

การสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

The construction and development of the demonstration model for fault finding in motor controller

นายคมกริช แสงสุรินทร์

สถาบันอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

1046 ถ.สนามบิน ต.เวียง อ.เมือง จ.เชียงราย 57000

E-mail : komgrit.ete@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ที่ได้จากประสบการณ์ในการทำงานจริง และการเรียนการสอน เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ชั้นปี 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ราชวิทยาลัยโปรแกรมและการควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2109 เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งมักจะเจอปัญหาจากตัวอุปกรณ์เอง และวงจรควบคุมมอเตอร์ จึงมีแนวคิดที่จะวางจุดบกพร่องในวงจรควบคุมและวงจรถูกตั้งที่มักจะเกิดขึ้นเป็นประจำซึ่งชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จะประกอบด้วยคู่มือการใช้งาน โดยใช้สวิตช์จัมเปอร์วางจุดบกพร่องบนตัวอุปกรณ์ควบคุมจะประกอบด้วย การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน 3 ตัว โอเวอร์โหลด จำนวน 1 ตัว และหลอดไฟสัญญาณ จำนวน 3 ตัว จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏว่าชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์มีประสิทธิภาพซึ่งได้จากแบบสอบถามประเมินความเหมาะสมของชุดสาธิตของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินความคิดเห็นค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.72 นั่นคือ ผู้เชี่ยวชาญ ประเมินชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ อยู่ในระดับดีมาก และผลการประเมินคู่มือการใช้งานของชุดสาธิต มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.68 นั่นคืออยู่ในระดับดีมาก และแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจของชุดสาธิตของผู้เรียนจำนวน 10 คน มีความพึงพอใจค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.56 นั่นคืออยู่ในระดับดีมาก กับชุดสาธิตที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

คำสำคัญ : ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

Abstract

This research aimed at construct and develop the efficiency of the demonstration model for fault finding in motor controller derived from authentic work and teaching experience. This model is aimed at teaching media for the subject 'Programming and Electric Control 2104-2109' in the vocational diploma program 3rd year student, academic year 2556 in the Department of Electrical Technicians, Chiangrai Technical College, under the Office of Vocational Education Commission. The problems often found on the topic of 'Electrical Motor Controller' were from the equipment itself and motor control circuit. So, the researcher designed the demonstration set for fault finding in motor controller. The demonstration set consisted of jumper switch, 3 motor controllers, one overload, and 3 signal lights. The results reported by 5 specialists showed that the demonstration model for fault finding in motor controller was very high appropriate at 4.72 and the handbook of the developed set was also very high appropriate at 4.68 The results of 10 students' satisfaction showed very high satisfied level at 4.56.

Keywords : the demonstration model for fault finding in motor controller

1. บทนำ

ในยุคปัจจุบันการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นส่วนหนึ่งของการใช้ชีวิตประจำวัน นั่นคือ ทุกๆสถานที่ ไม่ว่าจะเป็นบ้านพักอาศัย โรงแรม โรงเรียน รวมถึงโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จำเป็นต้องใช้ในการควบคุมมอเตอร์ป้อนน้ำชนิดต่างๆ อย่างน้อยก็จะใช้วงจรควบคุมการสตาร์ท มอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรง ซึ่งเป็นวงจรพื้นฐานที่นิยมใช้ในการควบคุมมักจะมีอุปกรณ์ที่ประกอบด้วย แมกนิติกคอนแทกเตอร์ โอเวอร์โหลด เป็นต้น ในการทำงานของวงจรควบคุมมอเตอร์แต่ละครั้ง มักจะเกิดปัญหา

จากอุปกรณ์ หรือวงจรไฟฟ้า มอเตอร์ก็ไม่สามารถทำงานป้อนน้ำได้ เพราะในบางครั้งเมื่อเกิดปัญหา จะต้องหาอาการเสีย สาเหตุ วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น และทำการตรวจเช็คอุปกรณ์ควบคุมและ วงจรไฟฟ้า ทำให้ใช้เวลานาน กว่าจะรู้จุดเสีย และวิธีที่จะแก้ไขต่อไป

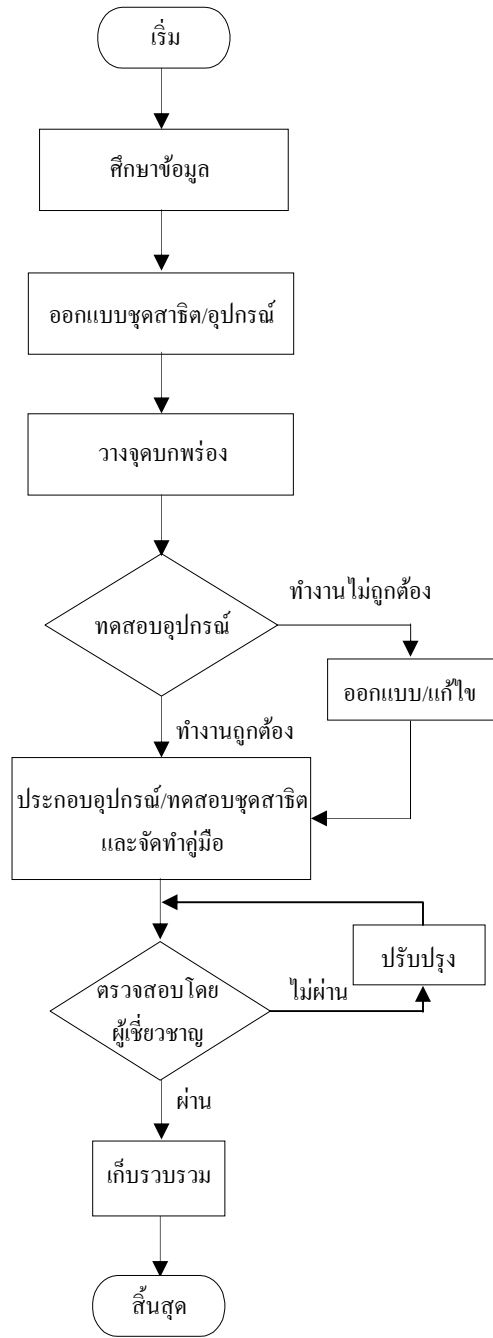
สภาพปัญหาสาเหตุที่เกิดขึ้นส่วนมากจะเกิดกับ อุปกรณ์ที่ใช้ในงานควบคุม เช่น แมกนีติกคอนแทกเตอร์ ซึ่งเกิด จากคอยล์ไม่ทำงาน อาจจะขาดหรือไหม้ได้ หรือหน้าสัมผัสคอนแทกเมน และหน้าสัมผัสคอนแทกช่วยทำงานไม่ปกติ อาจเกิดจากการอาร์กกระหว่างหน้าสัมผัส ทำให้หน้าสัมผัสติดกัน ทำให้ไม่สามารถควบคุมการทำงานของมอเตอร์ได้ นั่นคือมอเตอร์ ทำงานตลอดเวลา

จากสภาพปัญหาดังกล่าวการจัดการเรียนการสอน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ชั้นปี 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย รายวิชาการโปรแกรมและการควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2109 เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ผู้เรียนไม่สามารถรู้จุดบกพร่องต่าง ๆ ภายในวงจรควบคุม เมื่อเกิดปัญหาในระบบการควบคุมวงจร มอเตอร์ไฟฟ้าจะมีทั้งระบบไฟฟ้า และระบบทางกลไก อีกทั้งในการทำงานในแต่ละวงจรทุกครั้ง ลักษณะการทำงานของวงจรจะ ทำงานไว้มากทำให้เราไม่สามารถมองเห็นสถานะการทำงานที่ชัดเจน และมองเห็นจุดเสียของวงจรได้

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความจำเป็นที่จะสร้างชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เพื่อแสดงการวางจุดบกพร่องของอุปกรณ์ วงจรที่ มักจะเกิดขึ้นบ่อยครั้ง รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบในวงจรกำลัง (Power) และวงจรควบคุม (Control) ทั้งหมดว่าจะแสดงอาการออกมาอย่างไร ซึ่งเราจะสามารถแก้ไขปัญหาจุดบกพร่องด้วยวิธีการใดแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ผู้เรียนจะได้เห็น และเข้าใจการทำงานจริงของอุปกรณ์ในทางไฟฟ้า และทางกลไก ทำให้เกิดการ เรียนรู้ได้อย่างลึกซึ้งมากขึ้นส่งผลให้จัดการเรียนการสอนมี ประสิทธิภาพสูง และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนหรือปฏิบัติงานต่อไป

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ซึ่งได้ออกแบบและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีรายละเอียดและขั้นตอนวิธีการดำเนินงานดังนี้



ภาพที่ 1 ขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัย

3. ศึกษาข้อมูล

การศึกษาเพื่อการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

- 1) ศึกษาการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ชั้นปี 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย รายวิชาการโปรแกรมและการควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2109 เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า และจากประสบการณ์จากทำงานจริง ซึ่งมักจะเจอปัญหาจากตัวอุปกรณ์เอง และวงจรที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

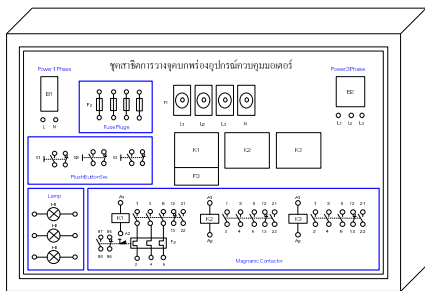
จึงมีแนวคิดที่จะทดสอบการวางจุดบกพร่องในการควบคุมที่มักจะมีเกิดขึ้นเป็นประจำในการต่อวงจรการใช้งานในวงจรกำลัง และวงจรควบคุม

2) ศึกษาเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับวงจรการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า และส่วนประกอบโครงสร้าง วงจรภายใน ระบบกลไกของอุปกรณ์ควบคุมแต่ละตัว พร้อมทั้งออกแบบเงื่อนไขการวางจุดบกพร่องตัวอุปกรณ์ควบคุมในแมกนีติกคอนแทกเตอร์ โอเวอร์โหลด และลอคไฟสัญญาณ

3) ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมแต่ละตัว ศึกษาส่วนประกอบโครงสร้าง วงจรภายใน ระบบกลไกของอุปกรณ์วิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการวางจุดบกพร่องภายในอุปกรณ์ และถอดส่วนประกอบของอุปกรณ์ควบคุม แมกนีติกคอนแทกเตอร์ โอเวอร์โหลด และลอคไฟสัญญาณ

4. ออกแบบชุดสาธิต และการจัดวางอุปกรณ์

1) ออกแบบโครงสร้างโดยใช้โปรแกรม Visio ในการเขียนออกแบบการจัดวางอุปกรณ์ ซึ่งวัดตามขนาด รูปร่างของอุปกรณ์จริง เขียนสัญลักษณ์ในการควบคุม



ภาพที่ 2 การออกแบบเขียนด้วยโปรแกรม Visio

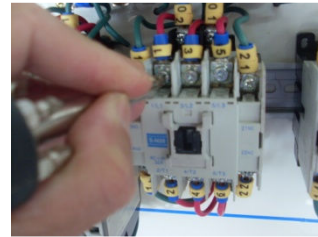
2) จัดทำโครงชุดสาธิต โดยใช้วัสดุที่ทำโครงสร้างด้วยยางออลูมิเนียมแบบกล่องขนาด 1 x 3 นิ้ว ด้านข้างบุด้วยไม้อัดขนาด 3 มิลลิเมตร มีขนาด 50 x 70 x 20 เซนติเมตร (กว้าง x ยาว x หนา) มีรูปแบบกระเป๋าคาดหิ้วพับเก็บได้

3) ออกแบบสัญลักษณ์ ตำแหน่งอุปกรณ์การควบคุมวงจร รวมถึงแหล่งจ่ายไฟ ลงในกระดาษ แล้วทำการสกรีนแผ่นด้านหน้าชุดสาธิต บนแผ่นพลาสติกขนาด 3 มิลลิเมตร สีขาว

5. ประกอบอุปกรณ์/ทดสอบชุดสาธิต และจัดทำคู่มือ

1) ทำการติดตั้งอุปกรณ์และเชื่อมต่อสายไฟในวงจรอุปกรณ์ แหล่งจ่ายไฟ เบรกเกอร์ แมกนีติกคอนแทกเตอร์ เวอร์โวลต์สวิทช์แบบปุ่มกด และขั้วต่อวงจรต่าง ๆ บนแผงด้านหน้าชุดสาธิต ตรวจสอบการต่อเชื่อมแผงสาธิตกับอุปกรณ์ควบคุมจุดต่าง ๆ

ด้วยมัลติมิเตอร์



ภาพที่ 3 การติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ

2) ทดสอบการทำงานแผงชุดสาธิต โดยการต่อวงจรการใช้งานการควบคุม และวงจรกำลังการสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง



ภาพที่ 4 ทดสอบวงจรควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง

3) จัดทำคู่มือการใช้งานชุดสาธิต เขียนคู่มือการใช้งานส่วนประกอบที่สำคัญในตัวอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ ที่ใช้ในชุดสาธิต ลำดับขั้นตอนการใช้งาน กำกับหมายเลขต่าง ๆ แสดงความหมาย ทำไว้เพื่อให้ผู้ใช้งานชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ สามารถใช้งานได้ด้วยตนเองอย่างถูกวิธี และมีความปลอดภัยในการทำงานด้วย

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ผู้วิจัยได้นำชุดสาธิต และเอกสารคู่มือที่เสร็จสมบูรณ์พร้อมแบบสอบถามประเมินความเหมาะสมของชุดสาธิตให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านทำการประเมินความคิดเห็น และนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปี 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 10 คน ประเมินความพึงพอใจ ซึ่งนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพระดับคะแนนเฉลี่ยของคำถามในแต่ละข้อผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ในการกำหนดช่วงคะแนน

2) การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

(1) การวิเคราะห์หาคุณภาพชุดสาธิตจากผู้เชี่ยวชาญและผู้รับการศึกษา กระทำหลังจากรวบรวมแบบสอบถามแบบมาตรา

ส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ที่ผู้เชี่ยวชาญและนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปี 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ประเมิน จากนั้นหาค่าเฉลี่ย (Mean) (ส่วน, 73: 2538) ระดับความเห็นหาได้จากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ \bar{X} แทนคะแนนเฉลี่ย
 $\sum X$ แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N แทนจำนวนข้อมูล

(2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (กานดา, 55 : 2539) หาได้จากสูตร

$$S.D. = \frac{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2}}{n(n-1)}$$

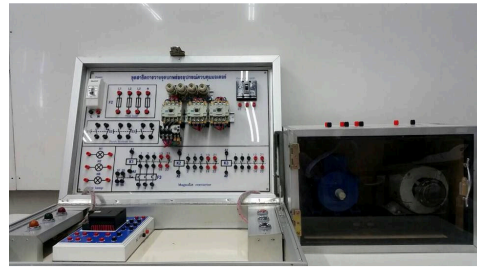
เมื่อ S.D. คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
 $\sum X^2$ คือผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 $(\sum X)^2$ คือผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 n คือจำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

7. ผลการดำเนินการ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ชั้นปี 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ราชวิทยาลัยการโปรแกรมและการควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2109 เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งมีผลการดำเนินการดังต่อไปนี้

(1) ผลของชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ได้ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ พร้อมคู่มือการใช้งาน และอุปกรณ์ควบคุม แมกเนติกคอนแทกเตอร์ โอเวอร์โหลด และหลอดไฟสัญญาณจำนวน 3 ตัว ซึ่งได้วางจุดบกพร่องเป็นสวิตช์จัมเปอร์บนตัวอุปกรณ์ควบคุม



ภาพที่ 4-1 ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

3) ผลการประเมินประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญ

การวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิตเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ โดยวิเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ปรากฏผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

รายการ	ระดับความคิดเห็น		แปลผล
	\bar{X}	S.D.	
ความพึงพอใจด้านการออกแบบ			
1. ความประณีต ความสวยงาม	4.60	0.89	เห็นด้วยมากที่สุด
2. ความเหมาะสมและขนาดชุดสาธิต	4.60	0.89	เห็นด้วยมากที่สุด
3. การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้เหมาะสม	4.60	0.55	เห็นด้วยมากที่สุด
4. การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ได้เหมาะสม	4.60	0.55	เห็นด้วยมากที่สุด
	ค่าเฉลี่ย	4.60	-
ความพึงพอใจด้านคุณภาพ			
1. มีความทนทานแข็งแรง	4.80	0.45	เห็นด้วยมากที่สุด
2. ความถูกต้องของวงจรควบคุม	4.60	0.55	เห็นด้วยมากที่สุด
3. การวางจุดบกพร่องของอุปกรณ์	5.00	0	เห็นด้วยมากที่สุด
4. มีการป้องกันของระบบชุดสาธิต	4.60	0.55	เห็นด้วยมากที่สุด
	ค่าเฉลี่ย	4.75	-
ความพึงพอใจด้านการใช้งาน			
1. ใช้งานสะดวก	4.80	0.45	เห็นด้วยมากที่สุด
2. ง่ายต่อการใช้งาน	4.80	0.45	เห็นด้วยมากที่สุด
3. มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.80	0.45	เห็นด้วยมากที่สุด
4. มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	4.80	0.45	เห็นด้วยมากที่สุด
	ค่าเฉลี่ย	4.80	-
	ค่าเฉลี่ยรวม	4.72	-
			เห็นด้วยมากที่สุด

4) ผลการประเมินคู่มือการใช้งานของผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 2 สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินคู่มือการใช้งานชุด
 วัสดุการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ของผู้เชี่ยวชาญ
 จำนวน 5 ท่าน

รายการ	ระดับความ		แปลผล
	คิดเห็น		
	\bar{X}	S.D.	
1. การลำดับขั้นตอนการใช้งาน	4.60	0.89	เห็นด้วยมากที่สุด
2. ข้อความรูปภาพเห็นชัดเจน	4.80	0.45	เห็นด้วยมากที่สุด
3. เนื้อหาคู่มือครบถ้วนสมบูรณ์	4.80	0.45	เห็นด้วยมากที่สุด
4. คำอธิบายวงจรอ่านแล้วเข้าใจ	4.60	0.55	เห็นด้วยมากที่สุด
5. สามารถนำไปใช้งานได้ง่าย	4.60	0.55	เห็นด้วยมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.68	-	เห็นด้วยมากที่สุด

5) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

ตารางที่ 3 สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจชุด
 วัสดุการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จากผู้เรียน
 จำนวน 10 คน

รายการ	ระดับความ		แปลผล
	คิดเห็น		
	\bar{X}	S.D.	
ความพึงพอใจด้านการออกแบบ			
1. ความประณีต สวยงาม	4.90	0.32	เห็นด้วยมากที่สุด
2. ความเหมาะสมและขนาดชุดวัสดุ	4.50	0.71	เห็นด้วยมาก
3. การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้เหมาะสม	4.60	0.52	เห็นด้วยมากที่สุด
4. การเลือกวัสดุ อุปกรณ์ได้เหมาะสม	4.20	0.63	เห็นด้วยมาก
ค่าเฉลี่ย	4.55	-	เห็นด้วยมากที่สุด
ความพึงพอใจด้านคุณภาพ			
1. มีความทนทานแข็งแรง	4.40	0.52	เห็นด้วยมาก
2. ความถูกต้องของวงจรควบคุม	4.70	0.48	เห็นด้วยมากที่สุด
3. การวางจุดบกพร่องของอุปกรณ์	4.40	0.84	เห็นด้วยมาก
4. มีการป้องกันของระบบชุดวัสดุ	4.70	0.67	เห็นด้วยมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.55	-	เห็นด้วยมากที่สุด

ตารางที่ 3 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจ
 ชุดวัสดุการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จากผู้เรียน
 จำนวน 10 คน

รายการ	ระดับความ		แปลผล
	คิดเห็น		
	\bar{X}	S.D.	
ความพึงพอใจด้านการใช้งาน			
1. ใช้งานสะดวก	4.80	0.42	เห็นด้วยมากที่สุด
2. ง่ายต่อการใช้งาน	4.60	0.70	เห็นด้วยมากที่สุด
3. มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.30	0.48	เห็นด้วยมาก
4. มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	4.60	0.52	เห็นด้วยมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.58	-	เห็นด้วยมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.56	-	เห็นด้วยมากที่สุด

8. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏว่าชุดวัสดุการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ พร้อมเอกสารคู่มือที่เสร็จสมบูรณ์หาประสิทธิภาพจากแบบสอบถามประเมินความเหมาะสมของชุดวัสดุให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ทำการประเมินความคิดเห็นเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.72 นั่นคือ ผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดวัสดุการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดกับชุดวัสดุ และประเมินคู่มือการใช้งานมีค่าเฉลี่ยที่ 4.68 นั่นคือ ผู้เชี่ยวชาญประเมินคู่มือการใช้งานของชุดวัสดุการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด และแบบสอบถามประเมินความเหมาะสมของชุดวัสดุให้ผู้รับการฝึกมีความพึงพอใจเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.58 นั่นคือ ผู้รับการฝึกมีความพึงพอใจชุดวัสดุการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด กับชุดวัสดุที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

บรรณานุกรม

- กรี แทนเคน. การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 2. ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาลัยนวัตกรรมการศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2542.
- กานดา พูนทวี. การวัดและประเมินผลการศึกษา. ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2538.
- จรินทร์ จุลวานิช. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยนวัตกรรมการศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2541.
- ชูชาติ สีเทา. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 2 เรื่องอนุกรมฟูเรียร์ การแปลงฟูเรียร์ การประยุกต์ใช้งานฟูเรียร์ในวงจรไฟฟ้า และวงจรสองพอร์ต หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546.
- ทองศักดิ์ บุญนาค. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนฝึกปฏิบัติ ระบบไฟฟ้าควบคุมเครื่องปรับอากาศ ภายใต้วิเคราะห์ประเด็นการฝึกจากลักษณะงานจริง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยนวัตกรรมการศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2542.
- ทัศนีย์ เจริญวิโรจน์. ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ. วิทยาลัยนวัตกรรมการศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2544.
- ยุทธนา อุทป. การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 3. ตามหลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สถาบันราชภัฏ (ฉบับปรับปรุง

พุทธศักราช 2536) วิทยาลัยนวัตกรรมการศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2544.

- สุรณ แก่นตัน. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาวงจรไฟฟ้า 2 เรื่องวงจรไฟฟ้า 3 เฟส. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 กรมอาชีวศึกษา วิทยาลัยนวัตกรรมการศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.
- สุรศักดิ์ ชื่นเทศ. การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาปฏิบัติการวงจรไฟฟ้า (111001) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาลัยนวัตกรรมการศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546.
- ล้วน สายยศ, อังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2536.
- อรอนงค์ วิริยบุรีรักษ์. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาการวิเคราะห์และออกแบบวงจรดิจิทัล. หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาลัยนวัตกรรมการศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.
- อดิสร ก้อนวัน. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาลัยนวัตกรรมการศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543.