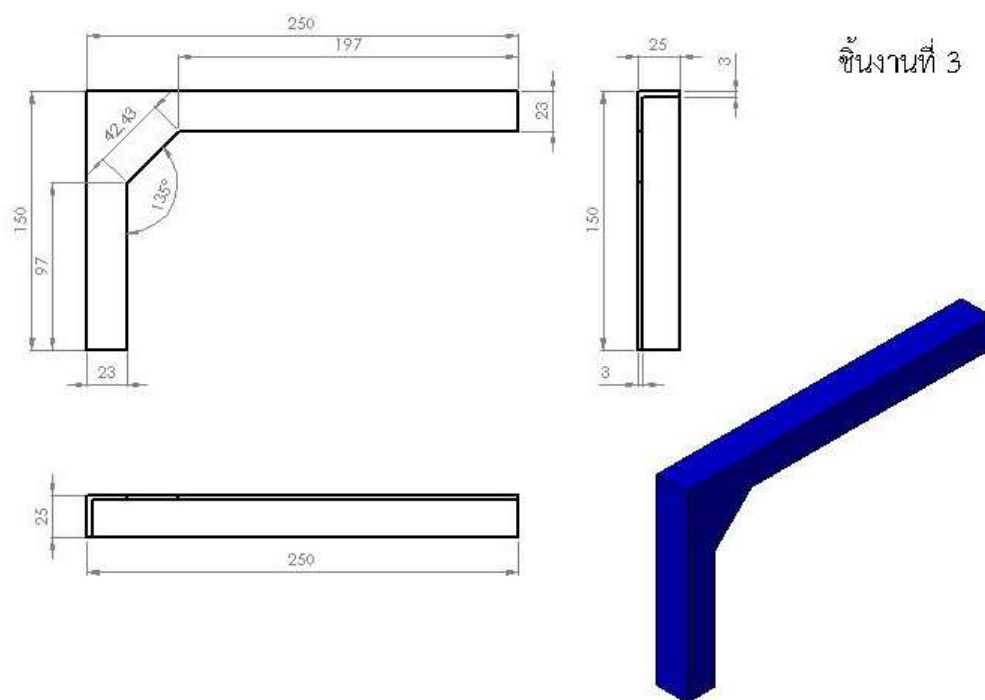
ภาคผนวก ก.

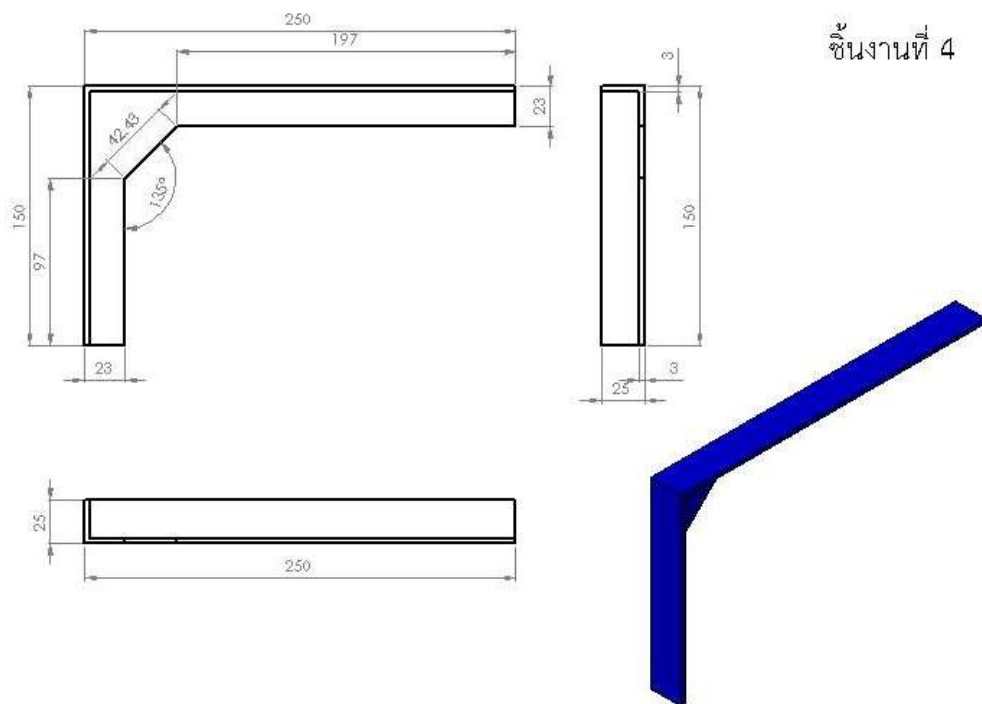
Drawing



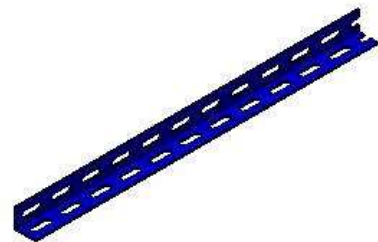
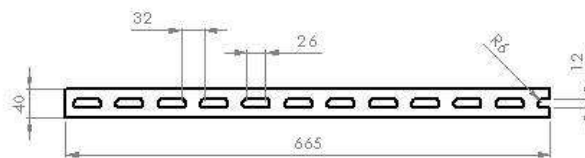
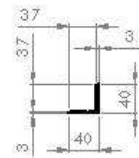
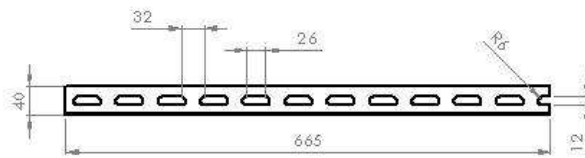
ชิ้นงานที่ 2



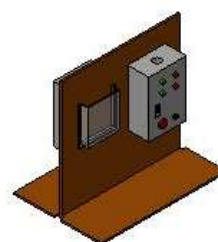
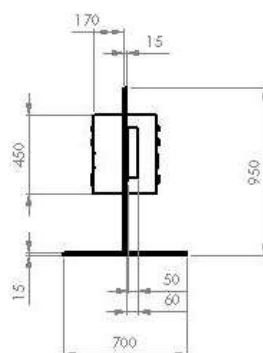
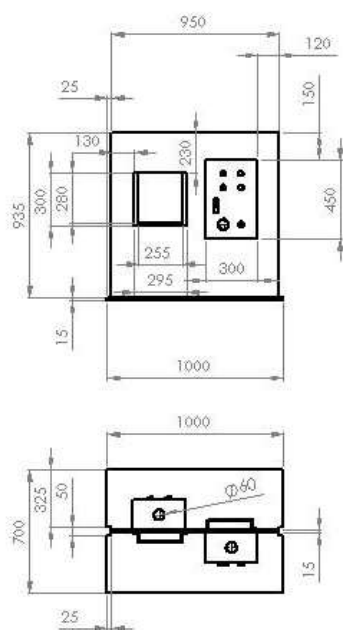




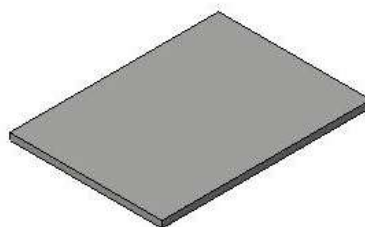
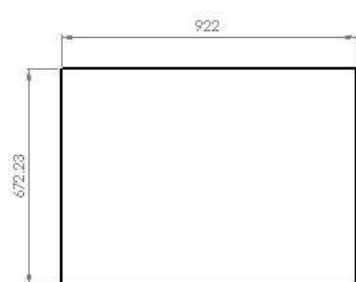
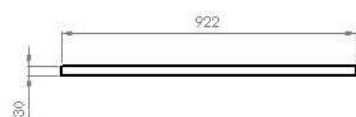
ชิ้นงานที่ 5



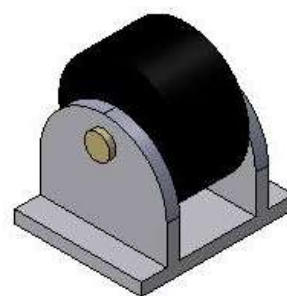
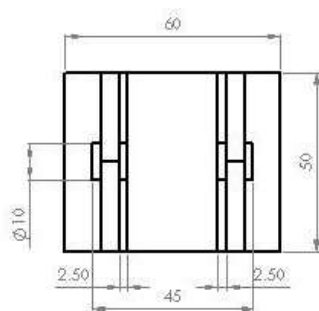
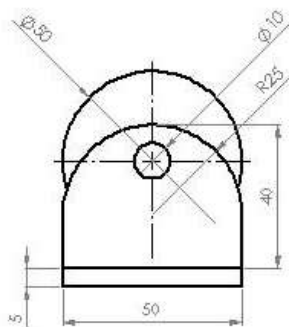
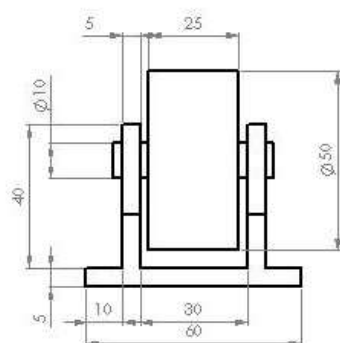
ชิ้นงานที่ 6



ชิ้นงานที่ 7



ชิ้นงานที่ 8



ภาคผนวก ข

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาว ฤทัย ประทุมทอง
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Ruthai Prathoomthong
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 9004 00200 53 4
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
เงินเดือน 33,680.00.- (บาท)
เวลาที่ใช้ทำวิจัย 20 (ชั่วโมง : สัปดาห์)
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

หลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
โทรศัพท์มือถือ : 097-3458802 อีเมล: ruthaihappy@gmail.com

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับ	วุฒิการศึกษา	วิชาเอก	สถาบันการศึกษา
2545	ปริญญาตรี	คอ.บ.	วิศวกรรมไฟฟ้า-ไฟฟ้ากำลัง	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนนทบุรี
2554	ปริญญาโท	คอ.ม.	ไฟฟ้า	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนคร เหนือ

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
การสอนทางอาชีวศึกษา
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุ
สถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้
ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย
 - a. หัวหน้าโครงการวิจัย :
 1. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่อง การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้า
เหนี่ยวนำ 3 เฟส
 2. การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบ MISE โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็น
ฐานในการสอนปฏิบัติรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักศึกษาสาขาวิชา
วิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
 3. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ
STAD ร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบMIAP รายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์

4. การพัฒนาและออกแบบชุดการสอน เรื่องการเลือกทำตามเงื่อนไข โดยใช้รูปแบบ
การศึกษาเชิงสร้างสรรค์และผลิตภาพ (CCPR Model)
รายวิชา คอมพิวเตอร์และการเขียน โปรแกรม

ประวัติผู้ร่วมวิจัย

- ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายสุจิต สิงห์พันธุ์
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Sujarit Singhapun
- เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 5 9599 99010 74 4
- ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
เงินเดือน 38,680.00.- (บาท)
เวลาที่ใช้ทำวิจัย 5 (ชั่วโมง : สัปดาห์)
- หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์
อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
หลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
โทรศัพท์มือถือ : 095-049 5976 อีเมล: sujarit.s@rmutsv.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับ	วุฒิการศึกษา	วิชาเอก	สถาบันการศึกษา
2527	ปริญญาตรี	คอ.บ.	วิศวกรรมเครื่องกล	สถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าพระนครเหนือ
2551	ปริญญาโท	คอ.ม.	เครื่องกล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ