



## รายงานการวิจัย

การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม  
บอร์ด WD 81-84 วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111  
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556  
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

The Development of Electronic Industry Competency Training  
Board WD 81-84, Electronics Industry Course, code of 2105-2111,  
Lower Vocational Education, 2556 B.E.

สัญญา โพธิ์วงษ์

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา  
กระทรวงศึกษาธิการ

ชื่อโครงการวิจัย : การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84  
วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 หลักสูตรประกาศนียบัตร  
วิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา  
ผู้วิจัย : นายสัญญา โพธิ์วงษ์  
หน่วยงานที่สังกัด : วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
ระยะเวลาที่ทำวิจัย : ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560

---

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 2) เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 80 3) เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 การเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังเรียน จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยทำการแบ่งกลุ่ม เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองจำนวน 15 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 15 คน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายด้วยการจับฉลาก (Simple Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามระดับความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลหา ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และสถิติทดสอบค่า t

ผลการวิจัยพบว่า ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีค่า ( $\bar{X} = 4.55$ , S.D. = 0.59) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านการทำงาน ตรงตามข้อกำหนดโดยคิดเป็นร้อยละ 100 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และผลกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียนและวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 นักเรียนที่ทดสอบสมรรถนะผ่านการทดสอบคิดเป็นร้อยละ 100 ผลการประเมินระดับความพึงพอใจต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีค่า ( $\bar{X} = 4.52$ , S.D. = 0.52) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด

**คำสำคัญ** : ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84, อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายงานวิจัยทั้งหมดนี้มีจำนวน 293 หน้า

Thesis title : The Development of Electronic Industry Competency Training  
Board WD 81-84, Electronics Industry Course, code of 2105-  
2111, Lower Vocational Education, 2556 B.E.  
Name : Sanya Phowong  
Affiliated agencies : Nakhon nayok technical college  
The period of research. : Frist Semester (1/2017)

---

### Abstract

The objectives of this research aimed to 1) develop and design a competency training package for the electronics industry, Board WD 81-84. 2) investigate the effectiveness of this training package to meet the standard criteria at 80% 3) export the student's satisfaction to wards the use of this Training package in Electronics Industry, Board WD 81-84, in Electronics industry Course Code (2105-2111) for the second year students in the field of Electronics, Nakhon nayok Technical College. in 1/2560 through the requirement of standard criteria 80/80 and pre and post test score. Data were collected from 30 samples divided in to two groups ; controlled and experimental groups by the use of an achievement test and a satisfactory questionnaire. The quantitative data were analyzed using descriptive statistics; percentage, mean and standard deviation, and inferential statistics ; t-test.

The results were as follows ; the quality of the training package for electronics industry through the expert's opinion in all aspects was at highest level. In terms of the effectiveness of the training package's validity as expected, it was at 100% in responding to the training package objectives. Meanwhile, the pre-test and post-test within and between the group were at the significant level of 0.05 and the student learning results between the semester and the final test met the requirement of 80/80. Finally, the result on the student's satisfaction towards the training package was at highest level ( $\bar{X} = 4.52$ , S.D. = 0.52)

**Keywords** : Electronic industry performance training series, WD 81-84, electronic industrial, achievement.

Total 293 Pages

## กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รับการสนับสนุนส่งเสริมและคำแนะนำปรึกษา รวมไปถึงความร่วมมือให้การช่วยเหลือจากบุคคลในหน่วยงานต่าง ๆ จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จและบรรลุผล

ขอขอบคุณ ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิรัตน์ อัครวานุวัตร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีจิตรดา สำนักพระราชวัง กรุงเทพมหานคร ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ อาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ขอขอบคุณ ดร.ชาญ จับพัน อาจารย์สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี ขอขอบคุณ อาจารย์ศักดิ์ ศศิกุลมล อาจารย์สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ ขอขอบคุณ อาจารย์ไพโรจน์ พอใจ อาจารย์สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคน่าน

ขอขอบคุณ นายวิวรรธน์ วิไลลักษณ์ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก และรองผู้อำนวยการทั้ง 4 ฝ่าย ที่สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ และขอขอบใจนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ที่ช่วยตอบแบบสอบถาม และตั้งใจร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

ผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ที่ได้กล่าวถึง และผู้ที่ไม่ได้กล่าวนามในที่นี้ มีส่วนช่วยเหลือ ให้การสนับสนุน และให้กำลังใจด้วยดีมาตลอดมาที่มีอาจกล่าวนามได้ทั้งหมด จึงขอขอบพระคุณทุกท่านด้วยความจริงใจ คุณค่า และประโยชน์จากการศึกษาฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้กตเวทิตาคุณแก่ บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างมาก จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

สัญญา โพธิ์วงษ์

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	7
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	7
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	7
1.5 ระยะเวลา	8
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น	8
1.7 คำนิยามศัพท์เฉพาะ	8
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	10
2.2 แนวคิดเกี่ยวกับอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	12
2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้	14
2.4 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84	15
2.5 แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะ	23
2.6 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม	26
2.7 ความพึงพอใจ	70
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	75
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	79
3.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น	80
3.2 ออกแบบสร้างเครื่องมือวิจัย	84
3.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	85
3.4 ออกแบบและสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84	85
3.5 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	105
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	107

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.7 ด้านประสิทธิภาพต่อการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84	110
3.8 การทดสอบสมรรถนะ	111
3.9 ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84	112
3.10 ราคาต้นทุนในการสร้าง	112
3.11 การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ	112
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	113
4.1 ผลการออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84	113
4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84	122
4.3 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะ งานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84	125
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	132
5.1 สรุปผลการวิจัย	132
5.2 อภิปรายผล	134
5.3 ข้อเสนอแนะ	136
บรรณานุกรม	138
ภาคผนวก ก	142
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	143
หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ	144
หนังสือตอบรับจากผู้เชี่ยวชาญ	149
ภาคผนวก ข	154
หน่วยเรียนและสมรรถนะรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111	155
รายละเอียดการแบ่งหน่วยเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม	156
ภาคผนวก ค	161
การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบ	162
ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ที่คัดเลือก 60 ข้อ	165
คะแนนจากการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่คัดเลือก (60 ข้อ)	167
การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบสมรรถนะ	170

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยชุดฝึก สมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84	174
การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป	176
การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม ที่ไม่ได้เรียนด้วย ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84	177
การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป	179
คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป	180 182
ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84	185
ผลการประเมินสมรรถนะของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะ งานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84	186
แบบประเมินสมรรถนะ	187
ภาคผนวก ง	191
ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 ครั้งที่ 1	192
ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 ครั้งที่ 2	193
ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 ครั้งที่ 1	194
ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 ครั้งที่ 2	195
ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 ครั้งที่ 1	196
ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 ครั้งที่ 2	197
ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 ครั้งที่ 1	198
ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 ครั้งที่ 2	199

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก จ	200
แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของนวัตกรรมและแบบทดสอบ	
กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	201
แบบสอบถามระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	204
แบบสอบถามระดับความพึงพอใจของนักเรียน	206
ภาคผนวก ฉ	209
ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม	210
เฉลยข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม	219
ตัวอย่างใบงานการทดลองที่ใช้ประกอบการเรียนในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม	220
การประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมกับชุมชนท้องถิ่น	236
ภาคผนวก ช	239
หนังสือขอเผยแพร่บทความวิจัย	240
หนังสือตอบรับการเผยแพร่บทความวิจัย	261
สรุปผลการประเมินจากสถานศึกษาที่ได้นำชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์	
อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ไปใช้ในการเรียนการสอน	270
หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบระบบน้ำอัตโนมัติ	
ด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	272
หนังสือขอบคุณที่อนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบระบบน้ำอัตโนมัติ	
ด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	273
หนังสือเชิญเป็นวิทยากรในโครงการเพิ่มศักยภาพเกษตรกรปลอดภัยและการท่องเที่ยว	
ชุมชนด้วยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม เกษตรแม่นยำฟาร์มอัจฉริยะ	
ภายใต้ยุทธศาสตร์ Innovative Agriculture ภาคตะวันออก	275
หนังสือขอบคุณ ศวภ.4	276
หนังสือตอบรับบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการ	277
การประชุมทางวิชาการ ระดับชาติ ครั้งที่ 1	278
เกียรติบัตรเข้าร่วมนำเสนอผลงานทางวิชาการ ระดับชาติ ครั้งที่ 1	289
เกียรติบัตรการอบรมเชิงปฏิบัติ การเขียนบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์วารสารทางวิชาการ	290
การเผยแพร่ผ่านเว็บไซต์ของวิทยาลัย	291
ประวัติผู้วิจัย	292



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1-1 สถิติผลการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม	4
1-2 สภาพปัญหาที่ 1	4
1-3 สภาพปัญหาที่ 2	4
1-4 สภาพปัญหาที่ 3	5
1-5 สภาพปัญหาที่ 4	5
1-6 สภาพปัญหาที่ 5	6
3-1 สมรรถนะของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84	80
3-2 รายการความรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	81
3-3 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	105
3-4 แบบประเมินทดสอบสมรรถนะของกลุ่มทดลอง	111
4-1 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81	113
4-2 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82	115
4-3 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83	116
4-4 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84	117
4-5 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84	119
4-6 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะ งานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81	119
4-7 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะ งานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82	120
4-8 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะ งานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83	121
4-9 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะ งานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84	121
4-10 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง	122
4-11 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม	123

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-12 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนระหว่าง กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	123
4-13 คะแนนจากกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หลังเรียนของกลุ่มทดลอง	123
4-14 ผลการประเมินสมรรถนะของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะ งานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84	124
4-15 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะ งานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81	125
4-16 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะ งานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82	126
4-17 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะ งานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83	128
4-18 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะ งานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84	129
4-19 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84	131
ข-1 หน่วยเรียนและสมรรถนะรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111	155
ข-2 รายละเอียดการแบ่งหน่วยเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม	156
ค-1 การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบ	162
ค-2 ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ที่คัดเลือก 60 ข้อ	165
ค-3 คะแนนจากการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่คัดเลือก (60 ข้อ)	167
ค-4 การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบ สมรรถนะ บอร์ด WD 81	170
ค-5 การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบ สมรรถนะ บอร์ด WD 82	171
ค-6 การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบ สมรรถนะ บอร์ด WD 83	172
ค-7 การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบ สมรรถนะ บอร์ด WD 84	173
ค-8 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยชุดฝึก สมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84	174

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ค-9 การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม ที่ไม่ได้เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84	177
ค-10 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	180
ค-11 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84	185
ค-12 ผลการประเมินสมรรถนะของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84	186
ค-13 แบบประเมินสมรรถนะ	187
ง-1 ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 ครั้งที่ 1	192
ง-2 ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 ครั้งที่ 2	193
ง-3 ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 ครั้งที่ 1	194
ง-4 ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 ครั้งที่ 2	195
ง-5 ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 ครั้งที่ 1	196
ง-6 ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 ครั้งที่ 2	197
ง-7 ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 ครั้งที่ 1	198
ง-8 ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 ครั้งที่ 2	199

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 ชุดทดลองในการเรียนภาคปฏิบัติ วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม	2
1-2 การเรียนภาคทฤษฎีและปฏิบัติ วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม	2
1-3 โปรแกรมฝึกการทดลอง ที่นำเข้าจากต่างประเทศ	3
1-4 การสอนภาคปฏิบัติด้วยโปรแกรมจำลองการทำงานทางอิเล็กทรอนิกส์ โปรแกรม Proteus	3
1-5 แนวคิดการสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม	6
2-1 สวิตช์ประเภทต่าง ๆ	27
2-2 สัญลักษณ์หน้าสัมผัสสวิตช์แบบต่าง ๆ	28
2-3 สวิตช์แบบปุ่มกดปุ่มเดียว	29
2-4 สวิตช์ควบคุมการทำงานของมอเตอร์	29
2-5 สวิตช์แบบก้านโยก	30
2-6 สวิตช์แบบก้านเลื่อน	30
2-7 สวิตช์แบบก้านหมุน	31
2-8 สวิตช์นิรภัย	31
2-9 ลิมิตสวิตช์ชนิดแกนลูกกลิ้ง	32
2-10 ลิมิตสวิตช์ชนิดด้ามกลมยาว	32
2-11 ไมโครสวิตช์ชนิดต่าง ๆ	33
2-12 สวิตช์ปรอท	34
2-13 แมกเนติกคอนแทกเตอร์	34
2-14 สัญลักษณ์หน้าสัมผัสและการทำงาน	35
2-15 รีเลย์	36
2-16 โซลินอยด์	36
2-17 รีดสวิตช์	37
2-18 ไดโอดกำลัง	38
2-19 การทำงานเป็นสวิตช์ของไดโอดกำลัง	38
2-20 ทรานซิสเตอร์กำลัง	39
2-21 การทำงานเป็นสวิตช์ของทรานซิสเตอร์กำลัง	39
2-22 มอสเฟตกำลัง	40
2-23 การทำงานเป็นสวิตช์ของมอสเฟตกำลัง	40
2-24 รูปร่างและสัญลักษณ์ของไอจีบีที	41
2-25 รูปร่างและสัญลักษณ์ของเอสซีอาร์	42
2-26 รูปร่างและสัญลักษณ์ของไตรแอก	43
2-27 ไดโอดใช้ในวงจรเรียงกระแส	44

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า	
2-28	วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นและคลื่นสัญญาณที่ออกเอาต์พุต	45
2-29	วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นชนิดเฟสเดียวใช้ไดโอด	46
2-30	วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ชนิดเฟสเดียวใช้ไดโอด	46
2-31	วงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบมีจุดกลางใช้ไดโอด	47
2-32	วงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบบริดจ์ใช้ไดโอด	48
2-33	วงจรเรียงกระแสชนิดเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นใช้เอสซีอาร์	49
2-34	วงจรเรียงกระแสชนิดเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นใช้เอสซีอาร์	50
2-35	วงจรเรียงกระแสชนิดเฟสเดียวแบบบริดจ์ใช้เอสซีอาร์	51
2-36	วงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบมีจุดกลางใช้เอสซีอาร์	52
2-37	วงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบบริดจ์ใช้เอสซีอาร์	54
2-38	ไอซีรักษาระดับคงที่แบบเชิงเส้นชนิดหนึ่ง	55
2-39	หลักการทํางานของไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น	56
2-40	วงจรไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น	57
2-41	วงจรไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดมาตรฐาน	58
2-42	วงจรไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิด LDO	58
2-43	วงจรไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดกึ่ง LDO	59
2-44	ตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ทั้ง 3 ชนิด	60
2-45	ไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้นชนิด LDO เบอร์ CS5257A	61
2-46	การหยุดทํางานจากความร้อน	62
2-47	วงจรจำกัดกระแสคงที่	62
2-48	กราฟที่ SOA ของทรานซิสเตอร์ขนาด 3 แอมป์/60 โวลต์	63
2-49	ไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิด 3 ขา เบอร์อนุกรม 7800, 78M00, 78L00	64
2-50	ไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิด 3 ขา เบอร์อนุกรม 7900, 79M00	64
2-51	วงจรทํางานแบบทั่วไป	65
2-52	วงจรเพิ่มการจ่ายกระแสได้มากขึ้น	65
2-53	วงจรเพิ่มแรงดันออกเอาต์พุต	65
2-54	วงจรจ่ายกระแสคงที่	66
2-55	วงจรแรงดันแบบ 3 ขั้ว	66
2-56	วงจรปรับเปลี่ยนแรงดันออกเอาต์พุต	66
2-57	วงจรปรับเปลี่ยนแรงดันบวกเอาต์พุต	67
2-58	วงจรปรับเปลี่ยนแรงดันลบออกเอาต์พุต	67
2-59	วงจรรักษาระดับกระแสคงที่สูงสุด	67
2-60	วงจรปรับเปลี่ยนแรงดันออกเอาต์พุต 0-30 โวลต์	68

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2-61 ไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่เบอร์ 723	68
2-62 วงจรไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่เบอร์ 723 ปรับแรงดันออกเอาต์พุต	
2-30 โวลต์, 15 แอมป์	70
3-1 ผังขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	79
3-2 กรอบแนวคิดและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	84
3-3 ลายวงจรและกำหนดอุปกรณ์ต่าง ๆ ของชุดฝึกสมรรถนะ บอร์ด WD 81-84	86
3-4 ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ที่สร้างสำเร็จแล้ว	88
3-5 โครงสร้างหลักของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84	90
3-6 การใช้สวิตช์ควบคุมโหลด	91
3-7 การใช้รีเลย์ควบคุมโหลด	91
3-8 การใช้ทรานซิสเตอร์ควบคุมโหลด	92
3-9 การใช้เฟตควบคุมโหลด	92
3-10 โครงสร้างของเจ-เฟต	93
3-11 วงจรและการทำงานของเอสซีอาร์	94
3-12 วงจรเรียงกระแสโดยใช้เอสซีอาร์	95
3-13 คุณสมบัติทางไดนามิกของยูเจทีในบอร์ด WD 82	96
3-14 วงจรออสซิลเลเตอร์ แบบรีแลกเซชันที่ใช้ยูเจที	96
3-15 วงจรออสซิลเลเตอร์ แบบรีแลกเซชันที่ใช้พียูที	97
3-16 วงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์และพียูที	98
3-17 วงจรทดสอบคุณสมบัติทางไดนามิกของไดแอก	99
3-18 วงจรใช้งานของไดแอก	100
3-19 วงจรควบคุมเฟสที่ใช้ไตรแอกและยูเจที	100
3-20 วงจรตรวจสอบ Reverse Recovery Time	101
3-21 โครงสร้างเฮกเฟต	101
3-22 การใช้งานของเฮกเฟต	102
3-23 การใช้งานนำสัญญาณทริกเกอร์จาก TCA785 ไปควบคุมภาระทางไฟฟ้า ชนิดดีซีและเอซี	103
3-24 วงจรอินเวอร์เตอร์ที่ใช้เอสซีอาร์เป็นสวิตช์ควบคุม	103
3-25 กิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีของกลุ่มทดลอง	106
3-26 กิจกรรมการเรียนรู้ปฏิบัติของกลุ่มทดลอง	106
3-27 ลำดับขั้นตอนการวัดประสิทธิภาพการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะ งานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84	110

# บทที่ 1

## บทนำ

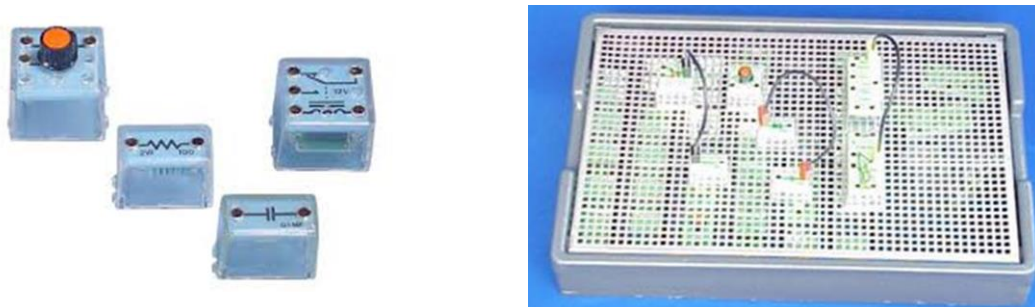
### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การพัฒนาในด้านการศึกษาให้มีความเจริญก้าวหน้าทันกับเทคโนโลยีที่พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว กล่าวได้ว่าการศึกษาด้านอิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนสำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรให้มีการเรียนการสอนเพื่อสามารถพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ความสามารถก้าวหน้าทันเทคโนโลยี โดยเฉพาะเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วตลอดจนระบบต่างๆ เช่น การซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความเข้าใจในหลักการและขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมในส่วนต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการปฏิบัติงานหรือซ่อมอุปกรณ์ประกอบในการเรียนขั้นสูงต่อไป

วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เป็นวิชาชีพพื้นฐานของช่างอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยจัดการเรียนการสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ใช้เวลาเรียน 5 คาบต่อสัปดาห์ วิชาดังกล่าวนี้ถือเป็นวิชาสำคัญ ของการศึกษาสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากเป็นวิชาที่กล่าวถึงหลักการของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเป็นพื้นฐานให้เข้าใจส่วนประกอบหลัก ๆ ซึ่งรายละเอียดที่กล่าวมาล้วนใช้เป็นพื้นฐานสำคัญในการประกอบอาชีพและนำมาอ้างอิงในการศึกษาเนื้อหาวิชาที่สูงขึ้น

จากการสอบถามข้อมูลจากอาจารย์ผู้สอนในสถานศึกษาสังกัดสถาบันการอาชีวศึกษา ภาคกลาง 3 ที่มีความรู้และประสบการณ์รายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ในด้านสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน และผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนหลังจากการจัดการเรียนการสอน ที่ผ่านมา พบว่า

1. การเรียนการสอนภาคปฏิบัติ ขาดชุดฝึกที่มีลักษณะงานการฝึกที่สอดคล้องกับเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมในปัจจุบัน หรือที่มีอยู่ก็เป็นชุดฝึกอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนแบบเก่าที่ชำรุดตามสภาพแล้ว เช่น ชุดทดลองสำเร็จรูป เป็นการทดลองกระทำด้วยการนำอุปกรณ์ที่อยู่ในกล่องนำมาต่อวงจร ที่ใช้ในการทดลอง ดังภาพที่ 1-1 ไม่เน้นการฝึกเพื่อพัฒนาการสร้าองค์ความรู้จากการปฏิบัติ เป็นการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่าตรงตามการเรียนในภาคทฤษฎีเท่านั้น ทำให้ผู้สอนประสบปัญหาในการวางแผนกำหนดการสอน การจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองแต่ละครั้ง เพื่อที่จะฝึกให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะเหมือนหรือใกล้เคียงสภาพการทำงานจริง ๆ ในสถานประกอบการยาก และอีกปัญหาที่พบคือความยุ่งยาก และขั้นตอนการตรวจสอบหรือการตรวจปรับอุปกรณ์ต่าง ๆ ทำได้ค่อนข้างยาก ผู้เรียนที่มีความสนใจจริงเท่านั้น จึงจะทำการทดลองส่วนมากจะรอดคล้องผลจากผู้ที่ทำเสร็จ และมีผู้เรียนบางส่วนไม่ทำการทดลอง แต่จะสร้างผลการทดลองด้วยการนำความรู้ที่ได้รับจากการเรียนภาคทฤษฎีมาตอบในใบงานการทดลอง



ภาพที่ 1-1 ชุดทดลองในการเรียนภาคปฏิบัติ วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

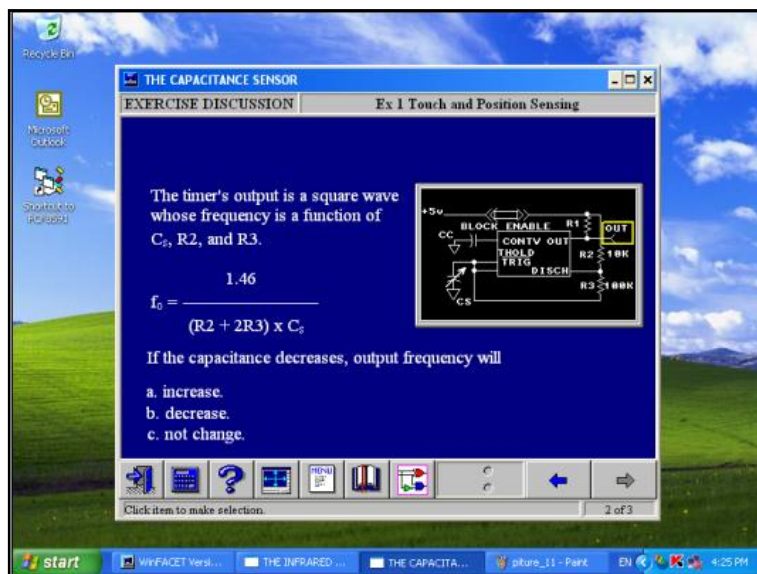
2. การเรียนการสอนในภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ ผู้ทำหน้าที่สอนยังคงใช้ชุดฝึกเป็นแบบเก่า และวิธีการสอนแบบครูเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ เช่น การสอนแบบบรรยายหน้าชั้นเรียน เพื่ออธิบายการทำงานและสาธิตการปฏิบัติ แล้วให้ผู้เรียนปฏิบัติตามขั้นตอน ดังภาพที่ 1-2 ซึ่งเป็นวิธีสอนที่ไม่หลากหลาย ยังทำให้นักเรียนขาดการมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนไม่ได้แสดงความสามารถเต็มศักยภาพ ความสามารถที่อาจถูกปิดกั้นไม่มีโอกาสค้นพบความรู้ด้วยตนเอง จึงอาจจะไม่เกิดความรู้ความคงทนของสิ่งที่ได้เรียนรู้



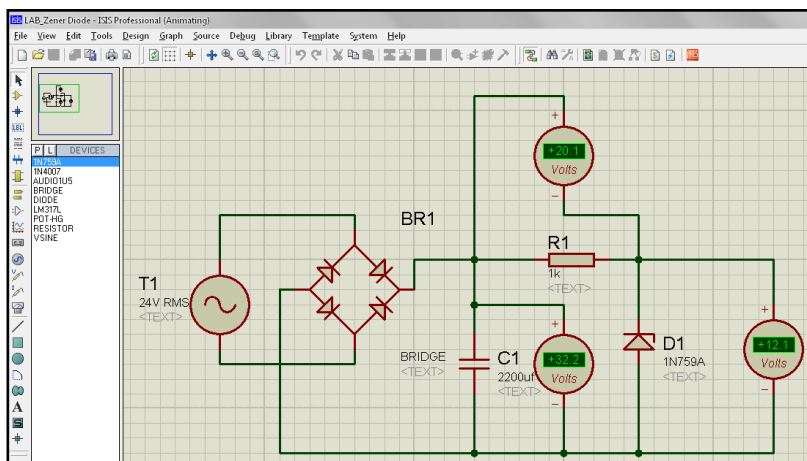
ภาพที่ 1-2 การเรียนภาคทฤษฎีและปฏิบัติ วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

3. สถานศึกษาจำนวนมากที่ยังขาดแคลนชุดฝึกอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมที่ทันสมัย เนื่องจากชุดทดลองจากต่างประเทศมีราคาสูง บางสถานศึกษาจึงไม่มีงบประมาณเพียงพอที่จะจัดซื้อ ที่มีอยู่จึงเป็นชุดฝึกเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีเท่านั้น เช่น โปรแกรม Proteus โปรแกรม PSpice เป็นต้น ทำให้นักเรียนขาดทักษะการปฏิบัติงานกับอุปกรณ์จริง ไม่ได้สัมผัสหรือเห็นของจริง ไม่เกิดสมรรถนะการปฏิบัติงานที่เสมือนจริงในสถานประกอบการ





ภาพที่ 1-3 โปรแกรมฝึกการทดลอง ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ



ภาพที่ 1-4 การสอนภาคปฏิบัติด้วยโปรแกรมจำลองการทำงาน  
ทางอิเล็กทรอนิกส์โปรแกรม Proteus

4. ผลการเรียนรู้ภาคปฏิบัติ ผู้เรียนยังมีผลการปฏิบัติงานในระดับต่ำ จากสถิติของผลการเรียนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ปีการศึกษา 2558 และ ปีการศึกษา 2559 พบว่านักเรียนมีผลการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (เกรด 2) เป็นจำนวนมาก ดังตารางที่ 1-1 สาเหตุดังกล่าวผู้วิจัยพบว่า เกิดจากการไม่มีสื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ และชุดฝึกภาคปฏิบัติ ที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาและเกิดสมรรถนะในการปฏิบัติงานและด้วยเนื้อหาวิชาที่มีปริมาณมาก ทำให้เวลาที่ใช้ในการสอนจริงไม่เพียงพอต่อเวลาที่ใช้ปฏิบัติได้ครบตามเนื้อหาของหลักสูตรที่กำหนด

ตารางที่ 1-1 สถิติผลการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

เกรด	ปีการศึกษา 2558	ปีการศึกษา 2559
4	0 คน	0 คน
3.5	1 คน	0 คน
3	3 คน	6 คน
2.5	14 คน	6 คน
2	9 คน	12 คน
1.5	7 คน	6 คน
1	1 คน	1 คน
0	- คน	- คน
รวม	35 คน	31 คน

ตารางที่ 1-2 สภาพปัญหาที่ 1

ลำดับที่	ที่มาของการแบ่งหน่วยการเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111	วิทยาลัยสารพัด ช่างปราจีนบุรี	วิทยาลัยการ อาชีพนครนายก	วิทยาลัยเทคนิค ปราจีนบุรี	วิทยาลัยเทคนิค สระแก้ว	วิทยาลัยเทคนิค นครนายก
1	แบ่งตามหลักสูตรที่ สอศ. กำหนด	✓	✓	✓	✓	✓
2	แบ่งตามหนังสือเรียนของสำนักพิมพ์ต่าง ๆ ที่มีจำหน่าย	✓	✓	✓	✓	✓
3	แบ่งตามคำอธิบายรายวิชาที่ สอศ. กำหนด	✓	✓	✓	✓	✓
4	แบ่งตามความเข้าใจของครูผู้สอน	✓	✓	✓	✓	✓
5	แบ่งตามคำอธิบายรายวิชาและเทคโนโลยีใน ปัจจุบัน	-	-	-	-	✓

ตารางที่ 1-3 สภาพปัญหาที่ 2

ลำดับที่	ชื่อสถานศึกษา	จำนวนหน่วยการเรียนที่แบ่ง
1	วิทยาลัยสารพัดช่างปราจีนบุรี	10
2	วิทยาลัยการอาชีพนครนายก	10
3	วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี	10
4	วิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว	10
5	วิทยาลัยเทคนิคนครนายก	10

ตารางที่ 1-4 สภาพปัญหาที่ 3

ลำดับที่	ชุดฝึกที่ใช้ฝึกปฏิบัติ	วิทยาลัยสารพัดช่างปราจีนบุรี	วิทยาลัยการอาชีพนครนายก	วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี	วิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว	วิทยาลัยเทคนิคนครนายก
1	ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นตัว ๆ เช่น ใช้ R, L, C ฯลฯ ต่อ ใช้สายจัมป์	✓	-	-	✓	✓
2	ใช้แผนการทดลองเทคโนโลยี เมื่อ 25 ปีที่แล้ว	-	✓	✓	-	✓
3	ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ ที่ทันสมัย และเข้าใจง่าย	-	-	-	-	-

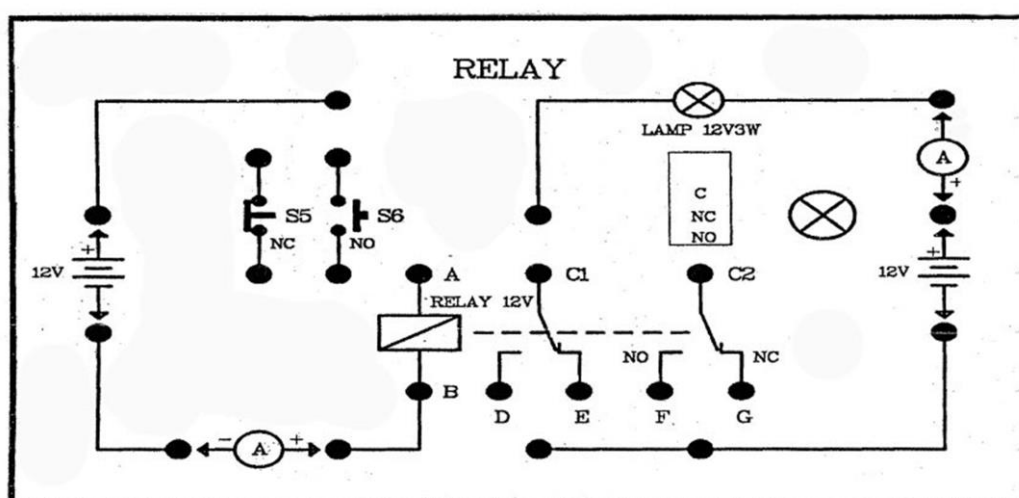
ตารางที่ 1-5 สภาพปัญหาที่ 4

ลำดับที่	การแบ่งหน่วยวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111	วิทยาลัยสารพัดช่างปราจีนบุรี	วิทยาลัยการอาชีพนครนายก	วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี	วิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว	วิทยาลัยเทคนิคนครนายก
1	ทรานสดิวเซอร์และสเตรนเกจ	✓	✓	✓	✓	✓
2	ทรานสดิวเซอร์ชนิดหม้อแปลงแสดงความแตกต่างและทรานสดิวเซอร์ชนิดความเหนี่ยวนำ-ชนิดความจุ	✓	✓	✓	✓	✓
3	ทรานสดิวเซอร์ชนิดความดัน	✓	✓	✓	✓	✓
4	เทอร์โมคัปเปิล	✓	✓	✓	✓	✓
5	ตัวตรวจจับอุณหภูมิด้วยความต้านทานและเทอร์มิสเตอร์	✓	✓	✓	✓	✓
6	ทรานสดิวเซอร์ทำงานด้วยแสง	✓	✓	✓	✓	✓
7	ทรานสดิวเซอร์-เซ็นเซอร์คลื่นเสียง ควิน ความร้อน ก๊าซ	✓	✓	✓	✓	✓
8	อุปกรณ์ควบคุมการเปิดปิดวงจร	✓	✓	✓	✓	✓
9	การควบคุมความเร็วและทิศทางมอเตอร์	✓	✓	✓	✓	✓
10	การควบคุมกำลังไฟฟ้ากระแสตรงและเครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้าคงที่	✓	✓	✓	✓	✓

ตารางที่ 1-6 สภาพปัญหาที่ 5

ลำดับที่	ชุดฝึกที่ใช้ฝึกปฏิบัติใบงาน	วิทยาลัยสารพัดช่างปราจีนบุรี	วิทยาลัยการอาชีพนครนายก	วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี	วิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว	วิทยาลัยเทคนิคนครนายก
1	ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นตัว ๆ เช่น ใช้ R, L, C ฯลฯ ต่อสายจัม	2 ชุด	-	-	2 ชุด	2 ชุด
2	ใช้แผนการทดลองเทคโนโลยีเมื่อ 25 ปีที่แล้ว	-	2 ชุด	2 ชุด	-	2 ชุด
3	ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ที่ทันสมัยและเข้าใจง่าย	-	-	-	-	-

จากเหตุผลและปัญหาดังที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยสนใจสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 เพื่อใช้แก้ปัญหสมรรถนะของนักเรียนดังกล่าวโดยอาศัยองค์ความรู้ที่มีประกอบกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่และศักยภาพของคอมพิวเตอร์ ในการสร้างชุดฝึกที่ผสมผสานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่เข้าไป สร้างบทเรียนในภาคทฤษฎี ที่สามารถสื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมได้ดีขึ้น ส่วนภาคปฏิบัติใช้เป็นชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 เพื่อแสดงผลการเปลี่ยนแปลงของแรงดันและสัญญาณไฟฟ้า และผลการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ใบงานการทดลองที่พัฒนาขึ้น สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าจากชุดฝึกสมรรถนะแสดงผลไปยังเครื่องมือวัด ดังนั้น ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 จึงสามารถทำให้ผู้เรียนเห็นคุณลักษณะและการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมได้ชัดเจนขึ้น สามารถสร้างความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น



ภาพที่ 1-5 แนวคิดการสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

## 1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ได้ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้ประกอบการเรียนการสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ของนักเรียน สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ที่มีคุณภาพ

1.3.2 ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์

1.3.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 อยู่ในระดับมาก

## 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

### 1.4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เรื่องอุปกรณ์ควบคุมการเปิดปิดวงจร การควบคุมกำลังไฟฟ้ากระแสตรงและเครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้าคงที่ สำหรับประกอบชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 จำนวน 4 บอร์ด สำหรับพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) วิทยาลัยเทคนิคนครนายก

### 1.4.2 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.2.1. ประชากรในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111

1.4.2.2. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้มาโดยการเลือกสุ่มแบบเจาะจงนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 รวมจำนวน 30 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 15 คน และกลุ่มควบคุม 15 คน ด้วยการสุ่มแบบง่ายโดยวิธีการจับฉลาก (Sample Random Sampling) ประกอบด้วยนักเรียนที่คละความสามารถ โดยมีผลการเรียนไม่แตกต่างกัน

### 1.4.3 ขอบเขตด้านตัวแปร มีดังนี้

1.4.3.1. ตัวแปรต้น คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

1.4.3.2. ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 วัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

## 1.5 ระยะเวลา

ระยะเวลาการศึกษาวิจัยคือตลอดภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560

## 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

การวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดในเรื่องเวลาและสถานที่ ด้วยวิทยาลัยที่สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษานั้น มีพื้นที่ห่างกัน ประกอบกับระยะเวลาในภาคเรียนต่อระยะเวลาของปีงบประมาณ มีความเหลื่อมล้ำกัน ซึ่งส่งผลต่อวิธีการดำเนินงาน การเก็บรวบรวมข้อมูล กลุ่มประชากร และกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกกลุ่มประชากร โดยเลือกวิทยาลัยเทคนิคนครนายก โดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายด้วยวิธีการจับฉลาก (Simple Random Sampling) เพื่อความสะดวกในการทดลองและไม่เป็นอุปสรรคในการเดินทาง

## 1.7 คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1.7.1 ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 หมายถึง สื่อการสอนที่มีส่วนประกอบของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ส่วนวงจรอินพุตและส่วนวงจรเอาต์พุต ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อสร้างเสริมความเข้าใจ และเพิ่มทักษะการเรียนรู้ด้านการประยุกต์ใช้งานด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ให้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ที่ลงทะเบียนเรียนในวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งประกอบด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ใบงานการทดลอง ใบเนื้อหา และแบบทดสอบ

1.7.2 สมรรถนะ หมายถึง ความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่จำเป็นของบุคคลในการทำงานให้ประสบความสำเร็จ มีผลงานได้ตามเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดหรือสูงกว่า

1.7.3 ความพึงพอใจ หมายถึง ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ที่ผู้วิจัยออกแบบและสร้างขึ้น โดยสามารถประเมินได้จากแบบสอบถามระดับความพึงพอใจ

## 1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.8.1 ได้ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 เพื่อให้ให้นักเรียนฝึกในภาคปฏิบัติ หลังจากที่ยื่นทฤษฎีผ่านไปแล้ว สามารถทำการทดลองจากชุดฝึกสมรรถนะที่ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาขึ้น ซึ่งจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

1.8.2 ชุดฝึกสมรรถนะที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้น สามารถใช้ในการสาธิตของครูผู้สอนในขณะทำการสอนได้ ซึ่งเหมาะสำหรับนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ทางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมไม่มากนัก จะได้ทำความเข้าใจกับอุปกรณ์และตรวจสอบได้ง่ายขึ้น

1.8.3 นักเรียนมีคุณภาพการเรียนรู้ได้ตรงตามเป้าหมายและเจตนารมณ์ของหลักสูตรอาชีวศึกษา

1.8.4 ทราบความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

1.8.5 เป็นแนวทางในการวิจัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการใช้สื่อประกอบการสอนในสาขาวิชาช่างอุตสาหกรรมของระดับการศึกษาอื่น ๆ

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้เพื่อออกแบบสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน รายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ของภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ที่ได้ศึกษาเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุนการศึกษาวิจัยดังนี้

- 2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556
- 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
- 2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้
- 2.4 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84
- 2.5 แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะ
- 2.6 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม
- 2.7 ความพึงพอใจ
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

##### 2.1.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

###### 2.1.1.1 หลักการของหลักสูตร

2.1.1.1.1 เป็นหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพหลังมัธยมศึกษาตอนต้นหรือเทียบเท่าด้านวิชาชีพที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แผนการศึกษาแห่งชาติ และประชาคมอาเซียน เพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนระดับฝีมือให้มีสมรรถนะ มีคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพ สามารถประกอบอาชีพได้ตรงตามความต้องการของสถานประกอบการและการประกอบอาชีพอิสระ

2.1.1.1.2 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้เลือกเรียนได้อย่างกว้างขวาง เน้นสมรรถนะเฉพาะด้านด้วยการปฏิบัติจริงสามารถเลือกวิธีการเรียนตามศักยภาพและโอกาสของผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเทียบโอนผลการเรียน สะสมผลการเรียน เทียบความรู้และประสบการณ์จากแหล่งวิทยาการ สถานประกอบการและสถานประกอบอาชีพอิสระ

2.1.1.1.3 เป็นหลักสูตรที่สนับสนุนการประสานความร่วมมือในการจัดการศึกษาร่วมกันระหว่างหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐและเอกชน

2.1.1.1.4 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษา สถานประกอบการ ชุมชน และท้องถิ่น มีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตรให้ตรงตามความต้องการและสอดคล้องกับสภาพยุทธศาสตร์ของภูมิภาค เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ



### 2.1.1.2 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

2.1.1.2.1 เพื่อให้มีความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพสอดคล้องกับมาตรฐานวิชาชีพ สามารถนำความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพไปปฏิบัติงานอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ เลือกวิถีการดำรงชีวิต การประกอบอาชีพได้อย่างเหมาะสมกับตน สร้างสรรค์ความเจริญต่อชุมชน ท้องถิ่นและประเทศชาติ

2.1.1.2.2 เพื่อให้เป็นผู้มีปัญญา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่เรียนรู้ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและการประกอบอาชีพ สามารถสร้างอาชีพ มีทักษะในการจัดการและพัฒนาอาชีพให้ก้าวหน้าอยู่เสมอ

2.1.1.2.3 เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีความมั่นใจและภาคภูมิใจในวิชาชีพที่เรียน รักงาน รักหน่วยงาน สามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี โดยมีความเคารพในสิทธิและหน้าที่ของตนเองและผู้อื่น

2.1.1.2.4 เพื่อให้เป็นผู้มีพฤติกรรมทางสังคมที่ดีงาม ทั้งในการทำงาน การอยู่ร่วมกัน การต่อต้านความรุนแรงและสารเสพติด มีความรับผิดชอบต่อครอบครัว หน่วยงาน ท้องถิ่น และประเทศชาติ อุทิศตนเพื่อสังคม เข้าใจและเห็นคุณค่าของศิลปวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น มีจิตสำนึกด้านปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง รู้จักใช้และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสร้างสิ่งแวดล้อมที่ดี

2.1.1.2.5 เพื่อให้มีบุคลิกภาพที่ดี มีมนุษยสัมพันธ์ มีคุณธรรม จริยธรรม และวินัยในตนเอง มีสุขภาพอนามัย ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกายและจิตใจเหมาะสมกับงานอาชีพ

2.1.1.2.6 เพื่อให้ตระหนักและมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจ สังคม การเมืองของประเทศและโลก มีความรักชาติ สำนึกในความเป็นไทย เสียสละเพื่อส่วนรวม ดำรงรักษาไว้ซึ่งความมั่นคงของชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ และการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข

### 2.1.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

#### 2.1.2.1 ชื่อวิชาและรหัสวิชา

วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 เป็นวิชาในหมวดกลุ่มทักษะวิชาชีพเลือก ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 3 หน่วยกิต เวลาเรียนรวม 5 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

#### 2.1.2.2 จุดประสงค์รายวิชา

จุดประสงค์รายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ดังนี้

2.1.2.2.1 เพื่อให้เข้าใจการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมในงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

2.1.2.2.2 เพื่อให้มีทักษะในการวัด ทดสอบ ตรวจสอบ และบำรุงรักษาอุปกรณ์ในงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และการประยุกต์การใช้งาน

2.1.2.2.3 เพื่อให้มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย มีลำดับขั้นตอนในการทำงานอย่างถูกต้องและปลอดภัย

#### 2.1.2.3 สมรรถนะรายวิชา

สมรรถนะรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 มีดังนี้

2.1.2.3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อประยุกต์ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

2.1.2.3.2 ประกอบและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในงานอุตสาหกรรม

2.1.2.3.3 ตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในงานอุตสาหกรรม

2.1.2.4 คำอธิบายรายวิชา

คำอธิบายรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 มีดังนี้ ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ในงานอุตสาหกรรม โครงสร้าง การทำงานและคุณลักษณะของอุปกรณ์ควบคุม การเปิด-ปิดวงจร อุปกรณ์ทรานซิสเตอร์และเซ็นเซอร์ความร้อน อุณหภูมิ แสง เสียง แรงกล ระดับของเหลว สนามแม่เหล็ก ความชื้น ก๊าซ ควีน แรงดัน (Pressure) อัตราการไหล ความเร็วรอบ การควบคุมแบบต่าง ๆ และการประยุกต์ใช้งาน

## 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วยกลุ่มอุตสาหกรรมที่สำคัญ ได้แก่

2.2.1 กลุ่มผลิตภัณฑ์โทรคมนาคม

2.2.2 กลุ่มผลิตภัณฑ์คอมพิวเตอร์

2.2.3 กลุ่มอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

2.2.4 กลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน

2.2.5 กลุ่มอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์

2.2.6 กลุ่มอุตสาหกรรมสนับสนุน

โดยทั้ง 6 กลุ่มอุตสาหกรรมมีความเชื่อมโยงกัน มีกลุ่มอุตสาหกรรมสนับสนุนเป็นพื้นฐานในการเติบโต อุตสาหกรรมในแต่ละสาขาย่อยมีความแตกต่างกันพอควร

2.2.1 กลุ่มผลิตภัณฑ์โทรคมนาคม

เป็นอุตสาหกรรมที่ค่อนข้างใหม่สำหรับประเทศไทย ส่วนใหญ่ต้องใช้เทคโนโลยีในการผลิตสูง ที่ผ่านมามีการผลิตในประเทศมักจะผลิตอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้เทคโนโลยีไม่ซับซ้อนเป็นการนำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศ เพื่อประกอบในโรงงานที่เป็นมาตรฐานการผลิตในประเทศ ได้แก่ เครื่องรับโทรทัศน์ เครื่องโทรสาร จานดาวเทียม และชิ้นส่วนโทรศัพท์

2.2.2 กลุ่มผลิตภัณฑ์คอมพิวเตอร์

อุปกรณ์และส่วนประกอบเป็นอุปกรณ์ที่ต้องใช้เงินลงทุนสูง ใช้เทคโนโลยีในการผลิตสูงและทันสมัย เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก การผลิตในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเป็นชิ้นส่วน อุปกรณ์และส่วนประกอบ หรือนำเข้าชิ้นส่วนเพื่อประกอบเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปเพื่อส่งออก โดยต้องพึ่งพาวัตถุดิบและชิ้นส่วนจากต่างประเทศ กวาร์ร้อยละ 70-80 และใช้เทคโนโลยีจากบริษัทแม่ที่เข้าร่วมทุนผลิตภัณฑ์ที่สำคัญได้แก่ ชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์, ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Hard Disk Drive) และ แมกเนติก เทป (Magnetic Tape)

2.2.3 กลุ่มอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

อุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นการผลิตที่เน้นใช้แรงงาน (Labor Intensive) เป็นสำคัญและจะเป็นลักษณะร่วมทุนกับต่างประเทศ (Joint Venture) ในรูปของบริษัทข้ามชาติ (Muit-National) บริษัทในเครือ (Subsidiary) และผู้รับช่วงการผลิต (Subcontracting)

ทั้งนี้ลูกค้าส่วนใหญ่คือ ลูกค้าต่างชาติ ปัจจุบันอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ต้องพึ่งการนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศถึงร้อยละ 80 ใช้วัตถุดิบในประเทศร้อยละ 20 ผลิตภัณฑ์ของกลุ่มฯ ได้แก่ ไอซี, พีซีบี รีซิสเตอร์ (PCB Resistor), ตัวเก็บประจุ (Capacitor), แบตเตอรี่ (Battery) และขดลวด (Coil) ซึ่งผลิตเพื่อส่งออกเป็นส่วนใหญ่

#### 2.2.4 กลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน

เป็นอุตสาหกรรมที่มีการผลิตมานานกว่า 30 ปี ผู้ผลิตมีการพัฒนาขีดความสามารถทางเทคโนโลยีการออกแบบและมีความสามารถในการผลิตชิ้นส่วน ส่วนประกอบและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ทำให้เครื่องใช้ภายในบ้านที่ผลิตในประเทศไทยมีรูปแบบสวยงาม คุณภาพดี การผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านมีความเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมในประเทศสูง โดยปัจจุบันมีการใช้ชิ้นส่วนในประเทศเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และนำเข้าวัสดุและวัตถุดิบพื้นฐาน เช่น เหล็ก อลูมิเนียม ทองแดง พลาสติก เคมีภัณฑ์ เพื่อผลิตชิ้นส่วนและส่วนประกอบนำมาประกอบเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ เครื่องรับโทรทัศน์ และเครื่องเสียงไฮไฟ (Hi Fi Audio) เป็นต้น

#### 2.2.5 กลุ่มอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์เข้ามามีบทบาทที่สำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากเทคโนโลยีสารสนเทศมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์ เทคโนโลยีเชื่อมต่อสาระที่เป็นสื่อผสม (Multimedia) เทคโนโลยีโทรคมนาคมรวมถึงเทคโนโลยีซอฟต์แวร์อีกด้วย อีกทั้งหน่วยงานต่าง ๆ ได้มีการลงทุนพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่มีมูลค่าสูงมาก ทำให้ตลาดซอฟต์แวร์ภายในประเทศขนาดใหญ่เพียงพอ และมีการพัฒนาการใช้เทคโนโลยีทันสมัยเป็นพื้นฐานในการพัฒนาอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์ระยะสั้น ๆ ผลิตภัณฑ์ที่สำคัญของอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์ได้แก่ แอปพลิเคชัน ซีเอไอ (Application CAI) และ โปรแกรมเมเบิล ลอจิก (Programmable Logic)

#### 2.2.6 กลุ่มอุตสาหกรรมสนับสนุน

อุตสาหกรรมสนับสนุนเป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานในการผลิตของอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมแม่พิมพ์ ชิ้นส่วนโลหะ ชิ้นส่วนพลาสติก ฯลฯ โดยมีกระบวนการผลิตที่สำคัญ ได้แก่ การปั๊มขึ้นรูป การชุบเคลือบผิวโลหะ งานเครื่องมือกล การหล่อ การเชื่อม การฉีดพลาสติกและการขึ้นรูปยาง ซึ่งการผลิตชิ้นส่วนแต่ละชนิดจะมีการใช้เทคโนโลยีการออกแบบและเทคโนโลยีการผลิตที่แตกต่างกัน โดยเทคโนโลยีด้าน DIE/MOLD เป็นหัวใจสำคัญของการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในปี 2559 คาดว่าการผลิตจะปรับตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.46 เมื่อเทียบกับปีก่อน โดยมาจากกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ปรับตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.55 เมื่อเทียบกับปีก่อน โดยสินค้าในกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์ปรับตัวเพิ่มขึ้น ได้แก่ ไอซีที่ประกอบวงจรทั้งหมดลงบนแผ่นฉนวนแผ่นเดียว (Monolithic IC) และไอซีอื่น ๆ (Other IC) ปรับตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.58 และ 5.35 เมื่อเทียบกับปีก่อน ตามลำดับ เนื่องจากไอซี เป็นชิ้นส่วนสำคัญในการพัฒนาสินค้าที่มีการใช้เทคโนโลยีที่สูง รวมถึงนำไปใช้เป็นชิ้นส่วนในสมาร์ตโฟน (Smart phone) และแท็บเล็ต (Tablet) ซึ่งมีความต้องการเพิ่มขึ้นมาก

สำหรับการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (HDD) มีการพัฒนาให้มีความจุมากขึ้นสำหรับนำไปใช้ในศูนย์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Cloud Storage) และมีการใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก (External HDD) มากขึ้น ทำให้ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (HDD) ปรับตัวลดลงร้อยละ 8.90 เมื่อเทียบกับปีก่อน ซึ่งเป็นการปรับตัวลดลง

มาตั้งแต่ไตรมาส 1/2559 เนื่องจากความต้องการใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่ลดลง ซึ่งจะส่งผลให้ความต้องการฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (HDD) ปรับตัวลดลง

ส่วนกลุ่มอุตสาหกรรมไฟฟ้ามีการปรับตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 13.71 เมื่อเทียบกับปีก่อนเนื่องจากเครื่องปรับอากาศสามารถขยายตัวได้ทั้งตลาดในประเทศและตลาดส่งออกหลักต่อเนื่องมาตั้งแต่ต้นปี และเครื่องซักผ้ามีการขยายตัวอย่างมากในไตรมาสที่ 3 เนื่องจากผู้ผลิตบางรายมีการขยายกำลังการผลิต โดยเริ่มผลิตและส่งออกตั้งแต่เดือนสิงหาคมที่ผ่านมา

## 2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้

ทิตนา แชมมณี (2551 : 64-68) ได้อธิบายเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ และกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการพัฒนาการเรียนรู้ และการสอนตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) สรุปได้ดังนี้

เพียเจต์ เชื่อว่าการพัฒนาการทางด้านความคิดของเด็ก มีขั้นตอนหรือกระบวนการเรียนรู้เป็นไปตามการพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งมีพัฒนาการไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น พัฒนาการเป็นสิ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติไม่ควรจะเร่งให้เด็กข้ามการพัฒนาการขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง เพราะจะทำให้เกิดผลเสียแก่เด็ก ในช่วงที่เด็กกำลังจะพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่าสามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว เพียเจต์ เน้นความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติ และพัฒนาการของเด็กมากกว่าการกระตุ้นเด็กให้มีพัฒนาการที่เร็วขึ้น

สรุปหลักทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น ได้แก่ ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (Sensor Motor Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 0-2 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นกับการรับรู้และการกระทำ เด็กยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง และยังไม่สามารถเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preoperational Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ยังขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ ยังไม่สามารถจะใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้ง แต่สามารถเรียนรู้ใช้ภาษาแบ่งเป็นขั้นย่อย ๆ 2 ขั้น คือขั้นก่อนเกิดความคิดรวบยอด (Pre-Conceptual Intellectual Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 2.5-4 ปี ขั้นการคิดด้วยความเข้าใจของตนเอง (Intuitive Thinking Period) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 4-7 ปี ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (Concrete Operational) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 7-11 ปี เป็นขั้นที่เกิดการคิดของเด็กไม่ขึ้นกับการรับรู้จากรูปร่างเท่านั้นเด็กสามารถสร้างภาพในใจ และสามารถย้อนกลับไปได้ และมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวเลขและสิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้น ขั้นตอนการคิดแบบนามธรรม (Formal Operational Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 11-15 ปี เด็กสามารถคิดเป็นนามธรรมได้และสามารถคิดตั้งสมมติฐานใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ ภาษาและกระบวนการคิดของเด็กแตกต่างจากผู้ใหญ่

ส่วนกระบวนการทางสติปัญญามีลักษณะดังนี้ การซึมซับหรือการดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการทางสมองในการรับประสบการณ์ เรื่องราว และข้อมูลต่าง ๆ เข้ามาสะสมเก็บไว้เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป การปรับและจัดระบบ (Accommodation) คือกระบวนการทางสมองในการปรับประสบการณ์เดิม และประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากันอย่างเป็นระบบ หรือเครือข่ายทางปัญญาที่ตนสามารถเข้าใจได้ เกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญาใหม่ขึ้น การเกิดความสมดุล (Equilibration) เป็น

กระบวนการที่เกิดขึ้นจากขั้นของการปรับ หากการปรับเป็นไปอย่างผสมผสาน กลมกลืน ก็จะก่อให้เกิดสภาพที่สมดุล

กระบวนการสอนตามหลักทฤษฎีของเพียเจต์

1. ในการพัฒนาเด็ก ควรคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กและจัดประสบการณ์ให้เด็กอย่างเหมาะสมกับพัฒนาการนั้นไม่ควรบังคับให้เด็กเรียนในสิ่งที่ยังไม่พร้อมหรือยากเกินพัฒนาตามวัยของตน เพราะจะก่อให้เกิดเจตคติที่ไม่ดีได้

1.1 การจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้เด็กเกิดการเรียนรู้ตามวัยของตนสามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปสู่พัฒนาการขั้นสูงขึ้นได้

1.2 เด็กแต่ละคนมีพัฒนาการแตกต่างกัน ถึงแม้อายุจะเท่ากัน แต่ระดับพัฒนาการอาจไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงไม่ควรเปรียบเทียบเด็ก ควรให้เด็กมีโอกาสที่จะเรียนรู้และพัฒนาความสามารถของเขาไปตามระดับพัฒนาการของเขา

1.3 ในการสอนควรใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรม เพื่อช่วยให้เด็กเข้าใจลักษณะต่าง ๆ ได้ดีขึ้น แม้ในพัฒนาการช่วงการคิดแบบรูปธรรมเด็กจะสามารถสร้างภาพในใจได้ แต่การสอนที่ใช้อุปกรณ์ที่เป็นรูปธรรมจะช่วยให้เด็กเข้าใจชัดเจนขึ้น

2. การให้ความสนใจและสังเกตเด็กอย่างใกล้ชิด จะช่วยให้ได้ทราบลักษณะเฉพาะตัวของเด็ก

3. ในการสอนเด็กเล็ก ๆ เด็กจะรับรู้ส่วนรวม (Whole) ได้ดีกว่าส่วนย่อย (Part) ดังนั้นครูจึงควรสอนรวมก่อนจึงแยกสอนทีละส่วน

4. ในการสอนสิ่งใดให้กับเด็ก ควรเริ่มจากสิ่งที่เด็กคุ้นเคยหรือมีประสบการณ์มาก่อนแล้วจึงเสนอสิ่งใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเก่า การทำเช่นนี้จะช่วยให้กระบวนการซึมซับและจัดระบบความรู้ของเด็กเป็นไปด้วยดี

5. การเปิดโอกาสให้เด็กได้รับประสบการณ์ และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมากช่วยให้เด็กดูดซึมข้อมูลเข้าสู่โครงสร้างสติปัญญาของเด็กอันเป็นการส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก (ทิสนา แคมมณี, 2551 : 64-68)

สรุปได้ว่าตามทฤษฎีหลักการเรียนรู้ จะเป็นการเชื่อมโยงกันระหว่างสิ่งเร้ากับสิ่งตอบสนอง ต้องอาศัยการเรียนรู้ เช่น กฎแห่งความพร้อม คือสภาพความพร้อมหรือวุฒิภาวะของผู้เรียนทั้งทางด้านร่างกาย และอวัยวะต่าง ๆ กฎแห่งการฝึกหัด คือการที่นักเรียนได้ฝึกกระทำซ้ำ ๆ บ่อย ๆ แล้วจะเกิดทักษะการเรียนรู้

## 2.4 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมบอร์ด WD 81-84

### 2.4.1 เอกสารประกอบการสอน

#### 2.4.1.1 ความหมายของเอกสารประกอบการสอน

นิรมล ศตวุฒิ และศักดิ์ศรี ปาณะกุล (2546 : 10) กล่าวว่า เอกสารประกอบการสอน หมายถึง เอกสารวิชาการที่ผู้สอนวิชาใดวิชาหนึ่งเขียนและเรียบเรียงขึ้น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสอนหรือเป็นเอกสารให้ผู้เรียนได้ศึกษาเพิ่มเติม ตัวอย่างเอกสารที่ใช้เป็นแนวทางในการสอน ได้แก่ แผนการสอน ระยะเวลา รายคาบ คำโครงเนื้อหาวิชา เป็นต้น

กรมวิชาการ (2544 : 9) เอกสารประกอบการสอน หมายถึง เอกสารที่บอกถึงเทคนิคการแก้ปัญหา การเรียนการสอนเฉพาะเรื่องหรือเฉพาะจุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้ครูหรือนักเรียนไว้ใช้ประกอบการ สอนเรื่องใดเรื่องหนึ่งตามหลักสูตรที่ใช้ในสถานศึกษาซึ่งจะต้องมีหัวข้อเนื้อหาครอบคลุมและครบถ้วน ตามรายละเอียดของวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ไม่น้อยกว่า 1 รายวิชา

นคร พันธุ์ณรงค์ (2538 : 24) เอกสารประกอบการสอน หมายถึง เอกสารหรืออุปกรณ์ที่ครูใช้ ประกอบการสอนวิชาใดวิชาหนึ่งตามหลักสูตรที่ใช้ในสถานศึกษา มีหัวข้อ เนื้อหาครอบคลุมและ ครบถ้วนตามรายละเอียดของวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรครอบคลุมด้านต่าง ๆ ดังนี้ จุดประสงค์การ เรียนรู้ สาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน การวัดผลประเมินผล ตำราและ หนังสืออ่านประกอบ แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้

ราชบัณฑิตยสถาน (2539 : 647) นอกจากนี้ ราชบัณฑิตยสถานได้ให้ความหมายของเอกสาร ประกอบการสอนไว้ว่า หมายถึง วัสดุ หรือเครื่องมือที่จัดทำขึ้น ซึ่งมีข้อมูลเนื้อหาสาระที่เป็นประโยชน์ ต่อประสบการณ์ การเรียนรู้สำหรับนำไปใช้ในการเรียนการสอนของครู และนักเรียนให้เป็นไปตาม หลักสูตรกำหนด

ถวัลย์ มาศจรัส (2548 : 96) อีกหนึ่งความหมายของเอกสารประกอบการสอน โดยอ้างตาม ความหมายของกระทรวงศึกษาธิการว่า เอกสารประกอบการสอน หมายถึง เอกสารหรืออุปกรณ์ที่ใช้ ประกอบการสอน หรือจัดการเรียนรู้ วิชาใดวิชาหนึ่งตามหลักสูตรที่ใช้ในสถานศึกษามีหัวข้อและ เนื้อหาครอบคลุมและครบถ้วน ตามรายละเอียดของวิชาที่หลักสูตรกำหนดไว้

จากการศึกษาความหมายของเอกสารประกอบการสอน สามารถสรุปได้ว่าเอกสาร ประกอบการสอน หมายถึง เอกสาร อุปกรณ์ หรือสื่ออื่น ๆ ที่ใช้ประกอบการสอนวิชาใดวิชาหนึ่งตาม หลักสูตรที่ใช้ในสถานศึกษา ซึ่งมีหัวข้อและเนื้อหาครอบคลุมตามรายละเอียดของวิชาที่กำหนดไว้ใน หลักสูตร ประกอบด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียน การสอน การวัดผลประเมินผล ตำรา หนังสืออ่านประกอบ และแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ซึ่งนำไปสู่จุดหมายของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 2.4.1.2 ประโยชน์ของเอกสารประกอบการสอน

กรมสามัญศึกษา ศึกษานิเทศก์ (ม.ป.ป. : 23) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของเอกสาร ประกอบการสอนว่า นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระตรงจุดประสงค์ของหลักสูตร จากเอกสารที่ผ่าน การวิเคราะห์ ศึกษาค้นคว้า และเรียบเรียงอย่างดี เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพท้องถิ่น และ ความสามารถของนักเรียน เอกสารประกอบการสอนที่จัดทำเป็นรูปเล่มเรียบร้อย และสะดวกแก่การ ใช้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

พิสันต์ ด่านไพบูลย์ (2536 : 9) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของเอกสารประกอบการสอน ดังนี้

1. ทำให้ผู้ทำได้มีโอกาสศึกษาหลักสูตรอย่างละเอียด เช่น หลักการของหลักสูตร และคำอธิบาย รายวิชาของวิชานั้น ๆ เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหา และจุดประสงค์รายวิชาที่จะจัดทำเอกสาร ประกอบการสอนให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

2. ทำให้ผู้ทำได้ฝึกการค้นคว้าแหล่งวิชาต่าง ๆ ตลอดจนการทำเชิงอรรถ บรรณานุกรม อ้างอิง เพื่อให้เอกสารประกอบการสอนมีความสมบูรณ์หรือสำหรับผู้สนใจศึกษารายละเอียด

มิ่งขวัญ ธรรมสโรช (2539 : 8) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของเอกสารประกอบการสอน ดังนี้

1. ทำให้ได้ปฏิบัติงานอย่างมีระบบเป็นขั้นตอนที่เกี่ยวกับการศึกษาหลักสูตรรายวิชา กำหนดขอบเขตของเนื้อหาวิชา กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ การค้นคว้าเนื้อหาอย่างละเอียด การเขียนกิจกรรมการเรียนการสอน การสร้างสื่ออุปกรณ์การเรียน การวัดผลประเมินผลตลอดจนการจัดทำหนังสือ และตำราอ่านประกอบ

2. ทำให้มีคู่มือสอนที่สะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ ส่งเสริมให้ผู้เรียนบรรลุผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร ตลอดจนเป็นประโยชน์ต่อครู อาจารย์ที่สอนแทน สามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนได้ เป็นประโยชน์ต่อครู อาจารย์ หรือผู้ที่สนใจนำไปเป็นแนวทางหรือปรับปรุงประยุกต์ให้เหมาะสม

สรุปได้ว่า เอกสารประกอบการสอนมีประโยชน์ในการใช้เป็นคู่มือครูเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนของครู และพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของนักเรียนทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ และผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

#### 2.4.1.3 ข้อดีของเอกสารประกอบการสอน

กิตานันท์ มลิทอง (2543 : 112) กล่าวถึงข้อดีของเอกสารประกอบการสอนดังนี้ ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความสามารถของแต่ละบุคคล เหมาะสำหรับการอ้างอิงหรือทบทวนสะดวกในการแก้ไข และปรับปรุงเนื้อหาใหม่ เหมาะสำหรับการเรียนรู้ที่วิธีหนึ่ง

สุรชัย บุญญานุสิทธิ์ (2542 : 2) ได้กล่าวถึงข้อดีของเอกสารประกอบการสอนเป็นเอกสารจัดพิมพ์ที่มีรูปแบบแน่นอน ที่ใช้แทนตำราหรือแบบเรียนได้ครอบคลุมจุดมุ่งหมาย เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการสอน และวิธีวัดผล ตามที่ระบุไว้ในหลักสูตรรายวิชาใดวิชาหนึ่งสามารถใช้ศึกษาได้ด้วยตนเอง และใช้จัดสภาพการเรียนการสอนในชั้นเรียนได้ มีความเชื่อถือได้สูง ในกรณีที่เรียบเรียงเนื้อหาจากหลายแห่งจะมีการอ้างอิง เชิงอรรถและบรรณานุกรม ปรากฏไว้ท้ายเอกสารชุดนั้น ด้วย สามารถนำไปใช้ได้ ตามแผนการสอนที่วางไว้และประเมินคุณภาพของเอกสารได้ หรือสามารถให้ผู้อื่นนำไปใช้ ส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนให้สูงขึ้น สามารถประเมินประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดตั้งแต่ 70/70 ขึ้นไป เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาสามารถแก้ไขปัญหาได้ มีความเชื่อถือสูง มีผลพิสูจน์เชิงประจักษ์ และสามารถนำไปใช้ได้จริง

สรุปเอกสารประกอบการสอนมีข้อดีต่อครูและนักเรียน ข้อดีที่มีต่อครู คือ สามารถใช้แทนแบบเรียนหรือตำราได้ สามารถใช้ทบทวนอ้างอิงในเนื้อหา มีความสะดวกในการใช้งาน สามารถแก้ไขและปรับปรุงเนื้อหาให้ใหม่อยู่เสมอ เหมาะกับการเปลี่ยนแปลงของการศึกษา เรียนรู้ให้ทันต่อยุคสมัย ข้อดีที่มีต่อผู้เรียน ได้แก่ เป็นเอกสารที่มีเนื้อหาสาระครอบคลุมตามคำอธิบายของหลักสูตรที่กำหนดไว้สามารถใช้ศึกษาได้ด้วยตนเอง ใช้เป็นเอกสารสำหรับการเรียนรู้ได้ตามความสามารถของรายบุคคล ใช้สำหรับศึกษาทบทวน การอ้างอิง และช่วยส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สัมฤทธิ์ที่สูงขึ้นได้

#### 2.4.1.4 ส่วนประกอบของเอกสารประกอบการสอน

ทรงจิต ปราสาท (2534 : 19-22) เอกสารประกอบการสอนเป็นเอกสารที่สร้างขึ้นจากการศึกษา คำอธิบายรายวิชาของแต่ละวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร มีผู้กำหนดลักษณะของเอกสารประกอบการสอนไว้ดังนี้ แต่ละหน่วยการเรียนต้องประกอบด้วย ความคิดรวบยอด จุดประสงค์เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน แบบฝึกหัด และคำถามท้ายบท

นคร พันธุ์ณรงค์ (2538 : 42) ส่วนประกอบในการเขียนเอกสารประกอบการสอนควรแยกเขียนเป็นหน่วยการเรียนรู้ ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วยลำดับหน่วยการเรียนรู้และชื่อหน่วยการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ เนื้อหาประกอบ และแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้

สรุปได้ว่าเอกสารประกอบการสอนที่ดีควรมีลักษณะมีรูปแบบที่แน่นอน ประกอบด้วยลำดับและชื่อหน่วยการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญหรือความคิดรวบยอด เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผล ตำราหรือหนังสืออ่านประกอบและแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้

#### 2.4.1.5 การสร้างเอกสารประกอบการสอน

##### 2.4.1.5.1 ขั้นตอนการสร้างเอกสารประกอบการสอน

ขั้นตอนการสร้างเอกสารประกอบการสอนเป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญมีนักวิชาการหลายท่านได้เสนอแนะแนวทางการสร้างเอกสารประกอบการสอน ไว้ดังนี้

วิชัย ประสิทธิ์วุฒิเวชช์ (2542 : 20-21) ได้กล่าวไว้ว่า ข้อเสนอแนะสำหรับการสร้างเอกสารประกอบการสอนประกอบด้วย ศึกษาค้นคว้า เนื้อหาสาระของเรื่องที่เขียน ศึกษารูปแบบที่ใช้ในการเรียน ลงมือเขียน ทบทวน ชัดเจน เพิ่มเติมภาพประกอบ (ถ้ามี) ให้บุคคลที่เกี่ยวข้องอ่านและให้ข้อคิดเห็น ปรับปรุง แก้ไข พิมพ์เผยแพร่

จินตนา ไบกาชุยี (2542 : 21) ให้นำแนวทางในการสร้างเอกสารประกอบการสอนว่า การสร้างเอกสารประกอบการสอนเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ ผู้สอนจะต้องสร้างให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนของตนในชั้นเรียน โดยมีขั้นตอนการสร้างเอกสารประกอบการสอน ดังนี้ ขั้นเตรียมการ ต้องวิเคราะห์จุดประสงค์ของหลักสูตรและขอบเขตของเนื้อหาสาระ พิจารณา คาบเวลาเรียนและวิเคราะห์ความรู้ความสามารถของผู้เรียน ส่วนการวิเคราะห์หลักสูตรผู้สอน จำเป็นต้องทำความเข้าใจกับแนวคิด ปรัชญาจุดหมายหลักการ และโครงสร้างของหลักสูตรแม่บท เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริงจะได้มองเห็นทิศทางของหลักสูตร และมีแนวคิดพื้นฐานในการเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนให้ถูกต้องตามแนวที่หลักสูตรมุ่งหวัง นอกจากนี้จะศึกษาประเด็นในการวิเคราะห์หลักสูตรดังกล่าวข้างต้นแล้วยังจำเป็นต้องศึกษาจุดประสงค์และคำอธิบายรายวิชาที่ปรากฏในหลักสูตรซึ่งจะทำให้ทราบสาระ เหล่านั้นมีลักษณะสำคัญอย่างไร มุ่งให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะ การปฏิบัติ เจตคติ และค่านิยม มีขอบข่ายเพียงใด เพื่อจะได้กำหนดเอกสารประกอบการสอนที่จะใช้ได้อย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ ขั้นวางแผน ต้องกำหนดจุดประสงค์ของเอกสารประกอบการสอน กำหนดขอบเขตของเนื้อหาสาระแล้วจึงทำเค้าโครงสร้าง (Outline) ของเอกสารประกอบการสอน จากนั้นจึงกำหนดแนวทางการเสนอเนื้อหาสาระและเตรียมการเกี่ยวกับข้อมูล และแหล่งข้อมูลที่จะต้องใช้ในการยกร่างต้นฉบับ การที่จะเลือกใช้เอกสารประกอบการสอนให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้สอนจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวต่าง ๆ เพิ่มเติม อาทิ เรียนรู้ เทคนิควิธีการสอนที่น่าสนใจวิธีกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในสิ่งที่จะเรียน คุณสมบัติของผู้เรียน ศึกษาสภาพของสิ่งแวดล้อมที่จะช่วยเกื้อกูลในการเรียนการสอน ฯลฯ ทั้งอาจจะศึกษาจากเอกสารคู่มือหลักสูตร คู่มือการสอน ฯลฯ หรือศึกษาจากบุคลากรและแหล่งความรู้ในชุมชนตามความเหมาะสม ปัจจัยดังกล่าวจะช่วยส่งเสริมให้การสร้างเอกสารประกอบการสอนเกิดผลสัมฤทธิ์ตามความต้องการมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้จะจัดกิจกรรมในการสอน โดยกำหนดให้นักเรียนค้นคว้าจากหนังสือและแหล่งวิทยากร เพื่อให้ผู้เรียนมีแหล่งข้อมูลประกอบการคิดวิเคราะห์ หาหลักการหรือข้อสรุปได้ด้วยตนเอง



ขั้นยกร่างต้นฉบับเอกสารประกอบการสอน ลงมือเขียนต้นฉบับและปรับปรุงจนมีความเหมาะสม  
ขั้นทดลองใช้ต้นฉบับทดลองใช้ต้นฉบับที่ปรับปรุงแล้วกับกลุ่มตัวแทนผู้เรียนจำนวนมากขึ้นใน  
สถานการณ์ที่สอนจริงแล้วจึงนำมาปรับปรุงอีกครั้งขั้นจัดทำต้นฉบับสมบูรณ์

สงเสริม ชูรักษ์ (2545 : 12) ได้ระบุขั้นตอนการสร้างเอกสารประกอบการสอนดังนี้ ขั้นเตรียม  
วิเคราะห์หลักสูตร วิเคราะห์ขอบเขตเนื้อหา ขั้นวางแผน กำหนดจุดประสงค์ กำหนดขอบเขต จัดทำ  
โครงร่าง (Outline) กำหนดแนวทางสอนเนื้อหา เตรียมข้อมูลและแหล่งข้อมูลขั้นยกร่างลงมือเขียน  
ต้นแบบ ครั้งที่ 1 ตรวจสอบต้นแบบ ครั้งที่ 1 และปรับปรุง ขั้นทดลองใช้ ทดลองใช้ต้นแบบ และ  
ปรับปรุง ทดลองใช้ต้นแบบกับกลุ่มตัวอย่างและปรับปรุง ขั้นทำต้นแบบจัดทำต้นแบบเอกสาร  
ประกอบการสอนให้สมบูรณ์

สรุปขั้นตอนการสร้างเอกสารประกอบการสอนมีขั้นตอนที่เริ่มด้วยการวิเคราะห์จุดประสงค์ของ  
หลักสูตร หรือสาระการเรียนรู้เป็นกรอบในการจัดทำนอกจากนั้นจะพิจารณาระดับของผู้เรียน  
เพื่อที่จะจัดแผนการเรียนรู้และกิจกรรมปฏิบัติความเหมาะสม และความสนใจโดยเรียงลำดับจากง่าย  
ไปหายาก และสิ่งสำคัญคือการใช้แหล่งข้อมูลในชุมชนที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตของผู้เรียนรวมทั้ง  
สอดคล้องคุณธรรม จริยธรรม ในทุกขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้

#### 2.4.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

สุพิน บุญชูวงศ์ (2544) กล่าวว่าไว้ว่าจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นจุดหมายปลายทางในการเรียน  
การสอน ดังนั้นจุดประสงค์การเรียนรู้จึงมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนโดยที่จุดประสงค์  
การเรียนรู้เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมในการเรียนการสอนการเลือกสื่อการเรียน และจัดเรื่องการ  
วัดผลประเมินผลได้อย่างเหมาะสม ทำให้การสอนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

Tyler (1949 : 3) กล่าวถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนการสอนจำเป็นต้อง  
กำหนดจุดประสงค์ให้ชัดเจน เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาคัดเลือกประเมิน และได้แนะนำ  
เกี่ยวกับหลักพื้นฐานในการกำหนดจุดประสงค์ ดังนี้ มีถ้อยคำที่บ่งบอกพฤติกรรมที่คาดหวัง มีการ  
กำหนดเงื่อนไขหรือสถานการณ์ เพื่อขยายกิจกรรมให้เด่นชัดมากขึ้น มีการกำหนดเกณฑ์หรือ  
มาตรฐานขั้นต่ำ มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

#### 2.4.3 สาระสำคัญ

วิชัย วงศ์ใหญ่ (2525 : 80) กล่าวถึงสาระสำคัญหรือแนวคิดสำคัญที่สามารถสรุปจากข้อมูล หรือ  
ข้อเท็จจริงนั้น ๆ อาจสรุปได้ด้วยคำกะทัดรัด และสื่อความหมายได้ มีความคิดรวบยอด และสามารถ  
นำมาประสานสัมพันธ์เกิดจากการคิดแก้ปัญหา เกิดความคิดสร้างสรรค์หรือคิดแบบมีวิจารณญาณใน  
การที่จะประยุกต์ใช้จากสิ่งที่ตนได้เรียนรู้มา เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ต่อไป

นาตยา ภัทรแสงไทย (2525 : 105) ได้กล่าวไว้ว่า สาระสำคัญหรือความคิดรวบยอดจะช่วยให้  
ผู้เรียนสามารถจัดประเภทสรุปและมองสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ในลักษณะร่วมกันมากกว่าที่จะมองแยกจากกัน  
เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตีความข้อมูล โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ได้ตั้งนั้นการเขียน  
สาระสำคัญควรเขียนดังนี้ ควรเขียนความคิดรวบยอดที่สำคัญ ๆ โดยพิจารณาจากเนื้อหาที่ปรากฏใน  
หน่วยการเรียนรู้ทั้งหมด หรือความคิดของเนื้อหาแต่ละตอนที่ควรเขียน ความรู้ความสามารถสำคัญที่  
จะต้องปลูกฝังให้เด็กนักเรียนควรเขียนเจตคติ ค่านิยม หรือสิ่งทีนักเรียนจะได้รับติดตัวไปในระยะยาว

#### 2.4.4 เนื้อหา

นคร พันธุ์ณรงค์ (2538 : 43) ได้เสนอแนะในการเขียนส่วนที่เป็นเนื้อหาควรพิจารณาในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้ ครอบคลุมขอบเขตเนื้อหาในคำอธิบายรายวิชาของหลักสูตร ความถูกต้อง ชัดเจน เอกสารอ้างอิง และค้นหาง่าย ความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียนในระดับชั้นนั้น ๆ

#### 2.4.5 กิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอนต้องยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดกิจกรรมต่าง ๆ และเน้นให้ผู้เรียน เรียนรู้ด้วยตนเองมีการประเมินผลการเรียนอย่างต่อเนื่องควบคู่กับการเรียนการสอนซึ่งเป็นการประเมินตามสภาพความจริง

กรมสามัญศึกษา หน่วยศึกษานิเทศก์ เขตการศึกษา 7 (2543 : 3) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางหรือผู้เรียนสำคัญว่า เป็นการจัดกิจกรรมประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีสิทธิ์มีส่วนร่วมในการวางแผนเลือกจัดกระบวนการเรียนการสอนในระบบที่ตนต้องการสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ปฏิบัติได้อย่างจริงจังให้สอดคล้องกับการดำรงชีวิตที่เป็นสุข เหมาะสมกับความถนัด ความสามารถ ความสนใจ และความต้องการ จำเป็นต้องมีอิสระในการตัดสินใจ และสร้างองค์ความรู้นำไปประยุกต์ปฏิบัติได้อย่างจริงจังให้สอดคล้องกับการดำรงชีวิตที่เป็นสุขเหมาะสมกับความถนัดของตนเอง ทั้งนี้ต้องเคารพสิทธิของบุคคลตามระบอบประชาธิปไตยซึ่งเป็นผลนำไปสู่การแก้ไขปัญหาได้ตรงเป้าหมายอย่างเหมาะสม แม้ไม่มีผู้สอน ผู้เรียนสามารถประสบความสำเร็จได้ในระดับหนึ่งที่ตนพึงพอใจ ซึ่งอาจขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างบุคคล เวลา และโอกาสทางการศึกษา

#### 2.4.6 การวัดผลและประเมินผลการเรียน

การประเมินผลการเรียนต้องประเมินตามหลักสูตร ที่สถานศึกษากำหนดให้ใช้ได้ดำเนินการประเมินตามสภาพจริงต่อเนื่องตลอดภาคเรียน ด้านความรู้ ความสามารถ และเจตคติจากกิจกรรมการเรียนการสอน และการปฏิบัติงานที่มอบหมายซึ่งครอบคลุมจุดประสงค์ และเนื้อหาวิชาโดยใช้เครื่องมือและวิธีการหลากหลายตามความเหมาะสมให้มีการประเมินเพื่อพัฒนา และการประเมินสรุปผลการเรียนโดยพิจารณาจากการประเมินแต่ละกิจกรรม และงานที่มอบหมายในอัตราส่วน ตามความสำคัญของแต่ละกิจกรรม หรืองานที่มอบหมายซึ่งต้องมีการประเมินผลก่อนเรียนการประเมินระหว่างเรียนและการประเมินเพื่อสรุปผลการเรียน

#### 2.4.7 สื่อและอุปกรณ์การสอน

วิจิตร ภักดีรัตน์ (2525 : 112) สื่อและอุปกรณ์การสอนที่ใช้ประกอบการสอนแต่ละครั้งต้องมีความสอดคล้องกับเนื้อหากิจกรรม และสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ความสำคัญของสื่อการสอนว่าสื่อการสอนมีบทบาทสำคัญที่สุดในการสอนวิชาสังคมศึกษา เพราะสื่อการสอนเป็นเครื่องมือช่วยในการสื่อความหมาย โดยมีครูเป็นผู้รวบรวมกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ นั้น ๆ คุณค่าของสื่อการสอนเป็นตัวกลางถ่ายทอดการเรียนรู้ช่วยให้เราเข้าใจเรื่องราวได้ง่ายขึ้น อันเป็นแนวทางสู่เป้าหมายดังนั้น สื่อการเรียนการสอนต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอนในหน่วยนั้น ๆ ต้องเหมาะสมกับวัย และความสามารถของนักเรียน ต้องสอดคล้องกับหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ และควรผ่านการทดลอง การใช้ และการปรับปรุงแก้ไขมาแล้วนอกจากนี้ต้องมีความน่าสนใจและราคาประหยัด

#### 2.4.8 ตำราและหนังสืออ่านประกอบ

ตำราและหนังสืออ่านประกอบมีความจำเป็นในการอ้างอิง เพื่อความถูกต้องของเนื้อหาหรือครูผู้สอนตลอดจนนักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมด้วยตนเองได้ ข้อเสนอแนะการเขียนตำราและหนังสืออ่านประกอบว่าผู้สอนควรเสนอแนะตำรา หรือหนังสือที่ครูและนักเรียนควรอ่านเพิ่มเติม นอกเหนือจากเนื้อหาในหน่วยการเรียนนั้น ๆ การเขียนหัวข้อนี้สิ่งที่ต้องเน้นเป็นพิเศษ คือการระบุหน้าของเรื่องที่เกี่ยวข้องให้ชัดเจน ควรหาได้ง่ายตามท้องถิ่นของนักเรียน มีตำราและหนังสืออ่านประกอบไม่น้อยกว่า 5 เล่ม ดังนั้นการเขียนตำรา และหนังสืออ่านประกอบต้องมีจำนวนข้อมูลมากเพียงพอแหล่งข้อมูลต้องทันสมัย รูปแบบการเขียนบรรณานุกรมถูกต้อง และสามารถนำไปสู่การค้นคว้าได้

#### 2.4.9 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นเครื่องมือวัด และประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของหลักสูตรรายวิชานั้น ๆ ข้อทดสอบที่ดีควรจะครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ปลายทางของการเรียนการสอนบทนั้นมีความยากง่ายพอเหมาะกับวัยของนักเรียนและความสามารถวัดได้ประเมินได้ตามความจริง และมีความเที่ยงตรงน่าเชื่อถือ

#### 2.4.10 การเขียนกิจกรรมในเอกสารประกอบการสอน

กิจกรรม หมายถึง งานที่กำหนดให้นักศึกษาปฏิบัติ การจัดสภาพการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษากิจกรรมมีความสำคัญ ช่วยให้นักศึกษาทบทวนเนื้อหาสาระสำคัญ ช่วยให้นักศึกษาทดสอบความรู้ ความเข้าใจของตน มีโอกาสได้แสวงหาความรู้และประสบการณ์เพิ่มเติมเป็นสิ่งที่เร้าให้นักศึกษาคิด และช่วยให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจเพิ่มมากขึ้น

#### 2.4.11 ใบงานการทดลอง

ใบงานการทดลองที่ใช้สำหรับการเรียนทดลองร่วมกับชุดทดลองผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหลักการพัฒนาและการสร้างใบงาน เพื่อทำการสร้างใบงานการทดลองมาใช้เป็นเอกสารให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอนที่กำหนด

ชูศักดิ์ เปลี่ยนภู (2545 : 128) ที่กล่าวว่าใบงานการทดลอง (Laboratory Sheet) หมายถึง เอกสารที่ใช้เป็นคำสั่งให้ปฏิบัติงาน หรือเป็นคำแนะนำให้ผู้เรียนสามารถดำเนินการทดลองให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ใบงานที่ใช้กันอยู่ในสถาบันการศึกษา จะมีทั้งที่ผู้สอนสร้างขึ้นมาใช้เอง และใบงานการทดลองที่ผลิตโดยบริษัทผู้สร้างอุปกรณ์สำหรับการทดลองโดยเฉพาะ หรือจากผู้ผลิตตำราเอกสารประกอบการสอนเป็นอาชีพ

#### 2.4.12 การปฏิบัติการทดลอง

สุชิน ชินสีห์ (2548 : 8) การสอนภาคปฏิบัติในวิชาช่างอุตสาหกรรมนั้นเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะเป็นการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนจากการจัดประสบการณ์ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาและการฝึกทักษะที่จำเป็นของการทำงานเพื่อเป็นการเตรียมพร้อมของผู้เรียนไปสู่งานอุตสาหกรรม งานปฏิบัติกิจกรรมที่ผสมผสานกันระหว่างความรู้ข้อมูลในศาสตร์ความสามารถทางสมอง (Intellectual Skill and Cognitive Strategies) ความสามารถทางกาย (Manipulative Skills) และการพัฒนาทัศนคติ (Affective) กิจกรรมการเรียนการสอนที่สนับสนุนความสามารถเหล่านี้ ได้แก่ การสอนทดลอง ซึ่งจากการศึกษาพบว่าได้มีการพัฒนารูปแบบการสอน

ทดลอง เพื่อนำมาใช้ในการสอนช่างอุตสาหกรรมทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความรู้ ทักษะ ความสามารถ และประสบการณ์เป็นอย่างดี

#### 2.4.13 การอ้างอิงในเอกสารประกอบการสอน

การอ้างอิง คือ การบอกแหล่งที่มาของข้อมูลหรือข้อความที่คัดลอกมาหรือ เก็บแนวคิดมาใช้ ในรายงานเพื่อแสดงหลักฐานที่มาของข้อมูลอันเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินคุณค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูล และเนื้อหา การอ้างอิงมีวิธีการดังนี้

เชิงอรรถ (Footnotes) คือการใส่หมายเลขกำกับท้ายข้อความที่คัดลอก หรือเก็บแนวคิดมาให้ตรงกับหมายเลขของรายการเชิงอรรถที่บอกแหล่งที่มา

การอ้างอิงแทรกปนเนื้อหา โดยระบุแหล่งที่มาไว้ในวงเล็บได้รับความนิยมนเพราะสะดวก และประหยัดเนื้อที่ในการจัดพิมพ์ มีแบบแผนเป็นสากล ง่ายแก่การศึกษาและปฏิบัติ

บรรณานุกรม (Bibliographies) หรือเอกสารอ้างอิง (Reference) เป็นส่วนที่แสดงถึงการศึกษา ค้นคว้าวิจัยของผู้เขียนว่ามีความสมบูรณ์กว้างขวาง ลึกซึ้ง ทันสมัยน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด (นครพันธุ์ณรงค์, 2538 : 45)

#### 2.4.14 การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

สิริไฉไล ทรงเที่ยงตรง (2541) ได้กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของชุดทดลองไว้ดังนี้ การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง หมายถึง การนำชุดทดลองไปทดลองใช้ (Try Out) เพื่อปรับปรุง แล้วนำไปสอนจริง นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข และจึงผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง มีผู้นิยมใช้ทั่วไป วิธีหนึ่งคือ เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 (The 90/90 Standard) หรือ เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ซึ่ง ได้ให้ความหมายไว้เป็น 4 ลักษณะ คือ

1. เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 หมายถึง การที่นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง ร้อยละ 90 แต่ไม่ได้เป็นเครื่องชี้ว่าบทเรียนนี้มีประสิทธิภาพตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ จะต้องดูความสำเร็จของนักเรียนที่สามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนได้เป็นส่วนมาก ถือว่า ร้อยละ 90 อาจเป็นตัวแทนที่ดีของนักเรียนส่วนมาก ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่า บทเรียนที่นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง เพียงร้อยละ 85 เป็นบทเรียนที่ไม่ดีและเชื่อถือไม่ได้ และบทเรียนที่นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องร้อยละ 100 เป็นบทเรียนที่ดีมีได้ ถ้านักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนไม่ค่อยได้

2. เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 หมายถึง นักเรียนร้อยละ 90 เรียนรู้บทเรียนได้ดีขึ้นกว่าเดิมร้อยละ 90 ของบทเรียน ตัวอย่างเช่น นักเรียนทำคะแนนทดสอบก่อนเรียนได้ร้อยละ 30 แต่นักเรียนสามารถทำคะแนนทดสอบหลังเรียนได้ร้อยละ 100 แสดงว่านักเรียนสามารถทำคะแนนได้เพิ่มขึ้น เพียงร้อยละ 70 เท่านั้น แต่ถ้านักเรียนทำคะแนนทดสอบหลังเรียนได้ร้อยละ 90 นักเรียนจะทำคะแนนได้เพิ่มขึ้น เพียงร้อยละ 60 จากที่นักเรียนควรจะได้เต็มที่คือ ร้อยละ 70 นักเรียนได้คะแนนเพิ่ม 6 ใน 7 ของคะแนนที่ควรจะได้ หรือร้อยละ 85.7 เป็นอย่างสูง

3. เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 หมายถึง นักเรียนร้อยละ 90 เรียนรู้เรื่องราวได้ร้อยละ 90 โดยไม่คำนึงถึงนักเรียนอีกร้อยละ 10 ถ้าเอาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนมาเฉลี่ยได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 แสดงว่าบทเรียนนี้ถึงเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

4. เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 หมายถึง นักเรียนที่ทำแบบทดสอบทั้งหมดจะต้องได้คะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนนี้ร้อยละ 90 และแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อ จะต้องเป็นผู้ที่

ทำถูกต้องร้อยละ 90 เช่นกัน ตัวอย่างเช่น นักเรียน 100 คน ทำแบบทดสอบ 10 ข้อ นักเรียนแต่ละคนจะทำผิดได้เพียง 1 ข้อ และแบบทดสอบแต่ละข้อจะต้องมีผู้ทำผิดไม่เกิน 10 คน

เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต (2528 : 291) ได้เสนอเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพไว้ดังนี้เกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพอาจจะกำหนดเป็น 90/90 หรือ 85/85 หรือ 80/80 ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะวิชาการที่จะกำหนดขึ้นเองตามใจชอบ แต่ควรจะเป็นผลจากการทดลองใช้ก่อน ในกรณีของการศึกษาแบบสมรรถฐานคือเกณฑ์ 90/90 จึงจะถือว่าใช้ได้ เรียกได้ว่าเป็นการเรียนรู้เพื่อความรอบรู้ (Mastery Learning) หรือเชี่ยวชาญหากผู้ใด ไต่คะแนนไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้จะต้องแก้ไข

## 2.5 แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะ

### 2.5.1 ความหมายของสมรรถนะ

ราชบัณฑิตยสถาน (2539) สมรรถนะตรงกับภาษาอังกฤษ Competency หรือ Competence หมายถึง คุณลักษณะที่มีส่วนช่วยให้บุคคลสามารถผลิตผลงานที่มีประสิทธิภาพหรือผลงานที่ดีเยี่ยมได้

สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (2547) ให้ความหมาย ของคำว่าสมรรถนะ คือ คุณลักษณะเชิงพฤติกรรมที่เป็นผลมาจากความรู้ ทักษะ ความสามารถ และคุณลักษณะอื่น ๆ ที่ทำให้บุคคลสร้างผลงานที่โดดเด่นในองค์กร ดังนั้นสมรรถนะจึงเป็นคุณลักษณะเชิงพฤติกรรมที่องค์กรต้องการ

Spencer and Spencer (1993) ได้กล่าวว่า สมรรถนะ หมายถึง คุณลักษณะพื้นฐาน (Underlying Characteristic) ที่มีอยู่ในตัวบุคคลได้แก่ แรงจูงใจ (Motive) อุปนิสัย (Trait) อัตมโนทัศน์ (Self-Concept) ความรู้ (Knowledge) และทักษะ (Skill) ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้ จะเป็นตัวผลักดันหรือมีความสัมพันธ์เชิงเหตุผล (Causal Relationship) ให้บุคคลสามารถ ปฏิบัติงานตามหน้าที่ความรับผิดชอบ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือสูงกว่าเกณฑ์อ้างอิง (Criterion-Reference) หรือเป้าหมายที่กำหนดไว้

เดชา เดชะวัฒน์ไพศาล (2543) ได้กล่าวว่า สมรรถนะ หมายถึง ทักษะ ความรู้ ความสามารถ หรือพฤติกรรมของบุคคล ที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน คือ ในการทำงานหนึ่งต้องรู้อะไร เมื่อมีความรู้หรือข้อมูลแล้ว ต้องรู้ว่าทำงานนั้นอย่างไร และควรมีพฤติกรรมหรือคุณลักษณะเฉพาะอย่างไร จึงจะทำงานได้อย่างประสบความสำเร็จ สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้องค์กรทราบคุณสมบัติหรือคุณลักษณะที่ดีในการทำงานของบุคลากรในองค์กร (Superior Performer)

อาภรณ์ ภูวิทย์พันธ์ (2548 : 22-23) ได้กล่าวว่า Competency หมายถึง ความสามารถ ศักยภาพ หรือสมรรถนะ เป็นตัวกำหนดรายละเอียดของพฤติกรรมการแสดงออก เป็นการตอบคำถามว่า "ทำอย่างไรที่จะทำให้งานที่ได้รับมอบหมายประสบผลสำเร็จ (How)" มากกว่าการตอบว่า "อะไรเป็นสิ่งที่หัวหน้างานคาดหวังหรือต้องการ (What)" ทั้งนี้การกำหนดความสามารถ Competency นั้น จะแบ่งออกเป็น 3 มุมมอง ได้แก่ KSA ซึ่งมีความหมายแตกต่างกันไป ดังต่อไปนี้

1. ความรู้ (Knowledge) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งที่ถูกส่งสมจากการศึกษาทั้งในสถาบัน การศึกษา สถาบันฝึกอบรม/สัมมนา หรือการศึกษาด้วยตนเอง รวมถึงข้อมูลที่ได้รับจากการสนทนา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประสบการณ์กับผู้รู้ทั้งในแต่ละสายวิชาชีพ

2. ทักษะ (Skills) หมายถึง สิ่งที่จะต้องพัฒนาและฝึกฝนให้เกิดขึ้น โดยจะต้องใช้ระยะเวลาเพื่อฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะนั้น

3. พฤติกรรมที่พึงปรารถนา (Attributes) คือ สิ่งที่ต้องการต้องการ เช่น ความใฝ่รู้ ความ ซื่อสัตย์ ความรักในองค์กร และความมุ่งมั่นในความสำเร็จ

สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (2547 : 4-7) อธิบายว่า สมรรถนะ หมายถึง คุณลักษณะเชิงพฤติกรรมที่เป็นผลมาจากความรู้ ทักษะ ความสามารถ และคุณลักษณะอื่น ๆ ที่ทำให้บุคคล สามารถสร้างผลงานได้โดดเด่น กล่าวคือ การที่บุคคลจะแสดงสมรรถนะใด สมรรถนะหนึ่งได้ มักจะต้องมีองค์ประกอบทั้งความรู้ ทักษะ/ความสามารถ และคุณลักษณะอื่น ๆ เช่น สมรรถนะการบริการที่ดี คือ "สามารถให้บริการที่ผู้รับบริการต้องการได้" หากขาดองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ ความรู้ในงาน หรือทักษะที่เกี่ยวข้อง เช่น การหาข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ และคุณลักษณะของบุคคลที่เป็นคน ใจเย็น อุดมคติ ชอบช่วยเหลือผู้อื่นแล้วบุคคลก็ไม่อาจแสดงสมรรถนะของการบริการที่ดีได้

รัตนารักษ์ ศรีพยัคฆ์ (2548) กล่าวว่าตรงกันว่าสมรรถนะ (Competency) มีความหมายตามพจนานุกรมว่า ความสามารถหรือสมรรถนะ ในภาษาอังกฤษมีคำที่มีความหมายคล้ายกันอยู่หลายคำ ได้แก่ Capability, Ability, Proficiency, Expertise, Skill, Fitness, Aptitude สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือนใช้ภาษาไทยว่า "สมรรถนะ" แต่ในบางองค์กรใช้ คำว่า "ความสามารถ" ซึ่งหมายถึง บุคลิกลักษณะของคนที่สะท้อนให้เห็นความรู้ ทักษะ เจตคติ ความเชื่อ และอุปนิสัย สามารถวัด หรือสังเกตได้จากพฤติกรรมการทำงาน ซึ่งอาจเกิดจากพรสวรรค์ที่มีติดตัวมาตั้งแต่เกิด หรือจาก ประสบการณ์การทำงาน หรือจากการศึกษาฝึกอบรม

ธำรงค์ดี คงคาสวัสดิ์ (2548 : 9) ได้กล่าวว่า สมรรถนะ (Competency) หมายถึง คุณลักษณะ เช่น ความรู้ ความสามารถ ความชำนาญ ทักษะ เจตคติ ความเชื่อ ตลอดจนพฤติกรรมของบุคคลที่ทำให้สามารถปฏิบัติงานให้ประสบความสำเร็จ

สุกัญญา รัศมีธรรมโชติ (2549 : 16) ได้กล่าวว่า สมรรถนะ (Competency) คือ ความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) และคุณลักษณะส่วนบุคคล (Personal Characteristic or Attributes) ที่ทำให้บุคคลนั้นทำงานในความรับผิดชอบของตนได้ดีกว่าผู้อื่น

ณรงค์วิทย์ แสันทอง (2550) ได้แปลชื่อเรียกของ Competency ว่า "ความสามารถ, ศักยภาพ หรือ สมรรถนะ" และสรุปความหมายของ Competency ออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 หมายถึง บุคลิกลักษณะของคนที่สะท้อนให้เห็นความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) เจตคติ (Attitude) ความเชื่อ (Belief) และอุปนิสัย (Trait)

กลุ่มที่ 2 หมายถึง กลุ่มของความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) และ คุณลักษณะของบุคคล (Attributes) หรือเรียกว่า KSAs ซึ่งสะท้อนให้เห็นจากพฤติกรรมในการทำงานของแต่ละบุคคลที่สามารถวัด และสังเกตเห็นได้ กล่าวโดยสรุป สมรรถนะ หมายถึง คุณลักษณะความสามารถของบุคคลที่แสดงออกมาในเชิงพฤติกรรมที่ส่งผลให้บุคคลปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสะท้อนให้เห็นจากพฤติกรรมที่แสดงออกซึ่ง ความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) และคุณลักษณะ (Attributes) ที่เกี่ยวข้องกัน สามารถวัดและสังเกตได้ อาจเกิดจากพรสวรรค์หรือการเสริมสร้างขึ้นมาโดยผ่านการปฏิบัติงาน การฝึกอบรมและการพัฒนา

McClelland (1973) ได้กล่าวว่า สมรรถนะคือ บุคลิกที่ซ่อนอยู่ภายในปัจเจกบุคคล ซึ่งสามารถผลักดันให้บุคคลนั้น สร้างผลการปฏิบัติงานที่ดี หรือตามเกณฑ์ที่กำหนดในงานที่ตนรับผิดชอบ

สรุปได้ว่า สมรรถนะ หมายถึง คุณภาพที่ดีของคุณสมบัติการดำเนินงานที่ปัจเจกบุคคลได้รับ สมรรถนะจากการศึกษา การฝึกอบรม และประสบการณ์ จนเกิดเป็นความสามารถหรือสมรรถนะซึ่งประกอบด้วย ความรู้ ทักษะ และทัศนคติที่แสดงออกเป็นคุณลักษณะเชิงพฤติกรรมที่องค์กรต้องการ

2.5.2 องค์ประกอบของสมรรถนะ หลักตามแนวคิดของแมคเคลแลนด์ (McClelland) มี 5 ส่วนคือ

2.5.2.1 ความรู้ (Knowledge) คือ ความรู้เฉพาะในเรื่องที่ต้องรู้ เป็นความรู้ที่เป็นสาระสำคัญ

2.5.2.2 ทักษะ (Skill) คือ สิ่งที่ทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ทักษะทางคอมพิวเตอร์ ทักษะทางการถ่ายทอดความรู้ เป็นต้น ทักษะที่เกิดได้นั้นมาจากพื้นฐานทางความรู้ และสามารถปฏิบัติได้อย่างรวดเร็ว

2.5.2.3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง (Self-Concept) คือ เจตคติ ค่านิยม และความคิดเห็นเกี่ยวกับภาพลักษณ์ของตน หรือสิ่งที่บุคคลเชื่อว่าตนเองเป็น เช่น ความมั่นใจในตนเอง เป็นต้น

2.5.2.4 บุคลิกลักษณะประจำตัวของบุคคล (Traits) เป็นสิ่งที่อธิบายถึงบุคคลนั้น เช่น คนที่น่าเชื่อถือและไว้วางใจได้ หรือมีลักษณะเป็นผู้นำ เป็นต้น

2.5.2.5 แรงจูงใจ/เจตคติ (Motives/Attitude) เป็นแรงจูงใจ หรือแรงขับภายใน ซึ่งทำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมที่มุ่งไปสู่เป้าหมาย หรือมุ่งสู่ความสำเร็จ เป็นต้น

2.5.3 ประเภทของสมรรถนะ สมรรถนะสามารถจำแนกได้เป็น 5 ประเภทคือ

2.5.3.1 สมรรถนะส่วนบุคคล (Personal Competencies) หมายถึง สมรรถนะที่แต่ละคนมี เป็นความสามารถเฉพาะตัว ที่คนอื่นไม่สามารถลอกเลียนแบบได้

2.5.3.2 สมรรถนะเฉพาะงาน (Job Competencies) หมายถึง สมรรถนะของบุคคลกับการทำงานในตำแหน่ง หรือบทบาทเฉพาะตัว

2.5.3.3 สมรรถนะองค์กร (Organization Competencies) หมายถึง ความสามารถพิเศษเฉพาะองค์กรนั้นเท่านั้น

2.5.3.4 สมรรถนะหลัก (Core Competencies) หมายถึง ความสามารถสำคัญที่บุคคลต้องมี หรือต้องทำเพื่อให้บรรลุผลตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

2.5.3.5 สมรรถนะในงาน (Functional Competencies) หมายถึง ความสามารถของบุคคลตามหน้าที่รับผิดชอบ ตำแหน่งหน้าที่อาจเหมือนกัน แต่ความสามารถต่างกัน

2.5.4 การวัดสมรรถนะ

การวัดสมรรถนะทำได้ค่อนข้างลำบาก จึงอาศัยวิธีการ หรือใช้เครื่องมือบางชนิดเพื่อวัดสมรรถนะของบุคคล ดังนี้

2.5.4.1 ประวัติการทำงาน of บุคคล ว่ามีความรู้ ทักษะ ความสามารถ มีประสบการณ์อะไรจากประวัติการทำงาน ทำให้ได้ข้อมูลส่วนบุคคล

2.5.4.2 ผลประเมินการปฏิบัติงาน (Performance Appraisal) ซึ่งจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานใน 5 ลักษณะ คือ

2.5.4.2.1 ผลการปฏิบัติที่เป็นเนื้องาน (Task Performance) เป็นการทำงานที่ได้เนื้องานแท้ ๆ

2.5.4.2.2 ผลงานการปฏิบัติที่ไม่ใช่เนื้องาน แต่เป็นบริบทของเนื้องาน ได้แก่ ลักษณะพฤติกรรมของคนปฏิบัติงาน

2.5.4.2.3 ผลการสัมภาษณ์ (Interview) ได้แก่ ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ อาจเป็นการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง คือ กำหนดคำถามไว้แล้ว สัมภาษณ์ตามที่กำหนด ประเด็นไว้ กับการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง คือ สอบถามตามสถานการณ์ คล้ายกับเป็นการพูดคุยกันธรรมดา ๆ แต่ผู้สัมภาษณ์จะต้องเตรียมคำถามไว้ในใจ โดยใช้กระบวนการสนทนาให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ สบายใจ ให้ข้อมูลที่ตรงกับสภาพจริงมากที่สุด

2.5.4.2.4 ศูนย์ประเมิน (Assessment Center) จะเป็นศูนย์รวมเทคนิคการวัดทางจิตวิทยาหลาย ๆ อย่างเข้าด้วยกัน รวมทั้งการสนทนากลุ่มแบบไม่มีหัวหน้ากลุ่มรวมอยู่ด้วยในศูนย์นี้

2.5.4.2.5 360 Degree Feedback หมายถึง การประเมินรอบด้าน ได้แก่ การประเมินจากเพื่อนร่วมงาน ผู้บังคับบัญชา ผู้ใต้บังคับบัญชา และลูกค้า เพื่อตรวจสอบความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะ

### 2.5.5 การตรวจสอบสมรรถนะ

การตรวจสอบสมรรถนะอาจหมายถึงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นนั้นเป็นสมรรถนะที่ต้องการ มีข้อสังเกตดังนี้

2.5.5.1 เป็นพฤติกรรมที่สังเกตได้ อธิบายได้

2.5.5.2 สามารถลอกเลียนแบบได้

2.5.5.3 มีผลกระทบต่อความก้าวหน้าขององค์การ

2.5.5.4 เป็นพฤติกรรมที่สามารถนำไปใช้ได้หลายสถานการณ์

2.5.5.5 เป็นพฤติกรรมที่ต้องเกิดขึ้นบ่อย ๆ

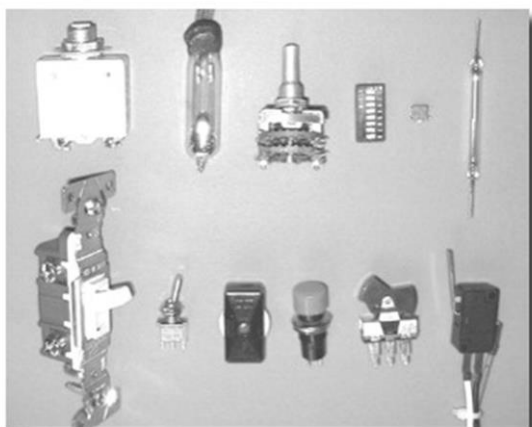
## 2.6 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

### 2.6.1 อุปกรณ์ควบคุมการเปิดปิดวงจร

อุปกรณ์ควบคุมวงจร (Circuit Control Devices) เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมาก การใช้งานในระบบการทำงานของโรงงานอุตสาหกรรม ในขบวนการทำงานต่าง ๆ โดยทำหน้าที่ควบคุมการเปิดปิด การทำงานของวงจร ด้วยการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับภาระทางไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้า เช่น มอเตอร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนวงจรและเครื่องมือต่าง ๆ ที่ทำงานด้วยพลังงานไฟฟ้า เพราะการทำงานในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ นั้นจำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้าในการทำงาน แต่ระบบการทำงานมีความต้องการในการใช้งานแตกต่างกัน อุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการทำงานแตกต่างกัน การเลือกอุปกรณ์มาใช้งานจำเป็นต้องเลือกให้ถูกต้องเหมาะสม อุปกรณ์ควบคุมพื้นฐานที่จำเป็นในการใช้งานคือ สวิตช์ (Switch)

หน้าที่หลักของสวิตช์คือ ทำหน้าที่ควบคุมการเปิดปิดวงจร กำหนดตำแหน่งจุดต่อของวงจร เปลี่ยนแปลงสถานะการทำงานของวงจร ตลอดจนควบคุมป้องกันการชำรุดเสียหายของวงจร ในการกำหนดรายละเอียดคุณสมบัติของสวิตช์ ถูกกำหนดเป็นค่าทนแรงดัน และค่าทนกระแส การเลือกสวิตช์ไปใช้งานจะต้องพิจารณาจากสองค่านี้เป็นหลัก เพื่อการใช้งานและการทำงานที่ทนทานมีประสิทธิภาพ ดังภาพที่ 2-1





ภาพที่ 2-1 สวิตช์ประเภทต่าง ๆ

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 210.

สวิตช์เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญอย่างมาก สวิตช์ที่ถูกผลิตมาใช้งานจำแนกออกได้เป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

2.6.1.1 สวิตช์ทำงานด้วยมือ (Manual Operate Switch) มีการทำงานของระบบกลไกภายในสวิตช์ถูกควบคุมด้วยมือของคน แบ่งออกได้หลายชนิด เช่น สวิตช์แบบปุ่มกด สวิตช์แบบก้านโยก สวิตช์แบบก้านเลื่อน และสวิตช์แบบก้านหมุน เป็นต้น

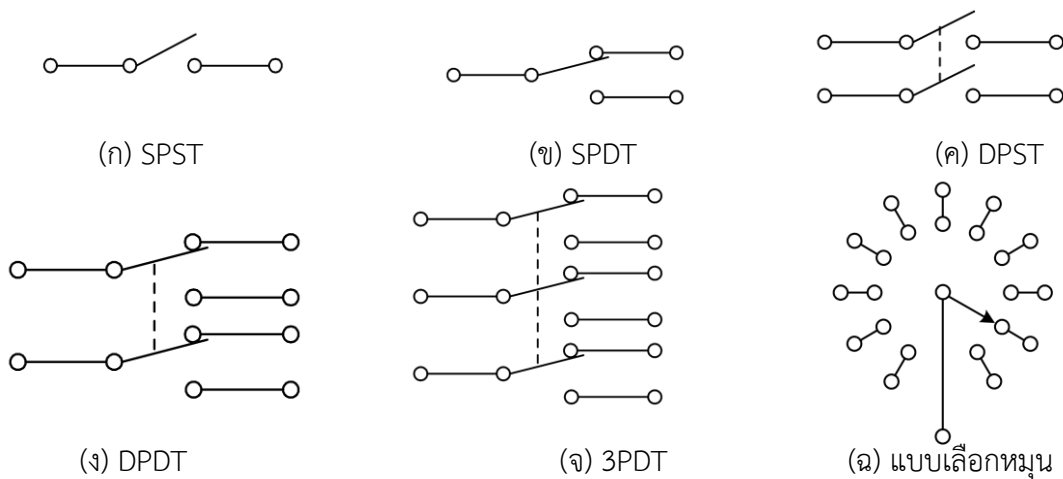
2.6.1.2 สวิตช์ทำงานด้วยกลไก (Mechanical Operate Switch) หรืออาจเรียกอีกชื่อว่า สวิตช์อัตโนมัติ (Automatic Switch) ที่มีการทำงานของระบบกลไกภายในสวิตช์ถูกควบคุมด้วยกลไกจากอุปกรณ์ภายนอกต่าง ๆ ตลอดจนอุณหภูมิและความดัน ที่อยู่โดยรอบบริเวณที่นำสวิตช์ชนิดนี้ไปใช้งาน กลไกจากอุปกรณ์ภายนอก อุณหภูมิและความดันเหล่านี้จะทำการควบคุมการทำงานของสวิตช์โดยอัตโนมัติ ตามค่าที่ตั้งไว้ สวิตช์ทำงานด้วยกลไกแบ่งออกได้หลายชนิด เช่น ลิมิตสวิตช์ ไมโครสวิตช์ และสวิตช์ปรอท เป็นต้น

2.6.1.3 สวิตช์ทำงานด้วยสนามแม่เหล็ก (Magnetic Field Operate Switch) มีการทำงานของกลไกภายในสวิตช์จะถูกควบคุมด้วยสนามแม่เหล็ก ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากสนามแม่เหล็กถาวรหรือสนามแม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้ โดยสวิตช์จะเปลี่ยนแปลงการทำงานของกลไกไปตามอำนาจแม่เหล็กที่มาควบคุม สวิตช์ทำงานด้วยสนามแม่เหล็ก แบ่งออกได้หลายชนิด เช่น คอนแทกเตอร์ รีเลย์ โซลินอยด์ และรีดสวิตช์ เป็นต้น

2.6.1.4 สวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Switch) มีโครงสร้างภายในตัวไม่มีระบบกลไก เพราะโครงสร้างภายในถูกสร้างขึ้นด้วยอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ อยู่ในรูปของวงจรรีเลย์ทรอนิกส์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์แทนระบบกลไก การตัดต่อวงจรใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำในการทำงานจึงไม่มีหน้าสัมผัสในการตัดต่อ ทำให้ไม่เกิดการอาร์กของหน้าสัมผัส ไม่เกิดประกายไฟในขณะตัดต่อ เกิดความปลอดภัยในการทำงาน และสามารถตัดต่อได้รวดเร็ว

2.6.1.1 สวิตช์ทำงานด้วยมือ เป็นสวิตช์ที่จะต้องใช้มือในการควบคุมการทำงาน การเลือกสวิตช์ชนิดนี้มาใช้งาน ต้องเลือกที่จำนวนหน้าสัมผัส (Contact) ของสวิตช์ ในสวิตช์หนึ่งตัวจะ

ประกอบขึ้นด้วยหน้าสัมผัสให้เลือกใช้งานหลายแบบ เช่น แบบหนึ่งขั้วหนึ่งทาง (Single-Pole Single-Throw ; SPST), แบบหนึ่งขั้วสองทาง (Single-Pole Double-Throw ; SPDT), แบบสองขั้วหนึ่งทาง (Double-Pole Single-Throw ; DPST), แบบสองขั้วสองทาง (Double-Pole Double-Throw ; DPDT), แบบสามขั้วสองทาง (Triple-Pole Double-Throw ; 3PDT) และแบบเลือกหมุน (Rotary Selector) เป็นต้น



ภาพที่ 2-2 สัญลักษณ์หน้าสัมผัสสวิตช์แบบต่าง ๆ

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 210.

2.6.1.1.1 สวิตช์แบบปุ่มกด (Push Button Switch) เป็นสวิตช์ที่มีใช้งานทั่วไปทั้งในด้านไฟฟ้า ด้านอิเล็กทรอนิกส์ และด้านอุตสาหกรรม เวลาใช้งานต้องกดปุ่มสวิตช์ที่อยู่ตรงกลางลงไป สวิตช์แบบปุ่มกดนี้แบ่งออกเป็นชนิดหลัก ๆ ได้ 3 ชนิดดังนี้

1. ชนิดสวิตช์กดตัด-กดต่อ (Push-Pull Switch) การทำงานของสวิตช์ชนิดนี้คือ กดปุ่มสวิตช์หนึ่งครั้งสวิตช์ต่อวงจร (ON) กดปุ่มสวิตช์อีกหนึ่งครั้งสวิตช์ตัดวงจร (OFF) การทำงานเป็นเช่นนี้ตลอดเวลา ลักษณะสวิตช์กดตัด-กดต่อ ดังภาพที่ 2-3 (ก)

2. ชนิดสวิตช์กดต่อชั่วขณะ (Make Momentary) หรือสวิตช์กดตัดชั่วขณะ (Break Momentary) การทำงานของสวิตช์กดต่อชั่วขณะ คือ ขณะปกติสวิตช์ตัดวงจร (OFF) เมื่อกดปุ่มสวิตช์ค้างไว้สวิตช์ต่อวงจร (ON) เมื่อปล่อยมือออกจากปุ่มกดสวิตช์ตัดวงจร (OFF) ทันทันที ส่วนการทำงานของสวิตช์กดตัดชั่วขณะคือ ขณะปกติสวิตช์ต่อวงจร (ON) เมื่อกดปุ่มสวิตช์ค้างไว้สวิตช์ตัดวงจร (OFF) เมื่อปล่อยมือออกจากปุ่มกดสวิตช์ต่อวงจร (ON) ทันทันที



แบบที่ 1

แบบที่ 2

แบบที่ 1

แบบที่ 2

(ก) สวิตช์กดตัด-กดต่อ

(ข) สวิตช์กดตัดหรือกดต่อชั่วขณะ

ภาพที่ 2-3 สวิตช์แบบปุ่มกดปุ่มเดียว

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 211.

3. ชนิดสวิตช์ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ (Motor Control Switch) เป็นสวิตช์ควบคุมด้วยมือเพื่อทำให้มอเตอร์ทำงาน หรือหยุดทำงาน สวิตช์ชนิดนี้ทำงานเป็นชุด ภายในชุดของสวิตช์ประกอบด้วยสวิตช์ควบคุมให้ต่อวงจร (ON) และสวิตช์ควบคุมให้ตัดวงจร (OFF) พร้อมกับมีตัวป้องกันการเกิดกระแสไหลเกินพิกัด (Overload Protection) ต่อร่วมอยู่ด้วย การทำงานของสวิตช์ชนิดนี้ คือ เมื่อต้องการให้มอเตอร์ทำงานกดปุ่มสวิตช์เริ่มทำงาน (Start) และเมื่อต้องการให้มอเตอร์หยุดทำงานกดปุ่มสวิตช์หยุดทำงาน (Stop) ดังภาพที่ 2-4



แบบที่ 1



แบบที่ 2

ภาพที่ 2-4 สวิตช์ควบคุมการทำงานของมอเตอร์

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 212.

2.6.1.1.2 สวิตช์แบบก้านโยก (Toggle Switch) เป็นสวิตช์ที่มีใช้งานทั่วไปทั้งในด้านไฟฟ้า ด้านอิเล็กทรอนิกส์ และด้านอุตสาหกรรม เวลาใช้งานต้องโยกก้านสวิตช์ที่อยู่ตรงส่วนกลางไปทางด้านหนึ่งเพื่อใช้สวิตช์ต่อวงจร (ON) และต้องโยกก้านสวิตช์ที่อยู่ตรงส่วนกลางไปทางด้านตรงข้าม

เพื่อให้สวิตช์ตัดวงจร (OFF) สวิตช์บางรุ่นอาจมีตัวอักษร “ON” และ “OFF” เขียนกำกับไว้ บางรุ่นอาจแสดงด้วยสัญลักษณ์เครื่องหมายต่าง ๆ และบางรุ่นจะมีขั้วสวิตช์มากกว่า 2 ขั้วให้เลือกต่อวงจร



(ก) SPST



(ข) DPST

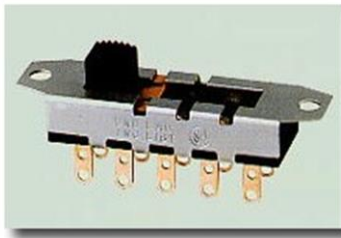


(ค) DPDT

ภาพที่ 2-5 สวิตช์แบบก้านโยก

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 212.

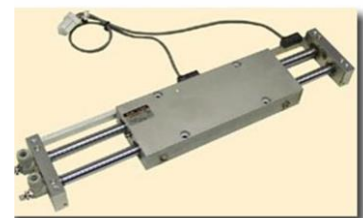
2.6.1.1.3 สวิตช์แบบก้านเลื่อน (Slide Switch) เป็นสวิตช์ที่มีใช้งานทั่วไปทั้งในด้านไฟฟ้า ด้านอิเล็กทรอนิกส์ และด้านอุตสาหกรรม เวลาใช้งานต้องเลื่อนก้านสวิตช์ที่อยู่ตรงส่วนกลางไปด้านหนึ่ง เพื่อให้สวิตช์ไปสัมผัสขั้วสวิตช์ชุดหนึ่ง หรือเลื่อนก้านสวิตช์ที่อยู่ตรงส่วนกลางไปทางด้านตรงข้าม เพื่อให้สวิตช์ไปสัมผัสขั้วสวิตช์อีกชุดหนึ่ง สวิตช์แบบก้านเลื่อนที่ผลิตมาใช้งานมีหลายลักษณะให้เลือกใช้งาน ดังภาพที่ 2-6



(ก) แบบเลื่อน 3 ลำดับ



(ข) แบบเลื่อนเลือกขนาดแรงดัน



(ค) แบบใช้งานในอุตสาหกรรม

ภาพที่ 2-6 สวิตช์แบบก้านเลื่อน

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 213.

2.6.1.1.4 สวิตช์แบบก้านหมุน (Rotary Switch) เป็นสวิตช์ที่ถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายทั้งในด้านไฟฟ้า ด้านอิเล็กทรอนิกส์ เวลาใช้งานต้องหมุนก้านสวิตช์ที่อยู่ตรงส่วนกลางไปรอบตัวเป็นวงกลม ส่วนของหน้าสัมผัสสวิตช์แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนอยู่กับที่ต่อไปยังแหล่งสัญญาณหรือวงจรต่าง ๆ และส่วนเคลื่อนที่ที่ใช้เลือกต่อแหล่งสัญญาณหรือวงจรออกต่อเอาต์พุต หน้าสัมผัสสวิตช์ส่วนเคลื่อนที่ที่ถูกยึดติดกับก้านหมุน สวิตช์แบบนี้จะมีขั้วต่อใช้งานหลายจุดหลายขั้วต่อสามารถเลือกใช้งานได้หลายตำแหน่งตามความต้องการ ดังภาพที่ 2-7

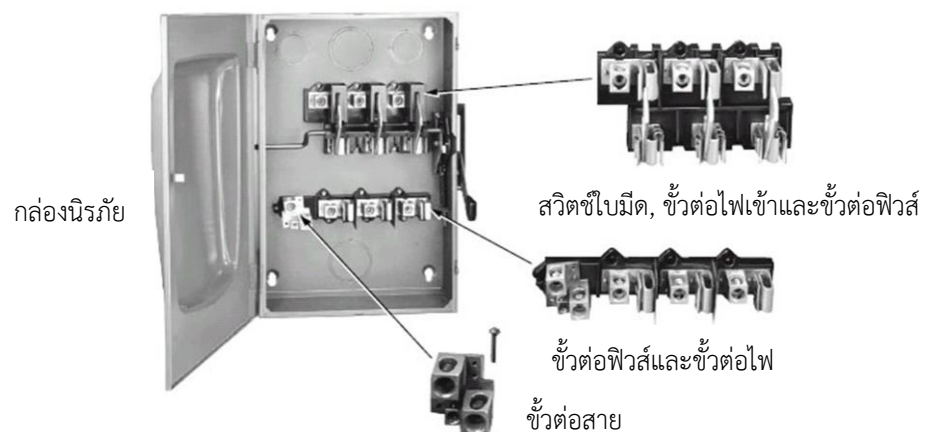


(ก) แบบใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ (ข) แบบใช้ในตู้ควบคุมกำลังไฟฟ้า (ค) แบบใช้ในงานอุตสาหกรรม

### ภาพที่ 2-7 สวิตช์แบบก้านหมุน

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 213.

2.6.1.1.5 สวิตช์นิรภัย (Safety Switch) เป็นสวิตช์ที่มีความสำคัญในระบบการทำงานด้านไฟฟ้า เพื่อช่วยให้เกิดความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า ถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายทั้งในด้านไฟฟ้า และด้านอุตสาหกรรม ทำหน้าที่ควบคุมการตัดหรือต่อการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้วงจรและอุปกรณ์ สวิตช์นิรภัยมี 2 ชนิดคือ ชนิดมีฟิวส์ต่อร่วมด้วย โดยฟิวส์ทำหน้าที่ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินไหลผ่านวงจร และชนิดไม่มีฟิวส์ต่อร่วมด้วย ต้องไปต่อร่วมในวงจรที่มีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินอยู่แล้ว ชุดของสวิตช์นิรภัยจะถูกบรรจุอยู่ในกล่องที่มีฝาปิดขณะฝาตู้เปิดอยู่ไม่สามารถต่อสวิตช์นิรภัยเข้าวงจรได้ เมื่อฝาตู้ปิดและต่อสวิตช์นิรภัยเข้าวงจรแล้ว ไม่สามารถเปิดฝาตู้ได้ ช่วยป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าที่อาจเกิดขึ้นได้



### ภาพที่ 2-8 สวิตช์นิรภัย

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 214.

2.6.1.2 สวิตช์ทำงานด้วยกลไก เป็นสวิตช์ที่มีการทำงานของระบบกลไกภายในตัว ถูกควบคุมด้วยกลไกจากภายนอก รวมถึงการควบคุมจากอุณหภูมิและความดันที่อยู่โดยรอบบริเวณนำ

สวิตช์ชนิดนี้ไปทำงาน การทำงานของสวิตช์จะเป็นไปโดยอัตโนมัติ ตามสภาพและสภาวะการทำงาน ของระบบ การเลือกสวิตช์ทำงานด้วยกลไกมาใช้งาน ต้องเลือกที่จำนวนหน้าสัมผัสของสวิตช์ ซึ่งใน สวิตช์หนึ่งตัวประกอบด้วยหน้าสัมผัสให้เลือกใช้งานหลายแบบ และสวิตช์ทำงานด้วยกลไกที่ผลิตมาใช้ งานก็มีหลายแบบหลายชนิด การเลือกใช้งานควรเลือกให้เหมาะสมกับงานนั้น ๆ

2.6.1.2.1 ลิ้มิตสวิตช์ (Limit Switch) เป็นสวิตช์ที่ใช้งานทั่วไปในด้านอุตสาหกรรม ใช้กำหนดตำแหน่งการทำงาน จำกัดบริเวณการทำงาน ควบคุมระบบการทำงานตามต้องการและ ป้องกันการทำงานผิดปกติ ลิ้มิตสวิตช์มีแกนสวิตช์ใช้เป็นตัวควบคุมสวิตช์แบ่งได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. แกนสวิตช์ชนิดลูกกลิ้ง (Roller Type) ส่วนตอนปลายของสวิตช์เป็นลูกกลิ้งหรือลูกล้อ เมื่อ ส่วนลูกกลิ้งที่ปลายทางสวิตช์สัมผัสกับวัตถุที่ต้องการตรวจสอบ ทำให้ส่วนของลูกกลิ้งเคลื่อนตัวไป แกนสวิตช์ที่ต่อร่วมกับลูกกลิ้งผลักให้ลิ้มิตสวิตช์ทำงาน แกนสวิตช์แบบนี้สามารถทำงานได้ในทิศทาง เฉพาะ อาจเป็นแนวตั้งหรือแนวนอน

2. แกนสวิตช์ชนิดด้ามกลมยาว (Wand Switch) ส่วนตอนปลายของแกนสวิตช์เป็นด้ามกลม ยื่นยาวออกไป อาจทำจากพลาสติกหรือโลหะสปริงที่อ่อนตัวได้ ยื่นยาวออกไปนอกตัวสวิตช์ ทำหน้าที่ เป็นตัวสัมผัสกับวัตถุที่ต้องการตรวจสอบ ทำให้ส่วนของด้ามกลมที่ยื่นยาวออกไป เคลื่อนตัวผลักให้ สวิตช์ของลิ้มิตสวิตช์ทำงาน แกนสวิตช์แบบนี้สามารถทำงานได้รอบทิศทาง



แบบที่ 1



แบบที่ 2

ภาพที่ 2-9 ลิ้มิตสวิตช์ชนิดแกนลูกกลิ้ง

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 215.



แบบที่ 1



แบบที่ 2

ภาพที่ 2-10 ลิ้มิตสวิตช์ชนิดด้ามกลมยาว

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 215.

2.6.1.2.2 ไมโครสวิตช์ (Micro Switch) เป็นสวิตช์ที่มีขนาดเล็ก นำไปใช้งานทั่วไปทั้งในด้านไฟฟ้า ด้านอิเล็กทรอนิกส์ และด้านอุตสาหกรรม ด้วยตัวสวิตช์มีขนาดเล็ก จึงนำไปใช้งานได้อย่างหลากหลายในงาน หรือวงจรที่มีกระแสปริมาณไม่มากนักไหลผ่านหน้าสัมผัสสวิตช์ โครงสร้างหน้าสัมผัสและปุ่มสวิตช์คล้ายกับสวิตช์ชนิดกด ใช้แรงกดในการควบคุมการทำงานของกลไก สวิตช์น้อย และมีก้านสวิตช์ไปควบคุมการกดปุ่มสวิตช์อีกทอดหนึ่ง ก้านสวิตช์นี้เองทำหน้าที่เป็นตัวสัมผัสกับวัตถุที่ต้องการตรวจสอบ

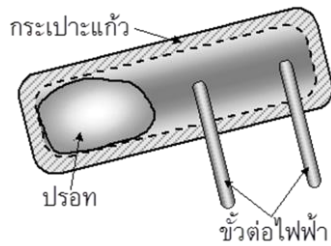
2.6.1.2.3 สวิตช์ปรอท (Mercury Switch) เป็นสวิตช์ที่มีขนาดเล็ก นำไปใช้งานทั้งในด้านไฟฟ้า และด้านอุตสาหกรรม ด้วยการนำไปติดตั้งไว้ในอุปกรณ์ เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้า รถยนต์ และอุตสาหกรรมการผลิตต่าง ๆ เป็นต้น สวิตช์ปรอทเป็นสวิตช์ที่นำปรอทไปบรรจุไว้ในหลอดแก้วหรือกระเปาะแก้วที่มีขั้วไฟฟ้าต่อออกมาปรอทจะทำหน้าที่เป็นขั้วต่อหน้าสัมผัสเข้าด้วยกัน หรือตัดหน้าสัมผัสออกจากกัน ซึ่งปรอทสามารถเคลื่อนตัวได้อย่างอิสระ ตามสภาวะการขยับหลอดแก้ว ภายในหลอดแก้วยังต้องบรรจุก๊าซเฉื่อย เช่น นีออน อากอน ฮีเลียม หรืออาจทำเป็นสุญญากาศ เพื่อป้องกันการเกิดประกายไฟขณะปรอทต่อหรือตัดวงจร

สวิตช์ปรอทมีขนาดเล็กมาก สามารถผลิตให้มีรูปร่างและโครงสร้างในลักษณะที่แตกต่างกันได้ จึงถูกพัฒนาไปใช้งานอย่างกว้างขวางมากมาย ใช้เป็นสวิตช์อัตโนมัติ และเป็นเซ็นเซอร์ในระบบการทำงานต่าง ๆ แต่เนื่องจากปรอทเป็นสารพิษ มีอันตรายต่อคนที่ไปสัมผัสสูดดมเข้า จึงควรนำไปใช้ด้วยความระมัดระวัง และไม่ควรถูกให้เกิดการสัมผัสโดยตรงกับสารปรอท หรือไม่ควรนำสารปรอทมาเล่น



ภาพที่ 2-11 ไมโครสวิตช์ชนิดต่าง ๆ

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 216.



(ก) โครงสร้าง



(ข) รูปร่าง

ภาพที่ 2-12 สวิตช์ปรอท

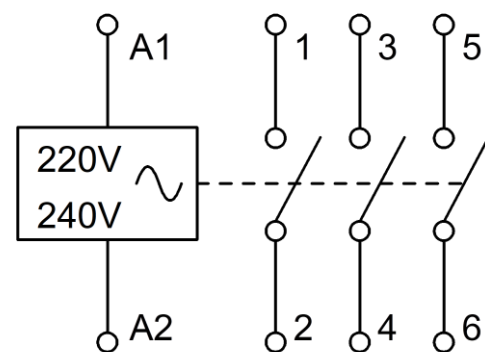
ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 217.

2.6.1.3 สวิตช์ทำงานด้วยสนามแม่เหล็ก (Magnetic Field Operate Switch) เป็นสวิตช์ที่มีการทำงานของระบบกลไกในตัวถูกควบคุมด้วยสนามแม่เหล็ก ทั้งจากภายนอกและภายในสนามแม่เหล็กที่ใช้ในการควบคุมเป็นได้ทั้งแม่เหล็กถาวร หรือแม่เหล็กไฟฟ้า หน้าสัมผัสสวิตช์จะเกิดการเปลี่ยนแปลงการทำงานไปตามอำนาจแม่เหล็กที่มาควบคุม การเลือกสวิตช์ทำงานด้วยสนามแม่เหล็กมาใช้งาน ต้องเลือกให้มีความเหมาะสมกับการทำงาน รวมไปถึงค่าทนกำลังไฟฟ้า เพราะสวิตช์ทำงานด้วยสนามแม่เหล็กที่ผลิตมาใช้งานมีหลายชนิดให้เลือกใช้งาน มีโครงสร้าง รูปร่าง และจุดประสงค์ของการนำไปใช้งานแตกต่างกัน

2.6.1.3.1 แมกเนติกคอนแทกเตอร์ (Magnetic Contactor) ทำหน้าที่ควบคุมการจ่ายหรือหยุดจ่ายกำลังไฟฟ้า ให้อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ใช้สนามแม่เหล็กในการควบคุมให้หน้าสัมผัสของสวิตช์ตัดหรือต่อวงจร ใช้แรงดันและกระแสค่าต่ำในการควบคุมให้แมกเนติกคอนแทกเตอร์ทำงาน สามารถควบคุม เครื่องใช้ไฟฟ้าค่าสูง ๆ ได้ สามารถควบคุมการจ่ายกระแสจากโมทีแอมแปร์ ไปจนถึงจ่ายกระแสได้เป็นพันแอมแปร์ และสามารถควบคุมการจ่ายแรงดันประมาณ 110 โวลต์ ไปจนถึงจ่ายแรงดันได้หลายพันโวลต์



(ก) รูปร่าง



(ข) สัญลักษณ์

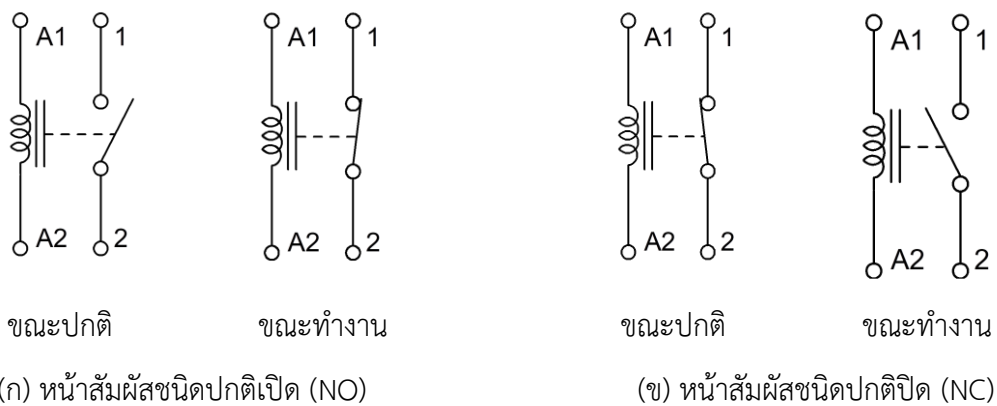
ภาพที่ 2-13 แมกเนติกคอนแทกเตอร์

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 218.



จากภาพที่ 2-13 (ก) รูปร่างของแมกเนติกคอนแทกเตอร์ชนิด 3 ขั้วต่อ ภายในจะมีหน้าสัมผัสแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ ชนิดปกติเปิด (Normal Open : NO) และชนิดปกติปิด (Normal Closed : NC) บางรุ่นอาจเป็นชนิดใดชนิดหนึ่ง และบางรุ่นอาจมีทั้งสองชนิดอยู่ในตัวเดียวกัน หน้าสัมผัสที่ใช้ในงานแบ่งออกเป็น 2 พวกคือ หน้าสัมผัสหลัก (Main Contact) เป็นหน้าสัมผัสที่ใช้ได้กับกระแสสูง และหน้าสัมผัสช่วย (Auxilliary Contact) เป็นหน้าสัมผัสที่ใช้ได้กับกระแสต่ำ

ส่วนภาพที่ 2-13 (ข) สัญลักษณ์ของแมกเนติกคอนแทกเตอร์ชนิด 3 ขั้วต่อ เป็นชนิดปกติเปิด (NO) มีขดลวดรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ หรือ 240 โวลต์ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก เพื่อควบคุมหน้าสัมผัสทั้ง 3 ชุด ให้ทำงาน (ขดลวดรับแรงดันของแมกเนติกคอนแทกเตอร์มีทั้งชนิดใช้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ) สัญลักษณ์หน้าสัมผัสชนิดปกติเปิด (NO) และชนิดปกติปิด (NC) ดังภาพที่ 2-14



ภาพที่ 2-14 สัญลักษณ์หน้าสัมผัสและการทำงาน

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 218.

2.6.1.3.2 รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าจำพวกสวิตช์อีกชนิดหนึ่ง ทำหน้าที่คล้ายกับแมกเนติกคอนแทกเตอร์ ทำการควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้า หรือควบคุมการหยุดจ่ายกำลังไฟฟ้าให้อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ โดยใช้สนามแม่เหล็กในการควบคุมให้หน้าสัมผัสของสวิตช์ตัดหรือต่อวงจร ใช้แรงดันและกระแสค่าต่ำในการควบคุมให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ทำงาน แต่สามารถควบคุมแรงดันและกระแสที่จ่ายให้อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ไฟฟ้า ค่าสูง ๆ ได้ ลักษณะรีเลย์ที่แตกต่างไปจากแมกเนติกคอนแทกเตอร์ คือรูปร่างแตกต่างกัน หน้าสัมผัสของรีเลย์ถูกสร้างมาให้ใช้กับงานที่ทนกำลังไฟฟ้าได้ไม่สูงมากนัก รีเลย์ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนขดลวด ทำหน้าที่กำเนิดสนามแม่เหล็กขึ้นมา เมื่อได้รับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ( $V_{DC}$ ) หรือแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ( $V_{AC}$ ) และส่วนหน้าสัมผัส ทำหน้าที่ตัดหรือต่อวงจร หน้าสัมผัสรีเลย์มี 2 ชนิดคือ ชนิดปกติเปิด (NO) และชนิดปกติปิด (NC)



(ก) รูปร่าง

(ข) โครงสร้าง

(ค) สัญลักษณ์

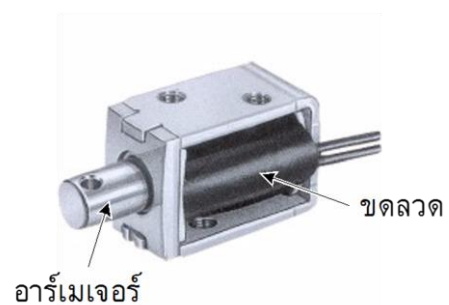
ภาพที่ 2-15 รีเลย์

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 219.

2.6.1.3.3 โซลินอยด์ (Solenoid) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานด้วยสนามแม่เหล็ก โครงสร้างของโซลินอยด์ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนขดลวด ถูกพันไว้บนฐานรองประเภทสารเฟอร์โรแมกเนติก (สารเฟอร์โรแมกเนติก เป็นสารประกอบด้วยโลหะที่มีเหล็กผสมอยู่ ตอบสนองต่อการเกิดสนามแม่เหล็กสามารถช่วยเพิ่มสนามแม่เหล็กให้มากขึ้นได้) ทำหน้าที่กำเนิดสนามแม่เหล็กเมื่อได้รับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ( $V_{DC}$ ) หรือแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ( $V_{AC}$ ) และส่วนอาร์เมเจอร์ (Armature) เป็นท่อนเหล็กที่เคลื่อนที่ได้ ถูกวางอยู่ในตอนกลางของขดลวด เมื่อมีแรงดันป้อนให้ขดลวด ทำให้ขดลวดเกิดสนามแม่เหล็กไปเหนี่ยวนำอาร์เมเจอร์ให้เคลื่อนที่ไปทิศทางหนึ่ง หากไม่มีแรงดันไปให้ขดลวด ขดลวดหมดอำนาจแม่เหล็ก อาร์เมเจอร์จะถูกสปริงบังคับให้เคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงข้าม



(ก) รูปร่าง



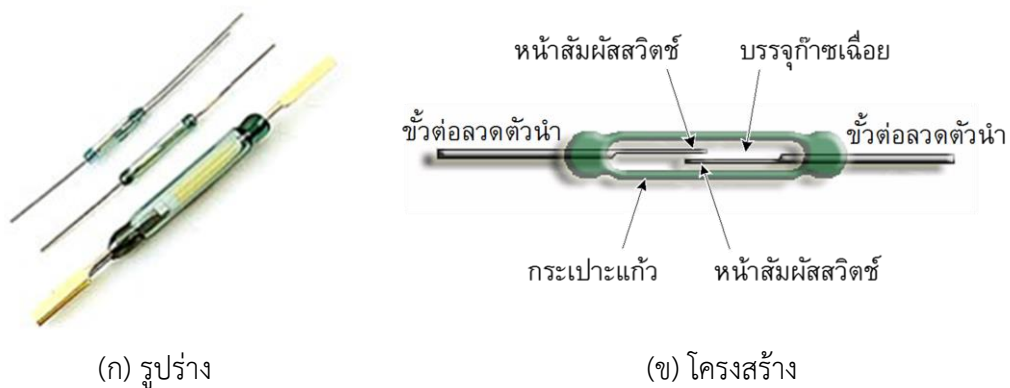
(ข) โครงสร้าง

ภาพที่ 2-16 โซลินอยด์

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 220.

2.6.1.3.4 รีดสวิตช์ (Reed Switch) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าจำพวกสวิตช์ มีขนาดเล็กทำงานด้วยสนามแม่เหล็ก โครงสร้างประกอบด้วยแผ่นโลหะแบนยาว 2 แผ่น ที่ผลิตจากสารเฟอร์โรแมกเนติก (Ferromagnetic) ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ แผ่นโลหะทั้งสองถูกวางอยู่ในหลอดแก้วหรือกระเปาะแก้วที่หุ้มปิดมิดชิด ภายในช่องว่างของกระเปาะแก้วถูกบรรจุก๊าซเฉื่อย เช่น นีออน อากอน ฮีเลียม หรืออาจทำเป็นสุญญากาศ เพื่อป้องกันการเกิดประกายไฟขณะหน้าสัมผัสของสวิตช์ต่อหรือตัดวงจร ต่อมาของแผ่นโลหะสวิตช์ทั้งสองออกมาภายนอก ปกติหน้าสัมผัสของรีดสวิตช์จะอยู่ในสภาวะปกติเปิด (ON) หรือสวิตช์ตัด (OFF) ดังภาพที่ 2-17

2.6.1.4. สวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Switch) เป็นสวิตช์ที่ผลิตขึ้นมาจากการนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ มาประกอบวงจร ให้ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัดต่อวงจรไฟฟ้า เช่นเดียวกับสวิตช์กลไก การตัดต่อวงจรใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จะไม่มีหน้าสัมผัส ทำให้ไม่เกิดการอาร์กของหน้าสัมผัส ไม่เกิดประกายไฟในขณะตัดต่อ เกิดความปลอดภัยในการทำงานมากขึ้น และสามารถตัดต่อได้เร็วกว่าระบบกลไกมาก ปัจจุบันสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ได้รับความนิยมในการใช้งานมากขึ้นทางด้านอุตสาหกรรม



ภาพที่ 2-17 รีดสวิตช์

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 220.

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่นำมาใช้งานด้านอุตสาหกรรม เป็นประเภทอิเล็กทรอนิกส์กำลังสามารถทำงานได้กับกำลังไฟสูง ๆ คือทนแรงดันได้สูงเป็นหลายพันโวลต์ และทนกระแสได้สูงเป็นหลายร้อยพันแอมแปร์ อุปกรณ์ที่ถูกผลิตมาใช้งานมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น ไดโอดกำลัง ทรานซิสเตอร์กำลัง เอสซีอาร์และไทรแอก เป็นต้น

2.6.1.4.1 ไดโอดกำลัง (Power Diode) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำชนิด 2 ตอน มีโครงสร้างและการทำงานเช่นเดียวกับไดโอดธรรมดา แต่สามารถทนกำลังไฟได้สูงมาก ถูกนำไปใช้งานในด้านไฟฟ้กำลัง และอิเล็กทรอนิกส์กำลังส่วนมากใช้ในงานด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ ไดโอดต้องเข้ากับแรงดันและกระแสสูง จึงมีความร้อน การนำไปใช้งานจำเป็นต้องมีการระบายความร้อนที่ดี ทำให้รูปร่างของไดโอดกำลัง สร้างให้มีส่วนของการยึดติดร่วมกับแผ่นระบายความร้อน ไดโอดกำลังจึงมีรูปร่างแตกต่างไปจากไดโอดธรรมดา เช่น แบบหัวน็อต (Stud Type), แบบจาน (Disc Type) และ

แบบโมดูล (Module Type) ภายในโมดูลมีไดโอดถูกสร้างไว้มากกว่าหนึ่งตัว แต่ละตัวอาจจะแยกออกจากกันอย่างอิสระ หรือมีบางขาของไดโอดบางตัวต่อถึงกัน



(ก) แบบหัวน็อต



(ข) แบบจาน

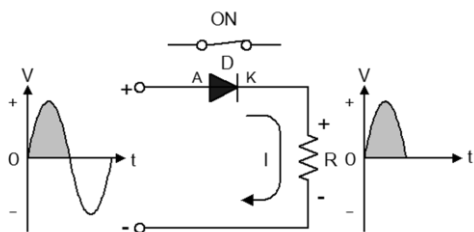


(ค) แบบโมดูล

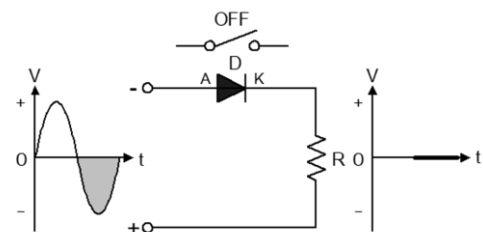
ภาพที่ 2-18 ไดโอดกำลัง

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 222.

ไดโอดกำลัง นอกจากจะมีชนิดใช้งานทั่วไปแล้ว ยังมีชนิดฟื้นตัวเร็วหรือกลับคืนตัวเร็ว (Fast Recovery Diode) ผลิตมาใช้งานด้วย สามารถปรับตัวให้เข้าสู่สภาวะปกติได้เร็วขึ้น นิยมนำไปใช้งานเป็นสวิตช์ที่มีความเร็วสูงในวงจรต่าง ๆ เช่น วงจรอินเวอร์เตอร์ วงจรชอปเปอร์ และวงจรเครื่องส่ง เป็นต้น



(ก) สภาวะสวิตช์ต่อวงจร



(ข) สภาวะสวิตช์ตัดวงจร

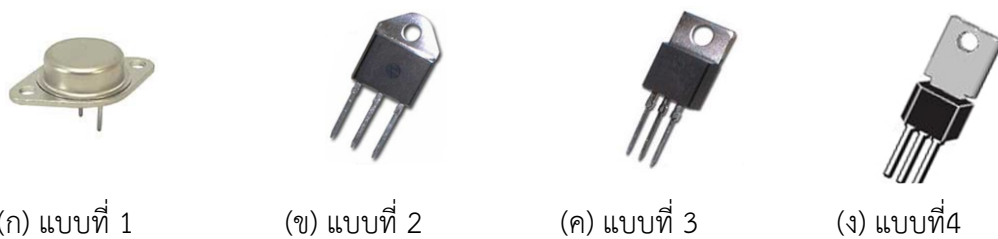
ภาพที่ 2-19 การทำงานเป็นสวิตช์ของไดโอดกำลัง

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 222.

จากภาพที่ 2-19 (ก) เป็นสภาวะสวิตช์ต่อวงจร (ON) ของไดโอดกำลัง เมื่อไดโอดกำลังได้รับไบแอสตรง (มีไฟบวกจ่ายขาแอนโนด (A) ไฟลบจ่ายขาแคโทด (K)) ไดโอดกำลังนำกระแส มีกระแสไหลผ่านตัวต้านทาน (R) เกิดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับชั้กบวตกร่อมตัวต้านทาน (R)

ส่วนภาพที่ 2-19 (ข) เป็นสภาวะสวิตช์ตัดวงจร (OFF) ของไดโอดกำลัง เมื่อไดโอดได้รับแรงดันไบแอสกลับ (มีไฟลบจ่ายขาแอนโนด (A) ไฟบวกจ่ายขาแคโทด (K)) ไดโอดกำลังไม่นำกระแส ไม่มีกระแสไหลผ่านตัวต้านทาน (R) ไม่มีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับชั้กบวตกร่อมตัวต้านทาน (R)

2.6.1.4.2 ทรานซิสเตอร์กำลัง (Power Transistor) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำชนิด 3 ตอน มีโครงสร้างและการทำงานเช่นเดียวกับทรานซิสเตอร์ธรรมดา แต่ถูกสร้างให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อให้สามารถทนกำลังไฟฟ้าได้สูงมากขึ้น ด้วยตัวทรานซิสเตอร์ต้องใช้แรงดันและกระแสสูง จึงเกิดความร้อนสูง การนำไปใช้งานจำเป็นต้องมีการระบายความร้อนที่ดี ทำให้รูปร่างของทรานซิสเตอร์กำลังต้องมีส่วนที่ยึดติดกับแผ่นระบายความร้อน ทำให้รูปร่างของทรานซิสเตอร์กำลังมีความแตกต่างไปจากทรานซิสเตอร์ธรรมดา คือตัวถังเป็นโลหะเพื่อใช้ยึดติดกับแผ่นระบายความร้อน ลักษณะทรานซิสเตอร์กำลัง ดังภาพที่ 2-20 และการทำงานของสวิตช์ทรานซิสเตอร์กำลัง ดังภาพที่ 2-21



(ก) แบบที่ 1

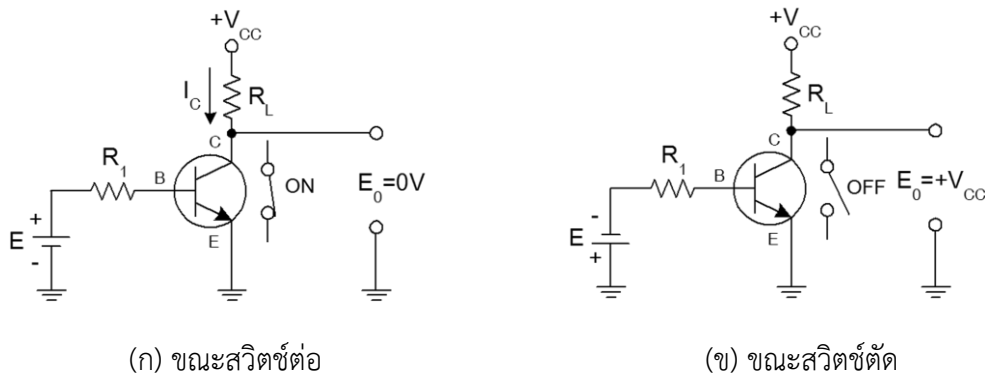
(ข) แบบที่ 2

(ค) แบบที่ 3

(ง) แบบที่ 4

ภาพที่ 2-20 ทรานซิสเตอร์กำลัง

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 223.



(ก) ขณะสวิตช์ต่อ

(ข) ขณะสวิตช์ตัด

ภาพที่ 2-21 การทำงานเป็นสวิตช์ของทรานซิสเตอร์กำลัง

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 223.

จากภาพที่ 2-21 (ก) เป็นสภาวะสวิตช์ต่อวงจร (ON) ของทรานซิสเตอร์กำลัง เมื่อทรานซิสเตอร์กำลังได้รับไบแอสถูกต้องตามต้องการที่ขาต่าง ๆ คือ ไบแอสตรงที่ขาเบส (B) เทียบกับขาอิมิตเตอร์ (E) และไบแอสกลับที่ขาคอลเลคเตอร์ (C) เทียบกับขาอิมิตเตอร์ (E) ทรานซิสเตอร์กำลังทำงานนำกระแส ค่าความต้านทานระหว่างขาอิมิตเตอร์ (E) กับขาคอลเลคเตอร์ (C) ต่ำมาก เป็นคุณสมบัติของสวิตช์ในสภาวะต่อวงจร (ON) แรงดันออกที่เอาต์พุต  $E_0$  เป็น 0 โวลต์

ส่วนภาพที่ 2-21 (ข) เป็นสภาวะสวิตช์ตัดวงจร (OFF) ของทรานซิสเตอร์กำลัง เมื่อทรานซิสเตอร์กำลังได้รับไบแอสที่ขาเบส (B) ไม่ถูกต้องตามต้องการ คือขาเบส (B) ได้รับไบแอสกลับ

เทียบกับขาคิมิตเตอร์ (E) ส่วนขาคอลเลคเตอร์ (C) ได้รับไบแอสกลับเทียบกับขาคิมิตเตอร์ (E) เหมือนเดิม ทรานซิสเตอร์กำลังไม่ทำงาน ไม่นำกระแส ค่าความต้านทานระหว่างขาคิมิตเตอร์ (E) กับขาคอลเลคเตอร์ (C) สูงมาก เป็นคุณสมบัติของสวิตช์ในสภาวะตัดวงจร (OFF) แรงดันที่เอาต์พุต  $E_o$  เท่ากับแหล่งจ่าย  $+V_{CC}$

2.6.1.4.3 มอสเฟตกำลัง (Power MOSFET) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำอีกชนิดหนึ่งที่ถูกพัฒนาจากทรานซิสเตอร์กำลัง เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำชนิดขั้วเดียว (Unipolar) ซึ่งแตกต่างไปจากทรานซิสเตอร์ที่เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำชนิด 2 ขั้ว (Bipolar) มอสเฟตกำลังจะถูกควบคุมการทำงานด้วยสนามไฟฟ้า ทำให้มีความไวในการทำงานมากขึ้น นำไปใช้เป็นสวิตช์ความไวสูงได้ดี รูปร่างและลักษณะภายนอกของมอสเฟตกำลังจะคล้ายกับทรานซิสเตอร์กำลัง ดังนั้นการสังเกตจากรูปร่างภายนอกไม่สามารถบอกได้ ต้องใช้วิธีดูเบอร์ที่กำกับไว้บนตัวถังเป็นหลัก



(ก) แบบที่ 1

(ข) แบบที่ 2

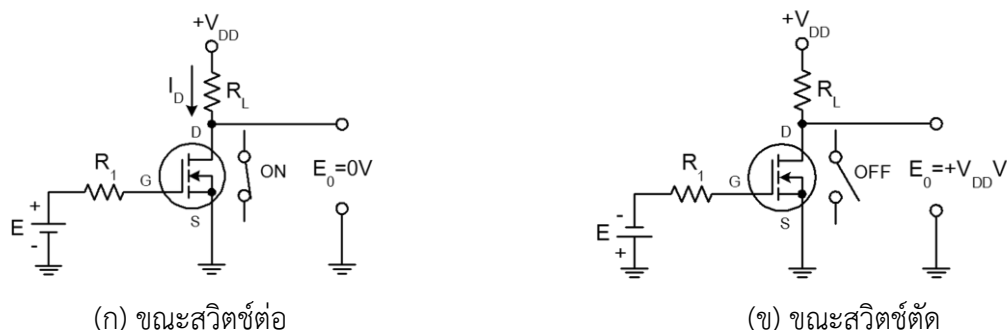
(ค) แบบที่ 3

(ง) แบบที่ 4

ภาพที่ 2-22 มอสเฟตกำลัง

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 224.

จากภาพที่ 2-22 แสดงมอสเฟตกำลังแบบต่าง ๆ ในแบบที่ 1, 2 และ 3 มีรูปร่างคล้ายกับทรานซิสเตอร์กำลัง การที่จะทราบว่าเป็นมอสเฟตกำลังต้องดูจากเบอร์ที่กำกับไว้ นำไปเปิดเทียบในคู่มือ ส่วนแบบที่ 4 เป็นมอสเฟตกำลังชนิดทนแรงดันและทนกระแสสูง ผลิตขึ้นบนตัวถังแบบใหม่เรียกว่าแบบ SOT-227 ขาต่าง ๆ ที่ต่อใช้งานใช้วิธียึดแน่นด้วยสกปรู ทำให้มีความแข็งแรงมากขึ้น หลักการทำงานเป็นสวิตช์ของมอสเฟตกำลัง ดังภาพที่ 2-23



(ก) ขณะสวิตช์ต่อ

(ข) ขณะสวิตช์ตัด

ภาพที่ 2-23 การทำงานเป็นสวิตช์ของมอสเฟตกำลัง

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 225.

จากภาพที่ 2-23 (ก) เป็นสภาวะสวิตช์ต่อวงจร (ON) ของมอสเฟตกำลัง เมื่อมอสเฟตกำลังได้รับไบแอสถูกต้องตามต้องการที่ขาต่าง ๆ คือ ไบแอสตรงที่ขาเกต (G) เทียบกับขาซอร์ส (S) และไบแอสกลับที่ขาเดรน (D) เทียบกับขาซอร์ส (S) มอสเฟตกำลังทำงานนำกระแส ค่าความต้านระหว่างขาซอร์ส (S) กับขาเดรน (D) ต่ำมาก เป็นคุณสมบัติของสวิตช์ในสภาวะต่อวงจร (ON) แรงดันออกที่เอาต์พุต  $E_O$  เป็น 0 โวลต์

ส่วนภาพที่ 2-23 (ข) เป็นสภาวะสวิตช์ตัดวงจร (OFF) ของมอสเฟตกำลัง เมื่อมอสเฟตกำลังได้รับไบแอสที่ขาเกต (G) ไม่ถูกต้องตามต้องการคือขาเกต (G) ได้รับไบแอสกลับเทียบกับขาซอร์ส (S) ส่วนขาเดรน (D) ได้รับไบแอสกลับเทียบกับขาซอร์ส (S) เหมือนเดิม มอสเฟตกำลังไม่ทำงานไม่นำกระแส ค่าความต้านทานระหว่างขาซอร์ส (S) กับขาเดรน (D) สูงมาก เป็นคุณสมบัติของสวิตช์ในสภาวะตัดวงจร (OFF) แรงดันออกที่เอาต์พุต  $E_O$  เท่ากับแหล่งจ่าย  $+V_{DD}$

2.6.1.4.4 ทรานซิสเตอร์สองขั้วแบบเกตมีฉนวนคั่น (Insulated Gate Bipolar Transistor) หรือเรียกว่า ไอจีบีที เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำอีกชนิดหนึ่งซึ่งนำมาเป็นสวิตช์แบบกำลัง ถูกพัฒนามาจากการร่วมกันของทรานซิสเตอร์กำลังและมอสเฟตกำลัง สามารถนำไปใช้เป็นสวิตช์ความเร็วสูงได้ดี มีแรงดันเหนี่ยวนำตกคร่อมต่ำ เพราะทางอินพุตมีขาเกต (G) ชนิดมอสเฟตต่ออยู่ สามารถสร้างให้ใช้ได้กับแรงดันสูงกระแสสูง โดยนำข้อดีของทรานซิสเตอร์ในขณะเริ่มทำงานมีการสูญเสียต่ำ สามารถต้านแรงดันได้สูง แต่มีข้อเสียที่ใช้เวลาในการเป็นสวิตช์ตัดวงจรนาน ส่วนมอสเฟตสามารถทำเป็นสวิตช์ตัดต่อวงจรได้เร็ว แต่มีข้อเสียที่ในสภาวะเริ่มต้นทำงานเกิดการสูญเสียมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่แรงดันสูง ๆ

ดังนั้น ไอจีบีที จึงถูกพัฒนาขึ้นมา โดยการนำข้อดีของทรานซิสเตอร์และมอสเฟตมาผลิตไว้ในตัวเดียวกัน มีคุณสมบัติเป็นดังนี้ มีแรงดันตกคร่อมต่ำในสภาวะทำงาน สามารถต้านแรงดันค่าสูง ๆ ได้ดี และทำงานเป็นสวิตช์ที่มีความเร็วสูง



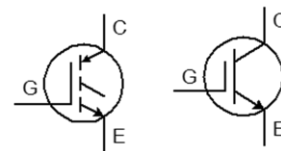
(ก) แบบทนกระแสต่ำ



(ข) แบบทนกระแสสูง



(ค) แบบโมดูล



(ง) สัญลักษณ์

ภาพที่ 2-24 รูปร่างและสัญลักษณ์ของไอจีบีที

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 226.

2.6.1.4.5 เอสซีอาร์และไตรแอก (SCR and Triac) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำอีกชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้เป็นสวิตช์แบบกำลัง ใช้งานอย่างแพร่หลาย ในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ อุปกรณ์ทั้งสองชนิดนี้เป็นอุปกรณ์จำพวกไทรสเตอร์ (Thyristor) หมายถึง อุปกรณ์ที่มีโครงสร้างประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ 4 ตอนต่อชนกัน ถูกผลิตมาใช้งานในด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลังมานานแล้ว ในปัจจุบันก็ยังเป็นที่นิยมใช้งานอยู่ และมีการพัฒนาเทคโนโลยีเรื่อยมา

1. เอสซีอาร์ (Silicon Control Rectifier : SCR) เป็นอุปกรณ์ไทรสเตอร์ ที่ถูกนำมาใช้งานเป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง ที่นิยมและใช้งานอย่างแพร่หลาย มีโครงสร้างประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ 4 ตอน พีเอ็นพีเอ็น ต่อชนกัน มีขาต่อออกมาใช้งาน 3 ขาคือ ขาแอนโนด (A) ขาแคโทด (K) และขาเกต (G) คุณสมบัติของเอสซีอาร์จะเหมือนกับไดโอด แต่สามารถควบคุมการทำงานได้ที่ขาเกต (G)



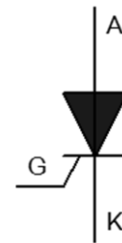
(ก) แบบทนกำลังปานกลาง



(ข) แบบทนกำลังสูง



(ค) แบบโมดูล



(ง) สัญลักษณ์

ภาพที่ 2-25 รูปร่างและสัญลักษณ์ของเอสซีอาร์  
ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 226.

2. ไตรแอก (Triac) เป็นอุปกรณ์ไทรสเตอร์ที่พัฒนามาจากเอสซีอาร์ ถูกนำมาใช้งานเป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง เนื่องจากเอสซีอาร์ มีข้อเสียที่เมื่อนำไปใช้งานกับไฟฟ้ากระแสสลับ มีการสูญเสียสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับไปซีกหนึ่งเสมอ เหลือสัญญาณที่จ่ายออกมาเพียงซีกเดียว ไตรแอกจึงถูกผลิตขึ้นมาให้ใช้งานได้กับสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับทั้งสองซีก ไม่เกิดการสูญเสียในการทำงาน โครงสร้างประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ 3 ตอน พีเอ็นพี ต่อชนกัน และมีสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น อีก 3 ตอน ต่อร่วมอยู่ภายใน มีขาต่อออกมาใช้งาน 3 ขา คือ ขาแอนโนด 1 ( $A_1$ ) ขาแอนโนด 2 ( $A_2$ ) และขาเกต (G) คุณสมบัติไตรแอกเหมือนกับเอสซีอาร์ คือสามารถควบคุมการทำงานได้ที่ขาเกต (G)





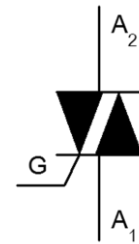
(ก) แบบทนกำลังปานกลาง



(ข) แบบทนกำลังสูง



(ค) แบบโมดูล



(ง) สัญลักษณ์

ภาพที่ 2-26 รูปร่างและสัญลักษณ์ของไดรแอก

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 227.

## 2.6.2 การควบคุมกำลังไฟฟ้ากระแสตรง

### 2.6.2.1 วงจรเรียงกระแสแบบต่าง ๆ

ในงานอุตสาหกรรมต้องใช้พลังงานไฟฟ้ามาป้อนให้อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ ให้สามารถทำงานได้ พลังงานไฟฟ้าที่ถูกลำเลียงใช้งานมักเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ แต่ในการทำงานจำเป็นต้องใช้ทั้งไฟฟ้ากระแสสลับและไฟฟ้ากระแสตรง การทำให้ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงทำได้ด้วยการใช้วงจรเรียงกระแส (Rectifier Circuit) ไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดเฟสเดียว (Single Phase) และชนิดสามเฟส (Three Phase)

วงจรเรียงกระแส คือวงจรทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทำงานเป็นตัวควบคุมการแปลงไฟ เช่น ไดโอด และเอสซีอาร์ เป็นต้น ไดโอดเป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เรียงกระแสชนิดไม่สามารถควบคุมได้ เมื่อนำมาใช้ในวงจรเรียงกระแสจะทำงานในคุณสมบัติของสวิตช์คือ เมื่อได้รับไบแอสตรงนำกระแสเป็นสวิตช์ต่อวงจร (ON) และเมื่อได้รับไบแอสกลับไม่นำกระแสเป็นสวิตช์ตัดวงจร (OFF) ส่วนเอสซีอาร์ เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เรียงกระแสสามารถควบคุมได้โดยการควบคุมให้ทำหน้าที่เรียงกระแสในตำแหน่งที่ต้องการ วงจรเรียงกระแสชนิดเฟสเดียวที่สร้างมาใช้งานทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ ดังนี้

1. เรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Half Wave Rectifier)
2. เรียงกระแสแบบเต็มคลื่น (Full Wave Rectifier)
3. เรียงกระแสแบบบริดจ์ (Bridge Rectifier)

วงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟส เป็นวงจรเรียงกระแสที่มีความสำคัญต่อการใช้งานในงานอุตสาหกรรมมาก เพราะแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่นำมาใช้งานจะเป็นชนิดสามเฟส อุปกรณ์ เครื่องมือ

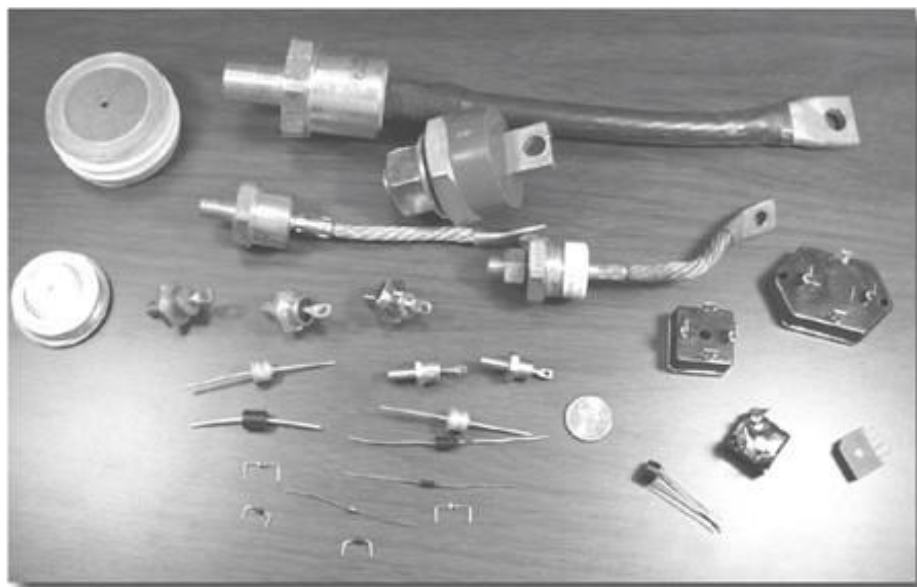
เครื่องใช้ ที่สร้างมาใช้งานก็ผลิตให้ใช้กับไฟฟ้าชนิดสามเฟส การแปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง ที่นิยมใช้กับไฟฟ้าชนิดสามเฟส แบ่งได้ 2 แบบ ดังนี้

1. รูปร่างแบบมีจุดกลาง (Midpoint Configuration)
2. รูปร่างแบบบริดจ์ (Bridge Configuration)

วงจรเรียงกระแสแต่ละชนิดมีลักษณะวงจรแตกต่างกัน ใช้ไดโอดต่อให้วงจรทำงานไม่เท่ากัน แต่สามารถทำงานได้เหมือนกันคือ ทำการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยอาศัยคุณสมบัติในการทำงานของสารกึ่งตัวนำ การเลือกไดโอดมาใช้งานในวงจรต้องคำนึงถึงสภาวะการทนแรงดันและทนกระแสในการใช้งาน พร้อมทั้งเผื่อค่าโดยประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ เพื่อความทนทานต่อการทำงานของอุปกรณ์

#### 2.6.2.2 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นชนิดเฟสเดียวใช้ไดโอด

วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นชนิดเฟสเดียว เป็นวงจรเรียงกระแสโดยไดโอดทำการตัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียวที่ป้อนเข้ามาออกไปซีกหนึ่ง ตามคุณสมบัติการทำงานของไดโอด แต่สัญญาณที่ออกเอาต์พุตเกิดความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับภาระที่ต่ออยู่ เช่น ถ้าภาระเป็นความต้านทานบริสุทธิ์ แรงดันและกระแสที่ส่งออกเอาต์พุตจะถูกตัดออกไปซีกหนึ่ง อาจเป็นซีกบวกหรือซีกลบก็ได้ คลื่นสัญญาณที่ได้จึงขาดหายไปเป็นช่วง ๆ ได้ค่าเฉลี่ยแรงดันออกมาประมาณ  $V_p/\pi$  และได้ค่าเฉลี่ยกระแสออกมาประมาณ  $V_p/\pi R$  วงจรเรียงกระแสและคลื่นสัญญาณแบบครึ่งคลื่นที่มีภาระเป็นความต้านทานบริสุทธิ์ ดังภาพที่ 2-28 (ก)

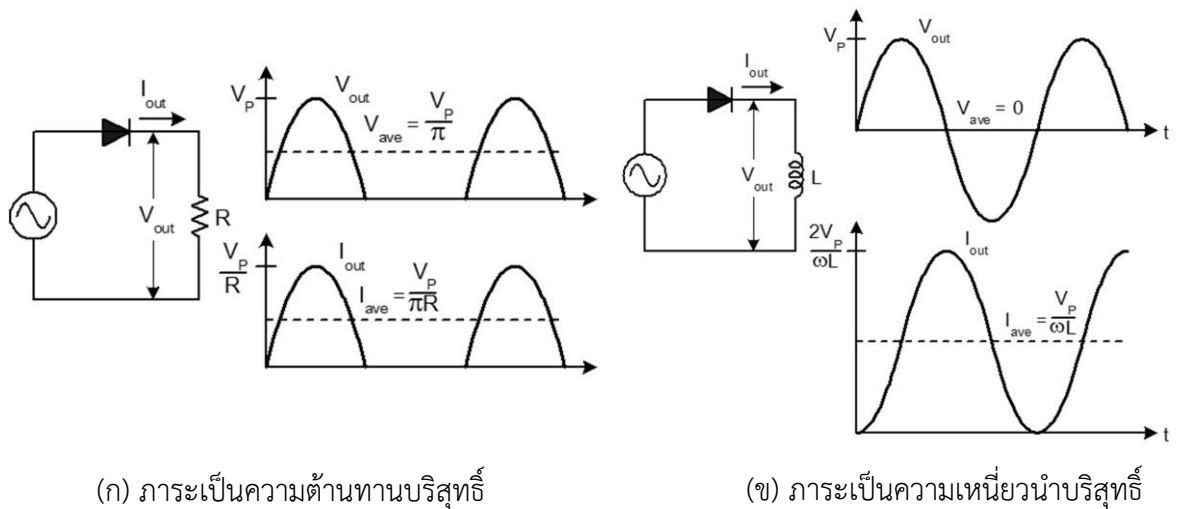


ภาพที่ 2-27 ไดโอดใช้ในวงจรเรียงกระแส

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 256.

ถ้าภาระที่ต่ออยู่เป็นความเหนี่ยวนำบริสุทธิ์ คลื่นสัญญาณที่ป้อนเข้ามาในช่วงครึ่งไซเคิลแรกจะเกิดกระแสไหลเปลี่ยนแปลงจากค่าศูนย์ไปถึงค่าสูงสุด คือค่า  $I_p$  เท่ากับ  $2V_p/\omega L$  ในระหว่างสัญญาณครึ่งไซเคิลนี้ พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ จะถูกส่งผ่านไปยังตัวเหนี่ยวนำครึ่งหนึ่ง

ของพลังงานไฟฟ้าค่า  $LI^2$  วัตต์-วินาที (W-s) ถูกเก็บไว้ในรูปของสนามแม่เหล็ก ไดโอดไม่สามารถขัดขวางกระแสที่ยังคงอยู่ไม่เป็นศูนย์เมื่อแหล่งจ่ายแรงดันกลับขั้ว ไดโอดต้องรอให้กระแสลดลงจนเป็นศูนย์ด้วยตนเองก่อนหยุดทำงาน ในความเป็นจริงแล้วไดโอดจะเริ่มทำงานตลอดครึ่งไซเคิลที่สอง ในระยะเวลาที่แรงดันเอาต์พุตเป็นลบ และรวมพลังงานทั้งหมดที่สะสมในตัวเหนี่ยวนำถูกส่งย้อนกลับไปยังไฟฟ้ากระแสสลับ ถ้าตัวเหนี่ยวนำมีการสูญเสียน้อย ไดโอดจะทำงานอย่างต่อเนื่อง ผลรวมของสัญญาณทุกไซเคิลมีพลังงานส่งผ่านเป็นศูนย์ ค่ากระแสเฉลี่ยได้ค่าออกมา  $V_p/\omega L$  วงจรเรียงกระแสและคลื่นสัญญาณแบบครึ่งคลื่น ที่มีภาวะเป็นความเหนี่ยวนำบริสุทธิ์ ดังภาพที่ 2-28 (ข)



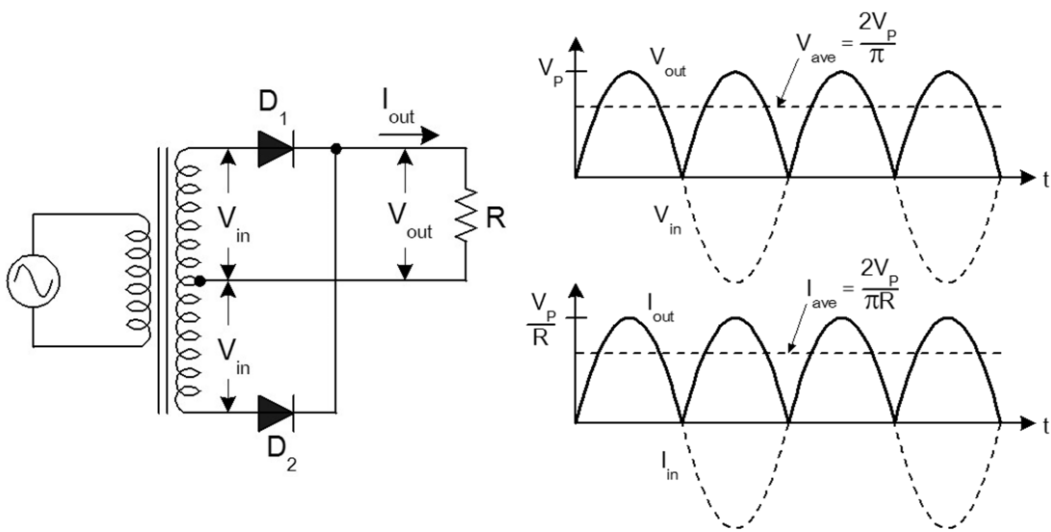
(ก) ภาวะเป็นความต้านทานบริสุทธิ์

(ข) ภาวะเป็นความเหนี่ยวนำบริสุทธิ์

ภาพที่ 2-28 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นและคลื่นสัญญาณที่ออกเอาต์พุต  
ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 256.

2.6.2.3 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นชนิดเฟสเดียวใช้ไดโอด

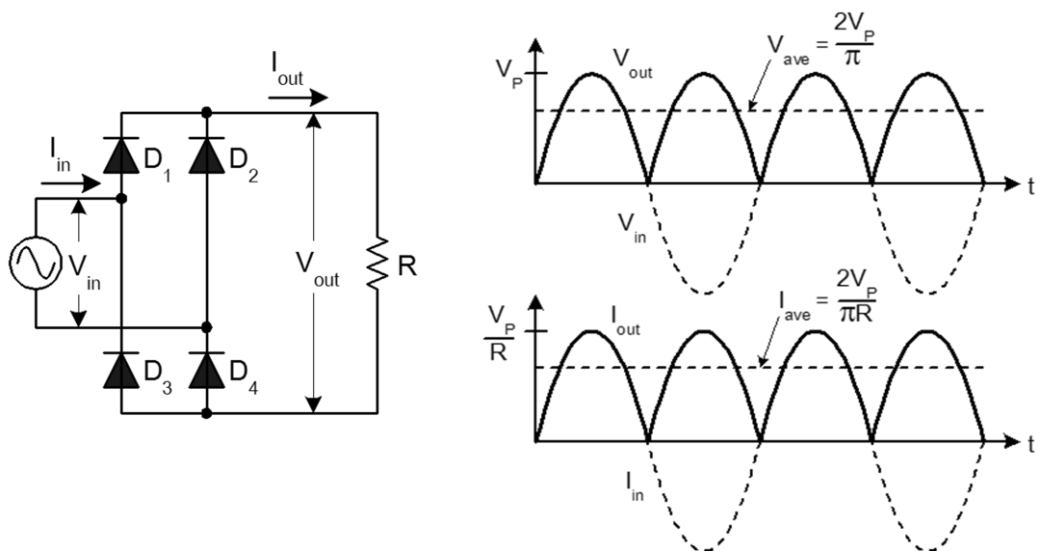
วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นชนิดเฟสเดียว เป็นวงจรเรียงกระแสที่ใช้ไดโอดสองตัวทำการตัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียวที่ป้อนเข้ามาออกไปซีกหนึ่ง ตามคุณสมบัติการทำงานของไดโอดแต่ละตัว ได้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงกระแสเพื่อส่งออก มีความถี่ออกเอาต์พุตเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าจากความถี่อินพุตที่ป้อนมาจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ เมื่อภาวะเป็นความต้านทาน จะเกิดแรงดันและกระแสในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างต่อเนื่องไม่มีขาดช่วง ค่าเฉลี่ยแรงดันตกคร่อมความต้านทานมีค่าประมาณ  $2V_p/\pi$  และค่าเฉลี่ยกระแสมีค่าประมาณ  $2V_p/\pi R$



(ก) วงจร  
 ภาพที่ 2-29 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นชนิดเฟสเดียวใช้ไดโอด  
 ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 257.

2.6.2.4 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ชนิดเฟสเดียวใช้ไดโอด

วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ชนิดเฟสเดียว เป็นวงจรเรียงกระแสที่มีคุณสมบัติในการทำงานเช่นเดียวกับวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น แต่ใช้ไดโอดในการทำงานสี่ตัวทำการตัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียวที่ป้อนเข้ามาออกไปซีกหนึ่ง การทำงานแต่ละซีกสัญญาณใช้ไดโอดทำงานสองตัวตามคุณสมบัติการทำงานของไดโอดแต่ละตัว ได้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงกระแสเพื่อส่งออกไป มีความถี่ออกเอาต์พุตเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า จากความถี่อินพุตที่ป้อนมาจากแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ



(ก) วงจร  
 ภาพที่ 2-30 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ชนิดเฟสเดียวใช้ไดโอด  
 ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 258.

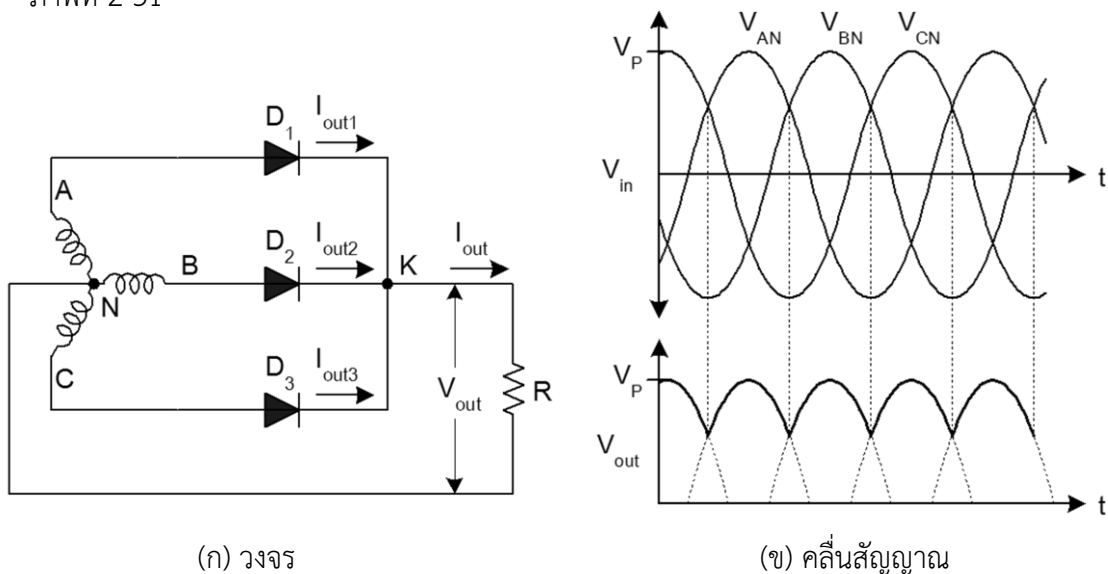
จากภาพที่ 2-30 (ก) เป็นวงจรการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ชนิดเฟสเดียวใช้ ไดโอด ไดโอด  $D_1$  ขั้วแอโนด (A) และไดโอด  $D_3$  ขั้วแคโทด (K) ต่อดับแรงดันขั้วล่าง

ถ้าสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับอินพุตป้อนเข้ามาขั้วบนเป็นบวก (+) ขั้วล่างเป็นลบ (-) ไดโอด  $D_1$  และ  $D_4$  ได้รับไบแอสตรงนำกระแส มีกระแส  $I_{OUT}$  ไหลจากด้านบนผ่าน ตัวต้านทาน (R) มาด้านล่าง ได้คลื่นสัญญาณเอาต์พุตซีกที่ 1 ออกมา

ถ้าสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับอินพุตป้อนเข้ามาขั้วบนเป็นลบ (-) ขั้วล่างเป็นบวก (+) ไดโอด  $D_2$  และ  $D_3$  ได้รับไบแอสตรงนำกระแส มีกระแส  $I_{OUT}$  ไหลจากด้านบนผ่าน ตัวต้านทาน (R) มาด้านล่าง ได้คลื่นสัญญาณเอาต์พุตซีกที่ 2 ออกมา การทำงานเป็นเช่นนี้เรื่อยไป ได้คลื่นสัญญาณที่เอาต์พุต ดังภาพที่ 2-30 (ข)

2.6.2.5 วงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบมีจุดกลางใช้ไดโอด

วงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบมีจุดกลางใช้ไดโอด เป็นวงจรเรียงกระแสที่นิยมนำมาใช้งาน ในงานอุตสาหกรรม โดยการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง นำไปจ่ายให้อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ให้เกิดการทำงาน แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับกำเนิดจากหม้อแปลงไฟฟ้า ชนิดสามเฟส ขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าแต่ละชุด ให้กำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขึ้นมามีเฟสต่างกัน เป็นมุม 120 องศา โดยขดลวดแต่ละขดมีจุดต่อรวมถึงกันเรียกว่าจุดกลาง (N) เป็นจุดที่กระแสไฟฟ้า ไหลในวงจรแต่ละส่วนไหลมาครบรอบการทำงาน วงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบมีจุดกลาง ดัง ภาพที่ 2-31



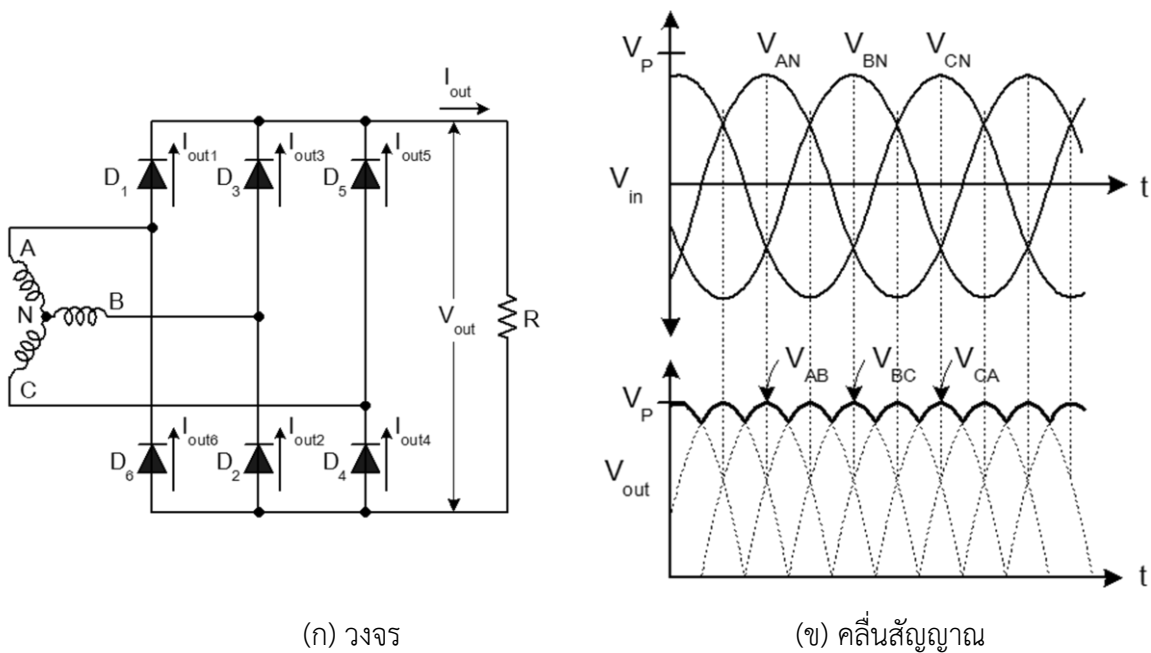
ภาพที่ 2-31 วงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบมีจุดกลางใช้ไดโอด  
ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 259.

จากภาพที่ 2-31 (ก) เป็นวงจรทำงานของวงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบมีจุดกลางใช้ ไดโอด โดยขดลวดหม้อแปลงทางทุติยภูมิ 3 ชุด แต่ละชุดที่กำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขึ้นมามีเฟส ต่างกันอยู่ 120 องศา ส่งผ่านเข้าวงจรไดโอด  $D_1$ ,  $D_2$  และ  $D_3$  แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้า กระแสตรง กระเพื่อมตกคร่อม ตัวต้านทาน (R) เป็นแรงดัน  $V_{out}$

ส่วนภาพที่ 2-31 (ข) เป็นคลื่นสัญญาณที่เกิดขึ้นตำแหน่งต่าง ๆ แบ่งเป็น  $V_{in}$  และ  $V_{out}$  ส่วน  $V_{in}$  เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับทางขดทุติยภูมิของหม้อแปลงแต่ละขด กำเนิดแรงดันขึ้นมามีเฟสต่างกันขดละ 120 องศา เช่น แรงดันที่  $V_{AN}$  เกิดขึ้นที่มุมเฟส 0 องศา แรงดันที่  $V_{BN}$  เกิดขึ้นที่ มุมเฟส 120 องศา และแรงดันที่  $V_{CN}$  เกิดขึ้นที่มุมเฟส 240 องศา เป็นต้น ได้แรงดันออกเอาต์พุตเป็น แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง กระเพื่อมออกมาตาม  $V_{OUT}$

2.6.2.6 วงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบบริดจ์ใช้ไดโอด

วงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบบริดจ์ใช้ไดโอด เป็นวงจรเรียงกระแสที่นิยมนำมาใช้งานในงานอุตสาหกรรมเช่นกัน โดยการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง นำไปจ่ายให้อุปกรณ์เครื่องมือ เครื่องใช้ให้เกิดการทำงาน แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับกำเนิดจากหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดสามเฟส ขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าแต่ละขด ให้กำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขึ้นมามีเฟสต่างกันเป็นมุม 120 องศา โดยขดลวดแต่ละขดมีจุดต่อรวมถึงกันเรียกว่าจุดกลาง (N) เป็นจุดที่กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรแต่ละส่วนมาครบรอบการทำงานที่จุดนี้ หรืออาจรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับโดย ตรงจากแหล่งกำเนิดก็ได้ สามารถรับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่เป็นแบบเดลตา ( $\Delta$ ) หรือแบบสตาร์ (Y)



ภาพที่ 2-32 วงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบบริดจ์ใช้ไดโอด

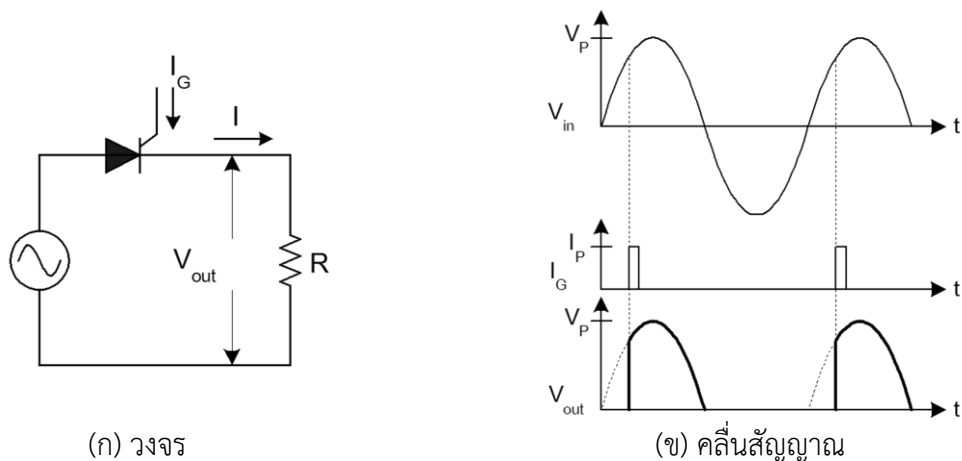
ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 260.

จากภาพที่ 2-32 (ก) เป็นวงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบบริดจ์ใช้ไดโอด โดยขดลวดหม้อแปลงทางขดทุติยภูมิมี 3 ขด แต่ละขดของขดลวดที่ทำให้กำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขึ้นมามีเฟสต่างกันอยู่ 120 องศา ส่งผ่านเข้าวงจรไดโอด  $D_1, D_2, D_3, D_4, D_5$  และ  $D_6$  แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง กระเพื่อมตกคร่อมตัวต้านทาน ( $R$ ) เป็นแรงดัน  $V_{OUT}$  โดยการนำกระแสของไดโอดจะนำกระแสเป็นคู่ ๆ ดังนี้  $D_1$  คู่กับ  $D_2, D_3$  คู่กับ  $D_4$  และ  $D_5$  คู่กับ  $D_6$  เป็นต้น

ส่วนภาพที่ 2-32 (ข) เป็นคลื่นสัญญาณที่เกิดขึ้น แบ่งเป็น  $V_{IN}$  และ  $V_{OUT}$  ภาพที่เป็น  $V_{IN}$  เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับทางขดทุติยภูมิของหม้อแปลงแต่ละขด เกิดขึ้นมามีเฟสต่างกันขดละ 120 องศา เช่น แรงดันที่  $V_{IN}$  เกิดที่เฟส 0 องศา แรงดันที่  $V_{BN}$  เกิดที่เฟส 120 องศา และแรงดันที่  $V_{CN}$  เกิดขึ้นเฟส 240 องศา เป็นต้น ได้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง กระเพื่อมออกเอาต์พุตที่ส่วน  $V_{OUT}$  แรงดันที่  $V_{OUT}$  จะได้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง กระเพื่อมมีความถี่เพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัว เช่น ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 50 เฮิร์ตซ์ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงกระเพื่อมได้ออกมา 100 เฮิร์ตซ์ เป็นต้น

#### 2.6.2.7 วงจรเรียงกระแสชนิดเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นใช้เอสซีอาร์

วงจรเรียงกระแสชนิดเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นใช้เอสซีอาร์ มีลักษณะการต่อวงจรคล้ายกับวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นชนิดเฟสเดียวใช้ไดโอด เพียงเปลี่ยนเอาไดโอดออกและใส่เอสซีอาร์ เข้าไปแทนที่ และควบคุมการกระตุ้นที่ขาเกต (G) ด้วยสัญญาณกระตุ้นในช่วงเวลาที่ต้องการ จะได้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระเพื่อมซีกบวกหรือซีกลบ ที่มีบางส่วนถูกตัดหายไปคือการเรียงกระแสที่สามารถควบคุมแรงดันออกเอาต์พุตได้ วงจรและสัญญาณ ดังภาพที่ 2-33



(ก) วงจร

(ข) คลื่นสัญญาณ

ภาพที่ 2-33 วงจรเรียงกระแสชนิดเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นใช้เอสซีอาร์

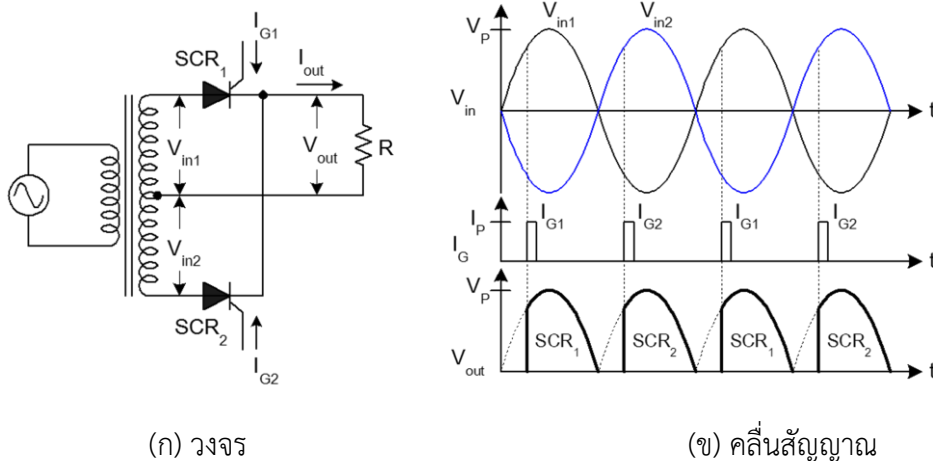
ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 261.

จากภาพที่ 2.33 (ก) เป็นวงจรเรียงกระแสชนิดเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นที่ใช้เอสซีอาร์ เป็นตัวเรียงกระแสแทนการใช้ตัวไดโอด การใช้เอสซีอาร์ เป็นตัวเรียงกระแสจำเป็นต้องมีสัญญาณกระตุ้น ควบคุมการทำงานที่ขาเกต (G) คือต้องมีกระแสเกต ( $I_G$ ) ไหลเอสซีอาร์จึงนำกระแส ยอมให้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับไหลจ่ายสัญญาณในส่วนซีกบวกผ่านออกเอาต์พุต

ส่วนภาพที่ 2-33 (ข) เป็นคลื่นสัญญาณที่เกิดขึ้น แบ่งเป็น  $V_{IN}$ ,  $I_G$  และ  $V_{OUT}$  ที่ส่วน  $V_{IN}$  เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ป้อนให้วงจรที่ส่วน  $I_G$  เป็นกระแสพัลส์ใช้กระตุ้นที่ขาเกต (G) เพื่อกำหนดการเริ่มทำงานของเอสซีอาร์ การกระตุ้นให้เอสซีอาร์ ทำงานต้องทำทุก ๆ ครึ่งไซเคิลของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ป้อนเข้ามาที่ส่วน  $V_{OUT}$  เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงกระเพื่อมที่เป็นส่วนแรงดันตกคร่อมภาระ ตัวต้านทาน (R) เป็นคลื่นไซน์ซีกบวกที่ถูกตัดหายไปบางส่วน ตามสภาวะการควบคุมการทำงานของสัญญาณกระตุ้นที่ขาเกต (G) ของเอสซีอาร์ได้แรงดันออกตามภาพที่  $V_{OUT}$

### 2.6.2.8 วงจรเรียงกระแสชนิดเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นใช้เอสซีอาร์

วงจรเรียงกระแสชนิดเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นใช้เอสซีอาร์ มีลักษณะการต่อวงจรคล้ายกับวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นชนิดเฟสเดียวใช้ไดโอด เพียงเปลี่ยนไดโอดออกและใส่เอสซีอาร์ เข้าไปแทนที่ และควบคุมการกระตุ้นที่ขาเกต (G) ด้วยสัญญาณกระตุ้นในช่วงเวลาที่ต้องการ ทำให้ได้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระแสเฟวมซิกบวกลบหรือซิกลบ ที่มีบางส่วนถูกตัดหายไป คือการเรียงกระแสที่สามารถควบคุมแรงดันออกเอาต์พุตได้แบบเต็มคลื่น วงจรและสัญญาณดังภาพที่ 2-34



(ก) วงจร

(ข) คลื่นสัญญาณ

ภาพที่ 2-34 วงจรเรียงกระแสชนิดเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นใช้เอสซีอาร์

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 262.

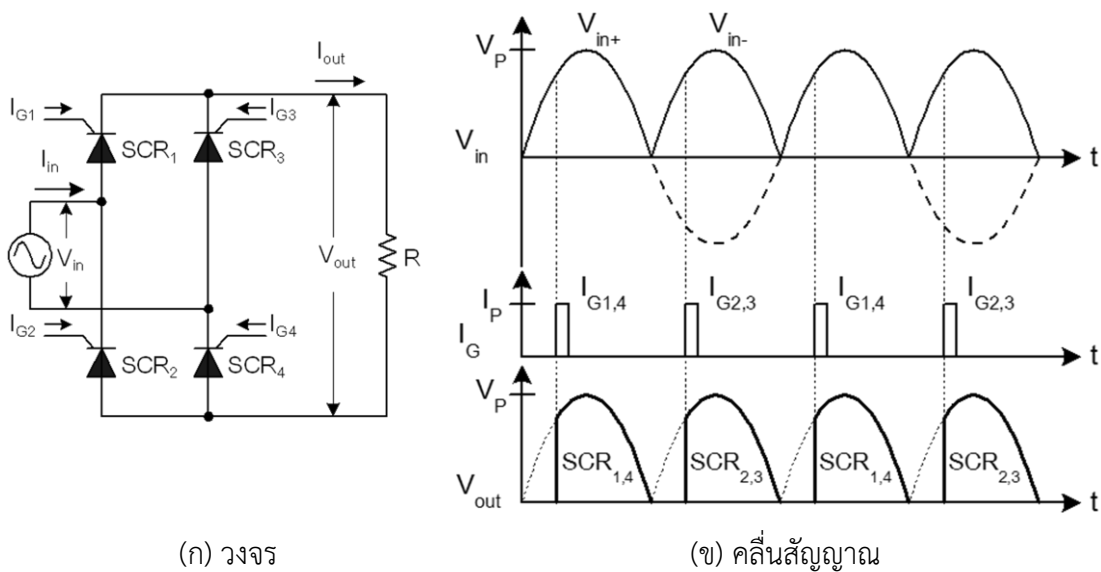
จากภาพที่ 2-34 (ก) เป็นวงจรเรียงกระแสชนิดเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นที่ใช้เอสซีอาร์ เป็นตัวเรียงกระแสแทนการใช้ตัวไดโอด โดยใช้เอสซีอาร์ในการทำงาน 2 ตัว คือ SCR<sub>1</sub> และ SCR<sub>2</sub> สลับกันทำงาน มีหม้อแปลงกำหนดการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้ 2 ชุด การใช้เอสซีอาร์ เป็นตัวเรียงกระแสจำเป็นต้องมีสัญญาณกระตุ้นควบคุมการทำงานที่ขาเกต (G) คือต้องมีกระแสเกต (I<sub>G</sub>) ไหล เอสซีอาร์ จึงนำกระแสยอมให้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับส่งผ่านในส่วนซิกบวกลบผ่านออกเอาต์พุต

ส่วนรูปที่ 2-34 (ข) เป็นคลื่นสัญญาณที่เกิดขึ้น แบ่งเป็น V<sub>IN</sub>, I<sub>G</sub> และ V<sub>OUT</sub> ที่ส่วน V<sub>IN</sub> เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ป้อนให้วงจรมี 2 ชุด แต่ละชุดของแรงดันที่จ่ายออกมาจะมีเฟสตรงข้ามกันเสมอ เช่น ชุด V<sub>IN1</sub> มีเฟสเป็นบวก ชุด V<sub>IN2</sub> จะมีเฟสเป็นลบ เพื่อการควบคุมให้เอสซีอาร์สลับการทำงาน ที่ส่วน I<sub>G</sub> เป็นกระแสพัลส์ใช้กระตุ้นที่ขาเกต (G) เพื่อกำหนดการเริ่มทำงานของ เอสซีอาร์ แต่ละตัว การกระตุ้นให้เอสซีอาร์ ทำงานต้องทำทุก ๆ ครึ่งไซเคิลของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ป้อนเข้ามา ภาพส่วน V<sub>OUT</sub> เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงกระแสเฟวมที่มีเป็นส่วนใหญ่แรงดันตกคร่อมภาระตัวต้านทาน (R) เป็นคลื่นไซน์ซิกบวกลบที่ถูกตัดหายไปบางส่วน ตามสภาวะควบคุมการทำงานของสัญญาณกระตุ้นที่ขาเกต (G) ของเอสซีอาร์ได้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงกระแสเฟวมแบบเต็มคลื่นออกมาตามภาพ V<sub>OUT</sub> ถ้าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ V<sub>IN1</sub> ป้อนเข้ามา ได้คลื่นซิกบวกลบจากการทำงานของ SCR<sub>1</sub> ส่งออก ถ้าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ V<sub>IN2</sub> ป้อนเข้ามา ได้คลื่นซิกบวกลบจากการทำงานของ SCR<sub>2</sub> ส่งออก



### 2.6.2.9 วงจรเรียงกระแสชนิดเฟสเดียวแบบบริดจ์ใช้เอสซีอาร์

วงจรเรียงกระแสชนิดเฟสเดียวแบบบริดจ์ใช้เอสซีอาร์ มีลักษณะการต่อวงจรคล้ายกับวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ชนิดเฟสเดียวใช้ไดโอด เพียงเปลี่ยนไดโอดออกและใส่เอสซีอาร์ เข้าไปแทนที่ และควบคุมการกระตุ้นที่ขาเกต (G) ด้วยสัญญาณกระตุ้นในช่วงเวลาที่ต้องการ ทำให้ได้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระแสเฟรมซิกบวกรหรือซิกลบ ที่มีบางส่วนถูกตัดหายไป คือ การเรียงกระแสที่สามารถควบคุมแรงดันออกเอาต์พุตได้แบบบริดจ์ รูปสัญญาณต่าง ๆ ที่ได้ออกมาเหมือนกับวงจรเรียงกระแสชนิดเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นใช้เอสซีอาร์



(ก) วงจร

(ข) คลื่นสัญญาณ

ภาพที่ 2-35 วงจรเรียงกระแสชนิดเฟสเดียวแบบบริดจ์ใช้เอสซีอาร์  
ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 264.

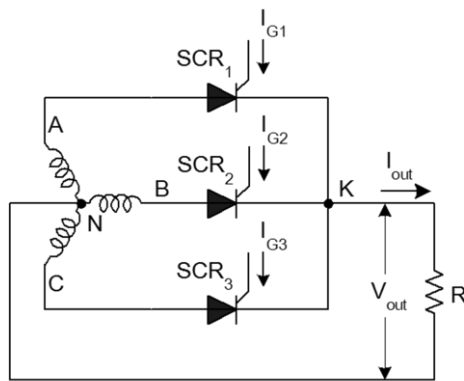
จากภาพที่ 2-35 (ก) เป็นวงจรเรียงกระแสชนิดเฟสเดียวแบบบริดจ์ที่ใช้เอสซีอาร์ เป็นตัวเรียงกระแสแทนการใช้ไดโอด โดยใช้เอสซีอาร์ในการทำงาน 4 ตัวสลับกันทำงานครั้งละ 2 ตัว แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับป้อนเข้า จะใช้หม้อแปลงชนิด 2 ขั้วกำหนดการจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้ หรือใช้วิธีรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับโดยตรงจากแหล่งจ่าย ใช้แหล่งจ่ายแรงดันป้อนเข้าเพียงชุดเดียว 2 ขั้ว การใช้เอสซีอาร์เป็นตัวเรียงกระแสจำเป็นต้องมีสัญญาณกระตุ้นควบคุมการทำงานที่ขาเกต (G) คือต้องมีกระแสเกต ( $I_G$ ) ไหล เอสซีอาร์จึงนำกระแส ยอมให้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับส่งผ่านในส่วนซิกบวกรออกเอาต์พุต

ส่วนภาพที่ 2-35 (ข) เป็นคลื่นสัญญาณที่เกิดขึ้นในวงจรแต่ละส่วน มีลักษณะสัญญาณต่าง ๆ เหมือนกับวงจรเรียงกระแสชนิดเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นใช้เอสซีอาร์ แบ่งเป็น  $V_{IN}$ ,  $I_G$  และ  $V_{OUT}$  ส่วน  $V_{IN}$  เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ป้อนให้วงจรใช้เพียงชุดเดียวแต่สามารถป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงกระแสเฟรมแบบเต็มคลื่นออกเอาต์พุต โดยการใช่วงจรบริดจ์เอสซีอาร์ ช่วยในการทำงานช่วง  $V_{IN}$  บวก ( $V_{IN+}$ ) ป้อนเข้ามา  $SCR_1$  และ  $SCR_4$  จะทำงานเมื่อมีกระแสพัลส์  $I_G$  มากกระตุ้นที่ขาเกต (G) ช่วง  $V_{IN}$  ลบ ( $V_{IN-}$ ) ป้อนเข้ามา  $SCR_2$  และ  $SCR_3$  จะทำงานเมื่อมีกระแสพัลส์  $I_G$  มากกระตุ้นที่ขาเกต (G) เช่นกัน การกระตุ้นให้เอสซีอาร์ ทำงานทุก ๆ ครึ่งไซเคิลของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ป้อนเข้ามา ภาพส่วนของ

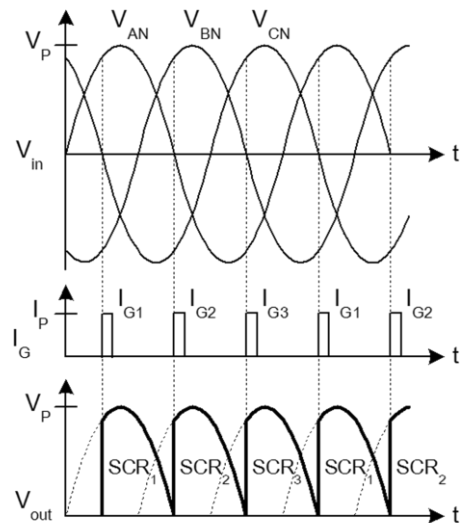
$I_G$  เป็นกระแสพัลส์ใช้กระตุ้นที่ขาเกต (G) เพื่อกำหนดการเริ่มทำงานของเอสซีอาร์ แต่ละชุด คือ  $I_{G1}$ ,  $I_{G4}$  กระตุ้น  $SCR_1$  และ  $SCR_4$  ทำงาน ชุด  $I_{G2}$ ,  $I_{G3}$  กระตุ้น  $SCR_2$  และ  $SCR_3$  ทำงาน ภาพที่  $V_{OUT}$  เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงกระแสเฟืองที่เป็นส่วนแรงดันตกคร่อมภาระตัวต้านทาน (R) เป็นคลื่นไซน์ซีกบวกที่ถูกตัดหายไปบางส่วน ตามสภาวะการควบคุมการทำงานของสัญญาณกระตุ้นที่ขาเกต (G) ของเอสซีอาร์ แต่ละตัว ได้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงกระแสเฟืองแบบเต็มคลื่นออกมาตามภาพที่  $V_{OUT}$  ซีกหนึ่ง  $SCR_1$  และ  $SCR_4$  ทำงาน อีกซีกหนึ่ง  $SCR_2$  และ  $SCR_3$  ทำงาน จะทำงานสลับกันไปเช่นนี้ตลอดเวลา

#### 2.6.2.10 วงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบมีจุดกลางใช้เอสซีอาร์

วงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบมีจุดกลางใช้เอสซีอาร์ มีลักษณะการต่อวงจรคล้ายกับวงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบมีจุดกลางใช้ไดโอด เพียงเปลี่ยนไดโอดออกและใส่เอสซีอาร์ เข้าไปแทนที่ ควบคุมการกระตุ้นที่ขาเกต (G) ด้วยสัญญาณกระตุ้นในช่วงเวลาที่ต้องการ ทำให้ได้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระแสเฟืองซีกบวกหรือซีกลบ ที่มีบางส่วนถูกตัดหายไป แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับกำเนิดจากหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดสามเฟส ขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าแต่ละชุด ให้กำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขึ้นมามีเฟสต่างกันเป็นมุม 120 องศา โดยขดลวดแต่ละขดมีจุดต่อรวมถึงกันเรียกว่าจุดกลาง (N) เป็นจุดที่กระแสไฟฟ้าไหลในวงจร แต่ละส่วนไหลมาครบรอบการทำงาน เป็นการเรียงกระแสที่สามารถควบคุมแรงดันออกเอาต์พุตได้



(ก). วงจร



(ข) คลื่นสัญญาณ

ภาพที่ 2-36 วงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบมีจุดกลางใช้เอสซีอาร์

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 265.

จากภาพที่ 2-36 (ก) เป็นวงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบครึ่งคลื่นใช้เอสซีอาร์ โดยมีขดลวดหม้อแปลงทางขดทุติยภูมิ 3 ชุด แต่ละชุดที่ให้กำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขึ้นมามีเฟสต่างกันอยู่ 120 องศา ส่งผ่านเข้าวงจร  $SCR_1$ ,  $SCR_2$  และ  $SCR_3$  แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงกระแสเฟืองตกคร่อมตัวต้านทาน (R) เป็นแรงดัน ( $V_{OUT}$ ) การใช้เอสซีอาร์ เป็นตัวเรียงกระแสจำเป็นต้องมีสัญญาณกระตุ้นควบคุมการทำงานที่ขาเกต (G) คือต้องมีกระแสเกต (G) ไหลเข้าขาเกตเอสซีอาร์ จึง

นำกระแส ยอมให้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับส่งผ่านในส่วนซิกบวกรอกเอาต์พุต โดยมีแรงดันบางส่วนขาดหายไป

ส่วนภาพที่ 2-36 (ข) เป็นคลื่นสัญญาณที่เกิดขึ้นในวงจรแต่ละส่วน มีลักษณะสัญญาณต่าง ๆ คล้ายกับวงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบมีจุดกลางใช้ไดโอด แบ่งเป็น  $V_{IN}$ ,  $I_G$  และ  $V_{OUT}$  ภาพส่วน  $V_{IN}$  เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับทางขดทุติยภูมิของหม้อแปลงแต่ละขด กำเนิดแรงดันมีเฟสต่างกัน 120 องศา เช่น แรงดันที่  $V_{AN}$  เกิดขึ้นที่มุมเฟส 0 องศา แรงดัน  $V_{BN}$  เกิดขึ้นที่มุมเฟส 120 องศา และแรงดันที่  $V_{CN}$  เกิดขึ้นที่มุมเฟส 240 องศา เป็นต้น การทำงานของเอสซีอาร์ แต่ละตัวขึ้นอยู่กับ การควบคุม 2 ส่วนคือ ต้องจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้ขาแอนอด (A) และขาแคโทด (K) พร้อมกับมีกระแสกระตุ้นที่ขาเกต (G) ทำให้  $SCR_1$ ,  $SCR_2$  และ  $SCR_3$  ทำงานสลับกัน ภาพส่วนของ  $I_G$  เป็นกระแสพัลส์ใช้กระตุ้นที่ขาเกต (G) เพื่อกำหนดการเริ่มทำงานของเอสซีอาร์ แต่ละตัว  $I_{G1}$  กระตุ้น  $SCR_1$  ทำงาน  $I_{G2}$  กระตุ้น  $SCR_2$  ทำงาน และ  $I_{G3}$  กระตุ้น  $SCR_3$  ทำงาน ส่วน  $V_{OUT}$  เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงกระแสเฟอ์มที่เป็นแรงดันตกคร่อมภาระตัวต้านทาน (R) เป็นคลื่นไซน์ซิกบวกรที่ถูกตัดหายไปบางส่วนตามสภาวะการควบคุมการทำงานของสัญญาณกระตุ้นที่ขาเกตของเอสซีอาร์ แต่ละตัว ได้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงกระแสเฟอ์มแบบเต็มคลื่นออกมาตามภาพ  $V_{OUT}$

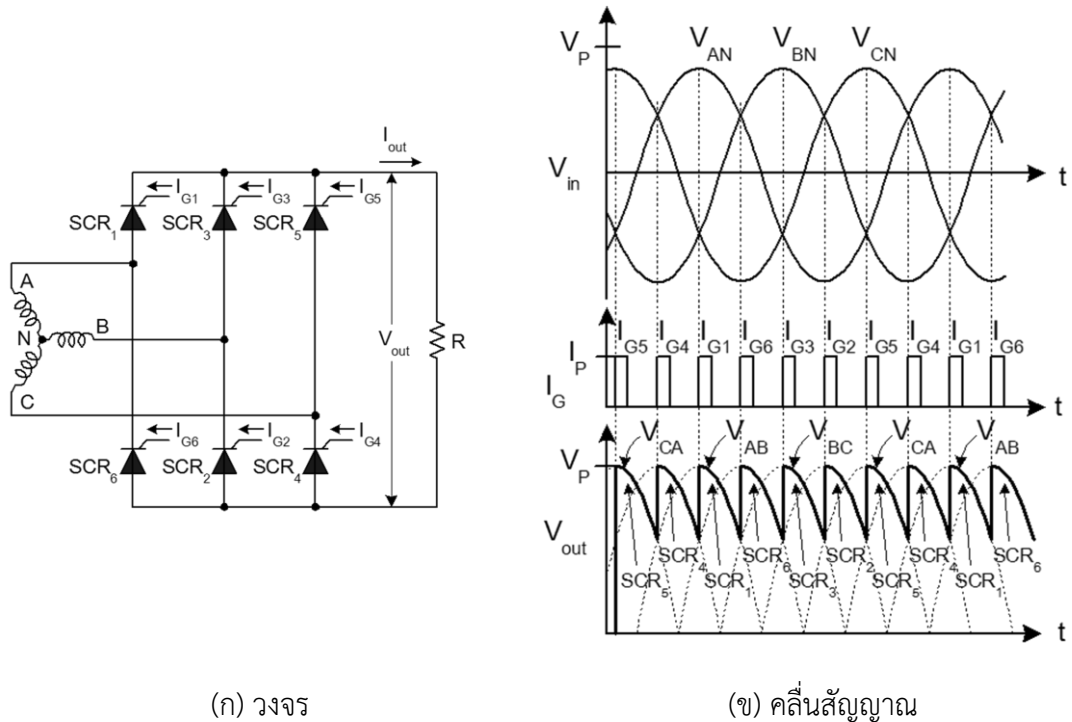
#### 2.6.2.11 วงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบบริดจ์ใช้เอสซีอาร์

วงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบบริดจ์ใช้เอสซีอาร์ มีลักษณะการต่อวงจรคล้ายกับวงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบบริดจ์ใช้ไดโอด เพียงเปลี่ยนไดโอดออกและใส่เอสซีอาร์ เข้าไปแทนที่ และควบคุมการกระตุ้นที่ขาเกต (G) ด้วยสัญญาณกระตุ้นในช่วงเวลาที่ต้องการ ทำให้ได้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระแสเฟอ์มซิกบวกรหรือซิกลบ ที่มีบางส่วนถูกตัดหายไป แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับกำเนิดจากหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดสามเฟส ขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าแต่ละขด ให้กำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับมีเฟสต่างกันเป็นมุม 120 องศา โดยขดลวดแต่ละขดมีจุดต่อรวมถึงกันเรียกว่าจุดกลาง (N) เป็นจุดที่กระแสไฟฟ้าในวงจรแต่ละส่วนไหลมาครบรอบการทำงานที่จุดนี้ หรืออาจรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับโดยตรงจากแหล่งกำเนิดก็ได้ สามารถรับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับที่มีวงจรเป็นแบบเดลต้า ( $\Delta$ ) หรือแบบสตาร์ (Y) ได้

จากภาพที่ 2-37 (ก) เป็นวงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบบริดจ์ใช้เอสซีอาร์ โดยที่ขดลวดหม้อแปลงทางขดทุติยภูมิมี 3 ขด แต่ละขดของขดลวดที่ให้กำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับมีเฟสต่างกัน 120 องศา ส่งผ่านเข้าวงจรเอสซีอาร์ ทั้ง 6 ตัว โดยเอสซีอาร์ ทำงานเป็นคู่ ดังนี้  $SCR_1$  คู่กับ  $SCR_2$ ,  $SCR_3$  คู่กับ  $SCR_4$  และ  $SCR_5$  คู่กับ  $SCR_6$  การทำงานของเอสซีอาร์ แต่ละคู่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ป้อนเข้ามา

ส่วนภาพที่ 2-37 (ข) เป็นคลื่นสัญญาณที่เกิดขึ้นในวงจรแต่ละส่วน มีลักษณะสัญญาณ คล้ายกับวงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบบริดจ์ใช้ไดโอด แบ่งเป็น  $V_{IN}$ ,  $I_G$  และ  $V_{OUT}$  ภาพที่ส่วน  $V_{IN}$  เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับทางขดทุติยภูมิของหม้อแปลงแต่ละขด กำเนิดแรงดันมีเฟสต่างกัน 120 องศา เช่น แรงดันที่  $V_{AN}$  เกิดขึ้นที่มุมเฟส 0 องศา แรงดันที่  $V_{BN}$  เกิดขึ้นที่มุมเฟส 120 องศา และแรงดัน  $V_{CN}$  เกิดขึ้นที่มุมเฟส 240 องศา เป็นต้น การทำงานของเอสซีอาร์ แต่ละตัวขึ้นอยู่กับ การควบคุม 2 ส่วนคือ ต้องจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้ขาแอนอด (A) และขาแคโทด (K) พร้อมกับมีกระแสกระตุ้นที่ขาเกต (G) ทำให้เอสซีอาร์แต่ละตัว สามารถทำงานได้ตามการควบคุมภาพ  $I_G$  เป็นกระแสพัลส์ใช้กระตุ้นที่ขาเกต (G) ของเอสซีอาร์ เพื่อกำหนดการเริ่มทำงานของเอสซีอาร์แต่ละตัว ส่วน  $V_{OUT}$  เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

กระเพื่อมที่เป็นแรงดันตกคร่อมภาระตัวต้านทาน (R) เป็นคลื่นไซน์ซีกบวกที่ถูกตัดหายไปบางส่วน ตามสภาวะการควบคุมการทำงานของสัญญาณกระตุ้นที่ขาเกตของเอสซีอาร์แต่ละตัว ได้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงกระเพื่อมแบบเต็มคลื่นออกมาตามภาพที่  $V_{OUT}$  มีความถี่เพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัว



(ก) วงจร

(ข) คลื่นสัญญาณ

ภาพที่ 2-37 วงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบบริดจ์ใช้เอสซีอาร์  
ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 267.

### 2.6.3 เครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้าคงที่

ตัวรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น เป็นภาคจ่ายไฟเบื้องต้นที่นิยมใช้ในงานด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ไอซีรักษาระดับคงที่แบบเชิงเส้น ถูกผลิตมาใช้งานอย่างแพร่หลาย เป็นแบบที่ง่ายต่อการใช้งาน มีความทนทานและราคาถูก เป็นไอซีทำหน้าที่ควบคุมและรักษาระดับแรงดันป้อนออกเอาต์พุตให้มีระดับแรงดันคงที่ตลอดเวลา ตามค่าระดับแรงดันที่กำหนดไว้ พื้นฐานตัวรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น เป็นหลักการทำงานเบื้องต้นของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ หลักการทำงานโดยใช้แหล่งกำเนิดกระแสไปควบคุมแรงดัน เพื่อให้เกิดการขับค่าแรงดันคงที่ปรากฏออกมาที่ขั้วต่อเอาต์พุต

พื้นฐานตัวรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ ชนิดมาตรฐาน ชนิดสูญเสียต่ำ ชนิดกึ่งสูญเสียต่ำ การเลือกตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ ที่เหมาะสมมาใช้งาน พิจารณาจากรายละเอียดคุณสมบัติ ให้เหมาะสมตามความต้องการมากที่สุด ควรพิจารณาจาก ค่ากระแสภาระสูงสุด ชนิดของแหล่งจ่ายแรงดันอินพุต ความแม่นยำของแรงดันออกเอาต์พุต ค่ากระแสสงบ และลักษณะพิเศษโดยเฉพาะ

ไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น มีการบรรจุวงจรป้องกันการพังไว้ภายใน เพื่อให้เกิดความทนทานในการทำงาน ไม่เกิดความเสียหายจากกระแสภาระมากเกินไป หรือการทำงานของ

อุณหภูมิที่สูงมาก วงจรป้องกันที่พบในไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น ได้แก่ การหยุดทำงานจากความร้อน และการจำกัดค่ากระแส

ไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้นเบอร์ 723 เป็นไอซีรักษาระดับแรงดันที่นิยมนำไปใช้งาน สามารถจ่ายกระแสออกเอาต์พุตได้ถึง 150 มิลลิแอมป์ เมื่อต่อร่วมกับทรานซิสเตอร์ภายนอกจะสามารถควบคุมการจ่ายกระแสออกเอาต์พุตได้สูงถึง 10 แอมแปร์ รับแรงดันอินพุตได้สูงสุด 40 โวลต์ ปรับเปลี่ยนแรงดันออกเอาต์พุตได้ตั้งแต่ 2 โวลต์ ถึง 37 โวลต์

### 2.6.3.1 ตัวรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น

ตัวรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น (Linear Voltage Regulator) เป็นภาคจ่ายไฟเบื้องต้นที่นิยมใช้งานในงานด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ไอซีรักษาระดับคงที่แบบเชิงเส้น (Linear Regulator IC) ถูกผลิตมาใช้งานอย่างแพร่หลายทั่วไป ง่ายต่อการใช้งาน มีความทนทานและราคาถูก ต้องมีแหล่งจ่ายไฟที่จ่ายระดับแรงดันคงที่ออกมา ตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ ทำหน้าที่ควบคุมรักษาแรงดันไฟตรงคงที่ออกเอาต์พุต อย่างต่อเนื่อง การออกแบบจะไม่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของกระแสภาระ หรือแรงดันอินพุต

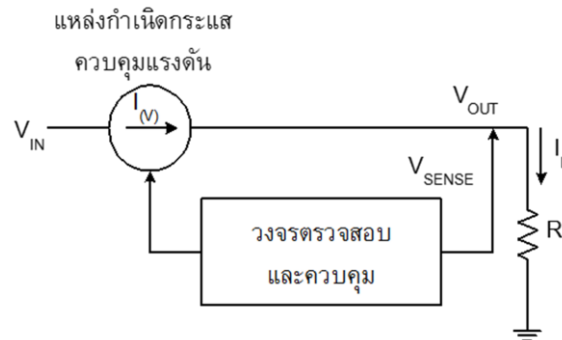
ไอซีรักษาระดับคงที่แบบเชิงเส้นถูกคิดค้นขึ้นมาเมื่อปี พ.ศ. 2513 ในยุคเริ่มแรกมีปัญหาในการสร้างระดับแรงดันอ้างอิงที่ค่าแรงดันต่ำ ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีเรื่อยมา จนสามารถสร้างวงจรรวมระดับอ้างอิงที่มีค่าแรงดันต่ำ ขึ้นได้ ค่าที่ได้มีความเสถียรภาพกับอุณหภูมิดีมาก การรักษาระดับแรงดันที่ใช้ในไอซี ใช้หลักการทำงานของซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode) หรือใช้การพังระหว่างขาเบสกับขาคอสมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ทำเป็นซีเนอร์ไดโอด บริษัทเนชันแนล เซมิคอนดักเตอร์ (National Semiconductor) หรือบริษัท NS เป็นผู้นำทางด้านไอซีเชิงเส้น ได้สร้างไอซีรักษาระดับแรงดันเบอร์ LM113 ให้แรงดันอ้างอิงออกมา 1.2 โวลต์ มาใช้งาน หลังจากนั้นได้มีบริษัทต่าง ๆ นำเอาหลักการนี้ไปประยุกต์สร้างไอซีรักษาระดับแรงดันแบบใหม่ขึ้น



ภาพที่ 2-38 ไอซีรักษาระดับคงที่แบบเชิงเส้นชนิดหนึ่ง  
ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 273.

### 2.6.3.2 พื้นฐานตัวรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น

พื้นฐานตัวรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น เป็นหลักการทำงานเบื้องต้นของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ ที่แสดงให้เห็นถึงหลักการทำงานของการรักษาระดับแรงดันคงที่ออกมา หลักการทำงานโดยใช้แหล่งกำเนิดกระแสไปควบคุมแรงดัน เพื่อให้เกิดการขับค่าแรงดันคงที่จ่ายออกมาที่ขั้วต่อเอาต์พุต



ภาพที่ 2-39 หลักการทำงานของไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น  
ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 274.

แรงดันออกเอาต์พุตจะถูกควบคุมโดยใช้หลักการป้อนกลับ เพื่อการชดเชยให้เกิดความคงที่ออกมา ตัวรักษาระดับแบบเชิงเส้นนี้มีตัวชดเชยสร้างไว้ภายใน ทำให้เกิดความคงที่ในการทำงานโดยปราศจากอุปกรณ์ภายนอกมาเกี่ยวข้อง ซึ่งในตัวรักษาระดับบางชนิด เช่น ชนิดสูญเสียดำ (Low Dropout Type, LDO) ต้องใช้อุปกรณ์ภายนอกเกี่ยวข้อง ด้วยการใช้อัปเดตค่าความจุต่อจากสายตัวนำเอาต์พุตลงกราวด์ ทำให้ตัวรักษาระดับมีความคงที่เพิ่มขึ้น

คุณสมบัติอื่น ๆ ของตัวรักษาระดับแบบเชิงเส้น คือมีความต้องการที่แน่นอนของเวลาที่ จะแก้ไขแรงดันออกเอาต์พุต หลังจากการเปลี่ยนแปลงกระแสภาระที่ต้องการ เวลาที่ล่าช้าหลังถูกนิยามตามคุณสมบัติว่า การตอบสนองชั่วขณะ (Transient Response) ซึ่งการวัดค่าจะเร็วเท่าไร ตัวรักษาระดับจะย้อนเข้าสู่สภาวะทรงตัวตามเงื่อนไข หลังจากภาระเปลี่ยนแปลง

ตามภาพที่ 2-39 แรงดัน ( $V_{IN}$ ) เป็นแรงดันป้อนเข้า ส่งผ่านเข้าตัวรักษาระดับแบบเชิงเส้นภายในตัวรักษาระดับแบบเชิงเส้นประกอบด้วย แหล่งกำเนิดกระแสควบคุมแรงดัน ( $I_V$ ) วงจรตรวจสอบและควบคุม ระดับแรงดันออกเอาต์พุต ( $V_{OUT}$ ) จะถูกควบคุมและตรวจสอบจากแรงดันตรวจสอบ ( $V_{SENSE}$ ) จากวงจรตรวจสอบและควบคุม และจากแหล่งกำเนิดกระแสควบคุมแรงดัน ( $I_V$ ) ทำให้ได้แรงดันออกเอาต์พุต ( $V_{OUT}$ ) มีความคงที่ตลอดเวลา

### 2.6.3.3 การควบคุมรอบของการทำงาน

การควบคุมรอบของการทำงาน ที่เกิดขึ้นในตัวรักษาระดับแรงดันแบบเชิงเส้นชนิดธรรมดา สามารถแสดงรายละเอียดในการทำงานแบบง่าย ๆ

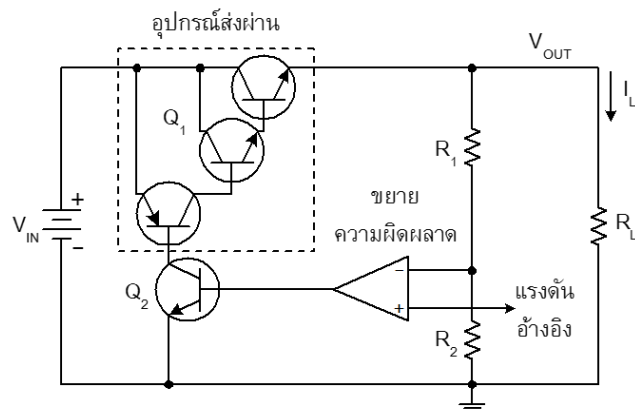
### 2.6.3.4 ชนิดตัวรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น

พื้นฐานของชนิดตัวรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

#### 2.6.3.4.1 ชนิดมาตรฐาน (Standard Type)

#### 2.6.3.4.2 ชนิดสูญเสียดำ (LDO)

#### 2.6.3.4.3 ชนิดกึ่งสูญเสียดำ (Quasi Low Dropout) หรือกึ่ง LDO



ภาพที่ 2-40 วงจรไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 275.

ส่วนสำคัญในความแตกต่างของชนิดตัวรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้นทั้ง 3 ชนิดสรุปได้เป็น 2 ประการ คือ ประการแรก ค่าแรงดันที่สูญเสียไป ซึ่งกำหนดไว้ที่ค่าแรงดันต่ำสุดที่ตกคร่อมตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ก่อนจ่ายออกเอาต์พุต จุดวิกฤติที่นำมาพิจารณาของตัวรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น อยู่ที่การทำงานด้วยแรงดันน้อยที่สุด จ่ายผ่านทำให้เปลืองกำลังไฟฟ้าภายในไปน้อยที่สุด และมีประสิทธิภาพสูงสุด ชนิด LDO ต้องการแรงดันตกคร่อมน้อยที่สุด ส่วนชนิดมาตรฐานต้องการมากกว่า ประการที่สอง กระแสขั้วลงกราวด์ (Ground Pin Current ;  $I_G$ ) ที่ต้องการจากตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ เมื่อทำการขับที่กระแสภาระ ตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดมาตรฐานต้องการกระแสขั้วลงกราวด์ต่ำมาก ส่วนชนิด LDO ทั่วไปต้องการสูงมาก กระแสขั้วลงกราวด์ที่เพิ่มขึ้นไม่เป็นที่พึงปรารถนา จึงควรตัดกระแสส่วนนี้ทิ้งเสียในแหล่งจ่ายไฟ แต่ต้องไม่ทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าในภาระ

2.6.3.4.1 ตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดมาตรฐาน ส่วนแรกของไอซีตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ที่ใช้ทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็นพีเอ็น ต่อแบบดาร์ลิงตันเป็นอุปกรณ์ส่งผ่าน และถูกตั้งชื่อว่าตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดมาตรฐาน (Standard Regulator)

ในส่วนสำคัญของตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดมาตรฐานพิจารณาที่การรักษาระดับเอาต์พุตให้คงที่ ผ่านทรานซิสเตอร์กำหนดแรงดันต่ำสุดที่ตกคร่อม ได้ค่าออกมาเป็น

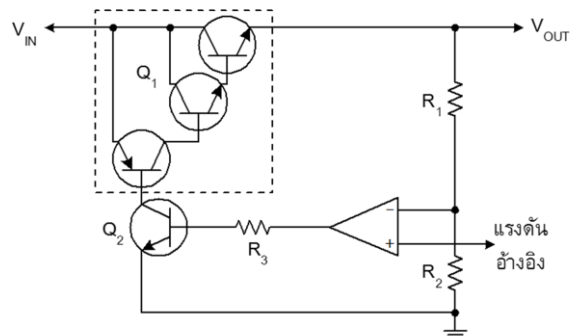
$$V_{D(MIN)} = 2V_{BE} + V_{CE} \dots\dots\dots (\text{ตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดมาตรฐาน})$$

ทำงานได้ที่ย่านอุณหภูมิประมาณ  $-55$  องศาเซลเซียส ถึง  $+150$  องศาเซลเซียส ค่าแรงดันต่ำสุดที่กำหนดตามปกติประมาณ 2.5 โวลต์ ถึง 3 โวลต์ โดยการรับรองคุณสมบัติจากผู้ผลิต แรงดันที่ออกเอาต์พุตจะตกลงมาจากระดับคงที่ ถูกเรียกว่า แรงดันสูญเสียไป (Dropout Voltage ;  $V_D$ ) มีค่าระหว่าง 1.5 โวลต์ ถึง 2.2 โวลต์ สำหรับตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดมาตรฐาน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับกระแสภาระและค่าอุณหภูมิ ค่าแรงดันสูญเสียไปของตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดมาตรฐานมีค่าสูงที่สุด (ไม่ดี) เมื่อเทียบกับตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ทั้ง 3 ชนิด

กระแสขั้วลงกราวด์ของตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดมาตรฐานจะมีค่าต่ำมาก ๆ เช่น ไอซีเบอร์ LM309 สามารถจ่ายกระแสได้ 1 แอมแปร์ ของกระแสภาระที่น้อยกว่า 10 มิลลิแอมป์ ที่กระแสขั้วลงกราวด์ เป็นต้น เหตุผลดังกล่าวสำหรับสิ่งนี้คือ กระแสที่ขับขาเบสของทรานซิสเตอร์ส่งผ่าน มีค่า

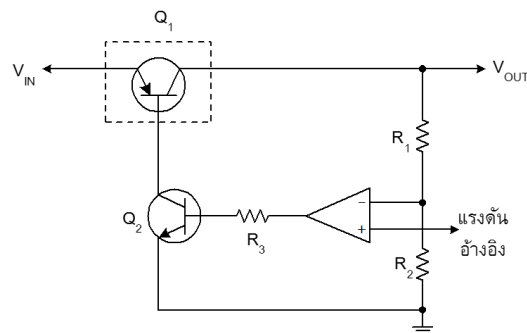
เท่ากับกระแสภาระที่ถูกแบ่งส่วนโดยอัตราขยายของอุปกรณ์ส่งผ่าน ในตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดมาตรฐาน อุปกรณ์ส่งผ่านถูกสร้างเป็นโครงข่าย ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ชนิด พีเอ็นพี หนึ่งตัว และทรานซิสเตอร์ชนิด เอ็นพีเอ็น สองตัว มีค่าอัตราขยายกระแสรวมกันสูงมาก ๆ

ผลการใช้อุปกรณ์ส่งผ่านด้วยค่าอัตราขยายกระแสสูงนี้ จะมีความต้องการใช้กระแสจำนวนน้อย ในการขับขาเบสของทรานซิสเตอร์ส่งผ่าน ซึ่งมีผลต่อกระแสขั้วลงกราวด์บ้างเล็กน้อย กระแสขั้วลงกราวด์ของตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดมาตรฐานมีค่าต่ำมาก (ดี) เมื่อเทียบกับตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ทั้ง 3 ชนิด



ภาพที่ 2-41 วงจรไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดมาตรฐาน  
ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 277.

2.6.3.4.2 ชนิดสูญเสียต่ำ (LDO) ตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิด LDO แตกต่างไปจากตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดมาตรฐาน ในส่วนอุปกรณ์ส่งผ่านของชนิด LDO ทำจากทรานซิสเตอร์ชนิด พีเอ็นพี เพียงตัวเดียว



ภาพที่ 2-42 วงจรไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิด LDO  
ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 278.

แรงดันต่ำสุดที่คร่อมตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิด LDO กำหนดรักษาแรงดันที่พอดี มีแรงดันตกคร่อมทรานซิสเตอร์ชนิด พีเอ็นพี ได้ค่าออกมาเป็น

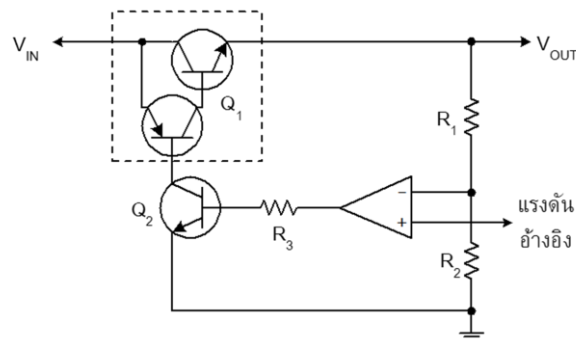
$$V_{D(MIN)} = V_{CE} \dots \dots \dots (\text{ตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิด LDO})$$



ค่าสูงสุดของแรงดันที่สูญเสียไป ( $V_D$ ) ถูกกำหนดในตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิด LDO โดยปกติมีค่าประมาณ 0.7 โวลต์ ถึง 0.8 โวลต์ ที่ค่ากระแสไหลสูงสุด หรือมีค่าปกติประมาณ 0.6 โวลต์ แรงดันที่สูญเสียไปสัมพันธ์โดยตรงกับกระแสภาระ ค่าเฉลี่ยของกระแสภาระมีค่าต่ำมาก ๆ เกิดแรงดันสูญเสียไปอาจมีค่าน้อยมากเพียง 50 มิลลิโวลต์ ตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิด LDO จะมีแรงดันสูญเสียไปน้อยที่สุด (ดี) เมื่อเทียบกับตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ทั้ง 3 ชนิด

ค่าแรงดันสูญเสียไป ( $V_D$ ) น้อยที่สุดนี้เป็นผลให้ตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิด LDO เป็นส่วนสำคัญของการนำไปประยุกต์ใช้งานในวงจรแหล่งจ่ายกำลังของแบตเตอรี่ ทำให้สามารถใช้ประโยชน์

ในการทำงานได้สูงสุดของแรงดันอินพุต และสามารถทำงานได้ด้วยประสิทธิภาพที่สูงขึ้น เกิดความนิยมใช้งานแพร่หลายอย่างรวดเร็ว



ภาพที่ 2-43 วงจรโอซีร์กษาระดับแรงดันคงที่ชนิดกึ่ง LDO

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 279.

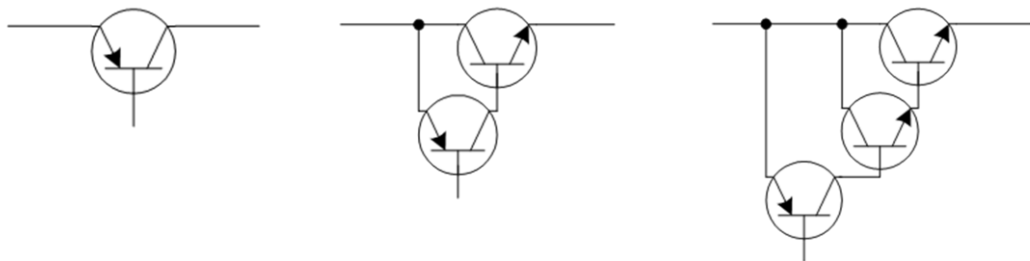
2.6.3.4.3 ชนิดกึ่งสูญเสียต่ำ (กึ่ง LDO) ตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดกึ่ง LDO ผลิตให้มีคุณสมบัติในการทำงานอยู่ระหว่างตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดมาตรฐาน และชนิด LDO ในส่วนอุปกรณ์ส่งผ่านของชนิดกึ่ง LDO ทำจากทรานซิสเตอร์ชนิด พีเอ็นพี และ เอ็นพีเอ็น ต่อร่วมกัน แรงดันต่ำสุดที่ตกคร่อมตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดกึ่ง LDO กำหนดรักษาแรงดันให้พอดี มีแรงดันตกคร่อมที่อุปกรณ์ส่งผ่านทรานซิสเตอร์  $Q_1$  ได้ค่าออกมาเป็น

$$V_{D(MIN)} = V_{BE} + V_{CE} \dots\dots\dots (\text{ตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดกึ่ง LDO})$$

ค่าสูงสุดของแรงดันที่สูญเสียไป ( $V_D$ ) ถูกกำหนดในตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดกึ่ง LDO โดยปกติมีค่าสูงสุดประมาณ 1.5 โวลต์ แต่ค่าจริงของแรงดันที่สูญเสียไป ( $V_D$ ) ขึ้นอยู่กับค่าอิมพีแดนซ์และกระแสภาระ ณ บริเวณนั้น ค่าโดยประมาณมักต่ำกว่า 0.9 โวลต์ (ที่ 25 องศาเซลเซียส) ที่ภาระน้อย ๆ แรงดันที่สูญเสียไปของตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดกึ่ง LDO จะมีค่าสูงกว่าชนิด LDO แต่จะต่ำกว่าชนิดมาตรฐานกระแสชั่วลวงกราวด์ของตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดกึ่ง LDO มีค่าลดต่ำลงมา ซึ่งดีกว่าตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดมาตรฐาน ปกติจะมีค่าน้อยกว่า 10 มิลลิแอมป์ ของอัตรากระแสไหลสูงสุด

สรุปรวมการทำงานทั้ง 3 ชนิด เปรียบเทียบตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ทั้ง 3 ชนิด ตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดมาตรฐาน โดยทั่วไปใช้ได้กับแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายต่ำ และใช้ได้กับกระแสสูง เหมาะสำหรับการเลือกใช้งาน การใช้งานกับแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

กระแสสลับ แรงดันตกคร่อมตัวรักษาระดับแรงดันคงที่มีค่าน้อยที่สุด 3 โวลต์ หรือมากกว่านี้ แรงดันที่สูญเสียไปของการทำงานไม่ใช่ค่าวิกฤติ สิ่งที่น่าสนใจในการนำตัวรักษาระดับแรงดันคงที่มาใช้งาน เมื่อตัวรักษาระดับแรงดันคงที่มีแรงดันตกคร่อมมากกว่า 3 โวลต์ ตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิดมาตรฐานจะมีประสิทธิภาพสูงกว่า ตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิด LDO เพราะว่าชนิดมาตรฐานจะมีการสูญเสียกำลังไฟฟ้าภายในน้อยตามค่ากระแสขั้วลงกราวด์ ตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิด LDO เหมาะสมที่สุดในการใช้งานกับแบตเตอรี่จ่ายกำลังไฟฟ้า เพราะว่าค่าแรงดันสูญเสียไฟต่ำ มีผลโดยตรงต่อการประหยัดค่าใช้จ่าย ลดจำนวนเซลล์ของแบตเตอรี่ที่ต้องการใช้งานลง ถ้าแรงดันอินพุตและแรงดันเอาต์พุตมีความแตกต่างกันน้อย เช่น 1 โวลต์ ถึง 2 โวลต์ ตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิด LDO จะให้ประสิทธิภาพสูงกว่าชนิดมาตรฐาน เพราะว่ากำลังไฟฟ้าที่สูญเสียน้อยลงมีผลมาจากกระแสภาระมีค่าเพิ่มขึ้นในเวลาที่แรงดันอินพุตและเอาต์พุตมีค่าแตกต่างกัน



$$V_D = \text{PNP Sat} \\ \cong 0.1\text{V ถึง } 0.7\text{V}$$

$$I_G \leq 20\text{-}40 \text{ mA}$$

$$I_{L(\text{max})} = 1\text{A}$$

(ก) ชนิด LDO

$$V_D = V_{BE} + \text{PNP Sat} \\ \cong 0.9\text{V ถึง } 1.5\text{V}$$

$$I_G \leq 10\text{mA}$$

$$I_{L(\text{max})} = 7.5\text{A}$$

(ข) ชนิดกึ่ง LDO

$$V_D = 2V_{BE} + \text{PNP Sat} \\ \cong 1.7\text{V ถึง } 2.5\text{V}$$

$$I_G \leq 10\text{mA}$$

$$I_{L(\text{max})} = 10\text{A}$$

(ค) ชนิดมาตรฐาน

ภาพที่ 2-44 ตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ทั้ง 3 ชนิด

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 280.

### 2.6.3.5 การเลือกตัวรักษาระดับแรงดันคงที่มาใช้งาน

ปัจจุบันตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ ที่ผลิตมาจำหน่ายมีมากมายหลายยี่ห้อ หลายเบอร์ และหลายบริษัทผู้ผลิต การเลือกตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ ที่เหมาะสมมาใช้งาน หาค่าที่เหมาะสมตามความต้องการให้มากที่สุด ดังนี้

2.6.3.5.1 ค่ากระแสภาระสูงสุด (Maximum Load Current) เลือกที่สามารถจ่ายกระแสสูงสุดให้ภาระได้มากพอกับความต้องการ

2.6.3.5.2 ชนิดของแหล่งจ่ายแรงดันอินพุต (Type of Input Voltage Source) ต้องเลือกชนิดไอซีให้เหมาะสมกับแหล่งจ่ายแรงดัน เช่น แหล่งจ่ายเป็นแบตเตอรี่ใช้ไอซีชนิด LDO มีความเหมาะสมกว่า ส่วนแหล่งจ่ายเป็นไฟเอซี ใช้ไอซีชนิดมาตรฐานมีความเหมาะสมกว่า

2.6.3.5.3 ความแม่นยำของแรงดันออกเอาต์พุต (Output Voltage Precision) ตามปกติแรงดันเอาต์พุตต้องเปลี่ยนแปลงไปไม่ควรเกิน 5 เปอร์เซ็นต์ จากปกติ ในปัจจุบันดีขึ้น เปลี่ยนแปลงไปไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์

2.6.3.5.4 ค่ากระแสสงบ (Quiescent Current) ควรเลือกชนิดที่มีค่ากระแสสงบต่ำ

2.6.3.5.5 ลักษณะพิเศษโดยเฉพาะ (Special Features) มีความหลากหลาย และกว้างขวาง เช่น การหยุดทำงาน (Shutdown) การป้องกันภาระมาก (Load-Dump Protection) การป้องกันแรงดันอินพุตย้อนกลับ (Reverse Input Voltage Protection) และค่าผิดพลาดลดลง (Error Flag) เป็นต้น

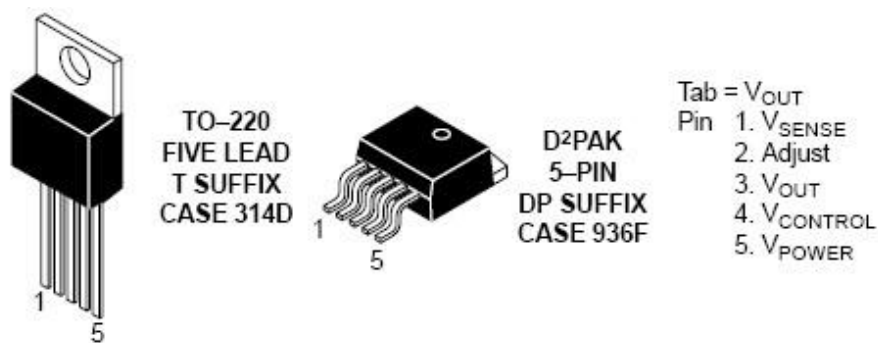
#### 2.6.3.6 วงจรป้องกันภายในตัวไอซีรักษาระดับแรงดันที่แบบเชิงเส้น

ไอซีรักษาระดับแรงดันที่แบบเชิงเส้น ภายในมีการบรรจุวงจรป้องกันการพังไว้ ทำขึ้นมาเพื่อไม่เกิดความเสียหายจากกระแสภาระไหลมากเกินไป หรือเกิดอุณหภูมิที่สูงมาก วงจรป้องกันทั้งสองค่าที่พบในไอซีรักษาระดับแรงดันที่แบบเชิงเส้นเกือบทั้งหมด ได้แก่

2.6.3.6.1 การหยุดทำงานจากความร้อน (Thermal Shutdown)

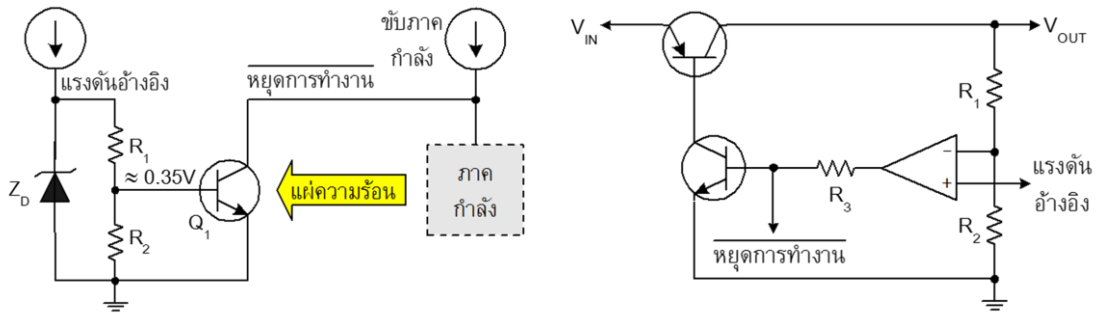
2.6.3.6.2 การจำกัดค่ากระแส (Current Limiting)

ลำดับในการควบคุมภายในไอซีรักษาระดับแรงดันที่แบบเชิงเส้น จะถูกควบคุมเป็นลำดับขั้น ลำดับแรกจำกัดอุณหภูมิ ลำดับสองจำกัดกระแส และลำดับสามควบคุมแรงดัน ไอซีรักษาระดับแรงดันที่แบบเชิงเส้นชนิด LDO



ภาพที่ 2-45 ไอซีรักษาระดับแรงดันที่แบบเชิงเส้นชนิด LDO เบอร์ CS5257A  
ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 282.

2.6.3.6.1 การหยุดทำงานจากความร้อน วงจรการหยุดทำงานจากความร้อนในไอซีรักษาระดับแรงดันที่แบบเชิงเส้น จะช่วยป้องกันอุณหภูมิที่รอยต่อเพิ่มสูงขึ้นจนทำให้เกิดความเสียหายในส่วนต่าง ๆ การทำให้สำเร็จได้ด้วยการแสดงค่าอุณหภูมิที่แน่นอนออกมา ลดค่าการสูญเสียกำลังไฟฟ้าภายในลง และรักษาอุณหภูมิค่าที่กำหนดไว้ โดยปกติประมาณ 160 องศาเซลเซียส



(ก) วงจรควบคุมให้หยุดทำงานจากความร้อน

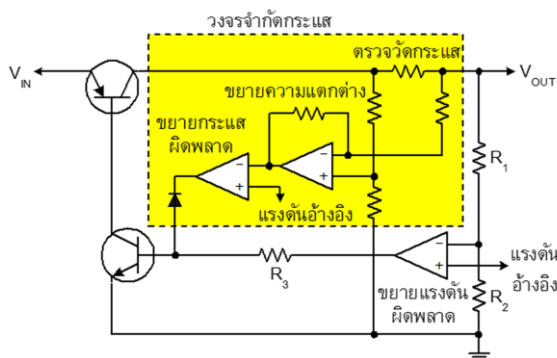
(ข) จุดต่อควบคุมการหยุดทำงานในไอซี

ภาพที่ 2-46 การหยุดทำงานจากความร้อน

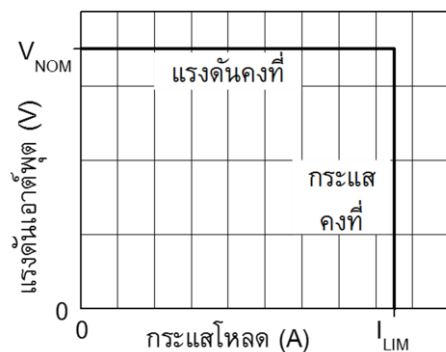
ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 282.

2.6.3.6.2 การจำกัดกระแส หน้าที่ของวงจรจำกัดกระแส ช่วยในการป้องกันความเสียหายของไอซี เมื่อภาระมากเกินไปที่ตำแหน่งเอาต์พุตของไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น ถ้าปราศจากการจำกัดกระแสในไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น จะส่งผลต่อแหล่งกำเนิดจ่ายกระแสให้ภาระมากขึ้น เกิดความเสียหายในส่วนของทรานซิสเตอร์ส่งผ่านที่อยู่ภายใน การป้องกันที่เกิดขึ้นนี้วงจรจำกัดกระแสจะผ่านข้ามรอบการควบคุมแรงดัน และลดการส่งกระแสไปขับทรานซิสเตอร์ส่งผ่านที่ค่าสูงสุด ปลอดภัยจากกระแสที่มากเกินไป วิธีจำกัดกระแสแบบพื้นฐานมี 2 วิธี ซึ่งใช้งานเป็นปกติในไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น คือ

1. การจำกัดกระแสคงที่
2. การจำกัดกระแสขึ้นอยู่กับแรงดัน หรืออาจเรียกว่าการจำกัดค่าแบบทบกลับ (Foldback)



(ก) วงจรจำกัดกระแส

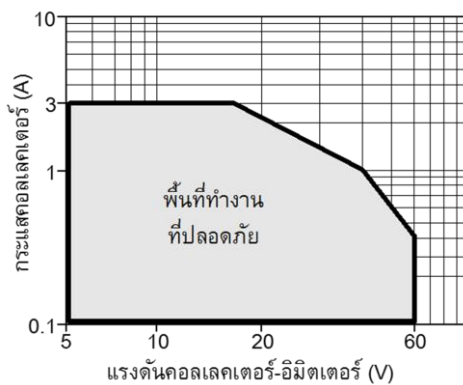


(ข) เส้นภาระสำหรับค่าคงที่ของวงจรจำกัดกระแส

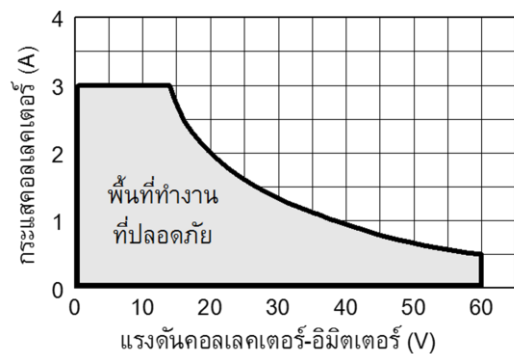
ภาพที่ 2-47 วงจรจำกัดกระแสคงที่

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 284.

ค่ากระแสสูงสุดที่ตัวไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น สามารถจ่ายให้ภาระได้ตามตารางข้อมูลที่บอกไว้ ใช้กับไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่เป็นส่วนมาก และใช้กับไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิด LDO มากที่สุด มักจะบอกค่าไว้เพียงค่าเดียว คือค่ากระแสสูงสุด ค่านี้เป็นการรับรองแรงดันอินพุตและแรงดันเอาต์พุต โดยปราศจากค่าอัตราสูงสุดของส่วนประกอบ ตัวอย่างเช่น ไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น เบอร์ LP2952 รับรองค่าแหล่งจ่ายไว้ที่ค่าน้อยสุด 250 มิลลิแอมป์ โดยปราศจากการจำกัดกระแส ถ้าหากที่เอาต์พุตมีแรงดันอยู่ในย่าน 1.25 โวลต์ ถึง 29 โวลต์ และแรงดันอินพุตสูงกว่าแรงดันเอาต์พุตอย่างน้อยที่สุด 0.8 โวลต์



(ก) กราฟ SOA เขียนด้วยสเกลไม่เป็นเชิงเส้น



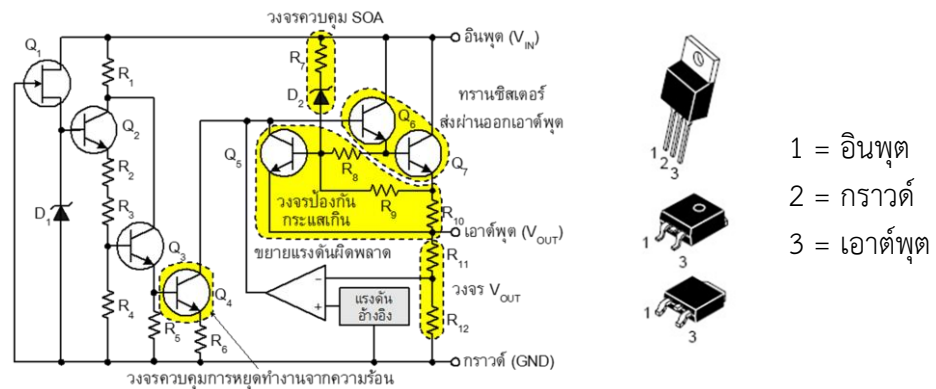
(ข) กราฟ SOA เขียนใหม่ด้วยสเกลเป็นเชิงเส้น

ภาพที่ 2-48 กราฟที่ SOA ของทรานซิสเตอร์ขนาด 3 แอมป์/60 โวลต์  
ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 286.

### 2.6.3.7 ไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้นชนิด 3 ขา

ไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้นชนิด 3 ขา ภายในประกอบด้วยวงจรร่วมทำงานหลายวงจร ภายในไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่ประกอบด้วยวงจรควบคุม SOA วงจรป้องกันกระแสเกิน ทรานซิสเตอร์ส่งผ่านออกเอาต์พุต วงจรควบคุมการหยุดทำงานจากความร้อน วงจรขยายแรงดันผิดพลาด แรงดันอ้างอิงและวงจรแรงดันออกเอาต์พุต

วงจรป้องกันกระแสเกิน (Overcurrent Protection Circuit) เป็นตัวจำกัดกระแสและช่วยป้องกันกระแสเอาต์พุตย้อนกลับเข้าทรานซิสเตอร์ กระแสจำนวนมากนี้เป็นส่วนทำให้เกิดการลัดวงจรและเกิดกระแสมากเกินไป เมื่อกระแสเอาต์พุตลดลง แรงดันตกคร่อม  $R_{10}$  เพิ่มขึ้นทำให้ทรานซิสเตอร์  $Q_5$  ทำงาน เพราะแรงดัน  $V_{BE}$  เพิ่มขึ้น ดังนั้นกระแสเบสของทรานซิสเตอร์  $Q_6$  และกระแสคอลเลกเตอร์ของทรานซิสเตอร์  $Q_7$  คือกระแสเอาต์พุตที่ถูกจำกัดค่า

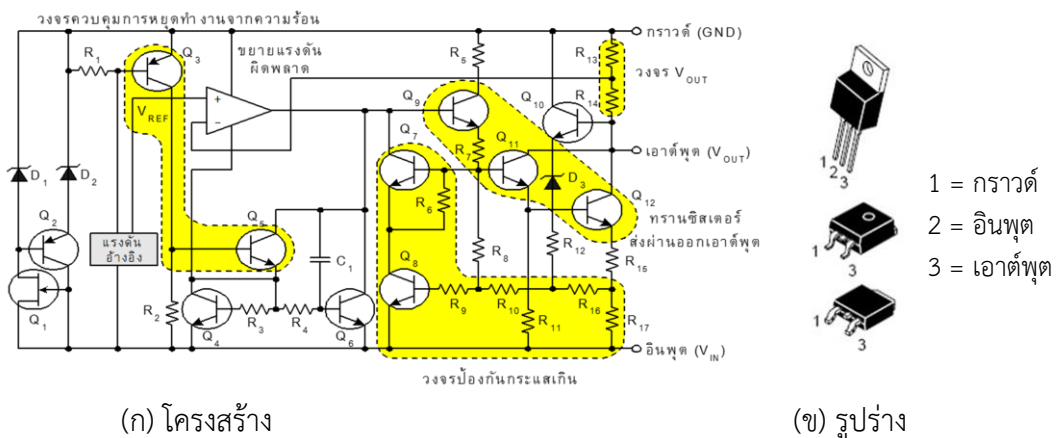


ภาพที่ 2-49 ไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิด 3 ขา เบอร์อนุกรม 7800, 78M00, 78L00  
ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 287.

วงจรรักษาพื้นที่ทำงานอย่างปลอดภัย (SOA) จะป้องกันทรานซิสเตอร์ส่งผ่านออกเอาต์พุตให้ทำงานภายในพื้นที่ทำงานที่ปลอดภัย โดยการลดกระแสเอาต์พุตลง เมื่ออินพุตและเอาต์พุตมีแรงดันแตกต่างกันเพิ่มขึ้น ถ้าอินพุตและเอาต์พุตมีแรงดันแตกต่างกันเพิ่มขึ้นมากถึงค่าแรงดันพัง (BV<sub>Z</sub>) ของซีเนอร์ไดโอด D<sub>2</sub> กระแสการพังจะไหลจากอินพุต (V<sub>IN</sub>) ไปเอาต์พุต (V<sub>OUT</sub>) ดังนี้

$V_{IN} \rightarrow R_7 \rightarrow D_2 \rightarrow R_9 \rightarrow R_{10} \rightarrow V_{OUT}$  ในขณะที่อินพุตและเอาต์พุตมีแรงดันแตกต่างกันเพิ่มขึ้น แรงดัน V<sub>BE</sub> ของทรานซิสเตอร์ Q<sub>5</sub> เพิ่มขึ้น กระแสเบสของทรานซิสเตอร์ Q<sub>6</sub> และกระแสคอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q<sub>7</sub> คือกระแสเอาต์พุตลดลง ดังนั้นทรานซิสเตอร์ส่งผ่านออกเอาต์พุตทำงานภายในพื้นที่ทำงานที่ปลอดภัย เพราะการสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าของ Q<sub>7</sub> ลดลง

นอกจากไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้นชนิด 3 ขาทำงานกับแรงดันบวก ยังมีตัวไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้นชนิด 3 ขาทำงานกับแรงดันลบ



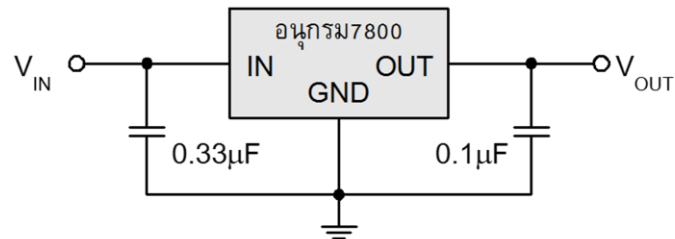
(ก) โครงสร้าง

(ข) รูปร่าง

ภาพที่ 2-50 ไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่ชนิด 3 ขา เบอร์อนุกรม 7900, 79M00  
ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 288.

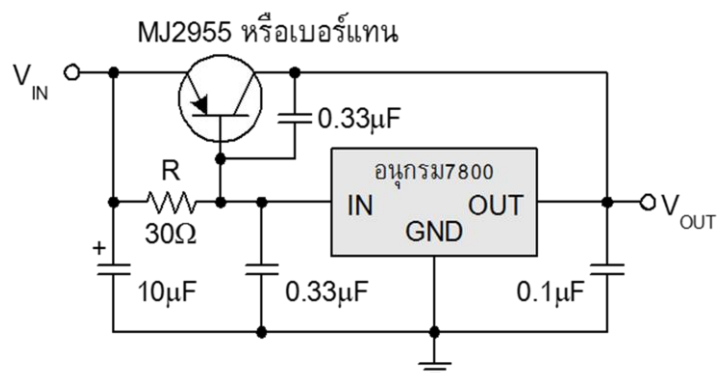
### 2.6.3.8 วงจรใช้งานไอซีรีกซาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้นชนิด 3 ขา

การต่อวงจรใช้งานไอซีรีกซาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้นชนิด 3 ขา สามารถทำได้ง่าย โดยต่อเพิ่มอุปกรณ์ภายนอกเพียงเล็กน้อย และจัดวงจรให้ถูกต้องเหมาะสม ก็สามารถใช้งานไอซีรีกซาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้นชนิด 3 ขา ทั้งชนิดแรงดันออกบวก และชนิดแรงดันออกลบได้ตามต้องการ



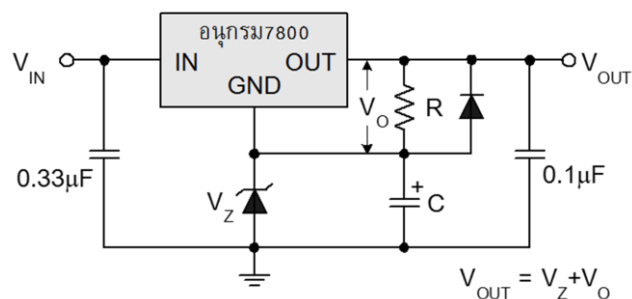
ภาพที่ 2-51 วงจรทำงานแบบทั่วไป

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 289.



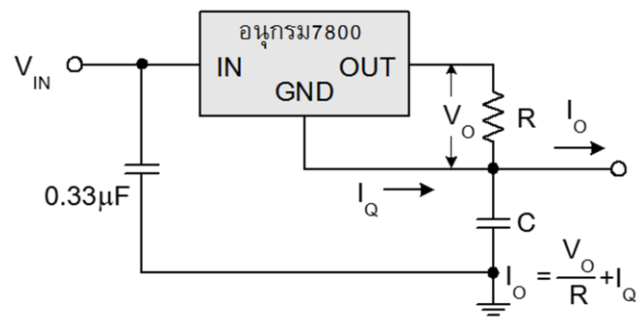
ภาพที่ 2-52 วงจรเพิ่มการจ่ายกระแสได้มากขึ้น

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 289.



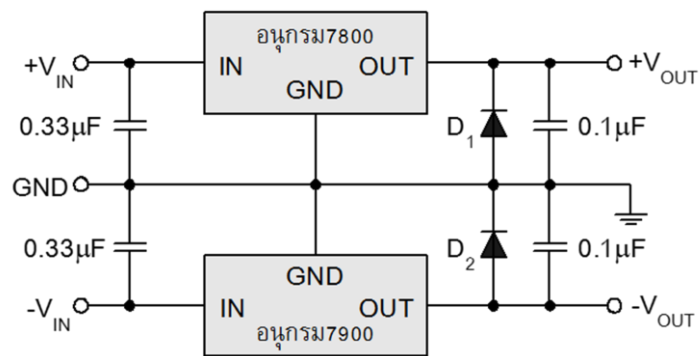
ภาพที่ 2-53 วงจรเพิ่มแรงดันออกเอาต์พุต

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 289.



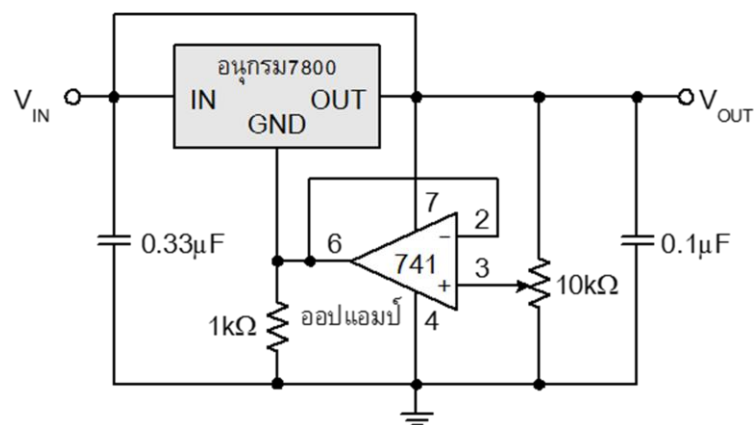
ภาพที่ 2-54 วงจรจ่ายกระแสคงที่

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 289.



ภาพที่ 2-55 วงจรแรงดันแบบ 3 ขั้ว

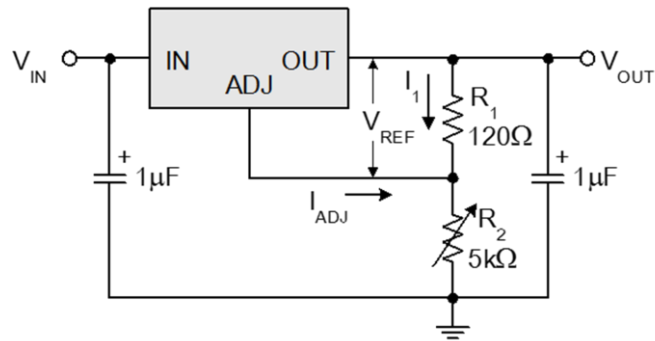
ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 289.



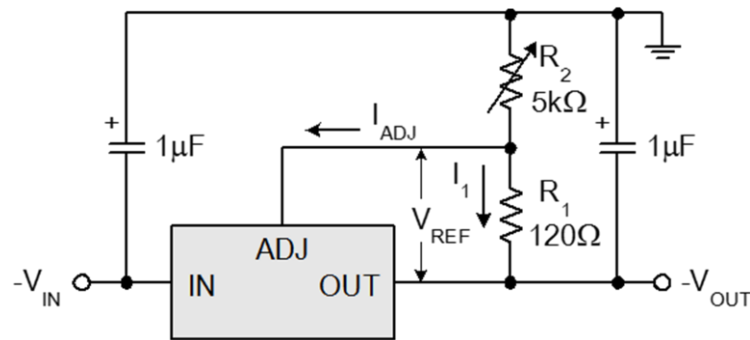
ภาพที่ 2-56 วงจรปรับเปลี่ยนแรงดันออกเอาต์พุต

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 289.

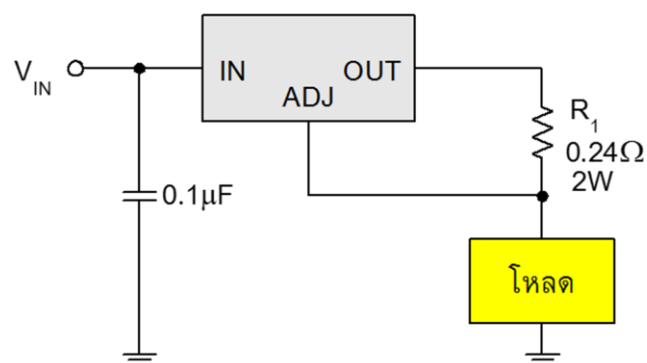




ภาพที่ 2-57 วงจรปรับเปลี่ยนแรงดันบวกเอาต์พุต  
ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 290.

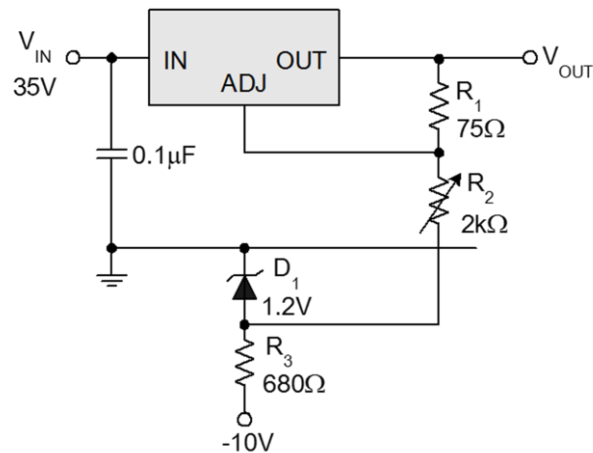


ภาพที่ 2-58 วงจรปรับเปลี่ยนแรงดันลบออกเอาต์พุต  
ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 290.



LM117 = 1.5A, LM150 = 3A, LM138 = 5A

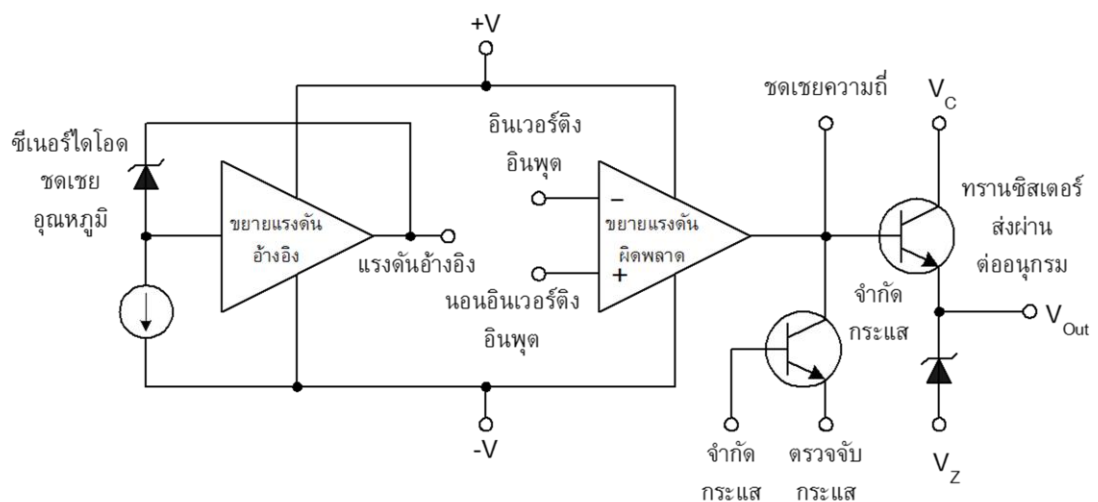
ภาพที่ 2-59 วงจรรักษาระดับกระแสคงที่สูงสุด  
ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 290.



ภาพที่ 2-60 วงจรปรับเปลี่ยนแรงดันออกเอาต์พุต 0-30 โวลต์  
ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 290.

### 2.6.3.9 ไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้นเบอร์ 723

ไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้นเบอร์ 723 เป็นไอซีรักษาระดับแรงดันพื้นฐานที่นิยมนำไปใช้งานในไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่แบบอนุกรม สามารถจ่ายกระแสเอาต์พุตได้ถึง 150 มิลลิแอมป์ เมื่อนำไปต่อร่วมกับทรานซิสเตอร์ภายนอกจะสามารถควบคุมการจ่ายกระแสเอาต์พุตได้สูงถึง 10 แอมแปร์ รับแรงดันอินพุตได้สูงสุด 40 โวลต์ ปรับเปลี่ยนแรงดันออกเอาต์พุตได้ตั้งแต่ 2 โวลต์ ถึง 37 โวลต์ และการทำงานของไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่เป็นแบบเชิงเส้นหรือแบบสวิตชิ่งก็ได้



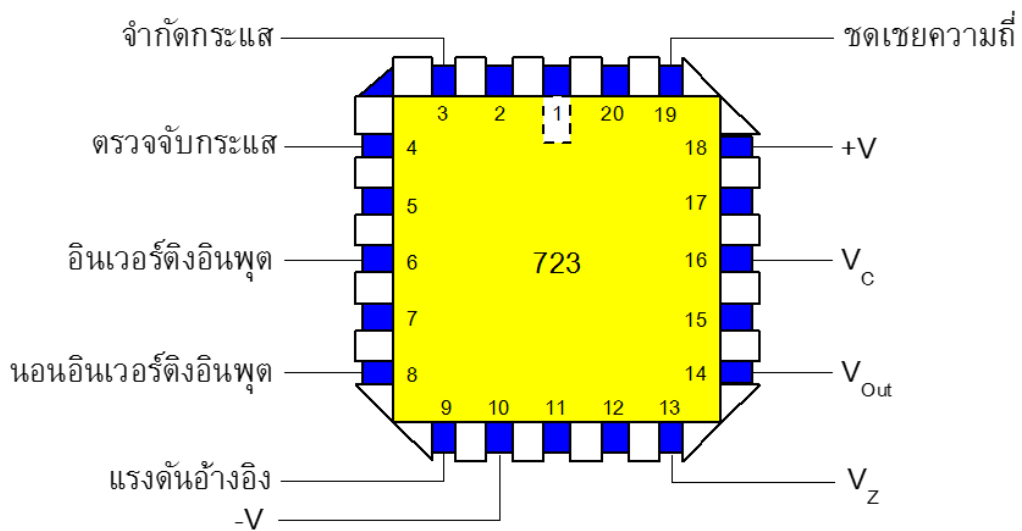
(ก) วงจรสมมูล



(ข) ตัวถังแบบ J14A หรือ 14A



(ค) ตัวถังแบบ H10C

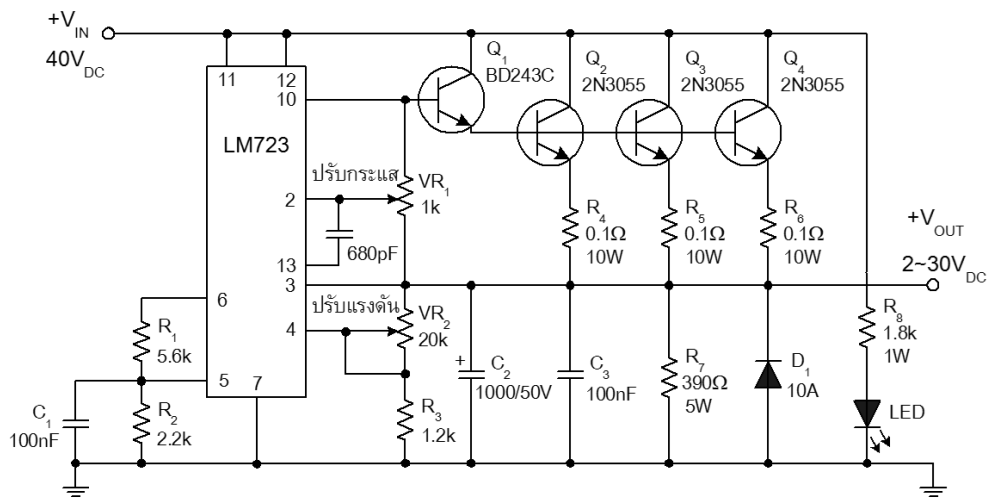


(ง) ตัวถังแบบ E20A

ภาพที่ 2-61 ไอซีรีกซาระดับแรงดันคงที่เบอร์ 723

ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 291.

การนำไอซีรีกซาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้นเบอร์ 723 ไปใช้งาน สามารถจัดวงจรได้หลายลักษณะหลายหน้าที่ แต่ที่นิยมใช้งานเป็นวงจรชนิดปรับแรงดันคงที่ออกเอาต์พุต โดยใช้ไอซีเบอร์ 723 ต่อร่วมกับทรานซิสเตอร์ช่วยเพิ่มการจ่ายกระแสได้มากขึ้น



ภาพที่ 2-62 วงจรไอซีเรกซาระดับแรงดันคงที่เบอร์ 723 ปรับแรงดันออกเอาต์พุต 2-30 โวลต์, 15 แอมป์  
ที่มา : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. 2557. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. หน้า 292.

## 2.7 ความพึงพอใจ

### 2.7.1 ความหมายของความพึงพอใจ

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายความพึงพอใจ ได้ว่าเป็นอารมณ์ของความรู้สึกที่มีความสุขร่าเริงอย่างมาก เป็นความสำเร็จหรือความสุขสดชื่นที่เกิดขึ้น เมื่อบุคคลได้การตอบสนองที่ต้องการ ไม่ว่าจะเป็ความต้องการทางด้านร่างกายและจิตใจ (ถวิล ธาราโกษณ์ และศรัณย์ คำริสุข, 2540 : 140) ความพึงพอใจ ความรู้สึกพอใจในงานที่ทำ เมื่องานนั้นให้ประโยชน์ตอบแทนทั้งทางด้านวัตถุ และทางด้านจิตใจ ซึ่งตอบสนองความต้องการของบุคคลได้ (กิติมา ปรีดีติติก, 2542 : 321) ผลของความสนใจเอาใจใส่เรื่องนั้น ๆ เป็นความรู้สึกที่ดี มีความสุข มีความพอใจ ของบุคคลที่มีต่อปัจจัยต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการงานหรือการเรียน เกิดความรู้สึกตั้งใจ เต็มใจ และสามารถปฏิบัติงานให้บรรลุผลหรือเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ (นิธิมา คงสวัสดิ์, 2544 : 11) ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบพอใจที่สืบเนื่องมาจากทัศนคติด้านต่าง ๆ ที่มีต่อการปฏิบัติงานซึ่งเกิดจากองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น ความมั่นคง ปลอดภัย ความก้าวหน้าในการงาน ผลตอบแทนเพื่อนร่วมงานตลอดจนสนองความต้องการของบุคคล ความพึงพอใจทำให้บุคคล เกิดความสบายใจเกิดความสุขเป็นผลดีต่อการปฏิบัติงาน (ปิยวรรณ สังข์จันทราพร, 2547 : 56)

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติทางบวกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เมื่อได้รับการตอบสนองความต้องการของบุคคลทำให้รู้สึกชอบ พอใจ และเกิดความพึงพอใจขึ้นมา มีผลต่อการปฏิบัติงานหรือมีส่วนร่วมกับงานจนสำเร็จ หรือบรรลุจุดหมายต่อสิ่งนั้นได้

### 2.7.2 ทฤษฎีการสร้างความพึงพอใจในการเรียน ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความพึงพอใจในการเรียนมีดังนี้

#### 2.7.2.1. ทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นของมาสโลว์ (Maslow's Hierarchy of need) ที่กล่าวว่ามนุษย์ทุกคนมีความต้องการเหมือนกัน แต่ความต้องการนั้นเป็นลำดับขั้น ซึ่งเขาได้

ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับความต้องการของมนุษย์ 5 ชั้นดังนี้ (Maslow 1943, 1944 and 1966 cited by Trotzer, 1977 ; กรมวิชาการ, 2545 : 34-37)

2.7.2.1.1 ความต้องการทางด้านร่างกาย (Physiological Need) ได้แก่ ความต้องการอาหาร เสื้อผ้า ความต้องการทางเพศ ทุกวัยมีความต้องการชั้นนี้เหมือนกัน แต่ต่างกันที่ ความอดทนในการจัดการให้ความต้องการบรรเทาลง ความต้องการในชั้นนี้ถ้าขาดหายไปจะมีผลกระทบต่อกระบวนการพัฒนาตนเอง ผู้เรียนอาจไม่สนใจร่วมกิจกรรมการเรียนรู้เพราะความไม่สบายกาย เช่น หิวกระหาย หนาว ร้อน หรือที่นั่นอาจไม่สบาย ครูควรตระหนักถึงความสำคัญในชั้นนี้ และควรให้ความสนใจไต่ถามผู้เรียน เพื่อเตรียมความพร้อมของนักเรียนแต่ละคน

2.7.2.1.2 ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (Safety Needs) มนุษย์ทุกคน ต้องการความปลอดภัยเป็นพื้นฐานของชีวิต ความคับข้องใจของบุคคลส่วนใหญ่มักเกิดจากความกลัว ในสิ่งที่ไม่รู้ ทั้งในสังคมและร่างกาย เมื่อบุคคลเกิดความรู้เพื่อการพิจารณาจะสูญเสียความมั่นใจในตนเองทำให้เกิดความวิตกกังวลและเพิ่มการปกป้องตนเอง ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย มีความสัมพันธ์กับธรรมชาติของการไว้วางใจซึ่งกันและกัน จะช่วยให้บุคคลคลายความวิตกกังวล และก่อให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น ความต้องการความมั่นคงปลอดภัยแบ่งออกได้ 5 ประการ

2.7.2.1.3 ความต้องการความมั่นคงและปลอดภัยทางด้านร่างกาย (Physical Safety) บุคคลมักเสี่ยงอันตรายในสิ่งที่ต้องการ แต่บุคคลระมัดระวังป้องกันอันตรายที่เกิดกับตนเอง อยู่เสมอในการจัดการเรียนการสอน ครูควรตระหนักถึงความต้องการนี้ โดยไม่จัดกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกไม่ปลอดภัย หรือถูกบังคับให้เสี่ยงกับการได้รับความบาดเจ็บทางร่างกาย

2.7.2.1.4 ความต้องการความมั่นคงปลอดภัยทางวัตถุ (Material Safety) ได้แก่ ความต้องการความมั่นคงเกี่ยวกับสภาพการเงิน สวัสดิการ เป็นต้น ความต้องการด้านนี้ยิ่งเพิ่มมากขึ้น เมื่อบุคคลมีอายุมากขึ้น กระบวนการเรียนการสอนควรช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาและความเข้าใจเกี่ยวกับ ค่านิยมด้านวัตถุของตนเอง โดยผู้เรียนพัฒนาความรู้เกี่ยวกับตนเอง (Self Knowledge) ที่มีความสัมพันธ์ต่อการศึกษาและการวางแผนอาชีพ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสนองความต้องการความมั่นคงปลอดภัยทางด้านวัตถุของตนเอง

2.7.2.1.5 ความต้องการความเชื่อมั่นในตนเอง (The Need For Self-Confidence) เป็นปัญหาที่พบบ่อยในห้องเรียนและในโรงเรียน ไม่ว่าผู้เรียนจะแสดงว่าขาดความเชื่อมั่นในตนเองหรือแสดงออกให้เห็นว่ามีความเชื่อมั่นในตนเอง เป็นการแสดงให้เห็นถึงการปกครองของตนเอง หรือต่อต้านความกลัวของตนเองทั้งสิ้นควรจัดบรรยากาศที่ทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกถูกคุกคามทางจิตใจและให้ผู้เรียนรู้สึกได้ว่าห้องเรียนเป็นที่ที่เขาสามารถพัฒนา รู้สึกวางใจต่อกัน และความสามารถนี้เป็นจุดสำคัญในการเพิ่มความรู้สึกเพิ่มความเชื่อมั่นในตนเองของผู้เรียนซึ่งเป็นความสัมพันธ์โดยตรงกับความเปลี่ยนแปลงตนเองของผู้เรียนไปสู่การพัฒนาตนเองอย่างเต็มขีดสูงสุดแห่งความสามารถ

2.7.2.1.6 ความต้องการไว้วางใจผู้อื่น (The Need To Trust Others) ความต้องการไว้วางใจผู้อื่น เป็นการรู้จักแบ่งปันความรู้สึกนึกคิด และร่วมมือในการทำงานกลุ่มภายใต้บรรยากาศ ที่ส่งเสริมการเปิดเผยตนเอง เพื่อการเรียนรู้ร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ

2.7.2.1.7 ความต้องการได้รับความไว้วางใจจากผู้อื่น (The Need To Be Trusted by other) ก่อให้เกิดความมั่งคั่งของบุคคล เป็นการเปิดประตูสู่การให้และรับข้อมูล ป้อนกลับซึ่งกันและกัน และก่อให้เกิดความสัมพันธ์ที่ดีกับทุกคน การได้รับความไว้วางใจจากผู้อื่น มี

ผลต่อการเพิ่มความนับถือในตนเองและความเชื่อมั่นในตนเอง การพึ่งพาอาศัยกันของผู้เรียนในชั้นเรียนจะช่วยให้ผู้เรียนช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการแก้ปัญหา ครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมที่ไว้วางใจต่อกัน เช่น การแสดงความห่วงใย การเอาใจใส่ การให้กำลังใจต่อเพื่อนซึ่งเป็นลักษณะบุคลิกภาพที่สำคัญที่สุดในการมีสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่นของผู้เรียน และช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองให้เป็นสมาชิกที่ดีของสังคมต่อไป

2.7.2.1.8 ความต้องการรักและมีส่วนร่วม (Love and Belonging) มนุษย์ทุกคนมีความปรารถนาความรักความผูกพันจากผู้อื่น การไม่ได้รับความรักและความผูกพันจากครอบครัว เพื่อน หรือบุคคลทั่วไป เป็นผลให้บุคคลเกิดความหวาดและรู้สึกหวาดนอนอยู่อย่างโดดเดี่ยว ความต้องการความรักและการมีส่วนร่วมหลายระดับ เริ่มต้นจากความต้องการการยอมรับจากผู้อื่นหรือกลุ่มที่ตนพอใจ แล้วพัฒนามาเป็นการยอมรับในตนเอง ผู้เรียนมักต้องการการยอมรับจากกลุ่มเพื่อน ผู้เรียนบางคนอาจประสบปัญหาการมีสัมพันธภาพทางสังคม ทำให้เขารู้สึกโดดเดี่ยวจากการไม่ได้รับการยอมรับจากผู้อื่น และอาจมีความรู้สึกไม่ดีต่อตนเองไม่ชอบและไม่ยอมรับในตนเอง ดังนั้นกระบวนการเรียนการสอนที่จัดให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มจึงมีส่วนช่วยเหลือและตอบสนองความต้องการความรักการมีส่วนร่วมและได้รับการยอมรับจากผู้อื่น

2.7.2.1.9 ความต้องการเห็นคุณค่าในตนเอง (Self Esteem) ความต้องการเห็นคุณค่าในตนเองเป็นการแสวงหาการยอมรับนับถือจากผู้อื่น และจากตนเอง ความต้องการนี้จะได้รับการตอบสนอง เมื่อบุคคลรู้สึกว่าคุณค่า แข็งแรง เป็นประโยชน์และเป็นที่ยอมรับของผู้อื่นขณะที่ผู้เรียนประสบปัญหาส่วนใหญ่จะมีแนวโน้มคิดว่าตนเองไม่มีค่า และก็คิดว่าคนอื่นคิดว่าตนเองไม่มีค่าเช่นกัน ดังนั้นครูควรจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งจากบรรยากาศของการทำงานเป็นกลุ่มที่มีครูคอยเอื้ออำนวย และจัดสถานการณ์ให้สมาชิกทุกคนมีหน้าที่และบทบาทตามความถนัดและความสามารถของตนเองจะช่วยให้ผู้เรียนมีค่าและความสำคัญ

2.7.2.1.10 ความต้องการบรรลุภาวะสัจการแห่งตน (Self-Actualization) ความต้องการบรรลุภาวะสัจการแห่งตนเอง เป็นความปรารถนาของมนุษย์ที่จะพัฒนาตนเอง อย่างเต็มขีดสูงสุดแห่งความสามารถ เป็นแรงจูงใจให้มนุษย์กระทำการต่าง ๆ เพื่อการมีชีวิตเป็นธรรมชาติมีความเชื่อมั่นและยอมรับตนเอง มีพลังในการช่วยเหลือผู้อื่น มีสำนึกที่ดีต่อสังคม มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มีความยืดหยุ่น มีความสามารถพิจารณาปัญหาโดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลางมากกว่า ยึดตนเองเป็นศูนย์กลางของปัญหา สามารถพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ด้วยจิตใจที่กว้างขวาง

อารี พันธมณี (2542 : 198) กล่าวว่า ความพึงพอใจในการเรียนรู้มีผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ครูควรส่งเสริมให้เด็กเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้โดยสร้างความพึงพอใจให้เกิดแก่ผู้เรียน ได้แก่ การชมเชยและการตำหนิตั้ง 2 ประการจะมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน การทดสอบบ่อยครั้ง การทดสอบเป็นแรงจูงใจให้ผู้เรียนสนใจมากขึ้น การทดสอบบ่อยครั้งจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจการเรียนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะส่งผลให้สัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูง และเป็นความพึงพอใจของผู้เรียน การค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยการเสนอแนะ หรือกำหนดหัวข้อที่ผู้เรียนสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนค้นคว้าเพิ่มเติมด้วยตนเอง การใช้วิธีการเรียนการสอนที่แปลกใหม่ที่เร้าความสนใจ เพราะวิธีการที่แปลกใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่ประสบมาก่อนจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตื่นตัว และมีแรงจูงใจในการเรียนรู้มากขึ้น การตั้งรางวัลสำหรับงานที่มอบหมายเพื่อยั่วยุให้ผู้เรียน เกิดความพยายามในงานที่ได้รับมอบหมายประสบผลสำเร็จด้วยดี และ

เกิดความพึงพอใจกับความสำเร็จนั้น การยกตัวอย่างจากสิ่งที่ไม่เคยพบ หรือคาดไม่ถึง การยกตัวอย่าง ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนควรเป็นตัวอย่างที่ผู้เรียนคุ้นเคย เพื่อให้เข้าใจบทเรียนได้ง่ายและ เร็วขึ้น การเชื่อมโยงบทเรียนใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้มาก่อนการเชื่อมโยงสิ่งใหม่ให้สัมพันธ์ กับสิ่งที่ เป็น ประสบการณ์เดิม จะทำให้เข้าใจได้ง่ายและชัดเจนขึ้น และจะทำให้ผู้เรียนสนใจบทเรียนยิ่งขึ้น เพราะ ผู้เรียนคาดหวังไว้ว่าจะนำสิ่งที่เรียนไปใช้ประโยชน์และเป็นพื้นฐานต่อไป ใช้เกมและละคร การจัด กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการปฏิบัติจริง จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานเพลิดเพลิน ส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและช่วยให้เข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น สถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนไม่ พึงปรารถนา เช่น สภาพความจำเจในห้องเรียน หรือบรรยากาศในห้องเรียนที่ไม่เอื้อต่อการเรียนรู้ อาจ เป็นสถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเบื่อ ไม่พอใจ ควรหาทางลดหรือขจัดให้หมดไป เพราะเป็นสิ่งที่เป็น อุปสรรคต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากการศึกษาทฤษฎีความต้องการที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความต้องการของมนุษย์สามารถแบ่ง ออกเป็น 5 ชั้นแต่ละชั้นของมนุษย์มีความสำคัญไม่เท่ากัน การมุ่งใจตามทฤษฎีนี้จะตอบสนองความ ต้องการของมนุษย์ที่แตกต่างกันไป และความสำคัญของความต้องการแต่ละชั้นขึ้นอยู่กับความ พึงพอใจที่ได้รับการตอบสนองของความต้องการนั้น ๆ และทฤษฎีของมาสโลว์ ได้อธิบายให้เห็นถึงปัจจัย ที่สร้างและทำให้เกิดแรงจูงใจได้อย่างชัดเจน คือ สภาพร่างกายที่สมบูรณ์ สภาพในห้องเรียนมี บรรยากาศที่ผ่อนคลาย ไม่ตึงเครียดการได้รับความรัก ได้รับการยอมรับและการชื่นชม การได้รับโอกาส ส่งผลทำให้ผู้เรียนสนใจมากขึ้น และทำให้ผู้เรียนมีความปรารถนาที่จะศึกษาหาความรู้จากผู้อื่น

### 2.7.3 ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์ (Thorndike's Classical Connectionism)

ทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการ ตอบสนองมีหลายรูปแบบ บุคคลมีการลองผิดลองถูก (Trial and error) ปรับเปลี่ยนไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะ พบรูปแบบการตอบสนองที่เหมาะสมเพียงรูปแบบเดียว และจะพยายาม ให้รูปแบบนั้นเชื่อมโยงกับสิ่งเร้า ในการเรียนรู้ต่อไปเรื่อย ๆ ซึ่งกฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ สรุปได้ดังนี้ (Hergenhahn and Olson, 1993 : 56-57 ; อังอิงโน ทิศนา แคมมณี, 2550 : 51-52)

2.7.3.1 กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) การเรียนรู้จะเกิดได้ดีถ้าผู้เรียนมี ความพร้อมทั้งทางร่างกายและจิตใจ

2.7.3.2 กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) การฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ด้วยความ เข้าใจจะทำให้การเรียนรู้คงทนถาวร ถ้าไม่ได้กระทำซ้ำ การเรียนรู้จะไม่คงทนถาวรและอาจลืมได้

2.7.3.3 กฎแห่งการใช้ (Law of Use and Disuse) การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยง ระหว่างสิ่งเร้ากับสิ่งตอบสนอง ความมั่นคงของการเรียนรู้จะเกิดขึ้นหากได้มีการนำไปใช้บ่อย ๆ หาก ไม่มีการนำไปใช้อาจมีการลืมเกิดขึ้นได้

2.7.3.4 กฎแห่งผลที่พึงพอใจ (Law of Effect) เมื่อบุคคลได้รับผลที่พึงพอใจ ย่อม อยากรจะเรียนรู้ต่อไป แต่หากบุคคลนั้นได้รับผลที่ไม่น่าพึงพอใจจะไม่อยากเรียนรู้ ดังนั้น การได้รับผล ที่พึงพอใจจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการเรียนรู้จากกฎการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเชื่อมโยง ของธอร์นไดค์ เราจึงสามารถประยุกต์ใช้ทฤษฎีดังกล่าวกับการเรียนการสอนได้ดังต่อไปนี้

2.7.3.4.1 ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แบบลองผิดลองถูกบ้าง เมื่อพิจารณาแล้วว่าไม่ถึงกับเสียเวลามากเกินไปและไม่เป็นอันตราย จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใน วิธีการแก้ปัญหาจดจำการเรียนรู้ได้ดี และเกิดความภาคภูมิใจในการทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง

2.7.3.4.2 การสำรวจความพร้อมหรือการสร้างความพร้อมของผู้เรียน เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องกระทำก่อนสอนบทเรียน เช่น การสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเรียนการเชื่อมโยงแบบเดิมมาสร้างความรู้ใหม่ การสำรวจความรู้ใหม่ การสำรวจความรู้พื้นฐาน เพื่อดูว่าผู้เรียนมีความพร้อมที่จะเรียนบทเรียนต่อไปหรือไม่

2.7.3.4.3 หากต้องการให้ผู้เรียนมีทักษะเรื่องใด จะต้องช่วยให้เขาเกิดความเข้าใจในเรื่องนั้นอย่างแท้จริง แล้วให้ฝึกฝนโดยกระทำสิ่งนั้นบ่อย ๆ แต่ควรระวังอย่าให้ถึงกับซ้ำซากจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย

2.7.3.4.4 เมื่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แล้ว ควรให้ผู้เรียนฝึกการเรียนนั้นไปใช้

2.7.3.4.5 การให้ผู้เรียนได้รับผลที่ตนพึงพอใจ จะช่วยให้การเรียนการสอนประสบผลสำเร็จการศึกษาว่าสิ่งใดเป็นสิ่งเร้าหรือรางวัลให้ผู้เรียนพึงพอใจ จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

สรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนที่จะสร้างความพึงพอใจให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งจะส่งผลดีในกระบวนการจัดการเรียนการสอนให้ประสบผลสำเร็จในกระบวนการเรียนรู้โดยที่ผู้สอนควรมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยวิธีการสร้างสิ่งเร้า หรือการให้รางวัลที่ผู้เรียนเพื่อทำให้เกิดความพึงพอใจในที่สุด

#### 2.7.4 การวัดความพึงพอใจ

การวัดความพึงพอใจ ซึ่งเป็นการวัดความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือลักษณะใดลักษณะหนึ่งดังที่ บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 68) ได้กล่าวว่า เทคนิคของลิเคิร์ต (Likert) เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง กองวิจัยทางการศึกษา

เกณฑ์การวัดความพึงพอใจ ไว้ดังนี้ การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนแบ่งระดับความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ ได้แก่

5 = พอใจมากที่สุด

4 = พอใจมาก

3 = พอใจกลาง

2 = พอใจน้อย

1 = พอใจน้อยที่สุด

ส่วนสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย โดยกำหนดเกณฑ์ดังต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51–5.00 หมายถึง พอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51–5.50 หมายถึง พอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51–3.50 หมายถึง พอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51–2.50 หมายถึง พอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00–1.50 หมายถึง พอใจน้อยที่สุด



## 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัย หรือรายงานการใช้ที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง การพัฒนาการใช้และการหาประสิทธิภาพของเอกสารประกอบการสอน ดังนี้

สุรพล ช่วยดำรง (2555) ได้รายงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาเพื่อสร้างและหาคุณภาพของชุดฝึกทดลองการปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับนักศึกษาในระดับอาชีวศึกษา นักเรียนด้านอาชีวศึกษาในสาขาไฟฟ้ากำลัง ซึ่งมีการเรียนเกี่ยวกับการแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้ามีค่าต่ำระบบในวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า หัวข้อของการแก้ไขตัวประกอบกำลังหากแต่การเรียนการสอนจะมุ่งเฉพาะการบรรยายในชั้นเรียน นักเรียนไม่สามารถเห็นค่า หรืออุปกรณ์ในการแก้ค่าประกอบกำลังไฟฟ้า ในระบบมีค่าต่ำจริง ๆ ดังนั้นจึงกลายเป็นเรื่องยากที่จะทำให้ นักเรียน เข้าใจชัดเจน เมื่อนักเรียนไม่เข้าใจและไม่มั่นใจในการออกแบบ จะไม่สามารถคิด ออกแบบ และแก้ไขปัญหา ดังกล่าวไว้ ดังนั้นเพื่อการแก้ปัญหานี้ผู้วิจัยจึง ได้จัดทำงานวิจัยเพื่อพัฒนาชุดทดลอง และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าด้วยอุปกรณ์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ชุดทดลองนี้นำไปใช้ในการศึกษาเพิ่มเติมจากการบรรยายเพื่อความเข้าใจ ผ่านการปฏิบัติ ลักษณะเป็นชุดทดลองการปฏิบัติ ที่เหมาะสำหรับนักเรียนอาชีวศึกษา

สันทนา สงครินทร์ (2555) ได้รายงาน สร้างและหาประสิทธิภาพของเอกสารประกอบการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ (1105-5203) ตามหลักสูตรวิชาซีพระยะสั้น พุทธศักราช 2548 วิทยาลัยสารพัดช่างอุดรธานี ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนตามเอกสารประกอบการสอน วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ (1105-5203) และได้ศึกษาความพึงพอใจการเรียนรู้ของนักศึกษาที่มีต่อเอกสารประกอบการสอนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักศึกษาระดับหลักสูตรวิชาซีพระยะสั้นที่สมัครเรียนในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 30 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือเอกสารประกอบการสอน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่าเอกสารประกอบการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ (1105-5203) หลักสูตรวิชาซีพระยะสั้น พุทธศักราช 2548 วิทยาลัยสารพัดช่างอุดรธานี มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.72/80.12 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้เอกสารประกอบการสอน วิชาช่างไมโครคอนโทรลเลอร์ (1105-5203) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้เอกสารประกอบการสอนวิชาช่างไมโครคอนโทรลเลอร์ (1105-5203) หลักสูตรวิชาซีพระยะสั้น พุทธศักราช 2548 วิทยาลัยสารพัดช่างอุดรธานี มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.38$ , S.D. = 0.43)

พนา ดุสิตากร (2556) ได้รายงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อ เปรียบเทียบสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมในสถานประกอบการและสมรรถนะวิชาชีพช่างอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมในสถาบันการศึกษาและพัฒนาชุดฝึกอบรมสมรรถนะวิชาชีพช่างอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะวิชาชีพช่างอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมในสถานประกอบการและสมรรถนะวิชาชีพช่างอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมในสถาบันการศึกษา 4 ด้านได้แก่ 1) ด้านความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2) ด้านอุปกรณ์และวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 3) ด้านเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และ 4) ด้านพื้นฐานดิจิทัล พบว่าสมรรถนะพื้นฐานด้าน

ดิจิตอลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากนั้นจึงนำมาพัฒนาชุดฝึกอบรมสมรรถนะวิชาชีพช่างอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม พร้อมกับรูปแบบการฝึกอบรมและได้รับการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่ามีประสิทธิภาพ 93.20 เปอร์เซนต์ และได้นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ชั้นปีที่ 2 จำนวน 30 คน ที่วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี ปีการศึกษา 2556 ผลการศึกษาพบว่าชุดฝึกอบรมสมรรถนะวิชาชีพช่างอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพระหว่างกระบวนการฝึกอบรม 87.89 เปอร์เซนต์ และมีประสิทธิภาพของผลลัพธ์หลังจากการฝึกอบรม 92.27 เปอร์เซนต์ เมื่อทดสอบด้วยสถิติ Chi-Square พบว่า จำนวนผู้ที่เข้ารับการฝึกอบรมมากกว่าร้อยละ 85 ทำคะแนนจากแบบทดสอบสมรรถนะได้สูงกว่าร้อยละ 85 อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผดุงรัตน์ ประองพิมาย (2556) ได้รายงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบบูรณาการการสอนทฤษฎีและการประลอง เรื่องหลักการการทำงานของไอซีเบื้องต้น วิชาวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ โรงเรียนจิตรดา (สายอาชีพ) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ คู่มือครู สื่อการสอน แบบทดสอบท้ายหน่วยเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื้อหาของชุดประลอง สื่อการสอนที่ใช้ประกอบด้วย การนำเสนอ เพาเวอร์พอยต์ ชุดประลอง และใบงานประกอบการประลอง ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนแบบบูรณาการการสอนทฤษฎีและการประลองที่สร้างขึ้น พบว่ามีประสิทธิภาพ 82.74/85.88 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดระดับ 80/80 และจากการสำรวจความพึงพอใจเฉลี่ยในระดับมากที่สุด

กันตภณ มะหาหมัด (2558) ได้รายงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะวิชาชีพ ด้านการติดตั้งและซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้า เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน การดำเนินงานใช้กระบวนการวิจัยแบบมีส่วนร่วม มี 3 ระยะ เริ่มจากระยะที่ 1 การเตรียมการวิจัย ระยะที่ 2 การดำเนินการวิจัย ซึ่งมีการวิเคราะห์สมรรถนะอาชีพ การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้และนำรูปแบบที่พัฒนาขึ้นไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 15 คน โดยใช้รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง ระยะที่ 3 เป็นการรายงานผล โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีสังเกตแบบมีส่วนร่วม การสนทนากลุ่ม การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก แบบสอบถาม และวิเคราะห์ข้อมูลจากค่าความถี่ ร้อยละ และการทดสอบแบบที (T-Test) ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะวิชาชีพที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก 2) ผู้เรียนที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้มีสมรรถนะผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ตามเกณฑ์ที่กำหนด 3) ผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนด้วยวิธีสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 4) ผู้เรียนและครูผู้สอนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นในระดับมากที่สุด ดังนั้นรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะวิชาชีพที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

มนัส บุญเกียรติทอง (2558) ได้รายงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะวิชาช่างไฟฟ้าอุตสาหกรรมในสถานประกอบการ และสถาบันการศึกษา สร้างชุดฝึกอบรมฐานสมรรถนะวิชาชีพช่างไฟฟ้าอุตสาหกรรม และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดฝึกอบรมฐานสมรรถนะวิชาชีพช่างไฟฟ้าอุตสาหกรรม ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะวิชาชีพช่างไฟฟ้า

อุตสาหกรรม ออกเป็น 7 ด้าน พบว่าสมรรถนะด้านความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวงจรควบคุมมอเตอร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากนั้นจึงนำมาพัฒนาชุดฝึกอบรมสมรรถนะ โดยวิธีการจำลองสถานการณ์และนำไปทดลองใช้ กับกลุ่มนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 แผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และแต่ละกลุ่มควบคุม 30 คน ผลการศึกษาพบว่าชุดฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพผลลัพธ์จากการฝึกอบรม 88.26 เปอร์เซ็นต์ นักศึกษาผู้เข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 26 คน จากจำนวน 30 คน คิดเป็น 86.66 เปอร์เซ็นต์ สามารถทำคะแนนจากแบบทดสอบสูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ นักศึกษากลุ่มทดลองและนักศึกษากลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แตกต่างกัน นักศึกษากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ธีรวิมล บุญโสภณ (2555) ได้รายงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบสมรรถนะในการปฏิบัติงานของผู้จัดการฝ่ายผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และเพื่อพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมผู้จัดการฝ่ายผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ องค์ประกอบสมรรถนะในการปฏิบัติงานของผู้จัดการฝ่ายผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย 8 สมรรถนะ ได้แก่ สมรรถนะการวางแผนและการบริหารเชิงกลยุทธ์ สมรรถนะการบริหารคนและภาวะผู้นำ สมรรถนะการมีวิสัยทัศน์ สมรรถนะการควบคุมตนเองและการสื่อสาร สมรรถนะการมุ่งผลสัมฤทธิ์ในงานและการแก้ปัญหา สมรรถนะการคิดริเริ่มสร้างสรรค์และเชิงระบบ สมรรถนะการมุ่งจัดการเทคโนโลยีและสมรรถนะการทำงานเป็นทีม จากการสัมมนาโดยการสนทนากลุ่ม พบว่าผู้จัดการฝ่ายผลิตจำเป็นต้องมีและต้องใช้สมรรถนะในการปฏิบัติเพิ่มอีก 3 สมรรถนะได้แก่ สมรรถนะการจัดการการเงิน สมรรถนะการจัดการความเสี่ยง และสมรรถนะการมีคุณธรรมและจริยธรรมและผลสัมฤทธิ์ในการฝึกอบรมของผู้จัดการฝ่ายผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนการฝึกอบรมกับหลังการฝึกอบรมปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยหลังการฝึกอบรมสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการฝึกอบรม แสดงว่าผู้จัดการฝ่ายผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

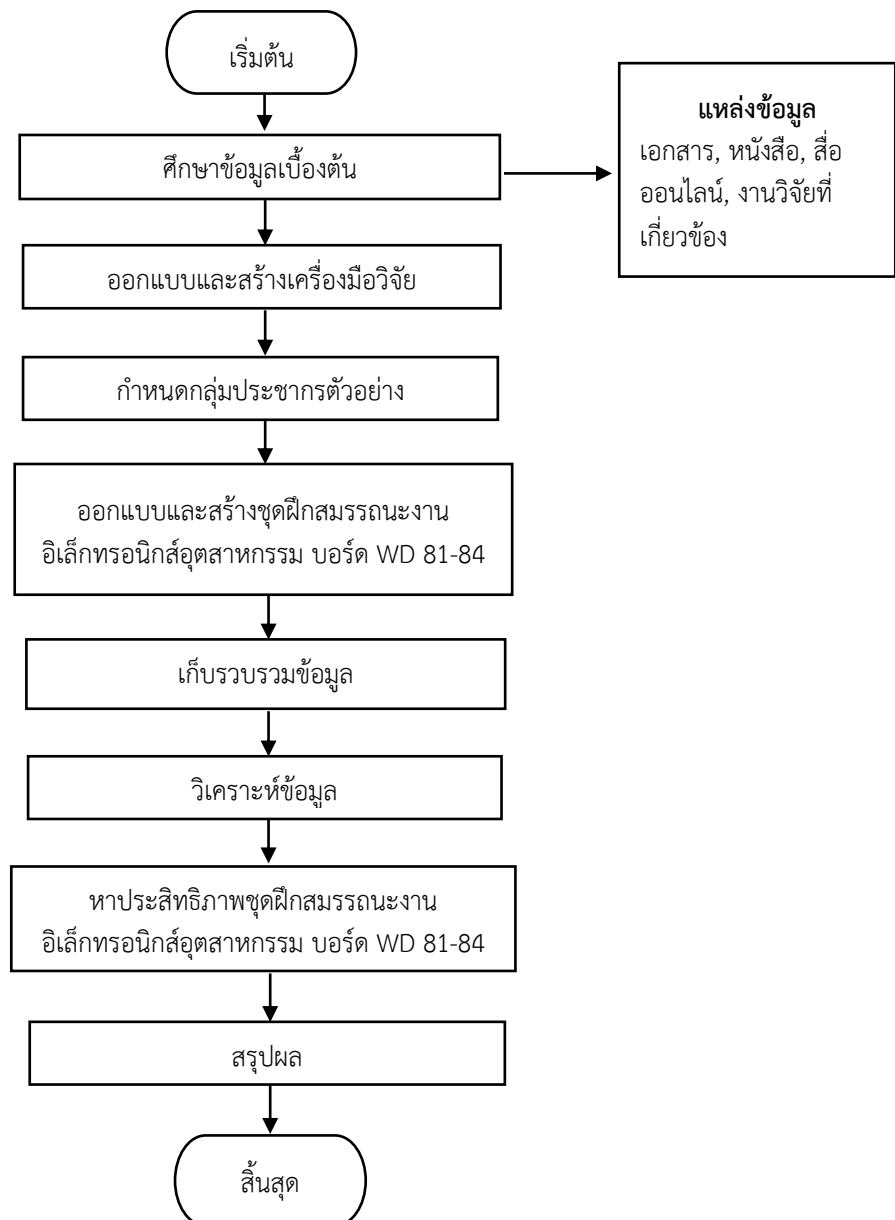
สมนึก วันละ (2557) ได้รายงานว่ามีวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบสร้างและหาประสิทธิภาพบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC18Fx ส่วนรับข้อมูลและส่วนภาคแสดงผล ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3105-2014 ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 การเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังเรียน ของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18Fx ส่วนรับข้อมูลและส่วนภาคแสดงผล ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล PIC18Fx ส่วนรับข้อมูลและส่วนของภาคแสดงผล ผลการวิจัยพบว่า การทดสอบประสิทธิภาพเปรียบเทียบ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 82.86/84.55 ซึ่งเป็นค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างมีค่าคะแนน  $t$  จากการคำนวณสูงกว่าค่าวิกฤตของ  $t$  ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 มีค่าเท่ากับ 28.24 ด้านประสิทธิภาพการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

PIC18Fx ส่วนรับข้อมูลและภาคแสดงผล จากการทดสอบแบบซ้ำตามลำดับทั้งหมด ผลการทดสอบ ประสิทธิภาพของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18Fx ส่วนรับข้อมูลและภาคแสดงผล พบว่าทุกรายการที่วัดทดสอบทำงานได้ตรงข้อกำหนดโดยคิดเป็นร้อยละ 100 และผลการประเมินระดับความพึงพอใจของนักศึกษา มีค่าเท่ากับ ( $\bar{X} = 4.40$ , S.D. = 0.50) แปลผลได้ว่า มีความพอใจอยู่ในระดับมาก

จากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนมีความสำคัญในการสร้างแรงจูงใจกับผู้เรียน การสร้างความรู้จากการลงมือทำของผู้เรียน และการฝึกปฏิบัติเป็นส่วนสำคัญ ส่วนการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนด้านวิชาชีพให้ความสำคัญกับทักษะปฏิบัติ ดังนั้นกระบวนการวัดผลและประเมินผลที่เหมาะสมที่นำมาใช้คือ การประเมินตามสภาพจริง มุ่งประเมินสิ่งที่สังเกตได้ตามแนวทางการประเมินสมรรถนะ เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงกระบวนการทำงานและจากการทำงานอย่างเต็มศักยภาพ และพบว่า ความรู้ความเข้าใจของครูผู้สอนต่อกระบวนการจัดการเรียนการสอน เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้การจัดการเรียนการสอนสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ครูผู้สอนมุ่งสอนเนื้อหาตามคำอธิบายรายวิชาเป็นสำคัญขาดการสร้างคามเชื่อมโยงระหว่างทักษะที่จำเป็นในการปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับการทำงานจริงในโลกอาชีพ จึงควรมีกระบวนการการสร้างคามเชื่อมโยงสมรรถนะต่าง ๆ ในการปฏิบัติงานจริงมาสู่การจัดการเรียนการสอน

### บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

การสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 มีลำดับขั้นตอนของการดำเนินงานวิจัยดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ฟังขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

### 3.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

3.1.1 รายละเอียดของหลักสูตรรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้แก่ จุดมุ่งหมายของหลักสูตร หลักเกณฑ์การใช้หลักสูตร โครงสร้างหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนเนื้อหาสาระ และการกำหนด กิจกรรมสำหรับผู้เรียน

3.1.2 ศึกษาหลักการพัฒนาสื่อการสอน ให้บทเรียนมีความน่าสนใจและชวนให้ติดตาม จาก แหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ ตำรา หนังสือเรียน สื่อออนไลน์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1.3 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบ หาประสิทธิภาพและความรู้เกี่ยวกับสมรรถนะรายวิชา

3.1.4 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1.5 ศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างชุดฝึก สมรรถนะ โดยการวิเคราะห์สมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ดังนี้

สมรรถนะย่อยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มี 14 สมรรถนะ ประกอบด้วย สมรรถนะที่ 1 ใช้สวิตช์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 2 ใช้รีเลย์ควบคุม โหลดได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 3 ใช้สวิตช์ทรานซิสเตอร์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 4 ใช้เฟด ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 5 ต่อวงจรเรียงกระแสโดยใช้เอสซีอาร์ได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 6 ต่อ วงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ในวงจรครึ่งคลื่นได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 7 ต่อวงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซี อาร์ในวงจรเต็มคลื่นได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 8 ต่อวงจรกำเนิดสัญญาณพื่นเหลี่ยมที่ใช้ยูเจทีได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 9 ต่อวงจรกำเนิดสัญญาณพื่นเหลี่ยมที่ใช้พียูทีได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 10 ต่อวงจรควบคุมเฟส ที่ใช้เอสซีอาร์และพียูทีได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 11 ต่อวงจรควบคุมเฟสที่ใช้ไตรแอกและไดแอกได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 12 ต่อวงจรควบคุมเฟสที่ใช้ไตรแอกและยูเจทีได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 13 ต่อวงจรควบคุม เฟสด้วยวงจรรวม TCA785 ได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 14 ต่อวงจรอินเวอร์เตอร์และคอนเวอร์เตอร์ได้ ถูกต้อง

ตารางที่ 3-1 สมรรถนะของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

สมรรถนะหลัก (Key Competency)	งานสมรรถนะ (Unit of Competency)	งานสมรรถนะย่อย (Element of Competency)
8. อุปกรณ์ควบคุมการ เปิดปิดวงจร	8.1 ชุดฝึกสมรรถนะงาน อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81	8.1.1 ใช้สวิตช์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง 8.1.2 ใช้รีเลย์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง 8.1.3 ใช้สวิตช์ทรานซิสเตอร์ควบคุมโหลด ได้ถูกต้อง 8.1.4 ใช้เฟดควบคุมโหลดได้ถูกต้อง

ตารางที่ 3-1 สมรรถนะของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 (ต่อ)

สมรรถนะหลัก (Key Competency)	งานสมรรถนะ (Unit of Competency)	งานสมรรถนะย่อย (Element of Competency)
10. การควบคุมกำลังไฟฟ้ากระแสตรงและเครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้าคงที่	10.1 ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82	10.1.1 ต่อย่างจรเรียงกระแสโดยใช้เอสซีอาร์ได้ถูกต้อง 10.1.2 ต่อย่างจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ในวงจรครึ่งคลื่นได้ถูกต้อง 10.1.3 ต่อย่างจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ในวงจรเต็มคลื่นได้ถูกต้อง 10.1.4 ต่อย่างจรกิจการเนดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้ยูเจทีได้ถูกต้อง 10.1.5 ต่อย่างจรกิจการเนดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้พียูทีได้ถูกต้อง 10.1.6 ต่อย่างจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์และพียูทีได้ถูกต้อง
	10.2 ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83	10.2.1 ต่อย่างจรควบคุมเฟสที่ใช้ไตรแอกและไดแอกได้ถูกต้อง 10.2.2 ต่อย่างจรควบคุมเฟสที่ใช้ไตรแอกและยูเจทีได้ถูกต้อง
	10.3 ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84	10.3.1 ต่อย่างจรควบคุมเฟสด้วยวงจรรวม TCA785 ได้ถูกต้อง 10.3.2 ต่อย่างจรกิจอินเวอร์เตอร์และคอนเวอร์เตอร์ได้ถูกต้อง

ตารางที่ 3-2 รายการความรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

รายการ	
เกณฑ์การปฏิบัติงาน	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
หน่วยสมรรถนะที่ 8 อุปกรณ์ควบคุมการเปิดปิดวงจร	
สมรรถนะย่อย 8.1.1 ใช้สวิตช์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง	
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ได้ถูกต้อง 2. ต่อย่างจรได้ถูกต้อง 3. ทดสอบวงจรได้ถูกต้อง 4. ทำความสะอาดและเก็บเครื่องมือได้ถูกต้อง	1. บอกการใช้งานของสวิตช์ทำงานด้วยมือได้

ตารางที่ 3-2 รายการความรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (ต่อ)

รายการ	
เกณฑ์การปฏิบัติงาน	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
สมรรถนะย่อย 8.1.2 ใช้รีเลย์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง	
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ได้ถูกต้อง 2. ต่อวงจรได้ถูกต้อง 3. ทดสอบวงจรได้ถูกต้อง 4. ทำความสะอาดและเก็บเครื่องมือได้ถูกต้อง	2. บอกการใช้งานของสวิตซ์ทำงานด้วยสนามแม่เหล็กได้
สมรรถนะย่อย 8.1.3 ใช้สวิตซ์ทรานซิสเตอร์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง	
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ได้ถูกต้อง 2. ต่อวงจรได้ถูกต้อง 3. ทดสอบวงจรได้ถูกต้อง 4. ทำความสะอาดและเก็บเครื่องมือได้ถูกต้อง	3. บอกการใช้งานของสวิตซ์ทำงานด้วยทรานซิสเตอร์กำลังได้
สมรรถนะย่อย 8.1.4 ใช้เฟตควบคุมโหลดได้ถูกต้อง	
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ได้ถูกต้อง 2. ต่อวงจรได้ถูกต้อง 3. ทดสอบวงจรได้ถูกต้อง 4. ทำความสะอาดและเก็บเครื่องมือได้ถูกต้อง	4. บอกการใช้งานของเฟตเป็นสวิตซ์ได้
หน่วยสมรรถนะที่ 10 การควบคุมกำลังไฟฟ้ากระแสตรงและเครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้าคงที่	
สมรรถนะย่อย 10.1.1 ต่อวงจรเรียงกระแสโดยใช้เอสซีอาร์ได้ถูกต้อง	
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ได้ถูกต้อง 2. ต่อวงจรได้ถูกต้อง 3. ทดสอบวงจรได้ถูกต้อง 4. ทำความสะอาดและเก็บเครื่องมือได้ถูกต้อง	1. บอกการทำงานของเอสซีอาร์ในวงจรเรียงกระแสได้
สมรรถนะย่อย 10.1.2 ต่อวงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ในวงจรครึ่งคลื่นได้ถูกต้อง	
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ได้ถูกต้อง 2. ต่อวงจรได้ถูกต้อง 3. ทดสอบวงจรได้ถูกต้อง 4. ทำความสะอาดและเก็บเครื่องมือได้ถูกต้อง	2. ต่อวงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ในวงจรครึ่งคลื่นได้
สมรรถนะย่อย 10.1.3 ต่อวงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ในวงจรเต็มคลื่นได้ถูกต้อง	
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ได้ถูกต้อง 2. ต่อวงจรได้ถูกต้อง 3. ทดสอบวงจรได้ถูกต้อง 4. ทำความสะอาดและเก็บเครื่องมือได้ถูกต้อง	3. ต่อวงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ในวงจรเต็มคลื่นได้



ตารางที่ 3-2 รายการความรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (ต่อ)

รายการ	
เกณฑ์การปฏิบัติงาน	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
สมรรถนะย่อย 10.1.4 ต่อย่างจรกำเนดศัญญานพ่นเลื่อยที่ใช้อยู่ที่ใ้ถูกต้อง	
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ใ้ถูกต้อง 2. ต่อย่างจรใ้ถูกต้อง 3. ทดสอบวงจรใ้ถูกต้อง 4. ทำความสะอาดและเก็บเครื่องมือใ้ถูกต้อง	4. ต่อย่างจรกำเนดศัญญานพ่นเลื่อยที่ใช้อยู่ที่ใ้
สมรรถนะย่อย 10.1.5 ต่อย่างจรกำเนดศัญญานพ่นเลื่อยที่ใ้พียูที่ใ้ถูกต้อง	
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ใ้ถูกต้อง 2. ต่อย่างจรใ้ถูกต้อง 3. ทดสอบวงจรใ้ถูกต้อง 4. ทำความสะอาดและเก็บเครื่องมือใ้ถูกต้อง	5. ต่อย่างจรกำเนดศัญญานพ่นเลื่อยที่ใ้พียูที่ใ้
สมรรถนะย่อย 10.1.6 ต่อย่างจรควบคุมเฟสที่ใ้เอสซีอาร์และพียูที่ใ้ถูกต้อง	
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ใ้ถูกต้อง 2. ต่อย่างจรใ้ถูกต้อง 3. ทดสอบวงจรใ้ถูกต้อง 4. ทำความสะอาดและเก็บเครื่องมือใ้ถูกต้อง	6. ต่อย่างจรควบคุมเฟสที่ใ้เอสซีอาร์และพียูที่ใ้
สมรรถนะย่อย 10.2.1 ต่อย่างจรควบคุมเฟสที่ใ้ไทรแอกและไดแอกใ้ถูกต้อง	
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ใ้ถูกต้อง 2. ต่อย่างจรใ้ถูกต้อง 3. ทดสอบวงจรใ้ถูกต้อง 4. ทำความสะอาดและเก็บเครื่องมือใ้ถูกต้อง	1. ต่อย่างจรควบคุมเฟสที่ใ้ไทรแอกและไดแอกใ้
สมรรถนะย่อย 10.2.2 ต่อย่างจรควบคุมเฟสที่ใ้ไทรแอกและยูเจที่ใ้ถูกต้อง	
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ใ้ถูกต้อง 2. ต่อย่างจรใ้ถูกต้อง 3. ทดสอบวงจรใ้ถูกต้อง 4. ทำความสะอาดและเก็บเครื่องมือใ้ถูกต้อง	2. ต่อย่างจรควบคุมเฟสที่ใ้ไทรแอกและยูเจที่ใ้
สมรรถนะย่อย 10.3.1 ต่อย่างจรควบคุมเฟสด้วยวงจรรวม TCA785 ใ้ถูกต้อง	
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ใ้ถูกต้อง 2. ต่อย่างจรใ้ถูกต้อง 3. ทดสอบวงจรใ้ถูกต้อง 4. ทำความสะอาดและเก็บเครื่องมือใ้ถูกต้อง	1. ต่อย่างจรควบคุมเฟสด้วยวงจรรวม TCA785 ใ้

ตารางที่ 3-2 รายการความรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (ต่อ)

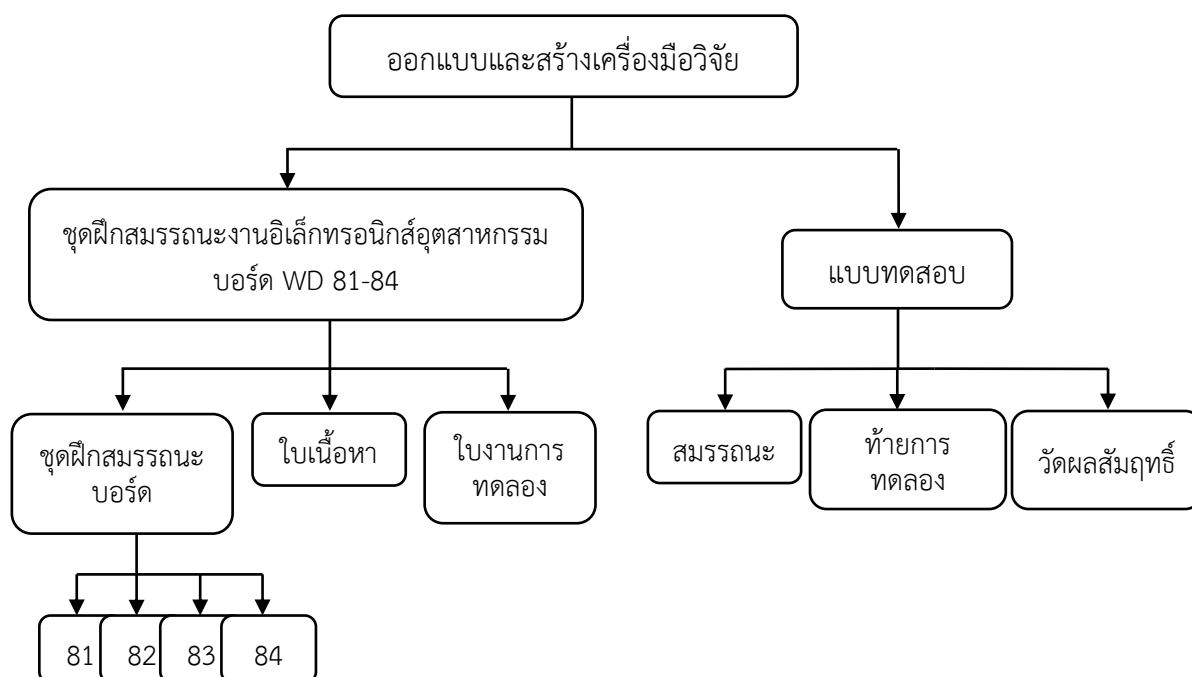
รายการ	
เกณฑ์การปฏิบัติงาน	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
สมรรถนะย่อย 10.3.2 ต่อบางจรรยาบรรณและค่านิยมได้ถูกต้อง	
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ได้ถูกต้อง 2. ต่อบางจรรยาบรรณได้ถูกต้อง 3. ทดสอบบางจรรยาบรรณได้ถูกต้อง 4. ทำความสะอาดและเก็บเครื่องมือได้ถูกต้อง	2. ต่อบางจรรยาบรรณและค่านิยมได้

### 3.2 ออกแบบสร้างเครื่องมือวิจัย

เครื่องมือการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 และแบบทดสอบ โดยแต่ละส่วนมีการแบ่งออก ดังนี้

3.2.1 ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ใบเนื้อหา และใบงานการทดลอง ซึ่งทั้งสามส่วนนี้จะต้องใช้ร่วมกันในระหว่างการทดลอง

3.2.2 แบบทดสอบ ประกอบด้วย แบบทดสอบสมรรถนะ แบบทดสอบท้ายการทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางด้านสมรรถนะต่าง ๆ



ภาพที่ 3-2 กรอบแนวคิดและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างชุดฝึกสมรรถนะผู้วิจัยได้ทำการศึกษารายละเอียด ในเรื่องของสวิตซ์ การควบคุมกำลังไฟฟ้ากระแสตรง เครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้าคงที่ อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยกำหนดขอบเขต ครอบคลุมของเนื้อหา และแยกออกเป็นหัวข้อ ผู้วิจัยได้ค้นคว้าเนื้อหาและทฤษฎี เพื่อเป็นแนวทางสำหรับสร้างใบเนื้อหา และใบงานการทดลอง จากแหล่งข้อมูลบางส่วนของชุดฝึกเดิมที่มีอยู่ เมื่อได้ข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาและทฤษฎีของที่จะทำการทดลอง จึงกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การทดลอง จากการค้นคว้าสามารถสรุปเป็นแนวทางในการออกแบบสร้างชุดฝึกสมรรถนะ โดยเลือกแบบชุดฝึกสมรรถนะที่แยกแต่ละส่วนออกจากกันซึ่งมีข้อดี ดังนี้

1. นักเรียนสามารถแยกสัญลักษณ์ของอุปกรณ์แต่ละประเภทได้
2. นักเรียนสามารถต่อวงจรได้ง่าย
3. ขนาดของชุดฝึกสมรรถนะนี้มีขนาดเหมาะสมต่อการใช้งาน

### 3.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3.1 ประชากรในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียน รายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111

3.3.2. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เลือกจากนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ที่ลงทะเบียนเรียน รายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 รวมจำนวน 30 คน จัดแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 15 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 15 คน ด้วยการสุ่มอย่างง่ายโดยวิธีการจับฉลาก (Sample Random Sampling) จากผลการเรียน ประกอบด้วยนักเรียนที่ความสามารถ โดยมีทั้งนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ซึ่งนักเรียนมีคุณสมบัติไม่แตกต่างกัน

### 3.4 ออกแบบและสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

3.4.1 การออกแบบชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ดังนี้

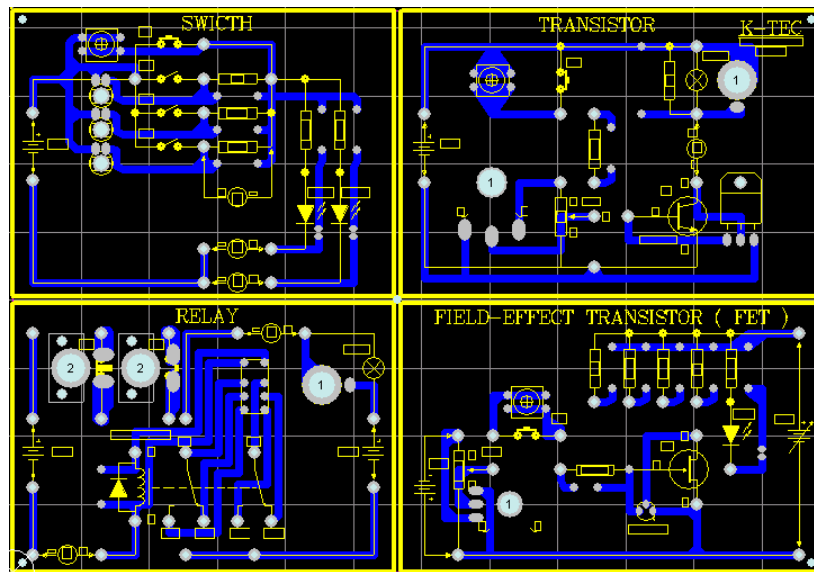
3.4.1.1 ออกแบบวงจรชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

3.4.1.2 กำหนดขนาดของบอร์ดชุดฝึกสมรรถนะ ซึ่งแต่ละบอร์ดมีขนาดเท่ากันทุกบอร์ด คือ ความกว้างเท่ากับ 21 เซนติเมตร ความยาวเท่ากับ 29.7 เซนติเมตร และความสูงเท่ากับ 3.5 เซนติเมตร

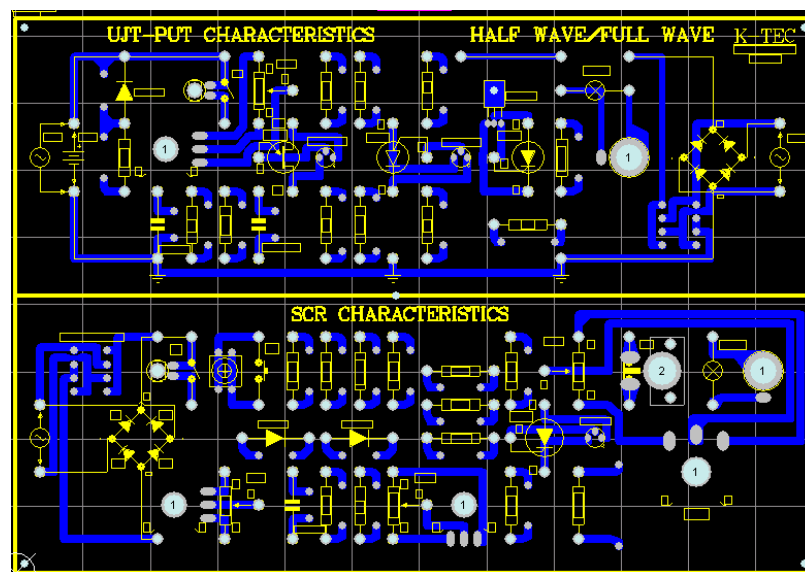
3.4.1.3 ออกแบบตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของแต่ละบอร์ด โดยใช้โปรแกรม Protel 99 SE

3.4.1.4 เขียนวงจรด้วยโปรแกรม Protel 99 SE ได้ลายวงจรและกำหนดอุปกรณ์ต่าง ๆ

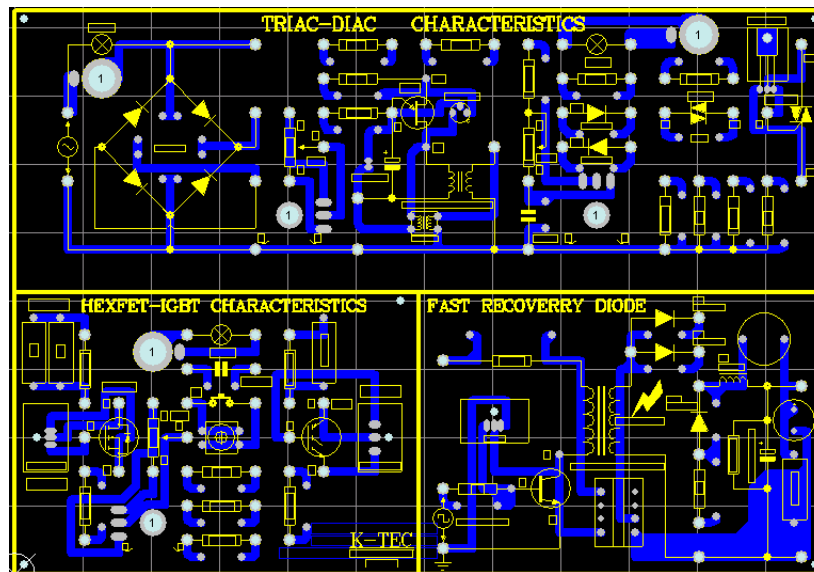
ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ดังภาพที่ 3-3



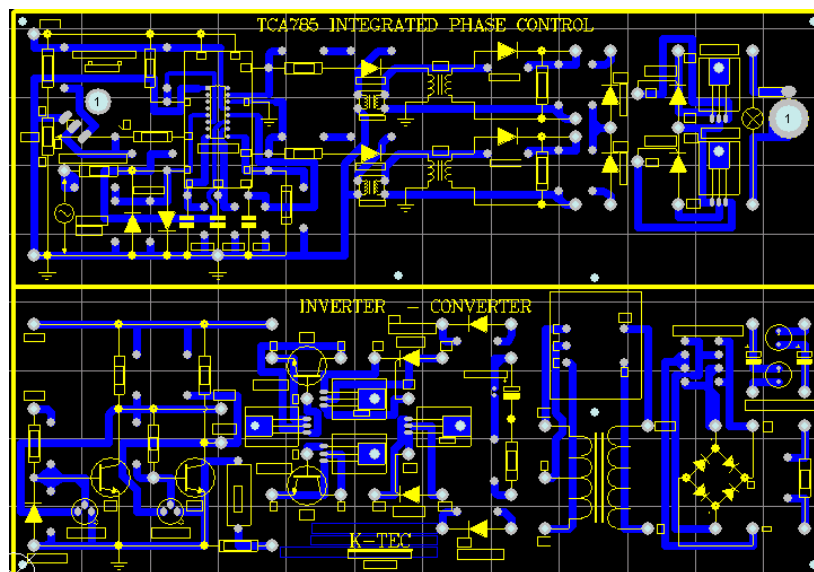
(ก) ลายวงจรและกำหนดอุปกรณ์ ชุดฝึกสมรรถนะ บอร์ด WD 81



(ข) ลายวงจรและกำหนดอุปกรณ์ ชุดฝึกสมรรถนะ บอร์ด WD 82



(ค) ลายวงจรและกำหนดอุปกรณ์ ชุดฝึกสมรรถนะ บอร์ด WD 83



(ง) ลายวงจรและกำหนดอุปกรณ์ ชุดฝึกสมรรถนะ บอร์ด WD 84

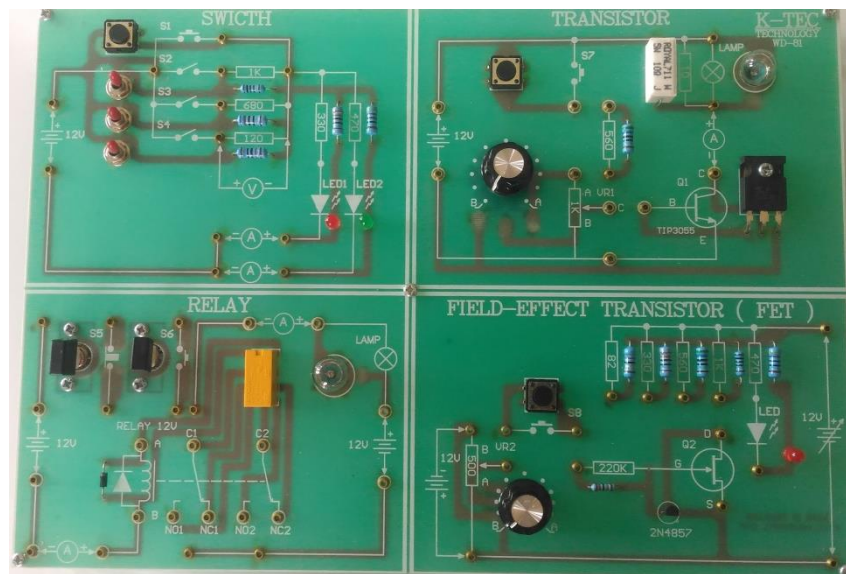
ภาพที่ 3-3 ลายวงจรและกำหนดอุปกรณ์ต่าง ๆ ของชุดฝึกสมรรถนะ บอร์ด WD 81-84

ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).

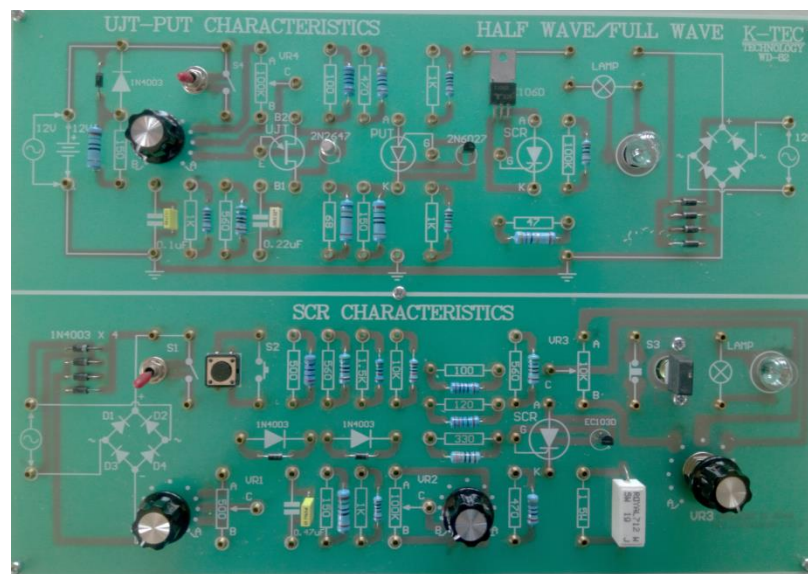
3.4.1.5 กัดปริน PCB บอร์ด WD 81-84

3.4.1.6 ทำการประกอบวงจร และยึดอุปกรณ์ต่าง ๆ ลงบนบอร์ด

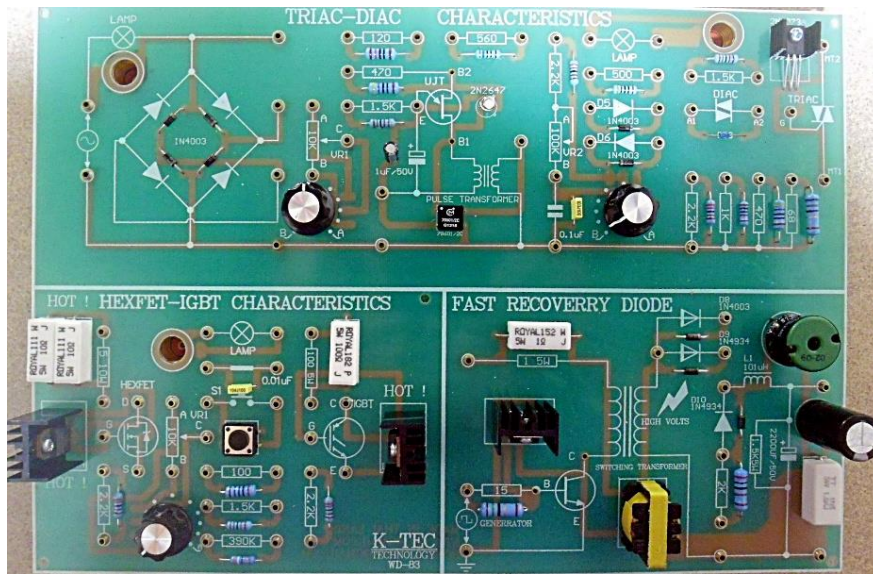
3.4.1.7 เมื่อประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงทำการทดสอบก่อนว่าสามารถใช้งานได้จริง ไม่เกิดการลัดวงจร ฮาร์ก โดยใช้มัลติมิเตอร์ทำการตรวจสอบแต่ละจุด จนครบทั้ง 4 บอร์ด



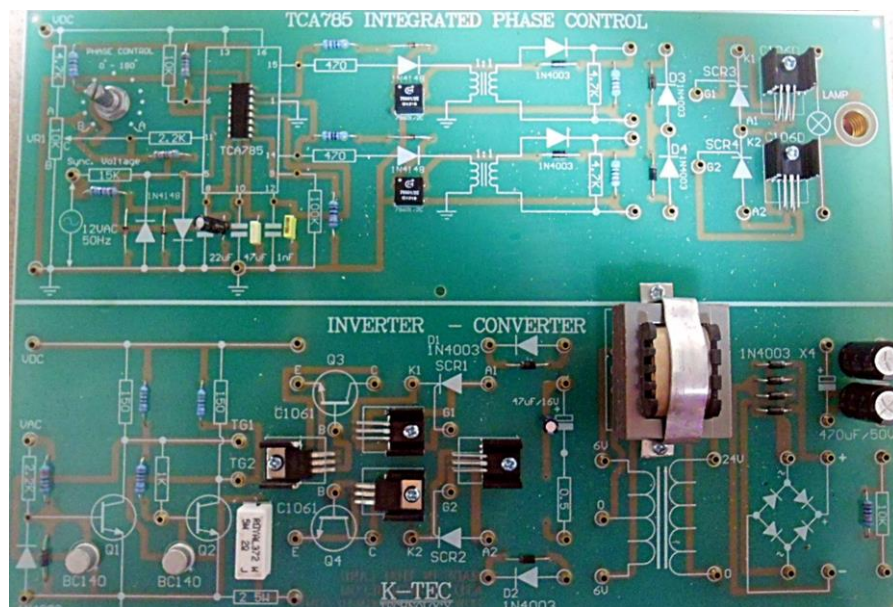
(ก) ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81



(ข) ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82



(ค) ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83



(ง) ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84

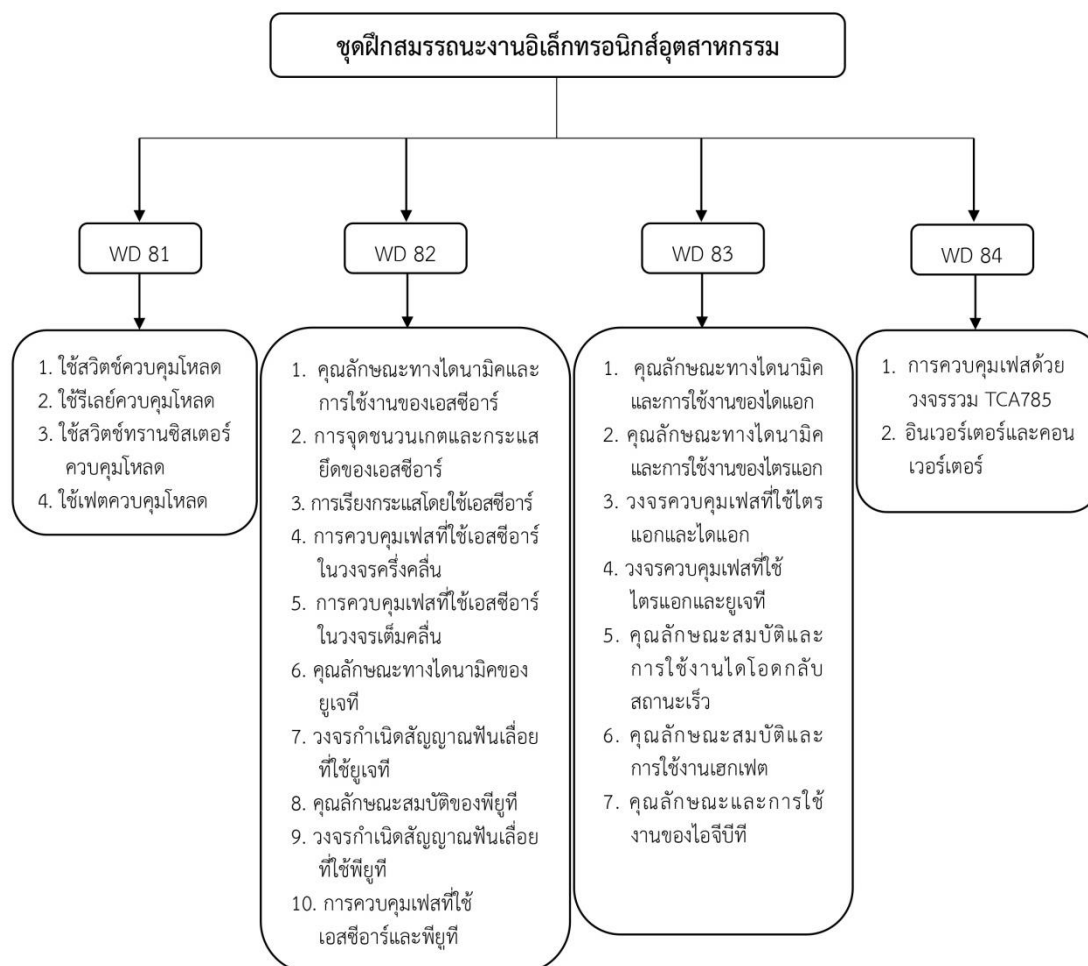
ภาพที่ 3-4 ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ที่สร้างสำเร็จแล้ว

ที่มา : สัญญา โพรวิงซ์. (2560)

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีหาประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ก่อนที่จะนำไปดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ได้ผ่านกระบวนการและขั้นตอนการสร้างที่ถูกต้อง

### 3.4.2 การสร้างเอกสารประกอบชุดฝึกสมรรถนะ

ศึกษาหลักการและเทคนิคในการสร้างใบเนื้อหาจากเอกสารต่าง ๆ ใบงานการทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ให้สอดคล้องกับวงจรที่ออกแบบไว้ เพื่อทบทวนความรู้ของผู้เรียน โดยเขียนตามโครงสร้างหลักของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84



ภาพที่ 3-5 โครงสร้างหลักของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84  
ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).

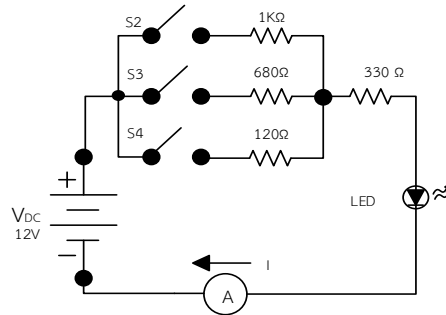
จากโครงสร้างของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 นำมาสร้างออกแบบวงจรในส่วนต่าง ๆ เป็นวงจรร้อยก่อนที่จะมารวมเป็นวงจรขนาดใหญ่ที่มีความสมบูรณ์ประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

#### 3.4.2.1 ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 ประกอบด้วย

3.4.2.1.1 การใช้สวิตช์ควบคุมโหลด สวิตช์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการปิด-เปิดวงจรเพื่อควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าหรือใช้ทำหน้าที่เป็นตัวเปลี่ยนตำแหน่งจุดต่อทางไฟฟ้าโดยทั่วไป สวิตช์ที่ใช้งานจะมีอยู่มากมายหลายชนิด ขึ้นอยู่กับลักษณะของการนำไปใช้งาน เช่น สวิตช์แบบโยก



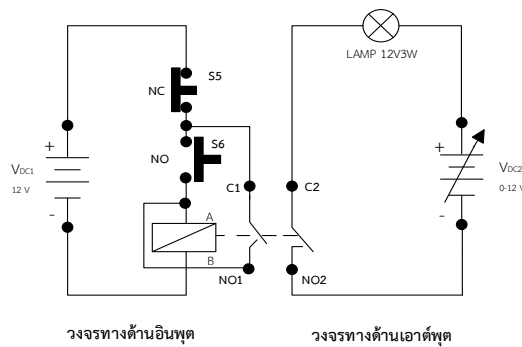
(Toggle Switches), สวิตช์แบบปุ่มกด (Push Button Switches), สวิตช์แบบใบมีด (Knife Switches), สวิตช์แบบเลือกหมุน (Rotary Selector Switches) และอื่น ๆ



ภาพที่ 3-6 การใช้สวิตช์ควบคุมโหลด  
ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).

การใช้งานของสวิตช์จะต้องพิจารณาถึงอัตราทนแรงดันไฟและกระแสไฟที่ใช้สูงสุด เพื่อที่จะสามารถนำเอาสวิตช์ไปใช้งานควบคุมวงจรได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย

3.4.2.1.2 การใช้รีเลย์ควบคุมโหลด รีเลย์เป็นสวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้าที่ใช้กระแสไฟฟ้าเพียงเล็กน้อยไหลผ่านขดลวด (Coil) ภายในตัวรีเลย์ ซึ่งจะสามารถผลิตสนามแม่เหล็กดึงดูดให้หน้าสัมผัสสวิตช์เคลื่อนที่มาแตะสัมผัสวงจรไฟฟ้าที่ถูกออกแบบไว้ได้

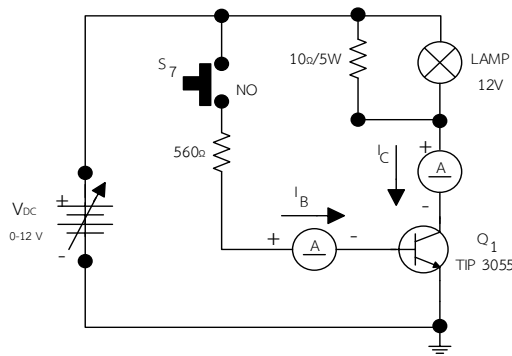


ภาพที่ 3-7 การใช้รีเลย์ควบคุมโหลด  
ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).

ส่วนประกอบของรีเลย์จะประกอบด้วยขดลวดที่พันอยู่บนแกนแท่งเหล็ก หน้าสัมผัสอยู่กับที่ (Fixed-Contact) สัมผัสเคลื่อนที่ (Movable Contact) ที่ยึดติดกับอาร์เมเจอร์ (Armature) และสปริงดึงกลับ (Return Spring) การใช้งานของรีเลย์ควรพิจารณาถึงอัตราแรงดันไฟและกระแสไฟที่ใช้สูงสุด เพื่อสามารถนำเอารีเลย์ไปใช้งาน ควบคุมวงจรได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย

3.4.2.1.3 การใช้สวิตช์ทรานซิสเตอร์ควบคุมโหลด วงจรการใช้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์จะมีสถานะ การทำงานอยู่ 2 สถานะ คือสถานะอิ่มตัว (Saturation State) และสถานะตัด (Cut off State) การทำให้ทรานซิสเตอร์อยู่ในสถานะอิ่มตัว คือการจ่ายแรงดันไบแอสไปหน้าให้แก่อาน

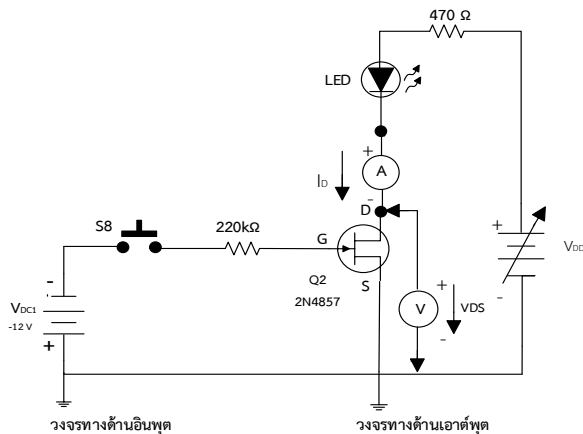
อิมิตเตอร์ อันมีผลทำให้กระแสคอลเลคเตอร์ไหลผ่านโหลดทางเอาต์พุตได้จึงเปรียบเสมือนการทำงานของสวิทช์ที่ปิดวงจร และถ้าต้องการทำให้ทรานซิสเตอร์อยู่ในสถานะตัด คือการจ่ายแรงดันไบแอสย้อนกลับให้แก่ขาเบสและขาอิมิตเตอร์ อันมีผลทำให้กระแสคอลเลคเตอร์ไม่ไหลผ่านโหลดทางเอาต์พุต จึงเปรียบเสมือนการทำงานที่เปิดวงจร



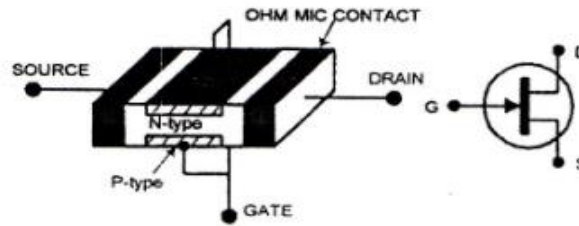
ภาพที่ 3-8 การใช้ทรานซิสเตอร์ควบคุมโหลด  
ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).

3.4.2.1.4 การใช้เฟตควบคุมโหลด เฟต (FET) หรือเรียกว่า ฟิวด์ เอฟเฟค ทรานซิสเตอร์ (Field Effect Transistor) เป็นสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำชนิดยูนิโพลาร์ (Unipolar) เพราะกระแสที่ไหลผ่านเฟตจะเกิดจากการเคลื่อนที่ของพาหะส่วนมากเพียงชนิดเดียวคือ โฮล (Hole) หรือ อิเล็กตรอนอิสระ (Free Electrons) หลักการทำงานของเฟต คือ การใช้สนามไฟฟ้าที่เกิดจากแรงดันไฟเป็นตัวควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าที่คล้ายกับหลักการของหลอดสุญญากาศ (Vacuum Tube) เฟตมีการใช้งานอยู่ 2 ชนิดคือ

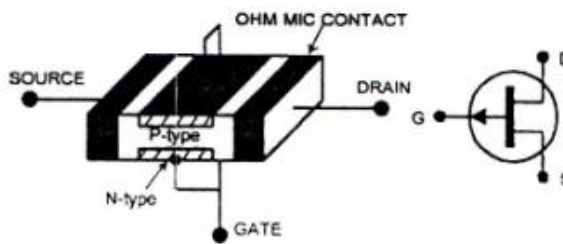
1. เฟตชนิดหัวต่อ พี-เอ็น (Junction Field Effect Transistor) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า เจ-เฟต (J-FET)
2. เฟตชนิดเคลือบผิวบางส่วนด้วยโลหะออกไซด์ (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า มอสเฟต (MOSFET)



ภาพที่ 3-9 การใช้เฟตควบคุมโหลด  
ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).



(ก) โครงสร้างและสัญลักษณ์ของเจ-เฟต ชนิดเอ็น



(ข) โครงสร้างและสัญลักษณ์ของเจ-เฟต ชนิดพี

ภาพที่ 3-10 โครงสร้างของเจ-เฟต

ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).

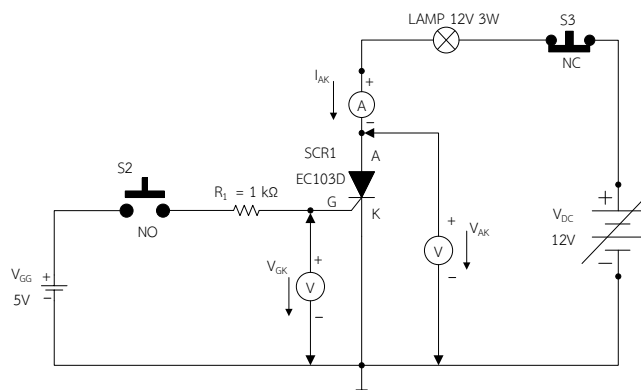
จากภาพที่ 3-10 จะเป็นโครงสร้างของเจ-เฟต ที่ประกอบด้วยแท่งของสารกึ่งตัวนำที่มีคุณสมบัติเหมือนตัวต้านทาน ที่มีขาต่อใช้งาน 2 ขา ขาหนึ่ง คือขาซอร์ส (Source : S) ส่วนอีกขาหนึ่งคือขาเดรน (Drain : D) และด้านข้างของสารกึ่งตัวนำจะเป็นรอยต่อ พี-เอ็น เกิดขึ้นทั้งสองด้าน โดยมีขาต่อออกมาใช้งานเพียงขาเดียว คือขาเกต (Gate : G) ตัวอย่างการทำงานของเจ-เฟต ชนิดเอ็น เมื่อมีการต่อวงจรเพื่อให้แรงดันไฟไบแอสแก่ขาเกต

ขณะที่แหล่งจ่ายไฟ ( $V_{GG}$ ) มีค่าเป็น 0 โวลต์ แหล่งจ่ายไฟฟ้า ( $V_{DD}$ ) จะบังคับให้โฮลไหลจากขาเดรน (D) ไปยังขาซอร์ส ได้มาก อันทำให้ ( $I_D$ ) สามารถไหลผ่านเจ-เฟต จะเสมือนเป็นขาค้านทานตัวหนึ่ง แต่ถ้าเราปรับให้แหล่งจ่ายไฟ ( $V_{GG}$ ) ที่ขาเกต มีค่าเป็นลบเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นการไบแอสย้อนกลับตรงรอยต่อ พี-เอ็น ที่ขาเกต กับขาซอร์ส และทำให้บริเวณปลอดพาหะ (Depletion Region) มีค่ามากยิ่งขึ้น กระแสเดรน ( $I_D$ ) จะไหลผ่านเจ-เฟตได้น้อยลง ดังนั้นการเพิ่มแรงดันไฟไบแอสย้อนกลับที่ขาเกต จึงเป็นการควบคุมความนำไฟฟ้าระหว่างขาเดรนกับขาซอร์สได้ และทำให้อิมพีแดนซ์ด้านเข้า (Input Impedance) ของเจ-เฟตมีค่าสูงมาก การใช้เจ-เฟตทำหน้าที่เป็นสวิตช์ที่มีลักษณะการต่อวงจรที่เสมือนวงจรทรานซิสเตอร์ คือวงจรซอร์สร่วม (Common Source) เมื่อจ่ายแรงดันไฟให้แก่ขาเกตมีศักย์เป็นไฟบวก (-) เปรียบเทียบกับขาซอร์สจะมีผลทำให้เจ-เฟตอยู่ในสถานะนำกระแส และถ้าจ่ายแรงดันไฟให้ขาเกต ทำให้แรงดันเกตมีศักย์เป็นไฟลบ (-) เปรียบเทียบกับขาซอร์สจะมีผลทำให้เจ-เฟตอยู่ในสถานะหยุดนำกระแสได้

3.4.2.2 ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 ประกอบด้วย

3.4.2.2.1 คุณลักษณะทางไดนามิกและการใช้งานของเอสซีอาร์

เอสซีอาร์ (Silicon Control Rectifier : SCR) ซึ่งเป็นสารกึ่งตัวนำประเภท 4 ชั้น 3 รอยต่อ ประกอบด้วยรอยต่อ พี-เอ็น-พี มีขาต่อใช้งาน 3 ขาคือ ขาแอโนด (Anode : A) ขาแคโทด (Cathode : K) และขาเกต (Gate : G) การต่อเอสซีอาร์ เพื่อใช้งานจะต้องยึดหลักการคือขาแอโนดกับขาแคโทด ต้องได้รับการไบแอสไปหน้า (Forward Bias) และขาเกตกับแคโทดต้องได้รับการไบแอสไปหน้าด้วยเช่นกัน คุณลักษณะทางกระแสและแรงดันของเอสซีอาร์ ในช่วงการไบแอสไปหน้าจะพบว่า ขณะที่เอสซีอาร์ นำกระแสอยู่ได้ กระแสแอโนด ( $I_A$ ) ที่ไหลผ่านเอสซีอาร์ ต้องมากกว่ากระแสค้าง (Latching Current) และแรงดันไฟตกคร่อมเอสซีอาร์ ( $V_F$ ) ปกติจะมีค่าประมาณ 0.7 ถึง 4 โวลต์ แต่ถ้าค่าต่ำกว่ากระแสยึด (Holding Current) การใช้งานของเอสซีอาร์ โดยทั่วไปการจ่ายแรงดันไฟไบแอสไปหน้าให้แก่ขาแอโนดกับขาแคโทด ต้องต่ำกว่าแรงดันจุดเริ่มทลาย ( $V_{BO}$ ) และทำการจุดชนวนที่ขาเกต ซึ่งทำให้เอสซีอาร์ สามารถนำกระแสได้อย่างรวดเร็ว วิธีนี้จะสร้างความปลอดภัยในการใช้งานของเอสซีอาร์ ส่วนช่วงทิศทางแรงดันไบแอสย้อนกลับของเอสซีอาร์ ที่ขาแอโนดมีศักย์เป็นลบเมื่อเทียบกับขาแคโทด จะมีคุณลักษณะทางไฟฟ้าเหมือนกับไดโอดทั่วไป



ภาพที่ 3-11 วงจรและการใช้งานของเอสซีอาร์

ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).

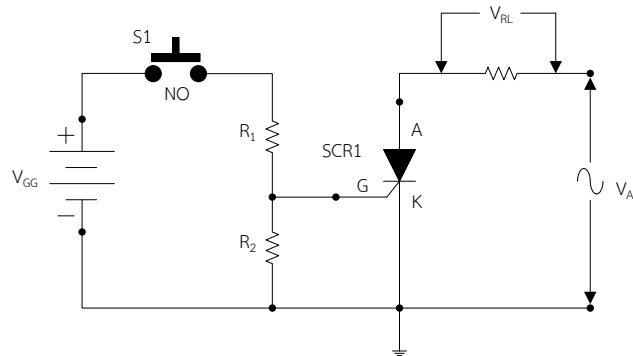
3.4.2.2.2 การจุดชนวนเกตและกระแสยึดของเอสซีอาร์

แรงดันจุดชนวนเกต ( $V_{GT}$ ) เป็นค่าแรงดันเกตต่ำสุดที่ทำให้เอสซีอาร์ นำกระแสได้ ซึ่งค่าของแรงดันจุดชนวนเกตสามารถทำการวัดได้โดยการเพิ่มแรงดันเกตเข้า ๆ จนทำให้ เอสซีอาร์ นำกระแสเมื่อเอสซีอาร์ มีค่ากระแสแอโนดไหลผ่านต่ำกว่ากระแสยึด เอสซีอาร์ จะอยู่ในสถานะไม่นำกระแส กระแสแอโนดที่ทำให้เอสซีอาร์ อยู่ในสถานะไม่นำกระแสที่จุดนั้น คือกระแสยึด (Holding Current)

3.4.2.2.3 การเรียงกระแสโดยใช้เอสซีอาร์

เอสซีอาร์ มีลักษณะการทำงานคล้ายกับไดโอด ในทางไฟฟ้าคือ สามารถนำกระแสได้ทิศทางเดียว เอสซีอาร์ จะมีการทำงานที่ต่างจากไดโอด คือมีขาเกตที่จุดชนวนให้ตัวมันนำกระแสได้ การใช้เอสซีอาร์ ควบคุมวงจรการเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น การทำงานของวงจรขณะที่สวิตช์ ( $S_1$ ) เปิดวงจร ยังไม่มีการจุดชนวนเกตเอสซีอาร์ จะอยู่ในสถานะไม่นำกระแสและโหลด ( $R_L$ ) ไม่

ปรากฏสัญญาณแรงดันไฟตกคร่อมตัวมัน เพราะวงจรเปิด (Open Circuit) เมื่อกดสวิตช์ ( $S_1$ ) ปิดวงจร ทำการจุดชนวนเกิดให้เอสซีอาร์ อยู่ในสถานะนำกระแสได้ ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดสัญญาณแรงดันไฟในช่วงวัฏจักรบวก ปรากฏตกคร่อมโหลด ( $R_L$ ) และสัญญาณแรงดันไฟในช่วงวัฏจักรลบ จะไม่ปรากฏตกคร่อมโหลด ( $R_L$ ) เพราะเอสซีอาร์ จะได้รับการไบแอสย้อนกลับที่ขาแอนดและขาแคโทด เอสซีอาร์จะอยู่ในสถานะไม่นำกระแส



ภาพที่ 3-12 วงจรเรียงกระแสโดยใช้เอสซีอาร์  
ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).

#### 3.4.2.2.4 การควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ในวงจรครึ่งคลื่น

การใช้เอสซีอาร์ เป็นสวิตช์ควบคุมกำลังงานบางส่วนของแต่ละครึ่งวัฏจักรที่จ่ายไปยังโหลด โดยการจุดชนวนเกิดเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากการควบคุมที่ให้ผลดี เพราะเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงมุมจุดชนวน มีผลทำให้ค่ากำลังงานเปลี่ยนแปลงไป อาจเรียกวิธีการควบคุมนี้ว่า การควบคุมเฟส คือค่ากำลังงานไฟฟ้าขึ้นอยู่กับมุมที่ไทรสเตอร์นำกระแส (Conduction Angle :  $\theta$ ) แปรผกผันกับค่าของมุมจุดชนวน (Trigger Angle :  $\alpha$ )

วงจรควบคุมเฟสแบบครึ่งคลื่นง่ายที่สุด คือใช้หลักการของตัวแบ่งแรงดัน (Voltage Divider) ทำหน้าที่จ่ายแรงดันไฟจุดชนวนให้แก่ขาเกตของเอสซีอาร์ เป็นวิธีการควบคุมทางแนวตั้ง (Vertical Control-Method) การควบคุมเฟสทางแนวตั้ง ไม่สามารถทำการจุดชนวนให้มีมุมมากกว่า 90 องศา แต่สามารถควบคุมมุมจุดชนวนได้ประมาณตั้งแต่มุม 0 ถึง 90 องศา เท่านั้น และกำลังงานต่ำที่สุดที่ได้จากการควบคุมนี้มีค่าประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ของการควบคุมเฟสแบบเต็มคลื่น การควบคุมเฟสที่ดีจะต้องสามารถควบคุมมุมจุดชนวนได้ตั้งแต่มุม 0 ถึง 180 องศา ของแต่ละครึ่งวัฏจักรวงจรที่ใช้แก้ไขข้อผิดพลาดของวงจรควบคุมเฟสคือ วงจรควบคุมเฟสที่ใช้ตัวเก็บประจุ มุมจุดชนวน

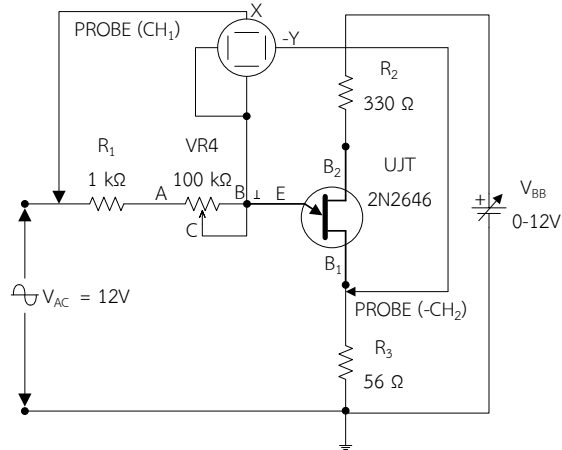
#### 3.4.2.2.5 การควบคุมเฟสใช้เอสซีอาร์ในวงจรเต็มคลื่น

เอสซีอาร์ ทำงานในวงจรควบคุมเฟสแบบเต็มคลื่น และในส่วนหน้าที่การทำงานของวงจรควบคุมเฟสในการจุดชนวนเอสซีอาร์ เหมือนกับการควบคุมเฟสแบบครึ่งคลื่นทุกประการ การใช้เอสซีอาร์ ในวงจรควบคุมเฟสแบบเต็มคลื่น จะมีผลทำให้ได้กำลังงานที่โหลดเป็น 2 เท่าของวงจรควบคุมเฟสแบบครึ่งคลื่น และมีค่ามุมที่ไทรสเตอร์นำกระแส ( $\theta$ ) เท่ากับ 2 (180°-มุมจุดชนวน ( $\alpha$ ))

#### 3.4.2.2.6 คุณสมบัติทางไดนามิกของยูเจที

ยูเจที มีชื่อเต็มว่า “ยูนิจันชัน ทรานซิสเตอร์” (Unijunction Transistor) เป็นทรานซิสเตอร์ชนิดรอยต่อ พี-เอ็น 1 รอยต่อ มีขาต่อใช้งาน 3 ขา คือขาเบส 1 ( $B_1$ ) ขาเบส 2 ( $B_2$ ) และขาอิมิตเตอร์

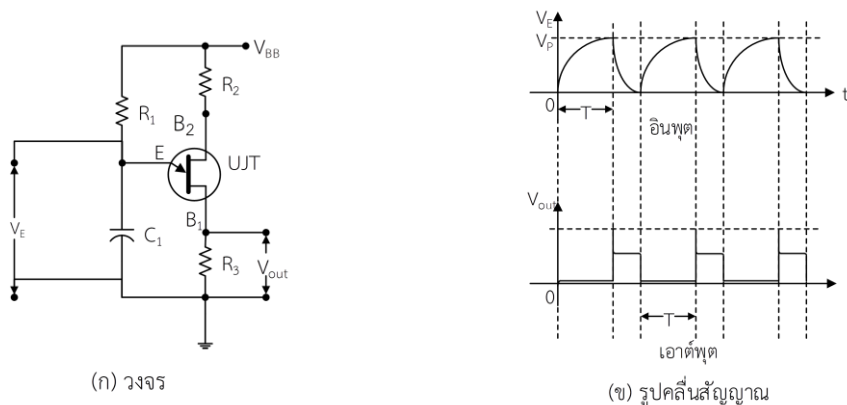
(E) ยูเจที เป็นอุปกรณ์จุดชนวนที่อาศัยแรงดันเป็นตัวควบคุมการกวดสวิตช์ คือ ความต้านทานของตัวมันจะลดลงทันทีที่มีแรงดันถึงจุด แรงดันค่ายอด (Peak Voltage :  $V_p$ )



ภาพที่ 3-13 คุณลักษณะทางไดนามิกของยูเจทีในบอร์ด WD 82  
ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).

คุณลักษณะสมบัติของยูเจที เมื่อแรงดันอิมิตเตอร์ ( $V_E$ ) มีค่าต่ำกว่าแรงดันค่ายอด ( $V_p$ ) กระแสอิมิตเตอร์ ( $I_E$ ) จะไหลน้อยมากเป็นเพียงกระแสรั่ว (Leakage Current) ในช่วงไมโครแอมป์ ( $\mu A$ ) เพราะยูเจที อยู่ในสภาวะไม่นำกระแส เมื่อแรงดันอิมิตเตอร์มีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าแรงดันค่ายอดยูเจที จะอยู่ในสภาวะนำกระแสได้ และมีผลทำให้แรงดันอิมิตเตอร์ลดลง กระแสอิมิตเตอร์จะไหลได้สูงขึ้นซึ่งเปรียบเสมือนกับเป็นการลดความต้านทานสภาวะเช่นนี้ เรียกว่า “ความต้านทานลบ” (Negative Resistance) และแรงดันอิมิตเตอร์มีค่าลดลงต่ำจนถึงจุดย่อย (Valley Point) เมื่อทำการเพิ่มแรงดันอิมิตเตอร์ต่อไป จะทำให้กระแสอิมิตเตอร์ไหลเพิ่มขึ้นจนถึงสถานะอิ่มตัว (Saturation State)

3.4.2.2.7 วงจรกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้ยูเจที



ภาพที่ 3-14 วงจรออสซิลเลเตอร์ แบบรีแลกเซชันที่ใช้ยูเจที  
ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).

การทำงานของวงจรในภาพที่ 3-14 (ก) เมื่อจ่ายแรงดันไฟ ( $V_E$ ) ให้แก่วงจรตัวเก็บประจุ ( $C_1$ ) เริ่มทำการประจุแรงดันแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ที่ถูกกำหนดโดยค่าคงตัวเวลา อาร์-ซี ( $R_1.C_1$  Time

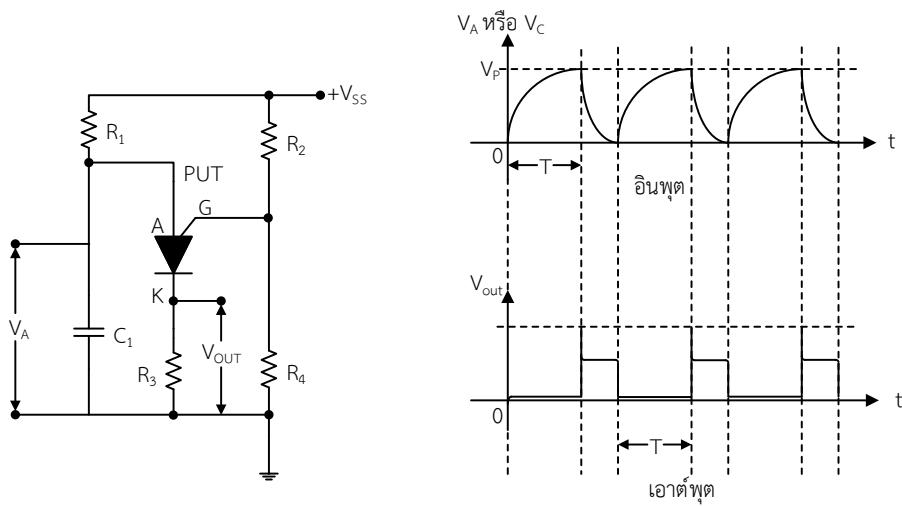
Constant) เมื่อค่าแรงดันอิมิตเตอร์ ( $V_E$ ) เพิ่มขึ้นจนถึงจุดแรงดันคายอด ( $V_P$ ) ยูเจทียอยู่ในสถานะ นำกระแสได้และขณะเดียวกันตัวเก็บประจุ ( $C_1$ ) จะคายประจุแรงดันไฟผ่านรอยต่อ พี-เอ็น ภายในตัว ยูเจทียได้อย่างรวดเร็ว ตัวต้านทาน ( $R_3$ ) ที่ต่อกับขาเบส 1 ( $B_1$ ) จะมีแรงดันไฟตกคร่อมตัวมัน และมีค่า ลดลง เมื่อแรงดันไฟตกคร่อมตัวเก็บประจุ ( $C_1$ ) มีค่าลดลงใกล้ 0 โวลต์ ขณะนี้ ยูเจทีย อยู่ในสถานะไม่ นำกระแส และตัวเก็บประจุ ( $C_1$ ) ก็จะเริ่มเก็บประจุใหม่และคายประจุสลับกันไป รูปคลื่นสัญญาณ เอาต์พุตที่คร่อมตัวต้านทาน ( $R_3$ ) จะเป็นรูปคลื่นยอดแหลม (Spike) ลักษณะคล้ายรูปฟันเลื่อย อันเกิดขึ้น จากการคายประจุของตัวเก็บประจุ ( $C_1$ ) ผ่านตัวต้านทาน ( $R_3$ ) อย่างรวดเร็ว ดังภาพที่ 3-14 (ข)

3.4.2.2.8 คุณลักษณะสมบัติของพิยูทีย

พิยูทีย (PUT) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า พัท มีชื่อเต็มว่า “โปรแกรมเมเบิลยูนิจันชัน ทรานซิสเตอร์” (Programmable Unijunction Transistor) มีคุณสมบัติเหมือนยูเจทีย แต่มีโครงสร้าง อยู่ในกลุ่มของทรานซิสเตอร์เป็นสารกึ่งตัวนำชนิด 4 ชั้น 3 รอยต่อ เหมือนกับทรานซิสเตอร์ 2 ตัว มาต่อกัน ตัวหนึ่งเป็นชนิดพีเอ็นพี และอีกตัวหนึ่งเป็นชนิดเอ็นพีเอ็น มี 3 ขั้วคือแอนโนด (A), แคโทด (K) และ เกต (G) การไบแอสพิยูทียทำเหมือนกับเอสซีอาร์ คือ ไบแอสตรงระหว่างแอนโนดกับแคโทด และให้เกต เป็นลบ (-) พียูทียใช้แทนยูเจทียได้เป็นอย่างดี มีข้อดีกว่ายูเจทีย คือ สามารถโปรแกรมได้ให้มีกระแส รั่วไหลต่ำการชดเชยอุณหภูมิทำได้ง่ายกว่า สามารถเลือกค่า  $\eta$ ,  $R_{BB}$ ,  $L_v$ ,  $L_p$  ได้ ดังนั้นจึงเป็นที่นิยม นำไปใช้ในการออกแบบ

3.4.2.2.9 วงจรกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้พิยูทีย

การใช้งานของพิยูทีย สามารถนำมาใช้เป็นออสซิลเลเตอร์แบบรีแลกเซชัน เพื่อสร้างสัญญาณฟัน เลื่อยที่ใช้จุดชนวนให้เอสซีอาร์ และไตรแอก ดังภาพที่ 3-15



(ก) วงจร

(ข) รูปคลื่นสัญญาณ

ภาพที่ 3-15 วงจรออสซิลเลเตอร์ แบบรีแลกเซชันที่ใช้พิยูทีย

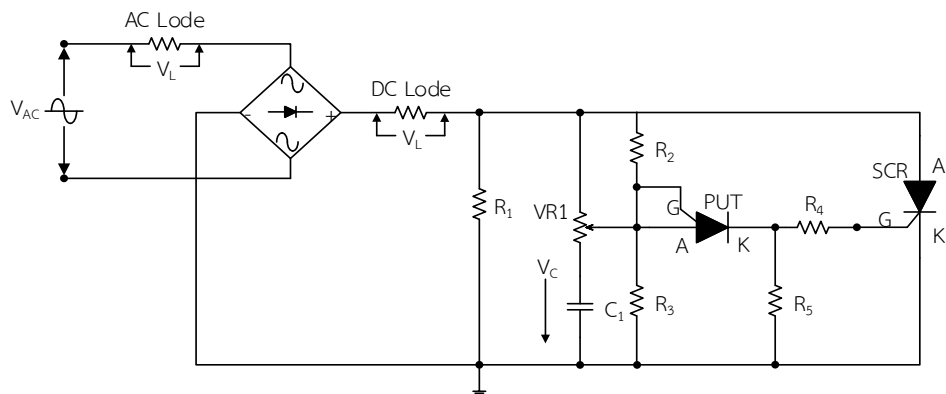
ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).

การทำงานของวงจรในภาพที่ 3-15 (ก)  $R_2$  และ  $R_4$  ทำหน้าที่แบ่งแรงดันให้กับ  $V_G$  เมื่อจ่าย แรงดันไฟ ( $+V_{SS}$ ) ให้แก่วงจร จะมีแรงดัน  $V_G$  เกิดขึ้นที่ขาเกตทันที แต่ตัวเก็บประจุ ( $C_1$ ) เริ่มทำการ ประจุ ดังนั้นขาเกตและขาแอนโนดจะถูกไบแอสกลับ หลังจากนั้นกระแสไหลผ่าน  $R_1$  ทำให้แรงดันตก

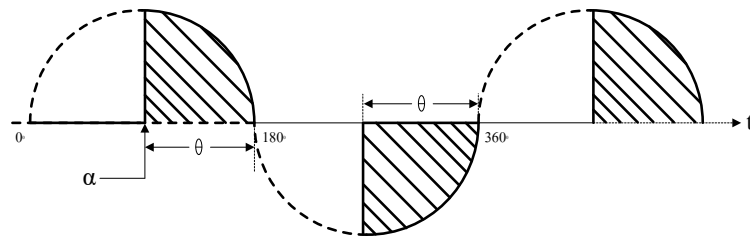
คร่อม  $C_1$  ( $V_C$  หรือ  $V_A$ ) เพิ่มขึ้นจนมีค่า  $V_G$  เท่ากับ 0.7 โวลต์ พิยูที จะอยู่ในสถานะนำกระแส ตัวต้านทานระหว่างขาแอนโอดกับขาแคโทดจะมีค่าลดลงทันที แรงดันไฟตกคร่อม  $C_1$  จึงคายประจุผ่านแอนโอด และ  $R_3$  ทำให้แรงดัน  $V_C$  หรือ  $V_A$  มีค่าลดลงใกล้ 0 โวลต์ ขณะนี้พิยูทีอยู่ในสถานะไม่นำกระแส และตัวเก็บประจุ ( $C_1$ ) ก็จะเริ่มทำการประจุใหม่และคายประจุสลับกันไป รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตที่คร่อมตัวต้านทาน  $R_3$  จะเป็นรูปคลื่นยอดแหลม (Spike) ลักษณะคล้ายรูปฟันเลื่อย อันเกิดขึ้นจากการคายประจุของตัวเก็บประจุ ( $C_1$ ) ผ่านตัวต้านทาน ( $R_3$ ) อย่างรวดเร็ว ดังภาพที่ 3-15 (ข)

3.4.2.2.10 การควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์และพิยูที

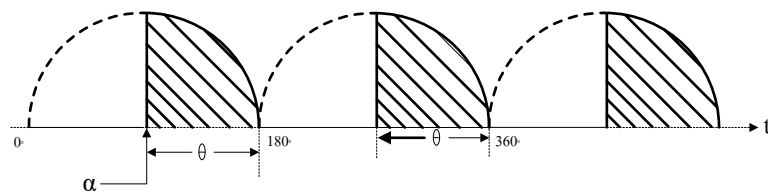
เอสซีอาร์ สามารถทำการจุดชนวนได้หลายวิธี ในตัวอย่างต่อไปนี้จะเป็นการใช้พิยูที ผลิตสัญญาณจุดชนวนเพื่อให้เอสซีอาร์ ควบคุมกำลังที่โหลด



(ก) วงจรควบคุมเฟส โหลดไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Load) โหลดไฟฟ้ากระแสตรง (DC Load)



(ข) โหลดไฟฟ้ากระแสสลับ



(ค) โหลดไฟฟ้ากระแสตรง

ภาพที่ 3-16 วงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์และพิยูที

ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).

จากวงจรควบคุมเฟสในภาพที่ 3-16 (ก) จะสังเกตได้ว่าการต่อโหลดใช้งานอยู่ 2 ตำแหน่ง คือ โหลดไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Load) และโหลดไฟฟ้ากระแสตรง (DC Load) ซึ่งลักษณะของรูป



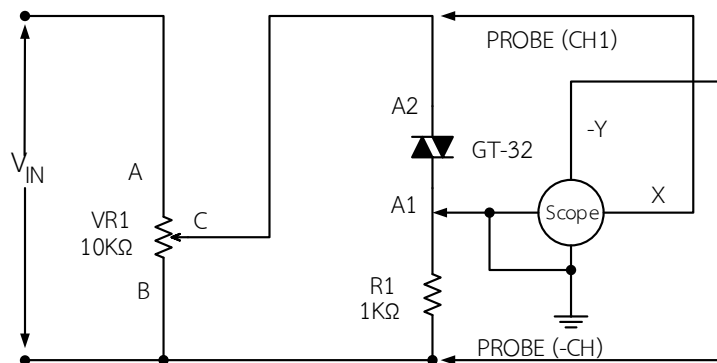
คลื่นสัญญาณที่ปรากฏที่โหนดทั้งสอง ดังในภาพที่ 3-16 (ข) และ 3-16 (ค) ซึ่งเป็นการควบคุมเฟสแบบเต็มคลื่น (Full Wave Phase Control)

การทำงานของวงจรควบคุมเฟสที่มีการโหนดทั้ง 2 แบบ จะมีลักษณะของการทำงานที่เหมือนกัน กล่าวคือ เมื่อทำการจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ( $V_{AC}$ ) ให้แก่วงจร ตัวไดโอดบริดจ์จะทำหน้าที่เรียงกระแสแบบเต็มคลื่น จ่ายแรงดันให้แก่วงจรจุดชนวนที่ใช้ พียูที และวงจรออสซิลเลเตอร์ แบบรีแลกเซชัน จะผลิตสัญญาณแรงดันรูปคลื่นฟันเลื่อยตกคร่อมตัวต้านทาน ( $R_5$ ) ไปทำการจุดชนวนขาเกต (G) ของเอสซีอาร์ให้อยู่ในสถานะการนำกระแส ( $\theta$ ) โดยตำแหน่งคาบเวลา (Time Period) ของสัญญาณรูปฟันเลื่อย จะเป็นตัวกำหนดค่าตำแหน่งของมุมจุดชนวน ( $\alpha$ ) ในการควบคุมเฟส

3.4.2.3 ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83

3.4.4.3.1 คุณสมบัติทางไดนามิกและการใช้งานของไดแอก

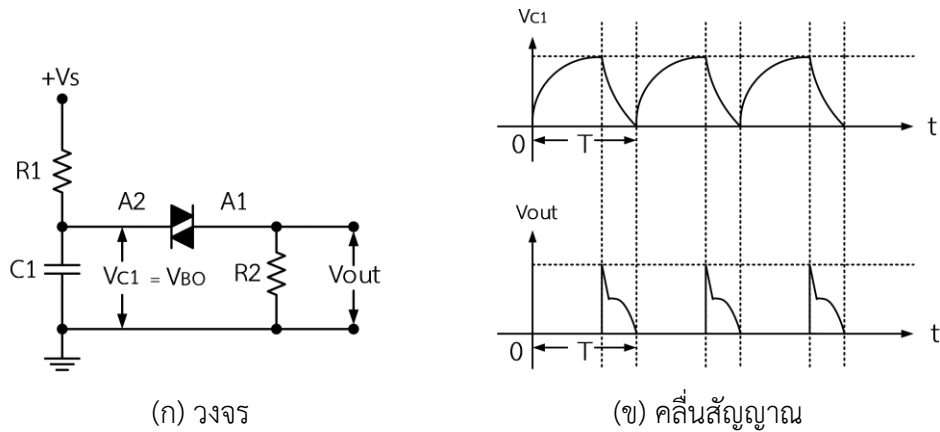
ไดแอก (Diac) เป็นอุปกรณ์จุดชนวนที่สามารถนำกระแสได้ 2 ทิศทาง โดยพิจารณาจากโครงสร้างของไดแอก จะมีลักษณะสมบัติที่คล้ายกับไดโอดสี่ชั้น (Four-Layer Diode) 2 ตัวต่อขนานกลับขั้วกัน และมีขาต่อใช้งาน 2 ขา คือขาแอนโอด 1 ( $A_1$ ) และขาแอนโอด 2 ( $A_2$ ) หรืออาจใช้รหัสขา  $MT_1$  และขา  $MT_2$  แทนได้



ภาพที่ 3-17 วงจรทดสอบคุณสมบัติทางไดนามิกของไดแอก

ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).

การใช้งานของไดแอกสามารถต่อใช้งานร่วมกับวงจรค่าคงตัวเวลา อาร์-ซี ( $R_1C_1$  Time Constant) ได้ดังภาพที่ 3-18 โดยที่ตัวเก็บประจุ ( $C_1$ ) ก็จะทำให้การคายประจุผ่านไดแอก และตัวต้านทาน ( $R_2$ ) จนครบวงจรโดยจะมีสัญญาณพัลส์รูปคลื่นยอดแหลม (Spike) ปรากฏตกคร่อมที่ตัวต้านทาน ( $R_2$ ) และเมื่อตัวเก็บประจุ ( $C_1$ ) คายประจุจนทำให้แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าค่าแรงดันจุดเริ่มทลายต่ำสุดของไดแอกที่จะสามารถนำกระแสได้ ตัวเก็บประจุ ( $C_1$ ) ก็จะเริ่มทำการประจุใหม่อีกครั้ง และคายประจุเมื่อไดแอกนำกระแสโดยจะมีการทำงานที่สลับกันไปเรื่อย ๆ ซึ่งคาบเวลาของสัญญาณพัลส์ที่ตกคร่อมตัวต้านทาน ( $R_2$ ) จะขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของวงจรค่าคงตัวเวลา อาร์-ซี โดยทั่วไป ไดแอก เป็นอุปกรณ์จุดชนวนที่เหมาะสมนำไปใช้งานร่วมกับไตรแอกในการจุดชนวนเกต และป้องกันไม่ให้แรงดันที่ขาเกตของไตรแอกมีค่าสูงจนทำให้เกิดความเสียหาย



ภาพที่ 3-18 วงจรใช้งานของไดโอด  
ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).

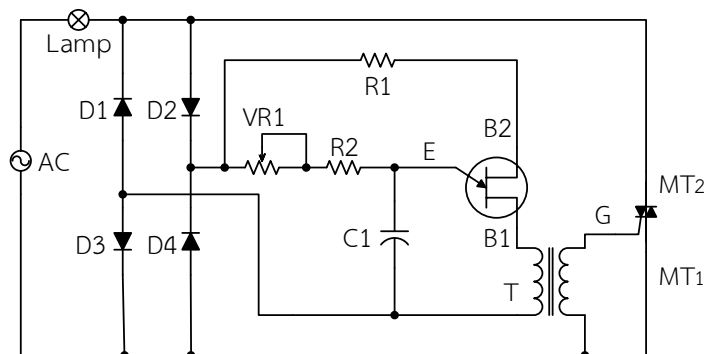
3.4.2.3.2 คุณสมบัติทางไดนามิกและการใช้งานของไตรแอก

ไตรแอก (Triac) เป็นทริสเตอร์ที่สามารถนำกระแสได้สองทิศทาง ซึ่งจะมีรูปร่างและลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกับการต่อเอสซีอาร์ สองตัวขนานและกลับขั้วกันโดยมีขาต่อใช้งาน 3 ขา คือขาขั้วต่อหลัก 2 (MT<sub>2</sub>) ขาขั้วต่อหลัก 1 (MT<sub>1</sub>) และขาเกต (G)

3.4.2.3.3 วงจรควบคุมเฟสที่ใช้ไตรแอกและไดโอด

วงจรควบคุมเฟสพื้นฐานที่ใช้ไตรแอกและไดโอดทำงานร่วมกัน จะเป็นวงจรที่มีความเหมาะสม กล่าวคือ ไตรแอกเป็นอุปกรณ์ทริสเตอร์ที่สามารถนำกระแสได้สองทิศทางและไดโอดเป็นอุปกรณ์จุดชนวนที่สามารถนำกระแสได้สองทิศทางเช่นกัน แต่ไดโอดมีข้อจำกัดในการใช้งานคือ ไดโอดจะนำกระแสได้ ณ แรงดันจุดเริ่มทลาย (V<sub>BO</sub>) ดังนั้นแรงดันไฟกระแสสลับที่จ่ายให้แก่วงจรควบคุมเฟสนี้จะต้องสูงกว่าค่าแรงดันจุดเริ่มทลายของไดโอด วงจรถึงจะสามารถทำการควบคุมเฟสได้

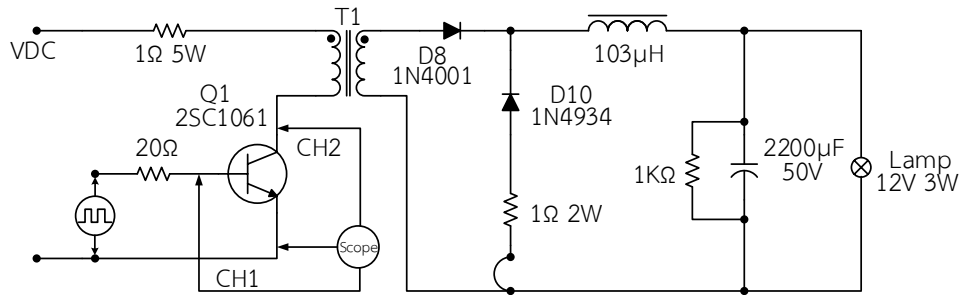
3.4.2.3.4 วงจรควบคุมเฟสที่ใช้ไตรแอกและยูเจที



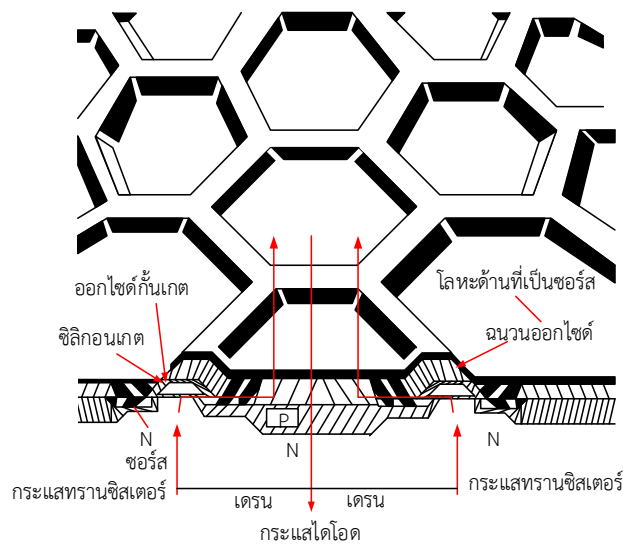
ภาพที่ 3-19 วงจรควบคุมเฟสที่ใช้ไตรแอกและยูเจที  
ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).

3.4.2.3.5 คุณสมบัติและการใช้งานไดโอดกลับสถานะเร็ว

คุณสมบัติของ ฟาสต์ รีคัฟเวอรี ไดโอด (Fast Recovery Diode) เป็นการกลับคืนจากสภานำกระแสสู่สภาวะหยุดนำกระแสของไดโอด ขณะไดโอดนำกระแส ( $I_F$ ) จะมีประจุสะสมที่รอยต่อสารพี-เอ็น เหมือนคาปาซิเตอร์ และเมื่อมีแรงดันไบแอสย้อนกลับอย่างทันทีทันใด กระแสจะยังคงไหลอยู่ เนื่องจากประจุสะสมดังกล่าว ช่วงเวลาของการคายประจุสะสมให้หมดไป เรียกว่า รีเวิร์ส รีคัฟเวอรี ไทม์ (Reverse Recovery Time :  $t_{rr}$ )



ภาพที่ 3-20 วงจรตรวจสอบ Reverse Recovery Time  
ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).

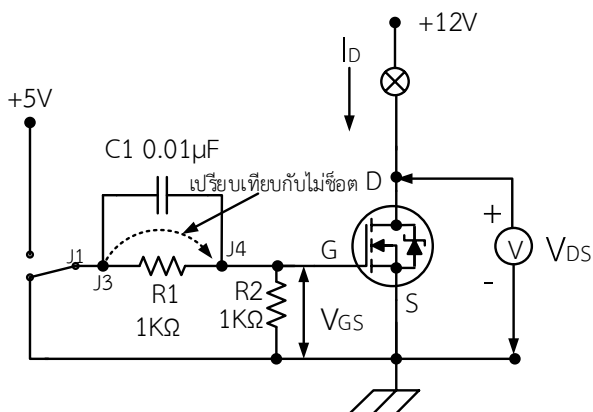


ภาพที่ 3-21 โครงสร้างเฮกเฟต  
ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).

3.4.2.3.6 คุณสมบัติและการใช้งานเฮกเฟต

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ เฟต (Field Effect Transistor : FET) ได้พัฒนาให้ใช้กระแสสูงขึ้นเป็นมอสเฟต หรือเฮกเฟต ซึ่งเป็นการพัฒนาหลังจาก วี-มอส, ยู-มอส การพัฒนาทั้งด้านความเร็วในการเป็นสวิตช์ เกณฑ์การขยายสูง ค่าความต้านทานเดรนซอร์สต่ำมากเมื่อทำงาน มีโครงสร้างรูปตัว ดี วางตะแครง และเชื่อมต่อกันในรูปร่างหึ่งหกเหลี่ยมจึงเรียก เฮกเฟต ที่ขาซอร์ส เนื้อสารเป็นเซลล์รูป

หกลีเยียม จำนวนมากขนานกันมากกว่า 500,000 เซลล์/ตารางหน่วย ทำให้กระแสผ่านได้มากและ ความต้านทานระหว่างเดรนกับซอร์สต่ำ (บางตัว เท่ากับ 0.008 โอห์ม) การไหลของกระแสจะไหล แนวตั้งจากเดรนผ่านตัวถัง แล้วไหลในแนวนอนผ่านช่องรอยต่อระหว่างสาร พี-เอ็น แล้วขึ้นไป แนวตั้งอีกครั้งไปยังขาซอร์ส โดยกระแสถูกบังคับจาก  $V_{GS}$  ซึ่งจะเกิดสนามไฟฟ้าช่วงรอยต่อ พี-เอ็น เป็นการปรับความต้านทานรอยต่อ พี-เอ็น และเนื่องจากขาเกตถูกแยกจากขาเดรน และขาซอร์สทาง ไฟฟ้า อัตราขยายทางไฟตรงจึงเกือบเป็นอนันต์ ( $\infty$ )



ภาพที่ 3-22 การใช้งานของเฮกเฟต

ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).

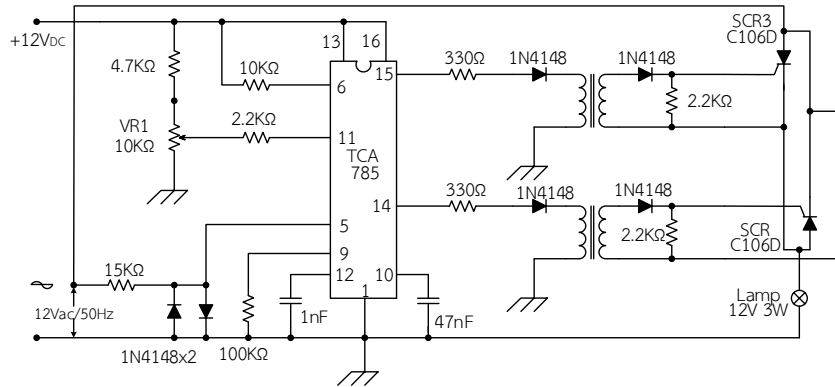
#### 3.4.2.3.7. คุณสมบัติและการใช้งานของไอจีบีที

ไอจีบีที (Insulate Gate Bipolar Transistor : IGBT) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังชนิดใหม่ ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาจากคุณสมบัติที่ดีของมอสเฟต (MOSFET) และทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์ (BJT) รวมเข้าไว้ด้วยกัน โดยคุณสมบัติของไอจีบีทีที่เหมือนกับมอสเฟต ก็คือมันจะมีขาเกตอิมพีแดนซ์ที่สูง ซึ่ง ต้องการเพียงพลังงานจำนวนเล็กน้อยในการสวิตช์ และส่วนคุณสมบัติของไอจีบีทีที่เหมือนกับ ทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์ คือ ขณะที่มีมันอยู่ในสภาวะนำกระแสมีอัตราการสูญเสียกำลังงานต่ำ ( $V_{ON}$  เท่ากับ 2-3 โวลต์) อีกทั้งยังมีอัตราทนแรงดันไฟ และขยายกระแสได้สูง

#### 3.4.2.4 ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84

##### 3.4.2.4.1 การควบคุมเฟสด้วยวงจรรวม TCA785

ในการควบคุมเฟสของอุปกรณ์ทางไฟฟ้ามีประโยชน์หลายด้าน เช่น การควบคุมความเร็วของ มอเตอร์ การควบคุมความสว่างของหลอดไฟโดยวิธีควบคุม ส่วนมากจะเน้นไปที่การควบคุมเฟสของ ไฟฟ้าที่จ่ายไปยังภาระทางไฟฟ้าด้วยทรินสเตอร์ ในวงจรมีการใช้งาน TCA785 สร้างสัญญาณพัลส์ ไปทรินเกสซิวาร์ โดยอุปกรณ์ที่ต่อใช้งานเป็นความต้านทาน ซึ่งทดลองทั้งไฟฟ้ากระแสตรง (DC Load) และไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Load)



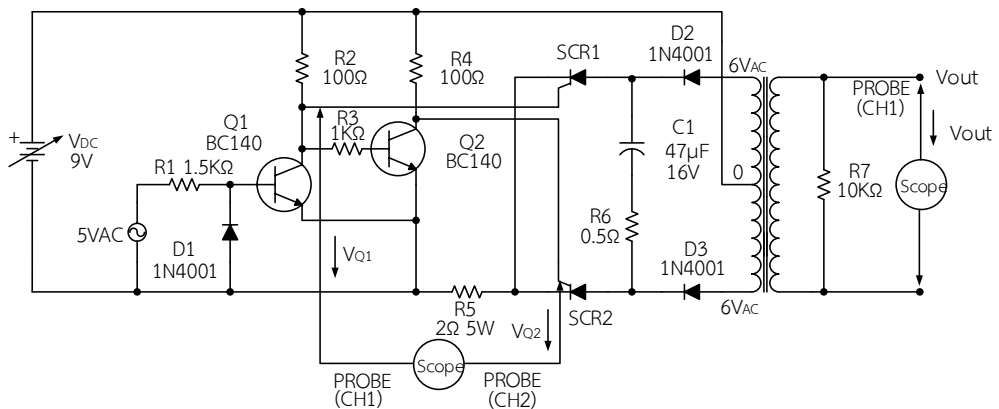
ภาพที่ 3-23 การใช้งานนำสัญญาณทริกเกอร์จาก TCA785 ไปควบคุมภาระทางไฟฟ้าชนิดดีซีและเอซี  
 ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).

3.4.2.4.2 อินเวอร์เตอร์และคอนเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์ (Inverter) หรืออาจเรียกว่า “เครื่องผกผัน” เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับทางเอาต์พุตโดยสามารถทำการควบคุมขนาดแอมพลิจูด และความถี่ของแรงดันสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามต้องการ

คอนเวอร์เตอร์ (Converter) หรืออาจเรียกว่า “เครื่องแปลงผัน” เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีลักษณะการทำงานแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. เครื่องแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC to DC Converter)
2. เครื่องแปลงผันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC to AC Converter)



ภาพที่ 3-24 วงจรอินเวอร์เตอร์ที่ใช้เอสซีอาร์เป็นสวิตช์ควบคุม  
 ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).

### 3.4.3 การสร้างใบงานการทดลอง

เมื่อกำหนดเนื้อหาและหัวข้อเรื่องแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ที่ผู้เรียนสามารถที่จะปฏิบัติได้ และผู้สอนสามารถวัดและสังเกตได้ เมื่อได้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแล้ว ก็สามารถจะกำหนดและออกแบบได้ว่าจะทำให้นักเรียนทำการทดลองอย่างไร เพื่อให้ครอบคลุมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ในใบงานการทดลองยังต้องประกอบด้วย รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งคำถามท้ายการทดลองทั้ง 29 ใบงานการทดลอง

### 3.4.4 การสร้างแบบทดสอบ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.4.4.1 ศึกษาหลักการและเทคนิคในการสร้างแบบทดสอบจากเอกสารวัดผลและประเมินผลต่าง ๆ

3.4.4.2 สร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งเป็นปรนัย ให้เลือกข้อที่ถูกเพียงคำตอบเดียว แบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 75 ข้อ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ให้นำน้ำหนักคะแนนดัชนีความสอดคล้องตามเกณฑ์

3.4.4.3 นำชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ที่สร้างขึ้นเรียบร้อยแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ด้านการสอน รายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ด้านเทคนิคการสอน ด้านการวัดและประเมินผล ให้นำน้ำหนักคะแนนของดัชนีความสอดคล้องตามเกณฑ์

เห็นว่าสอดคล้อง ให้คะแนน +1

ไม่แน่ใจ ให้คะแนน 0

เห็นว่าไม่สอดคล้อง ให้คะแนน -1

ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้องต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 มีค่าเฉลี่ย 0.858

3.4.4.4 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้ว จำนวน 65 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 ที่เคยเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม จำนวน 30 คน ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มเก่ง 10 คน ปานกลาง 10 คน และอ่อน 10 คน โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบ ให้ 0 คะแนน

3.4.4.5 นำผลของคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ( $r_{tt}$ ) โดยใช้สูตรของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20)

ขอบเขตของค่าความยากง่าย (P) และการแปลความหมาย

0.81-1.00 เป็นข้อสอบที่ ง่ายมาก

0.61-0.80 เป็นข้อสอบที่ ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)

0.41-0.60 เป็นข้อสอบที่ ง่ายเหมาะสม (ดี)

0.21-0.40 เป็นข้อสอบที่ ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)

0.00-0.20 เป็นข้อสอบที่ ยากมาก

เกณฑ์ของค่าอำนาจจำแนก (D) และการแปลความหมาย

0.40 ขึ้นไป	มีอำนาจจำแนก	ดีมาก
0.30-0.39	มีอำนาจจำแนก	ดี
0.20-0.29	มีอำนาจจำแนก	พอใช้ได้ แต่ควรนำไปปรับปรุงใหม่
0.00-0.19	มีอำนาจจำแนก	ไม่ดี ต้องตัดทิ้งไป

เกณฑ์ของค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) และการแปลความหมาย

0.00-0.20	หมายถึง	ความเชื่อมั่นต่ำมาก/ไม่มีเลย
0.21-0.40	หมายถึง	ความเชื่อมั่นต่ำ
0.41-0.70	หมายถึง	ความเชื่อมั่นปานกลาง
0.71-1.00	หมายถึง	ความเชื่อมั่นสูง

ตารางที่ 3-3 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ค่าความยากง่าย		ค่าอำนาจจำแนก		ค่าความเชื่อมั่น
ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ย	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ย	
0.20-0.55	0.40	0.20-0.60	0.45	0.90

จากตารางที่ 3-3 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสรุปได้ว่าข้อสอบจำนวน 60 ข้อ มีค่าระดับความยากง่าย มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.40 แสดงว่าข้อสอบมีความง่ายพอเหมาะ ค่าอำนาจจำแนก มีค่าเฉลี่ย 0.45 แสดงว่าแบบทดสอบมีค่าอำนาจจำแนกดีมาก และค่าเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.90 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นอยู่ในระดับความเชื่อมั่นสูง (แสดงในภาคผนวก ค)

3.4.3.6 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ที่ผ่านการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ได้จำนวน 60 ข้อ นำไปเก็บรวบรวมข้อมูล

### 3.5 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.1 ทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน โดยใช้เวลาในการทดสอบจำนวน 1 ชั่วโมง

3.5.2 ให้นักเรียนกลุ่มควบคุม จำนวน 15 คน ใช้วิธีการเรียนการสอนแบบเก่าและนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 15 คน โดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 จำนวน 29 เรื่อง โดยทั้ง 2 กลุ่มใช้ใบเนื้อหา ใบงานการทดลอง แบบทดสอบท้ายการทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ในวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ที่ผู้เรียนพึงปฏิบัติตลอดหลักสูตรการศึกษา

3.5.3 เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้จากการเรียนการสอนประกอบการฝึกปฏิบัติ ด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ครบหมดทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัย

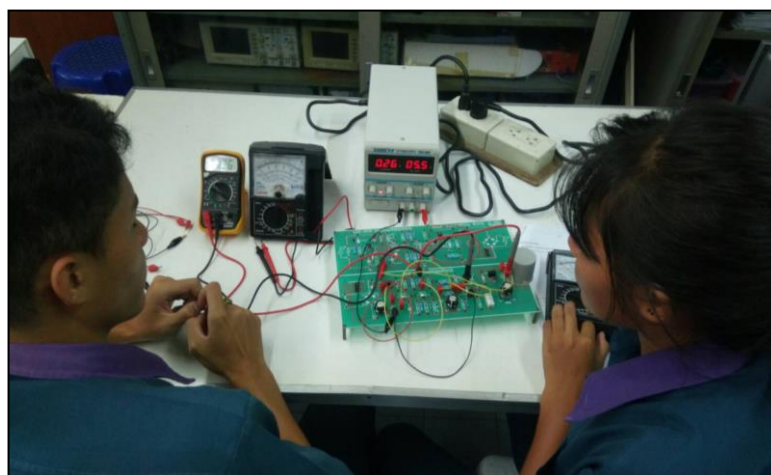
ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

3.5.4 นำผลที่ได้จากแบบทดสอบท้ายการทดลองของกลุ่มทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพ

3.5.5 นำผลที่ได้จากการทดสอบภาคปฏิบัติมาบันทึกผลลงตารางสมรรถนะที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ ผู้วิจัยออกแบบสร้างและพัฒนาขึ้น เพื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดภาคเรียน โดยการเรียนการสอนเน้นให้นักเรียนได้แสดงออกและเรียนรู้ มีการปฏิบัติงานกันเป็นกลุ่ม เพื่อสร้างความสามัคคีในกลุ่ม จนสามารถแก้ไขปัญหาการขาดทักษะการเรียนรู้ การประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ด้านการเรียนรู้และประสบการณ์ที่ได้นำมาสร้างสรรค์เป็นผลงานนวัตกรรมที่มีระบบควบคุมการทำงานด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เพื่อแก้ไขปัญหาของชุมชนท้องถิ่น การเพิ่มมูลค่าสินค้าทางการเกษตร เป็นต้น



ภาพที่ 3-25 กิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีของกลุ่มทดลอง  
ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).



ภาพที่ 3-26 กิจกรรมการเรียนรู้ปฏิบัติของกลุ่มทดลอง  
ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).



### 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยเก็บข้อมูลจากคะแนนของนักเรียน หลังจากทำแบบทดสอบท้ายการทดลองเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สถิติวิเคราะห์ดังนี้

#### 3.6.1 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

##### 3.6.1.1 การคำนวณค่าสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ (ล้วน, อังกฤษ 2538)

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

$\bar{X}$	หมายถึง	คะแนนเฉลี่ย
$\sum X$	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
N	หมายถึง	จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด

##### 3.6.1.2 การคำนวณค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ล้วน, อังกฤษ 2538)

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

S.D.	หมายถึง	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
X	หมายถึง	คะแนนของแต่ละคนที่ทำแบบทดสอบ
$\sum X$	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
N	หมายถึง	จำนวนของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบ

##### 3.6.1.3 การวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือค่า IOC (Index of Item Objective Congruence) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

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

IOC	หมายถึง	ดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
$\sum R$	หมายถึง	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
n	หมายถึง	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

##### 3.6.1.4 การหาค่าความยากง่ายของข้อสอบ (Difficulty) (ล้วน, อังกฤษ 2538)

$$P = \frac{R}{N}$$

P	หมายถึง	ระดับความยากง่ายของข้อสอบ
R	หมายถึง	จำนวนที่ทำข้อนั้นถูก

N หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนี้ทั้งหมด

3.6.1.5 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) (ล้วน, อังกฤษ 2538)

$$D = \frac{R_U - R_L}{N/2}$$

D หมายถึง ค่าอำนาจจำแนก

$R_U$  หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

$R_L$  หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N หมายถึง จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและอ่อนทั้งหมด

3.6.1.6 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ ใช้สูตรครุเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20 Reliability) (ล้วน, อังกฤษ 2538)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

$r_{tt}$  หมายถึง ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n หมายถึง จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ได้ในข้อหนึ่ง ๆ

q หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ

$S_t^2$  หมายถึง ความแปรปรวนของแบบทดสอบ

3.6.1.7 การหาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ

$$S_t^2 = \frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2}$$

$S_t^2$  หมายถึง ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ

N หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบ

X หมายถึง คะแนนของแต่ละคน ที่ทำแบบทดสอบ

$\sum X$  หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

3.6.2 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.6.2.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ใช้กลุ่มเดียวกัน โดยใช้ t-test (t-Dependent) (ล้วน, อังกฤษ 2538)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

t	หมายถึง	ค่าที่ใช้พิจารณาการแจกแจงที
D	หมายถึง	ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน
N	หมายถึง	จำนวนคู่ของกลุ่มตัวอย่าง
$\Sigma D$	หมายถึง	ผลรวมของความแตกต่างจากการเปรียบเทียบกันเป็นรายบุคคล ระหว่างคะแนนที่ได้จากก่อนและหลังเรียน

3.6.2.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ใช้ 2 กลุ่มเปรียบเทียบกัน โดยใช้ t-test (t-Independent) (ล้วน, อังคณา 2538)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

t	หมายถึง	ค่าที่ใช้พิจารณาการแจกแจงที
$\bar{X}_1$	หมายถึง	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง
$\bar{X}_2$	หมายถึง	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม
$S_1^2$	หมายถึง	ค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง
$S_2^2$	หมายถึง	ค่าความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม
$n_1$	หมายถึง	จำนวนของนักเรียนกลุ่มทดลอง
$n_2$	หมายถึง	จำนวนของนักเรียนกลุ่มควบคุม

### 3.6.3 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพ

#### 3.6.3.1 กระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียน ( $E_1$ )

$$E_1 = \frac{\left[ \frac{\sum x}{N} \right]}{A} \times 100$$

$E_1$	หมายถึง	ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียน
$\sum x$	หมายถึง	คะแนนรวมของใบงานการทดลองและแบบทดสอบ
N	หมายถึง	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
A	หมายถึง	คะแนนเต็มของใบงานการทดลองและแบบทดสอบ

#### 3.6.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ( $E_2$ )

$$E_2 = \frac{\left[ \frac{\sum x}{N} \right]}{B} \times 100$$

$E_2$	หมายถึง	ประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
$\sum x$	หมายถึง	คะแนนรวมแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

N	หมายถึง	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
B	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

### 3.7 ด้านประสิทธิภาพต่อการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

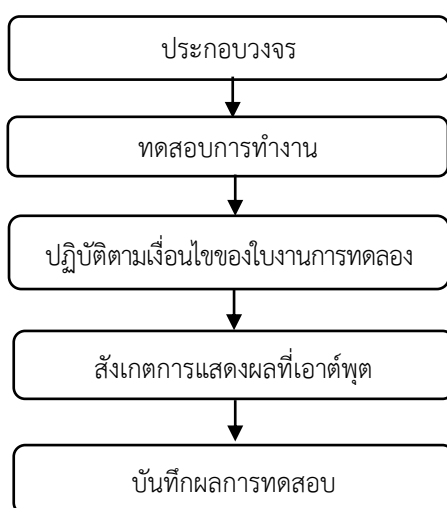
การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ผู้วิจัยมีวิธีการหาประสิทธิภาพการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ทั้ง 4 บอร์ด มีขั้นตอนการทดสอบจำนวน 2 ครั้ง ประกอบด้วย

ครั้งที่ 1 ประกอบวงจรเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการทดสอบวงจร ด้วยมัลติมิเตอร์ และออสซิลโลสโคป และบันทึกผล สังเกตผลที่ได้ว่าตรงกับที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะทำการแก้ไขต่อไป

ครั้งที่ 2 หลังจากปรับปรุงแก้ไขวงจรเรียบร้อยแล้ว ใช้วิธีการทดสอบด้วยมัลติมิเตอร์และออสซิลโลสโคป เหมือนครั้งแรกอีกครั้ง และบันทึกผล

เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีดังนี้

1. ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84
2. มัลติมิเตอร์
3. ออสซิลโลสโคป
4. สายเชื่อมต่อวงจร
5. แหล่งจ่ายไฟ
6. ตารางบันทึกผล



ภาพที่ 3-27 ลำดับขั้นตอนการวัดประสิทธิภาพการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).

### 3.8 การทดสอบสมรรถนะ

เมื่อกลุ่มทดลอง ผ่านการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 เรียบร้อยแล้ว ให้กลุ่มทดลองทดสอบสมรรถนะ จำนวน 14 สมรรถนะ โดยการต่อวงจร ผู้วิจัย ได้มีการกำหนดเกณฑ์ไว้ ดังนี้ 1) ต่อวงจรได้ในเวลาที่กำหนด = ผ่าน 2) ต่อวงจรได้ เลยเวลาที่กำหนด (แต่ไม่เกิน 5 นาที) = ปรับปรุง และ 3) ต่อวงจรไม่ได้ ใช้เวลาเกิน 10 นาที = ไม่ผ่าน แต่ถ้านักเรียนไม่สามารถต่อวงจรได้ตามที่เวลากำหนด จะให้นักเรียนทดสอบใหม่อีกครั้ง สมรรถนะที่ใช้ทดสอบกลุ่มทดลอง ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 แบบประเมินทดสอบสมรรถนะของกลุ่มทดลอง

สมรรถนะ	จำนวนนักเรียนที่ทดสอบสมรรถนะ (คน)			
	ความรู้			ทักษะและเจตคติ
	ผ่าน	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน	ประเมินการปฏิบัติงาน
1. ใช้สวิตช์ควบคุมโพลตได้ถูกต้อง				
2. ใช้รีเลย์ควบคุมโพลตได้ถูกต้อง				
3. ใช้สวิตช์ทรานซิสเตอร์ควบคุมโพลตได้ถูกต้อง				
4. ใช้เฟตควบคุมโพลตได้ถูกต้อง				
5. ต่อวงจรเรียงกระแสโดยใช้เอสซีอาร์ได้ถูกต้อง				
6. ต่อวงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ในวงจรครึ่งคลื่นได้ถูกต้อง				
7. ต่อวงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ในวงจรเต็มคลื่นได้ถูกต้อง				
8. ต่อวงจรกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้ยูเจทีได้ถูกต้อง				
9. ต่อวงจรกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้พียูทีได้ถูกต้อง				
10. ต่อวงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์และพียูทีได้ถูกต้อง				
11. ต่อวงจรควบคุมเฟสที่ใช้ไตรแอกและไดแอกได้ถูกต้อง				
12. ต่อวงจรควบคุมเฟสที่ใช้ไตรแอกและยูเจทีได้ถูกต้อง				
13. ต่อวงจรควบคุมเฟสด้วยวงจรรวม TCA785 ได้ถูกต้อง				
14. ต่อวงจรอินเวอร์เตอร์และคอนเวอร์เตอร์ได้ถูกต้อง				
รวม				

#### เกณฑ์

1. ต่อวงจรได้ในเวลาที่กำหนด = ผ่าน
2. ต่อวงจรได้ เลยเวลาที่กำหนด (แต่ไม่เกิน 5 นาที) = ปรับปรุง
3. ต่อวงจรไม่ได้ ใช้เวลาเกิน 10 นาที = ไม่ผ่าน

### 3.9 ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 และผ่านการทดสอบสมรรถนะตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้แล้ว จึงทำแบบประเมินความคิดเห็น โดยสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

### 3.10 ราคาต้นทุนในการสร้าง

งบประมาณที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 จำนวน 2 ชุด ซึ่งใน 1 ชุด เป็นเงิน 25,000 บาท ประกอบด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 อย่างละ 1 บอร์ด ในแต่ละชุดจะมีราคาเฉลี่ย 3,125 บาท ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 ราคา 2,375 บาท ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 ราคา 2,800 บาท ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 ราคา 3,200 บาท ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 ราคา 4,125 บาท ซึ่งมีราคาต่ำกว่าราคาขายในท้องตลาด มีคุณสมบัติเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน จะมีราคาจำหน่ายประมาณ 5,000-12,000 บาท อย่างไรก็ตามหากในกระบวนการสร้างถ้ามีการผลิตในจำนวนมากขึ้นราคาต่อชุดอาจถูกลงได้

### 3.11 การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการของผลงานวิจัย การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่ผลงานให้แก่ครูผู้สอนและบุคคลทั่วไป เพื่อประโยชน์ต่อการจัดการศึกษาของอาชีวศึกษา เผยแพร่โดย เว็บไซต์ของวิทยาลัยเทคนิคนครนายก และเผยแพร่ไปยังวิทยาลัยในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 21 สถานศึกษา

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก โดยเสนอผลการวิเคราะห์ดังนี้

4.1 ผลการออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

4.3 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

#### 4.1 ผลการออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ผลจากการออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 โดยเชิญผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินความคิดเห็นต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 โดยมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4-1 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81

ลำดับ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 มีความเหมาะสมกับหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	4.60	0.55	มากที่สุด
2	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม	4.60	0.55	มากที่สุด
3	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.40	0.55	มาก
4	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 มีความทันสมัย	4.40	0.89	มาก
5	มีความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน	4.40	0.55	มาก

ตารางที่ 4-1 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 (ต่อ)

ลำดับ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
6	วัสดุที่ใช้ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 มีความเหมาะสม	4.60	0.50	มากที่สุด
7	ความเหมาะสมด้านขนาดและน้ำหนักของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81	4.60	0.55	มากที่สุด
8	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 สะดวกต่อการใช้งาน	4.20	0.84	มาก
9	ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 เหมาะสม	4.40	0.55	มาก
10	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน	4.40	0.89	มาก
รวมเฉลี่ย		4.46	0.65	มาก

จากตารางที่ 4-1 พบว่า ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยรวมเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.46$ , S.D. = 0.65) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อตามลำดับความสำคัญ อันดับที่ 1 ได้แก่ รายการประเมินที่ 1, 2 และ 7 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 มีความเหมาะสมกับหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และความเหมาะสมด้านขนาดและน้ำหนักของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = 0.55) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 2 ได้แก่ รายการประเมินที่ 6 คือ วัสดุที่ใช้ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 มีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = 0.50) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 3 ได้แก่ รายการประเมินที่ 4 และ 10 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 มีความทันสมัย และชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.40$ , S.D. = 0.89) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก อันดับที่ 4 ได้แก่ รายการประเมินที่ 3, 5 และ 9 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน มีความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน และตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 เหมาะสม มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.40$ , S.D. = 0.55) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก อันดับที่ 5 ได้แก่ รายการประเมินที่ 8 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 สะดวกต่อการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.20$ , S.D. = 0.84) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก



ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82

ลำดับ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 มีความเหมาะสมกับหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	4.80	0.45	มากที่สุด
2	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม	4.80	0.45	มากที่สุด
3	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
4	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 มีความทันสมัย	4.80	0.45	มากที่สุด
5	มีความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน	4.40	0.55	มาก
6	วัสดุที่ใช้ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 มีความเหมาะสม	4.60	0.50	มากที่สุด
7	ความเหมาะสมด้านขนาดและน้ำหนักของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82	4.40	0.55	มาก
8	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 สะดวกต่อการใช้งาน	4.60	0.55	มากที่สุด
9	ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 เหมาะสม	4.40	0.55	มาก
10	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน	4.40	0.89	มาก
รวมเฉลี่ย		4.58	0.55	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-2 พบว่า ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยรวมเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.58$ , S.D. = 0.55) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อตามลำดับความสำคัญ อันดับที่ 1 ได้แก่ รายการประเมินที่ 1, 2 และ 4 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 มีความเหมาะสมกับหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 มีความทันสมัย มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.80$ , S.D. = 0.45) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 2 ได้แก่ รายการประเมินที่ 3 และ 8 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน และชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 สะดวกต่อการใช้

งาน มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = 0.55) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 3 ได้แก่ รายการประเมินที่ 6 คือ วัสดุที่ใช้ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 มีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = 0.50) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 4 ได้แก่รายการประเมินที่ 10 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.40$ , S.D. = 0.89) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก อันดับที่ 5 ได้แก่รายการประเมินที่ 5, 7 และ 9 คือ มีความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน ความเหมาะสมด้านขนาดและน้ำหนักของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 เหมาะสม มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.40$ , S.D. = 0.55) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83

ลำดับ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 มีความเหมาะสมกับหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	4.80	0.45	มากที่สุด
2	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม	4.80	0.45	มากที่สุด
3	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.40	0.55	มาก
4	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 มีความทันสมัย	4.80	0.45	มากที่สุด
5	มีความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน	4.40	0.55	มาก
6	วัสดุที่ใช้ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 มีความเหมาะสม	4.60	0.50	มากที่สุด
7	ความเหมาะสมด้านขนาดและน้ำหนักของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83	4.60	0.55	มากที่สุด
8	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 สะดวกต่อการใช้งาน	4.20	0.84	มาก
9	ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 เหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
10	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน	4.80	0.45	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย		4.60	0.54	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-3 พบว่า ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยรวมเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = 0.54) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อตามลำดับความสำคัญ อันดับที่ 1 ได้แก่ รายการประเมินที่ 1, 2, 4 และ 10 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 มีความเหมาะสมกับหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 มีความทันสมัย และชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.80$ , S.D. = 0.45) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 2 ได้แก่ รายการประเมินที่ 7 และ 9 คือ ความเหมาะสมด้านขนาดและน้ำหนักของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 และตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 เหมาะสม มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = 0.55) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 3 รายการประเมินที่ 6 คือ วัสดุที่ใช้ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 มีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = 0.50) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 4 ได้แก่ รายการประเมินที่ 3 และ 5 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน และมีความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.40$ , S.D. = 0.55) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก อันดับที่ 5 ได้แก่ รายการประเมินที่ 8 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 สะดวกต่อการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.20$ , S.D. = 0.84) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก

ตารางที่ 4-4 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84

ลำดับ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 มีความเหมาะสมกับหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	4.40	0.55	มาก
2	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม	4.60	0.55	มากที่สุด
3	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
4	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 มีความทันสมัย	4.40	0.55	มาก
5	มีความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน	4.80	0.55	มากที่สุด
6	วัสดุที่ใช้ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 มีความเหมาะสม	4.40	0.89	มาก

ตารางที่ 4-4 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 (ต่อ)

ลำดับ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
7	ความเหมาะสมด้านขนาดและน้ำหนักของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84	4.60	0.40	มากที่สุด
8	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 สะดวกต่อการใช้งาน	4.40	0.55	มาก
9	ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 เหมาะสม	4.60	0.89	มากที่สุด
10	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน	4.80	0.55	มากที่สุด
	รวม	4.56	0.60	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-4 พบว่า ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยรวมเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.56$ , S.D. = 0.60) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อตามลำดับความสำคัญ อันดับที่ 1 ได้แก่ รายการประเมินที่ 5 และ 10 คือ มีความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน และชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.80$ , S.D. = 0.55) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 2 ได้แก่ รายการประเมินที่ 9 คือ ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 เหมาะสม มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = 0.89) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 3 ได้แก่ รายการประเมินที่ 2 และ 3 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = 0.55) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 4 ได้แก่ รายการประเมินที่ 7 คือ ความเหมาะสมด้านขนาดและน้ำหนักของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = 0.40) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 5 ได้แก่ รายการประเมินที่ 6 คือ วัสดุที่ใช้ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 มีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.40$ , S.D. = 0.89) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก อันดับที่ 6 ได้แก่ รายการประเมินที่ 1, 4 และ 8 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 มีความเหมาะสมกับหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 มีความทันสมัย และชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 สะดวกต่อการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.40$ , S.D. = 0.55) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก

ตารางที่ 4-5 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81	4.46	0.65	มาก
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82	4.58	0.55	มากที่สุด
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83	4.60	0.54	มากที่สุด
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84	4.56	0.60	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.55	0.59	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-5 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีค่าเท่ากับ ( $\bar{X} = 4.55$ , S.D. = 0.59) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด ซึ่งในแต่ละชุดฝึกสมรรถนะ ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินไว้ดังนี้ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 มีค่าเท่ากับ ( $\bar{X} = 4.46$ , S.D. = 0.65) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 มีค่าเท่ากับ ( $\bar{X} = 4.58$ , S.D. = 0.55) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 มีค่าเท่ากับ ( $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = 0.54) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด และชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 มีค่าเท่ากับ ( $\bar{X} = 4.56$ , S.D. = 0.60) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ได้ดำเนินการทดสอบจำนวน 2 ครั้ง เป็นตามข้อกำหนด โดยการทดสอบวงจรจาก ทุกบอร์ด ทุกจุดที่กำหนดไว้ โดยคิดเป็นร้อยละของจุดที่ถูกและไม่ถูก มีผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4-6 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81

ลำดับ	รายการ	ตรงข้อกำหนด		ผลการประเมิน
		จำนวน	ร้อยละ	
1	การใช้สวิตซ์ในการปิด-เปิด โหลด (LED)	10	100	ผ่าน
2	การใช้สวิตซ์ควบคุมการเปลี่ยนตำแหน่งจุดต่อทางไฟฟ้า	8	100	ผ่าน
3	การตรวจวัดขาของรีเลย์	13	100	ผ่าน
4	วงจรรีเลย์ควบคุมโหลดแบบปกติเปิด (NO)	5	100	ผ่าน
5	การใช้รีเลย์ทำหน้าที่สวิตซ์	5	100	ผ่าน
6	วงจรทรานซิสเตอร์ที่ใช้สวิตซ์ควบคุมโหลด	5	100	ผ่าน
7	วงจรทรานซิสเตอร์ควบคุมโหลดใช้โพเทนชิโอมิเตอร์	20	100	ผ่าน
8	การหาคุณลักษณะทางเอาต์พุตของเฟด	21	100	ผ่าน
9	การใช้เฟดควบคุมการปิด-เปิดวงจรโหลด (LED)	5	100	ผ่าน

จากตารางที่ 4-6 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการดำเนินงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 หลังจากมีการปรับปรุงแก้ไขวงจรให้เป็นไปตามข้อกำหนดอย่างสมบูรณ์แล้ว จากการทดสอบซ้ำตามรายการ ลำดับที่ 1 ถึงลำดับที่ 9 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 ครั้งที่ 2 ทั้งหมดพบว่า ทุกรายการที่วัดทดสอบทำงานได้ตรงตามข้อกำหนดทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 100

ตารางที่ 4-7 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการดำเนินงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82

ลำดับ	รายการ	ตรงข้อกำหนด		ผลการประเมิน
		จำนวน	ร้อยละ	
1	การตรวจวัดขาเอสซีอาร์	12	100	ผ่าน
2	วงจรทดสอบคุณลักษณะทางไดนามิกของเอสซีอาร์	12	100	ผ่าน
3	การใช้งานเอสซีอาร์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	9	100	ผ่าน
4	การทดสอบการจุดชนวนเกต	10	100	ผ่าน
5	การทดลองหาค่ากระแสยึด	9	100	ผ่าน
6	วงจรเรียงกระแสโดยใช้เอสซีอาร์	5	100	ผ่าน
7	วงจรควบคุมเฟสแบบครึ่งคลื่นที่ใช้ตัวแบ่งแรงดัน	16	100	ผ่าน
8	วงจรควบคุมเฟสแบบครึ่งคลื่นที่ใช้ตัวเก็บประจุ	8	100	ผ่าน
9	วงจรควบคุมเฟสแบบเต็มคลื่น	12	100	ผ่าน
10	การตรวจวัดขายูเจที	6	100	ผ่าน
11	วงจรทดสอบคุณลักษณะทางไดนามิกของยูเจที	2	100	ผ่าน
12	วงจรกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง	5	100	ผ่าน
13	วงจรกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ	5	100	ผ่าน
14	การตรวจวัดขาฟิยูที	30	100	ผ่าน
15	วงจรกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง	5	100	ผ่าน
16	วงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ และฟิยูทีแบบโหลดไฟฟ้ากระแสสลับ	5	100	ผ่าน
17	วงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ และฟิยูทีแบบโหลดไฟฟ้ากระแสตรง	5	100	ผ่าน

จากตารางที่ 4-7 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการดำเนินงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 หลังจากมีการปรับปรุงแก้ไขวงจรให้เป็นไปตามข้อกำหนดอย่างสมบูรณ์แล้ว จากการทดสอบซ้ำตามรายการลำดับที่ 1 ถึงลำดับที่ 17 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 ครั้งที่ 2 ทั้งหมดพบว่า ทุกรายการที่วัดทดสอบทำงานได้ตรงตามข้อกำหนดทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 100

ตารางที่ 4-8 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการดำเนินงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83

ลำดับ	รายการ	ตรงข้อกำหนด		ผลการประเมิน
		จำนวน	ร้อยละ	
1	วงจรทดสอบคุณลักษณะทางไดนามิกของไดแอก	1	100	ผ่าน
2	วงจรถ่ายสัญญาณจุดชนวนที่ใช้ไดแอก	8	100	ผ่าน
3	การตรวจวัดขาไดแอก	10	100	ผ่าน
4	วงจรทดสอบคุณลักษณะทางไดนามิกของไดแอก	4	100	ผ่าน
5	วงจรถ่ายสัญญาณขาไดแอก	12	100	ผ่าน
6	วงจรถ่ายสัญญาณเฟสที่ใช้ไดแอกและไดแอก	8	100	ผ่าน
7	วงจรถ่ายสัญญาณเฟสที่ใช้ไดแอกและ ยูเจที	7	100	ผ่าน
8	การตรวจวัดช่วง Reverse Recovery Time	12	100	ผ่าน
9	การวัดหาคอนดัคตีสัมบัติทางไฟฟ้าของเฮกเฟด	10	100	ผ่าน
10	การวัดหาคอนดัคตีสัมบัติทางไฟฟ้าของไดโอด	44	100	ผ่าน
11	การหาคอนดัคตีสัมบัติทางเอาต์พุตของไอจีบีที	36	100	ผ่าน
12	การใช้งานไอจีบีทีควบคุมการปิด-เปิดหลอดไฟ	4	100	ผ่าน

จากตารางที่ 4-8 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการดำเนินงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 หลังจากมีการปรับปรุงแก้ไขวงจรให้เป็นไปตามข้อกำหนดอย่างสมบูรณ์แล้ว จากการทดสอบซ้ำตามรายการ ลำดับที่ 1 ถึงลำดับที่ 12 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 ครั้งที่ 2 ทั้งหมดพบว่า ทุกรายการที่วัดทดสอบทำงานได้ตรงตามข้อกำหนดทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 100

ตารางที่ 4-9 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการดำเนินงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84

ลำดับ	รายการ	ตรงข้อกำหนด		ผลการประเมิน
		จำนวน	ร้อยละ	
1	การหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันควบคุมการทริกกับสัญญาณทริกเกอร์	3	100	ผ่าน
2	การใช้งานนำสัญญาณทริกเกอร์จาก TCA785 ไปควบคุมภาระทางไฟฟ้าชนิด DC และ AC	2	100	ผ่าน
3	วงจรถ่ายสัญญาณอินเวอร์เตอร์ที่ใช้เอสซีอาร์เป็นสวิตช์ควบคุม	5	100	ผ่าน
4	วงจรถ่ายสัญญาณอินเวอร์เตอร์ที่ใช้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์ควบคุม	9	100	ผ่าน

จากตารางที่ 4-9 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการดำเนินงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 หลังจากมีการปรับปรุงแก้ไขวงจรให้เป็นไปตามข้อกำหนด

อย่างสมบูรณ์แล้ว จากการทดสอบซ้ำตามรายการ ลำดับที่ 1 ถึงลำดับที่ 4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 ครั้งที่ 2 ทั้งหมดพบว่า ทุกรายการที่วัดทดสอบทำงานได้ตรงตามข้อกำหนดทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 100

จากตารางที่ 4-6 ถึง 4-9 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีผลการทดสอบ พบว่า ตรงตามข้อกำหนดทุกรายการ แสดงว่ามีประสิทธิภาพด้านการทำงานครบทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 100

#### 4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

4.2.1 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้โปรแกรมคำนวณสำเร็จรูป

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วย t-Dependent สมมติฐานงานวิจัยกลุ่มทดลองที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากสมมติฐาน

$H_0$  = ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ก่อนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1$  = ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

$H_1 : \mu_2 > \mu_1$  กำหนดนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

การทดสอบ	จำนวน	$\bar{X}$	S.D.	t	df	Sig.(1-tailed)
ก่อนเรียน	15	21.73	1.67	45.73	14	0.000
หลังเรียน	15	49.20	1.52			

จากตารางที่ 4-10 พบว่า การทดสอบคะแนนของกลุ่มทดลองมีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 21.73 และมีคะแนนหลังเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 49.20 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้ง พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ค่า Sig.(1-tailed) = 0.00 < 0.05 Sig. แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐาน  $H_0$  ยอมรับสมมติฐาน  $H_1$

ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุมด้วย t-Dependent ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน ดังตารางที่ 4-11



ตารางที่ 4-11 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	จำนวน	$\bar{X}$	S.D.	t	df	Sig.(1-tailed)
ก่อนเรียน	15	22	1.77	43.08	14	0.000
หลังเรียน	15	47.73	1.79			

จากตารางที่ 4-11 พบว่า การทดสอบคะแนนของกลุ่มควบคุม มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 22 และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 47.73 พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ใช้สถิติทดสอบค่า t-Independent ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4-12 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	$\bar{X}$	S.D.	ค่าเฉลี่ยของผลต่าง	t	df	Sig.(1-tailed)
กลุ่มทดลอง	15	49.20	1.52	1.47	2.45	28	0.011
กลุ่มควบคุม	15	47.73	1.79				

จากตารางที่ 4-12 พบว่า ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 49.20 กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 47.73 เมื่อเปรียบเทียบแล้ว มีความแตกต่างกันเท่ากับ 1.47 ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.2.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมบอร์ด WD 81-84 โดยกลุ่มทดลอง ได้จากกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียน และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ดังตารางที่ 4-13

ตารางที่ 4-13 คะแนนจากกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ที่มาของคะแนน	ประสิทธิภาพ (ร้อยละ)
กระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียน	85.27
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	82

จากตารางที่ 4-13 เมื่อพิจารณาคะแนนจากกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียน มีค่าเท่ากับ 85.27 และคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน มีค่าเท่ากับ 82 สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของ

ชุดฝึกสมรรถนะที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพที่ระดับ 85.27/82 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้

4.2.3 ผลการประเมินสมรรถนะของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 80 ดังตารางที่ 4-14

ตารางที่ 4-14 ผลการประเมินสมรรถนะของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

สมรรถนะ	จำนวนนักเรียน ที่ผ่านสมรรถนะ (คน)		ร้อยละ
	ความรู้	ทักษะและเจตคติ	
1. ใช้สวิตช์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง	15	15	100
2. ใช้รีเลย์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง	15	15	100
3. ใช้สวิตช์ทรานซิสเตอร์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง	15	15	100
4. ใช้เฟดควบคุมโหลดได้ถูกต้อง	15	15	100
5. ต่อวงจรเรียงกระแสโดยใช้เอสซีอาร์ได้ถูกต้อง	15	15	100
6. ต่อวงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ในวงจรครึ่งคลื่นได้ถูกต้อง	15	15	100
7. ต่อวงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ในวงจรเต็มคลื่นได้ถูกต้อง	15	15	100
8. ต่อวงจรถักเหน็ดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้ยูเจทีได้ถูกต้อง	15	15	100
9. ต่อวงจรถักเหน็ดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้พียูทีได้ถูกต้อง	15	15	100
10. ต่อวงจรถักเหน็ดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้เอสซีอาร์และพียูทีได้ถูกต้อง	15	15	100
11. ต่อวงจรถักเหน็ดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้ไตรแอกและไดแอกได้ถูกต้อง	15	15	100
12. ต่อวงจรถักเหน็ดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้ไตรแอกและยูเจทีได้ถูกต้อง	15	15	100
13. ต่อวงจรถักเหน็ดสัญญาณฟันเลื่อยด้วยวงจรรวม TCA785 ได้ถูกต้อง	15	15	100
14. ต่อวงจรอินเวอร์เตอร์และคอนเวอร์เตอร์ได้ถูกต้อง	15	15	100
รวม			100

จากตารางที่ 4-14 ผลการประเมินสมรรถนะของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 พบว่านักเรียนที่ทดสอบผ่านด้านความรู้ ผ่านการทดสอบด้านทักษะและเจตคติคิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 80 (แสดงในภาคผนวก ก)

#### 4.3 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมบอร์ด WD 81-84 วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 โดยใช้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในการแปลผลดังตารางที่ 4-15 ถึง ตารางที่ 4-19

ตารางที่ 4-15 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81

ลำดับ	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 ระบุตำแหน่งอุปกรณ์มีความชัดเจน	4.67	0.49	มากที่สุด
2	ตัวอักษร มีขนาดเหมาะสม	4.67	0.49	มากที่สุด
3	กิจกรรมการเรียนรู้ น่าสนใจชวนให้ติดตาม	4.47	0.52	มาก
4	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา	4.47	0.52	มาก
5	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 สามารถสร้างแรงจูงใจให้อยากเรียน	4.60	0.51	มากที่สุด
6	ความสะดวกในการเชื่อมต่อวงจรบนบอร์ด	4.53	0.52	มากที่สุด
7	นักเรียนร่วมกิจกรรมด้วยความตั้งใจ	4.53	0.52	มากที่สุด
8	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 ง่ายต่อการเรียนรู้	4.67	0.49	มากที่สุด
9	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะออกแบบวงจร ด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม	4.47	0.52	มาก
10	บรรยากาศการเรียนทำให้นักเรียนอยากเรียนวิชานี้	4.60	0.51	มากที่สุด
11	นักเรียนมีความสุขกับการเรียนวิชานี้	4.67	0.49	มากที่สุด
12	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 เป็นสื่อการสอนที่น่าสนใจ	4.33	0.49	มาก
13	นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81	4.67	0.49	มากที่สุด
14	นักเรียนเห็นว่าการฝึกปฏิบัติด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 ประกอบการสอนนั้น สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ได้	4.47	0.52	มาก
15	นักเรียนเพลิดเพลินขณะร่วมกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	0.49	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย		4.56	0.56	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-15 พบว่า ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 มีค่ารวมเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.56$ , S.D. = 0.56) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อตามลำดับความสำคัญ อันดับที่ 1 ได้แก่ รายการลำดับที่ 1, 2, 8, 11, 13 และ 15 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 ระบุตำแหน่งอุปกรณ์มีความชัดเจน ตัวอักษรมีขนาดเหมาะสม ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 ง่ายต่อการเรียนรู้ นักเรียนมีความสุขกับการเรียนวิชานี้ นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 และนักเรียนเพลิดเพลินขณะร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.67$ , S.D. = 0.49) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 2 ได้แก่ รายการลำดับที่ 5 และ 10 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมบอร์ด WD 81 สามารถสร้างแรงจูงใจให้อยากเรียน และบรรยากาศการเรียนทำให้นักเรียนอยากเรียนวิชานี้ มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = 0.51) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 3 ได้แก่ รายการลำดับที่ 6 และ 7 คือ ความสะดวกในการเชื่อมต่อวงจรบนบอร์ด และนักเรียนร่วมกิจกรรมด้วยความตั้งใจ มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.53$ , S.D. = 0.52) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 4 ได้แก่ รายการลำดับที่ 3, 4, 9 และ 14 คือ กิจกรรมการเรียนรู้ น่าสนใจชวนให้ติดตาม การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะออกแบบวงจรด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และนักเรียนเห็นว่าการฝึกปฏิบัติด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 ประกอบการสอนนั้น สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ได้ มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.47$ , S.D. = 0.52) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก อันดับที่ 5 ได้แก่ รายการลำดับที่ 12 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 เป็นสื่อการสอนที่น่าสนใจ มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.33$ , S.D. = 0.49) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก

ตารางที่ 4-16 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82

ลำดับ	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 ระบุตำแหน่งอุปกรณ์มีความชัดเจน	4.47	0.52	มาก
2	ตัวอักษรมีขนาดเหมาะสม	4.47	0.52	มาก
3	กิจกรรมการเรียนรู้ น่าสนใจชวนให้ติดตาม	4.53	0.52	มากที่สุด
4	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา	4.46	0.51	มาก
5	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 สามารถสร้างแรงจูงใจให้อยากเรียน	4.46	0.51	มาก
6	ความสะดวกในการเชื่อมต่อวงจรบนบอร์ด	4.53	0.52	มากที่สุด
7	นักเรียนร่วมกิจกรรมด้วยความตั้งใจ	4.40	0.51	มาก

ตารางที่ 4-16 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
8	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 ง่ายต่อการเรียนรู้	4.53	0.52	มากที่สุด
9	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะออกแบบ วงจรด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม	4.47	0.52	มาก
10	บรรยากาศการเรียนทำให้นักเรียนอยากเรียนวิชานี้	4.33	0.49	มาก
11	นักเรียนมีความสุขกับการเรียนวิชานี้	4.47	0.52	มาก
12	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 เป็นสื่อการสอนที่น่าสนใจ	4.47	0.52	มาก
13	นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงาน อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82	4.53	0.52	มากที่สุด
14	นักเรียนเห็นว่าการฝึกปฏิบัติด้วยชุดฝึกสมรรถนะงาน อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 ประกอบการสอน นั้นสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ได้	4.33	0.49	มาก
15	นักเรียนเพลิดเพลินขณะร่วมกิจกรรมการเรียนรู้	4.53	0.52	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย		4.48	0.51	มาก

จากตารางที่ 4-16 พบว่า ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 มีค่ารวมเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.48$ , S.D. = 0.51) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อตามลำดับความสำคัญอันดับที่ 1 ได้แก่ รายการลำดับที่ 3, 6, 8, 13 และ 15 คือ กิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจชวนให้ติดตามความสะดวกในการเชื่อมต่อวงจรบนบอร์ด ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 ง่ายต่อการเรียนรู้ นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 และนักเรียนเพลิดเพลินขณะร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.53$ , S.D. = 0.52) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 2 ได้แก่ รายการลำดับที่ 1, 2, 9, 11 และ 12 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 ระบุตำแหน่งอุปกรณ์มีความชัดเจน ตัวอักษรมีขนาดเหมาะสม กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะออกแบบวงจรด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม นักเรียนมีความสุขกับการเรียนวิชานี้ และชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 เป็นสื่อการสอนที่น่าสนใจ มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.47$ , S.D. = 0.52) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก อันดับที่ 3 ได้แก่ รายการลำดับที่ 4 และ 5 คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา และชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 สามารถสร้างแรงจูงใจให้อยากเรียน มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.46$ , S.D. = 0.51) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก อันดับที่ 4 ได้แก่

รายการลำดับที่ 7 คือ นักเรียนร่วมกิจกรรมด้วยความตั้งใจ มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.40$ , S.D. = 0.51) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก อันดับที่ 5 ได้แก่ รายการลำดับที่ 10 และ 14 คือ บรรยากาศการเรียนทำให้นักเรียนอยากเรียนวิชานี้ และนักเรียนเห็นว่าการฝึกปฏิบัติด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 ประกอบการสอนนั้นสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ได้ มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.33$ , S.D. = 0.49) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก

ตารางที่ 4-17 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83

ลำดับ	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 ระบุตำแหน่งอุปกรณ์มีความชัดเจน	4.80	0.41	มากที่สุด
2	ตัวอักษรที่มีขนาดเหมาะสม	4.40	0.51	มาก
3	กิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจชวนให้ติดตาม	4.47	0.52	มาก
4	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา	4.53	0.52	มากที่สุด
5	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 สามารถสร้างแรงจูงใจให้อยากเรียน	4.40	0.51	มาก
6	ความสะดวกในการเชื่อมต่อวงจรบนบอร์ด	4.47	0.52	มาก
7	นักเรียนร่วมกิจกรรมด้วยความตั้งใจ	4.47	0.52	มาก
8	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 ง่ายต่อการเรียนรู้	4.53	0.52	มากที่สุด
9	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะออกแบบวงจรด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม	4.33	0.49	มาก
10	บรรยากาศการเรียนทำให้นักเรียนอยากเรียนวิชานี้	4.60	0.51	มากที่สุด
11	นักเรียนมีความสุขกับการเรียนวิชานี้	4.47	0.52	มาก
12	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 เป็นสื่อการสอนที่น่าสนใจ	4.47	0.52	มาก
13	นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83	4.60	0.51	มากที่สุด
14	นักเรียนเห็นว่าการฝึกปฏิบัติด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 ประกอบการสอนนั้นสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ได้	4.60	0.51	มากที่สุด
15	นักเรียนเพลิดเพลินขณะร่วมกิจกรรมการเรียนรู้	4.53	0.52	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย		4.51	0.50	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-17 พบว่า ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.51$ , S.D. = 0.50) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อตามลำดับความสำคัญ อันดับที่ 1 ได้แก่ รายการลำดับที่ 1 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 ระบุตำแหน่งอุปกรณ์มีความชัดเจน มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.80$ , S.D. = 0.41) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 2 ได้แก่ รายการลำดับที่ 10, 13 และ 14 คือ บรรยากาศการเรียนทำให้นักเรียนอยากเรียนวิชานี้ นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 และนักเรียนเห็นว่าการฝึกปฏิบัติด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 ประกอบการสอนนั้นสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ได้ มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = 0.51) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 3 ได้แก่ รายการลำดับที่ 4, 8 และ 15 คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 ง่ายต่อการเรียนรู้ และนักเรียนเพลิดเพลินขณะร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.53$ , S.D. = 0.52) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 4 ได้แก่ รายการลำดับที่ 3, 6, 7, 11 และ 12 คือ กิจกรรมการเรียนรู้น่าสนใจชวนให้ติดตาม ความสะดวกในการเชื่อมต่อวงจรบนบอร์ด นักเรียนร่วมกิจกรรมด้วยความตั้งใจ นักเรียนมีความสุขกับการเรียนวิชานี้ และชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 เป็นสื่อการสอนที่น่าสนใจ มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.47$ , S.D. = 0.52) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 5 ได้แก่ รายการลำดับที่ 2 และ 5 คือ ตัวอักษรมีขนาดเหมาะสม และชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 สามารถสร้างแรงจูงใจให้อยากเรียน มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.40$ , S.D. = 0.51) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 6 ได้แก่ รายการลำดับที่ 9 คือ กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะออกแบบวงจรด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.33$ , S.D. = 0.49) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด

ตารางที่ 4-18 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84

ลำดับ	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 ระบุตำแหน่งอุปกรณ์มีความชัดเจน	4.60	0.51	มากที่สุด
2	ตัวอักษรมีขนาดเหมาะสม	4.60	0.51	มากที่สุด
3	กิจกรรมการเรียนรู้น่าสนใจชวนให้ติดตาม	4.47	0.52	มาก
4	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา	4.47	0.52	มาก
5	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 สามารถสร้างแรงจูงใจให้อยากเรียน	4.67	0.49	มากที่สุด
6	ความสะดวกในการเชื่อมต่อวงจรบนบอร์ด	4.67	0.49	มากที่สุด

ตารางที่ 4-18 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
7	นักเรียนร่วมกิจกรรมด้วยความตั้งใจ	4.60	0.51	มากที่สุด
8	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 ง่ายต่อการเรียนรู้	4.53	0.52	มากที่สุด
9	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะออกแบบ วงจรด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม	4.60	0.51	มากที่สุด
10	บรรยากาศการเรียนทำให้นักเรียนอยากเรียนวิชานี้	4.40	0.51	มาก
11	นักเรียนมีความสุขกับการเรียนวิชานี้	4.47	0.52	มาก
12	ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 เป็นสื่อการสอนที่น่าสนใจ	4.40	0.51	มาก
13	นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะ งานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84	4.60	0.51	มากที่สุด
14	นักเรียนเห็นว่าการฝึกปฏิบัติด้วยชุดฝึกสมรรถนะงาน อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 ประกอบการสอน นั้นสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ได้	4.53	0.52	มากที่สุด
15	นักเรียนเพลิดเพลินขณะร่วมกิจกรรมการเรียนรู้	4.53	0.52	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย		4.54	0.51	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-18 พบว่า ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 มีค่ารวมเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.54$ , S.D. = 0.51) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อตามลำดับความสำคัญอันดับที่ 1 ได้แก่ รายการลำดับที่ 5 และ 6 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 สามารถสร้างแรงจูงใจให้อยากเรียน และความสะดวกในการเชื่อมต่อวงจรบนบอร์ด มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.67$ , S.D. = 0.49) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 2 ได้แก่ รายการลำดับที่ 1, 2, 7, 9 และ 13 ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 ระบุตำแหน่งอุปกรณ์มีความชัดเจน ตัวอักษรมีขนาดเหมาะสม นักเรียนร่วมกิจกรรมด้วยความตั้งใจ กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะออกแบบวงจรด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และนักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = 0.51) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 3 ได้แก่ รายการลำดับที่ 8, 14, และ 15 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 ง่ายต่อการเรียนรู้ นักเรียนเห็นว่าการฝึกปฏิบัติด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 ประกอบการสอนนั้นสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ได้ และนักเรียนเพลิดเพลินขณะร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.53$ , S.D. = 0.52) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 4 ได้แก่ รายการลำดับที่ 3, 4 และ 11 คือ กิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจชวนให้ติดตาม การจัด



กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา และนักเรียนมีความสุขกับการเรียนวิชานี้ มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.47$ , S.D. = 0.52) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ระดับมาก อันดับที่ 5 ได้แก่ รายการลำดับที่ 10 และ 12 คือ บรรยากาศการเรียนทำให้นักเรียนอยากเรียนวิชานี้ และชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 เป็นสื่อการสอนที่น่าสนใจ มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.40$ , S.D. = 0.51) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก

ตารางที่ 4-19 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81	4.56	0.56	มากที่สุด
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82	4.48	0.51	มาก
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83	4.51	0.50	มากที่สุด
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84	4.54	0.51	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.52	0.52	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-19 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีค่าเฉลี่ยรวม ( $\bar{X} = 4.52$ , S.D. = 0.52) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด ซึ่งในแต่ละชุดฝึกสมรรถนะ กลุ่มทดลองได้ประเมินความพึงพอใจไว้ดังนี้ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 มีค่ารวมเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.56$ , S.D. = 0.56) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 มีค่ารวมเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.48$ , S.D. = 0.51) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 มีค่ารวมเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.51$ , S.D. = 0.50) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด และชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 มีค่ารวมเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.54$ , S.D. = 0.51) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน รายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ให้สอดคล้องกับหลักสูตร เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลและสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนด้านวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม จึงดำเนินการวิจัย โดยการวิเคราะห์หลักสูตร วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 วิเคราะห์สมรรถนะรายวิชา และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสม ก่อนนำชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จากการแบ่งกลุ่มเรียนของวิทยาลัยเทคนิคนครนายก คือ กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 เป็นจำนวน 1 ห้อง รวม 30 คน การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย โดยวิธีการจับฉลาก แบ่งเป็น กลุ่มทดลองจำนวน 15 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 15 คน โดยให้กลุ่มทดลองใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ที่สร้างขึ้นใหม่ ส่วนกลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนปกติ คือเรียนโดยไม่ใช้ชุดฝึกสมรรถนะ โดยหลังจากนักเรียนทำการทดลองเสร็จในแต่ละครั้ง จะประเมินสมรรถนะภาคปฏิบัติ ทำการทดลอง หลังจากนั้นเว้นระยะให้นักเรียน 1 สัปดาห์แล้ว จึงประเมินสมรรถนะภาคความรู้ ด้วยแบบทดสอบทำการทดลองภาคทฤษฎี เพื่อเปรียบเทียบเกณฑ์ประเมินที่ตั้งไว้ แล้วจึงทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 โดยผ่านผู้เชี่ยวชาญประเมินและหาประสิทธิภาพด้านการทำงาน ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มทดลอง ผลการวิจัยดังนี้

5.1.1 ด้านการออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

5.1.1.1 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพด้วยแบบประเมิน ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 โดยผู้เชี่ยวชาญมีระดับความคิดเห็น เท่ากับ ( $\bar{X} = 4.55$ , S.D. = 0.59) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพมากที่สุด

5.1.1.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดวงจรต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยออกแบบสร้างประกอบลงในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 เพื่อให้การทำงานของชุดฝึกเป็นไปตามข้อกำหนดอย่างสมบูรณ์ โดยวิธีการวัดทดสอบเทียบด้วยเครื่องมือวัด

ทางไฟฟ้าในบอร์ดทุกจุดที่กำหนดไว้ โดยคิดเป็นร้อยละของจุดทดสอบที่ถูกต้อง ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 พบว่าทุกรายการที่ผ่านการทดสอบการทำงานได้ตรงข้อกำหนดทั้งหมดคิดเป็นร้อยละของจุดที่ถูกต้อง และจุดที่ไม่ถูกต้องซึ่งกำหนดการทดสอบวงจรในบอร์ด รวม 4 บอร์ด ต่อ 1 ชุด ได้แก่บอร์ด WD 81-84 จำนวน 42 จุดทดสอบ ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานตรงตามข้อกำหนด หมายถึง ไม่มีวงจรส่วนหนึ่งส่วนใดทำงานผิดปกติหรือไม่ทำงาน จากการทดสอบประสิทธิภาพต่อการทำงาน เมื่อพบข้อบกพร่องการทำงานของวงจรจึงนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขวงจรแต่ละภาคส่วนให้สมบูรณ์ถูกต้องทั้งหมดอีกครั้ง และในครั้งที่ 2 ของการทดสอบประสิทธิภาพต่อการทำงานตามข้อกำหนดหลังจากมีการแก้ไขปรับปรุงการทำงานของวงจรในบอร์ดให้สมบูรณ์ดีแล้วทุกจุด ผลการวิเคราะห์ทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงาน ร้อยละ 100 หลังจากผ่านการทดสอบประสิทธิภาพด้านการทำงานแล้ว เพื่อทดสอบความคงทนของการทำงานแบบต่อเนื่องโดยวิธีการจ่ายไฟให้กับชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 แบบต่อเนื่องตามระยะเวลาที่กำหนดแล้ว ทดสอบซ้ำกันอีกครั้ง ผลที่ได้ตรงตามข้อกำหนดทุกรายการ

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพและผู้เชี่ยวชาญประเมิน พบว่า ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีประสิทธิภาพด้านการทำงานสามารถนำไปทดลองใช้ได้

5.1.2 ด้านประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ผลจากการทดลองใช้ดังนี้

5.1.2.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองเรียนโดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 และกลุ่มควบคุมเรียนโดยวิธีการสอนปกติ ผลการเรียนของกลุ่มทดลอง มีคะแนนก่อนเรียนเท่ากับ 21.73 คะแนนหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 49.20 กลุ่มควบคุม มีคะแนนก่อนเรียนเท่ากับ 22 คะแนนหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 47.73 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองมีคะแนนเท่ากับ 49.20 กลุ่มควบคุมมีคะแนนเท่ากับ 47.73 พบว่า คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

5.1.2.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ได้จากกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ตามในเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 มีค่าเท่ากับ 85.27/82 พบว่า สูงกว่าเกณฑ์กำหนด

5.1.2.3 ผลวิเคราะห์การทดสอบสมรรถนะของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ทั้ง 14 สมรรถนะ ได้แก่ 1) ใช้สวิตช์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง 2) ใช้รีเลย์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง 3) ใช้สวิตช์ทรานซิสเตอร์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง 4) ใช้เฟดควบคุมโหลดได้ถูกต้อง 5) ต่อวงจรเรียงกระแสโดยใช้เอสซีอาร์ได้ถูกต้อง 6) ต่อวงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ในวงจรครึ่งคลื่นได้ถูกต้อง 7) ต่อวงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ในวงจรเต็มคลื่นได้ถูกต้อง 8) ต่อวงจรกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้ยูเจทีได้ถูกต้อง 9) ต่อวงจรกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้พียูทีได้ถูกต้อง 10) ต่อวงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์และพียูทีได้ถูกต้อง 11) ต่อวงจรควบคุมที่ใช้ไดรแอก

และไดแอกได้ถูกต้อง 12) ต่อย่างจรวควบคุมเฟสที่ใช้ไทรแอกและยูเจทีได้ถูกต้อง 13) ต่อย่างจรวควบคุมเฟสด้วยวงจรวรวม TCA785 ได้ถูกต้อง 14) ต่อย่างจรวอินเวอร์เตอร์และวงจรวคอนเวอร์เตอร์ได้ถูกต้อง พบว่า กลุ่มทดลองทดสอบสมรรถนะในด้านความรู้ ด้านทักษะและเจตคติ กลุ่มทดลองทดสอบผ่านทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 100

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 พบว่า ผลการเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.1.3 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 พบว่า ระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีค่าเท่ากับ ( $\bar{X} = 4.52$ , S.D. = 0.52) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับพอใจมากที่สุด

## 5.2 อภิปรายผล

5.2.1 จากการออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ผลการหาประสิทธิภาพด้านการทำงานของวงจรวต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยออกแบบสร้างประกอบลงในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 เพื่อให้การทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 เป็นไปตามข้อกำหนดอย่างสมบูรณ์ โดยวิธีการวัดทดสอบเทียบกับเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าแบบซ้ำ ๆ ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 พบว่า ทุกรายการผ่านการทดสอบการทำงานได้ตรงข้อกำหนดทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 100 หลังจากผ่านการทดสอบประสิทธิภาพต่อการทำงานแล้ว เพื่อทดสอบความคงทนของการทำงานอย่างต่อเนื่อง โดยวิธีการจ่ายไฟให้กับชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 แบบต่อเนื่องตามระยะเวลาที่กำหนดแล้ว ทำการทดสอบซ้ำอีกครั้ง ผลที่ได้ตรงตามข้อกำหนดทุกรายการ สอดคล้องกับ สมนึก วันละ (2557) ด้านประสิทธิภาพการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18Fx ส่วนรับข้อมูลและส่วนภาคแสดงผลจากการทดลองซ้ำตามลำดับทั้งหมด ผลการทดสอบประสิทธิภาพของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18Fx พบว่าทุกรายการที่วัดทดสอบทำงานได้ตรงตามข้อกำหนดโดยคิดเป็นร้อยละ 100 นำชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ทำการประเมินระดับความคิดเห็นที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มีค่า ( $\bar{X} = 4.55$ , S.D. = 0.59) ซึ่งในเกณฑ์มีระดับคุณภาพมากที่สุด

แสดงว่าชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ที่ออกแบบสร้างและพัฒนาขึ้น เกิดจากผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือประกอบการเรียนการสอนของวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม อย่างมีคุณภาพตามธรรมชาติของหลักสูตร โดยผ่านกระบวนการตรวจสอบ และติดตามจากผู้เชี่ยวชาญ ในแต่ละด้าน เช่น ด้านเนื้อหา ด้านการศึกษาวิจัย ด้านสถิติทางการศึกษา ด้าน

อิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น นอกจากนั้น การที่ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีประสิทธิภาพ เป็นเพราะมีการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะ มีการออกแบบที่เป็นระบบ โดยจัดเรียงลำดับเนื้อหาเป็นขั้นตอน จากง่ายไปหายาก ทำให้นักเรียนพัฒนาการเรียนรู้ได้เต็มศักยภาพของแต่ละบุคคล ทางเทคนิคซึ่งต้องการที่จะเห็นจริง เพื่อให้เกิดทักษะและค่านึงถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน และเพื่อให้ตรงกับวัตถุประสงค์ โดยมีการกำหนดวัตถุประสงค์ในการทดลองแต่ละครั้งชัดเจนและการออกแบบบอร์ดชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมานั้น จะออกแบบตามขนาดมาตรฐาน ในการทดลองแต่ละครั้ง มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพทางการเรียนการสอน

5.2.2 จากการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 กลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ก่อนเรียนมีคะแนนเท่ากับ 21.73 หลังเรียนมีคะแนนเท่ากับ 49.20 แสดงว่าคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งผลการศึกษามีความสอดคล้องกับ สุขชิน ชินสีห์ (2548) ได้รายงานไว้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและศึกษาประสิทธิภาพชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ เรื่องการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกของ PIC Microcontroller ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียน เกี่ยวกับชุดทดลอง ใบบางการทดลอง และการเรียนด้วยสื่อการสอนชุดทดลองเรื่องการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกของ PIC Microcontroller ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดทดลองการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกของ PIC Microcontroller มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ค่าประสิทธิภาพของชุดทดลองการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกของ PIC Microcontroller ที่สร้างขึ้นมีค่าร้อยละ 87.33/82.92 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80/80 สมคิด อังกลาง (2550) ได้รายงานไว้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาคุณภาพ ศึกษาประสิทธิภาพของเอกสารประกอบการสอน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ผลวิจัยพบว่า เอกสารประกอบการสอนรายวิชางานเชื่อมโลหะ 1 มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือมีประสิทธิภาพรวม 81.57/80.52 และนักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นอกจากนี้ สุเทพ อริยพุกข์ (2550) ได้รายงานการพัฒนาเอกสารประกอบการสอน วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาโลหะการ สาขางานการเชื่อมโลหะ วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง พบว่า เอกสารประกอบการสอนวิชาช่างเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือมีประสิทธิภาพรวม 93.84/91.03 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้เอกสารประกอบการสอนในระดับมาก

5.2.3 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 พบว่า ระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีค่า ( $\bar{X} = 4.52$ , S.D. = 0.52) อยู่ในเกณฑ์ระดับพอใจมากที่สุด โดยระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงาน

อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 มีค่า ( $\bar{X} = 4.56$ , S.D. = 0.56) ซึ่งอยู่ในช่วงของระดับพอใจมากที่สุด ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 มีค่า ( $\bar{X} = 4.48$ , S.D. = 0.51) ซึ่งอยู่ในช่วงของระดับพอใจมาก ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 มีค่า ( $\bar{X} = 4.51$ , S.D. = 0.50) ซึ่งอยู่ในช่วงของระดับพอใจมากที่สุด และชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 มีค่า ( $\bar{X} = 4.54$ , S.D. = 0.51) ซึ่งอยู่ในช่วงของระดับพอใจมากที่สุด เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งผลการศึกษาที่มีความสอดคล้องกับ อารี พันธุ์ณี (2542 : 198) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจในการเรียนรู้มีผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่ครูควรส่งเสริมให้เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ มีผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยสร้างความพึงพอใจให้เกิดแก่ผู้เรียน ได้แก่ การชมเชยและการตำหนิตั้ง 2 ประการจะมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน การทดสอบบ่อยครั้ง การทดสอบเป็นแรงจูงใจให้ผู้เรียนสนใจมากขึ้นเพราะอาจหมายถึง การเลื่อนชั้น การสำเร็จการศึกษา การทดสอบบ่อยครั้งจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจการเรียนอย่างต่อเนื่อง สม่ำเสมอ ซึ่งจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูง และเป็นความพึงพอใจของผู้เรียนการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองโดยการเสนอแนะ กำหนดหัวข้อที่ผู้เรียนสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนค้นคว้าเพิ่มเติมด้วยตนเอง การใช้วิธีการเรียนการสอนที่แปลกใหม่ที่เร้าความสนใจ เพราะวิธีการที่แปลกใหม่ ที่ผู้เรียนยังไม่ประสบมาก่อนจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตื่นตัวและมีแรงจูงใจในการเรียนรู้มากขึ้น การตั้งรางวัลสำหรับงานที่มอบหมาย เพื่อช่วยผู้เรียนเกิดความพยายามในหน้าที่ได้รับมอบหมายประสบผลสำเร็จด้วยดีและเกิดความพึงพอใจกับความสำเร็จนั้น ๆ การยกตัวอย่างจากสิ่งที่ไม่เคยพบหรือคาดไม่ถึง การยกตัวอย่างประกอบการเรียนการสอนควรเป็นตัวอย่างที่ผู้เรียนคุ้นเคย เพื่อให้เข้าใจบทเรียนได้ง่ายและเร็วขึ้น เพราะผู้เรียนคาดหวังไว้ว่าจะนำสิ่งที่เรียนไปใช้ประโยชน์และพื้นฐานต่อไป ถวิล ธาราโกษณ์ และศรัณย์ คำริสุข (2540 : 140) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ ความรู้สึกพอใจในงานที่ทำเมื่องานนั้นให้ประโยชน์ตอบแทนทั้งทางด้านวัตถุ และทางด้านจิตใจ ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการพื้นฐานของเขาได้ ปิยวรรณ สังข์จันทราพร (2547 : 56) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกชอบ พอใจ ทำให้บุคคลเกิดความสบายใจ มีความสุข เป็นผลดีต่อการปฏิบัติงาน ทำงานที่สืบเนื่องมาจากทัศนคติต่าง ๆ ที่มีผลต่อการปฏิบัติงานซึ่งเกิดองค์ประกอบต่าง ๆ ตลอดจนจนได้รับสนองความต้องการของบุคคล รัตนา รักนิยม (2550 : 49) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกพอใจโดยการได้บรรลุหรือการตอบสนองในความต้องการ ความคาดหวังความปรารถนา ความอยากของบุคคล ซึ่งเป็นผลมาจากความรู้สึกชอบ ความสนใจ มีทัศนคติที่ดีต่อสถานการณ์หรือสิ่งใด ๆ และเห็นว่าสิ่งนั้นมีประโยชน์ และมีคุณค่าเป็นความรู้สึกต่อใจที่มีต่อการได้ร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนจนบรรลุผล หรือเป้าหมายในการเรียนรู้

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มตัวอย่างที่ลงทะเบียนเรียนในวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ที่ศึกษา

เรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ประกอบการเรียนการสอน ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบสร้างและพัฒนาขึ้น มีข้อเสนอแนะดังนี้

### 5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

5.3.1.1 การนำชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ไปใช้ประกอบการเรียนการสอน ผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องควรจัดตารางเรียนให้ต่อเนื่องกัน เช่น มีชั่วโมงเรียนในการศึกษาทั้งทฤษฎีและปฏิบัติควรจัดให้ติดต่อกันทั้ง 5 คาบเพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง เสร็จทันเวลา และครูผู้สอนควรดูแล คอยเอาใจใส่ให้คำปรึกษา อย่างใกล้ชิดเป็นพิเศษและอย่างต่อเนื่อง

5.3.1.2 ควรมีการชี้แจง และข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับเงื่อนไขข้อปฏิบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน ในรายวิชาที่ผู้สอนรับผิดชอบนี้ ตั้งแต่ครั้งแรกที่นักเรียนเข้าเรียน เพื่อให้เกิดความเข้าใจอันดีต่อกัน ซึ่งจะทำการจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างราบรื่น และมีประสิทธิภาพ ส่งผลทำให้กิจกรรมการเรียนการสอนบรรลุจุดประสงค์ตามเจตนารมณ์ของหลักสูตรที่กำหนดไว้

5.3.1.3 ครูผู้สอน ควรนำสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือจำลองเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับระบบงานควบคุมที่ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมเป็นตัวควบคุม มาเป็นกรณีศึกษา เพื่อการเรียนรู้ เพื่อฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ การระดมสมอง การทำงานเป็นทีม การแก้ปัญหาาร่วมกัน ตลอดจนการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ การให้ข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางแก่นักเรียน เป็นต้น

5.3.1.4 ครูผู้สอน ควรเชื่อมโยงงานในรายวิชาที่ตนรับผิดชอบ นำความรู้มาบูรณาการสร้างสรรค์นวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์หรือเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาของชุมชนท้องถิ่น โดยเฉพาะการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ในระบบการเกษตรช่วยในการลดต้นทุนทางการเกษตร ช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร พัฒนาและแก้ไขปัญหา ตลอดจนการส่งเสริมการเรียนการสอนสู่การแข่งขันในเวทีระดับต่าง ๆ

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรนำแนวทางในการวิจัยครั้งนี้ไปสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะในหัวข้อเรื่องอื่น ๆ ในวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เพื่อจะได้ชุดฝึกทดลองไว้ใช้ได้ครบทั้งวิชาตามหลักสูตร

5.3.2.2 ควรมีการศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะ เปรียบเทียบระหว่างนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก กับวิทยาลัยอื่นในสังกัด สถาบันการอาชีวศึกษา ภาคกลาง 3

5.3.2.3 ควรมีการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะนี้ ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น โดยการนำชุดฝึกสมรรถนะไปใช้กับสถานศึกษาอื่น ๆ ให้มากขึ้น ที่มีการจัดการเรียนการสอนวิชานี้

## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

- กรมวิชาการ. (2544). **คู่มือหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. กรมการศาสนา. กรุงเทพฯ.
- \_\_\_\_\_. (2545). **เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย** องค์กรรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.). กรุงเทพฯ.
- กรมสามัญศึกษา หน่วยศึกษานิเทศก์ เขตการศึกษา 7. (2543). **คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเน้นกระบวนการ**. กรุงเทพฯ.
- \_\_\_\_\_. หน่วยศึกษานิเทศก์. (ม.ป.ป.). **แนวคิดในการพัฒนาระบบการประกันคุณภาพการศึกษา**. กรุงเทพฯ.
- กันตภณ มหาหมัต. (2558). **การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะวิชาชีพ ด้านการติดตั้งและซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้า**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). **เทคโนโลยีทางการศึกษาและนวัตกรรม**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิติมา ปรีดีติลล. (2542). **ทฤษฎีการบริหารองค์กร**. กรุงเทพฯ.
- จินตนา ไบกาชุย. (2542). **การเขียนสื่อการเรียนการสอน**. สุวีริยาสาส์น. กรุงเทพฯ.
- ชูศักดิ์ เปลี่ยนภู. (2545). **ประเภทของการสอนทดลอง**. เอกสารประกอบการสอนวิชา ETE 523 Workshop and laboratory Instructional System. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ณรงค์วิทย์ แสนทอง. (2550). **มารู้จัก Competency กันเถอะ**. เอช อาร์ เซ็นเตอร์. กรุงเทพฯ.
- เดชา เดชะวัฒน์ไพศาล. (2543). **Competency-based Human Resource Management**. วารสารการบริหารคน.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). **การวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 7. สุวีริยาสาส์น. กรุงเทพฯ.
- ถวัลย์ มาศจรัส. (2548). **คู่มือความคิดสร้างสรรค์ ในการจัดทำนวัตกรรมทางการศึกษา**. ธารอักษร. กรุงเทพฯ.
- ถวิล ธาราโกชน และศรีณย์ ดำริสุข. (2540). **จิตวิทยาทั่วไป**. ทิพย์วิสุทธิ์การพิมพ์. กรุงเทพฯ.
- ทรงจิต ปราสาท. (2534). **การเขียนผลงานทางวิชาการที่เป็นเอกสาร**. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.
- ทิตนา แคมมณี. (2550). **ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 5. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- \_\_\_\_\_. (2551). **14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ**. พิมพ์ครั้งที่ 8. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรวุฒิ บุญยโสภณ. (2555). **การพัฒนาสมรรถนะในการปฏิบัติงานของผู้จัดการฝ่ายผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อัครศักดิ์ คงคาสวัสดิ์. (2548). **เริ่มอย่างไรเมื่อนำ Competency มาใช้ในองค์กร**. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). กรุงเทพฯ.



## บรรณานุกรม (ต่อ)

### ภาษาไทย

- นคร พันธุ์ณรงค์. (2538). **คู่มือการทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอกำหนดตำแหน่งอาจารย์ 3.** ศุภลักษณ์การพิมพ์. เชียงใหม่.
- นาคยา ภัทรแสงไทย. (2525). **ยุทธวิธีการสอนสังคมศึกษา.** โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.
- นิรมล ศตวุมิ และศักดิ์ศรี ปาณะกุล. (2546). **การเขียนเอกสารวิชาการ.** มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- นิธิมา คงสวัสดิ์. (2544). **ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อหลักสูตรการศึกษานอกโรงเรียน.** มหาวิทยาลัยศิลปกรรม.
- ปิยวรรณ สังข์จันทร์พร. (2547). **การพัฒนาชุดการสอนเสริมทักษะการเขียนสะกดคำภาษาไทยไม่ตรงมาตราตัวสะกด สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1.** มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์.
- ผดุงรัตน์ ประองพิมาย. (2556). **การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบบูรณาการการสอนทฤษฎีและการประลอง เรื่องหลักการทำงานของไอซีเบื้องต้น วิชาวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งานหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. โรงเรียนจิตรดา (สายอาชีพ).
- พันศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. (2557). **อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม.** รัตน์โรจน์. นนทบุรี.
- พนา ดุสิตากร. (2556). **การพัฒนารูปแบบการฝึกอบรมสมรรถนะวิชาชีพสำหรับช่างอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พิสันต์ ด่านไพบูลย์. (2536). **รายงานการดำเนินงานและผลการพัฒนาเอกสารประกอบการสอน วิชา ส 061 ภูมิศาสตร์เบื้องต้น.** โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย. เชียงใหม่.
- มนัส บุญเทียรทอง. (2558). **การพัฒนาชุดฝึกอบรมแบบฐานสมรรถนะวิชาชีพช่างไฟฟ้าอุตสาหกรรม โดยวิธีการจำลองสถานการณ์.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มิ่งขวัญ ธรรมสโรช. (2539). **รายงานการดำเนินการและพัฒนาเอกสารประกอบการสอน วิชา ส 073 ท้องถิ่นของเรา 3.** โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย. เชียงใหม่.
- รัตนา รักนิยม. (2550). **การพัฒนาชุดฝึกทักษะการอ่านและการเขียนสะกดคำที่มีตัว ง น ม เป็นตัวสะกด สารการเรียนรู้ภาษาไทย สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 1 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1).** มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์.
- รัตนารมณ์ ศรีพยัคฆ์. (2548). **ขีดสมรรถนะ การบริหารทรัพยากรบุคคล.** วารสารดำรงราชานุภาพ.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2539). **พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน.** อักษรเจริญทัศน์. กรุงเทพฯ.
- \_\_\_\_\_. (2539). **พจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525.** นานมีบุ๊ค พลัสเคชั่นส์. กรุงเทพฯ.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 5. สุวีริยาสาส์น. กรุงเทพฯ.
- วิจิตร ภัคธีรัตน์. (2525). **“หน่วยการสอนสังคมศึกษา” เอกสารการสอนชุดการสอนระดับมัธยมศึกษา หน่วยที่ 7.** มหาลัยสุโขทัยธรรมิกราช. นวการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- วิชัย ประสิทธิ์วุฒิเวชช์. (2542). **การพัฒนาหลักสูตรท้องถิ่น : สานต่อที่ท้องถิ่น.** เซ็นเตอร์ดีสคัฟเวอร์รี่. กรุงเทพฯ.

## บรรณานุกรม (ต่อ)

### ภาษาไทย

- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2525). **พัฒนาหลักสูตรและการสอน-มิติใหม่**. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.
- สภาอุตสาหกรรม. (2560). **ภาวะเศรษฐกิจไทยปี 2560**. กรุงเทพฯ.
- สันทนา สงครินทร์. (2555). **ได้รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพเอกสารการสอนวิชาช่างไมโครคอนโทรลเลอร์ (1105-5203)**.
- สิริไฉไล ทรงเที่ยงตรง. (2541). **การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอน กิจกรรมศิลปะเพื่อความคิดสร้างสรรค์**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุกัญญา รัศมีธรรมโชติ. (2549). **แนวทางการพัฒนาศักยภาพมนุษย์ Competency Based Learning**. พิมพ์ครั้งที่ 3. ศิริพัฒนาอินเตอร์พริ้นท์. กรุงเทพฯ.
- สุชิน ชินสีห์. (2548). **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เรื่อง การรับส่งข้อมูล เชื่อมต่อภายนอกของ PIC Microcontroller**. มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สุพิน บุญชูวงศ์. (2544). **หลักการสอน**. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ.
- สุรัชย์ บุญญานุสิทธิ์. (2542). **มรรควิธีสู่ความชำนาญการและผลงานทางวิชาการ**. โรงเรียนปทุมชัยประชานิมิต. นครราชสีมา.
- สุรพล ช่วยดำรง. (2555). **การปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าด้วยอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์**. วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี.
- สุเทพ อริยพุกษ์. (2550). **การพัฒนาเอกสารประกอบการสอน วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาโลหะการ สาขางานการเชื่อมโลหะ**. วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง.
- สมคิด อั่นกลาง. (2550). **เอกสารประกอบงานเชื่อม 1**. วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร.
- สมนึก วันละ. (2557). **การออกแบบสร้างและพัฒนาบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC18Fx ส่วนรับข้อมูลและส่วนภาคแสดงผล สำหรับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม**. วิทยาลัยเทคนิคแพร่. อัดสำเนา
- ส่งเสริม ชูรัักษ์. (2545). **เทคนิควิธีการจัดการเรียนการสอนและเขียนแผนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ**. พัฒนาศึกษา. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2556). **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556**.
- สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน. (2547). **คู่มือการบริหารพนักงานราชการ**. สำนักบริหารกลาง สำนักงาน ก.พ. กรุงเทพฯ.
- เสาวณีย์ ลิกขาบัณฑิต. (2528). **เทคโนโลยีการศึกษา**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อาภรณ์ ภูวิทย์พันธ์. (2548). **Competency Dictionary**. เอช อาร์ เซ็นเตอร์. กรุงเทพฯ.
- อารี พันธุ์มณี. (2542). **จิตวิทยาการเรียนการสอน**. ต้นอ้อ. กรุงเทพฯ.

## BIBLIOGRAPHY

- McClelland, C. David. (1973). **Testing for Competence rather than for Intelligence.**  
New Jersey : American Psychologist.
- Spencer, L.M. and Spencer, S.M. (1993). **Competence at work: Model for superior performance.** Wiley, New York.
- Ralph W. Tyler. (1949). **BASIC PRINCIPLES of CURRICULUM and INSTRUCTION.**  
Chicago University. United States of America.

## ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือตอบรับจากผู้เชี่ยวชาญ

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ผศ.ดร.วิรัตน์ อัครวานูวัตร  
อาจารย์คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
วิทยาลัยเทคโนโลยีจิตรดา สำนักพระราชวัง  
กรุงเทพมหานคร
2. รศ.ดร.มีชัย โลหะการ  
อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
กรุงเทพมหานคร
3. ดร.ชาญ จับฝัน  
อาจารย์สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์  
ตำแหน่งครู วิทยาลัยเทคนิคสุรนารี  
วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี
4. อาจารย์ศักดิ์ ศศิกุลกมล  
อาจารย์สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์  
ตำแหน่งครู วิทยาลัยเทคนิคสุรนารี  
วิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ
5. อาจารย์ไพโรจน์ พอใจ  
อาจารย์สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์  
ตำแหน่งครู วิทยาลัยเทคนิคสุรนารี  
วิทยาลัยเทคนิคน่าน

ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/๕๓



วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๒๐ มกราคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน ผศ. ดร. วิรติ อัครวานูวัตร

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ได้จัดทำผลงานวิจัย การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ในการนี้วิทยาลัยฯ ได้พิจารณาเห็นว่าท่านมีความรู้ ความสามารถ และเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านระเบียบงานวิจัยทางการศึกษา สถิติการศึกษา และเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้นวิทยาลัยฯ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบเนื้อหา ผลการพัฒนาและประสิทธิภาพ เพื่อประกอบการจัดทำตามโครงการวิจัยในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของการจัดการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายอนันต์ ลิมเชย)

รองผู้อำนวยการวิทยาลัย รักษาการในตำแหน่ง  
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)



ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/๕๓

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๒๐ มกราคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน รศ. ดร. มีชัย โลหะการ

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ได้จัดทำผลงานวิจัย การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ในการนี้วิทยาลัยฯ ได้พิจารณาเห็นว่าท่านมีความรู้ ความสามารถ และเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านระเบียบงานวิจัยทางการศึกษา สถิติการศึกษา และเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้นวิทยาลัยฯ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบเนื้อหา ผลการพัฒนาและประสิทธิภาพ เพื่อประกอบการจัดทำตามโครงการวิจัยในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของการจัดการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายอนันต์ ลิ้มเชย)

รองผู้อำนวยการวิทยาลัย รักษาการในตำแหน่ง  
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)



ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/๕๓

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๒๐ มกราคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน ดร. ชาญ จับพัน

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ได้จัดทำผลงานวิจัย การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ในการนี้วิทยาลัยฯ ได้พิจารณาเห็นว่าท่านมีความรู้ ความสามารถ และเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านระเบียบงานวิจัยทางการศึกษา สถิติการศึกษา และเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้นวิทยาลัยฯ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบเนื้อหา ผลการพัฒนาและประสิทธิภาพ เพื่อประกอบการจัดทำตามโครงการวิจัยในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของการจัดการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายอนันต์ ลิ้มเชย)

รองผู้อำนวยการวิทยาลัย รักษาการในตำแหน่ง  
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)





ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/๕๓

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๒๐ มกราคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน อาจารย์ศักดิ์ ศศิกุลกมล

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ได้จัดทำผลงานวิจัย การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ในการนี้วิทยาลัยฯ ได้พิจารณาเห็นว่าท่านมีความรู้ ความสามารถ และเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านระเบียบงานวิจัยทางการศึกษา สถิติการศึกษา และเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้นวิทยาลัยฯ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบเนื้อหา ผลการพัฒนาและประสิทธิภาพ เพื่อประกอบการจัดทำตามโครงการวิจัยในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของการจัดการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายอนันต์ ลิมเชย)

รองผู้อำนวยการวิทยาลัย รักษาการในตำแหน่ง  
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)



ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/๕๓

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๒๐ มกราคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน อาจารย์ไพโรจน์ พอใจ

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ได้จัดทำผลงานวิจัย การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ในการนี้วิทยาลัยฯ ได้พิจารณาเห็นว่าท่านมีความรู้ ความสามารถ และเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านระเบียบงานวิจัยทางการศึกษา สถิติการศึกษา และเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้นวิทยาลัยฯ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบเนื้อหา ผลการพัฒนาและประสิทธิภาพ เพื่อประกอบการจัดทำตามโครงการวิจัยในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของการจัดการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายอนันต์ ลิ้มไชย)

รองผู้อำนวยการวิทยาลัย รักษาการในตำแหน่ง  
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>

อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)

## แบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ

ตามที่นายสัญญา โพธิ์วงษ์ ตำแหน่งครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้เรียนเชิญให้เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบเนื้อหาผลการพัฒนาและประสิทธิภาพ เพื่อประกอบการจัดทำรายงานการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น

ดั่งนั้นข้าพเจ้า ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิรัตน์ อัครานวัตร  
สถานที่ทำงาน วิทยาลัยเทคโนโลยีจิตรดา  
สำนักพระราชวัง  
เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร

มีความเห็นว่า (โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง)



ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญ



ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ลงชื่อ.....

(*ดร.วิรัตน์ อัครานวัตร*)

ตำแหน่ง.....

*ท. สำนักพระราชวัง 2560*

### แบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ

ตามที่นายสัญญา โพธิ์วงษ์ ตำแหน่งครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้เรียนเชิญให้เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบเนื้อหาผลการพัฒนาและประสิทธิภาพ เพื่อประกอบการจัดทำรายงานการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น

ดั่งนั้นข้าพเจ้า รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ  
สถานที่ทำงาน อาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (มจพ.)  
๑๕๑๘ ถนน.ประชาราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ

มีความเห็นว่า (โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง)

ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ลงชื่อ.....  
(.....*รศ.มีชัย โลหะการ*.....)  
ตำแหน่ง.....*รองศาสตราจารย์*.....  
.....*10* / *ก.พ.* / *2560*.....

## แบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ

ตามที่นายสัญญา โพธิ์วงษ์ ตำแหน่งครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้เรียนเชิญให้เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบเนื้อหาผลการพัฒนาและประสิทธิภาพ เพื่อประกอบการจัดทำรายงานการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น

ดั่งนั้นข้าพเจ้า ดร.ชาญ จีบพัน  
สถานที่ทำงาน แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์  
วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี  
อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี

มีความเห็นว่า (โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง)

- ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญ  
 ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ลงชื่อ.....  
( นาย ชาญ จีบพัน )  
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ  
19 / กุมภาพันธ์ / 2560

### แบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ

ตามที่นายสัญญา โพธิ์วงษ์ ตำแหน่งครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้เรียนเชิญให้เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบเนื้อหาผลการพัฒนาและประสิทธิภาพ เพื่อประกอบการจัดทำรายงานการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น

ดั่งนั้นข้าพเจ้า นายศักดิ์ ศศิกุลมล  
 สถานที่ทำงาน แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์  
 วิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ  
 อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ

มีความเห็นว่า (โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง)



ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญ



ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ลงชื่อ.....

( นายศักดิ์ ศศิกุลมล )

ตำแหน่ง.....

17 / กุมภาพันธ์ 2550

## แบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ

ตามที่นายสัญญา โพธิ์วงษ์ ตำแหน่งครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้เรียนเชิญให้เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบเนื้อหาผลการพัฒนาและประสิทธิภาพ เพื่อประกอบการจัดทำรายงานการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น

ดั่งนั้นข้าพเจ้า นายไพโรจน์ พอใจ  
สถานที่ทำงาน แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์  
วิทยาลัยเทคนิคน่าน  
อำเภอเมือง จังหวัดน่าน

มีความเห็นว่า (โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง)

- ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญ  
 ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ลงชื่อ.....  
( นายไพโรจน์ พอใจ )  
ตำแหน่ง.....  
..... / ..... / 2560

## ภาคผนวก ข

- หน่วยเรียนและสมรรถนะรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111
- รายละเอียดการแบ่งหน่วยเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม



ตารางที่ ข-1 หน่วยเรียนและสมรรถนะรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111

หน่วย ที่	รายการ	สมรรถนะ	คาบเรียน (ชั่วโมง)		
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
1	ทรานสดิวเซอร์และสเตรนเกจ	1	4	6	10
2	ทรานสดิวเซอร์ชนิดหม้อแปลงแสดงความแตกต่างและทรานสดิวเซอร์ชนิดความเหนี่ยวนำ-ชนิดความจุ	1	4	6	10
3	ทรานสดิวเซอร์ชนิดความดัน	1	2	3	5
4	เทอร์โมคัปเปิล	2,3	2	3	5
5	ตัวตรวจจับอุณหภูมิด้วยความต้านทานและเทอร์มิสเตอร์	2,3	4	6	10
6	ทรานสดิวเซอร์ทำงานด้วยแสง	2,3	2	3	5
7	ทรานสดิวเซอร์-เซ็นเซอร์คลื่นเสียง ควีนความร้อน ก๊าซ	2,3	4	6	10
8	อุปกรณ์ควบคุมการเปิดปิดวงจร	2,3	4	6	10
9	การควบคุมความเร็วและทิศทางมอเตอร์	2,3	4	6	10
10	การควบคุมกำลังไฟฟ้ากระแสตรงและเครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้าคงที่	2,3	4	6	10
รวม			34	51	85
			วัดผลสัมฤทธิ์		5
			รวมทั้งหมด		90

ตารางที่ ข-2 รายละเอียดการแบ่งหน่วยเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

หน่วยที่	รายการ	คาบเรียน (ชั่วโมง)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
1	ทรานสดิวเซอร์และสเตรนเกจ 1.1 ความหมายของทรานสดิวเซอร์ 1.2 การเลือกทรานสดิวเซอร์มาใช้งาน 1.3 ทรานสดิวเซอร์ชนิดความต้านทานเปลี่ยนแปลงตามตำแหน่ง 1.4 ความเป็นเชิงเส้นของความต้านทานในตัวโพเทนชิออมิเตอร์ 1.5 รายละเอียดคุณสมบัติของโพเทนชิออมิเตอร์ 1.6 การใช้งานโพเทนชิออมิเตอร์ 1.7 ลักษณะสเตรนเกจ 1.8 ความเค้นและความเครียด 1.9 วัสดุที่ใช้ผลิตสเตรนเกจ 1.10 รูปร่างสเตรนเกจ 1.11 สเตรนเกจชนิดแยกออกจากกัน 1.12 การต่อสเตรนเกจไปใช้งาน ใบบงานการทดลองหน่วยที่ 1	4		10
2	ทรานสดิวเซอร์ชนิดหม้อแปลงแสดงความแตกต่างและทรานสดิวเซอร์ชนิดความเหนี่ยวนำ-ชนิดความจุ 2.1 รูปร่างลักษณะหม้อแปลงแสดงความแตกต่าง 2.2 การทำงานของหม้อแปลงแสดงความแตกต่าง 2.3 รายละเอียดคุณสมบัติของหม้อแปลงแสดงความแตกต่าง 2.4 การใช้งานหม้อแปลงแสดงความแตกต่าง 2.5 หม้อแปลงแสดงความแตกต่างชนิดแรงดันไฟตรง 2.6 หม้อแปลงแสดงความแตกต่างชนิดแกนหมุน 2.7 รูปร่างลักษณะทรานสดิวเซอร์ชนิดความเหนี่ยวนำ 2.8 รายละเอียดคุณสมบัติของทรานสดิวเซอร์ชนิดความเหนี่ยวนำ 2.9 เครื่องวัดความเร็วรอบ 2.10 เครื่องวัดความเร็วของไหล 2.11 ทรานสดิวเซอร์ชนิดความจุ 2.12 การตรวจจับเคลื่อนที่ของแผ่นเพลต 2.13 ทรานสดิวเซอร์ชนิดความจุแบบต่าง ๆ	4	6	10

ตารางที่ ข-2 รายละเอียดการแบ่งหน่วยเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (ต่อ)

หน่วยที่	รายการ	คาบเรียน (ชั่วโมง)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
	ทรานสดิวเซอร์ชนิดหม้อแปลงแสดงความแตกต่างและ ทรานสดิวเซอร์ชนิดความเหนียวนำ-ชนิดความจุ (ต่อ) 2.14 เซ็นเซอร์ชนิดความจุ 2.15 การประยุกต์ใช้งานพรีอักษิมีตีเซ็นเซอร์ชนิดความจุ ใบงานการทดลองหน่วยที่ 2		6	
3	ทรานสดิวเซอร์ชนิดความดัน 3.1 หลักการเบื้องต้นของความดันและการวัดความดัน 3.2 ชนิดของการวัดความดัน 3.3 ลักษณะทรานสดิวเซอร์ชนิดความดัน 3.4 การใช้งานทรานสดิวเซอร์ชนิดความดัน 3.5 ทรานสดิวเซอร์ชนิดความดันต่อร่วมใช้งานกับ ทรานสดิวเซอร์อื่น 3.6 ทรานสดิวเซอร์ชนิดความดันที่ผลิตมาใช้งาน ใบงานการทดลองหน่วยที่ 3	2		5
4	เทอร์โมคัปเปิล 4.1 หลักการเบื้องต้นเทอร์โมคัปเปิล 4.2 การวัดอุณหภูมิเปรียบเทียบกับอุณหภูมิที่จุด 0°C 4.3 ชนิดของเทอร์โมคัปเปิล 4.4 ลักษณะหัวใช้งานของเทอร์โมคัปเปิล 4.5 เทอร์โมคัปเปิลที่ผลิตมาใช้งาน 4.6 ข้อควรคำนึงในการใช้เทอร์โมคัปเปิล 4.7 หลักการชดเชยด้วยรอยต่อความเย็น 4.8 เทอร์โมคัปเปิลเทอร์โมมิเตอร์ ใบงานการทดลองหน่วยที่ 4	2		
5	ตัวตรวจจับอุณหภูมิด้วยความต้านทานและเทอร์มิสเตอร์ 5.1 หลักการเบื้องต้นตัวตรวจจับอุณหภูมิด้วย ความต้านทาน 5.2 รูปแบบของตัวตรวจจับอุณหภูมิด้วยความต้านทาน 5.3 การใช้โลหะพลาตินัมทำ RTD 5.4 ความต้านทานออกเอาต์พุตของ RTD ชนิดพลาตินัม 5.5 โครงสร้างและการต่อใช้งานของ RTD ใช้โลหะพลาตินัม 5.6 RTD ที่ผลิตมาใช้งาน 5.7 หลักการเบื้องต้นของเทอร์มิสเตอร์	4		10

ตารางที่ ข-2 รายละเอียดการแบ่งหน่วยเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (ต่อ)

หน่วยที่	รายการ	คาบเรียน (ชั่วโมง)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
	ตัวตรวจจับอุณหภูมิด้วยความต้านทานและเทอร์มิสเตอร์ (ต่อ) 5.8 สัมประสิทธิ์อุณหภูมิของเทอร์มิสเตอร์ 5.9 ชนิดของเทอร์มิสเตอร์ 5.10 รายละเอียดคุณสมบัติของเทอร์มิสเตอร์ ใบงานการทดลองหน่วยที่ 5		6	
6	ทรานสดิวเซอร์ทำงานด้วยแสง 6.1 แสงและแหล่งกำเนิดแสง 6.2 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง 6.3 คุณสมบัติของ LDR 6.4 การนำ LDR ไปใช้งาน 6.5 โฟโตไดโอด 6.6 การทำงานของโฟโตไดโอด 6.7 การนำโฟโตไดโอดไปใช้งาน 6.8 โฟโตทรานซิสเตอร์ 6.9 การทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์ 6.10 โฟโตดาร์ลิ่งตัน 6.11 เซลล์แสงอาทิตย์ 6.12 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบาง ใบงานการทดลองหน่วยที่ 6	2		5
7	ทรานสดิวเซอร์-เซ็นเซอร์คลื่นเสียง ควิน ความร้อน ก๊าซ 7.1 คลื่นเสียง 7.2 คลื่นเหนือเสียง 7.3 การทำงานของคลื่นเหนือเสียง 7.4 ทรานสดิวเซอร์คลื่นเหนือเสียง 7.5 การกำเนิดคลื่นเหนือเสียง 7.6 การประยุกต์ใช้งานคลื่นเหนือเสียง 7.7 เซ็นเซอร์ป้องกันอัคคีภัย 7.8 เซ็นเซอร์ตรวจจับก๊าซรั่ว ใบงานการทดลองหน่วยที่ 7	4		10
8	อุปกรณ์ควบคุมการเปิดปิดวงจร 8.1 อุปกรณ์ควบคุมวงจร 8.2 สวิตช์ทำงานด้วยมือ 8.3 สวิตช์ทำงานด้วยกลไก	4		10

ตารางที่ ข-2 รายละเอียดการแบ่งหน่วยเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (ต่อ)

หน่วยที่	รายการ	คาบเรียน (ชั่วโมง)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
	อุปกรณ์ควบคุมการเปิดปิดวงจร (ต่อ) 8.4 สวิตซ์ทำงานด้วยสนามแม่เหล็ก 8.5 สวิตซ์อิเล็กทรอนิกส์ ใบงานการทดลองหน่วยที่ 8 (บอร์ด WD 81)		6	
9	การควบคุมความเร็วและทิศทางการหมุนของมอเตอร์ 9.1 มอเตอร์และชนิดมอเตอร์ 9.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 9.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 9.4 การกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ 9.5 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ 9.6 วงจรบริดจ์ควบคุมอาร์เมเจอร์ 9.7 สเตปเปอร์มอเตอร์ 9.8 โครงสร้างและส่วนประกอบของสเตปเปอร์มอเตอร์ 9.9 การควบคุมสเตปเปอร์มอเตอร์ทำงาน 9.10 หลักการทำงานของสเตปเปอร์มอเตอร์ ใบงานการทดลองหน่วยที่ 9	4	6	10
10	การควบคุมกำลังงานไฟฟ้ากระแสตรงและเครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้าคงที่ 10.1 วงจรเรียงกระแสแบบต่าง ๆ 10.2 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นชนิดเฟสเดียวใช้ไดโอด 10.3 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นชนิดเฟสเดียวใช้ไดโอด 10.4 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ชนิดเฟสเดียวใช้ไดโอด 10.5 วงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบมีจุดกลางใช้ไดโอด 10.6 วงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบบริดจ์ใช้ไดโอด 10.7 วงจรเรียงกระแสชนิดเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นใช้ SCR 10.8 วงจรเรียงกระแสชนิดเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นใช้ SCR 10.9 วงจรเรียงกระแสชนิดเฟสเดียวแบบบริดจ์ใช้ SCR 10.10 วงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบมีจุดกลางใช้ SCR 10.11 วงจรเรียงกระแสชนิดสามเฟสแบบบริดจ์ใช้ SCR	4		10

ตารางที่ ข-2 รายละเอียดการแบ่งหน่วยเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (ต่อ)

หน่วยที่	รายการ	คาบเรียน (ชั่วโมง)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
	การควบคุมกำลังงานไฟฟ้ากระแสตรงและเครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้าคงที่ (ต่อ) 10.12 ตัวรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น 10.13 พื้นฐานตัวรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น 10.14 การควบคุมรอบของการทำงาน 10.15 ชนิดตัวรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้น 10.16 การเลือกตัวรักษาระดับแรงดันคงที่มาใช้งาน 10.17 วงจรป้องกันภายในตัวไอซีรักษาระดับคงที่แบบเชิงเส้น 10.18 ไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้นชนิด 3 ขา 10.19 วงจรใช้งานไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้นชนิด 3 ขา 10.20 ไอซีรักษาระดับแรงดันคงที่แบบเชิงเส้นเบอร์ 723 ใบงานการทดลองหน่วยที่ 10 (บอร์ด WD 82, WD 83 และ WD 84)		6	
	รวม	34	51	85
	สอบวัดผลสัมฤทธิ์			5
	รวมทั้งหมด			90

## ภาคผนวก ค

- การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบ
- ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่คัดเลือก 60 ข้อ
- คะแนนจากการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่คัดเลือก (60 ข้อ)
- การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบสมรรถนะ
- การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84
- การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป
- การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม ที่ไม่ได้เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84
- การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป
- คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม
- เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป
- ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84
- ผลการประเมินสมรรถนะของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84
- แบบประเมินสมรรถนะ

### การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบ

ตารางที่ ค-1 การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	0	+1	+1	+1	+4	0.8
2	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
3	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
4	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
5	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
6	0	+1	+1	0	0	+2	0.4
7	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
8	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
9	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
10	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
11	0	0	+1	0	+1	+2	0.4
12	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
13	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
14	0	+1	+1	0	0	+2	0.4
15	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
16	+1	+1	0	+1	+1	+4	0.8
17	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
18	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
19	0	+1	0	+1	0	+2	0.4
20	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
21	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
22	+1	+1	+1	0	+1	+4	0.8
23	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
24	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
25	+1	0	+1	+1	+1	+4	0.8
26	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
27	+1	0	0	0	+1	+2	0.4
28	0	+1	+1	+1	0	+3	0.6
29	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
30	+1	+1	0	+1	+1	+4	0.8
31	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1



ตารางที่ ค-1 การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบ (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
32	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
33	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
34	0	+1	0	+1	0	+2	0.4
35	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
36	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
37	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
38	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
39	+1	+1	0	+1	+1	+4	0.8
40	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
41	+1	+1	+1	+1	0	+4	0.8
42	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
43	0	+1	0	+1	+1	+3	0.6
44	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
45	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
46	0	+1	0	+1	0	+2	0.4
47	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
48	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
49	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
50	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
51	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
52	0	0	0	+1	+1	+2	0.4
53	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
54	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
55	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
56	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
57	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
58	0	0	0	0	0	0	0
59	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
60	0	+1	0	+1	0	+2	0.4
61	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
62	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
63	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
64	+1	0	+1	+1	+1	+4	0.8

ตารางที่ ค-1 การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบ (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
65	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
66	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
67	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
68	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
69	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
70	0	0	0	+1	+1	+2	0.4
71	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
72	0	+1	+1	0	0	+2	0.4
73	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
74	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
75	0	+1	0	0	+1	+2	0.4
รวม							64.4

$$\Sigma x = 64.4$$

$$\bar{x} = 0.858$$

ตารางที่ ค-2 ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่คัดเลือก 60 ข้อ

ข้อที่	$R_U$ (10 คน)	$R_L$ (10 คน)	P	q	Pq	D
1	7	5	0.60	0.40	0.24	0.20
2	8	1	0.45	0.55	0.25	0.70
3	7	3	0.50	0.50	0.25	0.40
4	9	1	0.50	0.50	0.25	0.80
5	6	1	0.35	0.65	0.23	0.50
6	4	2	0.30	0.70	0.21	0.20
7	7	3	0.50	0.50	0.25	0.40
8	6	3	0.45	0.55	0.25	0.30
9	7	1	0.40	0.60	0.24	0.60
10	6	4	0.50	0.50	0.25	0.20
11	7	1	0.40	0.60	0.24	0.60
12	6	2	0.40	0.60	0.24	0.40
13	8	1	0.45	0.55	0.25	0.70
14	6	2	0.40	0.60	0.24	0.40
15	4	2	0.30	0.70	0.21	0.20
16	5	1	0.30	0.70	0.21	0.40
17	7	1	0.40	0.60	0.24	0.60
18	6	2	0.40	0.60	0.24	0.40
19	7	1	0.40	0.60	0.24	0.60
20	8	3	0.55	0.45	0.25	0.50
21	7	1	0.40	0.60	0.24	0.60
22	6	3	0.45	0.55	0.25	0.30
23	5	2	0.35	0.65	0.23	0.30
24	7	3	0.50	0.50	0.25	0.40
25	9	2	0.55	0.45	0.25	0.70
26	8	2	0.50	0.50	0.25	0.60
27	7	1	0.40	0.60	0.24	0.60
28	5	1	0.30	0.70	0.21	0.40
29	6	1	0.35	0.65	0.23	0.50
30	7	4	0.55	0.45	0.25	0.30
31	5	2	0.35	0.65	0.23	0.30
32	3	1	0.20	0.80	0.16	0.20
33	6	2	0.40	0.60	0.24	0.40
34	7	1	0.40	0.60	0.24	0.60

ตารางที่ ค-2 ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่คัดเลือก 60 ข้อ (ต่อ)

ข้อที่	$R_U$ (10 คน)	$R_T$ (10 คน)	P	q	Pq	D
35	6	2	0.40	0.60	0.24	0.40
36	7	3	0.50	0.50	0.25	0.40
37	6	1	0.35	0.65	0.23	0.50
38	7	2	0.45	0.55	0.25	0.50
39	6	1	0.35	0.65	0.23	0.50
40	4	1	0.25	0.75	0.19	0.30
41	7	1	0.40	0.60	0.24	0.60
42	8	2	0.50	0.50	0.25	0.60
43	7	4	0.55	0.45	0.25	0.30
44	6	3	0.45	0.55	0.25	0.30
45	4	1	0.25	0.75	0.19	0.30
46	4	2	0.30	0.70	0.21	0.20
47	7	1	0.40	0.60	0.24	0.60
48	6	2	0.40	0.60	0.24	0.40
49	7	1	0.40	0.60	0.24	0.60
50	8	3	0.55	0.45	0.25	0.50
51	3	1	0.20	0.80	0.16	0.20
52	7	2	0.45	0.55	0.25	0.50
53	6	2	0.40	0.60	0.24	0.40
54	7	1	0.40	0.60	0.24	0.60
55	4	1	0.25	0.75	0.19	0.30
56	7	2	0.45	0.55	0.25	0.50
57	6	1	0.35	0.65	0.23	0.50
58	8	2	0.50	0.50	0.25	0.60
59	7	1	0.40	0.60	0.24	0.60
60	6	2	0.40	0.60	0.24	0.40
รวม	380	111	24.25	35.75	13.88	26.90
เฉลี่ย	6.33	1.85	0.40	0.60	0.23	0.45

**หมายเหตุ\*** คือข้อที่ถูกตัดออกเพราะค่าความยากง่ายไม่อยู่ระหว่าง 0.2 - 0.8 และ/หรือ ค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่า 0.2

ตารางที่ ค-3 คะแนนจากการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่คัดเลือก (60 ข้อ)

คนที่	X	X <sup>2</sup>
1	49	2,401
2	56	3,136
3	49	2,401
4	31	961
5	51	2,601
6	50	2,500
7	56	3,136
8	54	2,916
9	41	1,681
10	55	3,025
11	35	1,225
12	31	961
13	30	900
14	52	2,704
15	56	3,136
16	54	2,916
17	30	900
18	56	3,136
19	49	2,401
20	30	900
21	31	961
22	55	3,025
23	56	3,136
24	30	900
25	54	2,916
26	30	900
27	32	1,024
28	30	900
29	30	900
30	31	961
รวม	1,294	59,560

### การหาค่าความยากง่ายของข้อสอบ

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	P	คือ	ดัชนีค่าความยากง่าย
	R	คือ	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูก
	N	คือ	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

จากคำถามข้อที่ 1 มีค่า R = 12, N = 20 แทนค่าลงในสูตร

$$P = \frac{12}{20} = 0.6$$

คำถามข้อที่ 1 มีค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.6 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้

### การหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

$$D = \frac{R_U - R_L}{N/2}$$

เมื่อ	D	คือ	ค่าอำนาจจำแนก
	R <sub>U</sub>	คือ	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
	R <sub>L</sub>	คือ	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
	N	คือ	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

จากคำถามข้อที่ 1 มีค่า R<sub>U</sub> = 7, R<sub>L</sub> = 5, N = 20 แทนค่าลงในสูตร

$$D = \frac{7-5}{20/2} = 0.2$$

คำถามข้อที่ 1 มีค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.2 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้เช่นกัน

### การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ	r <sub>tt</sub>	คือ	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	คือ	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	คือ	สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ

q	คือ	สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ
$S_t^2$	คือ	ความแปรปรวนของแบบทดสอบ

$$S_t^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$$

เมื่อ	$S_t^2$	คือ	ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ
	N	คือ	จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด
	X	คือ	คะแนนแต่ละคนที่ทำแบบทดสอบ

หาค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ได้จาก

$$\begin{aligned} S_t^2 &= \frac{30(59,560) - (1,294)^2}{900} \\ &= \frac{1,786,800 - 1,674,436}{900} \\ &= \frac{112,364}{900} = 124.85 \end{aligned}$$

แทนค่า	$r_{tt} = \frac{60}{60-1} \left\{ 1 - \frac{13.88}{124.85} \right\}$
	$= 0.9038$

ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีค่าเท่ากับ 90.08 %

### การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบสมรรถนะ

ตารางที่ ค-4 การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบสมรรถนะ บอร์ด  
WD 81

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	0	+1	0	+1	0	+2	0.4
2	+1	+1	+1	0	+1	+4	0.8
3	0	+1	+1	+1	+1	+4	0.8
4	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
5	+1	0	+1	+1	+1	+4	0.8
6	0	0	0	0	0	0	0
7	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
8	0	0	0	1	+1	+2	0.4
9	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
10	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
11	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
12	0	0	0	0	0	0	0
13	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
14	0	+1	0	+1	0	+2	0.4
15	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
รวม							10.6

$$\Sigma x = 10.6$$

$$\bar{X} = 0.71$$



ตารางที่ ค-5 การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบสมรรถนะ บอร์ด  
WD 82

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
2	-1	+1	+1	1	0	+2	0.4
3	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
4	+1	+1	+1	+1	-1	+3	0.6
5	+1	0	+1	+1	-1	+2	0.4
6	0	+1	-1	+1	+1	+2	0.4
7	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
8	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
9	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
10	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
11	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
12	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
13	0	+1	0	-1	+1	+1	0.2
14	+1	+1	-1	+1	-1	+1	0.2
15	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
รวม							11.2

$$\Sigma X = 11.2$$

$$\bar{X} = 0.74$$

ตารางที่ ค-6 การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบสมรรถนะ บอร์ด  
WD 83

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	0.2
2	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
3	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
4	+1	0	-1	+1	-1	0	0
5	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
6	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
7	0	+1	-1	0	+1	+1	0.2
8	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
9	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
10	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
11	+1	-1	+1	0	0	+1	0.2
12	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
13	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
14	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
15	-1	+1	+1	-1	+1	+1	0.2
รวม							10.8

$$\Sigma X = 10.6$$

$$\bar{X} = 0.72$$

ตารางที่ ค-7 การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบสมรรถนะ บอร์ด  
WD 84

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
2	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
3	0	+1	+1	0	0	+2	0.4
4	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
5	+1	-1	+1	+1	0	+2	0.4
6	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
7	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
8	+1	0	+1	0	0	+2	0.4
9	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
10	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
11	0	+1	0	+1	-1	+1	0.2
12	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
13	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
14	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1
15	0	+1	0	0	+1	+2	0.4
รวม							11.8

$$\Sigma X = 11.8$$

$$\bar{X} = 0.78$$

ตารางที่ ค-8 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงาน  
อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

คนที่	คะแนน		D	D <sup>2</sup>
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
1	20	52	32	1,024
2	21	50	29	841
3	23	51	28	784
4	22	48	26	676
5	19	50	31	961
6	20	47	27	729
7	25	49	24	576
8	23	51	28	784
9	22	49	27	729
10	21	48	27	729
11	24	47	23	529
12	23	50	27	729
13	22	48	26	676
14	21	50	29	841
15	20	48	28	784
รวม	326	738	412	11,392
ค่าเฉลี่ย	21.73	49.20		

#### การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน

การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้สูตรทดสอบความแตกต่าง  
ของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน t-Dependent

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 < \mu_2$$

$$\alpha : 0.05$$

จากตารางค่า t ที่  $\alpha = 0.05$ ,  $df = 15-1 = 14$  :  $t = 1.76$

จากสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

$$t = \frac{412}{\sqrt{\frac{(15 \times 11,392) - (412)^2}{15-1}}}$$

$$t = \frac{412}{\sqrt{\frac{170,880 - 169,744}{14}}}$$

$$t = 45.73$$

ค่าที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า  $t$  ในตาราง ดังนั้นจึงปฏิเสธ  $H_0$  ยอมรับ  $H_1$  นั่นคือค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ซึ่งแสดงว่าหลังจากที่กลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 นี้แล้วนักเรียนมีความรู้มากขึ้น

การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน  
ของกลุ่มทดลอง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

Paired Samples Statistics

Pair 1	Paired Difference					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
ก่อนเรียน กับ หลังเรียน	27.47	2.326	0.601	26.179	28.755	45.737	14	0.000

t-table = 2.1448

การแปลผล

1. Pair 1 หมายถึง การหาค่าแตกต่างระหว่างคะแนน หลังเรียน ลบ ก่อนเรียน
2. Mean หมายถึง ค่าเฉลี่ยค่าความแตกต่างของคะแนน หลังเรียน และ ก่อนเรียน เท่ากับ 27.47
3. Std. Deviation หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าแตกต่าง (Sd) = 2.326
4. Std. Error Mean หมายถึง ค่าคาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยของค่าแตกต่าง (SEd) = 0.601
5. 99% Confidence Interval of the Difference หมายถึง ค่าช่วงความเชื่อมั่นที่ 99% ของค่าเฉลี่ย เท่ากับ  $26.18 < \mu d < 28.755$
6. ค่า t หมายถึง ค่าสถิติทดสอบของการทดสอบ  $H_0: \mu d = 0$  ในที่นี้  $t = 45.737$  t-table = 2.1448
7. Sig. (2-tailed) หมายถึง ค่า Significance ของการทดสอบ  $t = 0.000$  ซึ่งน้อยกว่า  $\alpha = 0.05$

สรุปผลการวิเคราะห์

ตารางที่... ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที่ และระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ในการทดสอบเปรียบเทียบคะแนน ก่อนเรียน กับ หลังเรียน ของผู้เรียน

	Mean	S.D.	ค่าเฉลี่ยของผลต่าง	S.D. ค่าเฉลี่ย ผลต่าง	t	df	Sig 1 tailed
ก่อนเรียน	21.73	1.668	27.47	2.326	45.737 *	14	0.000
หลังเรียน	49.20	1.521					

จากตารางที่.... พบว่า การทดสอบคะแนนของผู้เรียน มีคะแนน ก่อนเรียน เฉลี่ย เท่ากับ 21.73 คะแนน และมีคะแนน หลังเรียน เฉลี่ย เท่ากับ 49.20 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบ ทั้งสองครั้ง พบว่า คะแนนสอบ หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ ค-9 การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม ที่ไม่ได้เรียนด้วยชุดฝึก  
สมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

คนที่	คะแนน		D	D <sup>2</sup>
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
1	23	48	25	625
2	25	48	23	529
3	23	49	26	676
4	22	52	30	900
5	21	46	25	625
6	20	46	26	676
7	20	47	27	729
8	22	50	28	784
9	24	47	23	529
10	23	46	23	529
11	23	45	22	484
12	24	49	25	625
13	20	48	28	784
14	21	48	27	729
15	19	47	28	784
รวม	330	716	386	10,008
ค่าเฉลี่ย	22	47.73		

#### การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน

การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้สูตรทดสอบความแตกต่าง  
ของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน t-Dependent

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 < \mu_2$$

$$\alpha : 0.05$$

จากตารางค่า t ที่  $\alpha = 0.05$ ,  $df = 15-1 = 14$  :  $t = 1.76$

จากสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

$$t = \frac{386}{\sqrt{\frac{(15 \times 10,008) - (386)^2}{15-1}}}$$

$$t = \frac{386}{\sqrt{\frac{150,120 - 148,996}{14}}}$$

$$t = 43.08$$

ค่าที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า t ในตาราง ดังนั้นจึงปฏิเสธ  $H_0$  ยอมรับ  $H_1$  นั่นคือค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ซึ่งแสดงว่าหลังจากที่กลุ่มควบคุม ที่ไม่ได้เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 นักเรียนมีความรู้มากขึ้น



การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน  
ของกลุ่มควบคุม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

Paired Samples Statistics

Pair 1	Paired Difference					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
ก่อนเรียน กับ หลังเรียน	25.73	2.314	0.597	24.452	27.015	43.079	14	0.000

t-table = 2.1448

การแปลผล

1. Pair 1 หมายถึง การหาค่าแตกต่างระหว่างคะแนน หลังเรียน ลบ ก่อนเรียน
2. Mean หมายถึง ค่าเฉลี่ยค่าความแตกต่างของคะแนน หลังเรียน และ ก่อนเรียน เท่ากับ 25.73
3. Std. Deviation หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าแตกต่าง (Sd) = 2.314
4. Std. Error Mean หมายถึง ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยของค่าแตกต่าง (SEd) = 0.597
5. 99% Confidence Interval of the Difference หมายถึง ค่าช่วงความเชื่อมั่นที่ 99% ของค่าเฉลี่ย เท่ากับ  $24.45 < \mu d < 27.015$
6. ค่า t หมายถึง ค่าสถิติทดสอบของการทดสอบ  $H_0 : \mu d = 0$  ในที่นี้  $t = 43.079$  t-table = 2.1448
7. Sig. (2-tailed) หมายถึง ค่า Significance ของการทดสอบ  $t = 0.000$  ซึ่งน้อยกว่า  $\alpha = 0.05$

สรุปผลการวิเคราะห์

ตารางที่... ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ในการทดสอบเปรียบเทียบคะแนน ก่อนเรียน กับ หลังเรียน ของผู้เรียน

	Mean	S.D.	ค่าเฉลี่ยของผลต่าง	S.D. ค่าเฉลี่ย ผลต่าง	t	df	Sig 1 tailed
ก่อนเรียน	22.00	1.773	25.73	2.314	43.079 *	14	0.000
หลังเรียน	47.73	1.792					

จากตารางที่... พบว่า การทดสอบคะแนนของผู้เรียน มีคะแนน ก่อนเรียน เฉลี่ย เท่ากับ 22.00  
คะแนน และมีคะแนน หลังเรียน เฉลี่ย เท่ากับ 47.73 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบ  
ทั้งสองครั้ง พบว่า คะแนนสอบ หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ ค-10 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

คนที่	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
	60 คะแนน	X1	X1 <sup>2</sup>	60 คะแนน	X2	X2 <sup>2</sup>
1	52	52	2,704	48	48	2,304
2	50	50	2,500	48	48	2,304
3	51	51	2,601	49	49	2,401
4	48	48	2,304	52	52	2,704
5	50	50	2,500	46	46	2,116
6	47	47	2,209	46	46	2,116
7	49	49	2,401	47	47	2,209
8	51	51	2,601	50	50	2,500
9	49	49	2,401	47	47	2,209
10	48	48	2,304	46	46	2,116
11	47	47	2,209	45	45	2,025
12	50	50	2,500	49	49	2,401
13	48	48	2,304	48	48	2,304
14	50	50	2,500	48	48	2,304
15	48	48	2,304	47	47	2,209
รวม	738	738	36,342	716	716	34,222
เฉลี่ย	49.20			47.73		

การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

ค่าความแปรปรวนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

$$S_1^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

$$S_1^2 = \frac{(15 \times 36,342) - (738)^2}{15(15-1)}$$

$$S_1^2 = \frac{545,130 - 544,644}{210}$$

$$S_1^2 = 2.33$$

ค่าความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

$$S_1^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

$$S_1^2 = \frac{(15 \times 34,222) - (716)^2}{15(15-1)}$$

$$S_1^2 = \frac{513,330 - 512,656}{210}$$

$$S_1^2 = 3.21$$

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้สูตรทดสอบสมมติฐานผลต่างระหว่าง 2 ค่าเฉลี่ย ด้วยการทดสอบ t-test กรณี 2 กลุ่มเป็นอิสระต่อกัน t-Independent

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 < \mu_2$$

$$\alpha : 0.05$$

จากตารางค่า t ที่  $\alpha = 0.05$ ,  $df = 30 - 2 = 28$  :  $t = 1.70$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$t = \frac{49.20 - 47.73}{\sqrt{\frac{2.33}{15} + \frac{3.21}{15}}}$$

$$t = 2.418$$

ค่าที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า t ในตาราง ดังนั้นจึงปฏิเสธ  $H_0$  ยอมรับ  $H_1$  นั่นคือค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งแสดงว่าหลังจากที่กลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 นักเรียนมีความรู้มากขึ้น

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ที่เป็นอิสระกัน โดยมีสมมติฐาน ดังนี้

$H_0$  : ค่าเฉลี่ยของ คะแนน ทั้งสองกลุ่มเท่ากัน

$H_1$  : ค่าเฉลี่ยของ คะแนน ทดลอง สูงกว่า ควบคุม

Group Statistics

กลุ่ม	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
X ทดลอง	15	49.20	1.521	0.393
ควบคุม	15	47.73	1.792	0.463

การแปลผล

1. X หมายถึง ตัวแปรในที่นี่ คือ ทดลอง  
และ ควบคุม
2. N หมายถึง จำนวนผู้เรียนทั้งหมด โดย ทดลอง เท่ากับ 15 คน  
ควบคุม เท่ากับ 15 คน
3. Mean หมายถึง ค่าเฉลี่ยการทดสอบ ทดลอง เท่ากับ 49.20 คะแนน  
ค่าเฉลี่ยการทดสอบ ควบคุม เท่ากับ 47.73 คะแนน
4. Std. Deviation หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบ ทดลอง เท่ากับ 1.521 คะแนน  
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบควบคุม เท่ากับ 1.792 คะแนน
5. Std. Error Mean หมายถึง ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการทดสอบ ทดลอง เท่ากับ 0.393 คะแนน  
ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการทดสอบ ควบคุม เท่ากับ 0.463 คะแนน

## Indendent Samples Test

	F-test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2 tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
X Equal Variance assumed	1.387	0.249	2.417	28	0.022	1.467	0.607	0.224	2.710
Equal Variance not assumed			2.417	27.283	0.023	1.467	0.607	0.222	2.712

การแปลผล

1. F-test for Equality of Variances เป็นการทดสอบว่าค่าความแปรปรวนของประชากรเท่ากันหรือไม่ โดยใช้ค่าสถิติ  $F = S_{\max}^2 / S_{\min}^2$  ในการทดสอบ

$H_0$  : ค่าความแปรปรวนของประชากรเท่ากัน

$H_1$  : ค่าความแปรปรวนของประชากรไม่เท่ากัน

จากผลการวิเคราะห์ค่า F-test = 1.387 Sig. = 0.249 Critical Value ( $\alpha=0.05$ ) = F-table = 4.196  
จึงยอมรับ  $H_0$  สรุปว่า ค่าความแปรปรวนของประชากรเท่ากัน

ให้ใช้สถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ในส่วน Equal Variances assumed

2. ค่า t หมายถึง ค่าสถิติในการทดสอบ  $H_0 : \mu_1 = \mu_2$  ในที่นี้  $t = 2.417$  ส่วน t-table .05 = 2.0518

3. ค่า df หมายถึง ค่าองศาอิสระของ t ในที่นี้  $df = 28$

4. Sig.(2-tailed) หมายถึง ค่า Significance ของการทดสอบ 2 ทางของค่า  $t = 0.022$  ซึ่งน้อยกว่า  $\alpha = 0.05$

5. Mean Difference หมายถึง ผลต่างของคะแนนเฉลี่ย = 1.467

6. Std. Error Difference หมายถึง ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยของค่าแตกต่าง ( $SE_d$ ) = 0.607

5. 95% Confidence Interval of the Difference หมายถึง ค่าช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% คือ  
 $0.224 < \mu_1 - \mu_2 < 2.710$  หรือผลต่างของค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.224 ถึง 2.710

## สรุปผลการวิเคราะห์

สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองเท่ากันหรือไม่ โดยเลือกใช้จากแถวที่มีค่าความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่ จากค่าสถิติ F-test

$H_0$  : ค่าเฉลี่ย คะแนน ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : ค่าเฉลี่ยของ คะแนน ทดลอง สูงกว่า ควบคุม

ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผู้เรียน 2 กลุ่ม

	N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed
ทดลอง	15	49.20	1.52	1.47	2.417 *	28	0.011
ควบคุม	15	47.73	1.79				

จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของผู้เรียน ทดลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.20 คะแนน ควบคุม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 47.73 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความแตกต่างกันเท่ากับ 1.47 คะแนน ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างผู้เรียน ทดลอง กับ ควบคุม สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ ค-11 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม  
บอร์ด WD 81-84

คนที่	คะแนนระหว่างเรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงาน อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม					ร้อยละ	คะแนน หลังเรียน (60)	ร้อยละ
	WD 81 (25)	WD 82 (25)	WD 83 (25)	WD 84 (25)	รวม (100)			
1	24	20	22	20	86	86	52	86.67
2	22	19	21	21	83	83	50	83.33
3	24	21	20	22	87	87	51	85
4	22	20	20	22	84	84	48	80
5	22	21	20	21	84	84	50	83.33
6	22	23	18	21	84	84	47	78.33
7	23	23	20	22	88	88	49	81.67
8	23	21	22	21	87	87	51	85.00
9	23	20	21	22	86	86	49	81.67
10	22	22	20	20	84	84	48	80
11	22	21	21	21	85	85	47	78.33
12	23	22	19	22	86	86	50	83.33
13	25	21	19	22	87	87	48	80
14	22	19	20	21	82	82	50	83.33
15	23	21	21	21	86	86	48	80
ประสิทธิภาพ						85.27		82

ตารางที่ ค-12 ผลการประเมินสมรรถนะของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์  
อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

สมรรถนะ	จำนวนนักเรียนที่ผ่านสมรรถนะ (คน)			
	ความรู้			ทักษะและเจตคติ
	ผ่าน	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน	
1. ใช้สวิตช์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง	14	1	0	15
2. ใช้รีเลย์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง	13	2	0	15
3. ใช้สวิตช์ทรานซิสเตอร์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง	14	1	0	15
4. ใช้เฟดควบคุมโหลดได้ถูกต้อง	13	2	0	15
5. ต่อบางจรเรียงกระแสโดยใช้เอสซีอาร์ ได้ถูกต้อง	12	3	0	15
6. ต่อบางจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ ในวงจร ครึ่งคลื่นได้ถูกต้อง	13	2	0	15
7. ต่อบางจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ ในวงจรเต็มคลื่นได้ถูกต้อง	12	3	0	15
8. ต่อบางจรกิจกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อย ที่ใช้ยูเจทีได้ถูกต้อง	13	2	0	15
9. ต่อบางจรกิจกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อย ที่ใช้พียูทีได้ถูกต้อง	12	3	0	15
10. ต่อบางจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์และพียูที ได้ถูกต้อง	13	2	0	15
11. ต่อบางจรควบคุมเฟสที่ใช้ไตรแอก และไดแอกได้ถูกต้อง	13	2	0	15
12. ต่อบางจรควบคุมเฟสที่ใช้ไตรแอก และยูเจทีได้ถูกต้อง	12	3	0	15
13. ต่อบางจรควบคุมเฟสด้วยวงจรรวม TCA785 ได้ถูกต้อง	12	3	0	15
14. ต่อบางจรอินเวอร์เตอร์และคอนเวอร์เตอร์ ได้ถูกต้อง	13	2	0	15
จำนวน (ร้อยละ)				100



ตารางที่ ค-13 แบบประเมินสมรรถนะ

เจตคติ A (Attitude)	ความรู้ K (Knowledge)	ระดับความรู้ (IS)			ทักษะ S (Skill)	ระดับทักษะ (PS)		
		R	A	I		I	C	A
สมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81								
สมรรถนะที่ 1 ใช้สวิตช์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง								
1.1 ข้อควรระวังในการ ใช้เครื่องมือ 1.2 ช่างสังเกต 1.3 ปฏิบัติงานตาม ขั้นตอนด้วยความ ปลอดภัย	1.1 การเลือกใช้งาน สวิตช์ 1.2 ข้อควรระวัง ในการเลือกใช้สวิตช์	/			1.1 ใช้สวิตช์ควบคุม โหลดได้		/	
สมรรถนะที่ 2 ใช้รีเลย์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง								
2.1 ข้อควรระวังในการ ใช้เครื่องมือ 2.2 ช่างสังเกต 2.3 ปฏิบัติงานตาม ขั้นตอนด้วยความ ปลอดภัย	2.1 การตรวจวัดขา รีเลย์ 2.2 ข้อควรระวัง ในการต่อใช้งานรีเลย์	/			2.1 ใช้รีเลย์ควบคุม โหลดได้		/	
สมรรถนะที่ 3 ใช้สวิตซ์ทรานซิสเตอร์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง								
3.1 ข้อควรระวังในการ ใช้เครื่องมือ 3.2 ช่างสังเกต 3.3 ปฏิบัติงานตาม ขั้นตอนด้วยความ ปลอดภัย	3.1 วงจรใช้งาน ทรานซิสเตอร์ เป็นสวิตช์	/			3..1ใช้สวิตซ์ ทรานซิสเตอร์ควบคุม โหลดได้		/	
สมรรถนะที่ 4 ใช้เฟตควบคุมโหลดได้ถูกต้อง								
4.1 ข้อควรระวังในการ ใช้เครื่องมือ 4.2 ช่างสังเกต 4.3 ปฏิบัติงานตาม ขั้นตอนด้วยความ ปลอดภัย	4.1 การใช้เฟตควบคุม การเปิด-ปิดวงจร 4.2 ข้อควรระวังในการ ใช้เฟตควบคุมโหลด	/			4.1 ใช้เฟตควบคุม โหลดได้		/	

ตารางที่ ค-13 แบบประเมินสมรรถนะ (ต่อ)

เจตคติ A (Attitude)	ความรู้ K (Knowledge)	ระดับความรู้ (IS)			ทักษะ S (Skill)	ระดับทักษะ (PS)		
		R	A	I		I	C	A
สมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82								
สมรรถนะที่ 5 ต่อดวงจรเรียงกระแสโดยใช้เอสซีอาร์ได้ถูกต้อง								
5.1 ข้อควรระวังในการ ใช้เครื่องมือ 5.2 ช่างสังเกต 5.3 ปฏิบัติงานตาม ขั้นตอนด้วยความ ปลอดภัย	5.1 วงจรเรียงกระแส ของเอสซีอาร์ 5.2 การใช้งาน เอสซีอาร์ 5.3 ข้อควรระวังของ วงจรเรียงกระแส ของเอสซีอาร์	/			5.1 ใช้เอสซีอาร์ใน วงจรเรียงกระแสได้		/	
สมรรถนะที่ 6 ต่อดวงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ในวงจรครึ่งคลื่นได้ถูกต้อง								
6.1 ข้อควรระวังในการ ใช้เครื่องมือ 6.2 ช่างสังเกต 6.3 ปฏิบัติงานตาม ขั้นตอนด้วยความ ปลอดภัย	6.1 เอสซีอาร์ควบคุม เฟสในวงจรครึ่งคลื่น 6.2 ข้อควรระวังในการ ใช้เอสซีอาร์	/			6.1 ใช้เอสซีอาร์ ควบคุมเฟสในวงจร ครึ่งคลื่นได้		/	
สมรรถนะที่ 7 ต่อดวงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ในวงจรเต็มคลื่นได้ถูกต้อง								
7.1 ข้อควรระวังในการ ใช้เครื่องมือ 7.2 ช่างสังเกต 7.3 ปฏิบัติงานตาม ขั้นตอนด้วยความ ปลอดภัย	7.1 เอสซีอาร์ควบคุม เฟสในวงจรเต็มคลื่น 7.2 ข้อควรระวังในการ ใช้เอสซีอาร์	/			7.1 ใช้เอสซีอาร์ ควบคุมเฟสในวงจร เต็มคลื่นได้		/	
สมรรถนะที่ 8 ต่อดวงจรกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้ยูเจทีได้ถูกต้อง								
8.1 ข้อควรระวังในการ ใช้เครื่องมือ 8.2 ช่างสังเกต 8.3 ปฏิบัติงานตาม ขั้นตอนด้วยความ ปลอดภัย	8.1 การทำงานวงจร กำเนิดสัญญาณ ฟันเลื่อยที่ใช้ยูเจที 8.2 ข้อควรระวังในการ ใช้งานยูเจที	/			8.1 ใช้ยูเจทีในวงจร กำเนิดสัญญาณ ฟันเลื่อยได้		/	

ตารางที่ ค-13 แบบประเมินสมรรถนะ (ต่อ)

เจตคติ A (Attitude)	ความรู้ K (Knowledge)	ระดับความรู้ (IS)			ทักษะ S (Skill)	ระดับทักษะ (PS)		
		R	A	I		I	C	A
สมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 (ต่อ)								
สมรรถนะที่ 9 ต่อดวงจรกำเนิดสัญญาณพินเลี้ยงที่ใช้พียูที่ได้ถูกต้อง								
9.1 ข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือ 9.2 ช่างสังเกต 9.3 ปฏิบัติงานตามขั้นตอนด้วยความปลอดภัย	9.1 การทำงานวงจรกำเนิดสัญญาณพินเลี้ยงที่ใช้พียูที่ 9.2 ข้อควรระวังในการใช้งานพียูที่	/			9.1 ต่อดวงจรกำเนิดสัญญาณพินเลี้ยงที่ใช้พียูที่ได้		/	
สมรรถนะที่ 10 ต่อดวงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์และพียูที่ได้ถูกต้อง								
10.1 ข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือ 10.2 ช่างสังเกต 10.3 ปฏิบัติงานตามขั้นตอนด้วยความปลอดภัย	10.1 การทำงานของเอสซีอาร์และพียูที่ใช้ควบคุมเฟส 10.2 ข้อควรระวังในการใช้งานเอสซีอาร์และพียูที่	/			10.1 ต่อดวงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์และพียูที่ได้		/	
สมรรถนะชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83								
สมรรถนะที่ 11 ต่อดวงจรควบคุมเฟสที่ใช้ไตรแอกและไดแอกได้ถูกต้อง								
11.1 ข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือ 11.2 ช่างสังเกต 11.3 ปฏิบัติงานตามขั้นตอนด้วยความปลอดภัย	11.1 การทำงานของไตรแอก 11.2 การทำงานของไดแอก 11.3 ข้อควรระวังในการใช้ไตรแอกและไดแอก	/			11.1 ต่อดวงจรควบคุมเฟสที่ใช้ไตรแอกและไดแอกได้		/	
สมรรถนะชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83								
สมรรถนะที่ 12 ต่อดวงจรควบคุมเฟสที่ใช้ไตรแอกและยูเจทีที่ได้ถูกต้อง								
12.1 ข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือ 12.2 ช่างสังเกต 12.3 ปฏิบัติงานตามขั้นตอนด้วยความปลอดภัย	12.1 การทำงานของไตรแอก 12.2 การทำงานยูเจที 12.3 ข้อควรระวังในการใช้งานไตรแอกและยูเจที	/			12.1 ต่อดวงจรควบคุมเฟสที่ใช้ไตรแอกและยูเจทีได้		/	

ตารางที่ ค-13 แบบประเมินสมรรถนะ (ต่อ)

เจตคติ A (Attitude)	ความรู้ K (Knowledge)	ระดับความรู้ (IS)			ทักษะ S (Skill)	ระดับทักษะ (PS)		
		R	A	I		I	C	A
สมรรถนะชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83								
สมรรถนะที่ 12 ต้องจรรยาควบคุมเฟสที่ใช้ไตรแอกและยูเจทีได้ถูกต้อง								
12.1 ข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือ	12.1 การทำงานของไตรแอก	/			12.1 ต้องจรรยาควบคุมเฟสที่ใช้ไตรแอกและยูเจทีได้		/	
12.2 ช่างสังเกต	12.2 การทำงานยูเจที	/						
12.3 ปฏิบัติงานตามขั้นตอนด้วยความปลอดภัย	12.3 ข้อควรระวังในการใช้งานไตรแอกและยูเจที	/						
สมรรถนะชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84								
สมรรถนะที่ 13 ต้องจรรยาควบคุมเฟสด้วยวงจรรวม TCA785 ได้ถูกต้อง								
13.1 ข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือ	13.1 การทำงานของไอซี TCA785	/			13.1 ต้องจรรยาควบคุมเฟสด้วยวงจรรวม TCA785 ได้		/	
13.2 ช่างสังเกต	13.2 การทำงานวงจรรวม TCA785	/						
13.3 ปฏิบัติงานตามขั้นตอนด้วยความปลอดภัย	13.3 ข้อควรระวังของไอซี TCA785	/						
สมรรถนะที่ 14 ต้องจรรยาอินเวอร์เตอร์และคอนเวอร์เตอร์								
14.1 ข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือ	14.1 การทำงานของอินเวอร์เตอร์	/			14.1 ต้องจรรยาอินเวอร์เตอร์ใช้งานได้		/	
14.2 ช่างสังเกต	14.2 การทำงานของคอนเวอร์เตอร์	/			14.2 ต้องจรรยาคอนเวอร์เตอร์ใช้งานได้		/	
14.3 ปฏิบัติงานตามขั้นตอนด้วยความปลอดภัย								

**หมายเหตุ**

ระดับความสามารถ

IS : ทางสติปัญญา

PS : ทางทักษะฝีมือ

**ระดับ(IS)ทางสติปัญญา**

R : พื้นศึนความรู้

A : ประยুক্তความรู้

T : ส่งถ่ายความรู้

**ระดับ(PS)ทางทักษะฝีมือ**

I : เลียนแบบ

C : ทำถูกต้อง

A : ชำนาญ

## ภาคผนวก ง

- ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 ครั้งที่ 1
- ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 ครั้งที่ 2
- ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 ครั้งที่ 1
- ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 ครั้งที่ 2
- ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 ครั้งที่ 1
- ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 ครั้งที่ 2
- ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 ครั้งที่ 1
- ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 ครั้งที่ 2

ตารางที่ ง-1 ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์  
อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 ครั้งที่ 1

ลำดับ	รายการ	การทำงานของวงจร			
		ตรงข้อกำหนด		ไม่ตรงข้อกำหนด	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1	การใช้สวิตช์ในการปิด-เปิด โหลด (LED)	10	100	0	0
2	การใช้สวิตช์ควบคุมการเปลี่ยนตำแหน่งจุดต่อทางไฟฟ้า	7	87.50	1	12.50
3	การตรวจวัดขาของรีเลย์	13	100	0	0
4	วงจรรีเลย์ควบคุมโหลดแบบปกติเปิด (NO)	4	80	1	20
5	การใช้รีเลย์ทำหน้าที่สวิตช์	4	80	1	20
6	วงจรทรานซิสเตอร์ที่ใช้สวิตช์ควบคุมโหลด	4	80	1	20
7	วงจรทรานซิสเตอร์ควบคุมโหลดใช้โฟเทนซีอิมิตอร์	18	90	2	10
8	การหาคุณลักษณะทางเอาต์พุตของเฟต	19	90.48	2	9.52
9	การใช้เฟตควบคุมการปิด-เปิดวงจรโหลด (LED)	4	80	1	20

ตารางที่ ง-2 ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์  
อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 ครั้งที่ 2

ลำดับ	รายการ	การทำงานของวงจร			
		ตรงข้อกำหนด		ไม่ตรงข้อกำหนด	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1	การใช้สวิตซ์ในการปิด-เปิด โหลด (LED)	10	100	0	0
2	การใช้สวิตซ์ควบคุมการเปลี่ยนตำแหน่งจุดต่อทางไฟฟ้า	8	100	0	0
3	การตรวจวัดขาของรีเลย์	13	100	0	0
4	วงจรรีเลย์ควบคุมโหลดแบบปกติเปิด (NO)	5	100	0	0
5	การใช้รีเลย์ทำหน้าที่สวิตซ์	5	100	0	0
6	วงจรทรานซิสเตอร์ที่ใช้สวิตซ์ควบคุมโหลด	5	100	0	0
7	วงจรทรานซิสเตอร์ควบคุมโหลดใช้โฟเทนซีอิมิตอร์	20	100	0	0
8	การหาคุณลักษณะทางเอาต์พุตของเฟด	21	100	0	0
9	การใช้เฟดควบคุมการปิด-เปิดวงจรโหลด (LED)	5	100	0	0

ตารางที่ ง-3 ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์  
อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 ครั้งที่ 1

ลำดับ	รายการ	การทำงานของวงจร			
		ตรงข้อกำหนด		ไม่ตรงข้อกำหนด	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1	การตรวจวัดขาเอสซีอาร์	12	100	0	0
2	วงจรทดสอบคุณลักษณะทางไดนามิก ของเอสซีอาร์	11	91.67	1	8.33
3	การใช้งานเอสซีอาร์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	8	88.89	1	11.11
4	การทดสอบการจุดชนวนเกต	10	100	0	0
5	การทดลองหาค่ากระแสยึด	9	100	0	0
6	วงจรเรียงกระแสโดยใช้เอสซีอาร์	5	100	0	0
7	วงจรควบคุมเฟสแบบครึ่งคลื่นที่ใช้ตัวแบ่งแรงดัน	16	100	0	0
8	วงจรควบคุมเฟสแบบครึ่งคลื่นที่ใช้ตัวเก็บประจุ	8	100	0	0
9	วงจรควบคุมเฟสแบบเต็มคลื่น	12	100	0	0
10	การตรวจวัดขายูเจที	5	83.33	1	16.67
11	วงจรทดสอบคุณลักษณะทางไดนามิกของยูเจที	2	100	0	0
12	วงจรกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้แหล่งจ่าย ไฟกระแสตรง	4	80	1	20
13	วงจรกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้แหล่งจ่าย ไฟกระแสสลับ	5	100	0	0
14	การตรวจวัดขาพียูที	30	100	0	0
15	วงจรกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้แหล่งจ่าย ไฟกระแสตรง	4	80	1	20
16	วงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ และพียูทีแบบ โหลดไฟฟ้ากระแสสลับ	4	80	1	20
17	วงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ และพียูทีแบบ โหลดไฟฟ้ากระแสตรง	5	100	0	0



ตารางที่ ง-4 ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์  
อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 ครั้งที่ 2

ลำดับ	รายการ	การทำงานของวงจร			
		ตรงข้อกำหนด		ไม่ตรงข้อกำหนด	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1	การตรวจวัดขาเอสซีอาร์	12	100	0	0
2	วงจรทดสอบคุณลักษณะทางไดนามิก ของเอสซีอาร์	12	100	0	0
3	การใช้งานเอสซีอาร์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	9	100	0	0
4	การทดสอบการจุดชนวนเกต	10	100	0	0
5	การทดลองหาค่ากระแสยึด	9	100	0	0
6	วงจรเรียงกระแสโดยใช้เอสซีอาร์	5	100	0	0
7	วงจรควบคุมเฟสแบบครึ่งคลื่นที่ใช้ตัวแบ่งแรงดัน	16	100	0	0
8	วงจรควบคุมเฟสแบบครึ่งคลื่นที่ใช้ตัวเก็บประจุ	8	100	0	0
9	วงจรควบคุมเฟสแบบเต็มคลื่น	12	100	0	0
10	การตรวจวัดขายูเจที	6	100	0	0
11	วงจรทดสอบคุณลักษณะทางไดนามิกของยูเจที	2	100	0	0
12	วงจรกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้แหล่งจ่าย ไฟกระแสตรง	5	100	0	0
13	วงจรกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้แหล่งจ่าย ไฟกระแสสลับ	5	100	0	0
14	การตรวจวัดขาฟิยูที	30	100	0	0
15	วงจรกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้แหล่งจ่าย ไฟกระแสตรง	5	100	0	0
16	วงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ และฟิยูทีแบบ โหลดไฟฟ้ากระแสสลับ	5	100	0	0
17	วงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ และฟิยูทีแบบ โหลดไฟฟ้ากระแสตรง	5	100	0	0

ตารางที่ ง-5 ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์  
อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 ครั้งที่ 1

ลำดับ	รายการ	การทำงานของวงจร			
		ตรงข้อกำหนด		ไม่ตรงข้อกำหนด	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1	วงจรทดสอบคุณลักษณะทางไดนามิกของไดโอด	1	100	0	0
2	วงจรถูกกำเนิดสัญญาณจุดชนวนที่ใช้ไดโอด	7	87.50	1	12.50
3	การตรวจวัดขาไดโอด	10	100	0	0
4	วงจรทดสอบคุณลักษณะทางไดนามิกของไดโอด	4	100	0	0
5	วงจรถูกจุดชนวนไดโอด	10	83.33	2	16.67
6	วงจรถูกควบคุมเฟสที่ใช้ไดโอดและไดโอด	7	87.50	1	12.50
7	วงจรถูกควบคุมเฟสที่ใช้ไดโอดและยูเจซี	7	100	0	0
8	การตรวจสอบช่วง Reverse Recovery Time	11	91.67	1	8.33
9	การวัดหาคอนสแตนต์ทางไฟฟ้าของเฮกเฟด	9	90	1	10
10	การวัดหาคอนสแตนต์ด้านขาออก	40	90.91	4	9.09
11	การหาคอนสแตนต์ทางเอาต์พุตของไอจีบีที	35	97.22	1	2.78
12	การใช้งานไอจีบีทีที่ควบคุมการปิด-เปิดหลอดไฟ	4	100	0	0

ตารางที่ ง-6 ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์  
อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 ครั้งที่ 2

ลำดับ	รายการ	การทำงานของวงจร			
		ตรงข้อกำหนด		ไม่ตรงข้อกำหนด	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1	วงจรทดสอบคุณลักษณะทางไดนามิกของไดโอด	1	100	0	0
2	วงจรถูกกำเนิดสัญญาณจุดชนวนที่ใช้ไดโอด	8	100	0	0
3	การตรวจวัดขาไดโอด	10	100	0	0
4	วงจรทดสอบคุณลักษณะทางไดนามิกของไดโอด	4	100	0	0
5	วงจรถูกจุดชนวนไดโอด	12	100	0	0
6	วงจรถูกควบคุมเฟสที่ใช้ไดโอดและไดโอด	8	100	0	0
7	วงจรถูกควบคุมเฟสที่ใช้ไดโอดและยูเจซี	7	100	0	0
8	การตรวจสอบช่วง Reverse Recovery Time	12	100	0	0
9	การวัดหาคอนสแตนต์ทางไฟฟ้าของเฮกเฟด	10	100	0	0
10	การวัดหาคอนสแตนต์ด้านขาออก	44	100	0	0
11	การหาคอนสแตนต์ทางเอาต์พุตของไอจีบีที	36	100	0	0
12	การใช้งานไอจีบีทีที่ควบคุมการปิด-เปิดหลอดไฟ	4	100	0	0

ตารางที่ ง-7 ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์  
อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 ครั้งที่ 1

ลำดับ	รายการ	การทำงานของวงจร			
		ตรงข้อกำหนด		ไม่ตรงข้อกำหนด	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1	การหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัน ควบคุมการทริกกับสัญญาณทริกเกอร์	3	100	0	0
2	การใช้งานนำสัญญาณทริกเกอร์จาก TCA785 ไปควบคุมภาระทางไฟฟ้าชนิด DC และ AC	2	100	0	0
3	วงจรอินเวอร์เตอร์ที่ใช้เอสซีอาร์เป็นสวิตช์ควบคุม	4	80	1	20
4	วงจรคอนเวอร์เตอร์ที่ใช้ทรานซิสเตอร์ เป็นสวิตช์ควบคุม	8	88.89	1	11.11

ตารางที่ ง-8 ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์  
อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 ครั้งที่ 2

ลำดับ	รายการ	การทำงานของวงจร			
		ตรงข้อกำหนด		ไม่ตรงข้อกำหนด	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1	การหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัน ควบคุมการทริกกับสัญญาณทริกเกอร์	3	100	0	0
2	การใช้งานนำสัญญาณทริกเกอร์จาก TCA785 ไปควบคุมภาระทางไฟฟ้าชนิด DC และ AC	2	100	0	0
3	วงจรอินเวอร์เตอร์ที่ใช้เอสซีอาร์เป็นสวิตช์ควบคุม	5	100	0	0
4	วงจรคอนเวอร์เตอร์ที่ใช้ทรานซิสเตอร์ เป็นสวิตช์ควบคุม	9	100	0	0

## ภาคผนวก จ

- แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของนวัตกรรมและแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- แบบสอบถามระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
- แบบสอบถามระดับความพึงพอใจของนักเรียน

**แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของนวัตกรรมและแบบทดสอบ  
กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม**

**คำชี้แจง** ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่กำหนดให้

แบบทดสอบความสอดคล้องของนวัตกรรมมีระดับเกณฑ์ 3 ระดับ

+1 = สอดคล้อง หรือแน่ใจว่านวัตกรรมนั้นหรือข้อสอบหัวข้อนั้นวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

0 = ไม่แน่ใจว่านวัตกรรมนั้นหรือข้อสอบนั้นวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

-1 = ไม่สอดคล้องหรือไม่แน่ใจว่านวัตกรรมนั้นหรือข้อสอบหัวข้อนั้นไม่ได้วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

ลำดับ	รายการ	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
<b>ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81</b>				
1	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมกับหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ			
2	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับธรรมชาติของรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม			
3	ชุดฝึกนี้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน			
4	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความทันสมัย			
5	มีความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน			
6	วัสดุที่ใช้ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมนี้มีความเหมาะสม			
7	ความเหมาะสมด้านขนาดและน้ำหนักของชุดฝึกสมรรถนะ			
8	ชุดฝึกสมรรถนะนี้สะดวกต่อการใช้งาน			
9	ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 เหมาะสม			
10	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน			
<b>ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82</b>				
1	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมกับหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ			
2	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับธรรมชาติของรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม			
3	ชุดฝึกนี้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน			
4	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความทันสมัย			
5	มีความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน			
6	วัสดุที่ใช้ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมนี้มีความเหมาะสม			
7	ความเหมาะสมด้านขนาดและน้ำหนักของชุดฝึกสมรรถนะ			
8	ชุดฝึกสมรรถนะนี้สะดวกต่อการใช้งาน			

ลำดับ	รายการ	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
9	ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมบอร์ด WD 82 เหมาะสม			
10	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน			
<b>ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83</b>				
1	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมกับหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ			
2	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับธรรมชาติของรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม			
3	ชุดฝึกนี้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน			
4	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความทันสมัย			
5	มีความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน			
6	วัสดุที่ใช้ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมนี้มีความเหมาะสม			
7	ความเหมาะสมด้านขนาดและน้ำหนักของชุดฝึกสมรรถนะ			
8	ชุดฝึกสมรรถนะนี้สะดวกต่อการใช้งาน			
9	ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมบอร์ด WD 83 เหมาะสม			
10	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน			
<b>ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84</b>				
1	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมกับหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ			
2	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับธรรมชาติของรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม			
3	ชุดฝึกนี้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน			
4	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความทันสมัย			
5	มีความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน			
6	วัสดุที่ใช้ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมนี้มีความเหมาะสม			
7	ความเหมาะสมด้านขนาดและน้ำหนักของชุดฝึกสมรรถนะ			
8	ชุดฝึกสมรรถนะนี้สะดวกต่อการใช้งาน			
9	ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมบอร์ด WD 84 เหมาะสม			
10	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน			
<b>ค่าดัชนีความสอดคล้องและชัดเจนของเนื้อหา</b>				
1	เนื้อหาครอบคลุมจุดประสงค์รายวิชา			
2	เนื้อหาที่มีความชัดเจน ถูกต้อง ครบถ้วน			
3	เนื้อหาที่มีความเหมาะสมและทันสมัย			
4	เนื้อหาเชื่อมโยงไปสู่สถานการณ์จริงในภาคปฏิบัติ			



ลำดับ	รายการ	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
5	เนื้อหาแต่ละหน่วยเรียนมีความเหมาะสมกับจำนวนเวลาที่สอน			
<b>การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องและความเหมาะสมของเนื้อหา</b>				
1	อุปกรณ์ควบคุมการเปิดปิดวงจร			
2	การควบคุมกำลังไฟฟ้ากระแสตรงและเครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้าคงที่			
<b>ความสอดคล้องและความเหมาะสมของแบบประเมิน</b>				
1	ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา			
2	มีความเหมาะสมกับเนื้อหาของแต่ละหน่วย			
3	เป็นแบบฝึกให้ผู้เรียนคิดเป็นทำเป็น			
4	คำถามเชื่อมโยงสู่การปฏิบัติจริง			
<b>ความสอดคล้องและความเหมาะสมของใบงาน</b>				
1	ใบงานครอบคลุมตามวัตถุประสงค์			
2	ความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน			
3	ภาพประกอบในใบงานสวยงาม น่าสนใจ			
4	ภาพประกอบชัดเจน ช่วยให้เข้าใจขั้นตอนและการปฏิบัติงานได้ง่ายขึ้น			
5	แบบประเมินผลการปฏิบัติงานตามใบงานถูกต้องเหมาะสม			
<b>ความสอดคล้องและความเหมาะสมของการใช้ภาษา</b>				
1	ภาษาที่ใช้ถูกต้องตามเกณฑ์การใช้ภาษา			
2	สำนวนภาษาที่ใช้ถูกต้องเหมาะสมสัมพันธ์กัน			
3	ภาษาที่ใช้สละสลวยเหมาะสมกับเนื้อหา			
4	สำนวนภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย			
<b>ความสอดคล้องและความเหมาะสมของการพิมพ์ภาพและรูปเล่ม</b>				
1	พิมพ์ได้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์การจัดทำเอกสารประกอบการสอน			
2	ตัวอักษร/ภาพประกอบสวยงาม ชัดเจน			
3	เว้นวรรคได้ถูกต้อง			
4	รูปเล่มสวยงาม			
5	รูปเล่มและขนาดพอเหมาะแก่การนำไปใช้งาน			

### ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

### แบบสอบถามระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

แบบสอบถามระดับความคิดเห็นที่ผู้เชี่ยวชาญมีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์  
อุตสาหกรรมบอร์ด WD 81-84

**คำชี้แจง** ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ท่านเห็นว่ามีความเหมาะสม

ระดับความคิดเห็น

- 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
<b>ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81</b>						
1	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมกับหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ					
2	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับธรรมชาติของรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม					
3	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
4	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความทันสมัย					
5	มีความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน					
6	วัสดุที่ใช้ในชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสม					
7	ความเหมาะสมด้านขนาดและน้ำหนักของชุดฝึกสมรรถนะ					
8	ชุดฝึกสมรรถนะนี้สะดวกต่อการใช้งาน					
9	ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 เหมาะสม					
10	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน					
<b>ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82</b>						
1	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมกับหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ					
2	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับธรรมชาติของรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม					
3	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
4	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความทันสมัย					
5	มีความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน					
6	วัสดุที่ใช้ในชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสม					
7	ความเหมาะสมด้านขนาดและน้ำหนักของชุดฝึกสมรรถนะ					

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
8	ชุดฝึกสมรรถนะนี้สะดวกต่อการใช้งาน					
9	ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 เหมาะสม					
10	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน					
<b>ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83</b>						
1	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมกับหลักสูตรระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพ					
2	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับธรรมชาติของ รายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม					
3	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
4	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความทันสมัย					
5	มีความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน					
6	วัสดุที่ใช้ในชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสม					
7	ความเหมาะสมด้านขนาดและน้ำหนักของชุดฝึกสมรรถนะ					
8	ชุดฝึกสมรรถนะนี้สะดวกต่อการใช้งาน					
9	ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 เหมาะสม					
10	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน					
<b>ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84</b>						
1	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมกับหลักสูตรระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพ					
2	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับธรรมชาติของ รายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม					
3	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
4	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความทันสมัย					
5	มีความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน					
6	วัสดุที่ใช้ในชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสม					
7	ความเหมาะสมด้านขนาดและน้ำหนักของชุดฝึกสมรรถนะ					
8	ชุดฝึกสมรรถนะนี้สะดวกต่อการใช้งาน					
9	ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 เหมาะสม					
10	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน					

### แบบสอบถามระดับความพึงพอใจของนักเรียน

แบบสอบถามระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์  
อุตสาหกรรมบอร์ด WD 81-84 ที่ครูผู้สอนใช้ประกอบในการเรียนการสอน  
คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่นักเรียนเห็นว่ามีความเหมาะสม

#### เกณฑ์การประเมิน

- 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ข้อที่	รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน				
		1	2	3	4	5
<b>ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81</b>						
1	ชุดฝึกสมรรถนะนี้ ระบุตำแหน่งอุปกรณ์มีความชัดเจน					
2	ตัวอักษรที่มีขนาดที่เหมาะสม					
3	กิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจชวนให้คิดตาม					
4	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา					
5	ชุดฝึกสมรรถนะนี้สามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนมีความอยากเรียน					
6	ความสะดวกในการเชื่อมต่อวงจรบนบอร์ด					
7	นักเรียนร่วมกิจกรรมด้วยความตั้งใจ					
8	ชุดฝึกสมรรถนะ นี้ง่ายต่อการเรียนรู้					
9	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการ ออกแบบวงจรควบคุมด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม					
10	บรรยากาศการเรียนทำให้นักเรียนอยากเรียนวิชานี้					
11	นักเรียนมีความสุขกับการเรียนวิชานี้					
12	ชุดฝึกสมรรถนะ นี้เป็นสื่อการสอนที่น่าสนใจ					
13	นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงาน อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81					
14	นักเรียนเห็นว่าการฝึกการปฏิบัติด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานนี้ ประกอบการสอนนั้นสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ได้					
15	นักเรียนมีความเพลิดเพลินขณะร่วมกับกิจกรรมการเรียน					
<b>ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82</b>						
1	ชุดฝึกสมรรถนะนี้ ระบุตำแหน่งอุปกรณ์มีความชัดเจน					
2	ตัวอักษรที่มีขนาดที่เหมาะสม					

ข้อที่	รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน				
		1	2	3	4	5
3	กิจกรรมการเรียนรู้นำเสนอใจชวนให้คิดตาม					
4	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา					
5	ชุดฝึกสมรรถนะนี้สามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนมีความอยากเรียน					
6	ความสะดวกในการเชื่อมต่อวงจรบนบอร์ด					
7	นักเรียนร่วมกิจกรรมด้วยความตั้งใจ					
8	ชุดฝึกสมรรถนะนี้ ง่ายต่อการเรียนรู้					
9	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการ ออกแบบวงจรควบคุมด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม					
10	บรรยากาศการเรียนทำให้นักเรียนอยากเรียนวิชานี้					
11	นักเรียนมีความสุขกับการเรียนวิชานี้					
12	ชุดฝึกสมรรถนะนี้ เป็นสื่อการสอนที่น่าสนใจ					
13	นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงาน อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82					
14	นักเรียนเห็นว่าการฝึกการปฏิบัติด้วยชุดฝึกสมรรถนะนี้ ประกอบการสอนนั้นสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ได้					
15	นักเรียนมีความเพลิดเพลินขณะร่วมกับกิจกรรมการเรียน					
<b>ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83</b>						
1	ชุดฝึกสมรรถนะนี้ ระบุตำแหน่งอุปกรณ์มีความชัดเจน					
2	ตัวอักษรมีขนาดที่เหมาะสม					
3	กิจกรรมการเรียนรู้นำเสนอใจชวนให้คิดตาม					
4	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา					
5	ชุดฝึกสมรรถนะนี้สามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนมีความอยากเรียน					
6	ความสะดวกในการเชื่อมต่อวงจรบนบอร์ด					
7	นักเรียนร่วมกิจกรรมด้วยความตั้งใจ					
8	ชุดฝึกสมรรถนะนี้ ง่ายต่อการเรียนรู้					
9	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการ ออกแบบวงจรควบคุมด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม					
10	บรรยากาศการเรียนทำให้นักเรียนอยากเรียนวิชานี้					
11	นักเรียนมีความสุขกับการเรียนวิชานี้					
12	ชุดฝึกสมรรถนะนี้ เป็นสื่อการสอนที่น่าสนใจ					
13	นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงาน อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83					
14	นักเรียนเห็นว่าการฝึกการปฏิบัติด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานนี้ ประกอบการสอนนั้นสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ได้					

ข้อที่	รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน				
		1	2	3	4	5
15	นักเรียนมีความเพลิดเพลินขณะร่วมกับกิจกรรมการเรียน					
<b>ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84</b>						
1	ชุดฝึกสมรรถนะนี้ ระบุตำแหน่งอุปกรณ์มีความชัดเจน					
2	ตัวอักษรมีขนาดที่เหมาะสม					
3	กิจกรรมการเรียนรู้น่าสนใจชวนให้คิดตาม					
4	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้เหมาะสมกับเวลา					
5	ชุดฝึกสมรรถนะนี้สามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนมีความอยากเรียน					
6	ความสะดวกในการเชื่อมต่อวงจรบนบอร์ด					
7	นักเรียนร่วมกิจกรรมด้วยความตั้งใจ					
8	ชุดฝึกสมรรถนะ นี้ง่ายต่อการเรียนรู้					
9	กิจกรรมการเรียนรู้นี้ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการออกแบบวงจรควบคุมด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม					
10	บรรยากาศการเรียนทำให้นักเรียนอยากเรียนวิชานี้					
11	นักเรียนมีความสุขกับการเรียนวิชานี้					
12	ชุดฝึกสมรรถนะ นี้เป็นสื่อการสอนที่น่าสนใจ					
13	นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84					
14	นักเรียนเห็นว่าการฝึกการปฏิบัติด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานนี้ ประกอบการสอนนั้นสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ได้					
15	นักเรียนมีความเพลิดเพลินขณะร่วมกับกิจกรรมการเรียน					

## ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

## ภาคผนวก ฉ

- ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม
- เฉลยข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม
- ตัวอย่างใบงานการทดลองที่ใช้ประกอบการเรียนในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม
- การประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมกับชุมชนท้องถิ่น

## ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

- ข้อที่ 1. ทรานซิสเตอร์คืออะไร
- อุปกรณ์เปลี่ยนพลังงานรูปหนึ่งเป็นอีกรูปหนึ่ง
  - อุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการทำงาน
  - อุปกรณ์ช่วยควบคุมระบบการทำงาน
  - อุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน
- ข้อที่ 2. ส่วนที่มีความสำคัญน้อยที่สุดในการพิจารณาเลือกทรานซิสเตอร์มาใช้งานคืออะไร
- สถานที่ติดตั้ง
  - ชนิดทรานซิสเตอร์
  - กำลังงานที่ใช้งาน
  - รายละเอียดในการทำงาน
- ข้อที่ 3. โฟเทนซีอิมิตเตอร์คืออะไร
- อุปกรณ์ใช้งานด้านอุตสาหกรรม
  - ทรานซิสเตอร์ชนิดแบ่งแรงดันไฟฟ้า
  - อุปกรณ์ใช้วัดระยะทางการเคลื่อนที่
  - ทรานซิสเตอร์เปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานตามอุณหภูมิ
- ข้อที่ 4. โฟเทนซีอิมิตเตอร์บอกความเป็นเชิงเส้นไว้  $\pm 0.15\%$  ตัวโฟเทนซีอิมิตเตอร์มีความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม ค่าความต้านทานจริงมีโอกาสแตกต่างกันเท่าไร
- 0.15 โอห์ม
  - 1.5 โอห์ม
  - 15 โอห์ม
  - 150 โอห์ม
- ข้อที่ 5. จากข้อ 4 ถ้าจ่ายแรงดันให้โฟเทนซีอิมิตเตอร์ 20 โวลต์ ปรับความต้านทานของโฟเทนซีอิมิตเตอร์ให้ได้ออกมา 5 กิโลโอห์ม จะมีแรงดันจ่ายออกมาเท่าไร
- 1 โวลต์
  - 2 โวลต์
  - 5 โวลต์
  - 10 โวลต์
- ข้อที่ 6. สเตรอนเกจคืออะไร
- สปริงบังคับน้ำหนักของวัตถุเคลื่อนที่
  - อุปกรณ์ตรวจจับการสั่นสะเทือนของวัตถุ
  - สปริงเปลี่ยนแปลงความต้านทานตามค่าแรงดันที่ป้อน
  - ตัวเปลี่ยนแปลงทางกลให้เป็นการเปลี่ยนแปลงของความต้านทาน



- ข้อที่ 7. โครงสร้างของสเตรนเกจมีลักษณะใด
- ลวดความต้านทานขนาดเล็กขดไปมาในแนวขนานบนฐานรอง
  - ลวดความร้อนสำหรับปรับแรงดันป้อนเข้าเพื่อการขยายตัว
  - ลวดความต้านทานขนาดเล็กขดเป็นวงกลางทรงกระบอก
  - ลวดตัวนำซึ่งตั้งเพื่อตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุ
- ข้อที่ 8. ความเค้นของวัตถุคืออะไร
- แรงต้านภายในวัตถุ
  - การทำให้วัตถุผิดรูป
  - ความต้านทานของวัตถุ
  - ความพยายามที่กระทำต่อวัตถุ
- ข้อที่ 9. ความเครียดของวัตถุคืออะไร
- แรงต้านภายในวัตถุ
  - ความตึงตัวของวัตถุ
  - การทำให้วัตถุผิดรูป
  - ความต้านทานของวัตถุ
- ข้อที่ 10. สเตรนเกจที่ผลิตจากโลหะผสมระหว่างนิกเกิลและนิโครมคือชนิดใด
- นิโครมวี
  - ไดนาลอย
  - สเตบิลอย
  - คอนสแตนแตน
- ข้อที่ 11. สเตรนเกจชนิดสารกึ่งตัวนำถูกผลิตมาจากส่วนผสมของสารชนิดใด
- นิกเกิล
  - ทองแดง
  - พลาทินัม
  - ซิลิคอน
- ข้อที่ 12. ถ้าต้องการวัดหาทิศทางและขนาดของความเครียด จะต้องใช้สเตรนเกจแบบใด
- แกนเดียว
  - สองแกน
  - สามแกน
  - หลายทิศทาง
- ข้อที่ 13. LVDT คืออะไร
- หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดเพิ่ม-ลดแรงดัน
  - อุปกรณ์ปรับระดับการเปลี่ยนแปลงแบบเชิงเส้น
  - อุปกรณ์แปลงสนามแม่เหล็กไฟฟ้าไปเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ
  - อุปกรณ์แปลงการเคลื่อนที่ของอาร์เมเจอร์ไปเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

ข้อที่ 14. LVDT เมื่อใช้เป็นทรานสดิวเซอร์ ส่วนที่ทำงานในการเชื่อมต่อวัดค่าโดยตรงกับอุปกรณ์คือ ส่วนใด

- ก. แม่เหล็กถาวรเคลื่อนที่
- ข. แกนโลหะเคลื่อนที่
- ค. ขดลวดทุติยภูมิ
- ง. ขดลวดปฐมภูมิ

ข้อที่ 15. สัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับที่จ่ายออกเอาต์พุตที่ขดลวด S1 และ S2 มีลักษณะใดเมื่อเทียบกับสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับอินพุต

- ก. S1 เหมือน, S2 ตรงข้าม
- ข. S1 ตรงข้าม, S2 เหมือน
- ค. S1 เหมือน, S2 ต่างเฟส  $90^\circ$
- ง. S1 ต่างเฟส  $90^\circ$ , S2 เหมือน

ข้อที่ 16. แกนเคลื่อนที่ของ LVDT ถ้าถูกเลื่อนมาที่ตำแหน่งกึ่งกลาง จะมีผลต่อสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับส่งออกเอาต์พุตอย่างไร

- ก. เป็น 0 โวลต์
- ข. สัญญาณซีกลบ
- ค. สัญญาณซีกบวก
- ง. สัญญาณเหมือนอินพุต

ข้อที่ 17. แกนเคลื่อนที่ของ LVDT ถูกทำให้เคลื่อนไปทางด้าน S1 จะมีผลต่อสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับส่งออกเอาต์พุตอย่างไร

- ก. เป็น 0 โวลต์
- ข. สัญญาณซีกลบ
- ค. สัญญาณซีกบวก
- ง. สัญญาณเหมือนอินพุต

ข้อที่ 18. LVDT แต่ละชนิดมีสิ่งที่เหมือนกันในตัว LVDT คืออะไร

- ก. ลักษณะการทำงาน
- ข. การนำไปประยุกต์ใช้งาน
- ค. ระดับแรงดันออกเอาต์พุตเท่ากัน
- ง. ใช้ค่าความเหนี่ยวนำรับการชักนำจากสนามแม่เหล็ก

ข้อที่ 19. หม้อแปลงแสดงความแตกต่างชนิดที่ใช้งานในการวัดค่าการเคลื่อนที่ของมุมที่เปลี่ยนแปลงคือชนิดใด

- ก. IVDT
- ข. RVDT
- ค. LVDT
- ง. DC-LVDT

- ข้อที่ 20. ทรานสดิวเซอร์ชนิดความเหนียวนำ คืออะไร
- ตัวเหนียวนำที่นำไปใช้กับสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ
  - อุปกรณ์กำเนิดสนามแม่เหล็กขึ้นมาเพื่อใช้ในการทำงาน
  - ตัวเหนียวนำใช้ส่งสัญญาณไฟฟ้าจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง
  - อุปกรณ์เปลี่ยนการเคลื่อนที่ของตัวนำทำให้สนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงค่า
- ข้อที่ 21. เครื่องวัดความเร็วรอบจัดเป็นอุปกรณ์ชนิดใด
- มอเตอร์ไฟฟ้า
  - เครื่องกำเนิดแรงดันไฟตรง
  - ทรานสดิวเซอร์ชนิดความเหนียวนำ
  - ทรานสดิวเซอร์ชนิดหม้อแปลงแสดงความแตกต่าง
- ข้อที่ 22. การวัดความเร็วของไหลอาศัยหลักการทำงานของปริมาณไฟฟ้าอะไรเป็นเอาต์พุตไปใช้งาน
- แรงเคลื่อนไฟฟ้าชักนำ
  - สนามแม่เหล็กไฟฟ้า
  - เส้นแรงแม่เหล็ก
  - ฮีสเทอรีซิส
- ข้อที่ 23. ทรานสดิวเซอร์ชนิดความจุ คืออะไร
- ตัวเก็บประจุที่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าได้
  - อุปกรณ์ตรวจวัดค่าความจุของตัวเก็บประจุ
  - ตัวเก็บประจุทำงานด้วยการส่งผ่านความจุไปในระยะไกล
  - อุปกรณ์ใช้ตรวจวัดระยะทางหรือตำแหน่งโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงความจุ
- ข้อที่ 24. ทรานสดิวเซอร์ชนิดความดันและเปลี่ยนแปลงระยะห่างระหว่างแผ่นเพลต มักใช้การวัดค่าอะไรของตัวเก็บประจุไปใช้งาน
- ความจุ
  - อิมพีแดนซ์
  - ความต้านทาน
  - รีแอกแตนซ์
- ข้อที่ 25. ความดันคืออะไร
- ความกดอากาศที่มีค่าเพิ่มมากขึ้น
  - แรงถูกใช้ไปต่อหน่วยของพื้นที่ผิว
  - อากาศโดยรอบเคลื่อนที่เข้าหาวัตถุ
  - แรงลมหรือแรงน้ำที่ช่วยขับเคลื่อนเครื่องจักร
- ข้อที่ 26. การวัดความดันโดยการอ้างอิงกับสุญญากาศ เรียกว่าความดันอะไร
- ความดันสัมบูรณ์
  - ความดันโดยประมาณ
  - ความดันที่แตกต่างกัน
  - ความดันอ้างอิงแบบปิด

- ข้อที่ 27. การวัดความดันระหว่างแหล่งกำเนิดแรงดันอิสระสองแหล่งพร้อมกัน
- ความดันสัมบูรณ์
  - ความดันโดยประมาณ
  - ความดันที่แตกต่างกัน
  - ความดันอ้างอิงแบบปิด
- ข้อที่ 28. อุปกรณ์รวมแรงหมายถึงอะไร
- ทรานสดิวเซอร์ชนิดความจุ
  - ทรานสดิวเซอร์ชนิดความดัน
  - ทรานสดิวเซอร์ชนิดความเหนียวนำ
  - ทรานสดิวเซอร์ชนิดหม้อแปลงแสดงความแตกต่าง
- ข้อที่ 29. ทรานสดิวเซอร์ประเภทที่ใช้งานในมิเตอร์วัดความแรงคือประเภทใด
- ลูกสูบ
  - หลอดยัดตึง
  - หลอดบुरुคอน
  - ก้อนวัสดุวางบนแกนโลหะ
- ข้อที่ 30. โทมัส จอห์น ซีเบค ได้ค้นพบอะไร
- แรงดันไฟฟ้าเกิดขึ้นจากความดัน
  - แรงดันไฟฟ้าเกิดขึ้นจากความร้อน
  - แรงดันไฟฟ้าเกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่
  - การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่จุดต่อ
- ข้อที่ 31. เทอร์โมคัปเปิ้ลถูกพัฒนาไปประยุกต์ใช้งานอะไรได้
- วัดอุณหภูมิ
  - วัดความดัน
  - วัดแรงดันไฟฟ้า
  - วัดการสั่นสะเทือน
- ข้อที่ 32. สถาบัน ANSI ได้กำหนดมาตรฐานของเทอร์โมคัปเปิ้ลไว้ทั้งหมดกี่ชนิด
- 6
  - 8
  - 10
  - 13
- ข้อที่ 33. จุดประสงค์ของการใช้หลักการชดเชยด้วยรอยต่อความเย็น ในการใช้เทอร์โมคัปเปิ้ลเพื่ออะไร
- เพื่อค่าการวัดให้รวดเร็ว
  - ชดเชยแรงดันที่สูญเสียไป
  - ปรับการใช้เทอร์โมคัปเปิ้ลให้สะดวกเพิ่มขึ้น
  - เพิ่มการกำเนิดแรงดันจากเทอร์โมคัปเปิ้ลให้เป็นเชิงเส้น

- ข้อที่ 34. วัสดุชนิดใดที่ไม่ใช้ในการผลิต RTD
- นิกเกิล
  - โคบอลต์
  - พลาตินัม
  - ทองแดง
- ข้อที่ 35. RTD ชนิดหลายขั้วต่อ ที่นิยมนำไปใช้งานในห้องปฏิบัติการ มากกว่าใช้งานด้านอุตสาหกรรม คือชนิดใด
- ชนิด 2 ขั้วต่อ
  - ชนิด 3 ขั้วต่อ
  - ชนิด 4 ขั้วต่อ
  - ชนิดหลายขั้วต่อ
- ข้อที่ 36. ไม่นิยมนำ RTD ไปใช้งานในประเภทใด
- ตรวจวัดความร้อนในขบวนการผลิตทางเคมี
  - ตรวจวัดความดันไอน้ำในหม้อต้มน้ำ
  - เป็นส่วนประกอบกระดิกต้มน้ำไฟฟ้า
  - แสดงอุณหภูมิของน้ำมัน
- ข้อที่ 37. เทอร์มิสเตอร์คืออะไร
- เซ็นเซอร์ตรวจจับการบิดตัวของวัตถุ
  - ตัวต้านทานเปลี่ยนแปลงค่าตามความดัน
  - ตัวตรวจวัดอุณหภูมิด้วยการยึดตัวของโลหะ
  - เซ็นเซอร์เปลี่ยนแปลงความต้านทานตามอุณหภูมิ
- ข้อที่ 38. วัสดุที่นิยมนำมาใช้ในการผลิตเทอร์มิสเตอร์เป็นวัสดุจำพวกใด
- โลหะ
  - สนิมโลหะ
  - แก้ว
  - เซรามิก
- ข้อที่ 39. เทอร์มิสเตอร์จะมีคุณสมบัติในการทำงานเหมือนกับอุปกรณ์ใด
- RTD
  - LVDT
  - สเตรนเกจ
  - เทอร์โมคัปเปิล
- ข้อที่ 40. LDR คืออะไร
- สวิทช์ทำงานด้วยแสง
  - ตัวกำเนิดแรงดันตามแสง
  - ตัวต้านทานเปลี่ยนแปลงค่าตามแสง
  - อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำชนิดทำงานตามแสง

- ข้อที่ 41. คุณสมบัติของโฟโตไดโอดคือข้อใด
- ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าความต้านทานตามแสง
  - สารกึ่งตัวนำ 2 ตอนเปลี่ยนค่าความต้านทานตามแสง
  - สารกึ่งตัวนำ 3 ตอนเปลี่ยนค่าความต้านทานตามแสง
  - อุปกรณ์ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงทำงานตามแสง
- ข้อที่ 42. กระแสมืดในการทำงานของโฟโตไดโอดคืออะไร
- กระแสรั่วไหลไหลผ่านโฟโตไดโอดขณะได้รับไบแอสตรง
  - กระแสรั่วไหลไหลผ่านโฟโตไดโอดขณะได้รับไบแอสกลับ
  - กระแสไหลในตัวโฟโตไดโอดขณะแสงมืดและไม่จ่ายไบแอส
  - กระแสไหลในตัวโฟโตไดโอดขณะแสงมืดจ่ายไบแอสตรง
- ข้อที่ 43. แสงที่ตกกระทบรอยต่อของโฟโตทรานซิสเตอร์ ตกกระทบที่ส่วนใด
- B-C
  - B-E
  - C-E
  - B-C-E
- ข้อที่ 44. เซลล์แสงอาทิตย์คืออะไร
- อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำงานด้วยแสงอาทิตย์
  - เซลล์ไฟฟ้าที่สามารถประจุแรงดันได้เมื่อมีแสงตกกระทบ
  - อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำให้กำเนิดแรงดันเมื่อมีแสงมาตกกระทบ
  - เซลล์ไฟฟ้าสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าออกมาเมื่อไม่มีแสงตกกระทบ
- ข้อที่ 45. เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางที่ผลิตมาใช้งานมีความหนาประมาณเท่าไร
- 1  $\mu\text{m}$
  - 4  $\mu\text{m}$
  - 1 mm
  - 4 mm
- ข้อที่ 46. คลื่นเสียงโดยปกติจะมีลักษณะเป็นคลื่นแบบใด
- ไซน์
  - พัลส์
  - สี่เหลี่ยม
  - สามเหลี่ยม
- ข้อที่ 47. ความเร็วของคลื่นเสียงเดินทางไปในตัวกลางใดมีความเร็วมากที่สุด
- ไม้
  - น้ำ
  - เหล็ก
  - อากาศ

- ข้อที่ 48. แมกนิโตสตรีกตีฟคืออุปกรณ์อะไร
- ตัวให้กำเนิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า
  - อุปกรณ์ตรวจจับคลื่นเสียง
  - ตัวผลิตความถี่วิทยุค่าสูง
  - ตัวกำเนิดคลื่นเหนือเสียง
- ข้อที่ 49. การประยุกต์ใช้งานใดที่ใช้คลื่นเหนือเสียงเท่านั้นมาใช้งาน
- เครื่องผสมวัสดุ
  - การเชื่อมตะกั่ว
  - การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า
  - การวัดความหนาของวัตถุ
- ข้อที่ 50. คลื่นเหนือเสียงใช้งานด้านการแพทย์ใช้ความถี่ในย่านใด
- 1 MHz – 20 MHz
  - 100 kHz – 20 MHz
  - 50 kHz – 10 MHz
  - 10 kHz – 1MHz
- ข้อที่ 51. สวิตช์เมื่อกดค้างไว้จะเป็นการต่อวงจรคือสวิตช์ชนิดใด
- สวิตช์กดตัดกดต่อ
  - สวิตช์กดต่อชั่วขณะ
  - สวิตช์กดตัดชั่วขณะ
  - สวิตช์ควบคุมการทำงานของมอเตอร์
- ข้อที่ 52. สวิตช์ที่มีตู้ใส่สวิตช์ทำหน้าที่ช่วยให้เกิดความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้าคือสวิตช์
- สวิตช์นิรภัย
  - สวิตช์ก้านโยก
  - สวิตช์ก้านหมุน
  - สวิตช์ก้านเลื่อน
- ข้อที่ 53. สวิตช์ที่ทำงานด้วยกลไกคือสวิตช์ชนิดใด
- ลิมิตสวิตช์
  - สวิตช์นิรภัย
  - สวิตช์กดตัดชั่วขณะ
  - สวิตช์ควบคุมการทำงานของมอเตอร์
- ข้อที่ 54. สวิตช์ที่ไม่ต้องทำงานด้วยสนามแม่เหล็กคือสวิตช์ชนิดใด
- รีเลย์
  - รีดสวิตช์
  - โซลินอยด์
  - สวิตช์นิรภัย

- ข้อที่ 55. สวิตช์ประเภทใดที่ไม่มีหน้าสัมผัสและการตัดต่อวงจรไม่เกิดประกายไฟ
- ทำงานด้วยมือ
  - ทำงานด้วยกลไก
  - สวิตช์อิเล็กทรอนิกส์
  - ทำงานด้วยสนามแม่เหล็ก
- ข้อที่ 56. สเตปเปอร์มอเตอร์คืออะไร
- มอเตอร์ที่หมุนด้วยความเร็วสูง
  - มอเตอร์ที่หมุนตามจังหวะของไฟฟ้ากระแสสลับ
  - มอเตอร์ที่หมุนแต่ครั้งถูกควบคุมด้วยสัญญาณพัลส์
  - มอเตอร์ที่ใช้แม่เหล็กถาวรหลักการเคลื่อนที่แม่เหล็กไฟฟ้า
- ข้อที่ 57. การควบคุมสเตปเปอร์มอเตอร์ทำงานต้องจ่ายแรงดันให้อย่างไร
- แรงดันพัลส์
  - แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ
  - แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงคงที่
  - แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงบวกลบสลับกัน
- ข้อที่ 58. วงจรเรียงกระแสคืออะไร
- วงจรเพิ่มค่ากระแสให้สูงขึ้น
  - วงจรจำกัดค่าแรงดันส่งออก
  - วงจรกำหนดค่ากระแสไหลผ่าน
  - วงจรแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง
- ข้อที่ 59. ไอซีรีกซาระดับคงที่แบบเชิงคืออะไร
- ไอซีทำงานควบคุมอุณหภูมิเชิงเส้น
  - ไอซีเพิ่มแรงดันออกเอาต์พุตเป็นเชิงเส้น
  - ไอซีรีกซาระดับแรงดันคงที่ออกเอาต์พุต
  - ไอซีขยายสัญญาณเป็นเชิงเส้นออกเอาต์พุต
- ข้อที่ 60. วงจรหยุดทำงานจากความร้อน ภายในตัวรีกซาระดับแรงดันคงที่ ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ใด
- สวิตช์ควบคุม
  - ป้องกันการพัง
  - จำกัดกระแสส่วนเกิน
  - จำกัดค่าอุณหภูมิต่ำเกินไป



เฉลยข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

ข้อที่ 1 ก	ข้อที่ 21 ค	ข้อที่ 41 ข
ข้อที่ 2 ก	ข้อที่ 22 ก	ข้อที่ 42 ข
ข้อที่ 3 ข	ข้อที่ 23 ง	ข้อที่ 43 ก
ข้อที่ 4 ค	ข้อที่ 24 ข	ข้อที่ 44 ค
ข้อที่ 5 ง	ข้อที่ 25 ข	ข้อที่ 45 ก
ข้อที่ 6 ง	ข้อที่ 26 ก	ข้อที่ 46 ก
ข้อที่ 7 ก	ข้อที่ 27 ค	ข้อที่ 47 ค
ข้อที่ 8 ก	ข้อที่ 28 ข	ข้อที่ 48 ง
ข้อที่ 9 ค	ข้อที่ 29 ง	ข้อที่ 49 ง
ข้อที่ 10 ก	ข้อที่ 30 ข	ข้อที่ 50 ก
ข้อที่ 11 ง	ข้อที่ 31 ก	ข้อที่ 51 ข
ข้อที่ 12 ค	ข้อที่ 32 ข	ข้อที่ 52 ก
ข้อที่ 13 ง	ข้อที่ 33 ง	ข้อที่ 53 ก
ข้อที่ 14 ข	ข้อที่ 34 ข	ข้อที่ 54 ง
ข้อที่ 15 ก	ข้อที่ 35 ค	ข้อที่ 55 ค
ข้อที่ 16 ก	ข้อที่ 36 ง	ข้อที่ 56 ค
ข้อที่ 17 ค	ข้อที่ 37 ง	ข้อที่ 57 ก
ข้อที่ 18 ง	ข้อที่ 38 ง	ข้อที่ 58 ง
ข้อที่ 19 ข	ข้อที่ 39 ก	ข้อที่ 59 ค
ข้อที่ 20 ง	ข้อที่ 40 ค	ข้อที่ 60 ข

## ตัวอย่างใบงานการทดลองที่ใช้ประกอบการเรียน ในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมบอร์ด WD 84

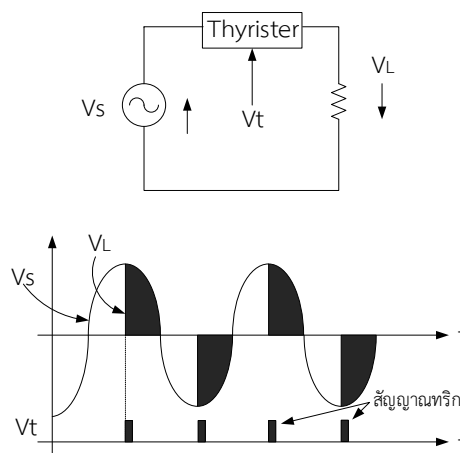
การทดลองที่ 1

การควบคุมเฟสด้วยวงจรรวม TCA785

### วัตถุประสงค์

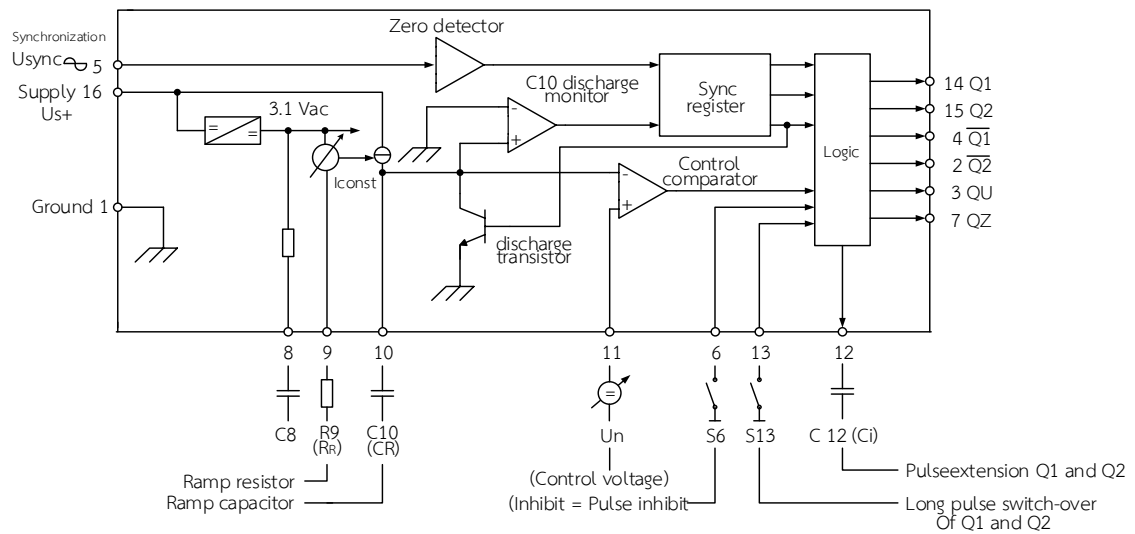
1. บอกการใช้งานไอซี TCA785 ได้
2. ต่อยุทธการการใช้งานไอซี TCA785 ได้
3. วัดสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมภาระทางไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องได้
4. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนด้วยความปลอดภัย

**ทฤษฎีย่อ** ในการควบคุมเฟสของอุปกรณ์ทางไฟฟ้ามีประโยชน์หลายด้าน เช่น การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ การควบคุมความสว่างของหลอดไฟโดยวิธีควบคุม ส่วนมากจะเน้นไปที่การควบคุมเฟสของไฟฟ้าที่จ่ายไปยังภาระทางไฟฟ้าด้วยไทรสเตอร์ (SCR, TRIAC... ฯลฯ) ดังภาพที่ 1-1



ภาพที่ 1-1 หลักการควบคุมเฟสเบื้องต้นชนิดเอซีโหลด

TCA785 Integrated Phase Control สามารถที่จะทำงานเป็นตัวจ่ายสัญญาณ Trigger ( $V_t$ ) ให้กับไทรสเตอร์ได้โดย TCA785 1 ตัว สามารถที่จะสร้างพัลส์ไปทริกเอสซีอาร์ได้ 2 ตัว โดยมีเฟสต่างกัน 180 องศา และสามารถที่จะใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า 3 เฟส โดยนำ TCA785 มาต่อขนานกัน 3 ตัว ซึ่งการต่อแบบนี้ ยังสามารถที่จะควบคุมโดยการปรับมุมเฟสระหว่างเฟสทั้งสาม (R, S, T) ได้โดยการปรับค่าที่ โฟเทนชิอ้อมิเตอร์ตัวเดียวเท่านั้น ซึ่งอาศัยการเคลื่อนมุมทริกได้อย่างต่อเนื่อง 0-180 องศา

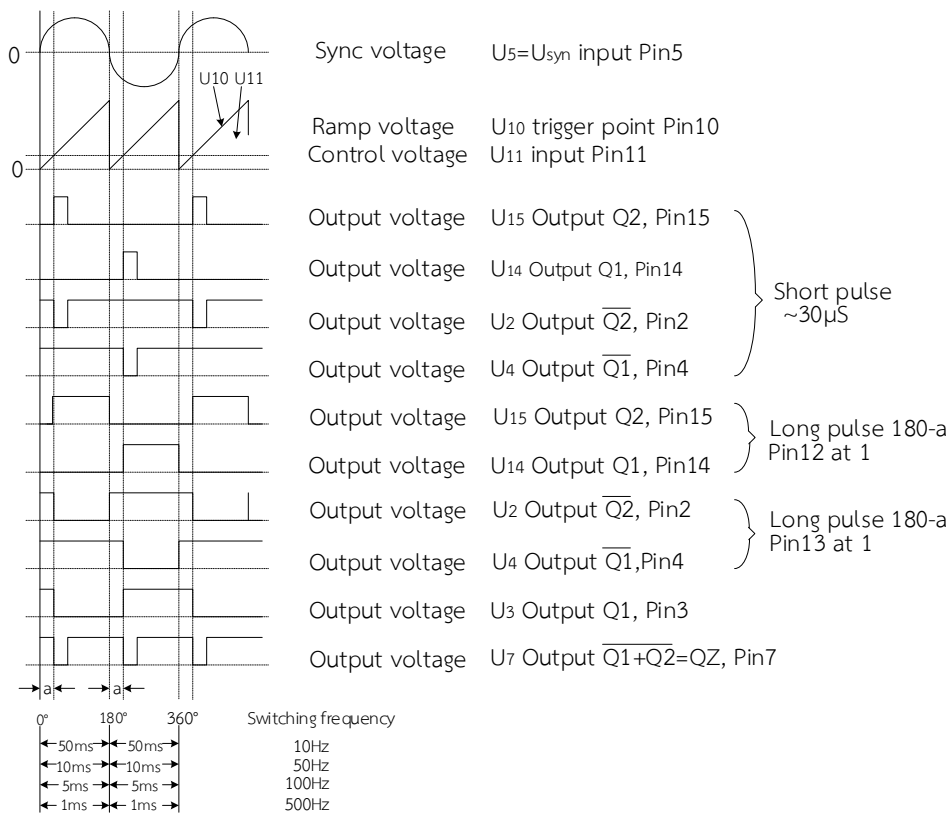


ภาพที่ 1-2 บล็อกไดอะแกรมของไอซี TCA785

หลักในการกำเนิดพัลส์ไปทริกนี้อาศัย การเปรียบเทียบแรงดันภายนอก (เป็นการปรับมุมทริกขา 11) กับแรงดันที่สร้างขึ้นภายใน (เป็นสัญญาณฟันเลื่อยขา 10) โดยการที่จะรู้ว่าจุดเริ่มต้นของเฟสที่ 0 ของเราอยู่ที่ใดก็อาศัยวงจรตรวจจับการผ่านศูนย์ (Zero Detector) สัญญาณที่ป้อนเข้าขานี้เรียกว่า สัญญาณซิงโครไนซ์ เพื่อเป็นตัวบอกจุดเริ่มต้นของสัญญาณฟันเลื่อยขา 10 ผลแรงดันที่เปรียบเทียบขา 10 และขา 11 จากตัวควบคุมการเปรียบเทียบ (Control Comparator) จะเป็นจุดเริ่มต้นของสัญญาณพัลส์ที่ออกมาจากขา 14 และขา 15 สามารถกำหนดสัญญาณพัลส์ที่ออกมาให้มีช่วงเวลายาว (จุดที่สัญญาณลงเป็นศูนย์เป็นเวลาเดียวกับสัญญาณฟันเลื่อยลงศูนย์) หรือสั้น (สัญญาณลงเป็นศูนย์ก่อนสัญญาณฟันเลื่อยลงศูนย์) ได้ดังภาพที่ 1-2 ที่ขณะ  $U_{11} = 0$  โวลต์ จะให้พัลส์ตรงจุดกำเนิดพอดี เรียกว่า มุม  $\alpha = 0$  (โดยประมาณ) เมื่อ  $U_{11} > 0$  จุดตัดของ  $U_{11}$  กับ  $U_{10}$  จะอยู่สูงขึ้นดังนั้นสัญญาณพัลส์จะเกิดช้าหรือมุม  $\alpha > 0$  นั้นหมายความว่า จะปรับมุมจุดชนวนได้ด้วยการปรับ  $U_{11}$  ซึ่งจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับ  $U_{11}$  ที่ป้อนเข้าไปในการนำพัลส์ที่ได้ (ขา 14, ขา 15) ไปทริกเอสซีอาร์ โดยตรงนั้นอาจจะเสียหายได้ เนื่องจากแรงดันที่ขาแคโทดของเอสซีอาร์ ไม่เท่ากันทุกตัว การแยกส่วนทางไฟฟ้า (Isolate) ระหว่างชุดกำลังกับส่วนควบคุมเป็นสิ่งจำเป็นโดยที่นิยมใช้คือหม้อแปลงซึ่งมีขนาดขึ้นอยู่กับความถี่ของพัลส์ที่ป้อนให้ดังแสดงในวงจรการทดลอง ส่วนในภาพที่ 1-3 แสดงรูปสัญญาณที่ขาของไอซี TCA785 จะเห็นว่าเอาต์พุตที่ใช้งานมีด้วยกัน 2 เอาต์พุต มีมุมควบคุมต่างกัน 180 องศา ( $U_{14}$ ,  $U_{15}$ ) ดังอธิบายโดยขึ้นอยู่กับขา 12, 13, 6 เป็นตัวเลือกความยาวของสัญญาณพัลส์ทริก

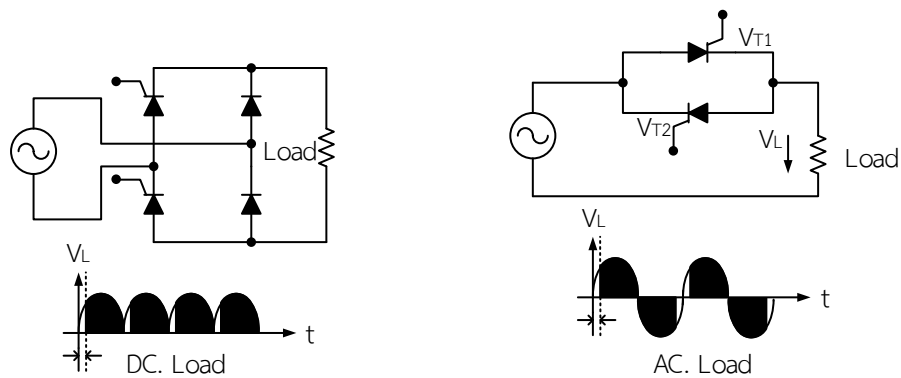
#### คุณลักษณะของไอซี TCA785

- ใช้กับไฟ 8-13 โวลต์
- ใช้งานในช่วงอุณหภูมิ -25 ถึง 85 องศาเซลเซียส
- ใช้กระแสเลี้ยงวงจรภายใน 4.5 ถึง 10 มิลลิแอมป์ ส่วนที่ใช้ในการทริก 250 มิลลิแอมป์ ต่อชุด
- ใช้ในย่านความถี่ 10-500 เฮิรตซ์



ภาพที่ 1-3 TCA785 Wave Forms

ในการทดลองนี้เป็นการใช้งาน TCA785 สร้างสัญญาณพัลส์ไปทริกเอสซีอาร์ โดยอุปกรณ์ที่ต่อใช้งานเป็นความต้านทาน ซึ่งทดลองทั้งภาระชนิดไฟฟ้ากระแสตรง (DC Load) และภาระชนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Load) ดังภาพที่ 1-4



ภาพที่ 1-4 วงจรควบคุมแรงดันชนิดเต็มรูปคลื่นเฟสและรูปสัญญาณ ทั้งแบบดีซี และแบบเอซี โดยมีมุมทริก  $\alpha$

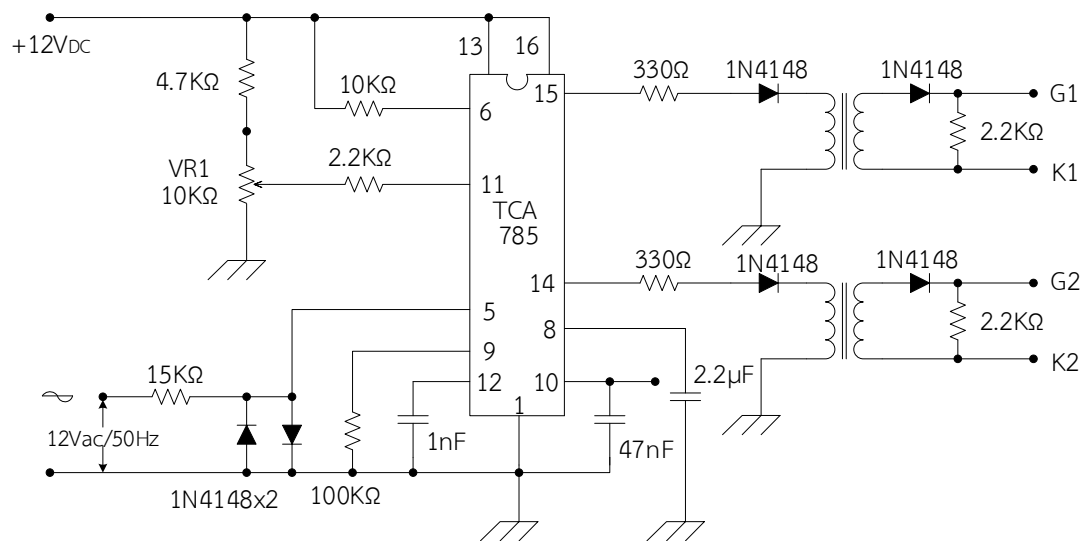
### เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง (นักเรียนเป็นผู้ใช้/ครูเป็นผู้เตรียม)

- |  |           |
|--|-----------|
| 1. ออสซิลโลสโคป 2 บีม  | 1 เครื่อง |
| 2. Power Supply  | 1 เครื่อง |
| 3. ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD-84  | 1 บอร์ด   |
| 3.1 ไอซี TCA785, Diode 1N4148x6, 1N4001x2  |           |
| 3.2 Pulse trans, PT06-103x2  |           |
| 3.3 ตัวต้านทานปรับค่าได้ 10K $\Omega$  |           |
| 3.4 ตัวต้านทาน 150 $\Omega$ x 2, 2.2K $\Omega$ x 3, 330K $\Omega$ x 2, 4.7K $\Omega$ , 10K $\Omega$ , 15K $\Omega$ , 100K $\Omega$ |           |
| 3.5 ตัวเก็บประจุค่า 1nF , 47nF, 2.2 $\mu$ F  |           |
| 4. สายต่อวงจรไฟฟ้า   | 1 ชุด     |

### ลำดับขั้นตอนการทดลอง (นักเรียนเป็นผู้ทดลอง)

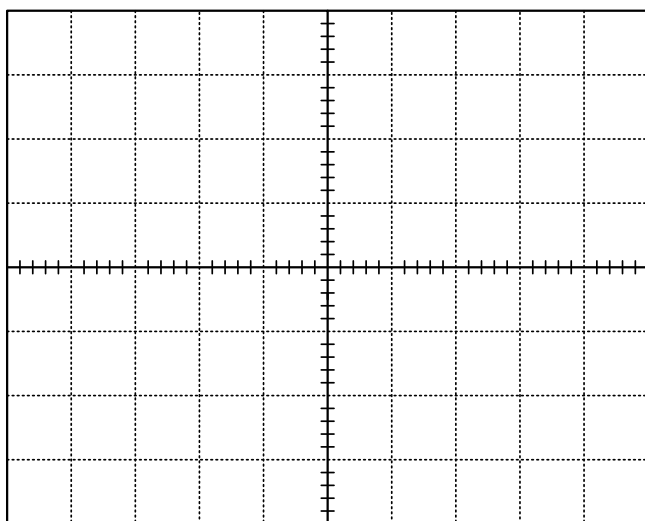
#### การทดลองที่ 1-1 การหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันควบคุมการトリグกับสัญญาณトリグเกอร์

1. ต่อวงจรการทดลองที่ 1-1 ตามภาพที่ 1-5



ภาพที่ 1-5 วงจรการทดลองที่ 1-1

2. จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง  $V_{DC} = 12$  โวลต์ และต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ  $V_{AC} = 12$  โวลต์ 50 เฮิรตซ์ ใช้ออสซิลโลสโคปทำการวัดสัญญาณที่จุดขา 5 เปรียบเทียบกับจุดขา 10 แล้วทำการบันทึกลงในตารางกราฟภาพที่ 1-1


 AC-MODE     DC-MODE

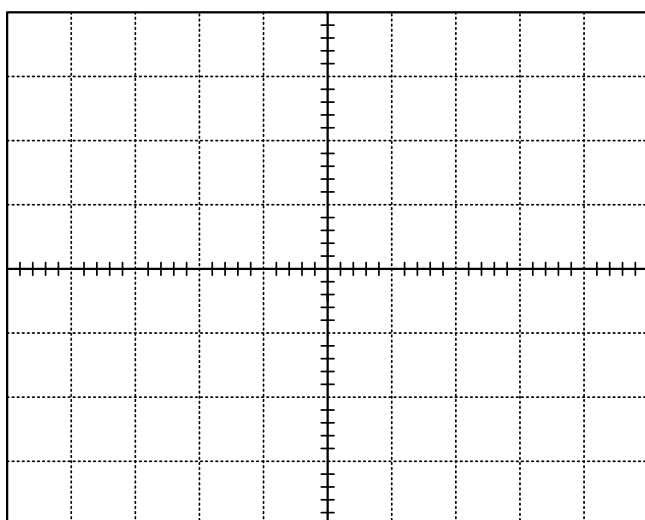
X=.....Volts/Div

Y=.....Sec/Div

ตารางกราฟภาพที่ 1-1 รูปสัญญาณที่ขา 5 และขา 10

 - การเกิด Ramp Signal สัมพันธ์อย่างไรกับ Synchronization Signal ที่ขา 5
 

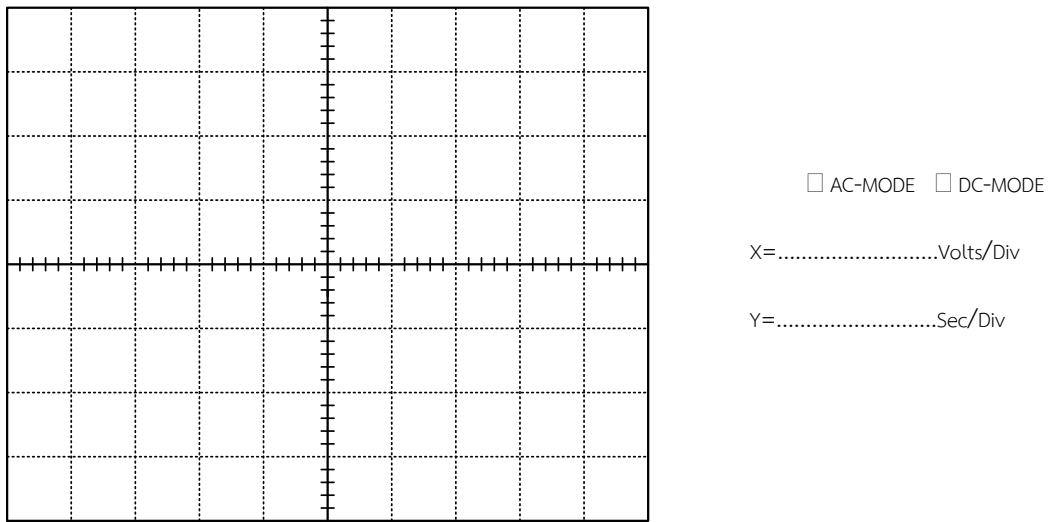
.....

 3. ทำการปรับ POT.  $VR_1$  ไปมา จากนั้นใช้ไขควงสลิคโคป 2 บีม ทำการวัดสัญญาณที่จุดขา 15, จุดขา 14 เปรียบเทียบกับรูปสัญญาณแรงดันที่ขา 5, ขา 10 และขา 11 ซึ่งแสดงถึงการเกิดสัญญาณพัลส์แล้วทำการบันทึกลงในตารางกราฟภาพที่ 1-2 และ 1-3 ตามลำดับ

 AC-MODE     DC-MODE

X=.....Volts/Div

Y=.....Sec/Div

ตารางกราฟภาพที่ 1-2 รูปสัญญาณขา 15 และ ขา 14

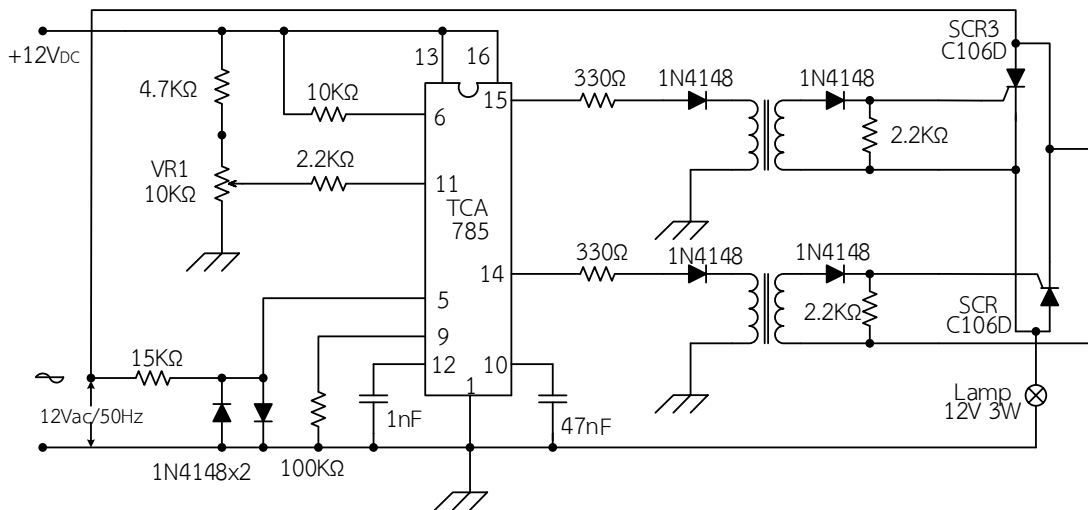


ตารางกราฟภาพที่ 1-3 รูปสัญญาณขา 10,11,15

- ช่วงเวลาในการเกิดพัลส์ที่ขา 14 และขา 15 สัมพันธ์อย่างไรกับแรงดันที่ VR<sub>1</sub> อธิบายจากรูปสัญญาณที่วัดได้ในข้อ 1.3 .....

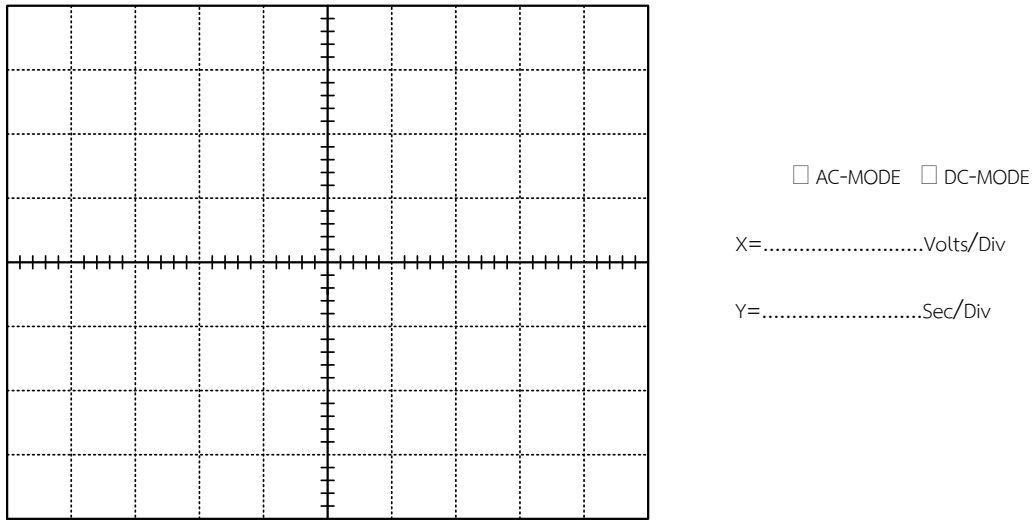
**การทดลองที่ 1-2** การใช้งานนำสัญญาณทรiggerจาก TCA785 ไปควบคุมภาระทางไฟฟ้าชนิด ดีซีและเอซี

1. ต่อวงจรการทดลอง TCA785 ทำการต่อสายจัมป์ ให้กับวงจรควบคุมแรงดันเต็มคลื่น 1 เฟส และต่อแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 12 โวลต์ ตามภาพที่ 1-6



ภาพที่ 1-6 การทดลองที่ 1-2

2. ใช้ออสซิลโลสโคป 2 บีม วัดสัญญาณที่เอาต์พุต (แรงดันตกคร่อมหลอดไฟ) เปรียบเทียบกับสัญญาณเอาต์พุตขา 14 และขา 15 เมื่อทำการปรับ VR<sub>1</sub> ไปตำแหน่งกึ่งกลาง แล้วทำการบันทึกผลที่วัดได้ลงในตารางกราฟภาพที่ 1-4



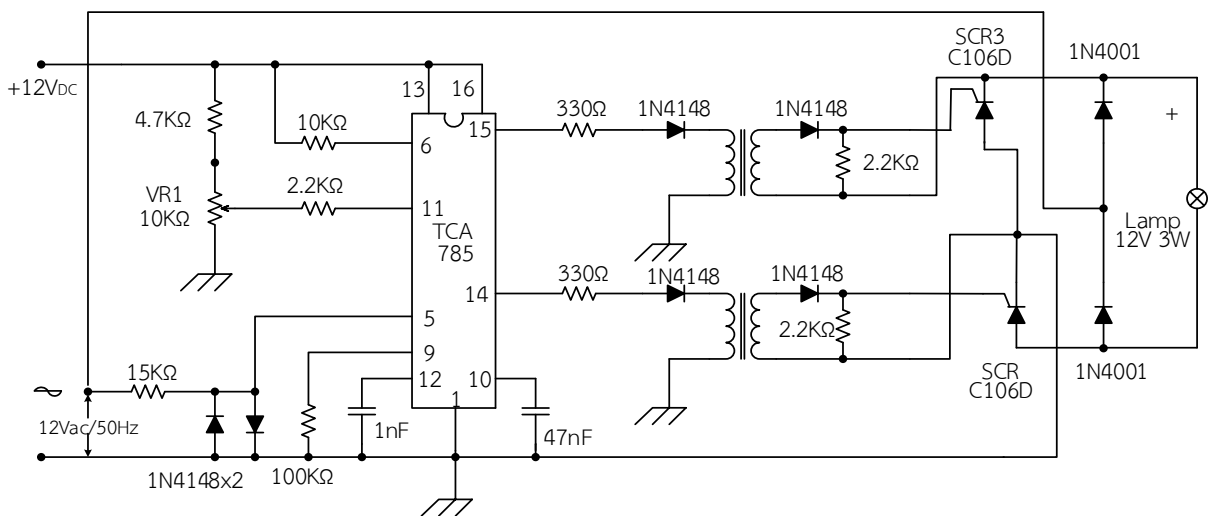
ตารางกราฟภาพที่ 1-4 รูปสัญญาณแรงดันไปตกคร่อมหลอดไฟ

- เมื่อปรับ VR<sub>1</sub> ไปมา ผลของแรงดันที่ตกคร่อมหลอดเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์อย่างไรกับแรงดันที่ VR<sub>1</sub>

.....

**การทดลองที่ 1-3** การใช้งานนำสัญญาณทรiggerจาก TCA785 ไปควบคุมภาระทางไฟฟ้าชนิดดีซี

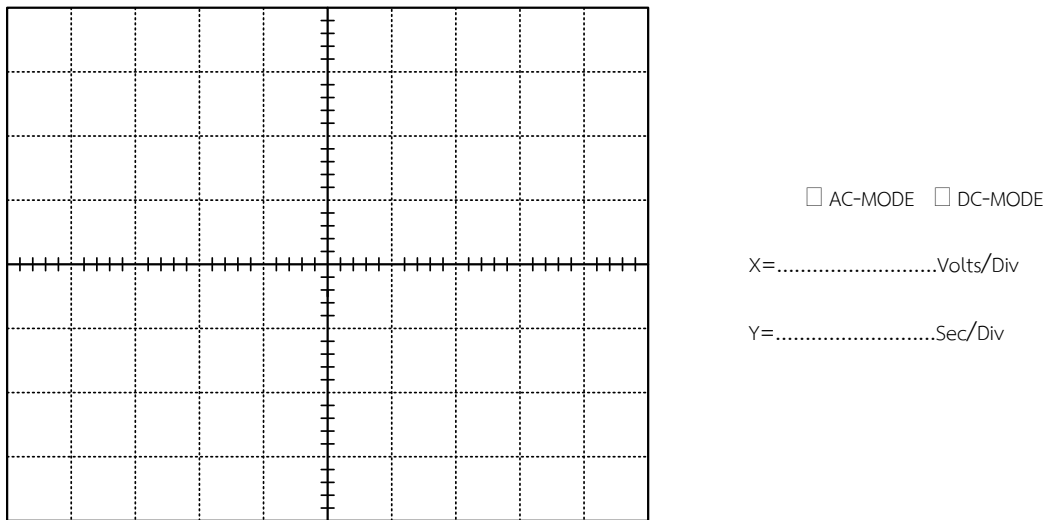
1. ต่อวงจรการทดลอง TCA785 ทำการต่อสายจิ้ม ให้กับวงจรแปลงผันแรงดันเต็มลูกคลื่น 1 เฟส และต่อแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 12 โวลต์ ตามภาพที่ 1-7



ภาพที่ 1-7 การทดลองที่ 1-3



2. ใช้ออสซิลโลสโคปวัดสัญญาณตกคร่อมหลอดไฟ เปรียบเทียบกับสัญญาณเอาต์พุตขา 14 และขา 15 เมื่อทำการปรับ VR<sub>1</sub> ไปตำแหน่งกึ่งกลาง แล้วทำการบันทึกผลที่วัดได้ ลงในตารางกราฟภาพที่ 1-5



ตารางกราฟภาพที่ 1-5

- เมื่อปรับ VR<sub>1</sub> ไปมา ผลของแรงดันที่คร่อมหลอดเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์อย่างไรกับแรงดันที่ VR<sub>1</sub>

**คำถามท้ายการทดลอง**

1. หน้าที่การใช้งานหลักของไอซี TCA785 คืออะไร

2. หากไม่ป้อนสัญญาณที่มีค่าความถี่เดียวกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ต่อใช้งานเข้ายังขา 5 จะมีผลอย่างไรกับการทำงานของไอซี TCA785

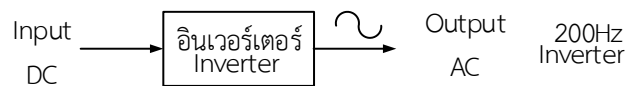
3. แสดงการนำไอซี TCA785 ไปประยุกต์ใช้งานควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าพร้อมอธิบายวิธีในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น

## การทดลองที่ 2 อินเวอร์เตอร์และคอนเวอร์เตอร์

### วัตถุประสงค์

1. บอกหลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์และคอนเวอร์เตอร์ได้
2. ต่อบอร์ดอินเวอร์เตอร์ที่ใช้เอสซีอาร์ เป็นสวิตช์ควบคุมได้
3. ต่อบอร์ดคอนเวอร์เตอร์ที่ใช้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์ควบคุมได้
4. สามารถทดสอบวงจรอินเวอร์เตอร์และคอนเวอร์เตอร์ได้
5. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนด้วยความปลอดภัย

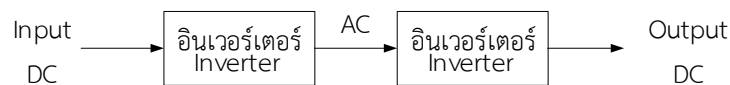
**ทฤษฎีย่อ** อินเวอร์เตอร์ (Inverter) หรืออาจเรียกว่า “เครื่องผกผัน” เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับทางเอาต์พุตโดยสามารถทำการควบคุมขนาดแอมพลิจูด และความถี่ของแรงดันไฟเปลี่ยนแปลงได้ตามต้องการ



ภาพที่ 2-1 แสดงหลักการของอินเวอร์เตอร์

คอนเวอร์เตอร์ (Converter) หรืออาจเรียกว่า “เครื่องแปลงผัน” เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีลักษณะการทำงานแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. เครื่องแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC to DC Converter)
2. เครื่องแปลงผันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC to AC Converter)



(ก) เครื่องแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง



(ข) เครื่องแปลงผันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ

ภาพที่ 2-2 แสดงหลักการของคอนเวอร์เตอร์

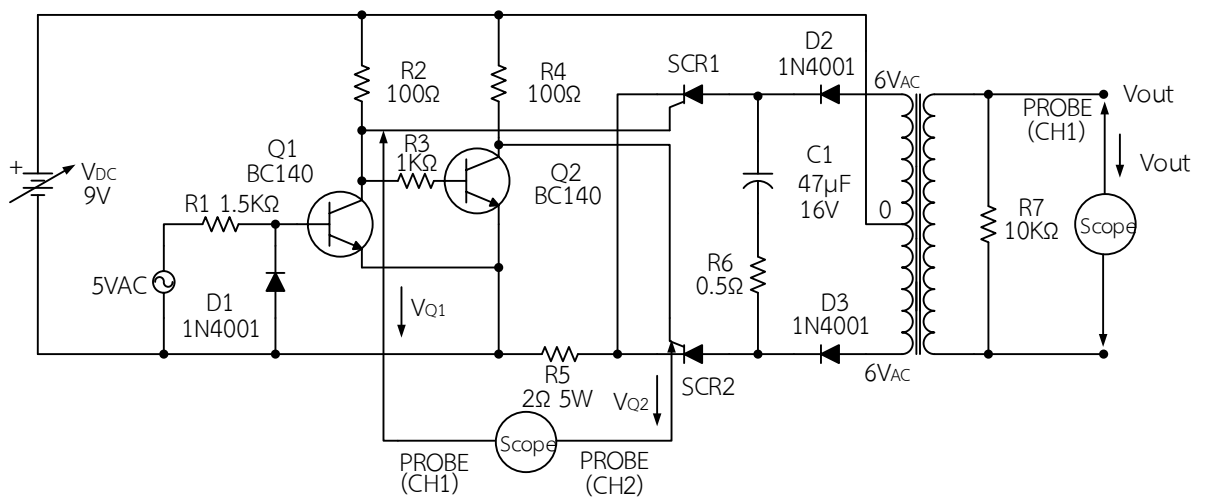
### เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง (นักเรียนเป็นผู้ใช้/ครูเป็นคนเตรียม)

- |  |           |
|--|-----------|
| 1. ออสซิลโลสโคป 2 บีม  | 1 เครื่อง |
| 2. มัลติมิเตอร์  | 1 เครื่อง |
| 3. Power Supply  | 1 เครื่อง |
| 4. ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84      | 1 บอร์ด   |
| 4.1 TR. BC140 x 2, 2SC1061 x 2, SCR. C106D x 2               |           |
| 4.2 Bridge diode W02M(100V 1A) , Diode 1N4001 x 3            |           |
| 4.3 Transformer  |           |
| 4.4 ตัวต้านทาน 0.5Ω2W, 2Ω5W , 100Ω x 2, 330Ω, 1KΩ x 2 , 10KΩ |           |
| 4.5 ตัวเก็บประจุค่า 47μF/16V , 470μF/25V                     |           |
| 5. สายต่อวงจรไฟฟ้า   | 1 ชุด     |

### ลำดับขั้นตอนการทดลอง

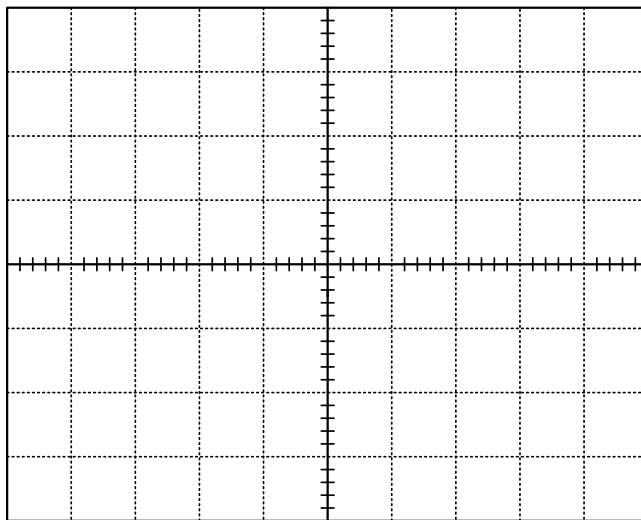
#### การทดลองที่ 2-1 วงจรอินเวอร์เตอร์ที่ใช้เอสซีอาร์เป็นสวิตช์ควบคุม

1. ต่อวงจรการทดลองที่ 2-1 ดังในภาพที่ 2-3
2. ต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (ใช้  $V_{DC}$ ) เท่ากับ 5 โวลต์ ให้แก่วงจรอินเวอร์เตอร์ (ไม่ควรปรับเกิน 5 โวลต์ โดยเมื่อปรับได้ 5 โวลต์ ให้สังเกตความร้อนจากอุปกรณ์แล้วจึงหยุด)



ภาพที่ 2-3 การทดลองที่ 2-1

3. ต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ ( $V_{AC}$ ) 5 โวลต์ และจ่ายแรงดันไฟให้แก่วงจรจุดชนวนเกิด
4. ใช้ออสซิลโลสโคปทำการวัดรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟจุดชนวนขาเกิดของเอสซีอาร์ทั้งสองตัว เปรียบเทียบเพสกันดังแสดงการวัดในรูปในภาพที่ 2-3 และบันทึกผลการวัดลงในตารางกราฟภาพที่ 2-1 และ 2-2 ตามลำดับ



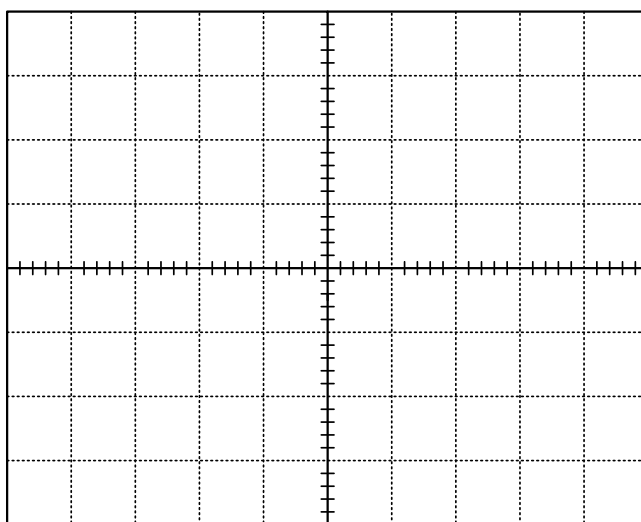
AC-MODE     DC-MODE

X=.....Volts/Div

Y=.....Sec/Div

$Y_{G1}$ =.....Vp-p

ตารางกราฟภาพที่ 2-1 แสดงแรงดันไฟจุดชนวนขาเกตของเอสซีอาร์ 1



AC-MODE     DC-MODE

X=.....Volts/Div

Y=.....Sec/Div

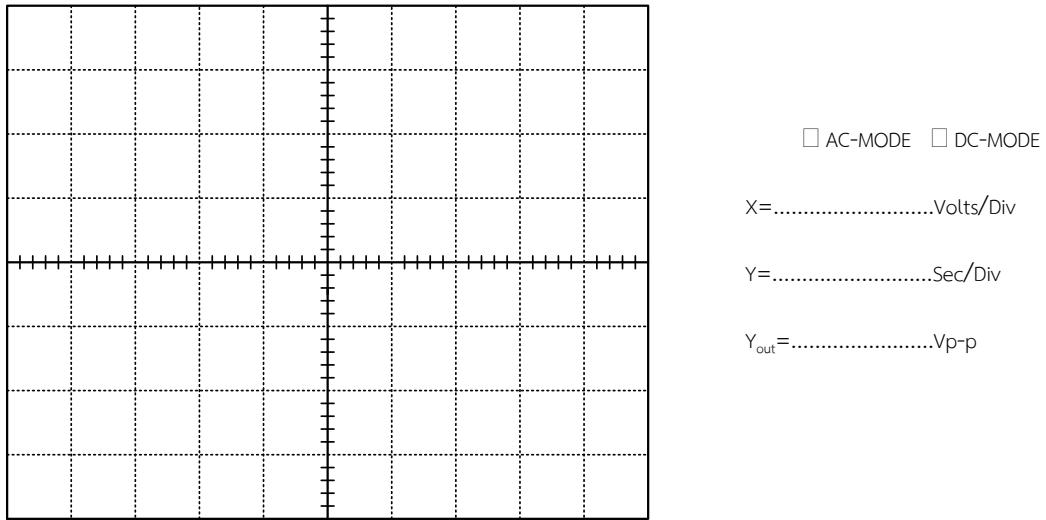
$Y_{G2}$ =.....Vp-p

ตารางกราฟภาพที่ 2-2 แสดงแรงดันไฟจุดชนวนขาเกตของเอสซีอาร์ 2

**จากผลการทดลอง** การวัดรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟจุดชนวนขาเกตของเอสซีอาร์ทั้ง 2 ตัว

1. แรงดันไฟจุดชนวนขาเกตของเอสซีอาร์ จะเป็นสัญญาณอะไร .....
2. แรงดันไฟจุดชนวนขาเกตของเอสซีอาร์ ทั้งสองตัวจะต่างเฟสสัญญาณกันกี่องศา.....องศา

5. ใช้ออสซิลโลสโคปทำการวัดรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟทางเอาต์พุต ( $V_{out}$ ) โดยใช้สายโพรบ อัตรา 1 : 10 ดังแสดงการวัดในภาพที่ 2-3 และบันทึกผลการวัดลงในตารางกราฟภาพที่ 2-3



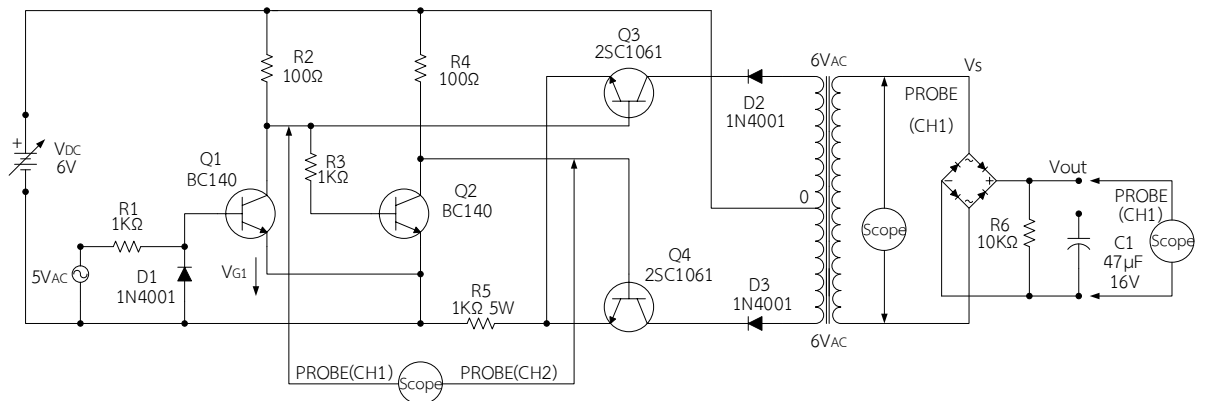
ตารางกราฟภาพที่ 2-3 แสดงแรงดันไฟทางเอาต์พุต (Vout)

จากผลการทดลอง การวัดรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟทางเอาต์พุตของวงจรอินเวอร์เตอร์

1. แรงดันไฟทางเอาต์พุต ( $V_{out}$ ) จะเป็นสัญญาณอะไร.....
2. ใช้มัลติมิเตอร์ทำการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ทางเอาต์พุต  $V_{out} : V_{out} = \dots\dots\dots$  โวลต์
3. ค่าคาบเวลา (Time Period) ของสัญญาณแรงดันไฟทางเอาต์พุต มีค่าเท่าไร  $T = \dots\dots\dots$  ms
4. ความถี่ของสัญญาณแรงดันไฟทางเอาต์พุต มีค่าเท่าไร  $f = \frac{1}{T} = \dots\dots\dots$  เฮิรตซ์

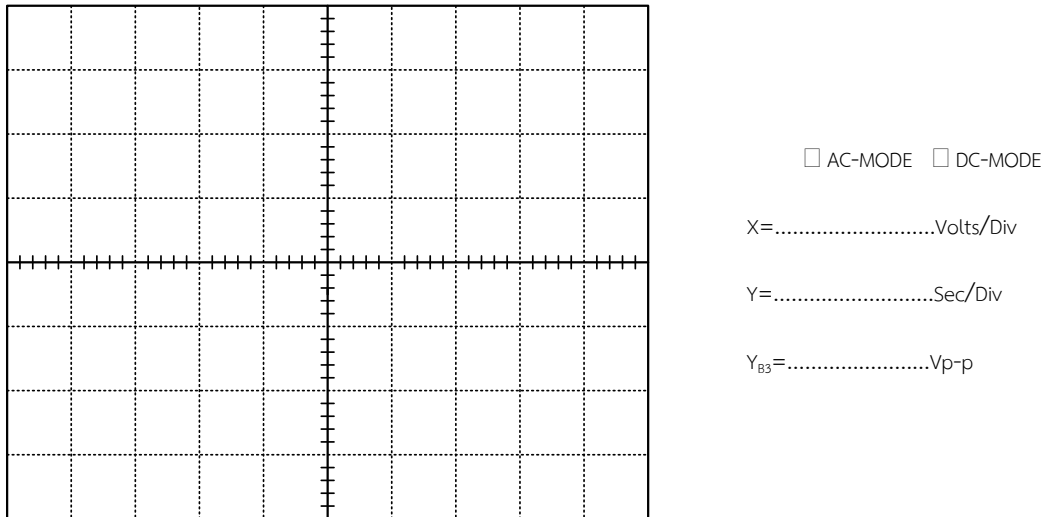
การทดลองที่ 2-2 วงจรคอนเวอร์เตอร์ที่ใช้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์ควบคุม

1. ต่อดังวงจรการทดลองที่ 2-2 ดังในภาพที่ 2-4
2. ต่อกำลังจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (ใช้  $V_{DC}$  Channel) เท่ากับ 9 โวลต์ ให้แก่วงจรคอนเวอร์เตอร์

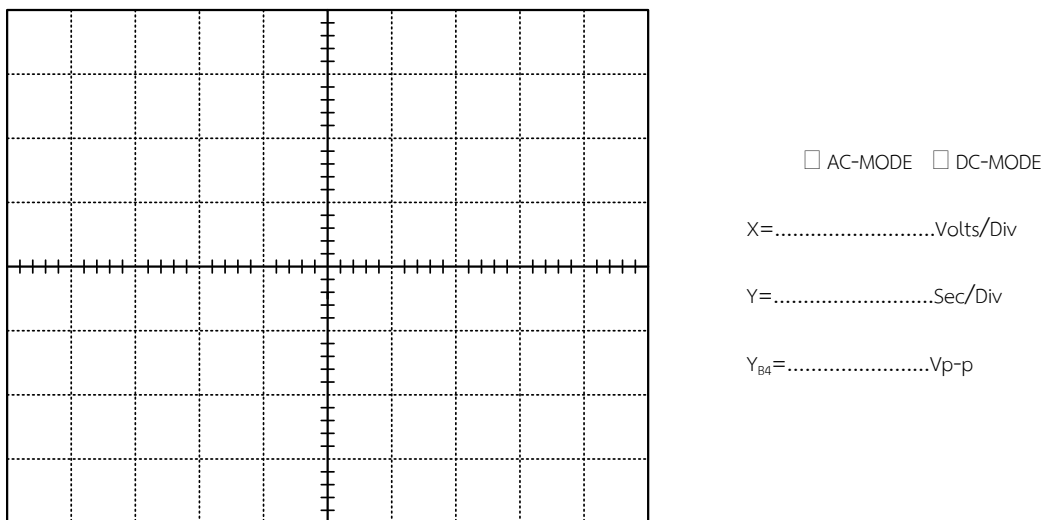


ภาพที่ 2-4 การทดลองที่ 2-2

3. ต่อแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ ( $V_{AC}$ ) 5 โวลต์ และจ่ายแรงดันไฟให้แก่วงจรจุดชนวนเบส
4. ใช้ออสซิลโลสโคปทำการวัดรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟจุดชนวนเบสของทรานซิสเตอร์ทั้งสองตัว เปรียบเทียบเฟสกัน ดังแสดงการวัดในภาพที่ 2-4 และการบันทึกผลการวัดลงในตารางกราฟ ภาพที่ 2-4 และ 2-5 ตามลำดับ



ตารางกราฟภาพที่ 2-4 แสดงแรงดันไฟจุดชนวนขาเบสของทรานซิสเตอร์ ( $Q_3$ )

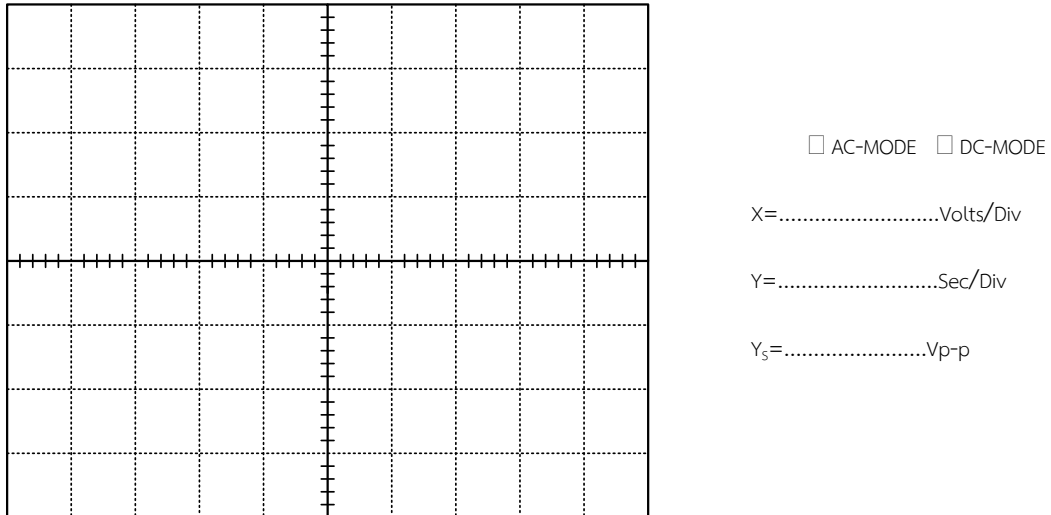


ตารางกราฟภาพที่ 2-5 แสดงแรงดันไฟจุดชนวนขาเบสของทรานซิสเตอร์ ( $Q_4$ )

**จากผลการทดลอง** การวัดรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟจุดชนวนขาเบสของทรานซิสเตอร์ทั้งสองตัว

1. แรงดันไฟจุดชนวนขาเบสของทรานซิสเตอร์จะเป็นสัญญาณอะไร.....
2. แรงดันไฟจุดชนวนขาเบสของทรานซิสเตอร์ทั้งสองตัวจะต่างเฟสสัญญาณกันกี่องศา.....องศา

5. ใช้ออสซิลโลสโคปทำการวัดรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟที่ขดทุติยภูมิ ( $V_S$ ) โดยใช้สายโพรบ อัตรา 1 : 10 ดังการวัดในภาพที่ 2-4 และบันทึกผลการวัดลงในตารางกราฟภาพที่ 2-6

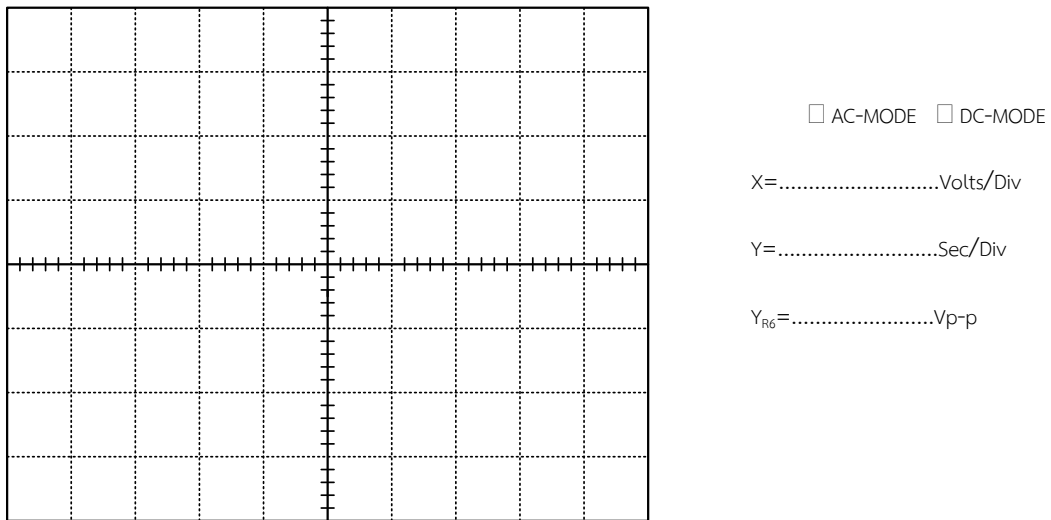


ตารางกราฟภาพที่ 2-6 แรงดันไฟที่ขดทุติยภูมิ ( $V_S$ )

**จากผลการทดลอง 2-2** การวัดรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟที่ขดทุติยภูมิ ( $V_S$ )

1. แรงดันไฟที่ขดทุติยภูมิ ( $V_S$ ) จะเป็นสัญญาณอะไร.....
2. ใช้มัลติมิเตอร์ทำการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับชั่วขณะ ( $V_{rms}$ ) ที่ขดทุติยภูมิมีค่ากี่โวลต์  
 $V_S =$ .....โวลต์
3. ค่าคาบเวลา (Time Period) ของสัญญาณแรงดันไฟที่ขดทุติยภูมิมีค่าเท่าไร  $T =$ .....mS
4. ความถี่ของสัญญาณแรงดันไฟที่ขดทุติยภูมิมีค่าเท่าไร  $f = \frac{1}{T} =$  .....เฮิรตซ์

6. ใช้ออสซิลโลสโคปทำการวัดรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟตกคร่อมโหลด ( $R_6$ ) ขณะที่วงจรยังไม่ต่อตัวเก็บประจุ ( $C_1$ ) โดยใช้สายโพรบอัตรา 1 : 10 ดังแสดงการวัดในภาพที่ 2-4 และบันทึกผลการวัดลงในตารางกราฟ ภาพที่ 2-7



ตารางกราฟภาพที่ 2-7 แรงดันไฟตกคร่อมโหลด ( $V_{R_6}$ ) ขณะที่ยังจอร์ยังไม่ต่อตัวเก็บประจุ ( $C_1$ )

**จากผลการทดลอง** การวัดรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟตกคร่อมโหลด ( $V_{R_6}$ ) ขณะที่ยังจอร์ยังไม่ต่อตัวเก็บประจุ ( $C_1$ )

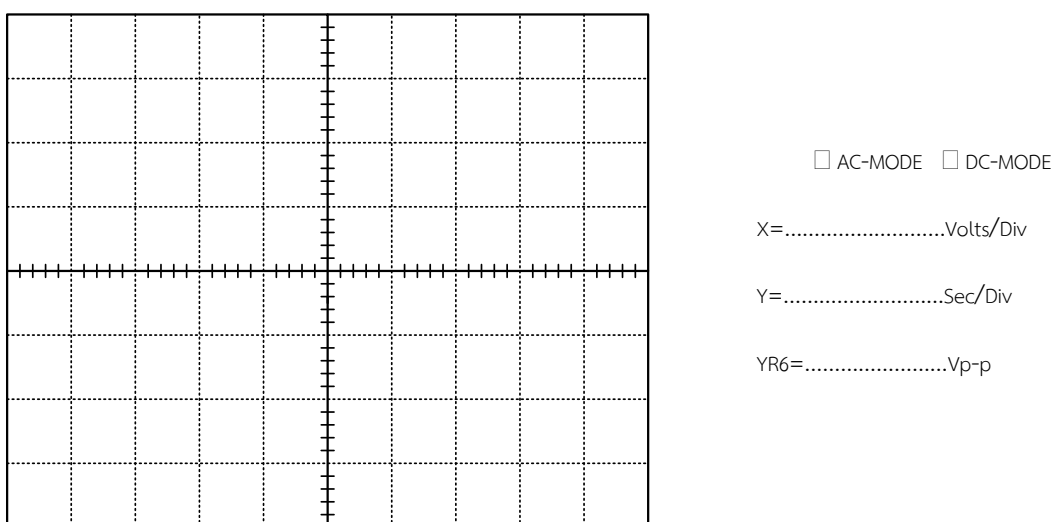
1. ใช้มัลติมิเตอร์ทำการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ( $V_{DC}$ ) ที่โหลดตัวต้านทาน ( $R_6$ ) มีค่ากี่โวลต์

$V_{DCR6}$ =.....โวลต์

2. ค่าคาบเวลา (Time Period) ของสัญญาณแรงดันไฟตกคร่อมโหลดมีค่าเท่าไร  $T$ =.....mS

3. ความถี่ของสัญญาณแรงดันไฟที่ขดทุติยภูมิ มีค่าเท่าไร.....เฮิรตซ์

7. ใช้ออสซิลโลสโคปทำการวัดรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟตกคร่อมโหลด ( $R_6$ ) ขณะที่ยังจอร์ต่อตัวเก็บประจุ ( $C_1$ ) ทำหน้าที่กรองกระแส โดยใช้สายโพรบอัตรา 1 : 10 ดังการวัดในภาพที่ 2-4 และบันทึกผลการวัดลงในตารางกราฟภาพที่ 2-8



ตารางกราฟภาพที่ 2-8 แรงดันไฟตกคร่อมโหลด ( $V_{R_6}$ ) ขณะที่ยังจอร์ตัดต่อตัวเก็บประจุ ( $C_1$ )



จากผลการทดลอง การวัดรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟตกคร่อมโหลด ( $V_{R_6}$ ) ขณะที่วงจรต่อตัวเก็บประจุ ( $C_1$ )

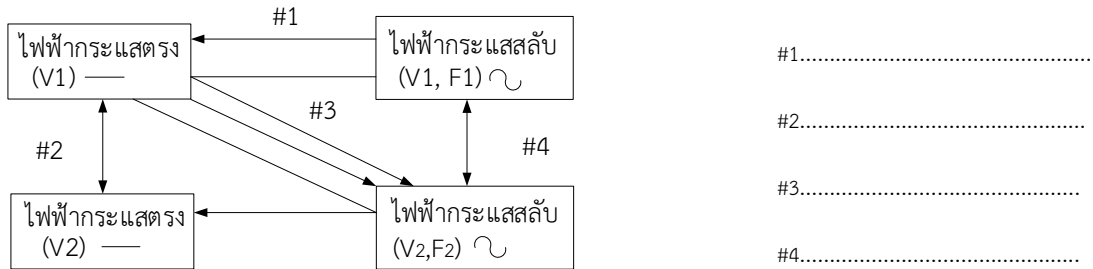
1. แรงดันไฟตกคร่อมโหลด ( $V_{R_6}$ ) ขณะต่อตัวเก็บประจุ ( $C_1$ ) กรองกระแส จะเป็นสัญญาณอะไร

2. ใช้มัลติมิเตอร์ทำการวัดแรงดันไฟกระแสตรง ( $V_{DC}$ ) ที่โหลดตัวต้านทาน ( $R_6$ ) มีค่ากี่โวลต์

$V_{DCR6} = \dots\dots\dots$  โวลต์

**คำถามท้ายการทดลอง**

1. จงเติมความหมายในช่องว่างให้ถูกต้อง



ภาพที่ 2-5 แสดงหลักการแปลงผันพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ

2. จงอธิบายการทำงานของวงจรอินเวอร์เตอร์ในภาพที่ 2-3 มาให้พอเข้าใจ

.....  
 .....  
 .....

3. จงอธิบายการทำงานของวงจรคอนเวอร์เตอร์ในภาพที่ 2-4 มาพอเข้าใจ

.....  
 .....  
 .....

**สรุปผลการทดลอง**

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

## การประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมกับชุมชนท้องถิ่น

จากกระบวนการเรียนรู้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมจากการเรียนและศึกษาค้นคว้า ตลอดจนการฝึกปฏิบัติอย่างจริงจังจึงนำไปสู่แนวคิด เพื่อการสร้างสรรค์ ช่วยแก้ปัญหาของชุมชนท้องถิ่นหรือตอบสนองความต้องการของกลุ่มคนในท้องถิ่น โดยให้นักเรียนในสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์มีส่วนร่วมในการออกแบบระบบน้ำแบบกึ่งอัตโนมัติและอัตโนมัติในการรดน้ำแปลงพืชผัก และสวนผลไม้ ของกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์จังหวัดนครนายก โดยใช้ความรู้ด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมจากกระบวนการเรียนการสอนนำไปสู่การออกแบบและสร้างระบบควบคุมการจ่ายน้ำ และปุ๋ยในคราวเดียวกันให้กับแปลง พืช ผัก ผลไม้ เพื่อชุมชน สมาชิกเกษตรกรอินทรีย์จังหวัดนครนายก และกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ชุนด้านปรางคารชล จังหวัดนครนายก



ชุดควบคุมการทำงานด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม  
ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560).



ครูและนักเรียนร่วมมือกันต่อระบบน้ำกึ่งอัตโนมัติและอัตโนมัติให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชน  
ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560)



นำผลงานแบบระบบน้ำกึ่งอัตโนมัติและอัตโนมัติไปใช้ประโยชน์  
ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560)

ศูนย์ประสานงานกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประจำภูมิภาค ภาคตะวันออก (ศวภ.๔) และศูนย์ฝึกพัฒนาอาชีพเกษตรกรรมวัดญาณสังวรารามวรวิหาร ได้เชิญผู้วิจัยเป็นวิทยากรอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ ฟาร์มอัจฉริยะ” หัวข้อเทคโนโลยีโรงเรือน และระบบการจัดการน้ำและปุ๋ย



การบรรยายเรื่องระบบน้ำกึ่งอัตโนมัติและอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์  
ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์. (2561)

## ภาคผนวก ข

- หนังสือขอเผยแพร่บทความวิจัย
- หนังสือตอบรับการเผยแพร่บทความวิจัย
- สรุปผลการประเมินจากสถานศึกษาที่ได้นำชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ไปใช้ในการเรียนการสอน
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบระบบน้ำอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
- หนังสือขอขอบคุณที่อนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบระบบน้ำอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
- หนังสือเชิญเป็นวิทยากรในโครงการเพิ่มศักยภาพเกษตรกรปลอดภัยและการท่องเที่ยวชุมชน ด้วยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม เกษตรแม่นยำฟาร์มอัจฉริยะ ภายใต้ยุทธศาสตร์ Innovative Agriculture ภาคตะวันออก
- หนังสือขอขอบคุณ ศวภ.4
- หนังสือ การตอบรับบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการ
- การประชุมทางวิชาการ ระดับชาติ ครั้งที่ 1
- เกียรติบัตรเข้าร่วมนำเสนอผลงานทางวิชาการ ระดับชาติ ครั้งที่ 1
- เกียรติบัตร การอบรมเชิงปฏิบัติ การเขียนบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์ลงวารสารทางวิชาการ
- การเผยแพร่ผ่านเว็บไซต์ของวิทยาลัย



ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/ ๖๒๖๔ ๖

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง เผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. บทความงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ฯ จำนวน ๑ ชุด  
๒. แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย จำนวน ๑ แผ่น

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานี้อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ และเพื่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จึงขอส่งบทความวิจัยดังกล่าว เผยแพร่ให้บุคลากรในสังกัดของท่าน เพื่อใช้ข้อมูลในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และผู้ที่สนใจต่อการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยท่านสามารถ Download เอกสารได้จากเว็บไซต์ <http://www.nayoktech.ac.th/ผลงานวิจัย> และขอความกรุณาตอบกลับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคนครนายกด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิวรรธน์ วิไลลักษณ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>

อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)



ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/๖๒๔๔ ๖

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง เผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคบูรพาปราจีน

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. บทความงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ฯ จำนวน ๑ ชุด  
๒. แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย จำนวน ๑ แผ่น

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานวัตกรรมอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ และเพื่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จึงขอส่งบทความวิจัยดังกล่าว เผยแพร่ให้บุคลากรในสังกัดของท่าน เพื่อใช้ข้อมูลในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และผู้ที่สนใจต่อการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยท่านสามารถ Download เอกสารได้จากเว็บไซต์ <http://www.nayoktech.ac.th/ผลงานวิจัย> และขอความกรุณาตอบกลับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคนครนายกด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิวัฒน์ วิไลลักษณ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>

อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)



ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/๖๒๔๔ ๖

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง เผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครพนม

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. บทความงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ฯ จำนวน ๑ ชุด  
๒. แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย จำนวน ๑ แผ่น

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานีอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ และเพื่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จึงขอส่งบทความวิจัยดังกล่าว เผยแพร่ให้บุคลากรในสังกัดของท่าน เพื่อใช้ข้อมูลในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และผู้ที่สนใจต่อการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยท่านสามารถ Download เอกสารได้จากเว็บไซต์ <http://www.nayoktech.ac.th/ผลงานวิจัย> และขอความกรุณาตอบกลับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคนครนายกด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิวัฒน์ วิไลลักษณ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>

อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)





ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/๖๒๔๔ ๖

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง เผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยสารพัดช่างปราจีนบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. บทความงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ฯ จำนวน ๑ ชุด  
๒. แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย จำนวน ๑ แผ่น

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานี้อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ และเพื่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จึงขอส่งบทความวิจัยดังกล่าว เผยแพร่ให้บุคลากรในสังกัดของท่าน เพื่อใช้ข้อมูลในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และผู้ที่สนใจต่อการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยท่านสามารถ Download เอกสารได้จากเว็บไซต์ <http://www.nayoktech.ac.th/ผลงานวิจัย> และขอความกรุณาตอบกลับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคนครนายกด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิวัฒน์ วิไลลักษณ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>

อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)



ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/๖๒๔๔ ๖

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง เผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยสารพัดช่างศรีสะเกษ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. บทความงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ฯ จำนวน ๑ ชุด  
๒. แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย จำนวน ๑ แผ่น

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานี้อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ และเพื่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จึงขอส่งบทความวิจัยดังกล่าว เผยแพร่ให้บุคลากรในสังกัดของท่าน เพื่อใช้ข้อมูลในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และผู้ที่สนใจต่อการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยท่านสามารถ Download เอกสารได้จากเว็บไซต์ <http://www.nayoktech.ac.th/ผลงานวิจัย> และขอความกรุณาตอบกลับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคนครนายกด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิวัฒน์ วิไลลักษณ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>

อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)



ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/๖๒๔๔ ๖

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง เผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. บทความงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ฯ จำนวน ๑ ชุด  
๒. แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย จำนวน ๑ แผ่น

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานี้อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ และเพื่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จึงขอส่งบทความวิจัยดังกล่าว เผยแพร่ให้บุคลากรในสังกัดของท่าน เพื่อใช้ข้อมูลในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และผู้ที่สนใจต่อการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยท่านสามารถ Download เอกสารได้จากเว็บไซต์ <http://www.nayoktech.ac.th/ผลงานวิจัย> และขอความกรุณาตอบกลับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคนครนายกด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิวัฒน์ วิไลลักษณ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>

อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)



ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/๖๒๔๔ ๖

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง เผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยสารพัดช่างพัทลุง

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. บทความงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ฯ จำนวน ๑ ชุด  
๒. แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย จำนวน ๑ แผ่น

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานี้อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ และเพื่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จึงขอส่งบทความวิจัยดังกล่าว เผยแพร่ให้บุคลากรในสังกัดของท่าน เพื่อใช้ข้อมูลในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และผู้ที่สนใจต่อการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยท่านสามารถ Download เอกสารได้จากเว็บไซต์ <http://www.nayoktech.ac.th/ผลงานวิจัย> และขอความกรุณาตอบกลับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคนครนายกด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิวัฒน์ วิไลลักษณ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>

อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)



ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/๖๖๔ ๖

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง เผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. บทความงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ฯ จำนวน ๑ ชุด  
๒. แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย จำนวน ๑ แผ่น

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานีอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ และเพื่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จึงขอส่งบทความวิจัยดังกล่าว เผยแพร่ให้บุคลากรในสังกัดของท่าน เพื่อใช้ข้อมูลในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และผู้ที่สนใจต่อการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยท่านสามารถ Download เอกสารได้จากเว็บไซต์ <http://www.nayoktech.ac.th/ผลงานวิจัย> และขอความกรุณาตอบกลับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคนครนายกด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิวัฒน์ วิไลลักษณ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>

อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)



ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/ ๖๒๖๔ ๖

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง เผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคระนอง

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. บทความงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ฯ จำนวน ๑ ชุด  
๒. แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย จำนวน ๑ แผ่น

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานีอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ และเพื่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จึงขอส่งบทความวิจัยดังกล่าว เผยแพร่ให้บุคลากรในสังกัดของท่าน เพื่อใช้ข้อมูลในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และผู้ที่สนใจต่อการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยท่านสามารถ Download เอกสารได้จากเว็บไซต์ <http://www.nayoktech.ac.th/ผลงานวิจัย> และขอความกรุณาตอบกลับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคนครนายกด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิวัฒน์ วิไลลักษณ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>

อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)



ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/ ๖๒๖๔ ๖

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง เผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. บทความงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ฯ จำนวน ๑ ชุด  
๒. แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย จำนวน ๑ แผ่น

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานวัตกรรมอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ และเพื่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จึงขอส่งบทความวิจัยดังกล่าว เผยแพร่ให้บุคลากรในสังกัดของท่าน เพื่อใช้ข้อมูลในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และผู้ที่สนใจต่อการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยท่านสามารถ Download เอกสารได้จากเว็บไซต์ <http://www.nayoktech.ac.th/ผลงานวิจัย> และขอความกรุณาตอบกลับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคนครนายกด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิวัฒน์ วิไลลักษณ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>

อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)



ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/ ๖๒๖๔ ๖

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง เผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคคูบลราชธานี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. บทความงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ฯ จำนวน ๑ ชุด  
๒. แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย จำนวน ๑ แผ่น

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานีอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ และเพื่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จึงขอส่งบทความวิจัยดังกล่าว เผยแพร่ให้บุคลากรในสังกัดของท่าน เพื่อใช้ข้อมูลในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และผู้ที่สนใจต่อการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยท่านสามารถ Download เอกสารได้จากเว็บไซต์ <http://www.nayoktech.ac.th/ผลงานวิจัย> และขอความกรุณาตอบกลับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคนครนายกด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิวัฒน์ วิไลลักษณ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>

อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)





ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/ ๖๒๖๔ ๖

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง เผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. บทความงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ฯ จำนวน ๑ ชุด  
๒. แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย จำนวน ๑ แผ่น

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานวัตกรรมอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ และเพื่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จึงขอส่งบทความวิจัยดังกล่าว เผยแพร่ให้บุคลากรในสังกัดของท่าน เพื่อใช้ข้อมูลในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และผู้ที่สนใจต่อการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยท่านสามารถ Download เอกสารได้จากเว็บไซต์ <http://www.nayoktech.ac.th/ผลงานวิจัย> และขอความกรุณาตอบกลับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคนครนายกด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิวรรณ วิไลลักษณ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>

อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)



ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/๖๒๔๔ ๖

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง เผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยสารพัดช่างนราธิวาส

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. บทความงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ฯ จำนวน ๑ ชุด  
๒. แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย จำนวน ๑ แผ่น

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานีอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ และเพื่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จึงขอส่งบทความวิจัยดังกล่าว เผยแพร่ให้บุคลากรในสังกัดของท่าน เพื่อใช้ข้อมูลในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และผู้ที่สนใจต่อการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยท่านสามารถ Download เอกสารได้จากเว็บไซต์ <http://www.nayoktech.ac.th/ผลงานวิจัย> และขอความกรุณาตอบกลับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคนครนายกด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิวัฒน์ วิไลลักษณ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>

อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)



ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/๖๒๔๔ ๖

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง เผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. บทความงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ฯ จำนวน ๑ ชุด  
๒. แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย จำนวน ๑ แผ่น

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานี้อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ และเพื่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จึงขอส่งบทความวิจัยดังกล่าว เผยแพร่ให้บุคลากรในสังกัดของท่าน เพื่อใช้ข้อมูลในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และผู้ที่สนใจต่อการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยท่านสามารถ Download เอกสารได้จากเว็บไซต์ <http://www.nayoktech.ac.th/ผลงานวิจัย> และขอความกรุณาตอบกลับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคนครนายกด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิวัฒน์ วิไลลักษณ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>

อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)



ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/๖๒๔๔ ๖

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง เผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคท่าหลวง

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. บทความงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ฯ จำนวน ๑ ชุด  
๒. แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย จำนวน ๑ แผ่น

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานี้อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ และเพื่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จึงขอส่งบทความวิจัยดังกล่าว เผยแพร่ให้บุคลากรในสังกัดของท่าน เพื่อใช้ข้อมูลในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และผู้ที่สนใจต่อการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยท่านสามารถ Download เอกสารได้จากเว็บไซต์ <http://www.nayoktech.ac.th/ผลงานวิจัย> และขอความกรุณาตอบกลับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคนครนายกด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิวัฒน์ วิไลลักษณ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>

อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)



ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/๖๒๔๔ ๖

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง เผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเลย

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. บทความงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ฯ จำนวน ๑ ชุด  
๒. แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย จำนวน ๑ แผ่น

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานี้อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ และเพื่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จึงขอส่งบทความวิจัยดังกล่าว เผยแพร่ให้บุคลากรในสังกัดของท่าน เพื่อใช้ข้อมูลในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และผู้ที่สนใจต่อการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยท่านสามารถ Download เอกสารได้จากเว็บไซต์ <http://www.nayoktech.ac.th/ผลงานวิจัย> และขอความกรุณาตอบกลับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคนครนายกด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิวัฒน์ วิไลลักษณ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>

อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)



ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/ ๖๒๖๔ ๖

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง เผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. บทความงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ฯ จำนวน ๑ ชุด  
๒. แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย จำนวน ๑ แผ่น

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานี้อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ และเพื่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จึงขอส่งบทความวิจัยดังกล่าว เผยแพร่ให้บุคลากรในสังกัดของท่าน เพื่อใช้ข้อมูลในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และผู้ที่สนใจต่อการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยท่านสามารถ Download เอกสารได้จากเว็บไซต์ <http://www.nayoktech.ac.th/ผลงานวิจัย> และขอความกรุณาตอบกลับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคนครนายกด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิวัฒน์ วิไลลักษณ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>

อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)



ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/๖๒๔๔ ๖

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง เผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. บทความงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ฯ จำนวน ๑ ชุด  
๒. แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย จำนวน ๑ แผ่น

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานี้อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ และเพื่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จึงขอส่งบทความวิจัยดังกล่าว เผยแพร่ให้บุคลากรในสังกัดของท่าน เพื่อใช้ข้อมูลในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และผู้ที่สนใจต่อการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยท่านสามารถ Download เอกสารได้จากเว็บไซต์ <http://www.nayoktech.ac.th/ผลงานวิจัย> และขอความกรุณาตอบกลับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคนครนายกด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิวัฒน์ วิไลลักษณ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>

อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)



ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/๖๒๔๔ ๖

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง เผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. บทความงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ฯ จำนวน ๑ ชุด  
๒. แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย จำนวน ๑ แผ่น

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานวัตกรรมอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ และเพื่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จึงขอส่งบทความวิจัยดังกล่าว เผยแพร่ให้บุคลากรในสังกัดของท่าน เพื่อใช้ข้อมูลในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และผู้ที่สนใจต่อการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยท่านสามารถ Download เอกสารได้จากเว็บไซต์ <http://www.nayoktech.ac.th/ผลงานวิจัย> และขอความกรุณาตอบกลับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคนครนายกด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิวรรณ วิไลลักษณ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>

อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)





ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/๖๒๔๔ ๖

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง เผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีวศึกษานครนายก

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. บทความงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ฯ จำนวน ๑ ชุด  
๒. แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย จำนวน ๑ แผ่น

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานี้อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ และเพื่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จึงขอส่งบทความวิจัยดังกล่าว เผยแพร่ให้บุคลากรในสังกัดของท่าน เพื่อใช้ข้อมูลในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และผู้ที่สนใจต่อการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยท่านสามารถ Download เอกสารได้จากเว็บไซต์ <http://www.nayoktech.ac.th/ผลงานวิจัย> และขอความกรุณาตอบกลับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคนครนายกด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิวัฒน์ วิไลลักษณ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>

อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)



ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/๖๒๔๔ ๖

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง เผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. บทความงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ฯ จำนวน ๑ ชุด  
๒. แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย จำนวน ๑ แผ่น

ด้วยนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานี้อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ และเพื่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จึงขอส่งบทความวิจัยดังกล่าว เผยแพร่ให้บุคลากรในสังกัดของท่าน เพื่อใช้ข้อมูลในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และผู้ที่สนใจต่อการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยท่านสามารถ Download เอกสารได้จากเว็บไซต์ <http://www.nayoktech.ac.th/ผลงานวิจัย> และขอความกรุณาตอบกลับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคนครนายกด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิวัฒน์ วิไลลักษณ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ฝ่ายบริหารทรัพยากร (งานบุคลากร)

โทร.(๐๓๗) ๓๑๓๕๓๒ โทรสาร.(๐๓๗) ๓๑๑๐๒๕

เว็บไซต์ : <http://www.nayoktech.ac.th>

อีเมลล์ : [nakhonnayok01@vec.mail.go.th](mailto:nakhonnayok01@vec.mail.go.th)

ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ  
เลขที่รับ 171/00642  
วันที่ 12 ก.พ. 2561  
เวลา 18.30



วิทยาลัยสารพัดช่างพัทลุง  
เลขที่รับ 171/00642  
วันที่ 12 ก.พ. 2561  
เวลา 14.00

ที่ ศธ ๐๖๔๑.๐๗/๐๓๑๕

วิทยาลัยสารพัดช่างพัทลุง  
ถ. ช่วยทุกขราษฎร์ อ. เมือง  
จ. พัทลุง ๙๓๐๐๐

๑๗ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/ว ๒๑๔๒ ลงวันที่ ๑๔ ธันวาคม ๒๕๖๐

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดส่งบทความวิจัย เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานี้ศึกษาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ ความละเอียดทราบแล้วนั้น บัดนี้ วิทยาลัยสารพัดช่างพัทลุง ได้รับเอกสารผลงานวิชาการบทความวิจัยดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และจะนำผลงานวิจัยดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ต่อไป และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เรียน ผอ.วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ  
เพื่อ  โปรดทราบ  โปรดพิจารณา  
เห็นควร  มอบ  แจ้ง   
๑๖.๒.๖๑  
๑๖.๒.๖๑  
ผู้อำนวยการ  
แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์

ขอแสดงความนับถือ

(นายประวิทย์ จันทโร)

รองผู้อำนวยการวิทยาลัย รักษาการในตำแหน่ง  
ผู้อำนวยการวิทยาลัยสารพัดช่างพัทลุง

โทรศัพท์ ๐ ๗๕๖๑ ๕๐๕๖  
โทรสาร ๐ ๗๕๖๑ ๑๖๔๐

ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ

๑๖ ก.พ. ๖๑

๑๓ ก.พ. ๖๑

๑. ทงทม  
๑๖ ก.พ. ๖๑

ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ  
เลขที่รับ 1ม/00420  
วันที่ 30 ส.ค. 2561  
เวลา 16.00



วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
เลขที่รับ 011420  
วันที่ 29 ส.ค. 2561  
เวลา 13.00 น

ที่ ศธ ๐๖๑๕.๗/๖๖

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๑  
วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา  
อำเภอพระนครศรีอยุธยา  
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ๑๓๐๐๐

๒๓ มกราคม ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคนครนายก เลขที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/ว.๒๑๔๒ ลงวันที่ ๑๔ ธันวาคม ๒๕๖๐

ตามที่วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้เผยแพร่ผลงานวิจัย เรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เพื่อใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนและเป็นผลงาน ในการเลื่อนวิทยฐานะที่สูงขึ้นนั้น

บัดนี้ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ได้รับทราบการเผยแพร่ผลงานวิจัยดังกล่าว

เรียบร้อยแล้ว และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เรียน ผอ.วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
เพื่อ  ไปตรวจรับ  จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ  
เห็นควร  มอบ  แจง   
25.08.2016  
4000  
- 5/11/16  
16  
6/11/16

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมชาย ท่าตะเคียน)

รองผู้อำนวยการ รักษาการตำแหน่ง

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา

งานวิจัยพัฒนา นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์

ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ

โทรศัพท์ ๐-๓๕๒๔-๕๑๔๔-๖ ต่อ ๕๕๑

โทรสาร ๐-๓๕๓๒-๒๐๒๑

<http://www.ayuttech.ac.th>

- ทนท  
- ดลล

ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ

สมพงษ์

โพธิ์สุภา โพธิ์สุภากร

กม 33

๒๓/๑๑/๑๑



วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี  
เลขที่รับ.....  
วันที่ 22 มี.ค. 2561  
เวลา 10.00 น.

ที่ ศธ ๐๖๑๗.๘/๐๗๐

วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง  
อ.เมือง จ.ปราจีนบุรี ๒๕๐๐๐

๑๗ มกราคม ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/ว๒๑๔๒ ลงวันที่ ๑๔ ธันวาคม ๒๕๖๐

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดส่งบทความวิจัย เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานวัตกรรมอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” ของนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ ความละเอียดทราบแล้วนั้น

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี ได้รับการเผยแพร่ผลงานวิจัยดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

แบบ แบบ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
เพื่อ  โปรดทราบ  โปรดพิจารณา  
เห็นควร  มอบ  แจง   
ท.ท. วิจัย (๓๐๖๖) เพชรเทพ  
อ.กลางแจ้ง  
- อ.วิเศษ ๒๐.๕๕๓

ขอแสดงความนับถือ

(นายกมล เรียงไธสง)

รองผู้อำนวยการ รักษาการในตำแหน่ง  
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี

๒3 มี.ค. ๒๕๖1

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

- ทราบ
- แจง.....
- มอบ.....

สถานศึกษารางวัลพระราชทาน ประจำปีการศึกษา ๒๕๕๖, ๒๕๕๘  
ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ  
งานวิจัยพัฒนา นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์  
โทรศัพท์ ๐ ๓๗๒๑ ๑๐๖๘, ๐ ๓๗๒๑ ๑๐๘๕ ต่อ ๒๕๙  
โทรสาร ๐ ๓๗๒๑ ๑๐๖๘, ๐ ๓๗๒๑ ๑๐๘๕ ต่อ ๒๐๐  
technicprachin@gmail.com  
http://technicprachin.ac.th

(พ.อ.อ.ชัยมงคล จำรูญ)  
รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ  
[Signature]

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
 เลขที่รับ ก/ว 3 ก 9  
 วันที่ 22 มี.ค. 2561  
 เวลา 16.00 น.



ที่ ศธ ๐๖๒๗.๑/ ๐๐๕๑

สถาบันการอาชีวศึกษา  
 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๔  
 วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี  
 อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ๓๔๐๐๐

โยโย มกราคม ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

อ้างถึง หนังสือ ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/ว ๒๑๔๒ ลงวันที่ ๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๐

ตามหนังสืออ้างถึงวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดส่งบทความวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานีอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” ของนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ ความละเอียดทราบแล้วนั้น

บัดนี้ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ได้รับเอกสารผลงานวิชาการบทความงานวิจัยดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และจะนำผลงานวิจัยดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ต่อไป และขอขอบพระคุณ ณ โอกาสนี้

เรียน ผอ.วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
 เพื่อ  ไปรุดทราบ  โปรดพิจารณา  
 เห็นควร  มอบ  แจ้ง   
 ผ.อุบลราชธานี  
 อ.เมือง  
 - อ.อุบลราชธานี

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายนิพนธ์ แสงวงศ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

25 มี.ค. 2561

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

ทราบ

แจ้ง

มอบ

( พ.อ.ชัยมงคล จำรุง )

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

ฝ่ายบริหารทรัพยากร/งานบริหารงานทั่วไป

โทร ๐๕๕-๒๖๒๕๖๖ ต่อ ๓๐๔

โทรสาร ๐๕๕-๒๖๑๐๗๗

E-Mail : utc\_utcubon@hotmail.com

๒๖

ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ

เลขที่รับ ๐๒๙/๐๖๑๙๔

วันที่ 18 ส.ค. 2561

เวลา ๐8.๐๐ น.

ที่ ศธ ๐๖๕๓.๑๐/ ๐๙๙



วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
เลขที่รับ ๐๖๑๙๔  
วันที่ 17 ส.ค. 2561  
เวลา 15.๐๐ น.

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์  
อำเภอบ้านหมอ จังหวัดสระบุรี ๑๘๒๗๐

๙ มกราคม ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

อ้างถึง หนังสือ ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/๒๑๔๒ ลงวันที่ ๑๔ ธันวาคม ๒๕๖๐

ตามหนังสืออ้างถึงวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดส่งบทความวิจัยเรื่อง "การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา" ของนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ ความละเอียดทราบแล้วนั้น

บัดนี้ วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์ ได้รับเอกสารผลงานวิชาการบทความวิจัยดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และขอนำผลงานวิจัยดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ต่อไป และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

เขียน ผอ.วิทยาลัยเทคนิคนครนายก

เพื่อ  โปรดทราบ  โปรดพิจารณาเห็นควร  น้อย  แจ้ง

๑๓.๐๘.๖๐๖ วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์

๑๐๖๖๖๖๖๖

วิ.๐๖

๑๖๖๖๖๖

๑๖๖๖๖๖

ขอแสดงความนับถือ

(นายเฉลิมชนม์ เวทสรากุล)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพบ่อไร่

รักษาการในตำแหน่ง

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์

งานวิจัย พัฒนา นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์

โทร.๐๓๖ - ๒๘๑๒๕๕ ต่อ ๑๑๐

โทร.๐๓๖ - ๒๘๓๕๓๒

ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ  
๑๓/๑๑/๑๙  
๑๓/๑๑/๑๙  
๑๓/๑๑/๑๙  
๑๓/๑๑/๑๙

ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ  
เลขที่รับ ๐๒๖/๐๐1๙๓  
วันที่ 18 มี.ค. 2561  
เวลา ๐8.๐๐  
ที่ ศธ ๐๖๑๗.๑๐๖๖



วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
เลขที่รับ ก1193  
วันที่ 17 มี.ค. 2561  
75-๐๕๖

วิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว ๒๗๑๖๐

๓ มกราคม ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/ว๒๑๔๒ ลงวันที่ ๑๔ ธันวาคม ๒๕๖๐

ตามหนังสือที่อ้างถึงวิทยาลัยเทคนิคนครนายกได้ส่งจัดส่งผลงานวิจัยเรื่อง "การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔" วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา" ของนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ เพื่อประกอบการจัดทำผลงานทางวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ ความละเอียดแจ้งแล้ว นั้น

บัดนี้ วิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว ได้รับเอกสารผลงานทางวิชาการบทความวิจัยดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว โดยจะนำไปเผยแพร่ให้หน่วยงานและผู้สนใจเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป ทั้งนี้ วิทยาลัยฯ ขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

เรียน ผอ.วิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว  
เพื่อ  โปรดทราบ  โปรดพิจารณา  
เห็นควร  มอบ  แจ้ง   
กช.ศท.112.5 906/วท.  
144/1/โพธิ์วงษ์  
- ๒๖๖๖-๖  
1/๒๖  
- ผอ. ก. ๕

ขอแสดงความนับถือ

(นายจรัส เล่ห์สิงห์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว

ฝ่ายวิชาการ งานอาชีวศึกษาระบบทวิภาคี  
โทรศัพท์ ๐-๓๗๒๖-๑๕๓๕ ต่อ ๑๐๘  
โทรศัพท์ ๐-๓๗๒๖-๑๖๗๕

ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ

1/๑๗/๒๕๖๑  
1/๑๗/๒๕๖๑

  
1/๑๗/๒๕๖๑  
1/๑๗/๒๕๖๑



ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ  
เลขที่รับ 052/08176  
วันที่ 18 มี.ค. 2561  
เวลา 08.00 น.

วิทยาลัยเทคโนโลยีรัตนโกสินทร์  
เลขที่รับ กทท 76  
วันที่ 17 มี.ค. 2561  
เวลา 16.00 น.



ที่ ศธ ๐๖๒๔.๖/๒๑

วิทยาลัยเทคนิคเลย  
๒๗๒ ถ.เจริญรัฐ ต.กุดเป่ง  
อ.เมือง จ.เลย ๔๒๐๐๐

๔ มกราคม ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับเอกสารเผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

อ้างถึง หนังสือหนังสือที่ ศธ.๐๖๑๗๖/ว.๒๑๕๒ ลงวันที่ ๑๔ ธันวาคม ๒๕๖๐

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดส่งบทความวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานี้เล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๔-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” ของนายสัญญา โพธิ์วังษ์ ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ เพื่อประกอบการจัดผลงานวิชาการ เพื่อเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคเลย ได้รับเอกสารเผยแพร่ดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้วและจะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

เขียน ผอ.วิทยาลัยเทคนิคนครนายก

เพื่อ  โปรดทราบ  โปรดพิจารณา

เห็นควร  มอบ  แจ้ง

๑๕.๑๐.๖ 11.๖.๖๖๖/๖ 1๐.๖.๖.๖

1๖.๖.๖๖๖ ๖.๖.๖.๖

๖.๖.๖๖๖๖

11๐

๖.๖.๖.๖

ขอแสดงความนับถือ

(นายสังต์ ยศเรือง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเลย

งานวิจัยพัฒนา วิทยาลัยเทคนิคเลย  
โทร ๐๔๒ - ๘๑๑๕๕๑  
โทรสาร ๐๔๒ - ๘๑๒๕๖๘  
E-Mail: loei@loeitech.ac.th

ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ

11/๑๓/๖๖๖ โทธีวังษ์

รพ

๖.๖.๖.๖

1๖.๖.๖๖๖

๖.๖.๖.๖



วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี  
เลขที่รับ 01114  
วันที่ 10 ธ.ค. ๖1  
เวลา ๑๖.๐๐ น.

ที่ ศธ ๐๖๒๓.๘/๐๐๖๒

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียง  
วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี  
๔๔/๓ จันทคามวิถี อำเภอเมือง  
จังหวัดจันทบุรี ๒๒๐๐๐

๙ มกราคม ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/ว ๒๑๔๒ ลงวันที่ ๑๔ ธันวาคม ๒๕๖๐

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดส่งบทวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดฝึก  
สมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชานี้อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา  
๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา”  
ของนายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ เพื่อประกอบการจัดทำผลงานวิชาการ เพื่อขอเลื่อน  
วิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ ความละเอียดทราบแล้ว

บัดนี้ วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี ได้รับเอกสารผลงานวิชาการบทความงานวิจัยดังกล่าวเป็นที่  
เรียบร้อยแล้ว และจะนำผลงานวิจัยดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ต่อไป และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

เรียน ผอ.วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
เพื่อ  ไปตรวจ  ไปตรวจ  
เห็นควร  มอบ  แจ้ง   
ท. ชาญ ๕๐๖๒๖ พ. ๒๐ พ. ๖๑  
พ. ๖๑  
- เชวท ๒. ๕๖๖๖

ขอแสดงความนับถือ

(นายอัครินทร์ ศิริดาเกษมศิลป์)

รองผู้อำนวยการ รักษาการแทน  
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี

วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี

ฝ่ายวิชาการ

โทร. ๐-๓๙๓๑-๑๑๙๘ ต่อ ๑๑๙

โทรสาร. ๐-๓๙๓๑-๑๖๙๙

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี

ฝ่ายวิชาการ  
วิทยาลัยเทคนิคนครนายก

11 ม.ค. 2561

๑. ช่าง

๐ มอ อรุณ

นายชุมพร แก้วพวง

หัวหน้างานวัดผลและประเมินผล

ผู้อำนวยการแทนรองผู้อำนวยการ

ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ

เลขที่รับ ๙๖/๐๐๖๓

วันที่ 13 ก.พ. 2561

เวลา ๑๘.๐๐ น.

ที่ ศธ ๐๖๑๗.๗/ ๑๓๕



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓  
วิทยาลัยการอาชีพนครนายก  
ถนนสุวรรณศร อำเภอเมือง  
จังหวัดนครนายก ๒๖๐๐๐

๑๗ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑

วิทยาลัยการอาชีวศึกษาภาคกลาง
เลขที่รับ ๙๖/๐๐๖๓
วันที่ 13 ก.พ. 2561
เวลา 18.00 น.

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ที่ ศธ ๐๖๑๗.๖/ว.๒๑๕๒ ลงวันที่ ๑๔ ธันวาคม ๒๕๖๐

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ได้จัดส่งผลงานวิจัยของนายสัญญา โพธิ์รังษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD ๘๑-๘๔ วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕-๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการ ในการขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ และเพื่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง ต่อไปนี้

ในการนี้ วิทยาลัยการอาชีพนครนายก ได้รับรายงานผลงานวิจัย ดังกล่าวเรียบร้อยแล้วพร้อม หวังได้เผยแพร่ให้ครูผู้สอน เพื่อใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

เรียน ผอ.วิทยาลัยเทคนิคนครนายก
เพื่อ <input checked="" type="checkbox"/> โปรดทราบ <input type="checkbox"/> โปรดพิจารณา
เห็นควร <input type="checkbox"/> มอบ <input type="checkbox"/> แจ้ง <input type="checkbox"/>
ว.ก. ๐๖๑๗.๖.๑๖๒๕๒/ว.๒๑๕๒
๑๖/๒/๖๑
นางสาววิมลทิพย์
ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓

ขอแสดงความนับถือ

วิมล วิมลทิพย์

(นางสาววิมลทิพย์ วิเศษศิริกุล)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๓

ฝ่ายวิชาการ

โทรศัพท์/โทรสาร ๐๓๗-๓๑๒-๕๖๘

e-mail : nakhonnayok02@vec.mail.go.th

http://www.nice-c.ac.th

สถานศึกษารางวัลพระราชนาน ปการศึกษา ๒๕๕๖

ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ

วิมล วิมลทิพย์

คุณธรรมอัตลักษณ์ วิทยาลัยการอาชีวศึกษา  
“รับผิดชอบ มีวินัย จิตอาสา”

๑๖ กพ ๖๑

๑๓ กพ ๖๑

วิมล วิมลทิพย์

**สรุปผลการประเมินจากสถานศึกษาที่ได้นำชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์  
อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ไปใช้ในการเรียนการสอน**

ผลการประเมินจากสถานศึกษาที่ได้นำชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ไปใช้ในการเรียนการสอน จำนวน 9 สถานศึกษา ดังนี้

1. วิทยาลัยสารพัดช่างพัทลุง
2. วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา
3. วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี
4. วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
5. วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวง
6. วิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว
7. วิทยาลัยเทคนิคเลย
8. วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี
9. วิทยาลัยการอาชีพนครนายก

สรุปผลการประเมินจากสถานศึกษาที่ใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

ข้อที่	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
<b>ความชัดเจนของเนื้อหา</b>				
1	เนื้อหาครอบคลุมจุดประสงค์รายวิชา	4.67	0.50	มากที่สุด
2	เนื้อหามีความชัดเจน ถูกต้อง ครบถ้วน	4.56	0.53	มากที่สุด
3	เนื้อหามีความสอดคล้องกันทุกขั้นตอน	4.44	0.53	มาก
4	เนื้อหาเข้าใจง่าย	4.11	0.33	มาก
5	เนื้อหามีความเหมาะสมและทันสมัย	4.67	0.50	มากที่สุด
6	เนื้อหาเชื่อมโยงไปสู่สถานการณ์จริงในภาคปฏิบัติ	4.44	0.53	มาก
7	เนื้อหาแต่ละหน่วยเรียนมีความเหมาะสมกับจำนวนเวลาที่สอน	4.67	0.50	มากที่สุด
	รวม	4.51	0.49	มากที่สุด
<b>แบบประเมิน</b>				
1	ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา	4.67	0.50	มากที่สุด
2	มีความเหมาะสมกับเนื้อหาของแต่ละหน่วย	4.44	0.53	มาก
3	เป็นแบบฝึกให้ผู้เรียนคิดเป็นทำเป็น	4.44	0.53	มาก
4	คำถามเชื่อมโยงสู่การปฏิบัติจริง	4.56	0.53	มากที่สุด
	รวม	4.53	0.52	มากที่สุด

ใบงานการทดลอง				
1	ใบงานครอบคลุมตามวัตถุประสงค์	4.56	0.53	มากที่สุด
2	เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน	4.44	0.53	มาก
3	ภาพประกอบในใบงานสวยงาม น่าสนใจ	4.44	0.53	มาก
4	ภาพประกอบชัดเจน ช่วยให้เข้าใจขั้นตอนและการปฏิบัติงานได้ง่ายขึ้น	4.33	0.50	มาก
5	แบบประเมินผลการปฏิบัติงานตามใบงานถูกต้องเหมาะสม	4.33	0.50	มาก
	รวม	4.42	0.52	มาก
การใช้ภาษา				
1	ภาษาที่ใช้ถูกต้องตามเกณฑ์การใช้ภาษา	4.44	0.53	มาก
2	สำนวนภาษาที่ถูกต้องเหมาะสมสัมพันธ์กัน	4.33	0.50	มาก
3	ภาษาที่ใช้สละสลวยเหมาะสมกับเนื้อหา	4.56	0.53	มากที่สุด
4	สำนวนภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย	4.56	0.53	มากที่สุด
	รวม	4.47	0.52	มาก
การพิมพ์ภาพและรูปเล่ม				
1	พิมพ์ได้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์การจัดทำเอกสารประกอบการสอน	4.44	0.53	มาก
2	ตัวอักษร/ภาพประกอบสวยงาม ชัดเจน	4.56	0.53	มากที่สุด
3	เว้นวรรคได้ถูกต้อง	4.44	0.53	มาก
4	รูปเล่มสวยงาม	4.67	0.50	มากที่สุด
5	รูปเล่มและขนาดพอเหมาะแก่การนำไปใช้งาน	4.33	0.50	มาก
	รวม	4.49	0.52	มาก
	รวมทั้งหมด	4.48	0.51	มาก

ระดับความคิดเห็น

4.51–5.00	หมายถึง	มากที่สุด
3.51–4.50	หมายถึง	มาก
2.51–3.50	หมายถึง	ปานกลาง
1.51–2.50	หมายถึง	น้อย
1.00–1.50	หมายถึง	น้อยที่สุด

โรงเรียนเทคนิคนครนายก  
เลขที่รับ ๐๐๑๖  
วันที่ 10 มี.ค. 2561  
เวลา 17.30

เรียนที่ 99 หมู่ 1 ต.บ้านใหญ่ อ.เมือง จ.นครนายก 26000 โทร 061-165-5951

9 มกราคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบระบบน้ำอัด โนมิตีด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ด้วยวิสาหกิจชุมชนขุนด่านปราการชล จังหวัดนครนายก ได้จัดทำสวนเกษตรแบบผสมผสาน ตามรอยพ่อ ปลูกพืช ผัก ผลไม้ โดยไม่ใช้สารเคมี สำหรับไว้รับประทานเอง และจำหน่ายให้กับกลุ่มผู้คนที่รักสุขภาพ กลุ่มที่กินอาหารสุขภาพในจังหวัดนครนายกและจังหวัดใกล้เคียง โดยมีสมาชิกในกลุ่มรวม 13 หมู่บ้าน

ในการนี้ ข้าพเจ้า ขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดของท่าน คือ นายสัญญา โพธิ์วงษ์ เป็นผู้ออกแบบและติดตั้ง ระบบน้ำอัด โนมิตีด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม สำหรับรดน้ำพืช ผัก ผลไม้ อัด โนมิตี อัจฉริยะ ให้กับสมาชิกในกลุ่ม หมู่ 1 ต.บ้านใหญ่ อ.เมือง จ.นครนายก

เรียน ขอวิทยานิพนธ์เทคนิคนครนายก

เพื่อ  ไปตรวจ  โปรดพิจารณา

เห็นควร  ลง  แจ้ง

ส่งมอบให้ทางโรงเรียน

วันที่ 10 มี.ค. 2561

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ชื่อวิชากร | อ.สังวาล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ประจักษ์ บุตรศรี

(นายประจักษ์ บุตรศรี)

ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนขุนด่านปราการชล (หมู่ 1 ต.บ้านใหญ่)

ฝ่ายวิชาการ  
วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
11 มี.ค. 2561

อ. กน  
อ. นวอคุณิณ

นายชุมพร แก้วพวง  
หัวหน้างานวัดผลและประเมินผล

ผู้อำนวยการแผนรองผู้อำนวยการ

พ.ค.  
๒๖/๑๖/๖๑

90 มี.ค. 2561

นายประจักษ์ บุตรศรี

22  
20/1/63

เขียนที่ ๘๗ หมู่ ๔ ต.ดอนยอ อ.เมือง จ.นครนายก ๒๖๐๐๐ โทร ๐๘๑-๔๔๑-๒๘๘๓

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก
เลขที่รับ ๔๙๓๔
วันที่ 28 ธ.ค. 2560
16.00

๒๘ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอขอบคุณที่อนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบระบบน้ำอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์  
เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ด้วยวิสาหกิจชุมชนด้านปการชล จังหวัดนครนายก ได้จัดทำสวนเกษตรแบบผสมผสาน ตามรอยพ่อ ปลูกพืช ผัก ผลไม้ โดยไม่ใช้สารเคมี สำหรับไว้รับประทานเอง และจำหน่ายให้กับกลุ่มผู้คนที่รักสุขภาพ กลุ่มที่กินอาหารสุขภาพในจังหวัดนครนายกและจังหวัดใกล้เคียง โดยมีสมาชิกในกลุ่มรวม ๑๓ หมู่บ้าน

ในการนี้ ข้าพเจ้า ขอขอบคุณที่ให้ความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดของ ~~วิทยาลัยเทคนิคนครนายก~~ ~~และนักวิจัยเป็นผู้ออกแบบและติดตั้งระบบน้ำอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม สำหรับรดน้ำพืช ผัก ผลไม้อัตโนมัติ ของชุมชน~~ ~~ในตำบลพิกุลใหญ่ หมู่ ๔ ต.ดอนยอ อ.เมือง จ.นครนายก จนเสร็จไปงานได้เป็นอย่างดี~~

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

*นายภาส นิพิฐทอง*

(นายภาส นิพิฐทอง)

ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนด้านปการชล (หมู่ ๔ ต.ดอนยอ)

เขียน ผอ.วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
เพื่อ  โปรดทราบ  โปรดพิจารณา  
เห็นควร  มอบ  แจ้ง   
๒๕ ต.ค. ๒๕๖๐ จ.นครนายก  
๑๖๖ หมู่ ๔ ต.ดอนยอ อ.เมือง จ.นครนายก  
๑๖๖ หมู่ ๔ ต.ดอนยอ อ.เมือง จ.นครนายก  
๑๖๖ หมู่ ๔ ต.ดอนยอ อ.เมือง จ.นครนายก  
๑๖๖ หมู่ ๔ ต.ดอนยอ อ.เมือง จ.นครนายก  
๑๖๖ หมู่ ๔ ต.ดอนยอ อ.เมือง จ.นครนายก  
๑๖๖ หมู่ ๔ ต.ดอนยอ อ.เมือง จ.นครนายก

*28 ธ.ค. 2560*

ฝ่ายวิชาการ

วิทยาลัยเทคนิคนครนายก

*๒๕ ธ.ค. ๒๕๖๐*  
*๑๖๖ หมู่ ๔ ต.ดอนยอ อ.เมือง จ.นครนายก*

(พ.อ.ชัยมงคล จำรูญ)  
รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

ไทย เทลเฟคคอมมูนิเคชัน จำกัด  
จดที่รับ 011-297  
วันที่ 2 ม.ค. 2561  
เวลา 10.00u

เขียนที่ 99 หมู่ 1 ต.บ้านใหญ่ อ.เมือง จ.นครนายก 26000 โทร 061-165-5951

19 มกราคม 2561

เรื่อง ขอบขอมุขุดที่อนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบและติดตั้งระบบน้ำอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ด้วยวิสาหกิจชุมชนขุนด่านปราการชล จังหวัดนครนายก ได้จัดทำสวนเกษตรแบบผสมผสาน ตามรอยพ่อ ปลูกพืช ผัก ผลไม้ โดยไม่ใช้สารเคมี สำหรับไว้รับประทานเอง และจำหน่ายให้กับกลุ่มผู้คนที่รักสุขภาพ กลุ่มที่กินอาหารสุขภาพในจังหวัดนครนายกและจังหวัดใกล้เคียง โดยมีสมาชิกในกลุ่มรวม 13 หมู่บ้าน

ในการนี้ ข้าพเจ้า ขอบขอมุขุดที่ให้ความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดของท่านคือนายสัญญา โพธิ์วงษ์ และนักเรียน เป็นผู้ออกแบบและติดตั้ง ระบบน้ำอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม สำหรับรดน้ำพืช ผัก ผลไม้ อัตโนมัติ อัจฉริยะ ให้กับสมาชิกในกลุ่ม หมู่ 1 ต.บ้านใหญ่ อ.เมือง จ.นครนายก จนเสร็จใช้งานได้เป็นอย่างดี

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดทราบ และขอบขอมพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เรียน ผอ.วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
เพื่อ  โปรดทราบ  โปรดพิจารณา  
เห็นควร  มอบ  แจง   
วิไลศักดิ์ อรรถวงษา ตำแหน่งช่างเทคนิค  
ขอขอบคุณ  
- อ่างเก็บน้ำใน-ใหญ่  
- งบราคา 10,000 บาท

ขอแสดงความนับถือ

ประจักษ์ บุตรศรี

(นายประจักษ์ บุตรศรี)

ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนขุนด่านปราการชล (หมู่ 1 ต.บ้านใหญ่)

23 ม.ค. 2561

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

- ทราบ
- แจง เมธพงศ์ งามใจ
- มอบ.....

(พ.อ.ชัยมงคล จำรูญ)  
รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

1000  
10000  
100000

2-ค-19

23 ม.ค. 61



ความปรองดองและความร่วมมือ

เลขที่รับ ๓๘/๐๐๕๖๓

วันที่ ๘ ก.พ. ๒๕๖๑

เวลา ๐๙.๐๐ น.



วิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
เลขที่รับ ๓๙๕๖๓  
วันที่ ๗ ก.พ. ๒๕๖๑  
เวลา ๑๐.๐๐ น.

ที่ วท ๐๒๒๐/๙๙๙

ศูนย์ประสานงานกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
ประจำภูมิภาค ภาคตะวันออก ชั้น ๒ อาคาร ๕๐ ปี  
(ศ.ประยูร จินดาประดิษฐ์) มหาวิทยาลัยบูรพา  
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๖ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเชิญเป็นวิทยากรในโครงการเพิ่มศักยภาพเกษตรกรปลอดภัย และการท่องเที่ยวชุมชนด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม เกษตรแม่นยำ ฟาร์มอัจฉริยะ ภายใต้ยุทธศาสตร์ Innovative Agriculture ภาคตะวันออก

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

- |                  |                       |              |
|------------------|-----------------------|--------------|
| สิ่งที่ส่งมาด้วย | ๑. โครงการและกำหนดการ | จำนวน ๙ แผ่น |
|                  | ๒. แบบตอบรับ          | จำนวน ๒ แผ่น |

ด้วย ศูนย์ประสานงานกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประจำภูมิภาค ภาคตะวันออก (ศวภ.๔) และศูนย์ฝึกและพัฒนาอาชีพเกษตรกรรวมวัดญาณสังวรารามวชิรวิหาร อันเนื่องมาจากพระราชดำริ กำหนดดำเนินโครงการเพิ่มศักยภาพเกษตรกรปลอดภัย และการท่องเที่ยวชุมชนด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม เกษตรแม่นยำ ฟาร์มอัจฉริยะ ภายใต้ยุทธศาสตร์ Innovative Agriculture ภาคตะวันออก ภายในงานมหกรรม เกษตรธรรมชาติ ครั้งที่ ๒๐ ระหว่างวันที่ ๘ - ๑๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑ ณ ศูนย์ฝึกและพัฒนาอาชีพเกษตรกรรวมวัด ญาณสังวรารามวชิรวิหาร อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลห้วยใหญ่ อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี โดยให้มีการ อบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง "เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ ฟาร์มอัจฉริยะ" ดังรายละเอียดตามสิ่งที่ส่งมาด้วย ๑

ในการนี้ ศวภ.๔ จึงขอเชิญบุคลากรของท่านเป็นวิทยากรอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง "เทคโนโลยี เกษตรแม่นยำ ฟาร์มอัจฉริยะ" หัวข้อ เทคโนโลยีโรงเรียน และระบบการจัดการน้ำและปุ๋ย ในวันที่ ๑๐ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑ ได้ประสานงานเบื้องต้นกับ นายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูชำนาญการพิเศษ ทั้งนี้ ศวภ.๔ จัดเตรียมที่พักและ ค่าพาหนะสำหรับกรณีนี้ และกรุณาส่งแบบตอบรับ ภายในวันที่ ๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑ ตามสิ่งที่ส่งมาด้วย ๒ หากต้องการ

ข้อมูลเพิ่มเติมโปรดประสานนายรัชนิกร พันภัย นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ โทร. ๐๘ ๖๘๙๐ ๙๔๔๒  
เรียน ผอ.วิทยาลัยเทคนิคนครนายก

เพื่อ  โปรดพิจารณาเรื่องมีเพื่อโปรดพิจารณา

เห็นควร  เห็น  เห็น

ผู้รับใช้ส่ง ร.น.ก.ท.น.ว. วิทยาลัย

ดร.ศรยุทธ นาคความนิช ๑๐ ก.พ. ๕๑

วิษณุ ก. ๑๐ ก.พ. ๕๑

ผ. ๑๐ ก.พ. ๕๑

๑๐ ก.พ. ๕๑

๑๐ ก.พ. ๕๑

๑๐ ก.พ. ๕๑

๑๐ ก.พ. ๕๑

๑๐ ก.พ. ๕๑

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ศรยุทธ นาคความนิช)

ผู้อำนวยการ

ศูนย์ประสานงานกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
ประจำภูมิภาค ภาคตะวันออก

โทร: ๐๓๘ ๓๙๔ ๓๙๐-๑ (รับนิกร)

โทรสาร ๐๓๘-๓๙๔๗๙๒

พ.ท.น.ย.

พ.ท.น.ย.

02-03-18:23:33 ความร่วมมือ  
ฝ่ายแผนงานและติดตาม  
เลขที่รับ ๒๓๑/๐๐๙๔๐  
วันที่ 5 มี.ค. 2561  
เวลา ๐๙.3๐  
ที่ วท ๐๒๒๐/๓๖๗๐



# 1 / 1  
วิทยาเขตเทคโนโลยีการเกษตร  
เลขที่รับ ๑๑๕๔๓  
วันที่ 2 มี.ค. 2561  
เวลา ๑๕.๐๐ น

ศูนย์ประสานงานกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
ประจำภูมิภาค ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ชั้น ๒ อาคาร ๕๐ ปี  
(ต.ประยูร จินดาประดิษฐ์) มหาวิทยาลัยบูรพา  
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๓

๒ มีนาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบขอบคุณ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

อ้างถึง หนังสือกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ วท ๐๒๒๐/๙๙๘ ลงวันที่ ๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑

ตามหนังสือที่อ้างถึง ศูนย์ประสานงานกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประจำภูมิภาค  
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ศวภ.๕) ได้เชิญ นายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูชำนาญการพิเศษ ไปเป็นวิทยากรให้การอบรมและบรรยาย  
ความรู้ ในโครงการเพิ่มศักยภาพเกษตรกรปลอดภัย และการท่องเที่ยวชุมชนด้วยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและ  
นวัตกรรม เกษตรแม่นยำ ฟาร์มอัจฉริยะ ภายใต้ยุทธศาสตร์ Innovative Agriculture ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หัวข้อ  
เทคโนโลยีโรงเรือน และระบบการจัดการน้ำและปุ๋ย เมื่อวันที่ ๑๐ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑ ณ ศูนย์ฝึกและพัฒนาอาชีพ  
เกษตรกรรวมวิถีสว่างวารามารบริหาร อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลห้วยใหญ่ อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี  
ความละเอียดแจ้งแล้ว นั้น

บัดนี้ การอบรมและบรรยายความรู้เรื่องดังกล่าว ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นประสบความสำเร็จ

เรียนร้อยบรรลุตามจุดมุ่งหมายทุกประการ ศวภ.๕ ขอขอบคุณหน่วยงานท่านเป็นอย่างยิ่งที่ได้ให้ความอนุเคราะห์  
นายสัญญา โพธิ์วงษ์ ครูชำนาญการพิเศษ มาเป็นวิทยากร ในวัน เวลา และสถานที่ดังกล่าวข้างต้น

คือ  ปรารถนา  ปรารถนารับ

คืนการ  มอบ  แจก

จึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก  
นายสัญญา โพธิ์วงษ์  
- เชิญชวน ๑/๑๐.๖๓๓๓

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.สรณพ นาควานิช)

ผู้อำนวยการ

ศูนย์ประสานงานกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
ประจำภูมิภาค ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ฝ่ายแผนงานและติดตาม

โทร. ๐๓๘ ๓๙๔ ๗๙๐-๓ (รับนักร)

โทรสาร ๐๓๘-๓๙๔๗๙๒

๑. น. ๑๑

ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ

๑. กรรพ

๒. เชิญ นพ.อดิศักดิ์ ๕๐

และ: ดร.สัญญา โพธิ์วงษ์ กรรพ

๑๒

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

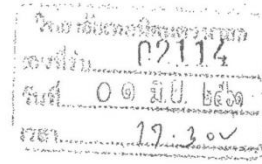
๕ มี.ค. ๖๑

๑. กรรพ  
๒. นพ.อดิศักดิ์

๒ มี.ค. ๖๑

ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ  
เลขที่รับ 507/02114  
วันที่ 4 ส.ค. 2561  
เวลา 13.30

2



ที่ ศบ ๐๖๓๐/ ๕๕๕

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒  
อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ๕๖๐๐๐

๑ มิถุนายน ๒๕๖๑

เรื่อง การตอบรับบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการ  
เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ตามที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการอาชีวศึกษา สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒ ได้จัดการประชุมทางวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ ๑ “นวัตกรรมและเทคโนโลยีอาชีวศึกษา” ประจำปีการศึกษา ๒๕๖๐ ณ ห้องประชุม สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒ เพื่อส่งเสริมให้คณาจารย์ได้เผยแพร่ผลงานวิจัยสู่สาธารณะและเผยแพร่ผลงานสู่การนำไปใช้งานได้อย่างแท้จริง นั้น

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการอาชีวศึกษา สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒ จึงขอแจ้งว่า บุคลากรของท่านคือ นาย สัญญา โพธิ์วงษ์ ตำแหน่งครู ได้เข้าร่วมประกวดส่งบทความวิจัย เรื่อง ชุดฝึกสมรรถนะงานเครื่องรับโทรทัศน์สีจอ LCD LED และเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมบอร์ด WD ๘๑ - ๘๔ วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา ๒๑๐๕ - ๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๕๖ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เป็นที่เรียบร้อยแล้ว และกองบรรณาธิการได้พิจารณาเห็นสมควรได้รับการตีพิมพ์ใน “บทความทางวิชาการ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ-๒ การประชุมทางวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ ๑ นวัตกรรมและเทคโนโลยีอาชีวศึกษา วันที่ ๒๕ มีนาคม ๒๕๖๑”

เพื่อ  ไปขอทราบ  โปรดพิจารณา  
จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ  
เห็นควร  ลง  ส่ง   
ศกนพ ๓๖๓๕  
๓๖๓๕/๒๖๓๕  
๒๖๓๕/๒๖๓๕

ขอแสดงความนับถือ  
  
(นายณรงค์ เอี่ยมประเสริฐ)  
ครู วิทยาลัยเทคนิคพะเยา รักษาการแทน  
ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการอาชีวศึกษา สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒  
โทรศัพท์ ๐-๕๕๘๘-๗๐๘๘ ต่อ ๑๒ โทรสาร ๐-๕๕๘๘-๗๒๓๔  
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : AMS e-Office สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒  
www.ivenrb.ac.th

ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ  
๑ ส.ค. ๒๕๖๑  
นางแพนทวิฬ  
นายคุณยศ โมธวณะ  
นาง  
๘ ๕๕-๖  
นาง  
นาง

## การประชุมทางวิชาการ ระดับชาติ ครั้งที่ 1

การประชุมทางวิชาการระดับชาติครั้งที่ 1 “นวัตกรรมและเทคโนโลยีอาชีวศึกษา”  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2

การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

THE DEVELOPMENT OF ELECTRONICES INDUSTRY

COMPETTENCY TRAUNING BOARD WD 81-84.

ELECTRONICES INDUSTRY COURSE, CODE 2105-2111

LOWER VOCATIONAL EDUCATION CERTIFICATE, 2556 B.E.

นายสัญญา โพธิ์วังษ์

(วิทยาลัยเทคนิคนครนายก)

Sanya Phowong

(Nakhonnayok technical college)

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 2) เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 80 3) เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 การเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังเรียน จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยทำการแบ่งกลุ่ม เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองจำนวน 15 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 15 คน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายด้วยการจับฉลาก (Simple Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามระดับความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลหา ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และสถิติทดสอบค่า t

ผลการวิจัยพบว่า ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีค่า ( $\bar{X} = 4.55$ , S.D. = 0.59) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านการทำงาน ตรงตามข้อกำหนดโดยคิดเป็นร้อยละ 100 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และผลกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียนและวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 นักเรียนที่ทดสอบสมรรถนะผ่านการทดสอบคิดเป็นร้อยละ 100 ผลการประเมินระดับความพึงพอใจต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีค่า ( $\bar{X} = 4.52$ , S.D. = 0.52) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด

**คำสำคัญ** : ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84, อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

**การประชุมทางวิชาการระดับชาติครั้งที่ 1 “นวัตกรรมและเทคโนโลยีอาชีวศึกษา”  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2**

### Abstract

The objectives of this research aimed to 1) develop and design a competency training package for the electronics industry, Board WD 81-84. 2) investigate the effectiveness of this training package to meet the standard criteria at 80% 3) export the student's satisfaction to wards the use of this Training package in Electronics Industry, Board WD 81-84, in Electronics industry Course Code (2105-2111) for the second year students in the field of Electronics, Nakhon nayok Technical College.in 1/2560 through the requirement of standard criteria 80/80 and pre and post test score. Data were collected from 30 samples divided in to two groups; controlled and experimental groups by the use of an achievement test and a satisfactory questionnaire. The quantitative data were analyzed using descriptive statistics; percentage, mean and standard deviation, and inferential statistics; t-test.

The results were as follows; the quality of the training package for electronics industry through the experts' opinion in all aspects was at highest level. In terms of the effectiveness of the training package's validity as expected, it was at 100% in responding to the training package objectives. Meanwhile, the pre-test and post-test within and between the group were at the significant level of 0.05 and the student learning results between the semester and the final test met the requirement of 80/80. Finally, the result on the student's satisfaction towards the training package was at highest level ( $\bar{X} = 4.52$ , S.D. = 0.52)

**Keywords :** Electronic industry performance training series, WD 81-84, electronic industrial, achievement.

นายสิญญา โพธิ์วังษ์, E-mail : sanyasster@gmail.com โทร 081-2087308

### บทนำ

การพัฒนาในด้านการศึกษาให้มีความเจริญก้าวหน้าทันกับเทคโนโลยีที่พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว กล่าวได้ว่าการศึกษาด้านอิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนสำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรให้มีการเรียน การสอนเพื่อสามารถพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ความสามารถก้าวหน้าทันเทคโนโลยี โดยเฉพาะเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วตลอดจนระบบต่างๆ เช่น การซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความเข้าใจในหลักการและขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมในส่วนต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการปฏิบัติงานหรือซ่อมอุปกรณ์ประกอบในการเรียนขั้นสูงต่อไป

วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เป็นวิชาชีพพื้นฐานของช่างอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยจัดการเรียนการสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ใช้เวลาเรียน 5 คาบต่อสัปดาห์ วิชาดังกล่าวนี้ถือเป็นวิชาสำคัญ ของการศึกษาสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากเป็นวิชาที่กล่าวถึงหลักการของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเป็นพื้นฐานให้เข้าใจส่วนประกอบหลัก ๆ ซึ่งรายละเอียดที่กล่าวมาล้วนใช้เป็นพื้นฐานสำคัญในการประกอบอาชีพและนำมาอ้างอิงในการศึกษา เนื้อหาวิชาที่สูงขึ้น

จากการสอบถามข้อมูล ในด้านสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน และผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนหลังจากการจัดการเรียนการสอน ที่ผ่านมา พบว่า 1) การเรียนการสอนภาคปฏิบัติ ขาดชุดฝึกที่มีลักษณะงานการฝึกที่สอดคล้องกับเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมในปัจจุบัน หรือที่มีอยู่ก็เป็นชุดฝึกอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนแบบเก่าที่ชำรุดตามสภาพแล้ว 2) การเรียนการสอนในภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ ผู้ทำ

**การประชุมทางวิชาการระดับชาติครั้งที่ 1 “นวัตกรรมและเทคโนโลยีอาชีวศึกษา”  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2**

หน้าที่สอนยังคงใช้ชุดฝึกเป็นแบบเก่าและวิธีการสอนแบบครูเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ 3) สถานศึกษาจำนวนมากที่ยังขาดแคลนชุดฝึกอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมที่ทันสมัย เนื่องจากชุดทดลองจากต่างประเทศมีราคาสูง บางสถานศึกษาจึงไม่มีงบประมาณเพียงพอที่จะจัดซื้อ 4) ผลการเรียนรู้ในภาคปฏิบัติ ยังมีผลการปฏิบัติงานในระดับต่ำในส่วนของสถิติผลการเรียนในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ในปีการศึกษา 2558 และ ปีการศึกษา 2559 พบว่านักเรียนมีผลการเรียนในระดับปานกลาง (เกรด 2) เป็นจำนวนมาก

จากเหตุผลและปัญหาดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 เพื่อใช้แก้ปัญหาสมรรถนะของนักเรียนดังกล่าว

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84
- 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84
- 2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

## 3. ระเบียบวิธีวิจัย

### 3.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

3.1.1 รายละเอียดของหลักสูตรรายวิชา วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัส 2105-2111 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้แก่ จุดมุ่งหมายของหลักสูตร หลักเกณฑ์การใช้หลักสูตร โครงสร้างหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนเนื้อหาสาระและการกำหนดกิจกรรมสำหรับผู้เรียน

3.1.2 ศึกษาหลักการพัฒนาสื่อการสอน ให้บทเรียนมีความน่าสนใจและชวนให้ติดตาม จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ ตำรา หนังสือเรียน สื่อออนไลน์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

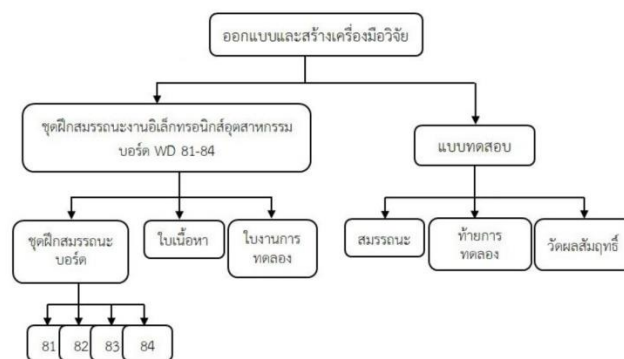
3.1.3 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบ หาประสิทธิภาพและความรู้เกี่ยวกับสมรรถนะวิชา

3.1.4 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1.5 ศึกษาเกี่ยวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างชุดฝึกสมรรถนะ

### 3.2 ออกแบบสร้างเครื่องมือวิจัย

เครื่องมือการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ชุดฝึกสมรรถนะและแบบทดสอบ



รูปที่ 1 แสดงการออกแบบและสร้างเครื่องมือวิจัย

การประชุมทางวิชาการระดับชาติครั้งที่ 1 “นวัตกรรมและเทคโนโลยีอาชีวศึกษา”  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2

3.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

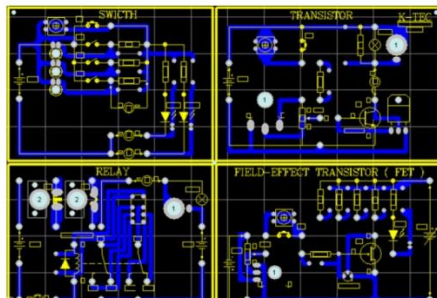
3.3.1 ประชากรของการวิจัยได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111

3.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้มาโดยการเลือกสุ่มแบบเจาะจงนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 รวมจำนวน 30 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 15 คน และกลุ่มควบคุม 15 คน ด้วยการสุ่มแบบง่ายโดยวิธีการจับฉลาก (Sample Random Sampling) ประกอบด้วยนักเรียนที่คละความสามารถ โดยมีทั้งนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ซึ่งนักเรียนมีคุณสมบัติไม่แตกต่างกัน

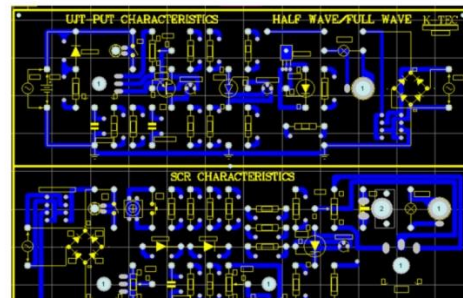
3.4. ออกแบบและสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

3.4.1 ขั้นตอนในการออกแบบชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีดังนี้

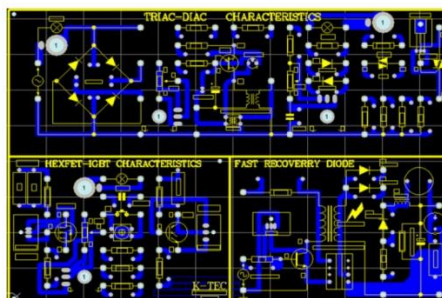
1. ออกแบบวงจรชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84
2. กำหนดขนาดของบอร์ดชุดฝึกสมรรถนะแต่ละแผง ซึ่งความกว้าง ความยาว และความสูง เท่ากันทุกบอร์ด คือ 21 x29.7x3.5 เซนติเมตร
3. ออกแบบตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของแต่ละบอร์ด โดยใช้โปรแกรม Protel 99 SE
4. นำแบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
5. เขียนวงจรด้วยโปรแกรม Protel 99 SE
6. กัดปริน PCB บอร์ด WD 81-84
7. เมื่อได้บอร์ดชุดฝึกสมรรถนะครบทั้ง 4 บอร์ด เรียบร้อยแล้ว ทำการประกอบวงจร และยึดอุปกรณ์ต่าง ๆ ลงบนบอร์ด
8. เมื่อประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงทำการทดสอบก่อนว่าสามารถใช้งานได้จริง ไม่เกิดการลัดวงจรช็อต โดยใช้มัลติมิเตอร์ทำการตรวจสอบแต่ละจุด จนครบทั้ง 4 บอร์ด
9. นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ



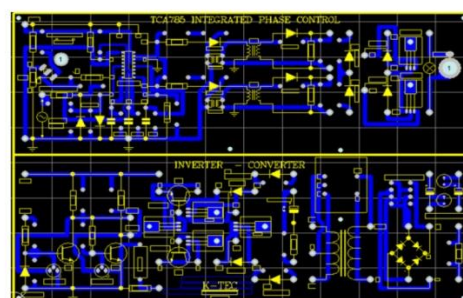
รูปที่ 2 ลายวงจร บอร์ด WD 81



รูปที่ 3 ลายวงจร บอร์ด WD 82



รูปที่ 4 ลายวงจร บอร์ด WD 83



รูปที่ 5 ลายวงจร บอร์ด WD 84

**การประชุมทางวิชาการระดับชาติครั้งที่ 1 “นวัตกรรมและเทคโนโลยีอาชีวศึกษา”  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2**

3.5 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.1 ทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน โดยใช้เวลาในการทดสอบจำนวน 1 ชั่วโมง

3.5.2 ให้นักเรียนกลุ่มควบคุม จำนวน 15 คน ใช้วิธีการเรียนการสอนแบบเก่าและนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 15 คน โดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 จำนวน 29 เรื่อง โดยทั้ง 2 กลุ่มใช้ใบเนื้อหา ใบงานการทดลอง แบบทดสอบท้ายการทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ในวิชา อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ที่ผู้เรียนพึงปฏิบัติตลอดหลักสูตรการศึกษา

3.5.3 เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้จากการเรียนการสอนประกอบกับการฝึกปฏิบัติ ด้วยชุดฝึกสมรรถนะงาน อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ครอบคลุมทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำ แบบทดสอบหลังเรียน (Post test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

2.5.4 นำผลที่ได้จากแบบทดสอบท้ายการทดลองของกลุ่มทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพ

3.5.5 นำผลที่ได้จากการทดสอบภาคปฏิบัติมาบันทึกผลลงตารางสมรรถนะที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้

3.6 ด้านประสิทธิภาพต่อการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

การวัดเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ผู้วิจัยมีวิธีการ หาประสิทธิภาพการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ทั้ง 4 ชุดฝึก สมรรถนะมีขั้นตอนการทดสอบจำนวน 2 ครั้ง ประกอบด้วย

ครั้งที่ 1 ประกอบวงจรเสร็จแล้วทดสอบบันทึกค่าที่ได้ว่าตรงตามสิ่งที่กำหนดหรือไม่ หากไม่ก็จะเขียนหมายเหตุไว้เพื่อช่วยเตือนความจำ เนื่องจากในส่วนประกอบในวงจรมีอุปกรณ์จำนวนมาก

ครั้งที่ 2 หลังจากการปรับปรุงแก้ไขวงจรแล้วใช้วิธีการวัดและทดสอบบทวนการเหมือนครั้งแรกอีก รอบแล้วบันทึกผลการทดสอบ

#### 4. ผลการวิจัย

##### 4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

###### 4.1.1 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ผลจากการออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 โดย เชิญผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินความคิดเห็นต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 โดยมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4-1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงาน อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81	4.46	0.65	มาก
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82	4.58	0.55	มากที่สุด
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83	4.60	0.54	มากที่สุด
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84	4.56	0.60	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.55	0.59	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงาน อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีค่าเท่ากับ ( $\bar{X} = 4.55$ , S.D. = 0.59) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับ มากที่สุด ซึ่งในแต่ละชุดฝึกสมรรถนะ ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินไว้ดังนี้ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 มีค่าเท่ากับ ( $\bar{X} = 4.46$ , S.D. = 0.65) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก ชุดฝึกสมรรถนะงาน



**การประชุมทางวิชาการระดับชาติครั้งที่ 1 “นวัตกรรมและเทคโนโลยีอาชีวศึกษา”  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2**

อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 มีค่าเท่ากับ ( $\bar{X} = 4.58$ , S.D. = 0.55) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 มีค่าเท่ากับ ( $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = 0.54) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด และชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 มีค่าเท่ากับ ( $\bar{X} = 4.56$ , S.D. = 0.60) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ได้ดำเนินการทดสอบจำนวน 2 ครั้ง เป็นตามข้อกำหนด โดยการทดสอบวงจรถูก จากทุกบอร์ด ทุกจุดที่กำหนดไว้ โดยเป็นคิดร้อยละของจุดที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง มีผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81

ลำดับ	รายการ	ตรงข้อกำหนด		ผลการประเมิน
		จำนวน	ร้อยละ	
1	การใช้สวิตซ์ในการปิด-เปิด โหลด (LED)	10	100	ผ่าน
2	การใช้สวิตซ์ควบคุมการเปลี่ยนตำแหน่งจุดต่อทางไฟฟ้า	8	100	ผ่าน
3	การตรวจวัดขาของรีเลย์	13	100	ผ่าน
4	วงจรรีเลย์ควบคุมโหลดแบบปกติเปิด (NO)	5	100	ผ่าน
5	การใช้รีเลย์ทำหน้าที่สวิตซ์	5	100	ผ่าน
6	วงจรทรานซิสเตอร์ที่ใช้สวิตซ์ควบคุมโหลด	5	100	ผ่าน
7	วงจรทรานซิสเตอร์ควบคุมโหลดใช้โพเทนชิโอมิเตอร์	20	100	ผ่าน
8	การหาคุณลักษณะทางเอาต์พุตของเฟด	21	100	ผ่าน
9	การใช้เฟดควบคุมการปิด-เปิดวงจรโหลด (LED)	5	100	ผ่าน

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82

ลำดับ	รายการ	ตรงข้อกำหนด		ผลการประเมิน
		จำนวน	ร้อยละ	
1	การตรวจวัดขาเอสซีอาร์	12	100	ผ่าน
2	วงจรทดสอบคุณลักษณะทางไดนามิกของเอสซีอาร์	12	100	ผ่าน
3	การใช้งานเอสซีอาร์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	9	100	ผ่าน
4	การทดสอบการจุดชนวนเกด	10	100	ผ่าน
5	การทดลองหาค่ากระแสยึด	9	100	ผ่าน
6	วงจรเรียงกระแสโดยใช้เอสซีอาร์	5	100	ผ่าน
7	วงจรควบคุมเฟสแบบครึ่งคลื่นที่ใช้ตัวแบ่งแรงดัน	16	100	ผ่าน
8	วงจรควบคุมเฟสแบบครึ่งคลื่นที่ใช้ตัวเก็บประจุ	8	100	ผ่าน
9	วงจรควบคุมเฟสแบบเต็มคลื่น	12	100	ผ่าน
10	การตรวจวัดขายูเจที	6	100	ผ่าน
11	วงจรทดสอบคุณลักษณะทางไดนามิกของยูเจที	2	100	ผ่าน
12	วงจรกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง	5	100	ผ่าน
13	วงจรกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ	5	100	ผ่าน
14	การตรวจวัดขายูไอที	30	100	ผ่าน
15	วงจรกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง	5	100	ผ่าน
16	วงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ และยูไอทีแบบโหลดไฟฟ้ากระแสสลับ	5	100	ผ่าน
17	วงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ และยูไอทีแบบโหลดไฟฟ้ากระแสตรง	5	100	ผ่าน

**การประชุมทางวิชาการระดับชาติครั้งที่ 1 “นวัตกรรมและเทคโนโลยีอาชีวศึกษา”  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2**

ตารางที่ 4-4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด บอร์ด WD 83

ลำดับ	รายการ	ตรงข้อกำหนด		ผลการประเมิน
		จำนวน	ร้อยละ	
1	วงจรทดสอบคุณลักษณะทางไดนามิกของไดแอก	1	100	ผ่าน
2	วงจรกำเนิดสัญญาณจุดชนวนที่ใช้ไดแอก	8	100	ผ่าน
3	การตรวจวัดขาไดแอก	10	100	ผ่าน
4	วงจรทดสอบคุณลักษณะทางไดนามิกของไดแอก	4	100	ผ่าน
5	วงจรจุดชนวนไดแอก	12	100	ผ่าน
6	วงจรควบคุมเฟสที่ใช้ไดแอกและไดแอก	8	100	ผ่าน
7	วงจรควบคุมเฟสที่ใช้ไดแอกและ ยูเจที	7	100	ผ่าน
8	การตรวจสอบช่วง Reverse Recovery Time	12	100	ผ่าน
9	การวัดหาคอนสแตนต์ทางไฟฟ้าของเซกเฟด	10	100	ผ่าน
10	การวัดหาคอนสแตนต์ด้านขาออก	44	100	ผ่าน
11	การหาคอนสแตนต์ทางเอาต์พุตของไอจีบีที	36	100	ผ่าน
12	การใช้งานไอจีบีทีควบคุมการปิด-เปิดหลอดไฟ	4	100	ผ่าน

ตารางที่ 4-5 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด บอร์ด WD 84

ลำดับ	รายการ	ตรงข้อกำหนด		ผลการประเมิน
		จำนวน	ร้อยละ	
1	การหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันควบคุมการทริกกับสัญญาณทริกเกอร์	3	100	ผ่าน
2	การใช้งานนำสัญญาณทริกเกอร์จาก TCA785 ไปควบคุมการทางไฟฟ้าชนิด DC และ AC	2	100	ผ่าน
3	วงจรอินเวอร์เตอร์ที่ใช้เอสซีอาร์เป็นสวิตช์ควบคุม	5	100	ผ่าน
4	วงจรคอนเวอร์เตอร์ที่ใช้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์ควบคุม	9	100	ผ่าน

จากตารางที่ 4-2 ถึง 4-5 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีผลการทดสอบ พบว่า ตรงตามข้อกำหนดทุกรายการ แสดงว่ามีประสิทธิภาพด้านการทำงานครบทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 100

#### 4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

4.2.1 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้โปรแกรมคำนวณสำเร็จรูป

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วย t-Dependent สมมติฐานงานวิจัยกลุ่มทดลองที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากสมมติฐาน

$H_0 =$  ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ก่อนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 =$  ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

$H_1 : \mu_2 > \mu_1$  กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ดังตารางที่ 4-10

**การประชุมทางวิชาการระดับชาติครั้งที่ 1 “นวัตกรรมและเทคโนโลยีอาชีวศึกษา”  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2**

ตารางที่ 4-6 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

การทดสอบ	จำนวน	$\bar{X}$	S.D.	t	df	Sig.(1-tailed)
ก่อนเรียน	15	21.73	1.67	45.73	14	0.000
หลังเรียน	15	49.20	1.52			

จากตารางที่ 4-6 พบว่า การทดสอบคะแนนของกลุ่มทดลองมีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 21.73 และมีคะแนนหลังเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 49.20 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้ง พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ค่า Sig.(1-tailed) = 0.00 < 0.05 Sig. แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐาน  $H_0$  ยอมรับสมมติฐาน  $H_1$

ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุมด้วย t-Dependent ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน ดังตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-7 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	จำนวน	$\bar{X}$	S.D.	t	df	Sig.(1-tailed)
ก่อนเรียน	15	22	1.77	43.08	14	0.000
หลังเรียน	15	47.73	1.79			

จากตารางที่ 4-7 พบว่า การทดสอบคะแนนของกลุ่มควบคุม มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 22 และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 47.73 พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ใช้สถิติทดสอบค่า t-Independent ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	$\bar{X}$	S.D.	ค่าเฉลี่ยของผลต่าง	t	df	Sig.(1-tailed)
กลุ่มทดลอง	15	49.20	1.52	1.47	2.45	28	0.011
กลุ่มควบคุม	15	47.73	1.79				

จากตารางที่ 4-8 พบว่า การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 49.20 กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 47.73 เมื่อเปรียบเทียบแล้ว มีความแตกต่างกันเท่ากับ 1.47 ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.2.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 โดยกลุ่มทดลอง ได้จากกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียน และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนมี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 คะแนนจากระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ที่มาของคะแนน	ประสิทธิภาพ (ร้อยละ)
กระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียน	85.27
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	82

**การประชุมทางวิชาการระดับชาติครั้งที่ 1 “นวัตกรรมและเทคโนโลยีอาชีวศึกษา”  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2**

จากตารางที่ 4-9 เมื่อพิจารณาคะแนนที่ได้จากการเรียนรู้ระหว่างเรียน มีค่าเท่ากับ 85.27 และคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีค่าเท่ากับ 82 สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพที่ระดับ 85.27/82 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้

4.2.3 ผลการประเมินสมรรถนะของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ผลการประเมินสมรรถนะของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 80 ดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 ผลการประเมินสมรรถนะของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

สมรรถนะ	จำนวนนักเรียน ที่ผ่านสมรรถนะ (คน)		ร้อยละ
	ความรู้	ทักษะและเจตคติ	
1. ใช้สวิตช์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง	15	15	100
2. ใช้รีเลย์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง	15	15	100
3. ใช้สวิตช์ทรานซิสเตอร์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง	15	15	100
4. เฟดควบคุมโหลดได้ถูกต้อง	15	15	100
5. ต่อวงจรเรียงกระแสโดยใช้เอสซีอาร์ ได้ถูกต้อง	15	15	100
6. ต่อวงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ ในวงจรครึ่งคลื่นได้ถูกต้อง	15	15	100
7. ต่อวงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ในวงจรเต็มคลื่นได้ถูกต้อง	15	15	100
8. ต่อวงจรถักเหน็ดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้ยูเจทีได้ถูกต้อง	15	15	100
9. ต่อวงจรถักเหน็ดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้พียูทีได้ถูกต้อง	15	15	100
10. ควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์และพียูทีได้ถูกต้อง	15	15	100
11. ต่อวงจรถักเหน็ดเฟสที่ใช้ไตรแอกและโตแอกได้ถูกต้อง	15	15	100
12. ต่อวงจรถักเหน็ดเฟสที่ใช้ไตรแอกและยูเจทีได้ถูกต้อง	15	15	100
13. ต่อวงจรถักเหน็ดเฟสด้วยวงจรรวม TCA785 ได้ถูกต้อง	15	15	100
14. ต่อวงจรถักเหน็ดเฟสด้วยคอนเวอร์เตอร์ได้ถูกต้อง	15	15	100
รวม			100

จากตารางที่ 4-10 ผลการประเมินสมรรถนะของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 พบว่านักเรียนที่ทดสอบผ่านด้านความรู้ ผ่านการทดสอบด้านทักษะและเจตคติคิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 80

**4.3 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84**

ตารางที่ 4-11 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81	4.56	0.56	มากที่สุด
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82	4.48	0.51	มาก
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83	4.51	0.50	มากที่สุด
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84	4.54	0.51	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.52	0.52	มากที่สุด

**การประชุมทางวิชาการระดับชาติครั้งที่ 1 “นวัตกรรมและเทคโนโลยีอาชีวศึกษา”  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2**

จากตารางที่ 4-11 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีค่า ( $\bar{X} = 4.52, S.D. = 0.52$ ) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด ซึ่งในแต่ละชุดฝึกสมรรถนะ กลุ่มทดลองได้ประเมินความพึงพอใจไว้ดังนี้ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.56, S.D. = 0.56$ ) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.48, S.D. = 0.51$ ) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.51, S.D. = 0.50$ ) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด และชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.54, S.D. = 0.51$ ) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด

## 5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

### 5.1 สรุปผล

5.1.1 ด้านการออกแบบสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 สำหรับใช้ประกอบในการเรียนการสอนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ของนักเรียนระดับ ปวช. ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคคนครนายก ของภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ดังนี้

ผลวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพด้วยแบบประเมิน ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 โดยมีระดับความคิดเห็น มีค่า ( $\bar{X} = 4.55, S.D. = 0.59$ ) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพมากที่สุด

ผลวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของชุดวงจรต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยออกแบบสร้างประกอบลงในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 เพื่อให้การทำงานของชุดฝึกเป็นไปตามข้อกำหนดอย่างสมบูรณ์ โดยวิธีการวัดทดสอบเทียบด้วยเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าในบอร์ดทุกจุดที่กำหนดไว้ โดยคิดเป็นร้อยละของจุดทดสอบที่ถูกต้อง ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 พบว่าทุกรายการที่ผ่านการทดสอบการทำงานได้ตรงข้อกำหนดทั้งหมดคิดเป็นร้อยละของจุดที่ถูกต้อง และจุดที่ไม่ถูกต้องซึ่งกำหนดการทดสอบวงจรในบอร์ด รวม 4 บอร์ด ต่อ 1 ชุด ได้แก่ บอร์ด WD 81-84 จำนวน 42 จุดทดสอบ ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานตรงตามข้อกำหนดหมายถึง ไม่มีวงจรส่วนหนึ่งส่วนใดทำงานผิดปกติหรือไม่ทำงาน จากการทดสอบประสิทธิภาพต่อการทำงาน เมื่อพบข้อบกพร่องการทำงานของวงจรจึงนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขวงจรแต่ละภาคส่วนให้สมบูรณ์ถูกต้องทั้งหมดอีกครั้ง และในครั้งที่ 2 ของการทดสอบประสิทธิภาพต่อการทำงานตามข้อกำหนดหลังจากมีการแก้ไขปรับปรุงการทำงานของวงจรในบอร์ดให้สมบูรณ์ดีแล้วทุกจุด ผลการวิเคราะห์ทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงาน ร้อยละ 100

5.1.2 ด้านการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ของกลุ่มทดลอง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคคนครนายก ของภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ผลการเรียนก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 21.73 และหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 82 ซึ่งหลังเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ผลการศึกษาวิจัยพบว่า การทดสอบหาประสิทธิภาพเปรียบเทียบระหว่าง การเรียนรู้ระหว่างเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนตามในเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 มีค่าเท่ากับ 85.27/82 ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่าเกณฑ์กำหนด

3. ผลการประเมินสมรรถนะของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 พบว่ากลุ่มทดลองที่ทดสอบสมรรถนะในด้านความรู้ ผ่านในครั้งเดียว คิดเป็นร้อยละ 85.24 และ

**การประชุมทางวิชาการระดับชาติครั้งที่ 1 “นวัตกรรมและเทคโนโลยีอาชีวศึกษา”  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2**

นักเรียนที่ผ่านการปรับปรุงคิดเป็นร้อยละ 14.76 ส่วนด้านทักษะและเจตคตินักเรียนทดสอบผ่านทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 100

5.1.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีค่า ( $\bar{X} = 4.52$ , S.D. = 0.52) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด

#### 5.2 อภิปรายผล

5.2.1 ผลจากการศึกษาประสิทธิภาพในการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ผลวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพต่อการทำงานของวงจรต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยออกแบบสร้างประกอบลงในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 เพื่อให้การทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 เป็นไปตามข้อกำหนดอย่างสมบูรณ์ โดยวิธีการวัดทดสอบเทียบด้วยเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าแบบซ้ำ ๆ ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 พบว่า ทุกรายการผ่านการทดสอบการทำงานได้ตรงข้อกำหนดทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 100 หลังจากผ่านการทดสอบประสิทธิภาพต่อการทำงานแล้ว เพื่อทดสอบความคงทนของการทำงานอย่างต่อเนื่อง โดยวิธีการจ่ายไฟให้กับชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 แบบต่อเนื่องตามระยะเวลาที่กำหนดแล้ว ทำการทดสอบซ้ำอีกครั้ง ผลที่ได้ตรงตามข้อกำหนดทุกรายการ สอดคล้องกับ สมนึก วันละ (2557) ด้านประสิทธิภาพการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18Fx ส่วนรับข้อมูลและส่วนภาคแสดงผลจากการทดลองซ้ำตามลำดับทั้งหมด ผลการทดสอบประสิทธิภาพของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18Fx พบว่าทุกรายการที่วัดทดสอบทำงานได้ตรงตามข้อกำหนดโดยคิดเป็นร้อยละ 100 นำชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านทำการประเมินคุณภาพต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยระดับความคิดเห็น มีค่า ( $\bar{X} = 4.55$ , S.D. = 0.59) ซึ่งในเกณฑ์มีระดับคุณภาพมากที่สุด

5.2.2 ผลจากการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองพบว่า ก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 21.73 และหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 82 ซึ่งหลังเรียนมีค่ามากกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

2. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้เรียนรู้ระหว่างการเรียนการสอน และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนตามในเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80 โดยมีค่าเท่ากับ 85.27/82 แสดงว่าชุดฝึกที่ออกแบบและสร้างขึ้นนี้ มีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5.2.3 ผลจากการศึกษากลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับ ปวช. ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 นักเรียนกลุ่มทดลองมีระดับความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีค่า ( $\bar{X} = 4.52$ , S.D. = 0.52) อยู่ในเกณฑ์ระดับพอใจมากที่สุด

## 6. เอกสารอ้างอิง

สมนึก วันละ. (2557). การออกแบบสร้างและพัฒนาบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC18Fx ส่วนรับข้อมูลและส่วนภาคแสดงผล สำหรับพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557. วิทยาลัยเทคนิคแพร่.  
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556.

เกียรติบัตรเข้าร่วมนำเสนอผลงานทางวิชาการ ระดับชาติ ครั้งที่ 1



## สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ  
เกียรติบัตรฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

### นายสัญญา ไพโรจน์

ได้เข้าร่วมนำเสนอผลงานทางวิชาการ ประเภทบรรยาย

ชื่อผลงาน การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์สุดสหัสากรรมบอร์ด WD ๘๑ - ๘๔  
วิชาอิเล็กทรอนิกส์สหศาสตร์ รหัสวิชา ๒๑๑๕ - ๒๑๑๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ทุกครั้งที่ทราบ ๒๕๕๖

การประชุมทางวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ ๑  
“นวัตกรรมและเทคโนโลยีอาชีวศึกษา”

วันที่ ๒๔ มีนาคม ๒๕๖๑ ณ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒

  
(นายณรงค์ เอี่ยมประเสริฐ)

รักษาราชการแทน

ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒

เกียรติบัตร การอบรมเชิงปฏิบัติ การเขียนบทความวิจัย  
เพื่อตีพิมพ์ลงวารสารทางวิชาการ



สถาบันการอาชีวศึกษภาคเหนือ ๒

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ  
วุฒิบัตรฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

นายสัญญา โพธิ์วงษ์

ได้ผ่านการอบรมเชิงปฏิบัติการเขียนบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์ลงวารสารทางวิชาการ

ระหว่างวันที่ ๑ - ๓ พฤษภาคม ๒๕๖๑

ณ ห้องประชุม สถาบันการอาชีวศึกษภาคเหนือ ๒

ขอให้เจริญสุขสวัสดิ์ ประสบความสำเร็จในหน้าที่การงานสืบไป

ให้ไว้ ณ วันที่ ๓ พฤษภาคม ๒๕๖๑

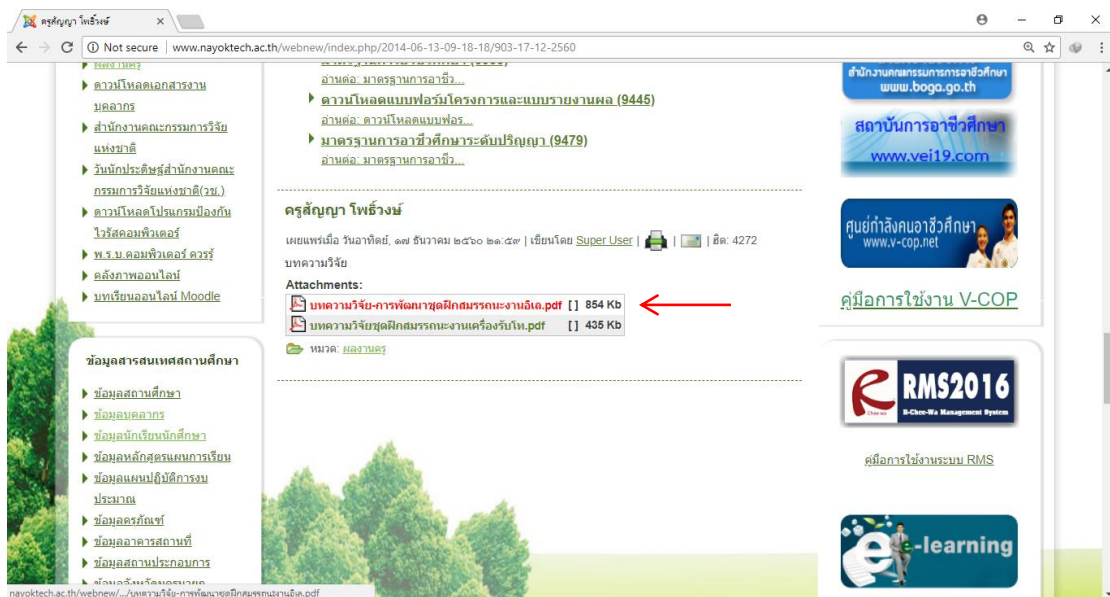
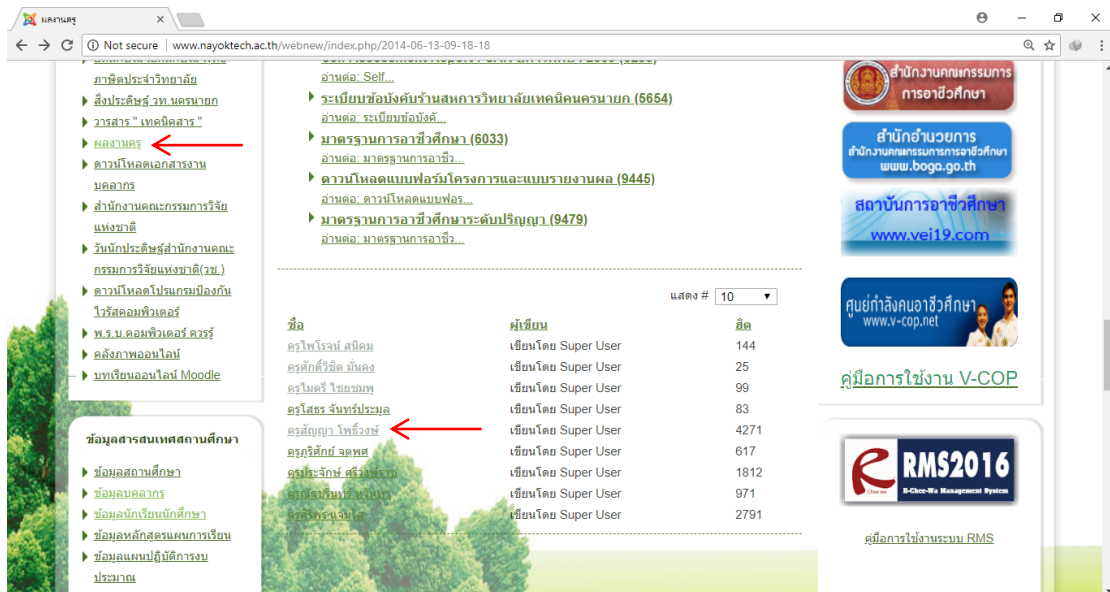
(นายณรงค์ เอี่ยมประเสริฐ)

รักษาราชการแทน

ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษภาคเหนือ ๒



## การเผยแพร่ผ่านเว็บไซต์ของวิทยาลัย



## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายสัญญา โพธิ์วงษ์
ตำแหน่งปัจจุบัน	ครูชำนาญการพิเศษ
สถานที่ทำงาน	แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จังหวัดนครนายก
สาขาวิชา	ช่างอิเล็กทรอนิกส์
ที่อยู่ปัจจุบัน	111/1 หมู่ 5 ตำบลศรีนาวา อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก 26000
ประวัติการศึกษา	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) เทคนิคคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี ประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง (ปทส.) ไฟฟ้าสื่อสาร วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (คอ.ม) ไฟฟ้า (แขนง อิเล็กทรอนิกส์) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2540 ถึง 2544 รับราชการครูประจำแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างพัทลุง พ.ศ. 2544 ถึง 2545 รับราชการครูประจำแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว พ.ศ. 2545 ถึง ปัจจุบัน รับราชการครูประจำแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก
สาขาที่มีความชำนาญพิเศษ	อิเล็กทรอนิกส์และเครื่องรับโทรทัศน์
สาขาที่เชี่ยวชาญ	อิเล็กทรอนิกส์และเครื่องรับโทรทัศน์
รหัสนักวิจัย วช.	รหัส 271520
ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยและนำไปใช้ประโยชน์	พ.ศ. 2552 งานวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องระบบเสียง สาธารณะ สำหรับนักเรียน สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2553 งานวิจัยการสร้างชุดการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ เรื่องเครื่องรับวิทยุ FM ตาม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พุทธศักราช 2546) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

พ.ศ. 2554

งานวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาเครื่องรับโทรทัศน์  
สำหรับนักเรียน สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตร  
วิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พุทธศักราช 2546)

พ.ศ. 2560

การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD  
81-84 วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 หลักสูตร  
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการ  
การอาชีวศึกษา ทุนวิจัยของ วช.

ชุดฝึกสมรรถนะงานเครื่องรับโทรทัศน์สีจอ LCD LED ทุนวิจัยของ วช.