



## การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

นายบุญล่อ ประสารศรี

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการทำผลงานวิชาการเพื่อประกอบการเลื่อน  
วิทยฐานะเชี่ยวชาญ สาขางานไฟฟ้ากำลัง  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา



## ใบรับรองผลงานวิชาการ

### แผนกวิชาช่างไฟฟ้า

วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

โดย นายนายบุญลือ ประสารศรี

ได้รับอนุมัติให้นำเป็นส่วนหนึ่งของผลงานวิชาการประกอบการเลื่อนวิทยฐานะเชี่ยวชาญ

.....หัวหน้าแผนกวิชาช่างไฟฟ้า

(นายประยูร ขำทิพพาทิ)

ครูชำนาญการ

.....รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

(นายโชติ เรืองฤทธิ์)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

.....

(นายสุชาติ กลั่นทอง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

ชื่อ : นายบุญลอ ประสารศรี  
 ชื่องานวิจัย : การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
 สาขาวิชา : ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์  
 วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา  
 ที่ปรึกษางานวิจัย : รองศาสตราจารย์ ดร.เสถียร ธัญญศรีรัตน์  
 รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ศิริปรัชญานันท์  
 ปีการศึกษา : 2559

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม (2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน (3) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดทดลอง ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 สาขางานไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ การดำเนินการผู้วิจัยได้นำชุดทดลองที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขางานไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 21 คน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) การเก็บรวบรวมข้อมูลได้จากคะแนนการทำแบบฝึกหัด และการทำใบงานการทดลองระหว่างการเรียนกับคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการสอบปฏิบัติต่อ PLC ร่วมกับชุดทดลองของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง แล้วนำไปหาค่าประสิทธิภาพชุดทดลอง  $E_1 / E_2$  และวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างด้วยการวิเคราะห์โดยใช้สถิติที (t-test)

ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.19/80.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และหลังจากสอนด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้นผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และมีความพึงพอใจที่ได้เรียนด้วยชุดทดลองในระดับมาก

(งานวิจัยมีจำนวนทั้งสิ้น 272 หน้า)

Name : Mr.Bunlaw Pasansri  
 Research Title : The Construction and Evaluation of and Experimental kit  
 on the Industrial Control System  
 Major field : Electrical Technology  
 Phetchabun Technical College and Community Education College  
 Research Advisors : Associate Professor Dr. Satail Tunyasrirat  
 Associate Professor Dr. Monti Sriripatyanan  
 Academic year : 2016

### Abstract

The purpose of this research were to (1) construction and seek evaluation of the experimental kit on the Industrial Control System .(2). to compared learning achievement of students before and after .(3) to study satisfied of with experimental kit .

The researcher used the experimentation set which constructed to experiment with 21 higher Certificate student in Electrical field , who registered in the second semester of the year 2016. The sample group for this research was test by pre-test and then being taught theory by using experimentation kit and did the job sheet after the lesson finished. After that, the post-test was done .The scores from the job sheet and the post-test were calculated and analyzed for finding the efficiency of the experimentation kit (  $E_1 / E_2$  test scores) and comparison with academic achievement before and after the scores from pre-test and post-test ,the scores were analyzed using the t-test

The result revealed that the validation the experimentation kit ratio was 82.19/80.66 , upper than the criteria 80/80, and academic achievement after more than before at statistically significant the level .05 and highly satisfied with learning form the kits.

## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความเคารพ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่าน อาจารย์เสถียร วัฒนศิริรัตน์ อาจารย์มนตรี ศิริปรัชญานันท์และและรองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ นายโชติ เรืองฤทธิ์ พร้อมทั้ง อาจารย์อนุชาติ ศิริศิริวัฒน์ อาจารย์ประสิทธิ์ นางทินและอาจารย์ ภมร ศีลาพันธ์ ซึ่งเป็นที่ปรึกษางานวิจัยซึ่งได้ให้คำปรึกษาแนะนำ ข้อคิดเห็น ตลอดจน ข้อเสนอแนะในการแก้ไขข้อบกพร่องของการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ข้อเสนอแนะได้แก่ ครูมงคล ชูระ, ครูอุทัย สุมามาลย์, ครูสุพจน์ กนกการ, ครูคมกริช แสงสุรินทร์, ครูสมควร เทียมมล, ครูสมพร อ่อนเกตุพล, ครูวิรัตน์ วงศ์ษา ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญสละเวลาในการ ประเมินคุณภาพของชุดทดลอง พร้อมทั้งข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงคุณภาพชุด ทดลองต่อไป

ขอขอบคุณคณะครูและผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ นายสุชาติ กลั่นทอง และ นักศึกษาแผนกช่างไฟฟ้า ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หัวหน้าแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ให้ความร่วมมือ และให้การสนับสนุน อันเป็นประโยชน์ในการวิจัย และการทดลองชุดทดลองในครั้งนี้เป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่วันดี ประสารศรี, คุณพ่อรัตน์ ประสารศรี นางจารุณี มีรัตน์, ลูก ๆ ทุกคนพร้อมด้วยญาติพี่น้องที่ให้กำลังใจ ส่งเสริมความมั่นใจและ สนับสนุนทุนการศึกษาจนงานวิจัยฉบับนี้ลุล่วงด้วยดีและผู้ที่มีพระคุณที่ไม่ได้กล่าวในที่นี้ ประโยชน์อันใดที่เกิดจากงานวิจัยนี้ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณา ของท่านดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัย รู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

บุญล่อ ประสารศรี

ครูชำนาญการพิเศษ

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
<b>บทที่</b>	
<b>1. บทนำ</b>	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น	4
1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	5
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
<b>2. เอกสาร/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 ความหมายการสอนและวิธีการสอน	7
2.2 การพัฒนาชุดทดลองหรือชุดสาธิต	16
2.3 การสร้างเครื่องมือในการวัดและประเมินผล	23
2.4 เนื้อหาวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม	34
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	64

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
<b>3. วิธีดำเนินการวิจัย</b>	
3.1 ศึกษาข้อมูลเพื่อเตรียมการวิจัย	68
3.2 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	68
3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	69
3.4 ขั้นตอนดำเนินการทดลองและรวบรวมข้อมูล	97
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย	100
<b>4. ผลของการวิจัย</b>	
4.1 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดทดลอง	105
4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม	106
4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน	109
4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลอง	109
<b>5. สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ</b>	
5.1 สรุปผลการวิจัย	111
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	112
5.3 ข้อเสนอแนะ	114
บรรณานุกรม	116
ภาคผนวก ก ลักษณะรายวิชา	119
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	132
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์คุณภาพชุดทดลอง	160
ภาคผนวก ง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	166
ภาคผนวก จ การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง	210
ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	216
ภาคผนวก ช ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดทดลอง	220
ภาคผนวก ซ ภาพชุดทดลองและการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง	223
ภาคผนวก ฌ รายนามผู้เชี่ยวชาญ	226
เอกสารการเผยแพร่ผลงาน	235
ประวัติผู้วิจัย	272

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 ตารางสัญลักษณ์ของคำสั่งพื้นฐาน	47
2-2 แสดง Timing diagram ของการทำงานของระบบการสแตร์ทและการสตอปมอเตอร์	52
3-1 การวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรม	92
3-2 การวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรม แสดงจำนวนข้อสอบของ แบบทดสอบ	93
3-3 แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบในแต่ละข้อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	95
3-4 แสดงระยะเวลาการนำชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ไปใช้ทดลองกับนักเรียนนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง	99
4-1 ผลของการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน ที่มีต่อชุดทดลอง	105
4-2 แสดงคะแนนและประสิทธิภาพของชุดทดลองที่ได้จากการเก็บ คะแนนระหว่างเรียนด้วยแบบฝึกหัด ใบงาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	106
4-3 ผลการวิเคราะห์และหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง	108
4-4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน	109
4-5 แสดงค่าเฉลี่ยความคิดเห็นความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดทดลอง	110
ก-1 แสดงตารางวิเคราะห์ชื่อหน่วยการเรียนรู้	121
ข-1 การวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรม	133
ข-2 การวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม(ตาราง 1000 )	136
ข-3 การวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมแสดงจำนวนข้อสอบ ของแบบทดสอบ	139
ข-4 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	143
ข-5 แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบจำนวน 55 ข้อ	146
ข-6 แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบจำนวน 40 ข้อ	151
ข-7 แสดงค่าความค่าความแปรปรวน ( $S_r^2$ ) ของแบบทดสอบ	155
ข-8 แสดงค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) จากสัดส่วนผู้ตอบถูก-ผิด จากการทำแบบทดสอบ	157
จ-1 แสดงคะแนนและประสิทธิภาพของชุดทดลอง	212
จ-2 แสดงคะแนนและประสิทธิภาพของชุดทดลอง	214
ฉ-1 คะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	217



## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 SIMATIC S7-200 ของ SIEMENS	38
2-2 SIMATIC S7-1200 ของ SIEMENS	39
2-3 GX WORK 3 FX-5U ของ MITSUBICHI	39
2-4 CX PROGRAMMER OMRON CJ1M CPU 12	39
2-5 แสดงโครงสร้างของ Programmable Controller	40
2-6 โครงสร้างของหน่วยประมวลผล	41
2-7 เครื่องโปรแกรมเมเบิล (PLC) ยี่ห้อ TOSHIBA รุ่น M40	41
2-8 แสดงหน่วยความจำ ROM เครื่องโปรแกรมเมเบิล (PLC)	42
2-9 แสดงหน่วยความจำ EEPROM	43
2-10 อุปกรณ์ที่ส่งสัญญาณทางภาคอินพุต (Input)	43
2-11 อุปกรณ์ในการต่อร่วมกับภาคเอาต์พุตใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ	44
2-12 อุปกรณ์ในการต่อร่วมกับภาคเอาต์พุตใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง	44
2-13 อุปกรณ์ในการต่อร่วมกับภาคเอาต์พุตใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสตรง	45
2-14 อุปกรณ์ในการต่อร่วมกับภาคเอาต์พุตแบบไทแรนไดร	45
2-15 อุปกรณ์ในการต่อร่วมกับภาคเอาต์พุตแบบทรานซิสเตอร์	46
2-16 อุปกรณ์ต่อร่วมกับเครื่อง PLC ใช้พัฒนาโปรแกรมต่าง ๆ	46
2-17 แสดง Timing diagram ของการทำงานของระบบการสตาร์ทและการสต็อพมอเตอร์	52
2-18 แสดงสวิตช์ปุ่มกด (Push button switch)	55
2-19 แสดงสวิตช์ปุ่มกดสถานะปกติเปิด	55
2-20 แสดงสวิตช์ปุ่มกดสถานะปกติปิด	55
2-21 แสดงสวิตช์ปุ่มกดหน้าสัมผัสคู่	56
2-22 แสดงสวิตช์กดค้างตำแหน่ง (Toggle Switch)	56
2-23 แสดงการทำงานของลิมิตสวิตช์ (Limit Switch)	57
2-24 แสดงพร็อกซิมีตี้สวิตช์ (proximity switch)	57
2-25 แสดงลักษณะและการทำงานของอินดักทีฟเซนเซอร์	58
2-26 แสดงลักษณะของคาปาซิทีฟเซนเซอร์	59
2-27 โฟโต้สวิตช์ (photo switch)	59

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2-28	60
2-29	60
2-30	61
2-31	62
2-32	62
2-33	63
2-34	64
3-1	70
3-2	71
3-3	71
3-4	72
3-5	72
3-6	73
3-7	73
3-8	74
3-9	74
3-10	75
3-11	75
3-12	76
3-13	76
3-14	77
3-15	77
3-16	78
3-17	78
3-18	79

รายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3-19 การทดลองใช้ชุดทดลองร่วมกับเครื่อง PLC กับนักเรียนที่เรียนในรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า ณ วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก	79
3-20 แสดงการทดลองใช้ชุดทดลองร่วมกับเครื่อง PLC กับนักศึกษาที่เรียนมาแล้ว	80
3-21 แสดงการทดลองใช้ชุดทดลองกับนักศึกษาที่เรียนมาแล้วจากสถาบันราชภัฏ เพชรบูรณ์	80
3-22 แสดงการนำเสนอเอกสารและสื่อเคลื่อนไหวกับผู้เชี่ยวชาญสถาบันเทคโนโลยี ปทุมวัน	81
3-23 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	81
3-24 แสดงการนำเสนอเอกสารและสื่อเคลื่อนไหวกับผู้เชี่ยวชาญ	82
3-25 แสดงการนำเสนอเอกสารและสื่อเคลื่อนไหวกับผู้เชี่ยวชาญ	82
3-26 แสดงแบบการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในการสร้างชุดทดลอง ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม	83
3-27 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	83
3-28 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	84
3-29 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	84
3-30 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	85
3-31 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	85
3-32 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	86
3-33 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	86
3-34 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	87
3-35 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	87
3-36 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	88
3-37 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	88
3-38 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	89
3-39 แสดงชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ที่เสร็จสมบูรณ์	89
3-40 แสดงแบบชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ที่เสร็จสมบูรณ์	90

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3-41 แสดงแบบการต่อวงจรชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมกับPLC ที่เสร็จสมบูรณ์	90
3-42 การทดลองใช้ชุดทดลองร่วมกับเครื่อง PLC กับนักศึกษากลุ่มทดลอง	91
3-43 แสดงการทดลองใช้ชุดทดลองร่วมกับเครื่อง PLC กับนักศึกษาที่เรียนมาแล้ว	91
3-44 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล	98
ซ-1 แสดงภาพสมบูรณ์ของชุดทดลองที่พัฒนาขึ้น มองจากมุมมองด้านบน	224
ซ-2 แสดงภาพชุดทดลองที่พัฒนาขึ้น มองจากมุมมองด้านหน้า	224
ซ-3 แสดงการทดลองใช้งานชุดทดลองเชื่อมต่อกับเครื่อง PLC	225
ซ-4 แสดงการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อเก็บข้อมูล	225

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ.2555-2559) ประเทศไทยยังคงต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในหลายบริบท ทั้งที่เป็นโอกาส และข้อจำกัดต่อการพัฒนาประเทศ จึงต้องมีการเตรียมความพร้อมของคน ให้สามารถปรับตัวพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคตและแสวงหาประโยชน์อย่างรู้เท่าทันโลกาภิวัตน์ และสร้างภูมิคุ้มกันให้กับทุกภาคส่วน ด้วยอัญเชิญหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในทุกระดับ

การพัฒนาคนให้มีคุณธรรม นำความรู้ นำภูมิคุ้มกันที่มีอยู่ พร้อมทั้งเร่ง สร้างภูมิคุ้มกันในประเทศให้เข้มแข็งขึ้น ซึ่งแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 จึงเป็นการน้อมนำ และ สร้างภูมิคุ้มกันในประเทศให้เข้มแข็ง เตรียมความพร้อมคน สังคม และระบบเศรษฐกิจของประเทศให้ สามารถปรับตัวรองรับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสม โดยให้ความสำคัญกับการพัฒนาคน และสังคมไทยให้มีคุณภาพ มีโอกาสเข้าถึงทรัพยากร และได้รับประโยชน์จากการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม อย่างเป็นธรรม รวมทั้งสร้างโอกาสทางเศรษฐกิจด้วยฐานความรู้เทคโนโลยีนวัตกรรม และความคิด สร้างสรรค์ บนพื้นฐานการผลิตและการบริโภคที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ขณะเดียวกัน ยังจำเป็นต้องบริหาร ให้บังเกิดผลในทางปฏิบัติได้อย่างเป็นรูปธรรม ภายใต้หลักการพัฒนาพื้นที่ ภารกิจ และการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในสังคมไทย ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาเพื่อประโยชน์สุขที่ยั่งยืนของ สังคมไทยตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

การศึกษา หมายความว่า กระบวนการเรียนรู้เพื่อความเจริญงอกงามของบุคคลและสังคม โดยการถ่ายทอดความรู้ การฝึก การอบรม การสืบสานทางวัฒนธรรม การสร้างสรรค์จรรโลงความก้าวหน้าทางวิชาการ การสร้างองค์ความรู้อันเกิดจากการจัดสภาพแวดล้อม สังคม การเรียนรู้ และปัจจัยเกื้อหนุนให้บุคคลเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิตมาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษา ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ มาตรา 24 การจัดกระบวนการเรียนรู้ ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการดังต่อไปนี้

1.1.1 จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

1.1.2 ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา

1.1.3 จัดกิจกรรมให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็นทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

1.1.4 จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา

1.1.5 ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศสภาพแวดล้อมสื่อการเรียนและอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้สอน และผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ

1.1.6 จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือ กับบิดามารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542, 2542)

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษามี  ส่วนในการจัดการศึกษา และ  กอบรวมวิชาชีพ เพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนในระดับถึง  มื่อ ระดับ  มื่อ ระดับเทคนิคและระดับเทคโนโลยีในทุกสาขาวิชาชีพ อัย  งามมีคุณภาพและมาตรฐาน ให  มีความสอดคล้อง  องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม  วมและความก้าวหน้า  าทางด  านเทคโนโลยีสามารถสนองความต้องการของตลาดแรงงาน และการประกอบอาชีพอิสระได้  จึงใด  มีการพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงพุทธศักราช 2557 เพื่อผลิตช  างที่มีคุณภาพทักษะ ปฏิบัติเช  าสู  ตลาดแรงงานวิชาชีพ สำหรับการพัฒนาการเรียนการสอนที่ทำให้  เกิดประสิทธิภาพการเรียนใน ช  างอุตสาหกรรม วิธีการหนึ่งคือ การสอนแบบทดลองโดยส  ่งเสริมให  ุช  เรียนเช  าจใจในเนื้อหาทฤษฎีที่เรียนมาแล  วนเป  ดโอกาสให  ุช  เรียนได้  พิสูจน์  หลักการนั้นด  วยการปฏิบัติทดลอง ซึ่งเป  นวิธีการสอนที่ทำให้  เกิดประสบการณ์  ใหม่  ่า และค  นคว  าช  ่อเท็จจริงจากการปฏิบัติการทดลอง นอกจากนี้ยังม  ุงหวังให  ุช  เรียนได้  ุช  นเคย และรู  ักการใช  เครื่องมือและอุปกรณ์  ด  าง ๆ ได้  อย  างถูกด  องเหมาะสมจนเกิดความชำนาญ (สุชาติ ,2526 : 32)

จากการสำรวจครูผู้สอน วิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัส 3104-2006 สาขางานไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ และประสบการณ์ของผู้วิจัย พบว่า การสอน ในรายวิชานี้มีสื่อการเรียนการสอนไม่เพียงพอ และไม่เอื้อต่อการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนนักศึกษาและมีบางเนื้อหาวิชาไม่สามารถให้คำอธิบายที่ชัดเจน และเป็นการยากที่จะอธิบายได้

จากสภาพปัญหาดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีความต้องการสร้างชุดทดลองในรายวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัส 3104-2006 เรื่อง ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน ส่งผลให้ผู้เรียนได้รับเนื้อหาได้อย่างมีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอน มีความเข้าใจ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพได้ ทำให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ตลอดจนผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะทั้งด้านทฤษฎีและปฏิบัติอันเป็นรากฐานที่นำไปสู่การมีศักยภาพในการพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูง เพื่อการพัฒนาผู้เรียนพัฒนาประเทศชาติต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม
- 1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน
- 1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

## 1.3 สมมติฐานของการวิจัย

- 1.3.1 ชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80
- 1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 1.3.3 ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ในระดับมาก

## 1.4. ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม เป็นตัวควบคุมการทำงาน ได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยดังนี้

- 1.4.1 ชุดทดลองเรื่อง ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัส 3104-2006 ใช้กับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ มีจำนวนชั่วโมงการสอน 5 ชั่วโมง จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต ใช้เวลาในการทดลองจำนวน 6 ครั้ง เป็นเวลา 30 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วย การทดลองจำนวน 5 ใบบางดังนี้

1.4.1.1 ใบงานที่ 13 การเชื่อมต่อสัญญาณโฟโตสวิตช์แบบแยกตัวรับ - ตัวส่ง (Thu - Beam Sensor) กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

1.4.1.2 ใบงานที่ 14 การเชื่อมต่อสัญญาณโฟโตสวิตช์แบบสะท้อนวัตถุ (Diffuse Reflective) กับชุดทดลอง

1.4.1.3 ใบงานที่ 16 การเชื่อมต่อสัญญาณพรีอกซิมิตี้สวิตช์แบบคาปาซิทิฟ (Capacitive Proximity Switch) กับ ชุดทดลอง

1.4.1.4 ใบงานที่ 17 การเชื่อมต่อสัญญาณพรีอกซิมิตี้สวิตช์แบบอินดักทิฟ (Inductive Proximity Switch) กับชุดทดลอง

1.4.1.5 ใบงานที่ 18 การคัดแยกชิ้นงานโดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

#### 1.4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.2.1 ประชากร คือ นักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 สาขางานไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัส 3104-2006 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 กลุ่ม 44 คน

1.4.2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขางานไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัส 3104-2006 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 21 คน

#### 1.4.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1.4.3.1 ตัวแปรต้นได้แก่การเรียนโดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

1.4.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดเห็นของผู้เรียนต่อชุดทดลอง เรื่อง ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

### 1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.5.1 การวิจัยครั้งนี้ไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่าง เพศ อายุ อารมณ์การเตรียมความพร้อมในการฝึกปฏิบัติพื้นฐานการศึกษาพื้นฐานทางเศรษฐกิจสังคม และช่วงเวลาเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

1.5.2 กลุ่มตัวอย่างทุกคนมีความตั้งใจในการทดลองและทำแบบทดสอบ

1.5.3 การกรอกแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ถือว่าได้กระทำด้วยดุลยพินิจจากความจริงใจ อันเกิดจากความรู้สึกอันแท้จริงของผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน



## 1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมหมายถึง ชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อให้ นักศึกษาใช้ในการปฏิบัติการทดลองร่วมกับเนื้อหา และใบงาน โดยมีจำนวน 5 การทดลอง

1.6.2 คู่มือครู หมายถึง เอกสารสำหรับครูที่ประกอบด้วย ใบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แผนการสอน ใบเนื้อหา แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนพร้อมเฉลย และแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนพร้อมเฉลย

1.6.3 ใบงานการทดลอง หมายถึง เอกสาร (Lab Sheet) ในรายวิชาระบบการควบคุมในงาน อุตสาหกรรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนด ในการดำเนินการทดลอง ด้วยชุดทดลองระบบควบคุม ในงานอุตสาหกรรม

1.6.4 ผู้เรียน หมายถึง นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขางาน ไฟฟ้ากำลัง ของวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาระบบควบคุม ในงานอุตสาหกรรม รหัส 3104-2006

1.6.5 ประสิทธิภาพของชุดทดลอง หมายถึง ประสิทธิภาพของชุดทดลองระบบควบคุม ใน งานอุตสาหกรรม ที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง ผลรวมของคะแนนเฉลี่ย จากการเก็บคะแนนระหว่างการทำแบบฝึกหัด ท้ายใบงานการทดลอง ทุกใบงาน ที่ผู้เรียนทำได้นำมาหาค่าเฉลี่ยแล้วคิดเป็นอัตราร้อยละ 80 ของ คะแนนเต็มทั้งหมด

80 ตัวหลัง หมายถึง ผลรวมของคะแนนเฉลี่ย จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ ผู้เรียนทำได้นำมาหาค่าเฉลี่ยแล้วคิดเป็นอัตราร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน

1.6.6 ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึงผู้มีคุณวุฒิการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาตรีและเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ ในการสอนรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม สาขางานไฟฟ้ากำลัง และการจัดทำสื่อการ เรียนการสอนอย่างน้อย 5 ปี

## 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ที่ใช้ในการเรียนการสอนในวิชาระบบ ควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006 ที่มีประสิทธิภาพ

1.7.2 ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และเพิ่มทักษะการเรียนรู้ในการออกแบบระบบควบคุม ไฟฟ้า ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดในหลักสูตรรายวิชาได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

1.7.3 ชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถสร้างประโยชน์ในการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มศักยภาพ ในการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

1.7.4 เป็นแนวทางในการสร้างชุดทดลองในวิชาอื่น ๆ ต่อไป

1.7.5 สามารถนำชุดทดลองที่สร้างขึ้นไปใช้สอนในวิทยาลัย ที่สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาทั่วประเทศ เพราะชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้ทดลองใช้แล้ว เกิดประสิทธิภาพ และมีประโยชน์ต่อนักศึกษา ได้อย่างมีคุณภาพเป็นอย่างดี ซึ่งส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษารวมทั้งประเทศชาติ เป็นการประหยัดงบประมาณการนำเข้าของสื่อการเรียนการสอนจากต่างประเทศ ที่มีสูงและราคาแพงมาก หากชุดข้อยังต้องมีค่าใช้จ่ายจากตัวแทนจำหน่ายที่เดินทางมา ช่อมบำรุงดูแลรักษา

## บทที่ 2

### เอกสาร/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการศึกษาคุณภาพของชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ด้วย PLC ที่ได้สร้างขึ้นเป็นสื่อประกอบในการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถให้กับผู้เรียนภายในเนื้อหาวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยมีรายละเอียดการนำเสนอและลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

- 2.1 ความหมายการสอนและวิธีการสอน
- 2.2 การพัฒนาชุดทดลองหรือชุดสาธิต
- 2.3 การสร้างเครื่องมือในการวัดและประเมินผล
- 2.4 เนื้อหาวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ความหมายการสอนและวิธีการสอน

##### 2.1.1 ความหมายของการสอน

การอยู่ร่วมกันของคนในสังคมจำเป็นต้องมีการสื่อสารเพื่อความเข้าใจ และจำเป็นต้องอาศัยการเรียนรู้เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข มนุษย์ได้ใช้ความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับ การถ่ายทอดมาจากบรรพบุรุษตั้งแต่สมัยโบราณต่อเนื่องกันมาจนถึงปัจจุบัน นำมาใช้ประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต ทำให้สามารถพัฒนาตนเองสามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเรียนรู้ และการถ่ายทอดทางวัฒนธรรม ของมนุษย์จำเป็นต้องอาศัยการสอนโดยวิธีการต่างๆ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และจำได้ง่ายขึ้น ในปัจจุบันการสอนมีความสำคัญมากซึ่งจะเป็นการพัฒนาความรู้ ทักษะ กระบวนการคิด เพื่อถ่ายทอดไปยังผู้เรียน ซึ่งผู้ที่ได้รับฝึกหัดในเรื่องดังกล่าวคือ โรงเรียนหรือสถานศึกษาโดยครูผู้ทำหน้าที่ เป็นผู้สอนจะต้องมีอุดมการณ์ ซึ่งอุดมการณ์ที่สำคัญอย่างยิ่งของการสอนก็คือ การมุ่งให้ผู้เรียนทุกคนบรรลุผลการเรียนรู้ในระดับสูง การที่จะสามารถบรรลุอุดมการณ์ของการสอนหรือทำได้ใกล้เคียง กับอุดมการณ์ของการสอนดังกล่าว ผู้สอนต้องพัฒนาการสอนอยู่ตลอดเวลา ดังคำกล่าวที่ว่า “ประสิทธิภาพของครูอยู่ที่ผล

ของผู้เรียน” ผู้สอนที่ได้ทำการพัฒนาการสอนของตนอยู่เสมอ จึงเป็นผู้ทำหน้าที่อย่างสมบูรณ์ควรได้รับการยกย่องเชิดชู ซึ่งจะบังเกิดผลดีแก่ผู้เรียน เพื่อการพัฒนาตนเองชุมชนและประเทศชาติ

การสอนทดลอง หมายถึง กระบวนการสอนที่ใช้ประสบการณ์ตรงของผู้เรียน ทำให้เกิดประสบการณ์ใหม่ ๆ จากผลผลิตหรือข้อเท็จจริง จากการสังเกตและการปฏิบัติการทดลองเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม ในบางครั้งจะทดลองเพื่อพิสูจน์กฎเกณฑ์ที่บุคคลอื่นค้นพบแล้ว เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ของกฎเกณฑ์ นั้น (กาญจนา,2524:86)

การสอนทดลอง หมายถึง เป็นการสำรวจค้นหาสิ่งที่เราไม่รู้มาก่อน ด้วยการใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ที่สุดการสำรวจค้นหาข้อมูลนั้นอาจจะเป็นการสำรวจหาโนมตีของสิ่งต่างๆหลักการ กฎ สูตร ทฤษฎีวิธีการค้นหานั้นอาจจะมีการตั้งสมมติฐานหรือ อาจจะไม่มีการตั้งสมมติฐานก็ได้การค้นหานั้นอาจมีการทดลองแบบแบ่งกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบ หรืออาจไม่มีกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบก็ได้แต่การทดลองทุกประเภทจะประกอบด้วยกิจกรรม 2 ขั้นตอน คือ กิจกรรมขั้นการออกแบบวงจรกับกิจกรรมขั้นปฏิบัติทดลอง(สุวัฒน์,2537:500-591)

การสอนทดลอง คือ การสอนที่ให้ผู้กระทำกิจกรรมการเรียนรู้ภายใต้คำแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิดโดยการทำทดลองปฏิบัติผ่านการสังเกตการทดลองสภาพที่ควบคุมไว้ (บุญชม,2537:68)

การสอนทดลอง (Laboratory Instruction) คือ กระบวนการที่ผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้จักสังเกตสามารถพิสูจน์กฎเกณฑ์ข้อเท็จจริงจากทฤษฎีที่มีการค้นพบมาแล้ว รวมทั้งสามารถประยุกต์หลักการที่ใช้ในห้องทดลองแก้ปัญหาที่งานจริงในภาคสนามได้ ทั้งนี้โดยใช้วิธีการสอบสวนค้นคว้าและปฏิบัติการทดลองเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ เกิดประสบการณ์ตรงจากปฏิบัติการทดลอง (ชัชวาลย์,2540:8)

สรุป การสอนทดลอง เป็นวิธีการสอนที่จัดรูปแบบประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้รับโอกาสฝึกทักษะให้เกิดความสามารถทั้งทางสมองและทางร่างกายจากการนำความรู้ในการเรียนภาคทฤษฎีไปสู่ภาคปฏิบัติ เพื่อเป็นการพิสูจน์ข้อเท็จจริงสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องและชัดเจนหรืออาจทำให้เกิดความรู้ใหม่จากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ในการทดลองที่แตกต่างไปจากทฤษฎีที่กล่าวไว้พร้อมทั้งเป็นการสร้างจินตสัมผัสและทัศนคติที่ดีต่อวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม

#### 2.1.2 ความหมายของวิธีการสอน

วิธีการสอนหรือ Teaching Method มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของวิธีการสอนไว้ดังนี้

วิธีสอน คือ การจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่เหมาะสมให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้เกิดความเจริญงอกงามและพัฒนาไปในทางที่พึงปรารถนาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการจัดการศึกษา ยังระบุต่อไปว่า

วิธีสอน หมายถึง กระบวนการต่าง ๆ ที่ผู้สอนใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ (อาภรณ์,2540)

การจัดการเรียนการสอนการทดลองนี้มีหลักปรัชญา ที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอน อยู่ 2 ปรัชญา ดังคำกล่าวของ ชุคคี่ (2545) คือ

1. ปรัชญาที่ให้ความสำคัญของเนื้อหาเป็นหลัก (Subject Based Approach)
2. ปรัชญาที่ให้ความสำคัญของประสบการณ์เป็นหลัก (Unified Approach)

ทั้ง 2 ปรัชญานี้มีแนวทางในการปฏิบัติที่ต่างกัน อย่างตรงกันข้ามปรัชญาแรกเน้นในเรื่องความรู้ในเนื้อหาวิชาเป็นสำคัญการทดลองเป็นส่วนประกอบ ที่จะขยายความรู้ส่วนปรัชญาหลัง มีความเชื่อว่าสาระสำคัญของเนื้อหานั้น มีแหล่งกำเนิดมาจากการปฏิบัติการเรียนรู้ในชั้นเรียนเป็นเพียงส่วนขยายข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติให้กว้างขวางขึ้น แนวคิดทั้งสองรูปแบบนี้จึงเป็นต้นกำเนิดของวิธีการสอนทดลอง 2 แนวทาง คือ การสอนทดลองตามธรรมเนียมปฏิบัติ (Traditional Laboratory) หรือการสอนแบบใช้ ห้องเรียนเป็นศูนย์กลาง (Classroom Center) เป็นการสอนทดลองหลังการเรียนทฤษฎี เพื่อให้กิจกรรมของการทดลองสนับสนุนหรือขยายการเรียนรู้ทฤษฎีในห้องเรียน ในการทดลองวิจัยจะเรียนวิธีการสอนแบบนี้ว่าการสอนแบบปกติและการสอนโดยใช้การทดลองเป็นศูนย์กลาง (Laboratory Center)เป็นการสอนที่จัดให้การทดลองเป็นแหล่งเริ่มกำเนิดข้อมูลหลัก และมีแหล่งการศึกษาอื่น เช่น การสอนในชั้นเรียน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การสัมมนา เป็นแหล่งขยายความรู้ที่เกิดขึ้นจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ การเรียนการสอนทดลอง ทั้ง 2 ประเภท นี้มีข้อดีข้อจำกัดและวิธีการดำเนินงานที่แตกต่างกันอย่างมาก การจัดการเรียนการสอนทดลองนิยมใช้วิธีการตามปรัชญาอันแรกคือ ความรู้เกิดขึ้นก่อนการปฏิบัติได้มีการปฏิบัติกันอย่างแพร่หลาย จึงเรียการสอนทดลองแบบนี้ว่าการทดลองตามธรรมเนียมปฏิบัติ (Traditional Laboratory) ชุคคี่ (2545)ยังได้แบ่งรูปแบบการสอนการทดลองตามวิธีการทดลองและตามวิธีสอนแต่ละประเภทนั้นมีเอกลักษณ์ของตัวเอง มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันพอจำแนกออกเป็น 5 รูปแบบคือ

1. การทดลองแบบค้นพบ (Discovery Type) เป็นการทดลองที่ออกแบบให้ผู้เรียนค้นหาข้อมูลบางอย่างด้วยตัวเอง โดยที่ข้อมูลเหล่านั้นอาจจะป็นคำตอบ เป็นวิธีดำเนินงานเพื่อหาผลลัพธ์บางอย่างมีรายละเอียดดังนี้

- 1.1 คุณลักษณะของการทดลองแบบค้นพบ การทดลองแบบค้นพบนี้มุ่งที่จะให้ผู้เรียนได้ศึกษาตัวแปรต่างๆ ที่ได้จากการทดลองเพื่อหากฎเกณฑ์เกี่ยวกับหลักการของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นหรือศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ โดยอาศัยเครื่องมือ อุปกรณ์และวัสดุทำการทดลองตามขั้นตอนที่เหมาะสมการจัดการทดลองประเภทนี้ อาศัยหลักการของการเรียนรู้แบบค้นพบ(Discovery learning)ตั้งแต่การค้นพบแบบเต็มรูป(Full discovery)โดยผู้เรียนอาศัยความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่ในการค้นคว้าจนถึง Guided Discovery ซึ่งผู้เรียนจะต้องศึกษาค้นคว้าภายใต้การควบคุมของครูอย่างใกล้ชิด

การทดลองแบบค้นพบ (Structured Discovery Type) จึงเป็นการทดลองประเภทกลางๆที่อาศัยการแนะนำของผู้สอนประกอบกับข้อเสนอแนะ ในใบงานการทดลองนำทางสำหรับการปฏิบัติ ข้อมูลที่ใช้สำหรับการทดลองประเภทนี้แบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ ได้แก่ข้อมูลสำหรับการเริ่มต้น และข้อมูลที่ทำให้นักศึกษาคิดหาคำตอบเองในระหว่างการทดลองศึกษาปฏิบัติในขั้นสูงขึ้นไปอีก

1.2 ลักษณะเนื้อหาที่เหมาะสมในการทำการทดลอง โดยเหตุที่วัตถุประสงค์ของการทดลองประเภทนี้ต้องส่งเสริมความรู้ทางทฤษฎีในเรื่องเกี่ยวกับFacts , Concept, Principle เพราะฉะนั้นเนื้อหาที่ใช้ในการทำการทดลองประเภทนี้ จึงควรมีลักษณะดังต่อไปนี้คือ

- 1.2.1 เป็นเรื่องเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ที่สำคัญ แต่ไม่ควรเป็นเรื่องที่ซับซ้อนเกินไป
- 1.2.2 เป็นเรื่องที่ต้องอาศัยการประยุกต์กฎเกณฑ์ค่อนข้างมาก
- 1.2.3 เป็นเรื่องที่มีความแตกต่างระหว่างผลลัพธ์ทางปฏิบัติและผลลัพธ์ทางทฤษฎี
- 1.2.4 เป็นเรื่องที่สามารถพัฒนาความคิดได้

1.3 ข้อดีของการสอนทดลองแบบค้นพบ

1.3.1 ช่วยพัฒนาความสามารถในการค้นคว้าของผู้เรียน (Attitude of enquiry) ในขอบเขตที่กำหนด

- 1.3.2 ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในหลักการทฤษฎีได้ลึกซึ้งขึ้น
- 1.3.2 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำความรู้เดิมออกมาใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริง
- 1.3.4 เป็นการสร้างแรงจูงใจ (Reinforcement) สำหรับผู้ที่มีความรู้ดี
- 1.3.5 พัฒนาความสามารถในการทำงานตามระบบที่กำหนด

1.4 ข้อจำกัดของการสอนทดลองแบบค้นพบ

1.4.1 ขาดในการควบคุมการทำงานของนักเรียน โดยเฉพาะบทบาทของครูในด้าน การให้คำแนะนำ (Guidance role)

1.4.2 ค่อนข้างมีปัญหาในการออกแบบที่เหมาะสมกับความรู้ของผู้เรียน

1.4.3 อาจมีปัญหาในการจำกัดของเขตความคิด ของผู้เรียนโดยเฉพาะนักเรียนที่เก่ง ซึ่ง ต้องถูกบังคับให้ทำตามรูปแบบ

1.4.4 อาจมีปัญหาในการจัดกลุ่มผู้เรียนให้เหมาะสม โดยเฉพาะกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน

2. การทดลองแบบสืบสวนสอบสวน (Investigation Type) เป็นการทดลองที่ออกแบบพัฒนาความสามารถในการสอบสวนเรื่องราวต่างๆ ความสามารถนี้เป็นความสามารถ ที่จำเป็นในงานอุตสาหกรรมที่ต้องมีการสืบสวนการเกิดปัญหาต่างๆ ที่ทำให้เกิดการชำรุดหรือการ Break down ของอุปกรณ์การทดลองดังกล่าวมีรายละเอียดดังนี้

2.1 คุณลักษณะของการทดลองแบบสืบสวนสอบสวน การทดลองประเภทนี้มุ่งที่จะพัฒนาความสามารถของการใช้เครื่องมือวัสดุ และอุปกรณ์ในการทดลองเพื่อหาข้อมูลพิสูจน์ข้อสงสัยหรือพิสูจน์สมมุติฐานที่ตั้งไว้โดยปกติการทดลองประเภทนี้ จะไม่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีดำเนินงานอย่างสมบูรณ์จะละทิ้งข้อมูลบางอย่าง เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด และวางแผนดำเนินการทดลองเองในกรณีที่มีการสืบสวนนั้นถี่กลับมากเกินที่ผู้เรียน จะค้นหาข้อมูลได้ไปงานการทดลองก็จะให้ข้อมูลบางอย่างซึ่งอาจจะเป็นส่วนประกอบของปัญหาและคำแนะนำในการดำเนินงานต่อไป ทั้งนี้เพื่อเป็น แนวทางในการสืบสวนข้อเท็จจริงต่อไป

2.2 ลักษณะเนื้อหาที่เหมาะสมในการทำการทดลองการทดลอง ประเภทนี้ไม่ได้เน้นเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่งโดยเฉพาะแต่จะมุ่งพัฒนากระบวนการ และความสามารถในการสอบสวนข้อมูลโดยอาศัยความรู้ในเนื้อหาต่างๆ มาพิจารณาประกอบการทดลองหาข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา เนื้อหาที่น่า จะนำมาใช้สร้างการทดลอง ควรมีดังนี้คือ

2.2.1 เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการหาคุณสมบัติของอุปกรณ์ เครื่องมือภายใต้สภาวะการณ์ต่างๆ

2.2.2 เป็นเรื่องที่ต้องการศึกษาเหตุผลของการเกิดสภาวะผิดปกติ (Fault) หรือการเกิด Break down ของเครื่องมืออุปกรณ์

2.2.3 เป็นเรื่องของการตรวจค้นหาสิ่งที่ไม่ทราบค่า หรือไม่ทราบว่าเป็นอะไร ทั้งนี้ โดยการอาศัยพื้นฐานความรู้ที่มีอยู่วินิจฉัยผลที่ได้จากการทดลอง

2.3 ข้อดีของการทดลองแบบสืบสวนสอบสวน

2.3.1 เป็นวิธีการที่ช่วยกระตุ้นความสนใจและพัฒนาความคิดริเริ่มให้กับผู้เรียน

2.3.2 พัฒนาความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง

2.3.3 พัฒนาความสามารถในการเช็ทเครื่องมือ และวางจรเพื่อการทดลองตลอดจนความสามารถในการใช้เครื่องมืออย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.4 พัฒนาความสามารถในการหาข้อมูล ความสามารถในการแปลความหมาย และสรุปผลจากข้อมูลที่ได้ในการทดลอง

2.3.5 พัฒนาความสามารถในการค้นหาสาเหตุ ของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการทดลองตลอดจนแสวงหาวิธีการที่จะลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้น้อยที่สุด

2.4 ข้อจำกัดของการทดลองแบบสืบสวนสอบสวน

2.4.1 ยากที่จะออกแบบการทดลอง โดยเฉพาะยากต่อการจัดเนื้อหาให้เหมาะสมกับการทำการทดลองประเภทนี้

2.4.2 ยากที่จะควบคุมให้ผู้เรียนที่ไม่สนใจ หรือผู้ที่มีความรู้ไม่ดีพอทำการทดลองประเภทนี้ตามวัตถุประสงค์

2.4.3 ใช้เวลาในการทดลองมากอาจมีปัญหา ในการจัดเครื่องมือและอุปกรณ์ให้กับผู้เรียน

2.4.4 มีความยุ่งยากในการประเมินผล

3. การทดลองแบบแก้ปัญหา (Problem-solving Type) การทดลองประเภทนี้เป็นการฝึกให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยกิจกรรมการทดลองเป็นเครื่องมือในการพัฒนา ปัญหาที่เกิดขึ้นสำหรับการทดลองประเภทนี้มักจะเกิดขึ้นในกระบวนการทำงาน (Working Operation) ของอุปกรณ์

3.1 คุณลักษณะการทดลองแบบการแก้ปัญหาคือการทดลองประเภทนี้มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการพัฒนาระบบการแก้ปัญหาให้กับตัวเองตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ คือ

3.1.1 กระบวนการของการวิเคราะห์ปัญหา

3.1.2 กรรมวิธีในการตั้งสมมุติฐานสำหรับปัญหาที่พบ

3.1.3 การค้นหาวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบต่างๆ

3.1.4 ขบวนการหาข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหา

3.1.5 การสรุปปัญหาวิธีการแก้ไขปัญหา และผลลัพธ์ของการแก้ปัญหาข้อมูลสำหรับการทดลองประเภทนี้จะมีการกำหนดชื่อปัญหาให้โดยมี รายละเอียดของปัญหาที่พอเหมาะ คือไม่มากเกินไปจนเป็นการปิด โอกาสที่ผู้เรียนจะคิดหาทางแก้ปัญหาด้วยตนเองและไม่น้อยเกินไปจนผู้เรียนขาดแนวทางที่จะปฏิบัติได้ต่อจากปัญหาและองค์ประกอบของปัญหาก็ควรจะเป็นข้อมูลที่ช่วยในการวางแผนแก้ปัญหาโดยให้ผู้เรียนพยายามสร้างระบบการแก้ปัญหาหลายๆ วิธีและพยายามคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมอย่างมีระบบ

3.2 ลักษณะเนื้อหาที่เหมาะสมในการทำการทดลองแบบแก้ปัญหา

3.2.1 เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการหาจุดบกพร่องของวงจรหรืออุปกรณ์

3.2.2 เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับปัญหาของวิธีการวัด หรือตรวจสอบคุณภาพของวงจร อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีความซับซ้อน

3.2.3 เป็นเรื่องของการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่

3.2.4 เป็นเรื่องเกี่ยวกับการค้นหาวิธีการที่ดีที่สุดสำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพของงานหรือของอุปกรณ์

3.2.5 เป็นปัญหาที่มีวิธีการแก้ไขได้หลายวิธี

3.3 ข้อดีของการทดลองประเภทการแก้ปัญหา

3.3.1 พัฒนาความสามารถในการออกแบบการวางแผนและการดำเนินงานแก้ปัญหาตามแผนที่ผู้เรียนได้กำหนดขึ้นเองการทดลองจึงเป็นการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนระดับสูง



3.3.2 พัฒนาทักษะในการดำเนินการแก้ปัญหา

3.3.3 ส่งเสริมการทำงานร่วมกันในด้านความคิดและแรงงานเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

3.3.4 เป็นการสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียนเมื่อแก้ปัญหาได้สำเร็จ

3.3.5 พัฒนาความสามารถในการเขียนรายงาน

3.3.6 สามารถหาข้อผิดพลาด ชัดจำกัดของการดำเนินงานได้

3.4 ข้อจำกัดของการทดลองประเภทการแก้ปัญหา

3.4.1 ผู้เรียนที่ไม่สนใจจะประสบปัญหาในการทำการทดลองประเภทนี้

3.4.2 ผู้สอนจะต้องมีความสามารถแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ เมื่อพบผู้เรียนปัญหาหรือเดินผิดทาง

3.4.3 จะต้องมีอุปกรณ์เครื่องมือและแหล่งข้อมูลที่เพียงพอ

3.4.4 ยากต่อการควบคุมให้ผู้เรียนทำตามวัตถุประสงค์และยากในการควบคุมระเบียบ

วินัย

4. การทดลองแบบโครงการงาน (Project Type) การทดลองประเภทนี้เป็นการพัฒนาความสามารถเบ็ดเสร็จในการทำงานตั้งแต่การวางแผนเริ่มงานครั้งแรก การจัดหาอุปกรณ์การวางแผนดำเนินงาน การร่วมมือในการทำงานการปฏิบัติตามเงื่อนไขและวัตถุประสงค์ การตรวจสอบการเขียนรายงานเป็นงานทดลองที่ออกแบบยากที่จะให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายที่สามารถตรวจสอบผลลัพธ์ได้ทั้งหมดการทดลองมีรายละเอียดดังนี้

4.1 คุณลักษณะของการทดลองแบบโครงการงาน งานของการทดลองประเภทนี้มีลักษณะเปิดกว้างในรูปแบบของสถานการณ์จำลองที่ต้องการให้ผู้เรียนสร้างงานตามองค์ประกอบของความกว้างของเนื้อหาและขอบเขตของเวลาที่ จำกัดภายใต้การควบคุมดูแลของผู้สอนแต่องค์ประกอบภายในยัง เป็นงานที่มีขั้นตอนย่อยที่อยู่ในรูปแบบของการทดลองรูปแบบต่างๆ หลากรูปแบบ ตั้งแต่การทดลองแบบค้นพบจนถึงการทดลองแบบการแก้ปัญหา การทดลองชนิดนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะให้ประสบการณ์หลายด้านกับผู้เรียน ตั้งแต่การเสาะแสวงหาข้อมูล ในลักษณะของการศึกษาและสำรวจสถานะของงานที่จะทำการออกแบบวงจร และการทดลองเบื้องต้นในรูปแบบต่างๆแล้วนำผลลัพธ์ของการทดลองนั้นมาประยุกต์รวมกันเป็นผลงานรวมที่มีความหมายในตัวเอง การทำการทดลองแบบโครงการงาน ลักษณะนี้มีวิธีการดำเนินงานหลายรูปแบบ ตั้งแต่การสร้างดัดแปลงแก้ไขอาศัยเครื่องมือและเครื่องอำนวยความสะดวกที่มีอยู่จากการสอนทักษะและการสอนทดลอง จนถึงปัญหาาระดับสูง การทดลองแบบโครงการงานนี้ต่างกับงานการเรียนรู้ภาคประยุกต์ (Application) หรือ Research Project ตรงที่ว่าการทดลองแบบโครงการงานนั้นมีขอบเขตขนาดของงานที่เล็กมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชาต่างๆ ที่แคบกว่า การทำรายงานของโครงการงานใหญ่ การทดลองในรูปแบบของ

โครงการลักษณะนี้ก็ไม่ต้องใช้วิธีการเต็มรูปแบบเหมือนโครงการใหญ่ อย่างไรก็ตามการทดลองแบบโครงการนี้ก็จะเป็นพื้นฐานนำไปสู่งานโครงการที่ใหญ่ขึ้น

4.2 เนื้อหาวิชาที่เหมาะสมในการทำการทดลอง เนื่องจากการทดลองประเภทนี้เป็นการทดลองที่กว้าง จึงยากที่จะจำกัดลักษณะของเนื้อหาได้อย่างชัดเจนเท่าที่สำรวจพบพอมีหลังพอสรุปได้คือ

4.2.1 เป็นเนื้อหาที่ประกอบด้วยหลักการและมโนทัศน์ หลายรูปแบบรวมกัน

4.2.2 หลักการและมโนทัศน์มีความสัมพันธ์กันใกล้ชิดพอที่จะมีผลลัพท์งานได้

4.2.3 ลักษณะของการทำงานต้องอาศัยทักษะหลายด้าน ทั้งทักษะทางร่างกายและทักษะทางสมอง

4.2.4 เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์หลายศาสตร์ด้วยกันแต่ไม่ควรกว้างเกินไปนัก

4.3 ข้อดีของการทดลองแบบโครงการ

4.3.1 เป็นการพัฒนาทักษะของการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน

4.3.2 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำงานโดยเสรีและพัฒนาความสามารถในการเขียนรายงานจากขั้นตอนการทำงาน

4.3.3 ผู้เรียนจะทราบปัญหาและแก้ปัญหาต่างๆ ในการทำงานด้วยตนเองทำให้เกิดความเข้าใจเนื้อหาวิชาได้ลึกซึ้ง

4.3.4 เป็นการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์และความมั่นใจในตนเอง

4.3.5 เป็นการพัฒนาความสามารถได้หลายระดับตั้งแต่ระดับต่ำสุดจนสูงสุด

4.4 ข้อจำกัดของการทดลองแบบโครงการ

4.4.1 ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความสามารถในเรื่องที่ทำเป็นอย่างดี

4.4.2 ผู้สอนจะต้องให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่อ่อนค่อนข้างมาก

4.4.3 การประเมินผลทำได้ยากผู้สอนจะต้องมีความใกล้ชิดกับผู้เรียนเพียงพอ

4.4.4 ต้องการแหล่งข้อมูลมากซึ่งยากต่อการจัดหา

4.4.5 ใช้เวลามาก ซึ่งยากต่อการจัดระบบการเรียนการสอน

4.4.6 ยากต่อการออกแบบการทดลองให้ทำโดยไม่ซ้ำกัน

5. การทดลองแบบปกติทั่วไป (Conventional Type) เป็นการทดลองที่ใช้กันโดยส่วนมาก มีขั้นตอนการทดลองเป็นไปตามขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา (Linear Sequence) มีวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนมีความรู้ในเนื้อหาทฤษฎีที่ลึกซึ้งขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

5.1 คุณลักษณะของการทดลองเป็นการทดลองที่ให้ข้อมูลในการปฏิบัติงานของนักศึกษาอย่างสมบูรณ์ ตั้งแต่การบอกให้ทราบวัตถุประสงค์ขั้นตอนการปฏิบัติงาน การติดตั้งอุปกรณ์

กรรมวิธีในการใช้เครื่องมือ ขั้นตอนการวัด และการสังเกต วิธีแสดงผลการวัด และการบันทึกข้อมูล ตลอดจนการสรุปผลที่ได้ การทดลองประเภทนี้ มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนได้รู้จักวิธีการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ในการทดลอง เพื่อศึกษาปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น (Theory Verification) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เรื่องที่เกี่ยวข้องกับกฎเกณฑ์และหลักการ หรือทฤษฎีบทต่างๆ ตลอดจนการสร้างความรู้เกี่ยวกับวิธีการทดลองต่าง ๆ

5.2 ลักษณะเนื้อหาที่เหมาะสมในการสร้างการทดลองในรูปแบบของ (Conventional Type) ได้แก่

5.2.1 เนื้อหาที่เป็นนามธรรม ต้องการการสมมติเหตุการณ์ หรือการสร้างจินตนาการ ที่ซับซ้อนยากต่อความเข้าใจ

5.2.2 เป็นเรื่องที่ต้องการแนะนำให้รู้จัก ระบบแผนกระบวนการทำงานอุตสาหกรรม มาตรฐานของอุปกรณ์ และมาตรฐานของผลผลิตงานอุตสาหกรรม

5.2.3 เป็นการศึกษาที่เกี่ยวกับพิกัดมาตรฐาน อัตราเสี่ยงต่อการเสียหายของอุปกรณ์ และ เครื่องมือต่าง ๆ

5.3 ข้อดีของการทดลองแบบปกติ

5.3.1 การทดลองแบบการทดลองปกติที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการดำเนินงานที่ชัดเจน จะช่วยผู้เรียนอ่อนในการทำทดลอง ประเภทนี้ได้มาก

5.3.2 สามารถใช้การทดลองประเภทนี้ แทนการสอนในชั้นเรียนได้ค่อนข้างมาก

5.3.3 ช่วยพัฒนาความสามารถในการทำงานตามแผนหรือตามระบบได้ดี

5.3.4 ง่ายต่อการวัดและประเมินผลการเรียน

5.3.5 ง่ายต่อการควบคุมการปฏิบัติ และการใช้วัสดุอุปกรณ์ของผู้เรียน

5.4 ข้อจำกัดของการทดลองแบบปกติ

5.4.1 ผู้เรียนขาดอิสระในการทำงานตามความนึกคิดของตนเอง

5.4.2 มีขีดจำกัดสำหรับผู้เรียนในการสรุปผลลัพธ์ของการทดลอง

5.4.3 อาจขาดข้อมูลที่เป็นปัญหาท้าทายสำหรับนักเรียนที่เก่ง จากการศึกษาการเรียนการสอนทดลองทั้ง 5 รูปแบบผู้วิจัยพบว่า การทดลองในแต่ละรูปแบบมีความแตกต่างกันในด้านของจุดมุ่งหมายทางการศึกษา วัตถุประสงค์ของการพัฒนาผู้เรียน กระบวนการปฏิบัติงานของผู้เรียนและลักษณะการควบคุมดูแลของผู้สอน สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกการทดลองแบบปกติ เนื่องจากรูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการทดลองมีการให้รายละเอียดที่ช่วยในการปฏิบัติการทดลองให้กับผู้เรียนได้มากช่วยลดปัญหาที่เป็นอุปสรรค ในการดำเนินงานทำให้ผู้เรียนสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ รวมทั้งเนื้อหาในเรื่องของจิตตอลประยุคต์มีระดับของความยากอยู่แล้วถ้านำไปสร้างเป็นการทดลองในรูปแบบอื่น จะทำให้ผู้เรียนอ่อนเกิดความลำบากใน

การเรียนรู้ไม่มีความเข้าใจในเนื้อหาเกิดความเบื่อหน่าย และไม่สามารถที่จะช่วยพัฒนาความสามารถได้ จากรูปแบบการทดลองทั้ง 5 รูปแบบ แต่ละประเภทยังมีเอกลักษณ์เป็นของตัวเอง และมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกัน จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าวทำให้ผู้เรียนตัดสินใจได้ว่า ควรใช้การทดลองแบบปกติทั่วไป ทั้งนี้เพราะการวิจัยนี้เป็นการทดลองกับชุดทดลอง ดังนั้นเพื่อไม่ให้ผู้เรียนสูญเสียเวลากับการทำความเข้าใจกับใบงานทดลองมากเกินไปกว่าการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองผู้วิจัยจึงได้เลือกรูปแบบทดลองแบบปกติทั่วไป (Conventional Type) อีกทั้งยังเป็นการทดลองที่ใช้กันเป็นส่วนใหญ่มีขั้นตอนการทดลองเป็นไปตามขั้นตอน การนำเสนอเนื้อหา (Linear Sequence) มีวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนมีความรู้ในเนื้อหาทฤษฎีที่ลึกซึ้งขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจะขอกล่าวรายละเอียดที่เอื้อประโยชน์ต่อการทดลองเฉพาะรูปแบบที่ได้นำมาใช้ในการวิจัยเท่านั้น

## 2.2 การพัฒนาชุดทดลองหรือชุดสาธิต

ขั้นตอนในการพัฒนาชุดทดลองหรือชุดสาธิต (Experimental or Demonstration Kit) และใบงานหรือคู่มือการทดลอง (Lab sheet or Manual sheet) ซึ่ง สุพิน (2538) ได้จำแนกไว้ดังนี้

### 2.2.1 การสร้างชุดทดลองหรือชุดสาธิต (Experimental or Demonstration Kit)

การออกแบบและพัฒนาชุดทดลอง มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ กิจกรรมและเนื้อหาที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ จุดประสงค์ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วจะเป็นแนวทางในการออกแบบใบงานการทดลอง (Lab sheet or Manual sheet) และชุดทดลอง (Experimental or Demonstration Kit)

2.2.1.1 ชุดทดลองที่พัฒนา ขึ้นจะถูกนำไปใช้ในสถานศึกษา โดยผู้วิจัย เพื่อค้นหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่นความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ความยากง่าย ความซับซ้อน ความคงทนถาวร และความสะดวกในการลอกเลียนแบบหรือการพัฒนาปรับปรุงขึ้นมาใหม่

2.2.1.2 จากการพัฒนาชุดทดลอง ข้อมูล และประสบการณ์ที่ได้รับจากข้างต้นนั้น ได้ถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงชุดทดลองให้มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับได้ ซึ่งประกอบด้วยใบงานการทดลอง และชุดทดลอง จากนั้นมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องนำชุดทดลองไปหาประสิทธิภาพต่อไป

### 2.2.2 ประสิทธิภาพชุดทดลอง

ชุดทดลองที่มีประสิทธิภาพ หมายถึง ชุดทดลองที่สามารถช่วยในการปฏิบัติการทดลองของผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ตามที่คุณสอนได้ตั้งไว้ การทดสอบประสิทธิภาพของชุดทดลองจะทำให้ผู้สอนรู้ถึงประสิทธิภาพของชุดทดลอง ในขณะเดียวกันผู้สอนจะรู้ถึงจุดบกพร่องหรือจุดอ่อนของชุดทดลอง ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับการปรับปรุงชุดทดลองให้ดียิ่งขึ้น ดังนั้น การทดสอบหาประสิทธิภาพ ของชุดทดลองจะช่วยให้ผู้สอนเกิดความมั่นใจว่า ชุดทดลองนั้น ๆ มีประสิทธิภาพหรือไม่ เพราะ ถ้าชุดทดลองมีประสิทธิภาพต่ำจะทำให้ผลการเรียนของผู้เรียนต่ำไปด้วย แนวทางในการหาประสิทธิภาพชุดทดลองสามารถทำได้ 3 แนวทาง ดังนี้

2.2.2.1 ประสิทธิภาพด้านโครงสร้างชุดทดลอง ได้แก่ การวิเคราะห์โดยศึกษาจาก โครงสร้างชุดทดลองในด้านต่าง ๆ เช่น วัสดุที่นำมาสร้างชุดทดลองมีความแข็งแรงทนทานเพียงใด ความสวยงาม ความปลอดภัยในการใช้งาน ขนาดของชุดทดลองพอเหมาะกับจำนวนผู้เรียนในขณะ ทดลองหรือไม่ ความยากง่ายในการสร้าง เป็นต้น

2.2.2.2 ประสิทธิภาพด้านเนื้อหา ได้แก่ การทดสอบว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้น มีความ สอดคล้องกับจุดประสงค์หรือไม่ ครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่ โดยชุดทดลองนั้นจะต้องมีความ สมบูรณ์และแม่นยำในแง่ของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะสามารถกำหนดเงื่อนไขและเกณฑ์ ได้แน่นอน

2.2.2.3 ประสิทธิภาพในการใช้งาน ได้แก่ การทดสอบความสะดวกในด้านการทดลอง ความ เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ไม่ได้หาประสิทธิภาพของชุดทดลองตามแนวทางดังกล่าวข้างต้น แต่จะใช้วิธีประเมิน 2 วิธี ซึ่งทดลองชัย (2528:27-31) ได้กล่าวไว้ ดังนี้

ก) วิธีอาศัยเกณฑ์ ซึ่งเป็นการตรวจสอบหรือประเมินประสิทธิภาพของชุดทดลอง ที่นิยมประเมินจะเป็นชุดการสอนสำหรับกลุ่มกิจกรรม หรือชุดการสอน ที่ใช้ในศูนย์การเรียน โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 สำหรับประเมินเนื้อหาประเภทความรู้ความจำ และใช้เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 สำหรับเนื้อหาที่เป็นทักษะ ความหมายของตัวเลขเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าวมีความหมายดังนี้

90 ตัวแรกหมายถึง ค่าร้อยละของประสิทธิภาพในแบบทดสอบระหว่างใบงานการทดลอง (Pre-test) ประกอบด้วยผลการประกอบภารกิจต่าง ๆ โดยการนำเอาคะแนนที่ได้จากการวัดภารกิจ ทั้งหมด ทั้งรายบุคคลและกลุ่มย่อยทุกชิ้นมารวมกัน แล้วคำนวณหาค่าร้อยละเฉลี่ย

90 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนจากการทดสอบหลังการทดลอง (Post-test) ของผู้เรียนทุกคน นำมาคำนวณหาค่าร้อยละเฉลี่ย ก็จะได้ค่าของตัวเลขทั้งสอง เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ มาตรฐานต่อไปเกณฑ์การประเมิน ประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ได้ พัฒนาขึ้นนั้นกำหนดได้ เป็น 3 ระดับดังนี้

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าเกิน 2.5 % ขึ้นไป
2. เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าเกิน 2.5 % ขึ้นไป
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนต่ำกว่าเกณฑ์แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5 % ถือว่ายังมี ประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

ข) วิธีไม่ได้ตั้งเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า เป็นการประเมินประสิทธิภาพของสื่อด้วยการเปรียบเทียบผลการสอบของผู้เรียน ภายหลังจากที่ได้เรียนจากสื่อแล้วนั้น (Post-test) ว่าสูงกว่า ผลการสอบก่อนเรียน (Pre-test) อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ หากผลการเปรียบเทียบ พบว่า ผู้เรียนได้

คะแนนหลังการทดลองสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าสื่อนี้มีประสิทธิภาพ

### 2.2.3 การสร้างใบงานการทดลอง

ในการสร้างใบงานการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ในการเรียนและมีส่วนร่วมในการทดลองในรายวิชาต่าง ๆ ซึ่ง ชูศักดิ์ (2545) ได้ให้ความหมายและวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

#### 2.2.3.1 ความหมายของใบงานการทดลอง

ความหมายของใบงานการทดลอง (Laboratory Sheet) หมายถึง เอกสารที่ใช้เป็นคำสั่งให้ปฏิบัติงาน หรือเป็นคำแนะนำให้ผู้เรียนให้สามารถดำเนินการทดลองให้เป็นไปตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ใบงานที่ใช้กันอยู่ในสถาบันการศึกษา จะมีทั้งใบงานที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง และใบงานที่ผลิตโดยบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์สำหรับการทดลองโดยเฉพาะ หรือจากผู้ผลิตตำราเอกสารสอนเป็นอาชีพ

#### 2.2.3.2 การใช้ใบงานการทดลองในการศึกษา

ใบงานที่ใช้สำหรับการฝึกทดลองนั้น เป็นเอกสารที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดอย่างไรก็ตามใบงานการทดลองนั้นไม่สามารถจะใช้แทนผู้สอนได้ตลอด การสอนทดลองนั้นนอกจากมีใบงานแล้วยังต้องอาศัยตัวผู้สอนเป็นผู้ดูแลอย่างทั่วถึง เพราะฉะนั้นปฏิสัมพันธ์ที่ใกล้ชิดระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนจึงยังคงเป็นกระบวนการสำคัญ ที่จะทำให้การทดลองนั้นสำเร็จหรือล้มเหลวได้

#### 2.2.3.3 องค์ประกอบภายในของใบงานการทดลอง

ใบงานการทดลองมีรูปแบบแตกต่างกันไปตามแบบแผนของสถาบันแต่ละแห่ง โดยทั่วไปแล้วลักษณะรูปแบบของใบงานนั้นจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการพัฒนาพฤติกรรมผู้เรียน ประสบการณ์เดิมผู้เรียน และธรรมชาติการทดลองแต่ละชนิด วัตถุประสงค์ของการสร้างใบงานการทดลองนั้น อาจจะสร้างขึ้นเพื่อสอนให้รู้จักวิธีการทำงานของเครื่องมืออุปกรณ์ หรือกระบวนการทำงานของงานอุตสาหกรรม (Operation and Process) อย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะ ในบางครั้งผู้สอนอาจจะใช้ใบงาน เพื่อการขยายความรู้ในลักษณะของการพัฒนาความคิดรวบยอด และหลักการ (Concept and Principle Formation) ตามกระบวนการของ (Knowledge Constructed) ผู้สอนบางคนต้องการพัฒนาความสามารถของการแก้ปัญหา (Problem-solving) โดยอาศัยการสอนทดลองร่วมกับการเรียนภาคทฤษฎีก็ได้ รูปแบบของใบงานการทดลองนี้มีอยู่ 3 รูปแบบ คือ

- ก) แบบให้ข้อมูลในการดำเนินงานทดลอง (Experimental Format)
- ข) แบบมอบหมายให้ทดลองตามคำสั่ง (Assignment Format)
- ค) แบบโครงงานอิสระ (Project Format)

2.2.3.4 ข้อมูลที่ใช้ในใบงานการทดลองนั้นมีหลายลักษณะ ตั้งแต่ข้อมูลที่อยู่ในลักษณะคำสั่งให้ปฏิบัติงานโดยตรง ข้อมูลในลักษณะที่เป็นคำถามให้คิดเพื่อหาคำตอบเอง จนถึงข้อมูลในลักษณะของการบอกเล่าที่ให้แง่คิดบางประการ การนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ในใบงานขึ้นอยู่กับชนิดของการทดลองตามธรรมชาติของเนื้อหาวิชา และตามวัตถุประสงค์ของการวางแผนสร้างใบงานการทดลอง ข้อมูลดังกล่าวมีรายละเอียด ดังนี้

ก) ข้อมูลนำการทดลอง (Introduction Information) ข้อมูลที่แจ้งให้ผู้เรียนได้ทราบเรื่องทั่ว ๆ ไปในการปฏิบัติงานของการทดลอง แต่ละเรื่องข้อมูลเหล่านั้นได้แก่

1) วัตถุประสงค์ของการทดลองควร จะครอบคลุมความสามารถตามพิสัย (Domains) ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ประกอบด้วยวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์จำเพาะที่สนับสนุนกัน

2) ความจำเป็นและขอบเขตของการทดลอง(Need and scope of the experiment) เป็นข้อมูลที่แสดงเหตุผล และประโยชน์ของการฝึกหัดทดลอง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมองเห็นความสำคัญของงานที่กำลังปฏิบัติ และเกิดแรงจูงใจในการทำงาน

3) การวางแผนงาน (Planning and Organizing) คือข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนได้อาศัยเป็นหลักในการวางแผนดำเนินงานข้อมูลเหล่านี้ อาจจะเป็นข้อมูลพื้นฐาน สำหรับการทดลองเกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการทดลอง ความรู้ที่ควรมีก่อนเรียน (Entry behavior) ควรระบุให้ชัดเจนว่าผู้ที่ปฏิบัติงาน ที่กำหนดได้นั้นจะต้อง มีความรู้ความสามารถ หรือประสบการณ์อย่างใดมาก่อนและความรู้ในเนื้อหาวิชา (Theoretical Information) เป็นข้อมูลที่อ้างถึงหลักการ หรือทฤษฎีที่ผู้เรียนได้ผ่านการเรียนมาแล้วในลักษณะของการสรุปประเด็นสำคัญและการชี้ประเด็นของปัญหาทางทฤษฎี ในเชิงวิเคราะห์ให้เห็นจุดสำคัญที่จะทำการทดลอง

ข) ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทดลอง (Background information) คือ ข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนได้อาศัยหลักในการวางแผนดำเนินงาน และเป็นข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสำรวจและปรับปรุงตัวเองในสิ่งที่ขาด เพื่อที่จะได้เตรียมตัวหาข้อมูลหรือพัฒนาความรู้ให้พร้อมก่อนที่จะลงมือทำการทดลอง ข้อมูลดังกล่าวได้แก่

1) ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือวัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะพิเศษของเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ ข้อควรระวัง หรือปัญหาที่มักจะเกิดขึ้นเสมอ

2) ความรู้ที่ควรมีก่อนเรียน (Entry behavior) เป็นการระบุว่าผู้ที่ปฏิบัติงานที่กำหนดได้นั้นจะต้องมีความรู้ความสามารถ หรือมีประสบการณ์อย่างใดมาก่อนทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตราย หรือ ความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับสิ่งของหรือผู้ปฏิบัติงานได้

3) ความรู้ในเนื้อหาวิชาเป็นข้อมูลในลักษณะ ของการสรุปประเด็นสำคัญและชี้ประเด็นของปัญหาทางทฤษฎี ในเชิงวิเคราะห์ให้เห็นจุดสำคัญที่จะทำการทดลอง

ค) ข้อมูลสำหรับการดำเนินการ (Procedural Information)

ข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถดำเนินงานตามขั้นตอนที่เหมาะสม หรือตามที่กำหนดมาให้ในงานแต่ละเรื่อง ได้ง่ายขึ้นและมีประสิทธิภาพ ลักษณะของงานนี้ควรเป็นขั้นของการลงมือปฏิบัติจริง ตั้งแต่ การวางแผนการปฏิบัติจริง ๆ จากการร่างแบบของงาน การกำหนดวงจรและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง จนถึงวิธีการเก็บข้อมูลที่ได้ ซึ่งสามารถแยกออกได้ดังนี้

1) คำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน (Manipulative Process) เป็นคำสั่ง หรือคำแนะนำในการลงมือปฏิบัติจริง ประกอบด้วยข้อมูลดังนี้ ข้อมูลเกี่ยวกับการวางแผนการทดลอง (Experimental Planning) ข้อมูลอาจเป็นในรูปของคำสั่งให้ปฏิบัติหรือให้แนวคิดในการทดลอง เช่น การเสนอรูปแบบ ของการทดลองและข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกใช้เครื่องมือ การกำหนดชนิดและประเภทของเครื่องมือ หรือเป็นการให้แนวคิดในการตัดสินใจเลือกใช้เครื่องมือ พร้อมทั้งตรวจสอบเครื่องมือให้อยู่ในสภาพที่พร้อมจะใช้งานพร้อมข้อมูลในการดำเนินงานทดลอง เป็นข้อมูลที่แนะนำข้อปฏิบัติ ตั้งแต่การเริ่มต้นงานสร้างวงจรทดลองและการต่อสายติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ

2) คำแนะนำในการเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection Process) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ การปรับแต่งเครื่องมือ อุปกรณ์หรือตั้งอัตราวัด เพื่อหาผลลัพธ์ของการทดลองที่เหมาะสม ข้อมูลเหล่านี้ประกอบด้วย การสังเกต (Observation) เป็นข้อมูลที่ช่วยให้ผู้ปฏิบัติพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง เช่น ให้เปิดเครื่อง ปรับค่าความต้านทาน การกำหนดย่านของการทดลองและสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามลำดับที่ควรจะเป็น และการรวบรวมผลลัพธ์ที่ได้ (Data Collection) หลังจากการสังเกตผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง ผู้ที่ทำการปฏิบัติจะต้องรวบรวมและบันทึกข้อมูลที่ได้อย่างมีระบบ ประสิทธิภาพ ของข้อมูลที่ได้อ้อม ขึ้นอยู่กับการวางแผนการทดลอง โดยเฉพาะ ย่านของการทดลองที่เหมาะสม การดำเนินงานเกี่ยวข้องกับข้อมูลอาจทำในรูปของการรวมกลุ่มข้อมูลตามความเหมาะสมหรือจัดทำตารางข้อมูล เพื่อความสะดวกในการวินิจฉัย

ง) ข้อมูลเกี่ยวกับการสรุปผลลัพธ์และรายงาน (Conclusion and Report Guiding Information) ใบบงานการทดลองที่ได้นั้นจะให้ข้อมูลในลักษณะที่เป็นคำสั่ง หรือคำแนะนำให้ผู้ปฏิบัติ แสดงผลลัพธ์ที่ได้อย่างเป็นระบบ และสามารถสรุปผลของการทดลองได้ตามรูปแบบที่เหมาะสม ข้อมูลภายในใบบงานการทดลองจะช่วยให้ผู้ปฏิบัติสามารถทำรายงาน และสรุปผลการทดลองได้ ข้อมูลดังกล่าวควรประกอบด้วย

1) ข้อมูลที่ช่วยในการเสนอข้อมูล (Presentation of Data) เป็นขั้นเสนอผลลัพธ์ที่ได้ จากการทดลองในรูปลักษณะของเอกสารรายงาน การเสนอข้อมูลต้อง ทำอย่างมีระบบ โดยการจัดทำข้อมูลเป็นกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน อาจทำในลักษณะของตารางตัวเลข หรือ ในรูปแบบของแผนภูมิ

2) ข้อมูลที่ช่วยในการแปลความหมาย (Interpretation of Data) ใบบงานควรให้ข้อมูลนำผู้ปฏิบัติในการจับประเด็นสำคัญของข้อมูลวิธีการสรุป ผลจากกลุ่มของข้อมูลที่มีอยู่การเลือกตัวแปร และการคำนวณหาผลลัพธ์จากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง



3) ข้อมูลที่ใช้ในการอ้างอิงหลักการ (Reference of Data) เป็นขั้นของการเขียนรายงานโดยอาศัยทฤษฎี และหลักการต่างๆ อ้างอิง

จ) ลักษณะบางประการของการเขียนรายงาน(Lab Report)การรายงานเป็นส่วนสำคัญ ของการทดลอง เพราะเป็นส่วนที่แสดงถึงความเข้าใจในการทดลอง การเขียนรายงานอาจจะถือเป็นศิลปะอย่างหนึ่ง ช่วยพัฒนาความสามารถในการเผยแพร่ข้อมูลต่อสังคมลักษณะและรูปแบบของการรายงานนั้นมีรายละเอียดมากโดยสรุป แล้วองค์ประกอบที่มีความสำคัญควรประกอบด้วย

1) บทคัดย่อ (Abstract) ของเรื่องเป็นการสรุปเรื่องทั้งหมดอย่างรัดกุม (Concise)

2) คำนำ (Introduction) บทนำ เป็นการอารัมภบทเรื่อง เป็นการประสานเรื่องระหว่างงานที่ปฏิบัติกับหลักทางทฤษฎี เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจเรื่องที่ทำ

3) หลักการและจุดประสงค์ของการทำงาน(Notation and Theory)เป็นการอธิบายความหมายของคำศัพท์หรือสัญลักษณ์ที่ใช้หรือกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องโดยสรุป

4) การดำเนินงานและผลลัพธ์(Procedure and Result)กล่าวถึงสาระสำคัญของการดำเนินงานและผลลัพธ์ที่ได้

5) แผนภูมิ (Diagrams) บางครั้งการเขียนรายงานต้องอาศัยรูปหรือวงจรประกอบคำอธิบาย ทั้งนี้แล้วแต่เหตุการณ์

6) การอภิปรายผล (Discussion of Result) เป็นขั้นที่แสดงออกถึงความสามารถเชิงความคิดของผู้ทำการทดลองในการให้เหตุผลของการค้นพบ ด้วยการมีหลักฐานอ้างอิงอย่างสมบูรณ์ความเชื่อถือได้ (Reliability) ของการทดลองเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ ที่จะทำให้ผลงานได้รับการยอมรับจากผู้อื่น ผู้ทำการทดลองจะต้องหาข้อมูลพิสูจน์ความน่า เชื่อถือของข้อมูลในรายงาน

7) ข้อสรุป (Conclusion) เป็นการสรุปเรื่องที่ต้องอาศัยความสามารถ ของการใช้ภาษาคำอธิบายการใช้คำบรรยายที่มีความชัดเจน สั้นและรัดกุม

8) หลักฐานอ้างอิง (Reference) เป็นการแสดงหลักฐานข้อมูลที่น่ามาใช้ในการประกอบการอ้างอิงหรือสรุปเรื่อง การอ้างอิงเป็นเรื่องสำคัญที่จะสร้างความเชื่อถือจากผู้อื่น เท่าที่กล่าวมานี้เป็นลักษณะรูปแบบหนึ่งของการเขียนรายงานการทดลอง (Lab Report) เพราะฉะนั้นจึงเป็นหน้าที่อันหนึ่ง ที่ไปงานการทดลองต้องให้คำสั่งหรือคำแนะนำที่เหมาะสมและชัดเจน

ฉ) ข้อมูลสำหรับการประเมินผล (Evaluating Information) ข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบความรู้ความสามารถ และความเข้าใจในเรื่องที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติงาน เป็นลักษณะของคำถามแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) คำถามในเนื้อหาการทดลอง (Assessment Question) คือ ข้อมูลที่เป็นคำถามในเรื่องเกี่ยวกับงานที่ได้ปฏิบัติ โดยเฉพาะเรื่องของเหตุผลในการทำงานแต่ละขั้นตอนเป็นการทดสอบความรู้ความเข้าใจในการทดลองโดยตลอด

2) คำถามสรุป (Critical Question) เป็นคำถามในเรื่องที่ไกลออกไปจากงานที่ได้ ปฏิบัติเพื่อประเมินความสามารถในการมองเห็นภาพรวมของเรื่อง (Generalize) ทั้งหมดและสามารถนำความรู้ความสามารถจากการทดลองไปใช้งานได้ เรียกว่าการถ่ายโยงความรู้ (Transfer of Learning)

#### 2.2.3.5 ขั้นตอนในการสร้างใบงานการทดลอง

มีขั้นตอนใหญ่ ๆ มี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นการศึกษาสำรวจข้อมูลและขั้นสร้างใบงานการทดลอง ซึ่ง ชูศักดิ์ (2545) ได้กล่าวไว้ว่า มีรายละเอียดดังนี้

ก) การกำหนดชื่อเรื่องของการทดลอง ชื่อของการทดลองควรจะสื่อความหมายเร้าความสนใจ สามารถบอกขอบเขตความกว้างและความลึกของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับงานทดลองได้และมีความรัดกุม

ข) การศึกษารายละเอียดของเนื้อหาในการทดลอง ผู้สร้างใบงานการทดลองควรทราบรายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาเป็นอย่างดี การศึกษารายละเอียดของเนื้อหาในเชิงวิเคราะห์และเขียนออกมาเป็นภาษาเขียนจะทำให้ผู้สร้างมองเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอด (Concept) และหลักการ (Principle) ภายในเนื้อหาเหล่านั้นได้เป็นอย่างดี และมองเห็นขั้นตอนของการทดลอง ได้อย่างชัดเจน จนสามารถกำหนดจุดสำคัญของการสอน (Teaching Point) ที่เหมาะสมได้

ค) การกำหนดวัตถุประสงค์จากการศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาในการทดลอง จะช่วยให้ผู้สร้างใบงานการทดลอง สามารถกำหนดวัตถุประสงค์ ของการทดลองได้อย่างถูกต้อง

ง) การกำหนดขั้นตอนการทดลอง ผู้สร้างใบงานการทดลองจะต้องพิจารณาวิธีการทดลอง ที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา โดยพิจารณาจากประสบการณ์ของผู้สร้างใบงาน การทดลองอาจมีวิธีการเป็นขั้นตอน ผู้สร้างจะต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดที่ผู้เรียนจะได้รับการเรียนรู้ พัฒนาความ สามารถได้ดีและรวดเร็วที่สุด และต้องกำหนดขั้นตอนของวิธีนั้นให้ชัดเจนในใบงานการทดลอง

จ) การวิเคราะห์งาน (Task Analysis) คือ การนำรายละเอียดของงานที่ทำมาพิจารณาเพื่อหาลำดับประกอบด้านคุณสมบัติ ผู้เรียนชนิดของการเรียนเงื่อนไขหรืออุปสรรคของการทำงานเพื่อช่วยให้การทำงาน ได้ผลการนำขั้นตอนการดำเนินงานมาพิจารณา เพื่อหาลำดับประกอบของความสามารถเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

1) ขั้นตอนการปฏิบัติงานเป็นการพิจารณาขั้นตอนที่จะต้องมีในใบงานการทดลองโดยในใบงานหนึ่งอาจจำแนกขั้นตอนออกไปตามกลุ่มงานซึ่งจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปริมาณเนื้อหาสาระของเรื่องที่ทำในใบงานนั้น ๆ

2) วัตถุประสงค์ เป็นการพิจารณากำหนดวัตถุประสงค์ในการปฏิบัติงานแต่ละกลุ่มงาน (Operation) ว่าในการปฏิบัติงานกลุ่มนี้เพื่อวัตถุประสงค์อะไร

3) เครื่องมือ และอุปกรณ์ เป็นการพิจารณารายการของเครื่องมือ และอุปกรณ์ตลอดจนวัสดุที่จำเป็นต้องใช้ในทีมงาน (Operation)

4) ลักษณะงานเป็นการจำแนกลักษณะของงาน ว่าเป็นลักษณะงานที่ต้องใช้ความสามารถทางสมอง (Cognitive task) หรือความสามารถทางกาย (Action task) ซึ่งจะใช้ในการพิจารณาหาความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้องต่อไป

5) ความรู้และทักษะเป็นการพิจารณาความรู้ และทักษะในการปฏิบัติงานทดลองทุกขั้นตอน โดยพิจารณาจากลักษณะของงานที่จำแนก ไว้ว่าส่วนใดเป็นความรู้และส่วนใดเป็นทักษะ

6) ชั้นสร้างใบงานการทดลอง การสร้างใบงานการทดลอง (Lab Sheet) คือ การนำข้อมูลที่ได้อธิบายวิเคราะห์ แล้วมาจัดรวมกันตามหมวดหมู่ภายใต้หัวข้อที่เหมาะสมทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลแนะนำ ผู้ปฏิบัติงานให้สามารถดำเนินการทดลองได้ตามวิธีทางที่กำหนด

## 2.3 การสร้างเครื่องมือในการวัดและประเมินผล

การสร้างเครื่องมือในการวัดและประเมินผล มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

### 2.3.1 การวัดผล การวัดผลมีรายละเอียดดังนี้

#### 2.3.1.1 ความหมายของการวัดผล

การวัด หมายถึง กระบวนการที่นำเอาตัวหรือสัญลักษณ์มาเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะหรือคุณสมบัติของวัตถุ คนหรือสิ่งของที่จะวัด (อุทุมพร,2520 :29)

การวัด หมายถึง กระบวนการหรือวิธีการเพื่อให้ได้จำนวนตัวเลข ซึ่งมีความหมายแทนปริมาณหรือขนาดหรือคุณสมบัติของสิ่งที่ต้องการวัด (สุมาลี,2542)

#### 2.3.1.2 จุดประสงค์ของการวัดผล ซึ่งสุมาลี (2542) ได้กล่าวไว้ว่า จุดประสงค์มีดังนี้

- ก) เพื่อการจัดตำแหน่ง (Placement)
- ข) เพื่อการวินิจฉัย (Diagnosis)
- ค) เพื่อการเปรียบเทียบ (Assessment)
- ง) เพื่อการพยากรณ์ (Prediction)
- จ) เพื่อเป็นผลป้อนกลับ (Feedback)
- ฉ) เพื่อเป็นการเรียนรู้ (Learning Experience)

#### 2.3.1.3 หลักการที่สำคัญ ๆ ของการวัดผล มีดังนี้

ก) ต้องมีจุดประสงค์ว่าจะวัดอะไร ชนิดใด จะทำการวัดความรู้ความจำวัดความเข้าใจ ทักษะหรือทัศนคติหรือการนำไปใช้งาน ตามที่หลักสูตรและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมได้กำหนดไว้

ข) วัดในสิ่งที่ต้องการวัด หรือที่เรียกว่าความเที่ยงตรงสูง แบบทดสอบที่จะวัด ผู้เรียนต้องเป็นแบบทดสอบที่สามารถวัดใน สิ่งที่ต้องการวัดตามจุดประสงค์ที่กำหนดเป็น พฤติกรรมนั้น ๆ

ค) ต้องมีความเชื่อถือได้ หรือที่เรียกว่ามีความเชื่อมั่นสูง หมายความว่า จะวัดกี่ ครั้ง วัดเมื่อไร หรือใครเป็นผู้วัดย่อยได้ผลลัพธ์คงที่เสมอ

ง) ความสัมพันธ์และครอบคลุมทั้งหลักสูตร การวัดที่ดีจะต้องวัดได้ครบ จุดประสงค์ การสอน และครบเนื้อหาวิชาตามหลักสูตรต้องการให้ผู้เรียน ได้เรียน

จ) ต้องสม่ำเสมอและใช้วิธีการหลายอย่าง การวัดผลต้องกระทำโดย สม่ำเสมอ เช่น การวัดผลด้วยการทดสอบทำขบทเรียนทุกบทเรียน หรือกระทำกันเป็นช่วงระยะห่างกัน พอสมควร หรือตรวจสอบชิ้นงานปฏิบัติทุกชิ้นที่ผู้เรียน ได้ผลิตขึ้นมา

ฉ) ต้องประหยัดเวลา เงินและแรงงาน การวัดผลที่ดีต้องคำนึงถึงข้อนี้ ด้วยคือ ต้องใช้วัสดุ ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลอย่างประหยัดที่สุด และให้ได้ผลคุ้มค่ามากที่สุด

ช) สะดวกในการตรวจ และการให้คะแนนการวัดผลที่ดีจะต้องมีหลักการให้ คะแนนเอาไว้อย่างแน่นอน และจัดแบ่งคะแนนให้ชัดเจนเพื่อความสะดวกและให้คะแนนเวลาตรวจ สรุปการวัดผล เป็นการวัดพฤติกรรมผู้เรียนตามจุดประสงค์ เพื่อจะได้ทราบว่าการวัด พฤติกรรมอะไร การวัดผลต้องมีความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่นสูง มีความสม่ำเสมอ ซึ่งต้องสัมพันธ์ และครอบคลุมทั้งหลักสูตร

### 2.3.2 การประเมินผล มีรายละเอียด ดังนี้

#### 2.3.2.1 ความหมายของการประเมินผล

การประเมินผลที่สอดคล้องกัน ซึ่งสรุปได้ว่า การประเมินผล หมายถึง กระบวนการตัดสิน คุณค่าของสิ่งของที่ต้องการศึกษา โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน (สุมาลี,2542)

2.3.2.2 จุดประสงค์ของการประเมินผล เพื่อทราบพัฒนาการของผู้เรียนว่าเป็นไปตาม จุดประสงค์ ของการสอนมากน้อยเพียงใด

ก) เพื่อตรวจสอบว่าผลการสอนของผู้สอนนั้นเป็นอย่างไร

ข) เพื่อให้ทราบถึงข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการสอนของผู้เรียนและผู้สอน

ค) เพื่อทราบถึงประสิทธิภาพในการจัดการสอน

ง) เพื่อทราบพฤติกรรม และความสามารถของผู้เรียน

จ) เพื่อจะได้เป็นแนวทางจัดกิจกรรมต่อไป

ฉ) เพื่อใช้เป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีทัศนคติ ที่ดีต่อการเรียน

โดยสรุป จุดประสงค์ของการประเมินผล คือ ความต้องการทราบถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน จะทำให้ผู้สอนทราบถึงพฤติกรรมของผู้เรียน ประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนการสอน ตามจุดประสงค์ของการวัดพฤติกรรม

2.3.2.3 หลักการประเมินผล เป็นกระบวนการต่อจากการวัดผล โดยนำเอาผลจากการวัดมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ หรือมาตรฐานที่วางไว้แล้วดีราคา หรือสรุป โดยการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล และมีคุณธรรม (Value Judgments) การประเมินผลที่ดีประกอบด้วยหลัก 3 ประการ คือ

ก) การวัดผล (Measurement)

ข) มาตรฐาน (Standard)

ค) การตัดสิน (Judgments)

### 2.3.3 การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผล (Measurement and Evaluation) เป็นกระบวนการต่อเนื่องจากการเรียนการสอน แต่ต้องมีความสัมพันธ์ และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และการเรียนการสอน กล่าวคือ การวัดผลต้องวัดจากวัตถุประสงค์การเรียนรู้และวัดในสิ่งที่ผู้สอนได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผลจากการวัดจะให้ข้อมูลแก่ผู้สอนและบุคคลที่เกี่ยวข้อง เพื่อการปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนการสอนและเพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์เพียงใด (สุมาลี, 2542)

การสร้างแบบทดสอบ เพื่อนำไปใช้ให้เหมาะสม ซึ่งสุมาลี (2542:168-209) ได้ให้ข้อควรพิจารณาดังนี้

2.3.3.1 ข้อสอบควรรู้ประเมินจุดประสงค์ที่สำคัญของการสอน ที่สามารถสอบวัดได้ โดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน

2.3.3.2 ข้อสอบควรสะท้อนให้เห็นทั้งวัตถุประสงค์ที่เป็นเนื้อหา และจุดประสงค์ที่เป็นกระบวนการสำคัญที่เน้นในหลักสูตร

2.3.3.3 ข้อสอบควรสะท้อนให้เห็นถึงจุดประสงค์ในการวัด เช่น วัดประเมินความแตกต่างระหว่างบุคคล หรือวัดเพื่อแยกแยะผู้ที่ได้เรียนรู้

2.3.3.4 ข้อสอบควรมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้อ่าน และมีความยาวที่พอเหมาะ

โดยสรุป การวัดและการประเมินผลอาจแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ การวัดและการประเมินผลงานภาคปฏิบัติ และการวัดและประเมินผลภาคทฤษฎีและปฏิบัติ

### 2.3.3.5 การวัดและการประเมินผลภาคปฏิบัติ

ในการเรียนทักษะปฏิบัติ นั้น อาจทำการวัดได้ 3 ประการ คือ

ก) ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจทางทฤษฎี กระทำได้ทั้งระหว่างการสอนและหลังบทเรียนแล้ว ซึ่งอาจกระทำได้โดยการใช้แบบทดสอบข้อเขียน การสัมภาษณ์ การใช้คำถามปากเปล่า การสังเกต การทำงานหรือการอภิปรายกลุ่มของผู้เรียน

ข) การตรวจสอบความสามารถ ในการปฏิบัติงาน รวมถึงความสามารถทางกล้ามเนื้อ (Motor Skill) และทัศนคติที่ดีต่อการทำงาน ซึ่งสามารถกระทำได้ในระหว่างการปฏิบัติงานของผู้เรียน ด้วยการสังเกตการทำงาน การสัมภาษณ์ หรือการอภิปรายกลุ่มของผู้เรียน

ค) การตรวจสอบคุณภาพของงาน หรือชิ้นงานสำเร็จกระทำได้หลังบทเรียน เมื่อผู้เรียนปฏิบัติ งานเสร็จและนำมาส่งตรวจสอบคุณภาพผลงานนี้ เป็นการประเมินคุณภาพของชิ้นงานที่สำเร็จรูป ซึ่งวัดในรูปความละเอียดความประณีตของชิ้นงานความถูกต้อง และความเที่ยงตรงต่อขนาดตามแบบงานทั้งในจุดที่มองเห็น และจุดที่มองไม่เห็นซึ่งอาจใช้เครื่องมือช่วยในการตรวจสอบด้วยการตรวจสอบคุณภาพผลงานสำเร็จนี้ ความคำนึงถึงความเที่ยงตรงในการตรวจสอบเสมอ

### 2.3.3.6 การวัดประเมินผลทฤษฎีและปฏิบัติ

วิธีการวัดประเมินผลก่อนเรียนทฤษฎีและปฏิบัติมี 3 ลักษณะ ดังนี้

ก) การประเมินผลก่อนเรียนผู้เรียน ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันอาจมีความ สามารถที่แตกต่างกันการประเมินผลก่อนการเรียนจะกระทำก็ต่อเมื่อ เพื่อให้ทราบความรู้และพฤติกรรมพื้นฐานของผู้เรียนว่ามีมากน้อยเพียงใด อันจะใช้เป็นแนวทางสำหรับการสอนต่อไปหาผลการตรวจสอบพบว่าผู้เรียนมีพื้นฐานไม่ดี พอผู้สอนก็จะได้สอนเพิ่มเติมให้เพื่อช่วยปรับปรุงแก้ไข ผู้เรียนให้มีพื้นฐานที่ดี ตั้งแต่เริ่มต้นสอบถามหรือใช้คำถามให้ผู้เรียนตอบ ในช่วงชั้นการกล่าวนำในตอนต้นบทเรียนก็ได้ สำหรับบทเรียนปฏิบัตินั้นอาจถือเอาผลการเรียน ในจุดประสงค์ก่อนเป็นพื้นฐานสำหรับจุดประสงค์เรื่องใหม่ต่อไปได้

ข) การประเมินผลระหว่างการเรียน จะกระทำได้ง่ายหากผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบสอบถามในระหว่างการใช้นี้เนื้อหา และดำเนินการสอนตามลำดับขั้นตอนที่ดีซึ่งจะประเมินผลได้ง่ายจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขั้นการสาธิตควรพยายาม ให้ผู้เรียนได้ตอบคำถามหรือแสดงออกทางพฤติกรรม ผู้สอนก็จะสามารถตรวจสอบพฤติกรรมนั้นได้ แล้วใช้เป็นข้อมูลในการปรับพฤติกรรมของผู้เรียนได้ถูกต้อง ส่วนการประเมินผลระหว่างเรียนสำหรับบทเรียนทักษะปฏิบัติกิจกรรมที่จะทำอาจได้แก่ การสอบความรู้ความเข้าใจเนื้อหาทางทฤษฎี การควบคุมและการตรวจสอบความสามารถในการปฏิบัติงานของผู้เรียนนั่นเอง

ค) การประเมินผลหลังเรียนการประเมินผลหลังเรียน เป็นการประเมินผลโดยรวมครอบคลุมจุดประสงค์ต่าง ๆ หลายวัตถุประสงค์ เป็นการประเมินผลเพื่อตัดสินความสามารถของผู้เรียน เพื่อดูว่าตั้งแต่ต้นจนถึงปัจจุบัน ผู้เรียนได้มีความสามารถตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ต่าง ๆ มากน้อยเพียงไร การประเมินผลหลังเรียนสำหรับบทเรียนทักษะปฏิบัติ ได้แก่ การตรวจสอบคุณภาพผลงานหรือชิ้นงานสำเร็จของผู้เรียน ซึ่งอาจเป็นการประเมินผลย่อยชิ้นงานแต่ละชิ้นที่ฝึกเป็นประจำวันหรือประจำสัปดาห์และอาจประเมินผลปลายภาคเรียน ด้วยการสอนภาคปฏิบัติที่จัดขึ้นเป็นการเฉพาะก็ได้

#### 2.3.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดและประเมินผลของการศึกษาเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุด เพราะนอกจากการวัดผลและ การประเมินผลช่วยให้ทั้งผู้สอนและผู้เรียน รวมทั้งผู้บริหารการศึกษาทราบว่า การเรียนการสอนได้มีผลตามความคาดหวังหรือไม่แล้ว การวัดและประเมินผลเป็นสิ่งที่มิมีอิทธิพลโดยตรงต่อชีวิตของผู้เรียนทั้งปัจจุบันและอนาคต ผลจากการประเมินผลจะบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตน เก่งปานกลาง หรืออ่อน เมื่อเปรียบเทียบกับผู้เรียนอื่นๆ ในห้องเรียน (สุมาลี,2542)

2.3.4.1 แบบทดสอบ คือ เครื่องมือวัดผลทางการศึกษาที่สำคัญและใช้มากที่สุดในการศึกษา ซึ่งเป็นชุดคำถามหรือกลุ่มงานใด ๆ ที่สร้างขึ้นแล้วนำไปเร่งรื้อให้ผู้เรียนให้แสดงพฤติกรรมออกมา โดยผู้สอนสามารถสังเกตและวัดได้ หลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดลงแล้วจำเป็นต้องมีการวัดและประเมินผลว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนที่วางไว้หรือไม่เพียงใด ซึ่ง ภัทรา (2525) ได้กล่าวไว้ว่า แบบทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพชุดทดลองมีหลายแบบด้วยกัน แบบที่นิยมใช้เพื่อเป็นแนวทางในการทดสอบประสิทธิภาพชุดทดลองมีอยู่ 4 แบบด้วยกัน คือ

- ก) แบบถูกผิด (True - False)
- ข) แบบเติมคำ (Completion)
- ค) แบบตรวจสอบรายการ (Check lists)
- ง) แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

2.3.4.2 แบบทดสอบที่ใช้วัดผล ประเมินผลการสอนในลักษณะที่สอดคล้องกับ Bloom's Taxonomy ซึ่งสุมาลี (2545:7-8) ได้จำแนกแบบทดสอบ เป็น 2 ประเภท คือ

ก) แบบทดสอบและประเมินผลความก้าวหน้าในการเรียน (Progressive Test) หรือ (Formative Test) จุดประสงค์ที่สำคัญ คือ ต้องทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ครบถ้วนสมบูรณ์เพียงใด เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงการสอนหรือจัดกิจกรรมการเรียน ซ่อมเสริมให้แก่ผู้เรียน

ข) แบบทดสอบเพื่อวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ในการเรียน (Achievement Test) หรือ (Summative Test) มีจุดประสงค์ที่สำคัญ คือ ต้องการทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถตามจุดประสงค์ของการสอนที่สำคัญของรายวิชามากน้อยเพียงใด เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปจัดแบ่งผู้เรียนหรือเพื่อพิจารณาว่าควรผ่านหรือไม่ควรผ่านรายวิชานั้นต่อไป

#### 2.3.4.3 การวางแผนสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวางแผน เพื่อทำการทดสอบมีหลายวิธี ที่นิยมใช้เป็นวิธีใช้การวิเคราะห์สัดส่วนความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิชา และวัตถุประสงค์ ซึ่ง เพราะพรณ (2542) ได้กล่าวว่ามี 3 วิธี คือ

ก) เป็นวิธีการวางแผนเพื่อการสอนและการสอบที่จะใช้วิเคราะห์หลักสูตรด้วย ตารางวิเคราะห์ หลักสูตร (Table of Specification) ซึ่งวิธีการนี้จะให้ตัวเลขที่แสดงสัดส่วนของ เนื้อหาวิชาและจุดประสงค์ ที่จะใช้เป็นแนวทางในการสอนและการสอบ ทั้งด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) ใน บางครั้งตารางวิเคราะห์ หลักสูตรสามารถจัดทำเฉพาะด้านพุทธิพิสัย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ ของผู้ที่ทำการวิเคราะห์ว่าจะการนำไปใช้วัดตามความสามารถด้านใด

ข) เป็นวิธีการวางแผนการทดสอบด้วย การพิจารณาความสัมพันธ์ของ เนื้อหา และ วัตถุประสงค์ ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์แบบ Two-Ways Grid ผู้สอนสามารถกำหนดจำนวน ข้อสอบได้โดยตรง หรือพิจารณากำหนดจำนวนข้อสอบ จากสัดส่วนความสำคัญร้อยละของด้าน เนื้อหาและวัตถุประสงค์

ค) วิธีการวางแผนการออกข้อสอบเรียกชื่อว่า ตารางผังข้อสอบ (Test Blueprint หรือ Examination Specification Table) เป็นตารางแสดงสัดส่วนความสัมพันธ์ของเนื้อหา กับ วัตถุประสงค์ในการสอบ ทั้งนี้เพื่อกำหนดจำนวนข้อ ชนิดและข้อสอบ สำหรับการสอบครั้งหนึ่งๆ ตารางผังข้อสอบ (Test Blueprint) เป็นตารางที่ใช้วางแผนทั้งแบบ Formative Evaluation และแบบ Summative Evaluation ที่มีความเหมาะสมในการวางแผนวัดผล ความสามารถด้านพุทธิพิสัยจาก การศึกษาการวางแผนการเพื่อการทดสอบการใช้ตารางผังข้อสอบ (Test Blueprint) หรือ (Examination Specification Table) มีความเหมาะสมกับการสร้างข้อสอบ ซึ่งมีวิธีการพอสังเขป ดังนี้

1) กำหนดจุดประสงค์ในการสอบ ถ้าเป็นการวัดผลแบบ Formative Evaluation จะใช้ วัตถุประสงค์ของ Unit หรือ Topic มักจะเขียนวัตถุประสงค์ในรูปแบบของวัตถุประสงค์เฉพาะหรือ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยนำวัตถุประสงค์เหล่านี้มาวิเคราะห์ผลที่ได้รับจากการเรียนการสอน หรือวิเคราะห์ความสามารถที่ผู้เรียน จะต้องแสดงออกหลังจากเรียนเนื้อหาแล้ว นำความสามารถ นั้นๆ ไปเขียนใหม่ ให้อยู่ในรูปของจุดประสงค์ในการวัดผล (หรือวิธีการที่จะวัดผลความสามารถ นั้นๆ โดยเขียนเพียงข้อละ 1 ความสามารถ (ถ้ามีหลายความสามารถต้องแบ่งออกเป็นหลายข้อ) เช่น ถ้าต้องการวัดความสามารถด้านการนำไปใช้ในการสร้างสถานการณ์ใหม่สามารถประยุกต์หลักการ เพื่อใช้งานจริงหรือถ้าต้องการวัดพฤติกรรมการวิเคราะห์สถานการณ์ ก็สามารถแปรเป็นวิธีการ วัดผลได้ว่าให้ผู้เรียนค้นหา องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องในวงจรหรือให้ค้นหาความสัมพันธ์ของตัวแปร เป็นต้น ในกรณีการวัดผลแบบ Summative Evaluation จะใช้วัตถุประสงค์ของวิชา ซึ่งมักจะเขียนอยู่ ในรูป วัตถุประสงค์ทั่วไป ดังนั้นจะต้องวิเคราะห์วัตถุประสงค์เหล่านั้นให้เป็นความสามารถด้าน พุทธิพิสัยก่อน แล้วจึงเขียนเป็นจุดประสงค์ในการวัดผลหรือแปลความหมายประโยควัตถุประสงค์



ว่าควรวัดความสามารถนั้นๆ ด้วยวิธีการใดจึงจะครบถ้วนตามวัตถุประสงค์ข้อนั้นๆ เช่น สามารถนำกฎ และ หลักการไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ แปลว่า จะต้องออกข้อสอบวัดความสามารถในการเลือกใช้ กฎ สูตรและการแก้ปัญหา เป็นต้น ขั้นตอนในการวิเคราะห์วัตถุประสงค์ของวิชาให้เป็นจุดประสงค์ ในการสอบ

2) ตำราสาระของเนื้อหาวิชา ที่สอนการเน้นความสำคัญ และการใช้เวลาในการสอนแต่ละ หัวข้อนอกจากนี้จะต้องสำรวจตำรา หรือหนังสืออ่านประกอบที่กำหนดให้ผู้เรียนอ่าน เมื่อสำรวจแล้วนำมาจัดเป็นหัวข้อย่อยๆ ที่จะใช้เป็นข้อมูลในการออกข้อสอบ

3) กำหนดสัดส่วนความสำคัญ เป็นร้อยละของแต่ละเนื้อหา และแต่ละจุดประสงค์ในการสอบโดยกำหนดให้มี อัตราส่วนน้อยตามสัดส่วนความสำคัญของเนื้อหาและวัตถุประสงค์ นั้น ๆ การให้สัดส่วนนี้พิจารณาตามการแบ่งชั่วโมงการสอนและความ สำคัญของเนื้อหาและวิธีการสอนที่ได้สอนไปแล้วสัดส่วนความสำคัญของจุดประสงค์ ในการสอนจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทั่วไปของวิชา (ที่กำหนดไว้ตั้งแต่ทำหลักสูตร) หรือสอดคล้องกับความสามารถที่เน้นมากน้อยในการสอน

4) การกำหนดชนิดของแบบทดสอบ ในการเลือกชนิดของแบบทดสอบที่ใช้ในการสอบจะต้องพิจารณาจุดประสงค์ในการวัดผลเป็นสำคัญ ปกติแล้วข้อสอบวัดความสามารถด้านพุทธิพิสัยระดับต่ำจะใช้ข้อสอบแบบปรนัย และความสามารถด้านพุทธิพิสัยในระดับสูงจะใช้ข้อสอบแบบอัตนัย

5) สร้างตารางบรรจุเนื้อหาจุดประสงค์ ในการสอบพร้อมทั้ง อัตราร้อยละของแต่ละข้อ จำนวนข้อสอบและชนิดของแบบทดสอบที่ใช้วัดผล

6) ข้อทดสอบโดยวิเคราะห์ทางด้านเนื้อหา และจุดประสงค์ในการสอบในภาคปฏิบัติผู้ออกข้อสอบจะพิจารณาว่าจุดประสงค์นั้นๆ ต้องการทดสอบด้านใด ก็จะเขียนข้อสอบให้สัมพันธ์กับจุดประสงค์นั้น การเขียนข้อสอบจะเขียนลงในช่องที่สัมพันธ์กัน

7) การกำหนดจำนวนข้อสอบการพิจารณาว่าจะใช้ ข้อสอบจำนวนเท่าใดจะต้องพิจารณาในเรื่อง เวลาในการสอบ ,ชนิดของแบบทดสอบที่ใช้ , ชั้น ปี และความสามารถของผู้เรียนและความยากง่ายของแบบทดสอบ ซึ่งรวมทั้งความซับซ้อนของคำถามอย่างไรก็ตาม การพิจารณาเวลาที่เหมาะสมกับผู้เรียนควรใช้วิธีการนำข้อสอบที่วัดความสามารถ ที่แตกต่างกันแต่ละชุดไปทดลองใช้กับผู้เรียนแล้ววิเคราะห์หาเวลาที่เหมาะสมในการทำข้อสอบ (ใช้เวลาในการคิดและตอบ) ประเภทนั้นๆของผู้เรียนจะเป็นการดีที่สุด ซึ่งเกณฑ์การตัดสินเวลาที่เหมาะสมจะใช้เวลาที่ผู้เรียนจำนวน 80% หรือ 90% ที่เข้าสอบ ทำข้อสอบนั้นเสร็จ

#### 2.3.4.4 การกำหนดระดับความสามารถในการเรียนรู้

เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาหลักการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แบ่งระดับจุดประสงค์ของการศึกษาตาม Bloom's Taxonomy ซึ่ง เพราพรหม (2542) ได้กำหนดจุดประสงค์ของการสอนไว้เป็น 3 โดเมนหลัก ดังนี้

ก) ด้านความรู้ความคิด (Cognitive Domain) เป็นจุดประสงค์ที่เกี่ยวกับการระลึก หรือนึกถึงสิ่งที่เรียนไปแล้วได้ และพัฒนาความสามารถทางเชาว์ปัญญาและทักษะต่าง ๆ

ข) ด้านความรู้สึกรัก (Affective Domain) เป็นจุดประสงค์เกี่ยวกับความสนใจทัศนคติ ค่านิยม และพัฒนาการของความซาบซึ้ง

ค) ด้านทักษะการปฏิบัติ (Psychomotor Domain) เป็นจุดประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวร่างกาย หรือการปฏิบัติทักษะต่าง ๆ

2.3.4.5 ข้อสอบแบบตัวเลือก เป็นข้อสอบปรนัยที่นิยมใช้กันมากกว่าข้อสอบปรนัยแบบอื่น ข้อสอบประเภทนี้มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 2 ส่วน ดังนี้

ก) ตอนนำ หรือ ตัวคำถาม (Stem)

ข) ตัวเลือก (Choices หรือ Options) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1) ตัวถูก (Correct Choice)

2) ตัวลวง (Decoys หรือ Distracters)

ข้อสอบแบบตัวเลือกที่ดีนั้น ตัวเลือกทุกตัวจะมีน้ำหนักพอ ๆ กัน หรือไม่มีความรู้ในข้อนั้นจริงจะเห็นว่าถูกหมดทุกข้อ และในการสอบแต่ละครั้ง ตัวเลือกแต่ละตัวจะมีโอกาสถูกเลือกพอ ๆ กันสำหรับข้อสอบแบบเลือกตอบมีลักษณะถูกหรือผิดอย่างเด่นชัดจะมีผลทำให้ข้อสอบขาดคุณค่า และขาดคุณลักษณะความเป็นปรนัยอันเป็นคุณสมบัติสำคัญของข้อสอบประเภทนี้

2.3.4.6 หลักในการเขียนข้อสอบประเภทเลือกตอบ

หลักในการเขียนข้อสอบประเภทเลือกตอบ ซึ่งสุมาลี (2542) ได้กล่าวไว้ดังนี้

ก) เขียนตัวคำถาม หรือตอนนำให้อยู่ในรูปประโยคคำถามที่สมบูรณ์ การถามด้วยประโยคคำถามที่สมบูรณ์จะช่วยให้คำถามมีความหมายเฉพาะเจาะจงยิ่งขึ้น ผู้สอบอ่านแล้วสามารถเข้าใจทันทีว่าผู้ถามต้องการให้ตอบในแง่ใด จะต้องพุ่งความคิดไปในทิศทางใด

ข) เน้นเรื่องที่จะถามให้ชัดเจน และตรงประเด็นคำถามประเภทที่คลุมเครือหรือทำให้ผู้สอบเกิดความลังเลในการตอบไม่ทราบว่าผู้สอนถามในแง่ใดแน่คำถามที่มีลักษณะ ต่อความมีโอกาสทำให้คลุมเครือได้ง่าย การเขียนตอนนำให้เป็นคำถามจะช่วยให้ชัดเจนขึ้น

ค) ใช้ภาษาให้เหมาะกับระดับผู้สอบข้อสอบที่ดี ควรให้ยากด้วยเนื้อหาของมันเองไม่ใช่ยากที่ภาษาสำนวนที่ใช้หรือการใช้คำพหูพจน์แปลก เพราะเราไม่ได้มุ่งวัดความสามารถด้านภาษา ยกเว้นแต่ข้อสอบมีจุดหมายเช่นนั้น โดยเฉพาะ การใช้คำยากในข้อคำถามหรือตัวเลือกจะทำให้ข้อสอบยากขึ้นโดยไม่จำเป็น อาจทำให้ข้อสอบขาดความเที่ยงตรง และมีความเชื่อมั่นต่ำได้

ง) คำถามควรสั้น และชัดเจน การเขียนคำถามแบบยาว ๆ วกวนไปมา อาจทำให้ข้อสอบขาดความเที่ยงตรงตามสภาพไป เพราะจะกลายเป็นการทดสอบการอ่านหนังสือเร็วแล้วจับใจความ แทนที่จะทดสอบความรู้ความเข้าใจ หรือความสามารถทางวิชาการ

จ) พยายามหลีกเลี่ยงการใช้คำถามปฏิเสธหรือปฏิเสธซ้อนการใช้คำถามปฏิเสธ ทำให้ผู้สอบต้องคิดขอกย้อน โดยไม่จำเป็น อาจทำให้เกิดความเข้าใจผิดได้ง่าย แต่ถ้ามีความจำเป็นจะต้องใช้จริงๆ ก็ควรขีดเส้นใต้คำปฏิเสธ หรือพิมพ์ด้วยอักษรเอน หรือตัวหนัก ให้ต่างจากข้อความทั่วไป เพื่อให้เห็นชัดขึ้น หรือใช้คำที่มีความหมายเชิงปฏิเสธแทน

ฉ) ใช้ตัวเลือกปลายเปิดให้เหมาะสม ตัวเลือกปลายเปิดได้แก่ คำประเภท “ถูกทุกข้อ” “ไม่มีข้อใดถูก” “ยังสรุปได้ไม่แน่นอน” การใช้ตัวเลือกแบบนี้อาจเนื่องมาจากผู้ออกข้อสอบไม่สามารถหาตัวลวงที่เหมาะสมได้ หรือคิดว่าอาจเป็นตัวถูก หรือตัวลวงที่ดี การใช้ตัวเลือกปลายเปิดด้วยเหตุผลที่ผู้ออกข้อสอบไม่สามารถหาตัวลวงหรือตัวถูกได้นั้นทำให้ข้อคำถามนั้นคือคุณภาพลงด้วยการแนะนำคำตอบด้วยตัวเลือกนั้น ข้อสอบที่เหมาะสมจะใช้ตัวเลือกปลายเปิดควรเป็นคำถามที่เกี่ยวกับเรื่องราว หรือเหตุการณ์ที่ยังหาข้อสรุปไม่ได้ หรือที่ยังเป็นปัญหาโต้แย้งกันอยู่ ตัวเลือกปลายเปิดนอกจาก จะใช้ได้กับเรื่องราวที่ไม่มีข้อยุติแล้ว ยังเหมาะที่จะใช้กับวิชาประเภทคำนวณอีกด้วย ตัวเลือก “ถูกทุกข้อ” จะใช้ได้กับข้อที่มีคำตอบที่เป็นไปได้หลายข้อ เช่น การคำนวณหาค่าตัวแปรที่ไม่ทราบค่าของสมการหลายชั้น ตัวเลือก “ไม่มีข้อใดถูก” สามารถใช้กับผู้ที่ไม่แม่นยำในการคำนวณคำตอบข้อนั้น ๆ เพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องไม่ได้ก็จะเอนเอียงมาตอบตัวเลือก “ไม่มีข้อใดถูก” ถ้าหากจำเป็นต้องใช้ตัวเลือกปลายเปิดแล้ว ก็ควรใช้หลาย ๆ ข้อจะได้ไม่เป็นการแนะนำคำตอบ และต้องจัดให้ตัวเลือกปลายเปิดนั้นเป็นทั้งตัวถูก และตัวผิดพอ ๆ กันกับตัวเลือกอื่น

ช) ใช้คำถามให้คุมงานสอบ ข้อสอบที่ดีไม่ควรถามด้านความจำมากนักแต่จะพยายามถามให้คิดลึกซึ้งลงไป และไม่ใช้ข้อความที่พลิกแพลงจนกลายเป็นข้อสอบวัดความสามารถด้านภาษาไป ข้อสอบที่ถามไม่คุมงานสอบจะไม่ให้ข้อมูลที่ประโยชน์แก่การวัดเท่าที่ควร เช่น ข้อคำถามที่ง่ายมากทุกคน หรือเกือบทุกคนตอบถูกหมด หรือข้อที่ยากมากไม่มีใครตอบถูกเลยทำให้ไม่ทราบว่าใครเก่งกว่าใคร การถามเนื้อหาที่ไม่จำเป็น ถือว่าเป็นการถามที่ไม่คุมงานสอบเช่นกัน

ซ) ข้อสอบมีคำตอบเดียวในการเขียนคำถาม มีบ่อย ๆ ที่ผู้ออกข้อสอบไม่ได้พิจารณาตัวลวงให้ดี เมื่อผู้สอบทำข้อสอบจึงมักมีปัญหาที่มีข้อถูกมากกว่า 1 ตัวอยู่บ่อย ๆ

ฌ) เขียนตัวถูก-ผิดให้ถูกหรือผิดตามหลักวิชาการการเขียนตัวถูก และตัวลวงควรคำนึงถึงความจริงและความเป็นไปได้ตามเนื้อหานั้นๆ ด้วยการใส่ตัวลวงโดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องตาม หลักวิชาการอาจเป็นการแนะนำคำตอบให้เด่นชัดขึ้น ข้อควรคำนึงในการเขียนตัวลวงมีดังนี้

1) หลีกเลี่ยงการใช้คำศัพท์เทคนิคที่ไม่มีในสาขาวิชานั้น

2) ตัวลวงผิดตามหลักการ และข้อเท็จจริงของเนื้อหา นั้น ตัวลวงที่ดีควรมีผู้เลือกตอบและผู้ที่เลือกตอบควรเป็นผู้ที่ไม่แม่นยำในเนื้อหา นั้นจริงอาจเข้าใจผิด หรือเกิดความผิดพลาดในการคิด โดยไม่เจตนาได้ โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ ตัวลวงควรได้มาจากการคำนวณโดยวิธีที่ผิด ๆ ที่มักเกิดขึ้นกับผู้เรียน ซึ่งผู้สอนอาจสังเกตได้ ในขณะที่การเรียนการสอนการใช้ตัวเลือกจากคำตอบของผู้เรียนทั้งที่เป็นตัวถูก และตัวผิด จะทำให้ข้อสอบมีคุณภาพสูงกว่า ข้อสอบที่ใช้ตัวเลือกจากผู้สอนสร้างขึ้น ทั้งค่าความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่นและค่าอำนาจจำแนก นอกจากนี้ข้อสอบที่ใช้ตัวเลือกที่ได้จากคำตอบของผู้เรียนยังยากกว่าข้อสอบที่ได้ตัวเลือกจากผู้สอนสร้างเองอีกด้วย

3) คำตอบควรถูกต้องตามหลักวิชาการบางครั้งตัวเลือก อาจเป็นคำตอบถูกแต่เมื่อพิจารณา โดยเฉพาะสาขาวิชาแล้วอาจไม่เกี่ยวข้องกันเลย

ญ) เขียนตัวเลือกให้เป็นอิสระจากกันพยายามอย่าให้ตัวเลือกทั้งที่เป็นตัวถูก และตัวผิดก้าวก่ายกัน หรือมีความหมายสับสนเนื่องสัมพันธ์กันหรือครอบคลุมตัวเลือกอื่น ๆ ซึ่งทำให้เหมือน กับมีตัวเลือกน้อยลง และมีคำตอบที่ถูกหลายข้อ

ฎ) เรียงลำดับตัวเลือกที่เป็นตัวเลข ข้อสอบที่มีคำตอบเป็นตัวเลข เช่น วิชา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เกี่ยวกับ วัน เดือน ปี หรือจำนวนต่าง ๆ ควรจัดเรียงลำดับกันอาจเรียงจาก มากไปน้อย หรือน้อยไปมาก ก็ได้ เพื่อช่วยให้ผู้สอบหาคำตอบง่ายขึ้น ไม่เกิดการสับสน

ฏ) พยายามใช้รูปภาพช่วยการใช้รูปภาพ เป็นตัวสถานการณ์หรือคำถามตัวเลือก จะช่วยคลายความเครียดให้ผู้สอบได้มาก โดยเฉพาะในชั้นผู้เรียนตอนต้น การใช้รูปภาพนอกจากจะ คลายความเครียดได้แล้ว ยังช่วยให้เข้าใจคำถามง่ายขึ้น และยังช่วยทำให้ข้อสอบน่า สนใจยิ่งขึ้น ข้อ สำคัญรูปภาพที่ใช้ควรเขียนให้ชัดเจน สวยงาม น่าดู และถูกต้องไม่ทำให้ผู้สอบมองแล้วเข้าใจผิดได้

ฐ) หลีกเลี่ยงคำถามที่แนะนำคำตอบคำถามที่ใช้แล้ว ที่มีเงาให้ผู้สอบสามารถ ตัดตัวลวงออกได้โดยไม่ต้องใช้ความคิด หรือชี้แนะให้ผู้สอบเลือกคำตอบได้ง่ายขึ้นถือว่าเป็นคำถาม ที่ชี้แนะคำตอบ คำถามที่มีลักษณะแนะนำคำตอบมีดังนี้

1) ตัวคำตอบใช้คำที่ซ้ำกับคำถาม หรือใช้คำที่เกี่ยวข้องกัน

2) ออกคำถามซ้ำกัน ได้แก่คำถามสิ่งเดียวกัน แต่ใช้ถ้อยคำต่างกัน ซึ่งผู้สอบอาจค้นพบ คำตอบจากข้ออื่น ๆ ในข้อสอบฉบับเดียวกันได้

#### 2.3.4.7 คุณสมบัติของแบบทดสอบที่ดี

คุณภาพและคุณสมบัติของแบบทดสอบที่ดี ซึ่งสุมาลี (2542:106-108) ได้กล่าวไว้ควรมี ลักษณะดังนี้

ก) ความเที่ยงตรง (Validity) ความเที่ยงตรงนับว่าเป็นลักษณะ ที่สำคัญที่สุด ของแบบทดสอบ ใช้วัดผลได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงสูง

คือ แบบทดสอบ ที่สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่ผู้ออกข้อสอบต้องการจะวัด ความเที่ยงตรง  
จำแนกได้เป็น 3 แบบ ตามเกณฑ์ที่ใช้เทียบ ดังนี้

- 1) ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity)
- 2) ความเที่ยงตรงตาม โครงสร้างเนื้อหา (Construct Validity)
- 3) ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง (Criterion Related Validity)

ข) ความเป็นปรนัย (Objectivity) คือ แบบทดสอบที่ทุกคนที่อ่านข้อสอบนั้น ๆ  
จะมีความเข้าใจที่ตรงกันทั้งวิธีการสอบเนื้อหาโจทย์และต้องมีคำตอบที่แน่นอนชัดเจน ผู้เรียนที่มี  
ความรู้ ความเข้าใจ เมื่ออ่านแล้วต้องเห็นพ้องกันว่าถูกหรือผิด หรือเลือกข้อที่ถูกต้องตรงกันไม่ใช่  
การใช้ความคิดที่เสรี และผู้ตรวจก็สามารถตรวจได้ง่ายคะแนนที่ได้สามารถแปลความหมายของ  
พฤติกรรมที่ต้องการวัด ได้ถูกต้องแบบทดสอบที่มีความเป็นปรนัยมีลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ คือ

- 1) คำถามต้องชัดเจน อย่าใช้ภาษาที่กำกวม เพื่อผู้สอบจะได้เข้าใจคำถามตรงกันกับความต้อง  
การของผู้สร้างข้อสอบ

- 2) มีคำตอบแน่นอนผู้เรียนจะตอบในขอบเขตเนื้อหาเดียว

- 3) เกณฑ์ในการให้คะแนนต้องชัดเจน ไม่ว่าใครจะเป็นผู้ตรวจและตรวจเมื่อใดก็ได้ จะได้  
คะแนนเท่ากันเสมอ การให้คะแนนต้องไม่อาศัยความคิดส่วนตัวมาเป็นเกณฑ์ การกำหนดคะแนน  
ผิดได้ 0 ถูกได้ 1 เป็นการให้คะแนนที่เป็นปรนัยมากที่สุด

ค) ความเชื่อมั่น (Reliability) คือ ความคงเส้นคงวาของผลการวัดที่นำแบบ  
ทดสอบนั้น ไปทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างไม่ว่าจะทดสอบกี่ครั้ง ๆ ก็ตามก็ยังคงได้คะแนนเท่าเดิม

ง) ค่าความยากง่าย (Level of Difficulty) แสดงความพอเหมาะของข้อสอบที่มี  
ความยากง่ายเหมาะสมกับความสามารถและชั้นของผู้เรียน

จ) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) แบบทดสอบแต่ละข้อจะต้องแยก  
คนเก่งและคนไม่เก่งออกจากกัน กล่าวคือ คนเก่งจะตอบถูกต้องและคนที่ไม่เก่งจะตอบผิด

ฉ) ใช้เวลาพอเหมาะ (Speediness) จะต้องกำหนดเวลาการสอบให้เหมาะสมไม่  
มากและไม่น้อยจนเกินไป โดยทั่วไปเวลาที่เหมาะสมสำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ควรเป็น  
เวลาที่ผู้ทำการสอบประมาณร้อยละ 90 ทำข้อสอบนั้นเสร็จ

ช) มีประสิทธิภาพสูงสุด (Efficiency) ต้องสามารถสร้างข้อสอบได้ตรงตาม  
เนื้อหา ตรงตามวัตถุประสงค์และมีคุณค่ามากที่สุด โดยใช้เวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด  
สามารถใช้ข้อสอบได้หลายครั้ง

## 2.4 เนื้อหาวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

การควบคุมซีแควนซ์ หมายถึง การกำหนดลำดับในการทำงานของระบบ โดยอาจเกิดขึ้นทันทีหรืออาจไม่เกิดขึ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับผลของการควบคุมเป็นไปตามเงื่อนไขของงานในขั้นตอนแรกหรือไม่ ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขงานลำดับต่อไปก็เกิดขึ้น แต่ถ้าไม่เป็นไปตามเงื่อนไขงานลำดับต่อไปอาจไม่เกิดขึ้น กฤษดา (2545) ยังได้กล่าวว่า ในการควบคุมการสตาร์ทของมอเตอร์ คือ มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จะแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล เป็นต้นกำเนิดของพลังงานกลที่สำคัญสามารถควบคุมได้จากที่ไกลได้ จึงเป็นที่นิยมใช้กันมากในระบบควบคุมซีแควนซ์ มักจะใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังในการเคลื่อนย้ายหรือประกอบชิ้นงาน มอเตอร์มีหลายชนิดและชนิดที่นิยมใช้กันมากที่สุดได้แก่ อินดักชันมอเตอร์

### 2.4.1 ระบบควบคุม

การควบคุมในงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไปแล้วเป้าหมายของระบบควบคุมต่าง ๆ ในงานอุตสาหกรรมก็คือ การรักษาปริมาณทางฟิสิกส์อันซึ่ง พรจิต (2536:9-13) ได้กล่าวไว้ ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิ ความดัน การเคลื่อนที่ ระดับการไหล ฯลฯ ให้มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่เหมาะสมที่สุด แม้ว่าสภาวะการทำงาน และสภาวะแวดล้อมอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา อุตสาหกรรมในยุคต้นการแข่งขันยังมีน้อยหรือไม่มีเลย การควบคุมจึงอาจเป็นแบบง่าย ๆ กล่าวคืออาศัยพนักงานคอยทำหน้าที่เกี่ยวกับการตรวจวัด การคำนวณและการปรับแต่ง ซึ่งการควบคุมแบบนี้ให้ผลการควบคุมไม่ดีนักมักจะถูกจำกัดอยู่ที่ขีดความสามารถของมนุษย์

แต่ในปัจจุบันนี้การแข่งขันทางด้านอุตสาหกรรมมีมากขึ้น และนับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้นทุกขณะ การดำเนินการผลิตจำเป็นต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของโรงงาน ซึ่งสามารถแสดงได้ด้วยต้นทุนการผลิตคุณภาพมาตรฐานความปลอดภัย มลภาวะ ความสามารถในการปรับอัตราการผลิตให้สอดคล้องกับภาวะของตลาด ฯลฯ ทางด้านเทคนิคเป้าหมายดังกล่าวจะบรรลุวัตถุประสงค์ได้ต้องอาศัย การตรวจวัด การควบคุมอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ ประสิทธิภาพในการผลิตจะได้ดีต้องเริ่มต้นจากการออกแบบติดตั้งอุปกรณ์ในระบบควบคุมต่าง ๆ ในโรงงานอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการและในขณะเดียวกันพนักงานต้องหมั่นบำรุงรักษา สอบเทียบและปรับแต่งอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นในปัจจุบันนี้โรงงานสมัยใหม่ จึงได้นำเอาเครื่องควบคุมอัตโนมัติมาใช้งาน เครื่องควบคุมอัตโนมัติจะทำหน้าที่หลักในการคำนวณหาสัญญาณควบคุมที่เหมาะสม โดยที่การควบคุมเป็นไปตามกฎเกณฑ์ การควบคุมที่พนักงานได้กำหนดไว้ล่วงหน้า ระบบการควบคุมอัตโนมัติมีมากมายหลายรูปแบบ ตั้งแต่แบบง่าย ๆ ไปจนถึงแบบซับซ้อนมาก ๆ การเลือกหรือการพิจารณาขึ้นอยู่กับขีดความสามารถของการควบคุมและราคาของอุปกรณ์

#### 2.4.2 องค์ประกอบของการควบคุม

การควบคุมในงานอุตสาหกรรมในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไปนั้นจะมีองค์ประกอบหลักๆ ที่สำคัญและคล้ายคลึงกันต่อไปนี้

2.4.2.1 MEASURING DEVICE: เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สัญญาณขาออก ซึ่งมีขนาดสัมพันธ์กับขนาดตัวแปรทางฟิสิกส์ ของสิ่งที่เราต้องการวัดหรือสั่งงาน

2.4.2.2 CONTROLLER: หมายถึงสิ่งที่ทำหน้าที่ออกคำสั่งหรือกำเนิดสัญญาณควบคุมตามกฎเกณฑ์การควบคุม คุมที่กำหนดไว้ล่วงหน้า คำสั่งหรือสัญญาณควบคุมนี้อาจจะเป็นฟังก์ชันกับเวลา หรือฟังก์ชันกับสัญญาณขาเข้าที่ได้รับจากอุปกรณ์วัด

2.4.2.3 FINAL CONTROL ELEMENT: หมายถึง เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ปรับสถานะของโปรเซสด้วยการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรปรับ โปรเซส ในการควบคุมส่วนใหญ่ คำสั่งหรือสัญญาณควบคุมจะมีขนาดหรือพลังงานน้อย ๆ ส่วนตัวแปรปรับ โปรเซสจะมีขนาดหรือพลังงานมาก

2.4.2.4 PROCESS: หมายถึง กระบวนการทางฟิสิกส์ที่เราต้องการควบคุมให้มีสถานะตามต้องการ ขณะที่ สถานะการทำงานหรือสภาพแวดล้อมอาจจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

#### 2.4.3 ประเภทของการควบคุม

กฎเกณฑ์ในการจำแนกประเภทของการควบคุมมีหลายกฎเกณฑ์ อาจแบ่งออกได้ตามลักษณะงาน ตามลักษณะค่าของเป้าหมาย ฯลฯ เพราะฉะนั้นจึงเป็นการยากที่จะกล่าวอย่างแน่นอนตายตัวว่าการควบคุมมีกี่ประเภท เพื่อที่จะลดความสับสนและให้สอดคล้องกับองค์ประกอบของการควบคุม การแบ่งประเภทของการควบคุมในที่นี้จะแบ่งตามกฎเกณฑ์สองประการคือ

2.4.3.1 แบบ CLOSED LOOP เป็นระบบควบคุมแบบหนึ่ง ซึ่งสัญญาณเอาต์พุตจะมีผลโดยตรงต่อการควบคุม ดังนั้นระบบควบคุมแบบ CLOSED LOOP ก็คือระบบควบคุมแบบป้อนกลับ (FEEDBACK CONTROL) นั่นเอง สัญญาณป้อนกลับนี้ อาจจะเป็นสัญญาณที่เป็นฟังก์ชันของสัญญาณเอาต์พุต หรือเป็นค่าอนุพันธ์ของสัญญาณเอาต์พุตก็ได้ ระบบควบคุมแบบ CLOSED LOOP นั้นสามารถจะพบเห็นได้ทั่วไปทั้งในงานอุตสาหกรรมหรือตามบ้านเรือน ตัวอย่างของระบบควบคุมแบบ CLOSED LOOP ได้แก่ การควบคุมอุณหภูมิ การควบคุมความดันการควบคุมการไหล การคัดแยกชิ้นงาน โดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ระบบควบคุมกระบวนการคู่เข็นที่ใช้ตามบ้านเรือน เป็นต้น

2.4.3.2 ระบบควบคุมแบบ OPEN LOOP เป็นระบบควบคุม ที่เอาต์พุตของระบบจะไม่มีผลต่อการควบคุมเลย นั่นคือในกรณีของระบบควบคุมแบบ OPEN LOOP นั้นเอาต์พุตของระบบจะไม่ถูกวัดหรือป้อนกลับเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับอินพุต ตัวอย่างของระบบ

ควบคุมแบบ OPEN LOOP ได้แก่ การควบคุมการปิด – เปิดไฟ การควบคุมสัญญาณไฟโฆษณา การควบคุมสัญญาณไฟจราจร การควบคุมสายพานลำเลียง การควบคุมเครื่องซักผ้า เป็นต้น

ในการควบคุมแบบ OPEN LOOP นั้นเอาต์พุตไม่ได้นำมาเปรียบเทียบกับอินพุต ดังนั้นความเที่ยงตรงของระบบจะขึ้นอยู่กับ การเปรียบเทียบ ในทางปฏิบัติแล้วจะสามารถใช้การควบคุมแบบ OPEN LOOP ได้ถ้าทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตและเอาต์พุตของระบบ และระบบควบคุมที่ทำงานตามเวลาที่กำหนดไว้ จะเป็นระบบควบคุมแบบ OPEN LOOP การเลือกใช้ประเภทของการควบคุมระบบควบคุมแบบ OPEN LOOP นั้นเหมาะกับระบบ ที่ทราบว่าอินพุตของระบบจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และแน่ใจว่าไม่มีสัญญาณรบกวนจากภายนอก สำหรับการควบคุมแบบ CLOSED LOOP จะใช้เมื่อไม่ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ในระบบโดยไม่คาดคิดมาก่อน ในบางกรณีระบบใด ๆ อาจจะมีทั้งการควบคุมแบบ CLOSED LOOP ร่วมกันก็ได้ เพื่อให้ระบบทั้งหมดมีผลตามที่ต้องการ

2.4.4 การควบคุมซีควเอนซ์ (sequential control) การควบคุมซีควเอนซ์ได้เข้ามามีบทบาทในโรงงานอุตสาหกรรม และชีวิตประจำวันของเรานานมาแล้ว คำว่า การควบคุมซีควเอนซ์อาจจะไม่เป็นที่คุ้นหู บางคนอาจจะรู้จักในชื่อของวงจรควบคุมที่ใช้รีเลย์ (relay) ซึ่งมีใช้กันอย่างแพร่หลาย

ในกระบวนการการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม ปัจจุบันควบคุมซีควเอนซ์ได้ถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางมากดังคำกล่าวของกฤษดา (2545:1) เช่น ใช้ในเครื่องมือกลการควบคุมมอเตอร์ การควบคุมสายพานลำเลียง หม้อไอน้ำ (boiler) การควบคุมเครื่องสูบน้ำตามอาคารสูง ๆ ลิฟต์ แต่เครื่องใช้ภายในบ้าน เช่น เครื่องปรับอากาศ หม้อหุงข้าว เครื่องซักผ้า ก็ใช้การควบคุมซีควเอนซ์นี้ การควบคุมซีควเอนซ์นี้ก่อกำเนิดมาจากความต้องการในการลดการทำงานแบบซ้ำ ๆ ซาก ๆ การทำงานที่น่าเบื่อหน่าย และการทำงานที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย โดยพยายามให้เครื่องจักรทำงานแทนมนุษย์การประยุกต์การควบคุมซีควเอนซ์ นี้มีขอบเขตกว้างขวาง มีตั้งแต่การควบคุมแบบง่าย ๆ ที่ใช้เพื่อสตาร์ท หรือหยุดเครื่องจักรเท่านั้น จนถึงระบบที่มีความยุ่งยากซับซ้อนเท่านั้น ซึ่งจะต้องอาศัยการประมวลผลสัญญาณต่าง ๆ จุดมุ่งหมายของการควบคุมซีควเอนซ์ มาจากความต้องการให้ระบบการผลิตเป็นแบบอัตโนมัติ ความต้องการในการลดค่าใช้จ่ายในการผลิต ความต้องการในการ เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต และรักษาคุณภาพของสินค้าให้ได้มาตรฐาน ทำให้การควบคุมซีควเอนซ์เป็นระบบควบคุมอัตโนมัติที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

2.4.5 ประวัติและความหมายของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller)

2.4.5.1 ความหมายของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller) : PLC คืออุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร หรือกระบวนการต่าง ๆ โดยที่



ภายในมี MICROPROCESSOR เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่เราสามารถต่อไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่าง ๆ (พริจิต,2536:19)

2.4.5.2 ประวัติและความเป็นมาของ PC เริ่มได้รับการพัฒนาขึ้นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2511 โดย Hydromantic Division ของบริษัท General Motors Corporation เพื่อใช้ทดแทนระบบควบคุมแบบเก่าที่ใช้ รีเลย์ ซึ่งติดตั้งคัดแปลงและแก้ไขลำบาก มาเป็นระบบควบคุมแบบใหม่ที่ใช้งานจอร์อิเล็กทรอนิกส์แทนรีเลย์ และใช้การเขียนโปรแกรมทำนองเดียวกันกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กำหนดเงื่อนไขการควบคุมแทนการเดินสายเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าแบบเก่า เพื่อเพิ่มความสะดวกระยะแรก PC ถูกใช้แทนวงจรรีเลย์ในการควบคุมเครื่องจักรที่มีการควบคุมแบบ ON/OFF เท่านั้นเนื่องจาก PC มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ติดตั้งและบำรุงรักษาง่าย ใช้ไฟฟ้าน้อยกว่ารีเลย์ ทำให้มีผู้นำ PC มาใช้ในงานอุตสาหกรรมต่างๆ เพิ่มขึ้นซึ่งสุริยร (2531:9-13) ได้กล่าวไว้ดังต่อไปนี้

ก) การพัฒนา PC ในช่วงปี พ.ศ. 251 ถึง พ.ศ. 2517 มีผู้นำไมโครโปรเซสเซอร์ (microprocessor) มาใช้ใน PC ทำให้ PC เริ่มมีความสามารถเพิ่มขึ้น เช่น ผู้ใช้สามารถป้อนโปรแกรมและใช้งานสะดวกขึ้น PC สามารถทำการคำนวณทางคณิตศาสตร์ เคลื่อนย้ายข้อมูลและติดต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ต่างๆ ได้จอภาพหรือ CRT (Cathode Ray Tube) ทำให้ผู้ใช้สามารถป้อนโปรแกรม PC โดยใช้สัญลักษณ์ที่มีลักษณะคล้ายวงจรรีเลย์ที่คุ้นเคยแทนการเขียนโปรแกรมแบบเก่าที่ใช้ภาษาแอสเซมบลี (assembly) ซึ่งยุ่งยากและทำความเข้าใจลำบากการคำนวณทางคณิตศาสตร์ของ PC ทำให้ PC มีความสามารถและขอบเขตการใช้งานกว้างขึ้น นอกจากนี้ใช้ควบคุมเครื่องจักรที่มีการควบคุมแบบ ON/OFF แล้ว PC ยังสามารถติดต่อกับอุปกรณ์วัดและอุปกรณ์ควบคุมที่มีค่าเป็นตัวเลข หรือสัญญาณอะนาล็อก (analog signal) ทำให้การตรวจสอบเครื่องจักรดี

ประมาณปี พ.ศ. 2518 ถึง พ.ศ.2522 มีผู้นำเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ทั้งด้านฮาร์ดแวร์ (hardware) และซอฟต์แวร์ (software) มาใช้กับ PC ทำให้ PC มีขีดความสามารถเพิ่มขึ้น เช่น มีหน่วยความจำ (memory) เพิ่มขึ้น อินพุต/เอาต์พุตแบบรีโมต (remote input/output) การควบคุมแบบอะนาล็อก (analog control) การควบคุมตำแหน่ง (position control) พร้อมทั้งระบบการติดต่อระหว่าง PC กับผู้ใช้ก็ได้ถูกพัฒนาให้ดีขึ้น หน่วยความจำที่มีขนาดเล็กลดต้องการพลังงานน้อย ทำให้ PC มีหน่วยความจำเพิ่มขึ้นสามารถเก็บโปรแกรมได้มากขึ้น มีระบบการทำงานที่ซับซ้อนและมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นระบบควบคุมขนาดใหญ่ที่มีอินพุต / เอาต์พุตจำนวนมาก ค่าใช้จ่ายในการเดินสายระหว่างอินพุต เอาต์พุต และ PC จะสูงมากโดยเฉพาะเมื่อเครื่องจักรอยู่ไกลจาก PC มาก อินพุต / เอาต์พุตแบบรีโมตจะลดค่าใช้จ่ายในการเดินสาย เนื่องจากสายที่ใช้ติดต่อระหว่าง PC กับหน่วยรีโมตจะมีเพียง 2 สายที่ใช้วิธี มัลติเพล็กซ์ (multiplex) เพื่อติดต่อกับอินพุต / เอาต์พุตจำนวนมาก หน่วยอินพุต / เอาต์พุตแบบอนาล็อก (analog input/output) ทำให้ PC สามารถควบคุม

เครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมได้ ทั้งแบบ ON/OFF และแบบอนาล็อก เช่น กระบวนการผลิตแบบในอุตสาหกรรมเคมี (chemical batch process) ประเภทต่างๆ

การควบคุมตำแหน่งทำให้ PC ควบคุมการผลิตชิ้นส่วนโลหะต่างๆ ได้ เช่น การควบคุมเครื่องกลึงเครื่องไส โดยการรับและนับจำนวนสัญญาณพัลส์ (pulse) ทำให้ทราบตำแหน่งของเครื่องจักรและส่งสัญญาณควบคุมมอเตอร์แบบสเตป (stepping motor) อุปกรณ์ติดต่อระหว่างผู้ใช้และ PC ได้ถูกสร้างขึ้นใหม่ เช่น จอภาพ และเครื่องพิมพ์ ทำให้การป้อนโปรแกรมและการจัดพิมพ์รายงานต่างๆ ง่ายขึ้น นอกจากนี้ในปี พ.ศ. 2522 ระบบสื่อสารที่มีประสิทธิภาพและความเร็วสูงได้ถูกพัฒนาขึ้น ทำให้ PC สามารถติดต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ได้

ความก้าวหน้าทางด้านซอฟต์แวร์ทำให้ PC สามารถโปรแกรมโดยใช้คำสั่งภาษาอังกฤษซึ่งมีลักษณะคล้ายภาษาพูดเช่นเดียวกับภาษาระดับสูง (high level language) ของคอมพิวเตอร์ ผลจากการพัฒนาดังกล่าว ทำให้ PC ขนาดใหญ่ที่มีอินพุต / เอาท์พุตจำนวนมาก มีการควบคุมแบบอนาล็อกและการควบคุมตำแหน่งรวมอยู่จนสามารถทำงานทดแทนมินิคอมพิวเตอร์ในงานควบคุมได้เกือบทั้งหมด

ข) PC ในปัจจุบัน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 เป็นต้นมา ความเจริญก้าวหน้าทางด้านอิเล็กทรอนิกส์และไมโครโปรเซสเซอร์ทำให้โฉมหน้าของ PC เปลี่ยนแปลงไปทั้งด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ ดังภาพที่ 2-1 ถึง 2-4

ตัวอย่าง โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็ก



ภาพที่ 2-1 SIMATIC S7-200 ของ SIEMENS



ภาพที่ 2-2 SIMATIC S7-1200 ของ SIEMENS

โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ขนาดกลาง



ภาพที่ 2-3 GX WORK 3 FX-5U ของ MITSUBICHI



ภาพที่ 2-4 CX PROGRAMMER OMRON CJ1M CPU 12

#### 2.4.6 โครงสร้างและส่วนประกอบของ PLC

โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (PLC) จะมีส่วนประกอบพื้นฐานคล้ายกับคอมพิวเตอร์ โดยจะมีโครงสร้างและส่วนประกอบที่สำคัญต่าง ๆ ซึ่งชัยยุทธ (2545:6-13) ได้แบ่งออกเป็น 5 ส่วนซึ่งประกอบด้วย

2.4.6.1 หน่วยประมวลผล (CPU UNIT)

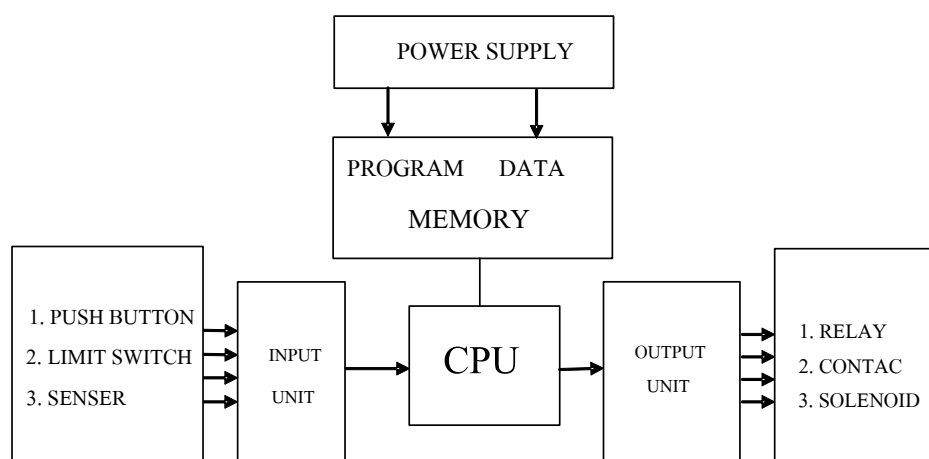
2.4.6.2 หน่วยความจำ (MEMORY UNIT)

2.4.6.3 หน่วยอินพุต / เอาท์พุต (INPUT / OUTPUT)

2.4.6.4 แหล่งจ่ายไฟฟ้า (POWER SUPPLY)

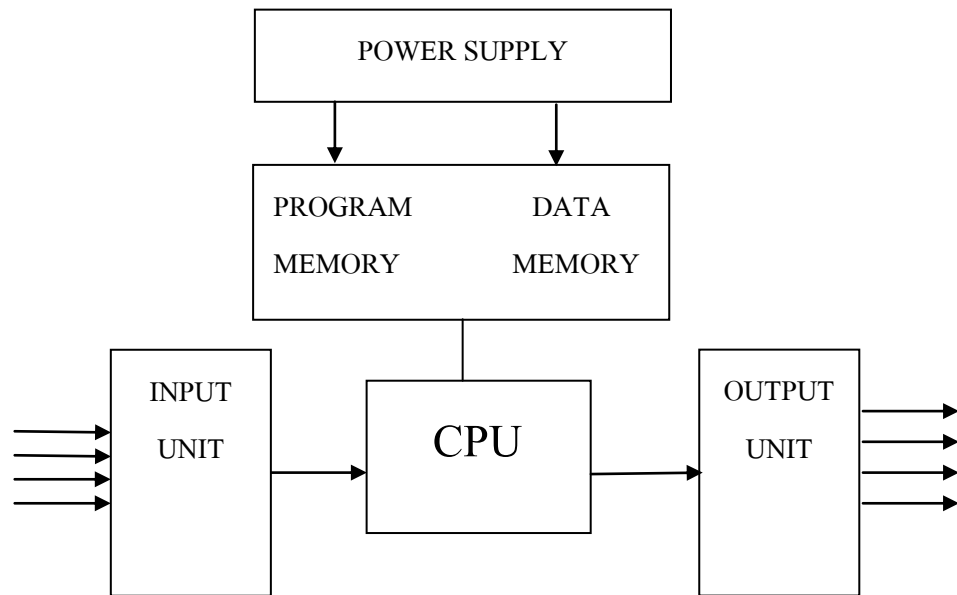
2.4.6.5 อุปกรณ์ในการต่อรวมการใช้งาน (PERIPHERAL DEVICE)

โครงสร้าง หรือ Block DIAGRAM ของ PLC ดังภาพที่ 2-5

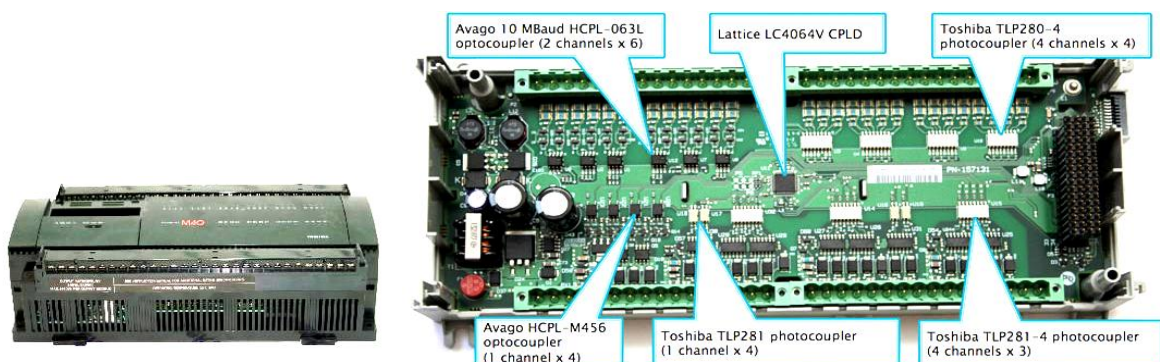


ภาพที่ 2-5 แสดงโครงสร้างของ Programmable Controller

2.4.6.1 หน่วยประมวลผล (CPU UNIT) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด โดยรับข้อมูลจากหน่วยอินพุต (INPUT) เข้ามาทำการประมวลผลตามโปรแกรมที่เขียนไว้ โดยผู้ใช้งานป้อนโปรแกรมเข้ามายังหน่วยประมวลผล แล้วส่งผลที่ได้ออกไปทางภาคเอาท์พุต (OUTPUT) ของระบบ เพื่อสั่งให้อุปกรณ์ภายนอกทำงาน ตามเงื่อนไขที่เขียนโปรแกรมไว้ จากนั้นก็วนกลับไปรับข้อมูลอินพุตเข้ามาอีกครั้ง ซึ่งจะมีการกระทำซ้ำ ๆ ในลักษณะเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ โดยหน่วยประมวลผล จะประกอบไปด้วย หน่วยความจำ และหน่วยจ่ายไฟ ดังภาพที่ 2-6 และ 2-7



ภาพที่ 2-6 โครงสร้างของหน่วยประมวลผล



ภาพที่ 2-7 เครื่องโปรแกรมเมเบิล (PLC) ยี่ห้อ TOSHIBA รุ่น M40

2.4.6.2 หน่วยความจำ (MEMORY UNIT) เป็นส่วนที่ใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลของผู้ที่ใช้งาน โดยสามารถเก็บโปรแกรมและข้อมูลของระบบ พร้อมทั้งของผู้ใช้งานด้วย โดยหน่วยความจำของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในปัจจุบันนี้ จะสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

ก) หน่วยความจำแบบ ROM (READ ONLY MEMORY) เป็นหน่วยความจำที่ใช้ในการเก็บโปรแกรม และ ข้อมูล ซึ่งจะสามารถอ่านได้เพียงอย่างเดียว โดยที่ไม่สามารถแก้ไขโปรแกรม หรือข้อมูลได้ ซึ่งส่วนมากจะเอาหน่วยความจำประเภทนี้ ไว้สำหรับในการเก็บข้อมูล

ระบบของเครื่องโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์เท่านั้นโดยข้อมูลที่ถูกเก็บจะยังคงเหลือแม้ขณะที่ไม่มีแหล่งจ่ายไฟให้กับ เครื่องโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ก็ตาม ดังภาพที่ 2-8

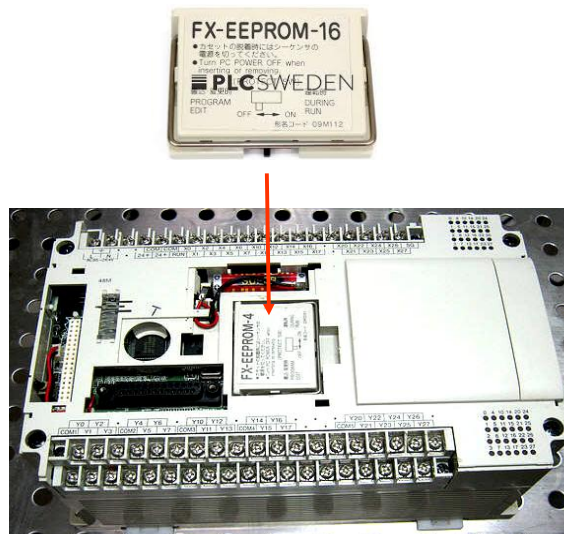


ภาพที่ 2-8 แสดงหน่วยความจำ ROM เครื่องโปรแกรมเมเบิล (PLC)

ข) หน่วยความจำแบบ RAM (RANDOM ACCESS MEMORY) เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลบ่อยๆซึ่งจะเหมาะสำหรับการสร้างโปรแกรมและข้อมูลในครั้งแรกของผู้ใช้งานที่ยังไม่สมบูรณ์ ทั้งนี้ในการใช้งานของหน่วยความจำแบบ RAM จะต้อง มีแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงเครื่องอยู่ตลอดเวลา เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสูญหายของโปรแกรมและข้อมูลที่สร้างขึ้นหรือบางครั้งเราอาจจะเรียกหน่วยความจำแบบนี้ว่า“หน่วยความจำชั่วคราว”

ค) หน่วยความจำแบบ EPROM (ERASABLE PROGRAMMABLE READ ONLY MEMORY ) เป็นหน่วยความจำถาวรที่ใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลของผู้ใช้งาน ที่ได้ออกแบบโปรแกรมและข้อมูลที่สมบูรณ์แล้วโดยที่หน่วยความจำแบบนี้ จะสามารถเก็บข้อมูลไว้ได้แม้ขณะที่ไฟเลี้ยงดับลงเมื่อเปิดเครื่องโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ขึ้นมาโปรแกรมและข้อมูลของผู้ใช้งานก็จะยังคงมีข้อมูลเดิมอยู่ ฉะนั้นหน่วยความจำแบบนี้ จึงเหมาะสำหรับการเก็บโปรแกรมและข้อมูลที่ออกแบบไว้แล้วเสร็จอย่างสมบูรณ์ และไม่ต้องการแก้ไขโปรแกรม และข้อมูลอีกแล้วพร้อมที่จะใช้งาน ในการต่อโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ กับอุปกรณ์ภายนอก หน่วยความจำแบบ EPROM สามารถเชื่อมต่อถ่ายโอนข้อมูลกับหน่วยความจำ RAM ได้โดยตรง และเก็บข้อมูลได้อย่างดีแต่ถ้าต้องการลบข้อมูลภายในหน่วยความจำ หรือแก้ไขข้อมูลยังต้องทำการลบข้อมูลด้วยความยุ่งยากอยู่ โดยจะสามารถลบข้อมูลและโปรแกรมด้วยการฉายแสงอัลตราไวโอเล็ต หรือแสง UV (ULTRA – VIOLET ) ประมาณ 20 นาที

ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาหน่วยความจำ EPROM ขึ้นมาเพื่อให้มีการเก็บข้อมูลการใช้งานได้อย่างถาวรและปลอดภัย พร้อมกันนั้นสามารถที่จะทำการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมและข้อมูลได้อย่างง่าย ซึ่งได้มีการพัฒนาหน่วยความจำแบบนี้ขึ้นมามีชื่อเรียกว่า EEPROM ( ELECTRICALLY ERASABLE PROGRAMMABLE READ ONLY MEMORY ) มีการใช้งานในปัจจุบันนี้ ดังภาพที่ 2-9



ภาพที่ 2-9 แสดงหน่วยความจำ EEPROM

#### 2.4.6.3 หน่วยอินพุต / หน่วยเอาต์พุต (INPUT UNIT / OUTPUT UNIT )

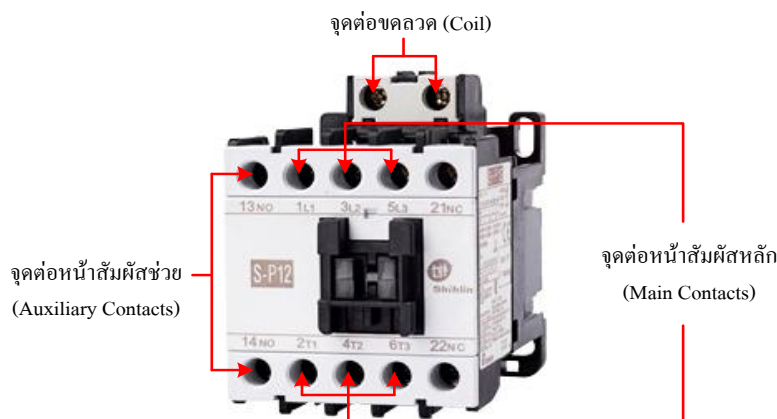
ก) หน่วยอินพุต (INPUT UNIT) : ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกที่เป็นอุปกรณ์จำพวกสวิตช์และตัวตรวจจับ ( Sensor) ต่าง ๆ เช่น สวิตช์ลำแสง (Photo switch) , สวิตช์ Push button , ลิมิตสวิตช์ (Limit switch) ,ตัวตรวจจับอุณหภูมิ (Thermal switch) , สวิตช์ตรวจวัดระดับของของเหลว (Liquid surface switch) , พร็อกซิมีตีสวิตช์ (Proximity switch) , สวิตช์ความดัน (Pressure switch) , สวิตช์การไหล (Flow switch) , เข้ามาทางภาคสัญญาณอินพุต (Input ) ของเครื่องโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (PLC) แล้วแปลงชนิดของสัญญาณขาเข้าดังกล่าวไม่ว่าจะเป็น AC , DC ให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสม เพื่อส่งเข้าไปให้แก่หน่วยประมวลผล (CPU) เป็นข้อมูลในการประมวลผลตามโปรแกรมของผู้ออกแบบระบบทำงานต่อไปของหน่วยประมวลผล (CPU) ซึ่งมีลักษณะดังภาพที่ 2-10



ภาพที่ 2-10 อุปกรณ์ที่ส่งสัญญาณทางภาคอินพุต (Input)

ข) หน่วยเอาต์พุต (OUTPUT UNIT) : ทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลของหน่วยประมวลผล CPU เพื่อนำค่าสภาวะเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกต่าง ๆ เช่น รีเลย์ (Relay), หลอดไฟแสดงสภาวะ (Lamp), มอเตอร์ (Motor), โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid state relay), คอนแทคเตอร์ (Contactor), ตัวตั้งเวลา(Timer), โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid valve) เป็นต้น เพื่อให้อุปกรณ์ภายนอกที่นำมาต่อสัญญาณได้ทำงานตามโปรแกรมที่ผู้ใช้งานได้ออกแบบโปรแกรมไว้ ทั้งนี้ภาคเอาต์พุต (Output unit) ของเครื่องโปรแกรมเมอร์เมเบิลคอนโทรลเลอร์ในปัจจุบันได้แบ่งภาคเอาต์พุต ออกเป็น 3 แบบ ด้วยกันดังนี้

1. เอาต์พุต แบบรีเลย์ (Relay) : เป็นเอาต์พุต ที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) หรือไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ซึ่งเอาต์พุต แบบนี้สามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าประมาณ 2 แอมแปร์ ถ้าต้องการที่จะต่อใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่มีกระแสมากกว่านี้จะต้องมีอุปกรณ์ในการต่อร่วม เพื่อทำการขยายสัญญาณของภาคเอาต์พุตให้มีพิกัดกระแสสูงได้ ดังภาพที่ 2-11, 2-12 และ 2-13

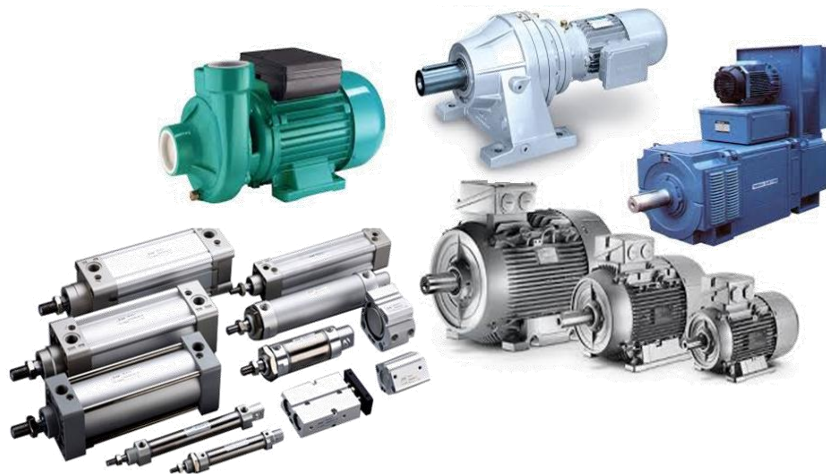


ภาพที่ 2-11 อุปกรณ์ในการต่อร่วมกับภาคเอาต์พุตใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ



ภาพที่ 2-12 อุปกรณ์ในการต่อร่วมกับภาคเอาต์พุตใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง





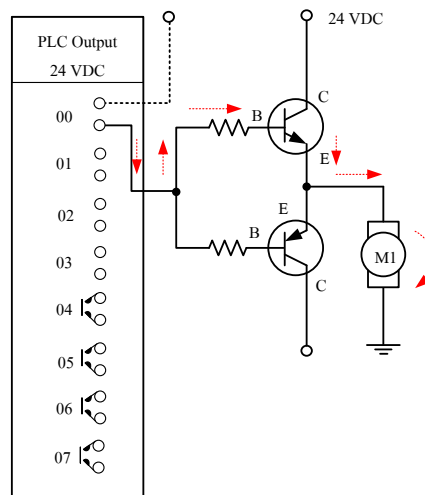
ภาพที่ 2-13 อุปกรณ์ในการต่อร่วมกับภาคเอาต์พุตใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสตรง

2. เอาต์พุตแบบไทรแอก (Triac) : เป็นภาคเอาต์พุต ที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เหมาะกับการควบคุมสัญญาณแบบปิด-เปิด บ่อยๆ เพื่อป้องกันการอ้ากของกระแสไฟฟ้าที่โหลด หรือหน้าสัมผัสของอุปกรณ์ตัดต่อวงจร ดังภาพที่ 2-14



ภาพที่ 2-14 อุปกรณ์ในการต่อร่วมกับภาคเอาต์พุตแบบไทรแอก

3. เอาต์พุตแบบทรานซิสเตอร์ (Transistor) : เป็นภาคเอาต์พุต ที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง (DC) เหมาะกับการควบคุมสัญญาณแบบปิด-เปิด บ่อยๆ ที่มีความถี่สูง 10 kHz ขึ้นไป เช่น การต่อใช้งานขับเคลื่อนปั๊มมอเตอร์ เป็นต้น ดังภาพที่ 2-15



ภาพที่ 2-15 อุปกรณ์ในการต่อร่วมกับภาคเอาต์พุตแบบทรานซิสเตอร์

2.4.6.4 แหล่งจ่ายไฟฟ้า (POWER SUPPLY) : ทำหน้าที่รับสัญญาณไฟฟ้าที่ได้มาจากสัญญาณไฟฟ้าภายนอกที่เป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ 220 VAC หรือสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC เข้ามาแล้วแปลงสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง 5 VDC เพื่อนำไปจ่ายให้กับส่วนประกอบภายในเครื่องโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (PLC) เช่น หน่วยประมวลผล (CPU) หน่วยความจำ (Memory) และหน่วยอินพุต/เอาต์พุต หรืออุปกรณ์ส่วนอื่นๆ เป็นต้น นอกจากนี้แล้วแหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power supply) ยังมีหน้าที่ในการจ่ายแรงดัน 24 VDC ให้กับอุปกรณ์อินพุตภายนอกของเครื่องด้วย เช่น สวิตช์ และเซนเซอร์ต่าง ๆ เป็นต้น

2.4.6.5 อุปกรณ์ในการต่อร่วมการใช้งาน (PERIPHERAL DEVICE) : เป็นอุปกรณ์ที่นำมาต่อร่วมกับ PLC เพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรม, แก้ไขโปรแกรม, ลบโปรแกรมและอำนวยความสะดวกในการพัฒนาโปรแกรมต่าง ๆ ซึ่งอุปกรณ์ที่นำมาต่อร่วมกับ PLC มีดังนี้เช่น โปรแกรมมิ่งคอนโทรล (Handy programmer), คอมพิวเตอร์, ปริ้นเตอร์, จอ CTR มอนิเตอร์ ดังแสดงในภาพที่ 2-16

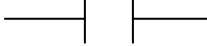
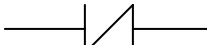
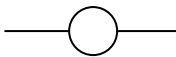
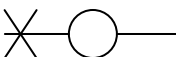

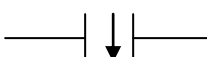
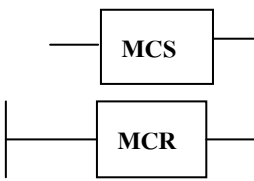
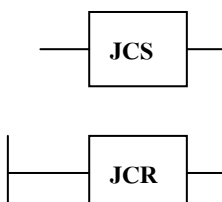
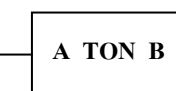


ภาพที่ 2-16 อุปกรณ์ต่อร่วมกับเครื่อง PLC ใช้พัฒนาโปรแกรมต่าง ๆ



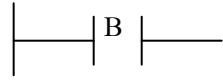
### 2.4.7 คำสั่งพื้นฐาน

เป็นคำสั่งที่เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ทางรีเลย์ ที่เป็นพื้นฐานสำหรับการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแลดเดอร์ และภาษาบูลีนต่อไป ซึ่งมีดังตารางต่อไปนี้

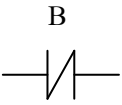
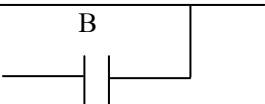
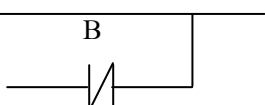
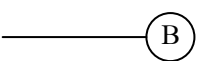
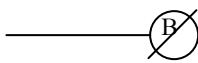
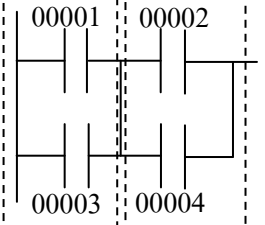
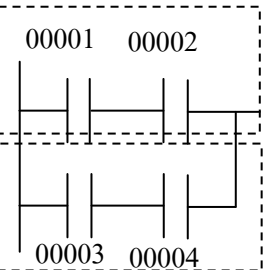
ตารางที่ 2-1 ตารางสัญลักษณ์ของคำสั่งพื้นฐาน

คำสั่ง	สัญลักษณ์	รายละเอียด
NO CONTACT		คอนแทกแบบปกติเปิดของอุปกรณ์ A
NC CONTACT		คอนแทกแบบปกติปิดของอุปกรณ์ A
COIL		คอยล์รีเลย์ของอุปกรณ์ A
FORCED COIL		คำสั่งที่สามารถกระตุ้นคอยล์ของอุปกรณ์ A ให้ ON หรือ OFF ได้
TRANSITIONAL CONTACT (RISING)		เมื่ออินพุตเปลี่ยนจาก OFF เป็น ON, เอาท์พุตก็จะ ON เป็นเวลาหนึ่งช่วงการสแกน
TRANSITIONAL CONTACT (FALLING)		เมื่ออินพุตเปลี่ยนแปลงจาก ON เป็น OFF เอาท์พุตก็จะ ON เป็นเวลาหนึ่งช่วงการสแกน
MASTER CONTACT		เมื่อ MCS เป็นสถานะ OFF , วงจรแลดเดอร์ระหว่างคำสั่ง MCS และ MCR จะถูกบังคับไม่ให้ทำงาน
JUMP CONTROL		เมื่อ JCS เป็นสถานะ ON , วงจรแลดเดอร์ระหว่างคำสั่ง JCS ถึง JCR จะถูกกระโดดข้ามไป (ไม่ทำงาน)
ON DELAY TIMER		เมื่อ อินพุตเป็นสถานะ ON ครบตามเวลาที่กำหนด เอาท์พุตของคำสั่งก็จะ เป็นสถานะ ON

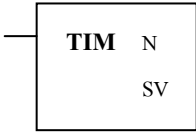
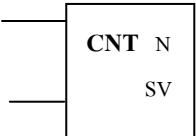


ตารางที่ 2-1 ตารางสัญลักษณ์ของคำสั่งพื้นฐาน (ต่อ)

คำสั่ง	สัญลักษณ์	รายละเอียด
OFF DELAY TIMER		เมื่ออินพุตเป็นสถานะ ON เอาท์พุทก็จะ ON ด้วย และเมื่ออินพุตเปลี่ยนเป็น OFF เอาท์พุทจะยังคง ON อยู่ตามระยะเวลาที่กำหนด
SINGLE-SHOT TIMER		เมื่ออินพุตเป็นสถานะ ON, เอาท์พุทของคำสั่งจะเป็นสถานะ ON ตามเวลาที่กำหนด หลังจากนั้นจะกลับเป็นสถานะ OFF
COUNTER		เมื่ออินพุต ENABLE เป็นสถานะ ON คำสั่งนี้จะทำการนับจำนวนครั้ง การ ON ของคำสั่งนี้จะทำการนับจำนวนครั้ง การ ON ของสัญญาณทางอินพุตนับค่า, และจะให้เอาท์พุทเป็นสถานะ ON เมื่อนับถึงค่าที่กำหนดไว้ใน A (B คือ รีจิสเตอร์ของตัวนับจำนวน)
END		กำหนดการสิ้นสุดโปรแกรม
Load (LD)		เป็นการเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรมโดยมีหน้าสัมผัสปกติเปิด (NO) เป็นตัวนำสัญญาณของโปรแกรม LADDER DIAGRAM
LD NOT		เป็นการเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรมโดยมีหน้าสัมผัสปกติเปิด (NC) เป็นตัวนำสัญญาณของโปรแกรม LADDER DIAGRAM
AND		เป็นการนำคำสั่งหน้าสัมผัสปกติเปิด (NO) มาต่ออนุกรมกับคำสั่งข้างหน้า

ตารางที่ 2-1 ตารางสัญลักษณ์ของคำสั่งพื้นฐาน (ต่อ)

AND NOT		เป็นการนำคำสั่งหน้าสัมผัสปกติปิด (NC) มาต่ออนุกรมกับคำสั่งข้างหน้า
OR		เป็นการนำคำสั่งหน้าสัมผัสปกติเปิด (NO) มาต่อขนานกับคำสั่งข้างหน้า
OR NOT		เป็นการนำคำสั่งหน้าสัมผัสปกติเปิด (NO) มาต่อขนานกับคำสั่งข้างหน้า
OUT		เป็นสัญลักษณ์การทำงานของเอาต์พุต หรือ คอยล์
OUT NOT		เป็นสัญลักษณ์การทำงานของเอาต์พุต หรือคอยล์ซึ่งจะมีผลต่อกันข้ามกับอินพุต
AND LD		เป็นการนำคำสั่งระหว่างบล็อกกับบล็อก มาต่ออนุกรมกัน
OR LD		เป็นการนำคำสั่งระหว่างบล็อกกับบล็อก มาต่อขนานกัน

ตารางที่ 2-1 ตารางสัญลักษณ์ของคำสั่งพื้นฐาน (ต่อ)

TIM		เป็นคำสั่งหน่วงเวลาในการทำงาน
CNT		เป็นคำสั่งในการนับจำนวน
SET		เป็นการเซ็ตค่าสถานะเอาต์พุตให้มีการทำงานค้างไว้
RESET		เป็นการรีเซ็ตสถานะเอาต์พุตที่มีการเซ็ตของคำสั่ง SET ให้หยุดการทำงาน
END	กต (FUN 01)	เป็นคำสั่งในการจบโปรแกรม

#### 2.4.8 หลักการเขียนโปรแกรม PLC

การเขียนโปรแกรมให้กับเครื่องโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ PLC เป็นการสั่งการให้เครื่อง PLC ทำงานตามความต้องการของผู้ใช้งาน ซึ่งในการใช้งาน และเขียนโปรแกรมการทำงานจะต้องมีลำดับขั้นตอนในการใช้งาน ซึ่งสุริยร (2531:123-125) ได้กล่าวไว้ ดังต่อไปนี้

##### 2.4.8.1 การวิเคราะห์ระบบงาน

เป็นการกำหนดขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมหรือเงื่อนไขการทำงาน ของผู้ใช้งาน โดยจะต้องมีการวิเคราะห์ลักษณะงานที่ต้องการ วิเคราะห์ปัญหา และความต้องการของผู้ใช้ กรอบการใช้งานของผู้ต้องการ เพื่อจะได้นำข้อมูลต่าง ๆ ไปสู่การออกแบบระบบการทำงานและการเขียนโปรแกรมต่อไป ในระบบงานควบคุม การวิเคราะห์ระบบงานต้องทราบรายละเอียดของอุปกรณ์อินพุต / เอาต์พุต และความต้องการของผู้ใช้ เช่น วิศวกร ช่างเทคนิค พนักงานควบคุม และเจ้าหน้าที่ระดับบริหารเพื่อป้องกันการวางระบบงานผิดพลาด

การวางระบบงาน คือ การกำหนดขอบเขตและหน้าที่ของ PLC ในการควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการอุตสาหกรรม การวางระบบงานของ PLC แบ่งเป็นการออกแบบระบบใหม่และการปรับปรุงระบบเดิม ผู้วางระบบงานต้องพิจารณาว่าควรใช้ PLC แทนวงจรรีเลย์ส่วนใด

บางส่วนหรือทั้งหมดในการปรับปรุงระบบควบคุม การวางระบบงานจะต้องวิเคราะห์ระบบงานให้ถูกต้อง และใช้ช่างผู้ชำนาญการที่มีประสบการณ์ในการวางระบบงาน ตามความต้องการของผู้ใช้ และขอบเขตการควบคุมของ PLC และจัดทำรายงานสรุปให้ผู้ใช้งานพิจารณาก่อนดำเนินการขั้นต่อไป

#### 2.4.8.2 การออกแบบระบบโปรแกรม

การวางออกแบบระบบโปรแกรม คือ การจัดลำดับขั้นตอนการทำงานของ PLC จาก การวางระบบงานและความต้องการของผู้ใช้ การออกแบบระบบโปรแกรม อาจพบปัญหาถ้าการ ออกแบบระบบงานซับซ้อนเกินไป ซึ่งผู้เขียนโปรแกรมจะต้องออกแบบระบบงานใหม่ หรือ ออกแบบระบบโปรแกรมให้เสร็จก่อนการเริ่มเขียนโปรแกรม และจัดทำรายงานการออกแบบ ระบบโปรแกรมและผังโครงสร้างระบบ (system configuration) ให้ผู้เขียนโปรแกรมใช้ ประกอบการเขียนโปรแกรม

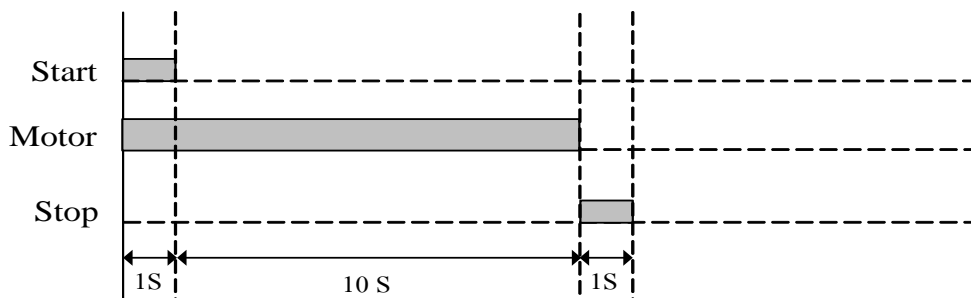
#### 2.4.8.3 การเขียนโปรแกรมและทดสอบโปรแกรม

ในการเขียนโปรแกรมของนักออกแบบโปรแกรมด้วยเครื่องโปรแกรมเมเบิล คอนโทรลเลอร์ PLC นั้นสามารถที่จะเขียนโปรแกรมได้หลายภาษา เช่น ภาษาแลดเดอร์ หรือ ภาษาบูลีน เป็นต้น ขึ้นกับความถนัดของผู้ออกแบบโปรแกรม และเครื่องของ PLC ที่นำมาใช้ งาน

2.4.8.4 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม หลังจากที่เราได้วิเคราะห์ระบบงานและมีการ กำหนดเงื่อนไขการทำงานให้กับเครื่อง PLC เรียบร้อยแล้ว ต่อไปก็เป็นขั้นตอนของการเขียน โปรแกรม โดยการเขียนโปรแกรมจะต้องมีการดำเนินตามขั้นตอนต่อไปนี้

- ก) วิเคราะห์เงื่อนไขการทำงานของระบบ
- ข) การกำหนดอุปกรณ์ทางภาคสัญญาณอินพุตและเอาต์พุต
- ค) เขียนคำสั่งโปรแกรมตามเงื่อนไขการทำงานด้วยภาษาแลดเดอร์และบูลีน
- ง) ป้อนโปรแกรมลงเครื่องและดูสภาวะการทำงาน
- จ) ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทางภาคสัญญาณอินพุตและเอาต์พุต
- ฉ) ทดลองและตรวจสอบระบบของการทำงาน
- ช) การจัดทำเอกสารประกอบ

**การวิเคราะห์เงื่อนไขการทำงานของระบบ** เป็นการนำเอาข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งาน จากการออกแบบระบบนำมาวิเคราะห์และศึกษาให้เกิดความเข้าใจถึงขั้นตอนต่าง ๆ ของระบบการทำงานพร้อมจัดข้อมูลให้อยู่ในรูปของ Timing diagram ซึ่งจะช่วยให้ง่ายต่อการนำข้อมูลมาเขียน โปรแกรมต่อไป ซึ่ง Timing diagram จะเป็นช่วงเวลาในการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ หรือเป็น ช่วงเวลาที่ผู้ออกแบบต้องการอยากจะให้ช่วงเวลานั้นเป็นอย่างไร ดังภาพที่ 2-17



ตารางที่ 2-2 แสดง Timing diagram ของการทำงานของระบบการสตาร์ทและการสต็อปมอเตอร์

จากตารางที่ 2-2 เมื่อดูจาก Timing diagram จะสามารถมองเห็นช่วงเวลาการทำงานได้ดังนี้ เมื่อกดสตาร์ทจะเริ่มทำงาน หลังจากปล่อยมือจากปุ่มสตาร์ทแล้ว หน้าคอนแทคจะทำล๊อควงจร ซึ่งจะส่งผลให้มอเตอร์ยังคงทำงานต่อไป และมอเตอร์จะทำงานต่อไปอีกเป็นเวลา 10 วินาที ก็จะมีการกดสต็อป เพื่อให้มอเตอร์หยุดทำงาน

#### การกำหนดอุปกรณ์ทางภาคสัญญาณอินพุต/เอาต์พุต

เป็นการกำหนดตำแหน่งของรีจิสเตอร์ทางภาคสัญญาณอินพุต และเอาต์พุต ของเครื่อง PLC ซึ่งการกำหนดตำแหน่งอินพุตและเอาต์พุตของเครื่อง เป็นสิ่งสำคัญมากที่นักออกแบบจะต้องทำ โดยจะทำให้ผู้ออกแบบรู้ว่าขณะนี้ สัญญาณอะไรบ้างที่จะส่งผลให้ขบวนการทำงาน และจะรู้ว่า อุปกรณ์ที่ตำแหน่งเอาต์พุตตำแหน่งไหนบ้างเป็นอุปกรณ์อะไร ซึ่งการกำหนดอุปกรณ์ ที่เป็นสัญญาณทางภาคอินพุตจะประกอบด้วยอุปกรณ์จำพวก สวิตช์, ลิมิทสวิตช์ และเซนเซอร์ต่าง ๆ ส่วนอุปกรณ์จำนวนเอาต์พุตจะประกอบด้วย รีเลย์, คอยล์ และ โซลินอยด์วาล์ว เป็นต้น

ในการกำหนดอุปกรณ์ทางภาคสัญญาณอินพุตและเอาต์พุต ของเครื่อง PLC ยี่ห้อ Toshiba รุ่น M20 / M40 จะใช้อักษรนำหน้า ซึ่งเอกสารคู่มือการใช้งาน โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2540:49) ดังนี้

X : หน้าสัมผัสทางอินพุต สามารถกำหนดได้ตั้งแต่ X00 – X17

Y : คอยล์เอาต์พุต สามารถกำหนดได้ตั้งแต่ Y20 – Y2F

R : รีจิสเตอร์ช่วยภายใน สามารถกำหนดได้ตั้งแต่ R000 – R63F

Z : รีจิสเตอร์สำหรับการเชื่อมต่อสื่อสารข้อมูล Z000 – Z31F

XW : รีจิสเตอร์อินพุตภายนอก สามารถกำหนดได้ตั้งแต่ XW000 – XW63

YW : รีจิสเตอร์เอาต์พุตภายนอก สามารถกำหนดได้ตั้งแต่ YW000 – YW63

RW : รีจิสเตอร์สำหรับรีเลย์ช่วย สามารถกำหนดได้ตั้งแต่ RW000 – RW63

ZW : รีจิสเตอร์สำหรับการเชื่อมต่อสื่อสารข้อมูล สามารถกำหนดได้ตั้งแต่

ZW000 – ZW31



- D : รีจิสเตอร์เก็บข้อมูล สามารถกำหนดได้ตั้งแต่ D0000 – D1535  
 T : รีจิสเตอร์เก็บค่าของตัวตั้งเวลา (Timer) สามารถกำหนดได้ตั้งแต่ T000 - T127  
 C : รีจิสเตอร์เก็บค่าของตัวนับจำนวน (Counter) สามารถกำหนดได้ตั้งแต่ C00 – C95

### เขียนโปรแกรมคำสั่ง ตามเงื่อนไขการทำงานด้วยภาษาแลดเดอร์

การเขียนคำสั่งของโปรแกรม เป็นสิ่งสำคัญมากในการใช้เครื่อง PLC ซึ่งถือได้ว่าเป็นหัวใจของการนำเอา PLC มาใช้งาน ถ้าหากผู้เขียนโปรแกรมไม่สามารถเขียนหรือออกแบบโปรแกรมตามเงื่อนไขได้ก็ไม่สามารถที่จะนำเครื่อง PLC มาใช้งานได้นั่นเอง ในการเขียนโปรแกรมผู้อ่านจะต้องศึกษาเนื้อหาในหน่วยที่ 4 เรื่องคำสั่งพื้นฐาน ให้ชัดเจนและมีความเข้าใจก่อน จึงจะสามารถนำมาเขียนคำสั่งโปรแกรมได้ ในการเขียนคำสั่งโปรแกรมของเครื่อง PLC ยี่ห้อ Toshiba รุ่น M20 / M40 จะใช้เขียนเป็นภาษาแลดเดอร์เท่านั้นก็สามารถป้อนคำสั่งโปรแกรมลงใช้งานกับเครื่องได้แล้วส่วนเครื่อง PLC ยี่ห้อ Omron รุ่น CJ1M จะต้องนำเอาแลดเดอร์มาเปลี่ยนเป็นภาษาบูลีนจึงจะสามารถป้อนลงเครื่องได้โดย Handy Programmer แต่ถ้าหากใช้ซอฟต์แวร์ในการป้อนก็สามารถป้อนได้ด้วยแลดเดอร์ แล้วดาวน์โหลดลงเครื่องก็สามารถทำงานได้

### การเชื่อมต่ออุปกรณ์ทางภาคสัญญาณอินพุตและเอาต์พุต

เป็นการนำเอาเครื่อง PLC ที่มีการออกแบบโปรแกรมเสร็จสมบูรณ์แล้ว มาต่อสัญญาณอินพุต/เอาต์พุต ร่วมกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดแล้วในตารางการกำหนดภาคอินพุต / เอาต์พุตในการออกแบบและป้อนโปรแกรมนั้นเอง โดยในการต่อร่วมการใช้งานผู้เขียนจะได้กล่าวถึงรายละเอียดวิธีการเชื่อมต่อและวงจรต่อภาคสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต ในหน่วยที่ 7 เรื่องการประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม เพื่อให้ผู้อ่านได้ศึกษาอย่างละเอียด ในการนำเอาเครื่อง PLC ไปใช้งานได้อย่างครบถ้วนและเต็มประสิทธิภาพ

### การทดลองและตรวจสอบระบบของการทำงาน

เป็นขั้นตอนสุดท้ายของหลักการออกแบบ เพื่อตรวจสอบระบบการทำงานว่าถูกต้องตามเงื่อนไขและการทำงานของเครื่องจักรต่าง ๆ หรือไม่ โดยเฉพาะในการทำงานของตำแหน่งสัญญาณอินพุต ซึ่งเป็นอุปกรณ์จำนวน Sensor ตำแหน่งการตรวจจับต่าง ๆ จะต้องมีการทดลองให้ตรงตำแหน่งและตรวจสอบอย่างละเอียด ซึ่งจะส่งผลต่อการนำสัญญาณทางภาคอินพุตของขบวนการทำงานของระบบ โดยมีแนวทางในการตรวจสอบระบบดังนี้

### การจัดทำเอกสารประกอบ

การจัดทำเอกสารประกอบ คือการรวบรวมข้อมูลและจัดทำรายงานที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมและ PLC เช่น ความคิดริเริ่ม เป้าหมายและความต้องการของผู้ใช้ในการสร้างระบบควบคุมสาเหตุและความจำเป็นในการใช้ PC ในระบบควบคุม การทำงานของเครื่องจักรหรือ

กระบวนการอุตสาหกรรม ลักษณะและคุณสมบัติทางด้านฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบควบคุม การวางระบบงาน การวางระบบโปรแกรม การติดตั้งและการทดสอบระบบควบคุม เอกสารประกอบต้องมีข้อมูลและรายละเอียดการแก้ไขระบบควบคุมทั้งหมด เพื่อให้วิศวกร ช่างเทคนิค และพนักงานควบคุมสามารถตรวจสอบสภาพของระบบได้เมื่อมีการปรับปรุงระบบเดิม หรือสร้างระบบใหม่ที่คล้ายคลึงกัน เอกสารประกอบที่สำคัญคือ

1. รายงานการวิเคราะห์และการวางระบบงาน
2. ผังโครงสร้างระบบ
3. รายงานการวางระบบโปรแกรม
4. ผังงาน
5. ตารางตำแหน่งหน่วยอินพุต / เอาท์พุตและอุปกรณ์ภายใน
6. ผังต่อหน่วยอินพุต / เอาท์พุต
7. รายงานการทดสอบโปรแกรม
8. สำเนาโปรแกรม และ
9. โปรแกรมสำรอง

เอกสารประกอบจะจัดทำขึ้นระหว่างการออกแบบและสร้างระบบควบคุม สำเนาโปรแกรมจะถูกพิมพ์และเก็บรักษาไว้ใช้ในภายหลัง โปรแกรมสำรองคือ โปรแกรมที่เก็บในหน่วยเก็บข้อมูล เช่น หน่วยความจำ แผ่นบันทึกซีดี และหน่วยความจำสำรอง เพื่อป้องกันหน่วยความจำของ PC เมื่อโปรแกรมเดิมสูญหายหรือทำงานบกพร่อง

#### 2.4.9 หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR)

##### 2.4.9.1 อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของสัญญาณทางภาคอินพุต

อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน คือ อุปกรณ์ในการส่งสัญญาณทางภาคสัญญาณอินพุตให้กับเครื่อง PLC ซึ่งกฤษฎดา (2545:29-57) ได้จัดแบ่งอุปกรณ์ต่างๆ เช่น สวิตซ์ทุกชนิด อุปกรณ์เซนเซอร์ ต่าง ๆ เป็นต้น

##### ก) สวิตซ์ปุ่มกด (Push button switch)

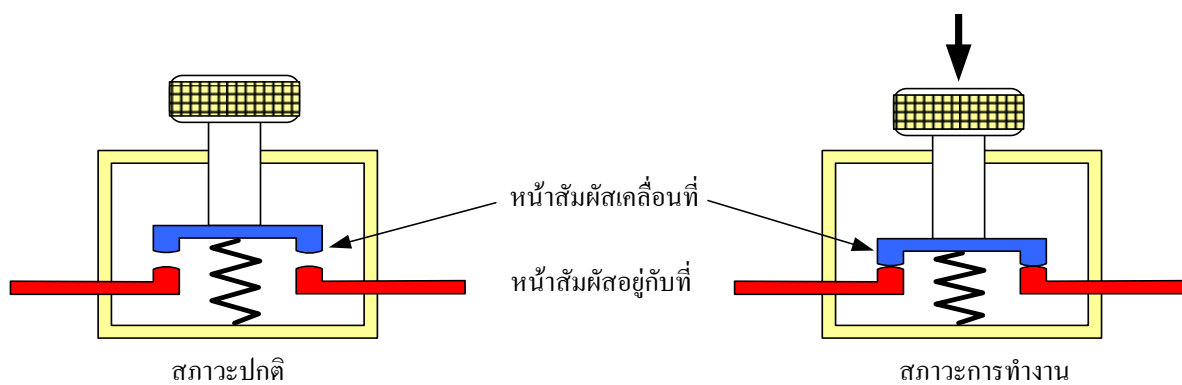
สวิตซ์ปุ่มกด (Push button switch) เป็นสวิตซ์ที่ใช้มือในการกดปุ่มทำให้น้ำสัมผัสของสวิตซ์ต่อถึงกัน และเมื่อปล่อยมือจากสวิตซ์ก็จะทำให้น้ำสัมผัสของสวิตซ์จากออกกัน มี 2 ลักษณะ ดังภาพที่ 2- 18



ภาพที่ 2-18 แสดงสวิตช์ปุ่มกด (Push button switch)

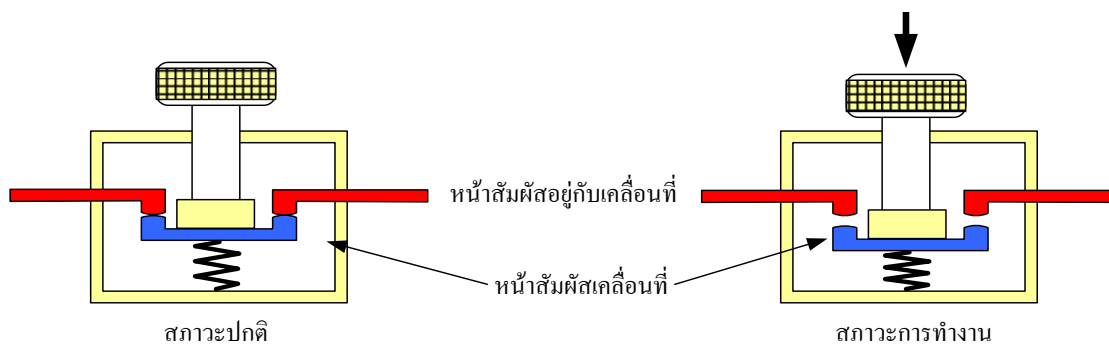
ที่มา : <http://pimchanok.fix.gs/index.php?topic=512.0>

สภาวะปกติเปิด (Normally Opened: NO) เมื่อสวิตช์ยังไม่ทำงานหน้าสัมผัสจะยังไม่ต่อกัน เมื่อกดสวิตช์หน้าสัมผัสก็จะต่อถึงกันทันที ดังภาพที่ 2- 19

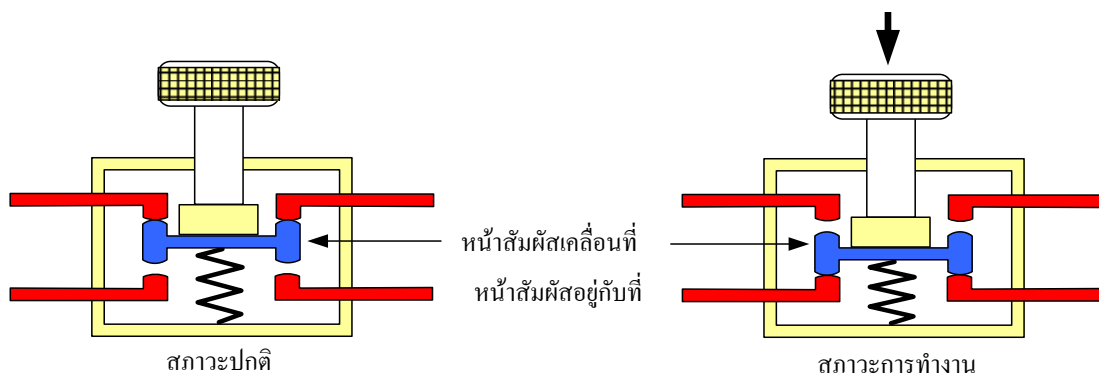


ภาพที่ 2-19 แสดงสวิตช์ปุ่มกดสภาวะปกติเปิด

สภาวะปกติปิด (Normally Closed: NC) เมื่อสวิตช์ยังไม่ทำงานหน้าสัมผัสจะยังต่อกันกัน เมื่อกดสวิตช์หน้าสัมผัสก็จะจากกันทันที ดังภาพที่ 2- 20 และ 2- 21



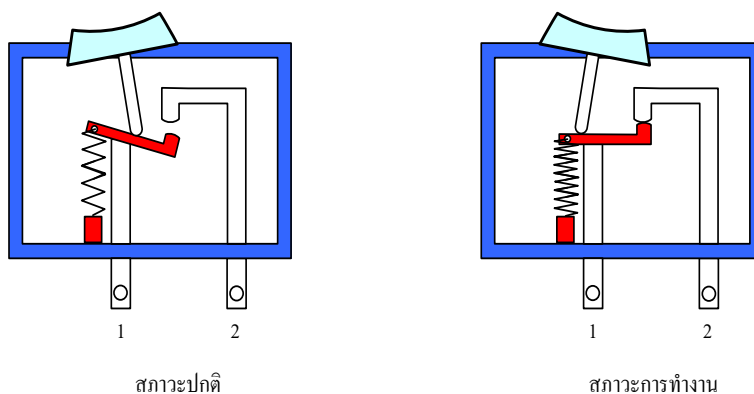
ภาพที่ 2-20 แสดงสวิตช์ปุ่มกดสภาวะปกติปิด



ภาพที่ 2-21 แสดงสวิตช์ปุ่มกดหน้าสัมผัสคู่

### ข) สวิตช์กดค้างตำแหน่ง (Toggle Switch)

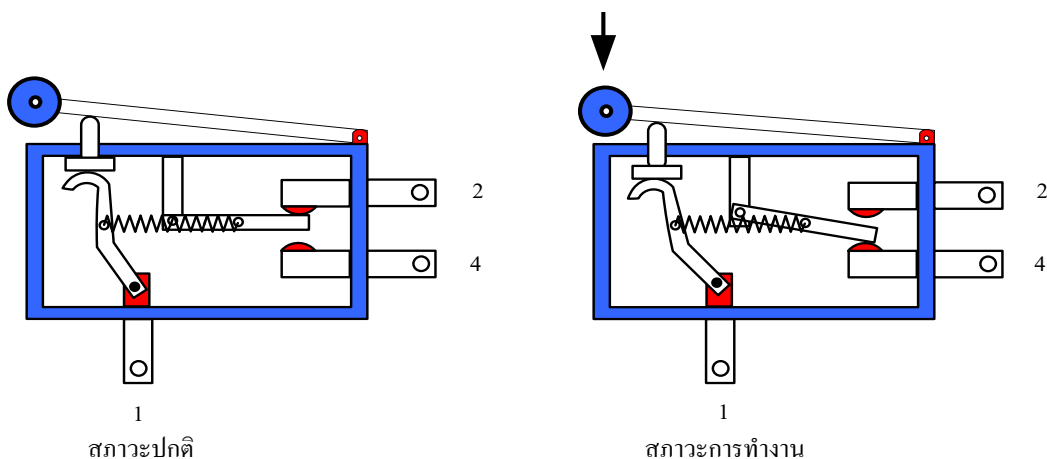
สวิตช์กดค้างตำแหน่ง (Toggle Switch) เป็นสวิตช์ที่กดเปลี่ยนตำแหน่งแล้วค้างสภาวะการทำงานไว้ และเมื่อกดสวิตช์อีกครั้งหนึ่งก็จะเป็นการคืนสภาวะตำแหน่งเดิม ดังภาพที่ 2-22



ภาพที่ 2-22 แสดงสวิตช์กดค้างตำแหน่ง (Toggle Switch)

### ค) ลิ้มิตสวิตช์ (Limit Switch)

ลิ้มิตสวิตช์ (Limit Switch) เป็นสวิตช์ที่กดด้วยกลไกจากภายนอกที่เลื่อนมากดตัวสวิตช์โดยเมื่อมีการกดสวิตช์ตำแหน่งของหน้าสัมผัสก็จะเปลี่ยนตำแหน่ง และเมื่อเลื่อนออกจากการกดสวิตช์ก็จะคืนสภาวะเดิม มีลักษณะ ดังภาพที่ 2-23



ภาพที่ 2-23 แสดงการทำงานของลิมิตสวิตช์ (Limit Switch)

2.4.9.2 อุปกรณ์เซนเซอร์ ชนิดต่าง ๆ ที่ใช้งานระบบการควบคุมในงานอุตสาหกรรม

ก) ฟร็อกซิมิตีส์วิตช์ (Proximity switch)

ฟร็อกซิมิตีส์วิตช์เป็นสวิตช์ตรวจจับวัตถุในระยะใกล้โดยไม่ต้องมีการสัมผัสของชิ้นงานฟร็อกซิมิตีส์วิตช์จะอยู่ในตระกูลเซนเซอร์แสงต่าง ๆ ซึ่งมีหลายชนิด เช่น ชนิดคาปาซิทีฟ ฟร็อกซิมิตีส์วิตช์, ชนิดเหนี่ยวนำ (Inductive proximity switch) ซึ่งฟร็อกซิมิตีส์วิตช์สามารถตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะและอโลหะได้ โดยเราสามารถเลือกประเภทของการใช้งานได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานสามารถนำเอาฟร็อกซิมิตีส์วิตช์ ไปจัดแยกประเภทของชิ้นงานที่เป็นวัตถุประเภทต่างๆที่เป็นโลหะและอโลหะได้ ซึ่งสามารถตรวจจับวัตถุ เช่น เหล็ก สแตนเลส , ทองเหลือง , อะลูมิเนียม , ทองแดง เป็นต้น ส่วนชนิดเก็บตัวประจุจะเหมาะสำหรับการตรวจจับวัตถุที่เป็นไม้ แก้ว PVC น้ำ เป็นต้น มีลักษณะดังภาพที่ 2-24



ภาพที่ 2-24 แสดงฟร็อกซิมิตีส์วิตช์ (proximity switch)

ที่มา : [http://www.tootoo.com/buy-proximity\\_sensor/](http://www.tootoo.com/buy-proximity_sensor/)

1. อินдукทีฟเซนเซอร์ (Inductive Sensor) เป็นอุปกรณ์เซนเซอร์ที่ทำงานโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานภายในเซนเซอร์และใช้การตรวจจับวัตถุที่เป็น โลหะมีลักษณะดังภาพที่ 2-25



ภาพที่ 2-25 แสดงลักษณะและการทำงานของอินдукทีฟเซนเซอร์

ที่มา : <http://ambikaelectricals.com/proximityswitchhome>

หลักการทำงาน บริเวณส่วนหัวจะสร้างสนามแม่เหล็ก แล้วส่งอำนาจแม่เหล็กไปยังวัตถุที่ต้องการตรวจสอบซึ่งเป็นโลหะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ค่าการเหนี่ยวนำขึ้นในวงจรตรวจจับเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจะส่งสัญญาณไปขยายให้สูงขึ้นเพื่อต่อไปยังอุปกรณ์ควบคุมภายนอก

การนำไปใช้งาน ใช้ตรวจจับชิ้นงานที่เป็นโลหะโดยใช้แทนลิมิตสวิตช์ ใช้ในงานเกี่ยวกับการนับจำนวนการแยกประเภทชิ้นงาน และการตรวจสอบตำแหน่ง เป็นต้น

2. คาปาซิทีฟเซนเซอร์ (Capacitive Sensor) เป็นอุปกรณ์เซนเซอร์ที่ทำงานโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงค่าความจุภายในเซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับวัตถุที่เป็นสื่อไฟฟ้า

หลักการทำงาน บริเวณส่วนหัวจะสร้างสนามแม่เหล็ก แล้วส่งอำนาจแม่เหล็กไปยังวัตถุที่ต้องการตรวจสอบซึ่งเป็นสื่อไฟฟ้า ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความจุทางไฟฟ้า การนำไปใช้งาน ใช้ตรวจจับชิ้นงานที่เป็นโลหะ หรือวัตถุที่เป็นสื่อไฟฟ้าในภาพของตรวจจับระยะทาง การนับจำนวน การแยกประเภทชิ้นงาน และการตรวจสอบตำแหน่ง เป็นต้นมีลักษณะดังภาพที่ 2-26



ภาพที่ 2-26 แสดงลักษณะของคาปาซิทีฟเซนเซอร์

ที่มา : <http://www.ferret.com.au/n/Noise-immune-capacitive-sensors-n707912>

#### ข) โฟโต้สวิตช์ (Photo switch)

โฟโต้สวิตช์เป็นสวิตช์ตรวจจับที่อาศัยหลักการเปลี่ยนสัญญาณแสงมาเป็นสัญญาณไฟฟ้าซึ่งจะมีแสงเป็นแสงชนิดอินฟราเรด (infrared) โฟโต้สวิตช์จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ

1. ตัวส่งสัญญาณแสง
2. ตัวรับสัญญาณแสง
3. วงจรขยาย และหน้าสัมผัส

ตัวส่งสัญญาณแสงจะส่งสัญญาณแสงมายังตัวรับสัญญาณ ซึ่งตัวรับสัญญาณจะแปลงแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งไปยังวงจรขยาย เพื่อให้วงจรเปลี่ยนสถานะของหน้าสัมผัส โดยโฟโต้สวิตช์มีหลายแบบด้วยกัน เช่น แบบตัวรับตัวส่งแยกกัน ,แบบสะท้อนแสง ,แบบก้ามปู,แบบตรวจจับระยะไกล เป็นต้น ดังภาพที่ 2-27

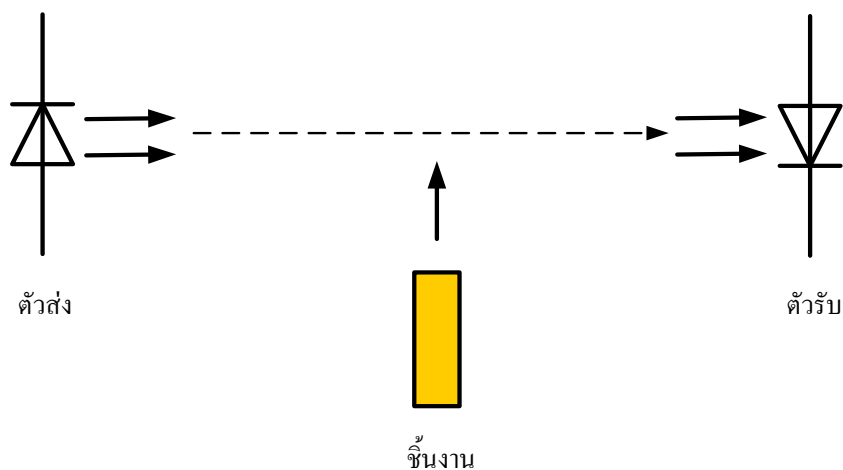


ภาพที่ 2-27 โฟโต้สวิตช์ (photo switch)

ที่มา : <http://mechatronics4u.igetweb.com/index.php?mo=28&id=63999>

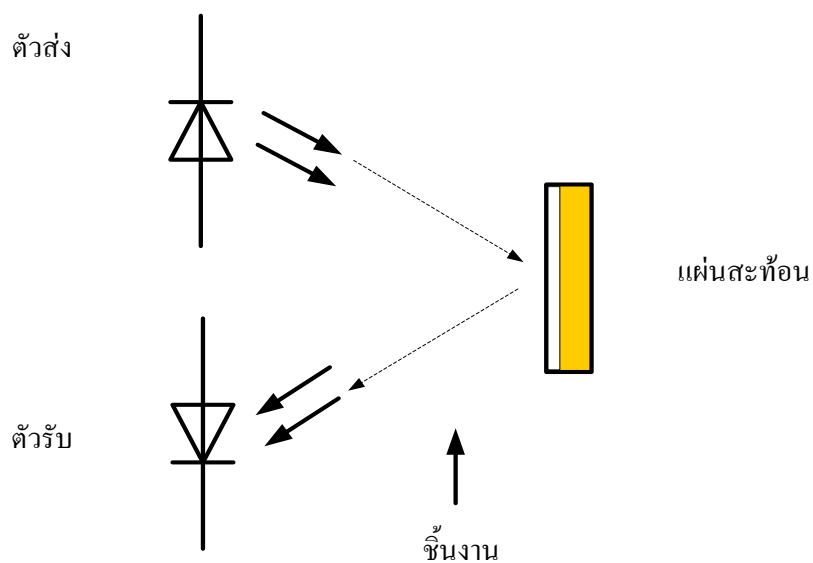
หลักการทํางานโฟโต้เซนเซอร์ใช้แสงเป็นตัวตรวจจับชิ้นงาน นิยมใช้แสงสีแดงและแสงอินฟราเรดมีอยู่หลายชนิดด้วยกันซึ่งการนำไปใช้งานใช้ตรวจจับชิ้นงานต่างๆ ในงานเกี่ยวกับการนับจำนวนการแยกประเภทชิ้นงาน และการตรวจสอบตำแหน่ง ที่สามารถสะท้อนแสงได้ทุกชนิดซึ่งมีลักษณะดังนี้

1. โฟโต้เซนเซอร์แบบแยกตัวรับและตัวส่ง (Through beam ) ดังภาพที่ 2-28



ภาพที่ 2-28 แสดงการทํางานของโฟโต้สวิตช์แบบแยกตัวรับ- ตัวส่ง

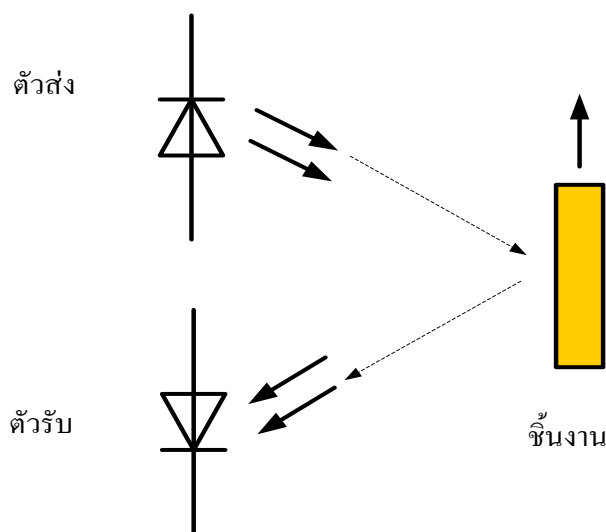
2. โฟโต้สวิตช์แบบใช้แผ่นสะท้อน (Retro reflective) ดังภาพที่ 2-29



ภาพที่ 2-29 แสดงการทํางานของโฟโต้สวิตช์แบบใช้แผ่นสะท้อนแสง



### 3. โฟโตสวิตช์แบบสะท้อนกับวัตถุ (Diffuse reflective) ดังภาพที่ 2-30



ภาพที่ 2-30 แสดงการทำงานของโฟโตสวิตช์แบบสะท้อนกับวัตถุ

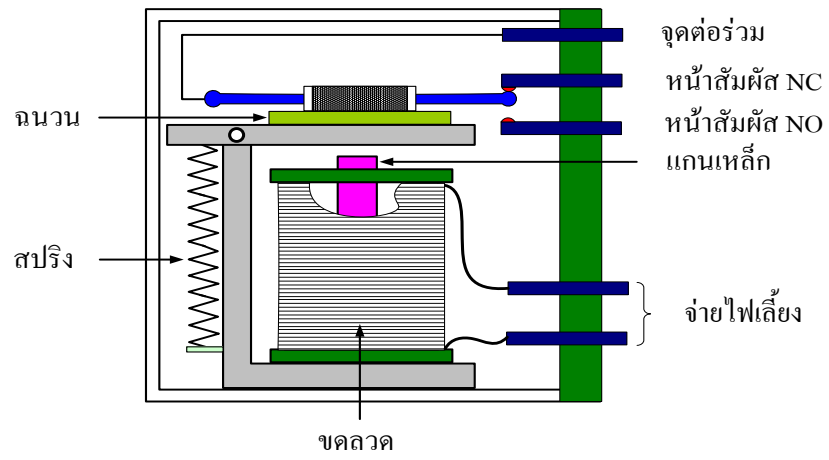
การนำไปใช้งาน ใช้ตรวจจับชิ้นงานต่าง ๆ ในงานเกี่ยวกับการนับจำนวน การแยกประเภทชิ้นงาน และการตรวจสอบตำแหน่ง ที่สามารถสะท้อนแสงได้ทุกชนิด

#### 2.4.9.3 อุปกรณ์การทำงานของภาคสัญญาณเอาต์พุต

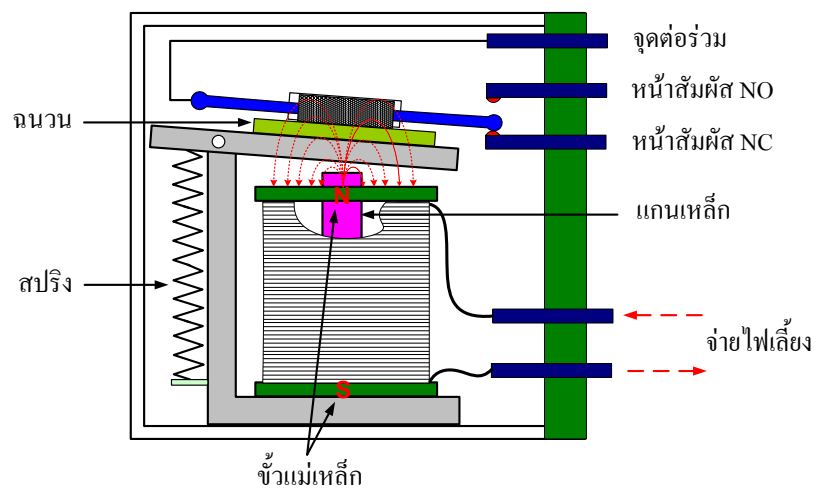
อุปกรณ์ทำงานของภาคสัญญาณเอาต์พุต เป็นอุปกรณ์ในการต่อวงจรร่วมกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เราต้องการให้ทำงาน โดยมีอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น รีเลย์ , คอนแทกเตอร์ , โซลินอยด์วาล์ว ซึ่งอุปกรณ์จำพวกนี้จะต้องนำไปต่อเข้ากับอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น มอเตอร์ , หลอดไฟ และอื่น ๆ

##### ก) รีเลย์ (Relay)

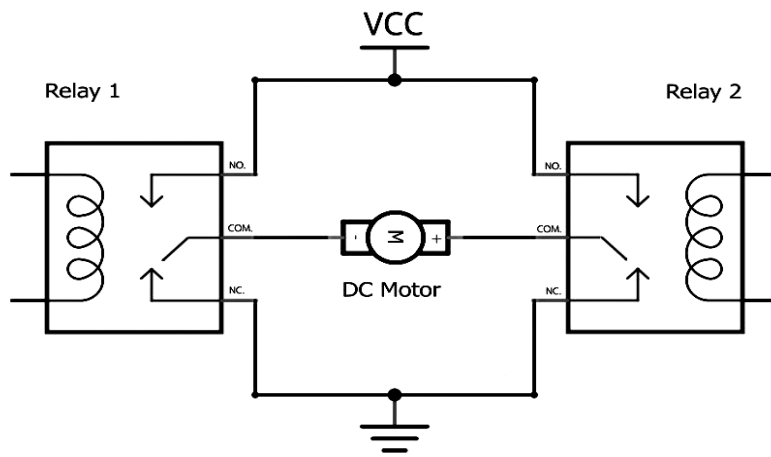
รีเลย์ (Relay) หมายถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดต่อวงจรไฟฟ้าเป็นลักษณะการทำงานที่อาศัยหน้าสัมผัสเป็นลักษณะคล้ายสวิตช์ โดยหน้าสัมผัสจะทำงานโดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดไฟฟ้า หรือคอยล์ในตัวรีเลย์ ใช้สำหรับระบบไฟฟ้ากระแสตรงที่มีแรงดันต่ำขนาด 24 โวลต์ ลงมา ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนคือ ขดลวดและหน้าสัมผัส ดังภาพที่ 2-31, 2-33 และ 2-33



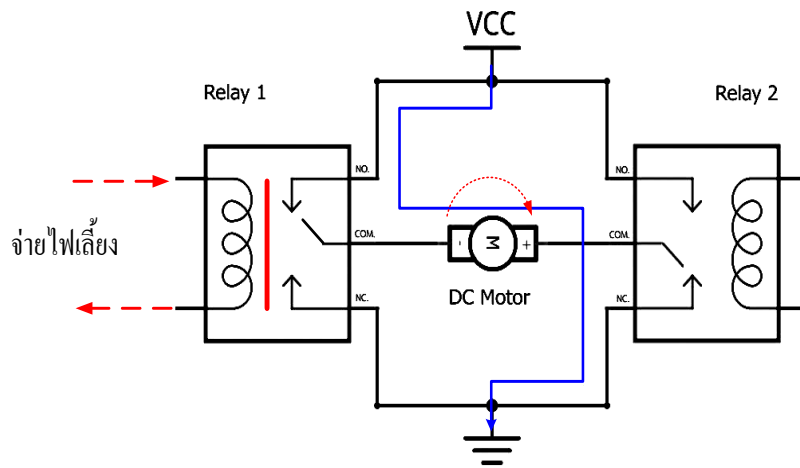
ภาพที่ 2-31 แสดงรีเลย์ไฟฟ้า



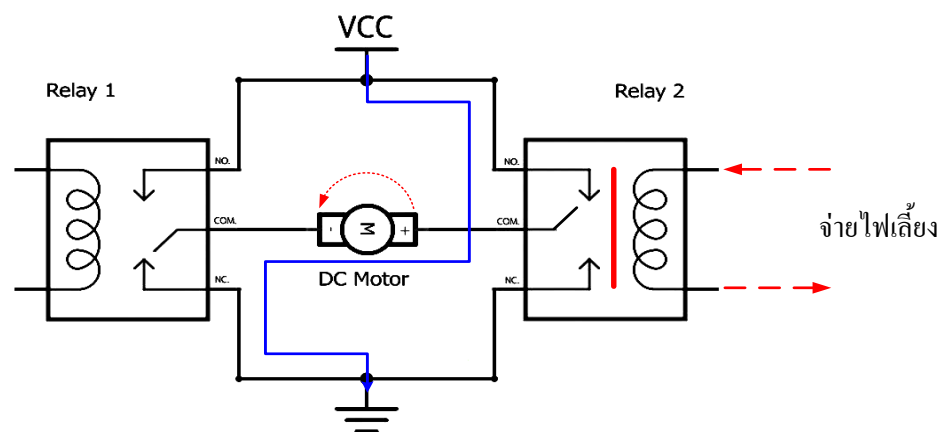
ภาพที่ 2-32 แสดงการทำงานของรีเลย์ไฟฟ้า



สภาวะปกติ



มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา



มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา

ภาพที่ 2-33 แสดงการนำรีเลย์ไฟฟ้าไปประยุกต์ใช้กับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

### ข) หลอดไฟแสดงผล (Lamp)

หลอดไฟแสดงผลการทำงานเป็นหลอดไฟที่ใช้แสดงภาวะของการควบคุม เช่น การควบคุมการเริ่มต้น – หยุดเดิน มอเตอร์ เพื่อให้รู้ถึงสภาพการทำงานของเครื่องจักรต่าง ๆ เป็นต้น ภาพที่ 2-34 แสดงรูปร่างภายนอกและโครงสร้างภายในของหลอดแสดงผล หลอดแสดงผลจะประกอบด้วยหลอดที่อยู่ภายในฝาคกรอบที่ทำเป็นเลนส์สีต่าง ๆ ด้านล่างจะเป็นวงจรที่ทำหน้าที่ลดแรงดันไฟเพื่อจ่ายให้หลอดซึ่งภายในเป็นหม้อแปลงขนาดเล็ก



ภาพที่ 2-34 แสดงรูปร่างภายนอกและโครงสร้างภายในของหลอดแสดงผล

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการที่ผู้ศึกษาวิจัยได้ทำการอ่าน ศึกษาทำความเข้าใจตลอดจนเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ การสร้าง การพัฒนาสื่อการเรียน การสอนประเภทชุดทดลองในรูปแบบต่างๆ ตลอดจนการศึกษาสภาพการใช้งานจริง เพื่อศึกษา ข้อมูลที่เกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี หลักการ ระเบียบวิธีวิจัย ตัวแปรที่ใช้ประกอบในการศึกษาหรือเรื่อง อื่นใด แล้วนำมาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

อาคม ลักษณะสกุล (2547 : 67) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพนวัตกรรม การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เรื่อง การโปรแกรมและการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงช่างไฟฟ้า เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ผลการวิจัยพบว่า นวัตกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.41/81.53 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

อลงกรณ์ หาญรินทร์ (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาและหาประสิทธิภาพ ชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตร

วิชาชีพชั้นสูง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ผลการวิจัยพบว่า ชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.7/83.1 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

พรชัย อุ่มอั่งวะ (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อพัฒนาชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อศึกษาคุณภาพของชุดทดลอง และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า ชุดทดลองชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82/80.75 ผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และมีความพึงพอใจที่ได้เรียนจากชุดทดลองในระดับมาก

ชัยสิทธิ์ ลัดดาหอม (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง เรื่อง สวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลาย เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง เรื่อง สวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลาย เพื่อ หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ชุดทดลองเรื่อง สวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลาย ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.60/83.41 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ 80/80

ประวิทย์ อัครอังกูร (2548 : 53) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกการเขียนโปรแกรมเครื่องคัดแยกขนาดชิ้นงานโดยใช้ Sensors เป็นตัวตรวจสอบควบคุมโดยพีแอลซี เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ผลการวิจัยพบว่า ชุดการฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 93.33/84.46 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

สันติ เบ็ญจศิลป์ (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการ วิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่อง หลักการของเครื่องวัดพื้นฐานทางไฟฟ้า มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่อง หลักการของเครื่องวัดพื้นฐานทางไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546) สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือชุดการสอนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า โดยนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 26 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจงจากนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 2 สาขางานไฟฟ้า ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 การเก็บรวบรวมข้อมูลได้จาก คะแนนการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนกับคะแนนทดสอบหลังเรียนของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างแล้วนำไปหาประสิทธิภาพชุดการสอน E1/E2 และวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนการทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างด้วยการทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.23/80.64 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ชุดการสอนที่สร้างขึ้นนี้ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าได้

ศุภชัย ปลายเนตร (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการควบคุมแพลนผสมคอนกรีตด้วย PLC หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานไฟฟ้า วิทยาลัยการอาชีพชาตุนพนม มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการควบคุม แพลนผสมคอนกรีตด้วย PLC การดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้นำชุดสาธิตที่สร้างขึ้น ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาไฟฟ้ากำลัง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 20 คน โดยคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง การเริ่มจากการทำแบบทดสอบความรู้เดิม (Pre-test) ของกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นจึงทำการสอนด้วยชุดสาธิตพร้อมกับให้ทำแบบฝึกหัดเพื่อวัดความก้าวหน้าเมื่อเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว จึงให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบความรู้หลังเรียน (Post-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หลังจากนั้นจึงนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบมาทำการคำนวณ หาประสิทธิภาพของชุดการสอนด้วยค่า  $E_1/E_2$  และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนระหว่างการสอน โดยใช้ชุดสาธิตกับการสอนโดยไม่ใช้ชุดสาธิตด้วยสถิติ (t - test)

ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดสาธิตที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.50/89.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80 / 80 และหลังจากสอนด้วยชุดสาธิตที่สร้างขึ้นผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนโดยไม่ใช้ชุดสาธิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ยุทธนา นารายณะคามิน (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการสร้างชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการควบคุมแขนกลด้วย PLC เพื่อสร้างชุดทดลองการควบคุมแขนกลด้วย PLC เพื่อศึกษาคุณภาพของชุดทดลองและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้เรียนผลการวิจัยพบว่า ชุดทดลองการควบคุมแขนกลด้วย PLC ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.42/80.39 ผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

วสันต์ ลีละธนาฤกษ์ (2549 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี ชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 การดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้นำชุดฝึกที่สร้างขึ้นไป ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (หลักสูตรต่อเนื่อง 2-3 ปี) ชั้นปีที่ 3 ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียน วิชาการควบคุมอัตโนมัติ รหัสวิชา 210252 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 12 คน โดยคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง

ผลของการวิจัยจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน ต่อชุดฝึกเขียนโปรแกรม กระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี ได้ค่าเฉลี่ยรวม ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.190 (มาก) และประสิทธิภาพของชุดฝึกเขียนโปรแกรมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี เท่ากับ 82.5/80.38 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80 / 80

มนัส ปุญงาม (2549 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรมมีวัตถุประสงค์ เพื่อ(1)เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพ การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม การดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้นำชุดฝึกที่สร้างขึ้นไป ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้สมัครเข้ารับการ ฝึกอบรม จำนวน 20 คน ซึ่งจัดฝึกอบรม ณ โรงเรียนเทคโนโลยีแหลมทอง จังหวัด ปทุมธานี ระหว่างวันที่ 24-25 มีนาคม 2550 โดยในระหว่างการเรียนให้ผู้เข้ารับการอบรมทำแบบฝึกหัด ทำบทยเรียนของทุกหัวเรื่อง และทำแบบทดสอบหลังบทเรียนเมื่อจบทุกหัวข้อเนื้อหาวิชาแล้ว หลังจากนั้นได้นำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพชุดการสอน

ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกอบรมเรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.66/79.66 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ คือ 80 / 80

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่ จะเป็นการสร้างและการหาประสิทธิภาพของ ชุดทดลอง เพื่อใช้เป็นที่ประกอบการเรียนการสอน โดยการนำไปใช้ในการทดลองเพื่อศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้เนื้อหาวิชาในหลักสูตร ใช้กระบวนการสอนที่หลากหลายโดยเฉพาะ รายวิชาอุตสาหกรรม ผลจากการศึกษาวิจัยส่วนใหญ่พบว่า การใช้ชุดทดลองที่สร้างหรือพัฒนาขึ้น ใหม่นั้นทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับการสอน ด้วยวิธีการสอนแบบปกติทั่วไป จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะสร้างและพัฒนา ชุดทดลองเพื่อใช้เป็นที่ประกอบการเรียนการสอนซึ่งจะช่วยให้ ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ สูงขึ้น โดยจัดสร้าง และพัฒนาขึ้นวัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการในรูปแบบของชุดการสอน ประเภทชุดทดลอง เพื่อนำไปใช้เป็นที่ประกอบการเรียนการสอนของนักเรียนในรายวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาต่อไป

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รายวิชาการระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัส 3104-2006 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขางานไฟฟ้ากำลังวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ประจำปีภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

- 3.1 ศึกษาข้อมูลเพื่อเตรียมการวิจัย
- 3.2 การกำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 ขั้นตอนดำเนินการทดลองและรวบรวมข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### 3.1 ศึกษาข้อมูลเพื่อเตรียมการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการวิจัย โดยศึกษาคำอธิบายรายวิชาการระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ประกอบการวิเคราะห์หัวข้อเรื่องและเนื้อหาสำคัญ (รายละเอียดของคำอธิบายรายวิชาแสดงไว้ในภาคผนวก ก หน้า 119 )

#### 3.2 การกำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร คือนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.)ชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 สาขางานไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัส 3104-2006 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 กลุ่ม 44 คน

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขางานไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัส 3104-2006 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 21 คน



### 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 3.3.1 การสร้างใบงานชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม
- 3.3.2 การออกแบบและสร้างชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม
- 3.3.3 การสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.3.4 การสร้างคู่มือครู
- 3.3.5 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

#### 3.3.1 การสร้างใบงานชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

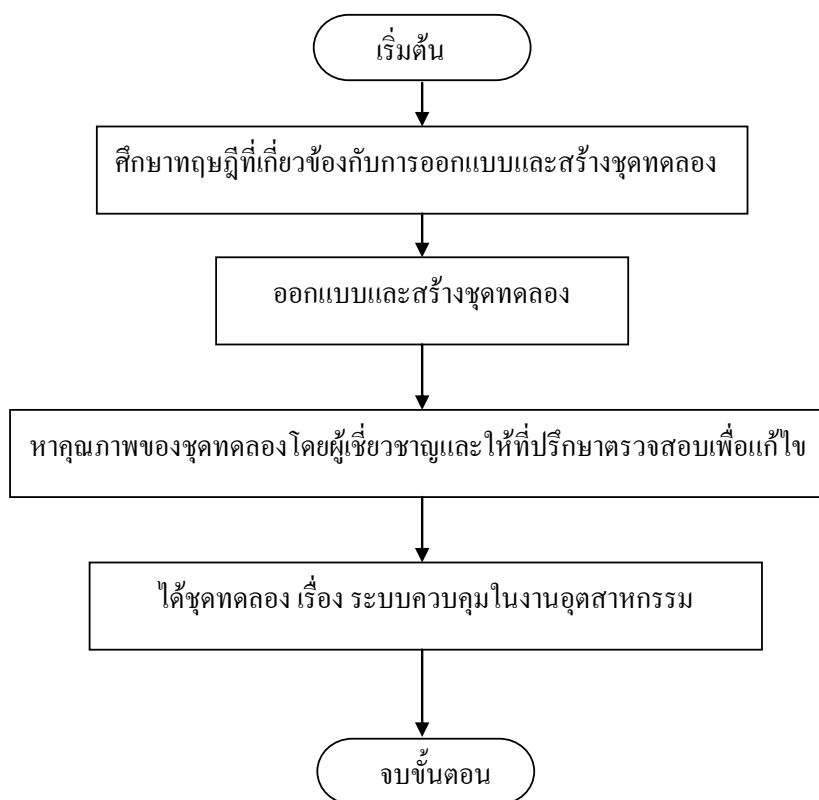
ผู้วิจัยได้ศึกษาและออกแบบสร้างใบงานดังนี้ ได้ทำการศึกษาเนื้อหาวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมจากคำอธิบายรายวิชา ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2557 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยแบ่งหน่วยการเรียนรู้ดังแสดงในภาคผนวก ก. (หน้า 119) ซึ่งผู้วิจัยได้นำหน่วยที่ 4 เรื่อง คำสั่งพื้นฐาน หน่วยที่ 5 หลักการเขียนโปรแกรมของ PLC หน่วยที่ 6 หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ ตรวจจับ (SENSOR) และหน่วยที่ 7 การประยุกต์ใช้งานในงานอุตสาหกรรม ในเรื่อง การคัดแยกชิ้นงานโดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม มาทำการวิจัยในครั้งนี้ เนื่องจากต้องให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติการทดลองเพื่อนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาหน่วยที่ 1 ถึง 3 มาฝึกปฏิบัติให้เกิดความเข้าใจและความชำนาญ ใบงานที่ทำการทดลองในครั้งนี้ได้ทำการทดลองจำนวน 5 การทดลองดังนี้

1. ใบงานที่ 13 การเชื่อมต่อสัญญาณโพโต้สวิทช์แบบแยกตัวรับ - ตัวส่ง (Thu - Beam Sensor) กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม
  2. ใบงานที่ 14 การเชื่อมต่อสัญญาณโพโต้สวิทช์แบบสะท้อนวัตถุ (Diffuse Reflective) กับชุดทดลอง
  3. ใบงานที่ 16 การเชื่อมต่อสัญญาณพร็อกซิมีตี้สวิทช์แบบคาปาซิทีฟ (Capacitive Proximity Switch) กับชุดทดลอง
  4. ใบงานที่ 17 การเชื่อมต่อสัญญาณพร็อกซิมีตี้สวิทช์แบบอินดักทีฟ (Inductive Proximity Switch) กับชุดทดลอง
  5. ใบงานที่ 18 การคัดแยกชิ้นงานโดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม
- จากนั้นได้ดำเนินการสร้างใบงานการทดลอง และทดลองใช้กับชุดทดลองที่สร้างขึ้นแล้ว นำเสนอที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบรายนามชื่อผู้เชี่ยวชาญและแบบประเมินความเหมาะสมแสดงในภาคผนวก ฉ. (หน้า 226 ) พร้อมกับนำมาปรับปรุงก็จะได้ใบงานการทดลองที่มีคุณภาพเพื่อนำไป ใช้เก็บข้อมูลการวิจัยต่อไป

### 3.3.2 การออกแบบและสร้างชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

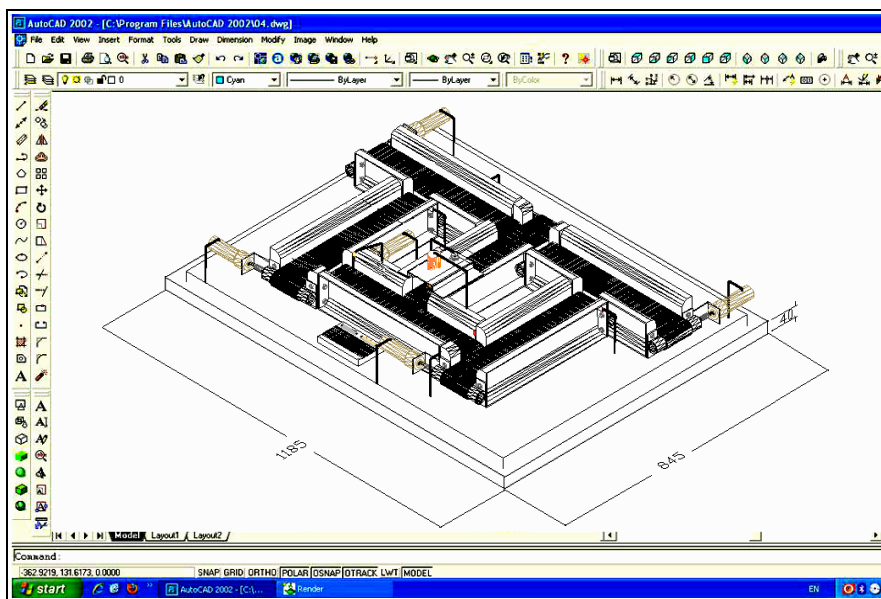
ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและสร้างชุดทดลอง เรื่อง ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ซึ่งมีขั้นตอนดังแสดงในภาพที่ 3-1 ลำดับแรกได้ทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างสื่อการสอนประเภทชุดทดลอง จากนั้นดำเนินการออกแบบสร้างชุดทดลอง ซึ่งได้กำหนดกรอบเนื้อหาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ของใบงานการทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยแบ่งเนื้อหาเป็นหัวข้อ 5 การทดลองดังนี้

1. ใบงานที่ 13 การเชื่อมต่อสัญญาณโฟโตสวิตช์แบบแยกตัวรับ - ตัวส่ง (Thu - Beam Sensor) กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม
2. ใบงานที่ 14 การเชื่อมต่อสัญญาณโฟโตสวิตช์แบบสะท้อนวัตถุ (Diffuse Reflective) กับชุดทดลอง
3. ใบงานที่ 16 การเชื่อมต่อสัญญาณพร็อกซิมีตี้สวิตช์แบบคาปาซิทีฟ (Capacitive Proximity Switch) กับชุดทดลอง
4. ใบงานที่ 17 การเชื่อมต่อสัญญาณพร็อกซิมีตี้สวิตช์แบบอินดักทีฟ (Inductive Proximity Switch) กับชุดทดลอง
5. ใบงานที่ 18 การคิดแยกชิ้นงานโดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

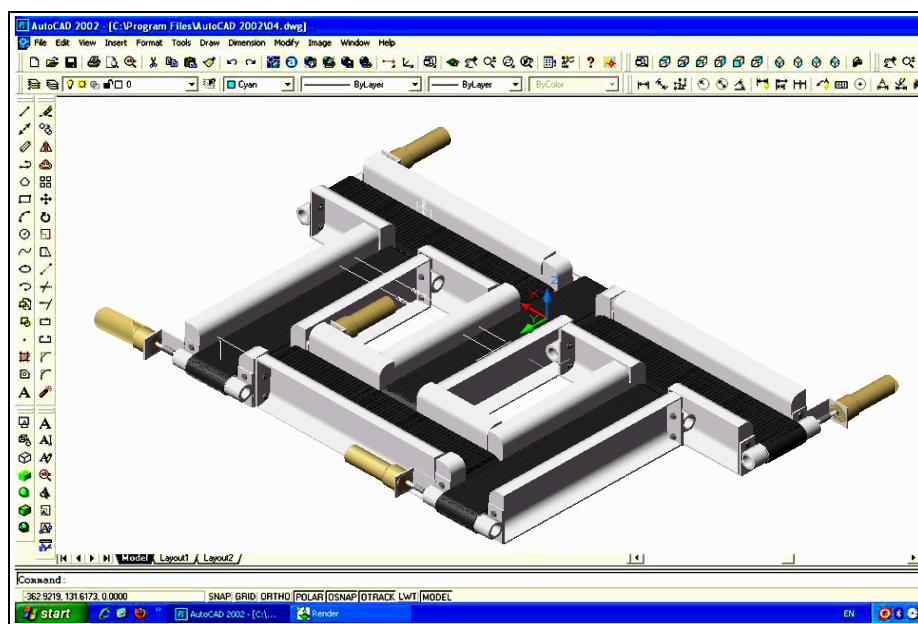


ภาพที่ 3-1 แสดงขั้นตอนการออกแบบและสร้างชุดทดลอง

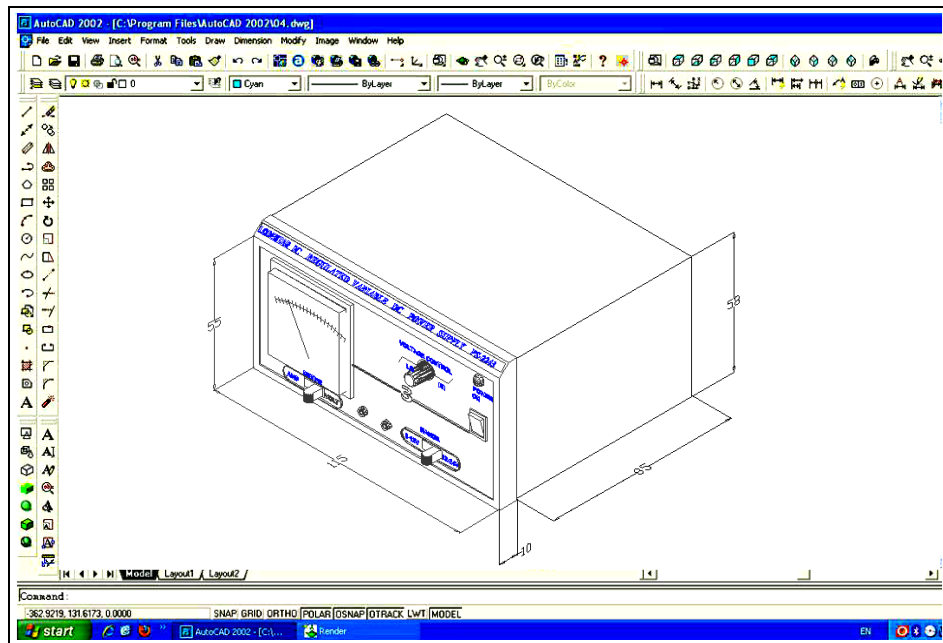
ซึ่งในแต่ละหัวข้อการทดลองจะออกแบบให้อยู่ในแผงทดลองเดียวกัน โดยมีเส้นเป็นสัดส่วนตามของภาคสัญญาณอินพุต และเอาต์พุตในการทดลอง ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการเรียนการสอน ดังรายละเอียดการออกแบบวงจรและตำแหน่งอุปกรณ์ต่าง ๆ แล้วดำเนินการสร้างชุดทดลองต้นแบบ ดังแสดงในภาพที่ 3-2 ถึง 3-21



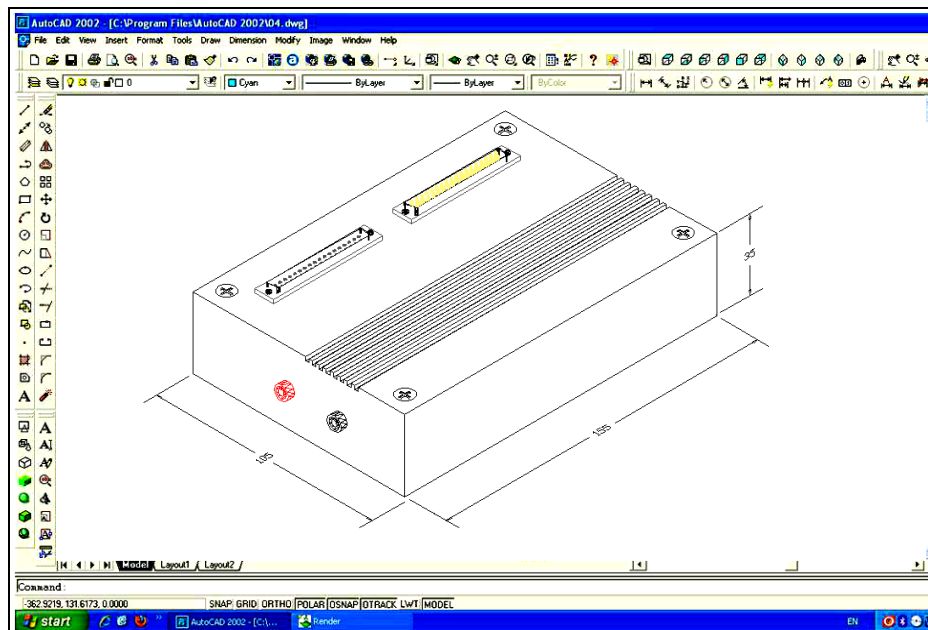
ภาพที่ 3-2 แสดงการออกแบบชุดทดลองโดยใช้โปรแกรม Auto CAD 3D



ภาพที่ 3-3 แสดงแบบชุดทดลองเสมือนจริงตามต้นแบบสามมิติ

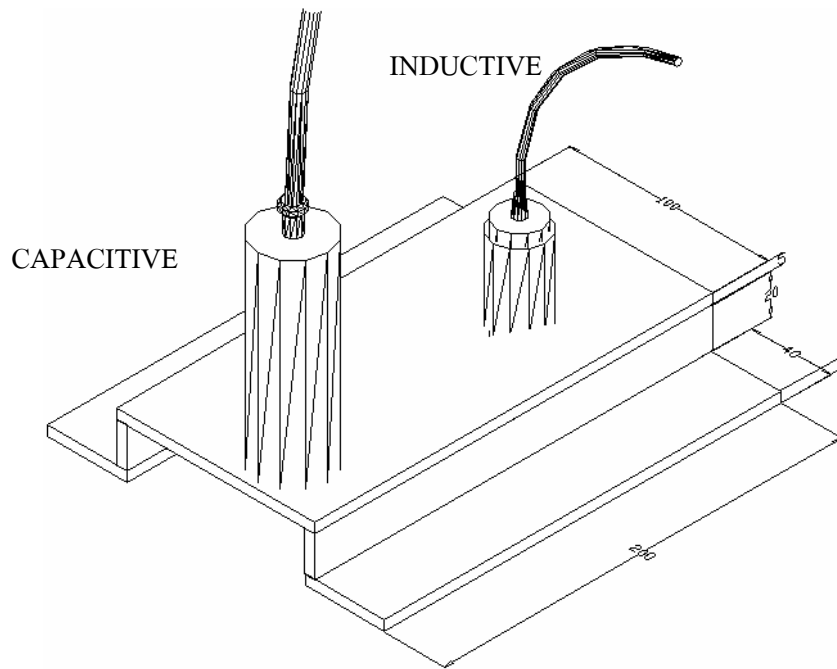


ภาพที่ 3-4 แสดงการออกแบบแหล่งจ่ายขนาด 5A สำหรับชุดทดลอง

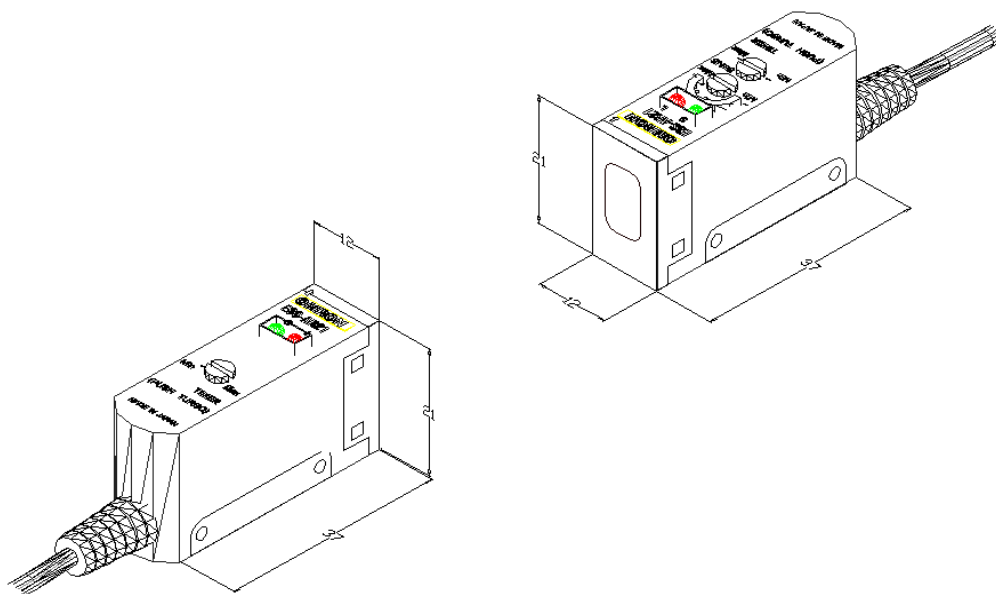


ภาพที่ 3-5 แสดงการออกแบบกล่องเชื่อมต่อระบบสายสัญญาณอินพุตและเอาต์พุต

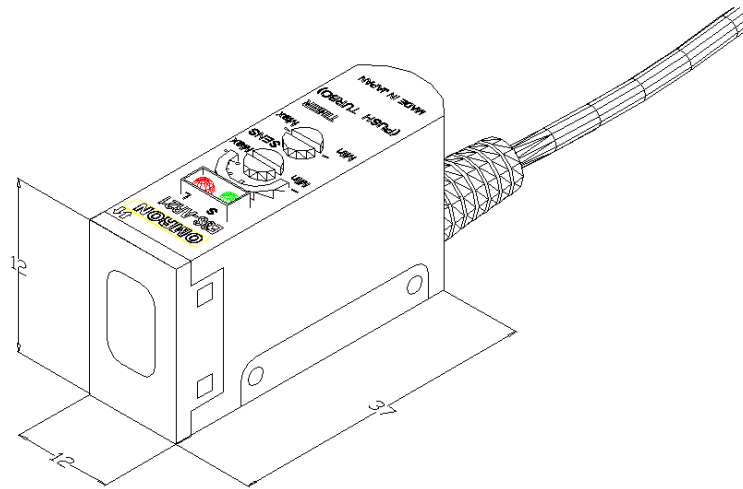




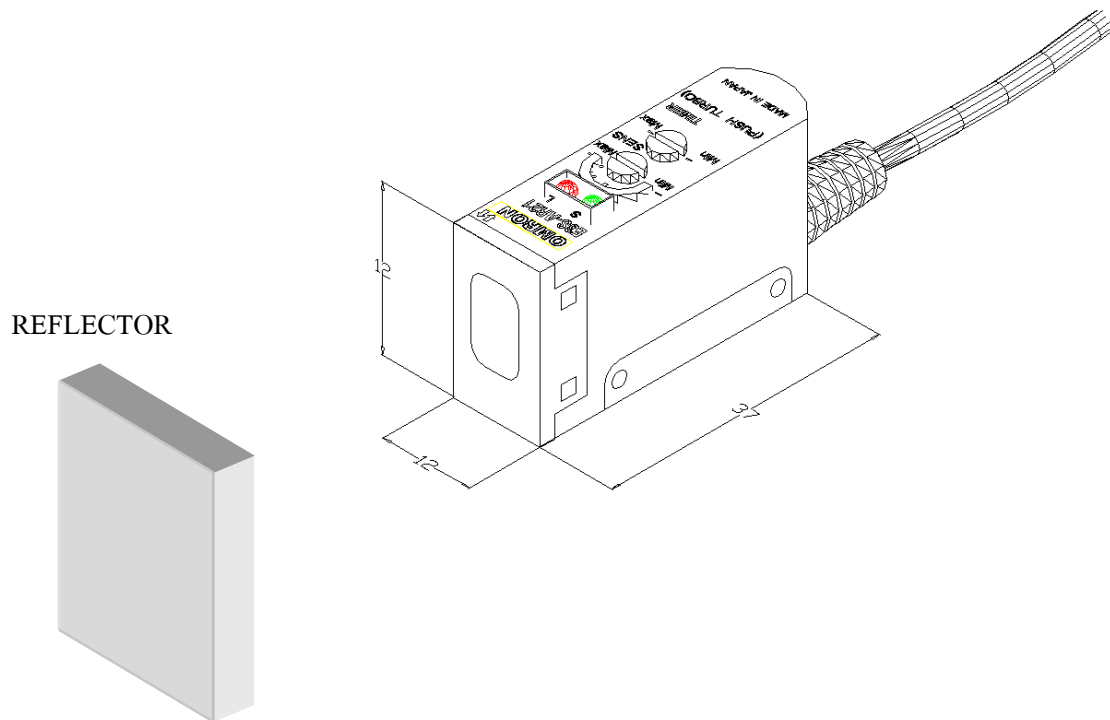
ภาพที่ 3-8 การออกแบบ CAPACITIVE AND INDUCTIVE PROXIMITY SWITCH SENSOR



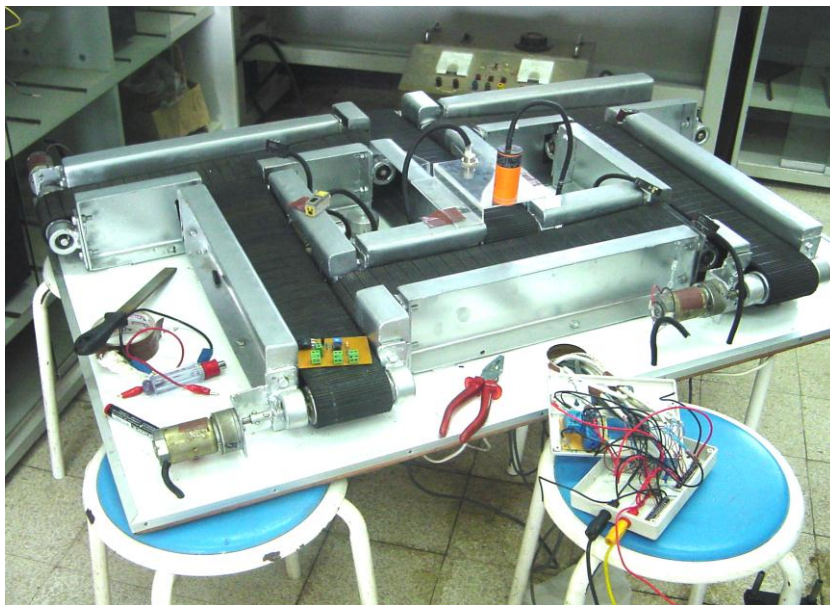
ภาพที่ 3-9 การออกแบบ PHOTO ELECTRIC SENSOR TYPE THROUGH-BEAM



ภาพที่ 3-10 การออกแบบ PHOTO ELECTRIC SENSOR TYPE DIFFUSE REFLECTIVE



ภาพที่ 3-11 การออกแบบ PHOTO ELECTRIC SENSOR TYPE RETRO REFLECTIVE

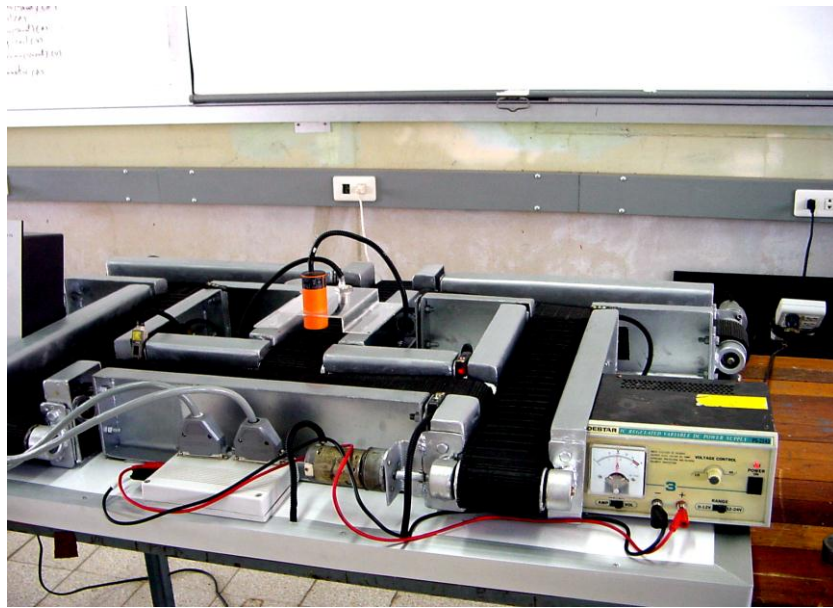


ภาพที่ 3-12 แสดงการสร้างชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมตามแบบ

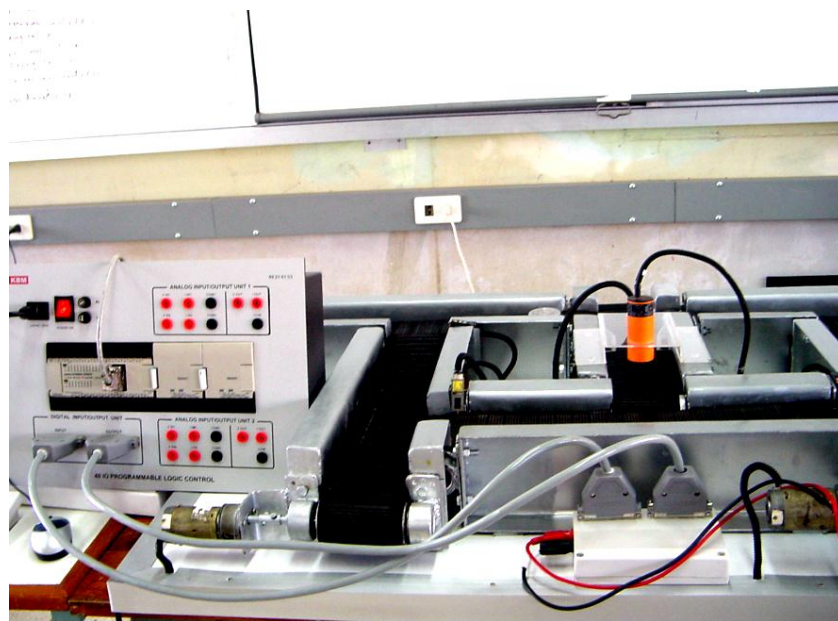


ภาพที่ 3-13 แสดงการต่อวงจรของชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม





ภาพที่ 3-14 แสดงชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ที่เสร็จสมบูรณ์



ภาพที่ 3-15 แสดงการต่อวงจรของชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมกับ PLC



ภาพที่ 3-16 แสดงการต่อใช้งานชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม



ภาพที่ 3-17 แสดงการทดลองใช้ชุดทดลองร่วมกับเครื่อง PLC กับนักเรียนที่เรียนในรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์



ภาพที่ 3-18 แสดงการทดลองใช้ชุดทดลองกับนักเรียนที่เรียนในรายวิชาการ โปรแกรม และควบคุมไฟฟ้า



ภาพที่ 3-19 การทดลองใช้ชุดทดลองร่วมกับเครื่อง PLC กับนักเรียนที่เรียนในรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า ณ วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก



ภาพที่ 3-20 แสดงการทดลองใช้ชุดทดลองร่วมกับเครื่อง PLC กับนักศึกษาที่เรียนมาแล้ว



ภาพที่ 3-21 แสดงการทดลองใช้ชุดทดลองกับนักศึกษาที่เรียนมาแล้วจากสถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์

เมื่อชุดทดลองเสร็จสมบูรณ์แล้วก็นำเอาชุดทดลองไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเภทสื่อการสอนได้ทำการตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ ดังภาพที่ 3-22 ถึง 3-25



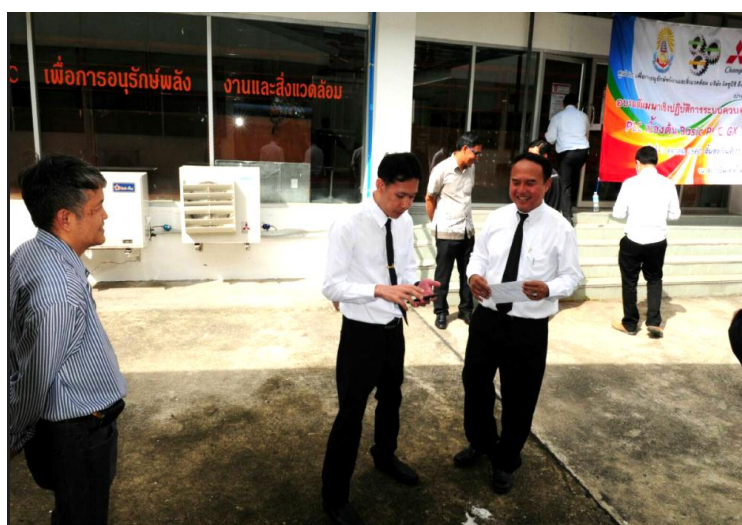
ภาพที่ 3-22 แสดงการนำเสนอเอกสารและสื่อเคลื่อนไหวกับผู้เชี่ยวชาญสถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน



ภาพที่ 3-23 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

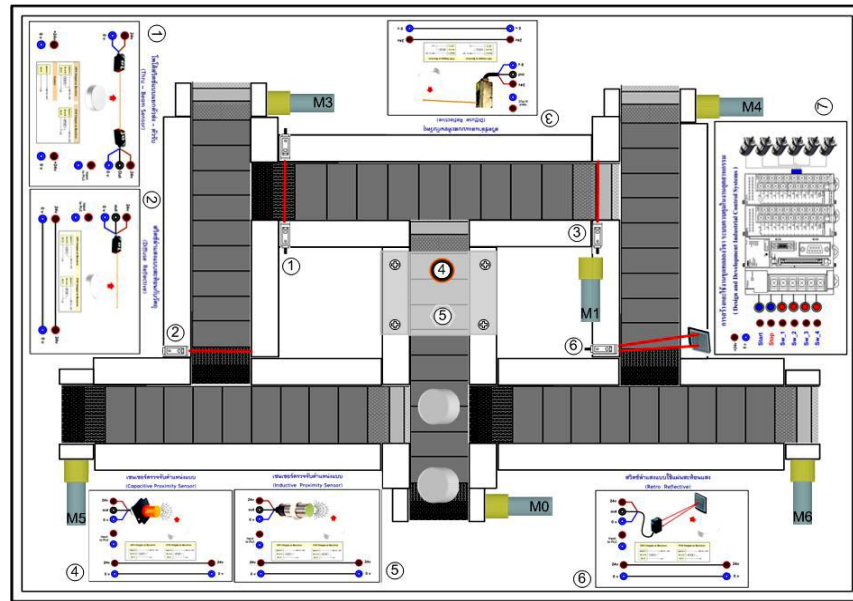


ภาพที่ 3-24 แสดงการนำเสนอเอกสารและสื่อเคลื่อนไหวกับผู้เชี่ยวชาญ

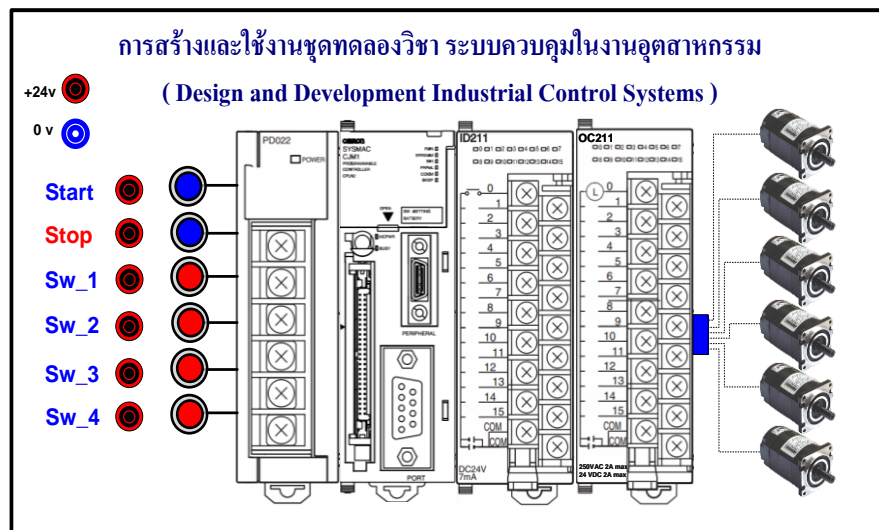


ภาพที่ 3-25 แสดงการนำเสนอเอกสารและสื่อเคลื่อนไหวกับผู้เชี่ยวชาญ

หลังจากที่ผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำและนำชุดทดลองมาปรับปรุงแก้ไขแล้ว จะได้ชุดทดลองที่นักศึกษาสามารถ ถอด เสียบ วัดสัญญาณและต่อสาย ให้สามารถแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า วงจรการ ใช้งานต่างๆ ที่มีจุดบกพร่อง ได้ถูกต้อง ชุดทดลองที่สร้างขึ้น ดังภาพที่ 3-26 ถึง 3-41

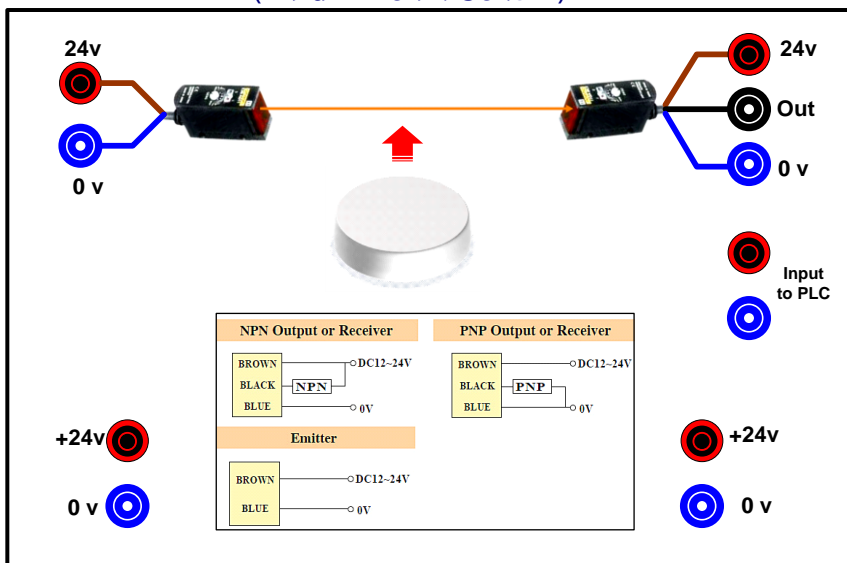


ภาพที่ 3-26 แสดงแบบการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในการสร้างชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม



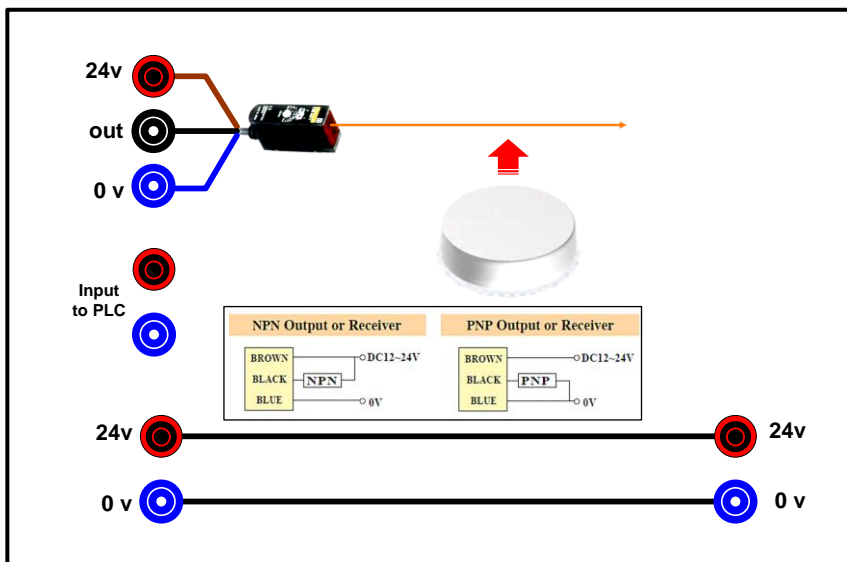
ภาพที่ 3-27 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ไฟได้สวิตช์แบบแยกตัวส่ง - ตัวรับ  
(Thru - Beam Sensor)



ภาพที่ 3-28 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

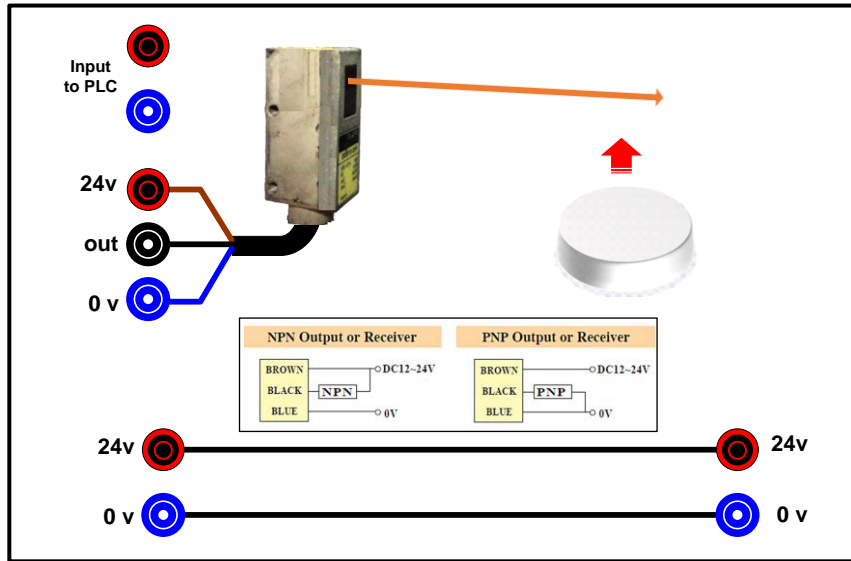
สวิตช์ลำแสงแบบสะท้อนกับวัตถุ  
(Diffuse Reflective)



ภาพที่ 3-29 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

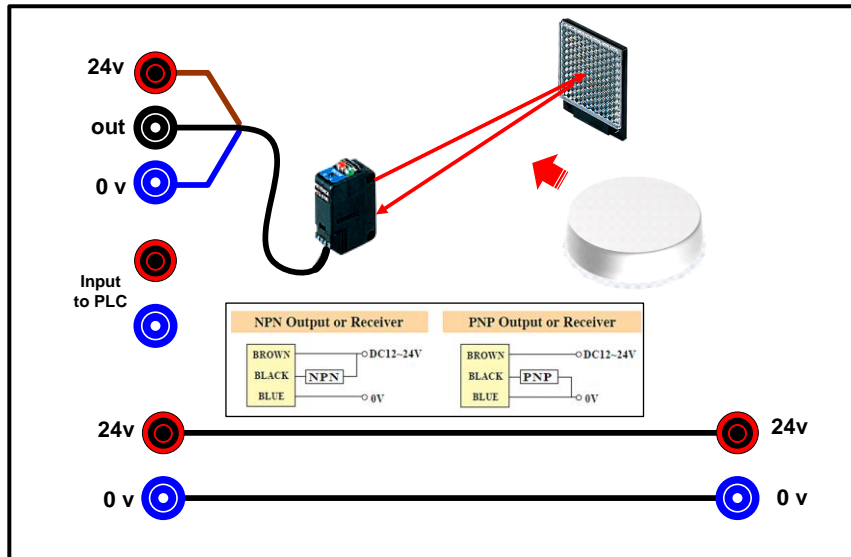


สวิทช์ลำแสงแบบสะท้อนกับวัตถุ  
(Diffuse Reflective)



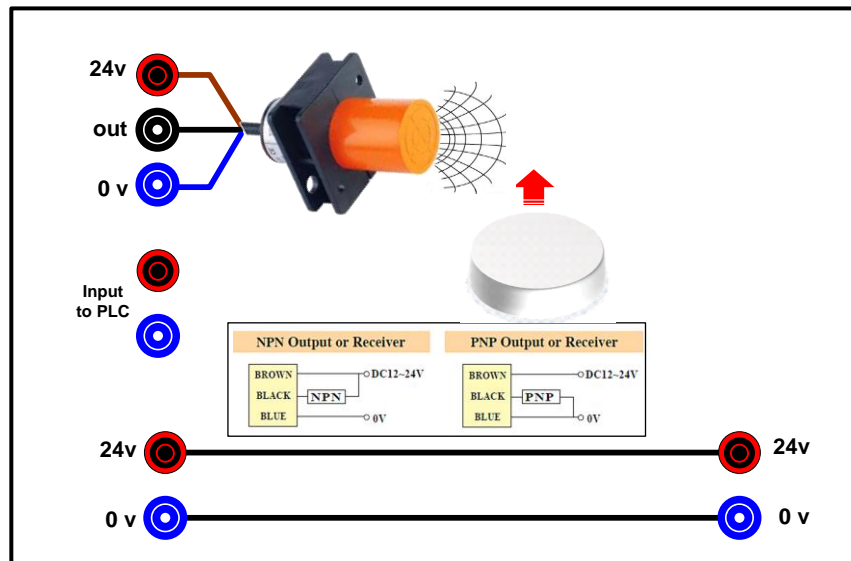
ภาพที่ 3-30 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

สวิทช์ลำแสงแบบใช้แผ่นสะท้อนแสง  
(Retro Reflective)



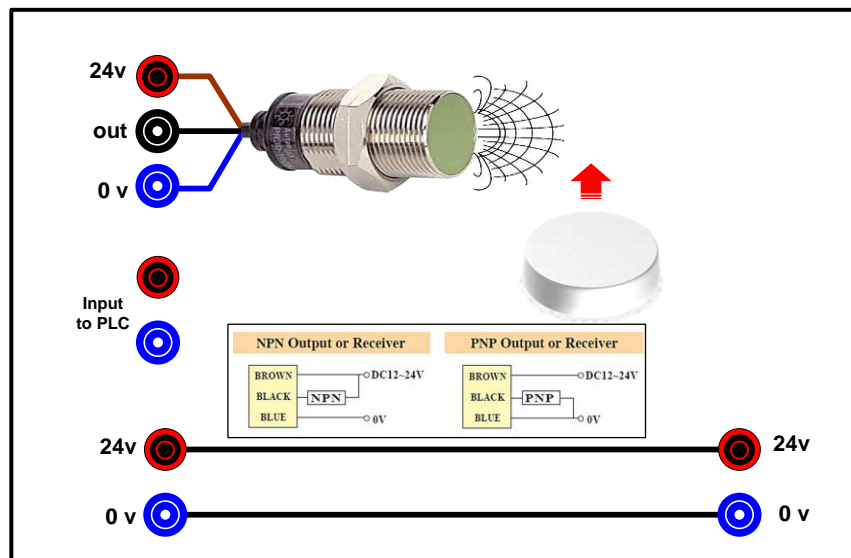
ภาพที่ 3-31 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

เซนเซอร์ตรวจจับตำแหน่งแบบ  
(Capacitive Proximity Sensor)



ภาพที่ 3-32 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

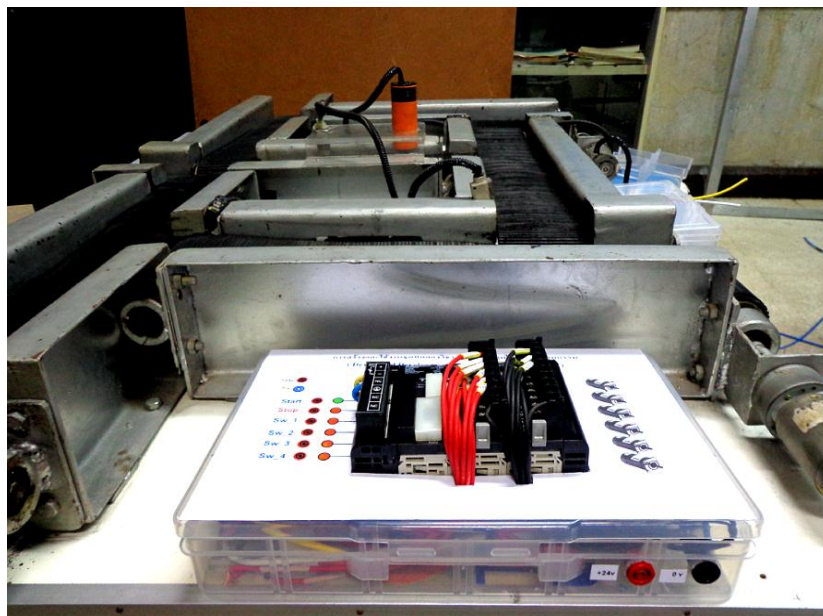
เซนเซอร์ตรวจจับตำแหน่งแบบ  
(Inductive Proximity Sensor)



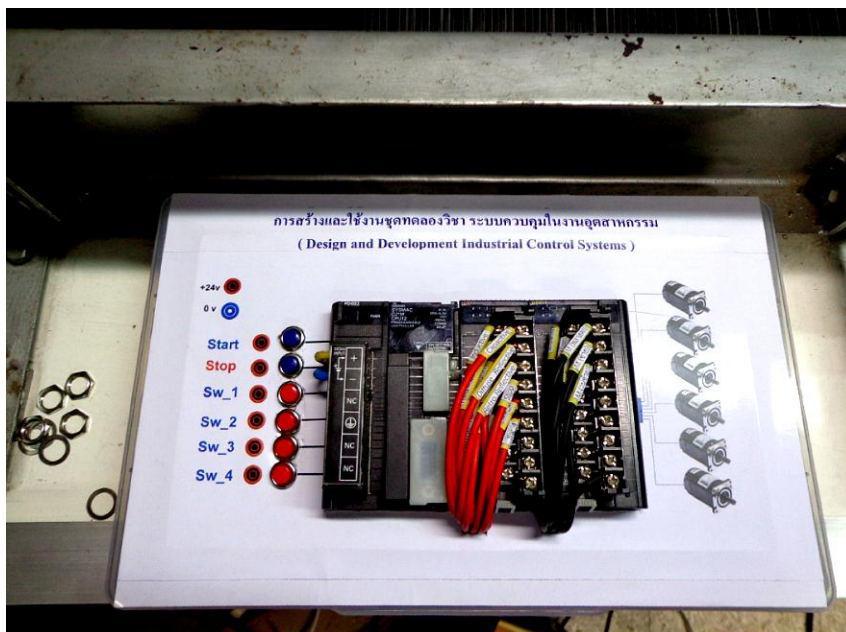
ภาพที่ 3-33 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ



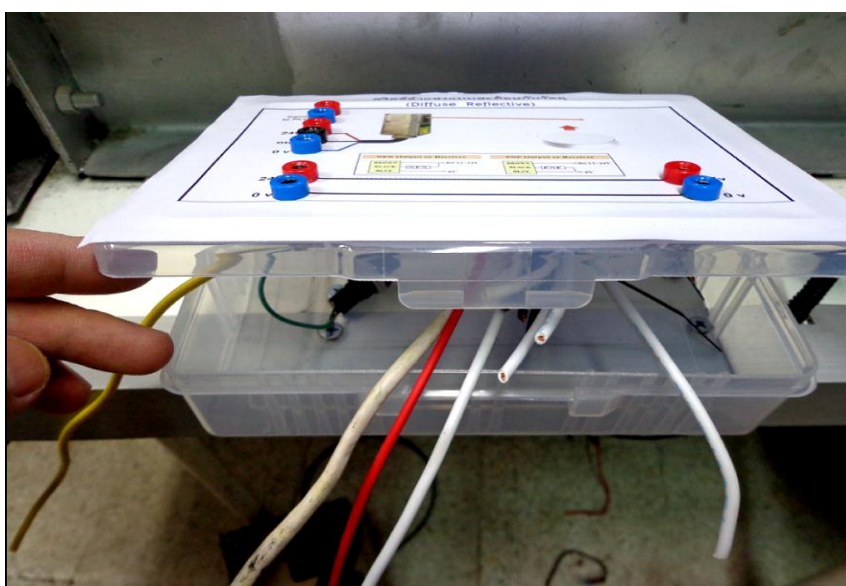
ภาพที่ 3-34 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ



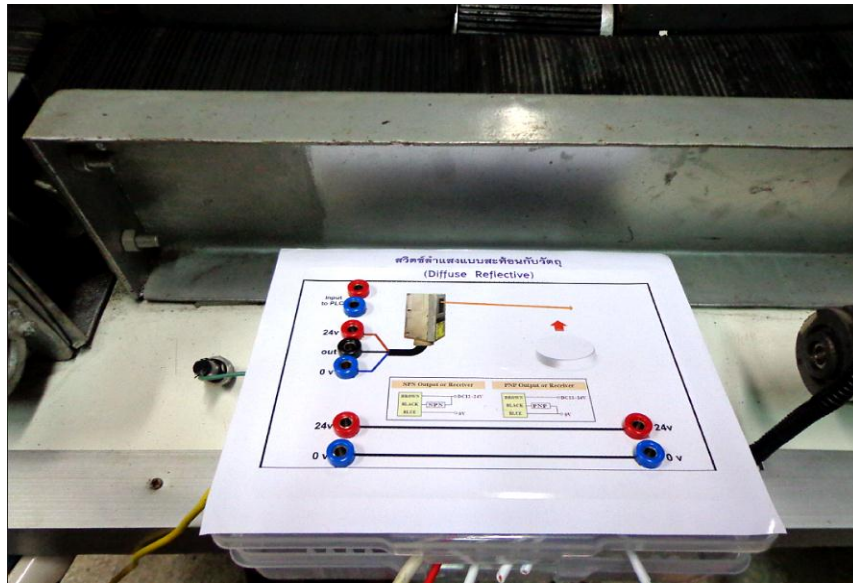
ภาพที่ 3-35 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ



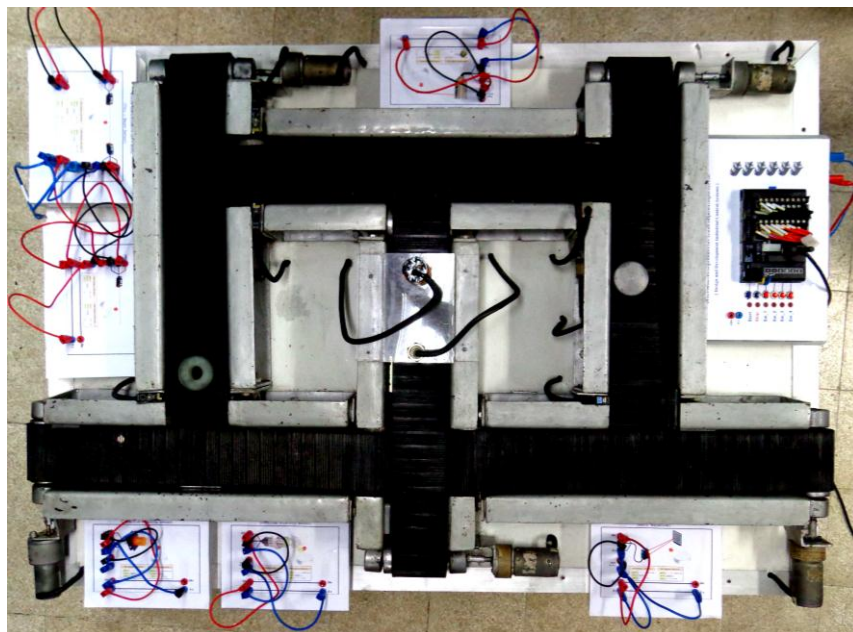
ภาพที่ 3-36 แสดงการแนะนำของผู้ใช้วิชาฯ



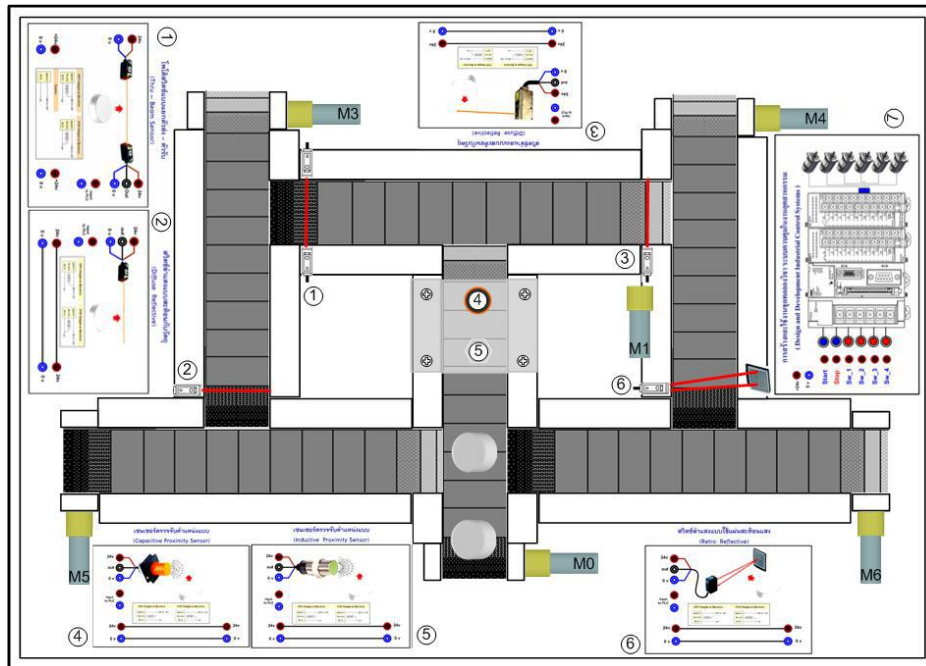
ภาพที่ 3-37 แสดงการแนะนำของผู้ใช้วิชาฯ



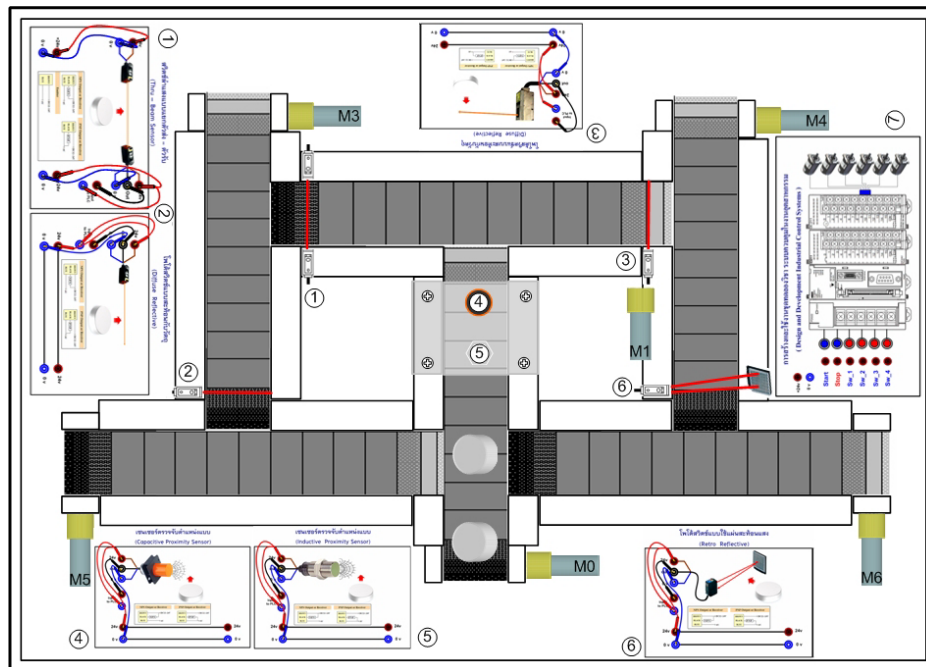
ภาพที่ 3-38 แสดงการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ



ภาพที่ 3-39 แสดงชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ที่เสร็จสมบูรณ์



ภาพที่ 3-40 แสดงแบบชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ที่เสร็จสมบูรณ์



ภาพที่ 3-41 แสดงแบบการต่อวงจรชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมกับ PLC ที่เสร็จสมบูรณ์

นำชุดทดลองที่สร้างขึ้นมาทดลองคุณภาพ โดยทดลองใช้คู่กับใบงานการทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้นำไปทดลองกับ กลุ่มตัวอย่างย่อย เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.) ชั้นปีที่ 2 ที่เคยเรียนวิชาการระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมมาแล้วจำนวน 3 คน ที่มีผลการเรียน เก่ง ปานกลาง และ อ่อน เพื่อดูความถูกต้องและความเหมาะสมของชุดทดลองพร้อมใบงานการทดลอง จากนั้นนำเสนอที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความเหมาะสมและนำชุดทดลองต้นแบบที่ได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไปปรับปรุง เพื่อนำไปใช้ในการทดลองในการวิจัยครั้งนี้ต่อไป ดังภาพที่ 3-42 และ 3-43



ภาพที่ 3-42 การทดลองใช้ชุดทดลองร่วมกับเครื่อง PLC กับนักศึกษากลุ่มทดลอง



ภาพที่ 3-43 แสดงการทดลองใช้ชุดทดลองร่วมกับเครื่อง PLC กับนักศึกษาที่เรียนมาแล้ว

### 3.3.3 การสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้สร้างตารางการวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหา และพฤติกรรมกับวัตถุประสงค์ในการสอบ ให้นำน้ำหนักความสำคัญของระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยดังตารางที่ 3-1 และตารางวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์ดังตารางที่ 3-2 เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบให้มีความครอบคลุมเนื้อหาการทดลองที่ใช้ในการวัดผลเพื่อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แสดงในภาคผนวก ข. (หน้า 132 )

ตารางที่ 3-1 ตัวอย่างที่ 1 การวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมวิชาการระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัส 3104-2006

เนื้อหา \ พฤติกรรม	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	ขั้นสูงกว่าการนำไปใช้	รวม	ลำดับความสำคัญ
<b>หน่วยที่ 4 คำสั่งพื้นฐาน</b>						
4.1 บอกความหมายและสัญลักษณ์ของคำสั่งคำสั่งพื้นฐานของ PLC ยี่ห้อ Toshiba รุ่น M20/M40 ได้	17	17	12	4	50	2
4.2 บอกความหมายและสัญลักษณ์ของคำสั่งพื้นฐานของ PLC ยี่ห้อ Omron รุ่น CJ 1M ได้	17	17	12	4	50	2
4.3 เขียนโปรแกรมคำสั่งพื้นฐานของ PLC ยี่ห้อ Toshiba รุ่น M20/M40 ได้	17	17	17	12	63	1
4.4 เขียนโปรแกรมคำสั่งพื้นฐานของ ยี่ห้อ Omron รุ่น CJ 1M ได้	17	17	17	12	63	1
<b>หน่วยที่ 5 หลักการเขียนโปรแกรมของ PLC</b>						
5.1 อธิบายการวิเคราะห์และวางแผนระบบงานได้ถูกต้อง	8	17	8	4	37	3
5.2 อธิบายขั้นตอนการออกแบบระบบโปรแกรมได้	17	8	4	4	33	4
5.3 บอกตำแหน่งรีจิสเตอร์ของอุปกรณ์ทางภาคสัญญาณอินพุต/เอาต์พุตได้ถูกต้อง	12	17	17	4	50	2
5.4 บอกขั้นตอนการจัดทำเอกสารประกอบตามเงื่อนไขของโปรแกรมได้	17	8	4	4	33	4



ตารางที่ 3-2 ตัวอย่างที่ 2 การวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรม วิเคราะห์ระบบควบคุม  
ในงานอุตสาหกรรม รหัส 3104-2006 แสดงจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ

เนื้อหา \ พฤติกรรม	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	ขั้นสูงกว่าการนำไปใช้	รวม	ลำดับความสำคัญ
<b>หน่วยที่ 4 คำสั่งพื้นฐาน</b>						
4.1 บอกความหมายและสัญลักษณ์ของคำสั่งคำสั่งพื้นฐานของ PLC ยี่ห้อ Toshiba รุ่น M20/M40 ได้	1	1	0	0	2	2
4.2 บอกความหมายและสัญลักษณ์ของคำสั่งพื้นฐานของ PLC ยี่ห้อ Omron รุ่น CJ 1M ได้	1	1	0	0	2	2
4.3 เขียนโปรแกรมคำสั่งพื้นฐานของ PLC ยี่ห้อ Toshiba รุ่น M20/M40 ได้	1	1	1	0	3	1
4.4 เขียนโปรแกรมคำสั่งพื้นฐานของ ยี่ห้อ Omron รุ่น CJ 1M ได้	1	1	1	0	3	1
<b>หน่วยที่ 5 หลักการเขียนโปรแกรมของ PLC</b>						
5.1 อธิบายการวิเคราะห์ และ วางแผนระบบงานได้ถูกต้อง	0	1	0	0	1	3
5.2 อธิบายขั้นตอนการออกแบบระบบโปรแกรมได้	1	0	0	0	1	4
5.3 บอกตำแหน่งรีจิสเตอร์ของอุปกรณ์ทางภาคสัญญาณอินพุต/เอาต์พุตได้ถูกต้อง	0	1	1	0	2	2
5.4 บอกขั้นตอนการจัดทำเอกสารประกอบตามเงื่อนไขของโปรแกรมได้	1	0	0	0	1	4
5.5 เขียนโปรแกรมและทดสอบโปรแกรมได้	1	1	1	0	3	1
5.6 เขียนโปรแกรมการควบคุมอุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุตเบื้องต้นได้อย่างถูกต้อง	1	1	1	0	3	1

จากตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์ จะได้จำนวนข้อสอบเรียงตามลำดับความสำคัญอันดับที่ 1 คือ ความรู้ความจำ จำนวนข้อสอบ 15 ข้อ ความสำคัญอันดับ 2 การนำไปใช้งาน จำนวนข้อสอบ 13 ข้อ ความสำคัญอันดับ 3 คือ ความเข้าใจ จำนวน 12 ข้อ ความสำคัญอันดับที่ 4 ขึ้นสูงกว่าการนำไปใช้งาน รวมจำนวนข้อสอบทั้งหมด 40 ข้อ

3.3.3.1 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมที่สร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 40 ข้อ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัยชนิด 5 ตัวเลือก ตอบถูกได้ 1 คะแนนตอบผิดได้ 0 คะแนน แบบทดสอบนี้จะวัดความรู้ด้านความจำความเข้าใจ และความสามารถเชิงปฏิบัติ

3.3.3.2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการหาคุณภาพ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโดยนำไปทดสอบกับกลุ่มทดลอง คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 และ 2 สาขางานไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 เป็นกลุ่มทดลองนักศึกษา จำนวน 34 คน ที่เคยเรียนมาแล้ว เพื่อหาข้อมูลและปรับปรุงแก้ไข แบบทดสอบรวมเพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความเชื่อมั่น

3.3.3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

ก) ศึกษาเอกสาร ตำรา บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข) วิเคราะห์เนื้อหา และเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ค) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยแบบทดสอบที่สร้างขึ้น จำนวน 55 ข้อ คำตอบ 5 ตัวเลือก ต้องการใช้จริง 40 ข้อ

ง) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรง โดยประเมินความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และข้อเสนอนั้น เพื่อปรับปรุงแก้ไข โดยนำผลตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่า IOC ซึ่งข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .05 ถึง 1.00 (สมนึก, 2544 : 221) ถือว่าเป็นข้อคำถามที่นำไปใช้ได้

ตัวอย่างที่ 3 แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบแต่ละข้อจะวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังตารางที่ 3-3

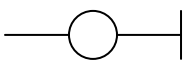
คำชี้แจง ขอให้ท่านพิจารณาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบในแต่ละข้อว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ โดยทำเครื่องหมาย  $\checkmark$  ลงในช่องที่ท่านเห็นด้วย โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังนี้

+1 = เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

0 = เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

-1 = เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ 3-3 แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ที่	ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+ 1	0	- 1	
<p>เรื่องที่ 2. คำสั่งพื้นฐาน</p> <p>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อ 1. บอกชื่อสัญลักษณ์ของคำสั่งพื้นฐานได้อย่างถูกต้อง</p>					
1	 <p>จากรูปสัญลักษณ์ หมายถึงคำสั่งข้อใด</p> <p>ก. คอนแทคปกติ</p> <p>ข. คอนแทคปกติเปิด</p> <p>ค. คอยล์</p> <p>ง. ตั้งเวลาเปิดการทำงาน</p> <p>จ. ตั้งเวลาปิดการทำงาน</p>				
2	<p>คำสั่ง CNT มีความหมายตรงกับข้อใด</p> <p>ก. ตั้งเวลาการทำงาน</p> <p>ข. การจบโปรแกรม</p> <p>ค. การนับจำนวน</p> <p>ง. ตั้งเวลาหยุดการทำงาน</p> <p>จ. คอนแทคปกติปิด</p>				

จ) ผลจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าค่า IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม มีค่าตั้งแต่ 0.2 ถึง 1.00 เข้าเกณฑ์จำนวน 55 ข้อ

ฉ) ผู้วิจัยได้นำข้อสอบจำนวน 55 ข้อที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้วมาใช้ทดลองกับกลุ่มทดลองจำนวน 34 คน

ช) การวิเคราะห์ข้อสอบผู้วิจัยได้นำผลการ ทำแบบทดสอบของกลุ่มทดลองมาวิเคราะห์ผลโดยใช้สูตรในการคำนวณข้อสอบวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ค่าความเชื่อมั่น (rtt) ของแบบทดสอบ ได้ผลดังนี้

- ค่าความยากง่าย (P)                      อยู่ระหว่าง 0.41 – 0.71      ค่าเฉลี่ย 0.55
- ค่าอำนาจจำแนก (D)                      อยู่ระหว่าง 0.24 – 0.41      ค่าเฉลี่ย 0.30
- ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (rtt)      มีค่า 0.98

โดยจากผลการคำนวณหาค่าคุณภาพต่าง ๆ แล้วได้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคุณภาพจำนวน 40 ข้อดังรายละเอียดภาคผนวก ข.( หน้า 132 )

### 3.3.4 การสร้างคู่มือครู

ในการสร้างคู่มือครูเพื่อใช้ในขบวนการเรียนการสอน วิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม เรื่อง ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม มีส่วนประกอบ และขั้นตอนดังนี้

#### 3.3.4.1 คู่มือครู ประกอบด้วย

- ก) ลักษณะรายวิชา
- ข) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ค) แผนการสอน
- ง) ใบงานการทดลอง
- จ) แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบฝึกหัดพร้อมเฉลย
- ฉ) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพร้อมเฉลย
- ช) สื่อที่ใช้ประกอบการสอนวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม คือ

ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม และ พาวเวอร์พอยท์นำเสนอเนื้อหา

3.3.4.2 การประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ หลังจากสร้างคู่มือครู ใบงานการทดลอง ที่ใช้เป็นสื่อการสอนนักศึกษาสำเร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยได้นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน ตรวจสอบ และประเมินคุณภาพชุดทดลอง โดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประเมินค่าโดยกำหนดค่าคะแนนออกมา 5 ระดับ (ชูศรี, 2544:75) ดังรายละเอียดภาคผนวก ค.( หน้า 160 )

ระดับคะแนน	4.50 – 5.00	หมายถึง	มากที่สุด
ระดับคะแนน	3.50 – 4.49	หมายถึง	มาก
ระดับคะแนน	2.50 – 3.49	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับคะแนน	1.50 – 2.49	หมายถึง	น้อย
ระดับคะแนน	1 – 1.49	หมายถึง	น้อยที่สุด

ผลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดทดลองตามระดับความคิดเห็นเฉลี่ย ปรากฏดังนี้

1. ด้านชุดทดลอง อยู่ในระดับความคิดเห็นเฉลี่ยรวม 4.73 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดทดลองอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดกับชุดทดลองที่จัดทำขึ้น
2. ด้านแผนการสอน อยู่ในระดับความคิดเห็นเฉลี่ยรวม 4.86 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมินแผนการสอนอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดกับแผนการสอนที่จัดทำขึ้น
3. ด้านแบบทดสอบ (ก่อนเรียน-แบบฝึกหัด) อยู่ในระดับความคิดเห็นเฉลี่ยรวม 4.64 หมายถึงผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบทดสอบ (ก่อนเรียน-แบบฝึกหัด) อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดกับแบบทดสอบ (ก่อนเรียน-แบบฝึกหัด) ที่จัดทำขึ้น
4. ใบงานการทดลองอยู่ในระดับความคิดเห็นเฉลี่ย 4.73 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมินใบงานการทดลอง อยู่ในเห็นด้วยมากที่สุดกับใบงานการทดลองที่จัดทำขึ้น
5. ด้านใบเนื้อหาอยู่ในระดับความคิดเห็นเฉลี่ยรวม 4.69 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมินใบเนื้อหา อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดกับใบเนื้อหาที่จัดทำขึ้น
6. ด้านคุณภาพการทำงาน อยู่ในระดับความคิดเห็นเฉลี่ยรวม 4.88 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมิน ด้านคุณภาพการทำงาน อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดกับด้านคุณภาพการทำงานที่จัดทำขึ้น

### 3.3.5 การสร้างแบบสอบถาม

การสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน เกี่ยวกับการเรียนการทดลองด้วยชุดทดลอง เรื่อง ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ร่วมกับใบงานทดลองเป็นแบบสอบถามชนิดมาตราจัดอันดับ (Rating Scale) หรือ การจัดอันดับคุณภาพจัดเรียงความคิดเห็นจาก มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด แทนด้วย 5 , 4 , 3 , 2 และ 1 ตามลำดับ จากนั้นนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้น ไปให้ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาตรวจสอบก่อนที่จะนำไปใช้ในงานวิจัย

## 3.4 ขั้นตอนดำเนินการทดลองและรวบรวมข้อมูล

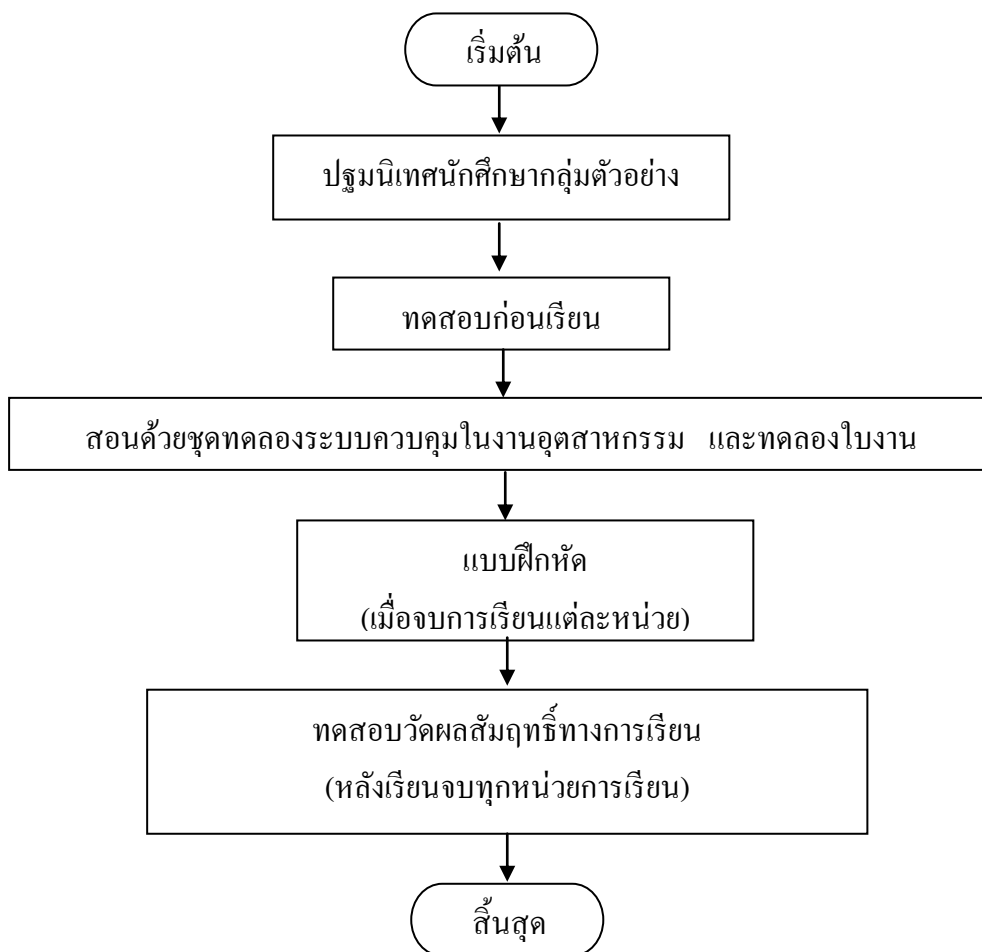
### 3.4.1 แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ใช้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและทดสอบหลังทดลอง One Group Pretest-Posttest Design ซึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้ (ล้วน และอังคณา, 2538: 249)

T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>
----------------	---	----------------

เมื่อ	T <sub>1</sub>	แทน	การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
	X	แทน	สอนโดยใช้ชุดทดลอง
	T <sub>2</sub>	แทน	การทดสอบหลังการเรียน (Posttest)

3.4.2 แบบแผนการเก็บข้อมูล ดังภาพที่ 3-44



ภาพที่ 3-44 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

3.4.2.1 ปฐมนิเทศนักศึกษากลุ่มตัวอย่างเพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ และวิธีการที่จะเรียนด้วยชุดทดลอง

3.4.2.2 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน

3.4.2.3 สอนนักศึกษากลุ่มตัวอย่างด้วยชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองตามขั้นตอนและวิธีการสอนดำเนินตามคู่มือที่กำหนดไว้ หลังจากการสอนจบแต่ละหน่วยผู้สอนให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่างทำแบบฝึกหัดและใบงานการทดลอง โดยทำการสอนสัปดาห์ละ 5 ชั่วโมง ใช้เวลาสอนทั้งสิ้น 6 ครั้งจำนวน 30 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 1/2559

3.4.2.4 ทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อทำการสอนครบทั้งหมดแล้ว ผู้วิจัยได้ให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่าง ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสอบปฏิบัติต่อ PLC ร่วมกับชุดทดลอง หลังจากการเรียนครั้งสุดท้าย 1 สัปดาห์ ดังตารางที่ 3-4 ตารางที่ 3-4 แสดงระยะเวลาการนำชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ไปใช้ทดลองกับนักเรียนนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง จำนวน 21 คน

วัน เดือน ปี	เวลา	จำนวน ชั่วโมง	รายการทดลอง
11 พ.ค 59	08.30 น. – 13.30 น.	5 ชั่วโมง	ครั้งที่1ทดสอบก่อนเรียนเรื่องการใช้งานคำสั่งพื้นฐานร่วมกับชุดทดลอง ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และ ทำใบงานการทดลอง
18 พ.ค 59	08.30 น. – 13.30 น.	5 ชั่วโมง	ครั้งที่ 2 หลักการเขียน โปรแกรม PLC ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และ ทำใบงานการทดลอง
25 พ.ค 59	08.30 น. – 13.30 น.	5 ชั่วโมง	ครั้งที่3 หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor)ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และ ทำใบงานการทดลอง
2 มิ.ย 59	08.30 น. – 13.30 น.	5 ชั่วโมง	ครั้งที่4 หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และ ทำใบงานการทดลอง
9 มิ.ย 59	08.30 น. – 13.30 น.	5 ชั่วโมง	ครั้งที่ 5 การประยุกต์ใช้งานในงานอุตสาหกรรม เรื่อง การคัดแยกชิ้นงานโดยใช้ชุดทดลอง ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และ ทำใบงานการทดลอง
23 มิ.ย 59	08.30 น. – 13.30 น.	5 ชั่วโมง	ครั้งที่6 ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสอบปฏิบัติ แล้ววัดความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดทดลอง

3.4.2.5 แจกแบบสอบถามความพึงพอใจ ของนักศึกษาต่อชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมหลังจากที่นักศึกษาได้เรียน โดยใช้ชุดทดลองแล้วครบทุกหน่วยของชุดการสอน

### 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### 3.5.1 สถิติพื้นฐานที่ใช้ได้แก่

3.5.1.1 ค่าร้อยละ (Percentage) (ชานินทร์ ศิลป์จารุ , 2549 : 152) ใช้ในการหาค่าประสิทธิภาพของชุดทดลอง

$$\text{ร้อยละ(\%)} = \frac{X \times 100}{N}$$

เมื่อ X คือ คะแนนแบบทดสอบ  
N คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบ

3.5.1.2 หาค่าเฉลี่ยแบบทดสอบ (ล้วน และอังคณา , 2538 : 73)

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

เมื่อ  $\bar{X}$  คือ ค่าคะแนนเฉลี่ย  
 $\sum X$  คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด  
N คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบ

3.5.1.3 หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard deviation) (ล้วน และอังคณา , 2538 : 79)

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

เมื่อ S คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
X คือ ค่าคะแนนของแต่ละคน  
 $\bar{X}$  คือ ค่าคะแนนเฉลี่ย  
 $\sum X$  คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด  
N คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบ



### 3.5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่

3.5.2.1 การแปลความหมายของแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (ชูศรี, 2544:75)

ระดับคะแนน	4.50 – 5.00	หมายถึง	มากที่สุด
ระดับคะแนน	3.50 – 4.49	หมายถึง	มาก
ระดับคะแนน	2.50 – 3.49	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับคะแนน	1.50 – 2.49	หมายถึง	น้อย
ระดับคะแนน	1 – 1.49	หมายถึง	น้อยที่สุด

3.5.2.2 การหาค่าความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยใช้ตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Table of specification) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency) IOC โดยใช้สูตรของโรวินลลีและแฮมเบิลตัน (Rowinelli and Hambleton, ๑๙๗๓) (ล้วนและอังคณา, 2538 : 248) ดังนี้

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1  
 $\sum R$  คือ ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ  
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ค่า IOC ที่ถือว่าใช้ได้จะต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5

3.5.2.3 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

ก) การหาค่าความยากง่าย (รัตนา, 2545)

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

เมื่อ P คือ ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ  
 R คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบได้ถูกต้อง  
 N คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด

ค่าความยากง่ายที่ใช้ได้จะยึดเอาค่า P ระหว่าง 0.2 ถึง 0.8

ข) การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ(ถัวนและอังคณา, 2538 :210- 211)

$$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}} \text{ หรือ } \frac{R_U - R_L}{N_U}$$

เมื่อ	D	คือ	ค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบ
	$R_U$	คือ	จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบได้ถูกต้องในกลุ่มเก่ง
	$R_L$	คือ	จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบได้ถูกต้องกลุ่มอ่อน
	N	คือ	จำนวนคนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

โดยทั่วไปมักจะแบ่งกลุ่มผู้เข้าสอบออกเป็น 3 กลุ่ม แบ่งให้กลุ่มเก่งมีจำนวน 27 % กลุ่มกลาง 46 % และกลุ่มอ่อน 27 % (รัตนา, 2545) ค่าอำนาจจำแนกที่ถือว่า จำแนกคนเก่ง และคนอ่อนได้นั้นต้องมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

ค) การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบใช้สูตรที่ 20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson 20) สูตร K.-R. # 20 (ถัวนและอังคณา, 2538 :197 – 198)

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

เมื่อ	rtt	คือ	ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ
	n	คือ	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	คือ	สัดส่วนของผู้ตอบถูก
	q	คือ	สัดส่วนของผู้ตอบผิด
	$S_t^2$	คือ	คะแนนความแปรปรวนของคะแนนของผู้เข้าสอบทั้งหมด

ค่าความเชื่อมั่นควรมีค่ามากกว่า 0.7 (รัตนา, 2545)

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

เมื่อ	N	คือ	จำนวนผู้ทำแบบทดสอบ
	$\sum X$	คือ	ผลรวมจากการทำคะแนนแบบทดสอบของผู้เรียน
	$\sum X^2$	คือ	ผลรวมจากการทำคะแนนแบบทดสอบของผู้เรียนยกกำลังสอง

### 3.5.2.3 การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน (กรองกาญจน์, 2536 : 359)

$$E_1 = \frac{\left(\sum \frac{X}{N}\right)}{A} \times 100$$

และ

$$E_2 = \frac{\left(\sum \frac{F}{N}\right)}{B} \times 100$$

เมื่อ  $E_1$  คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้จากชุดทดลอง คิดเป็นร้อยละของคะแนนค่าเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดและการทำใบงานการทดลองทั้งหมด

$E_2$  คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมของผู้เรียนหลังจากเรียนด้วยชุดทดลองนั้นแล้ว) คิดเป็นร้อยละของคะแนนค่าเฉลี่ย จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งหมด และการสอบปฏิบัติต่อ PLC ร่วมกับชุดทดลอง

$\sum X$  คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการ ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และการทำใบงานการทดลอง

$\sum F$  คือ คะแนนรวมของผู้เรียน จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ การสอบปฏิบัติต่อ PLC ร่วมกับชุดทดลอง

$N$  คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

$A$  คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดและใบงานการทดลอง

$B$  คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และการสอบปฏิบัติต่อ PLC ร่วมกับชุดทดลอง

### 3.5.2.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน

การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยสถิติแบบข้อมูล 2 ชุด มีความสัมพันธ์กัน (ล้วนและอังคณา, 2538 : 104)

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

เมื่อ  $t$  คือ ค่าการแจกแจงที

$D$  คือ ค่าความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

$N$  คือ จำนวนคู่ของกลุ่มตัวอย่าง

## 3.5.2.5 การแปลความหมายของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อชุดทดลองของผู้เรียน

(ชูศรี,2544:75)

ระดับคะแนน	4.50 – 5.00	หมายถึง	มากที่สุด
ระดับคะแนน	3.50 – 4.49	หมายถึง	มาก
ระดับคะแนน	2.50 – 3.49	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับคะแนน	1.50 – 2.49	หมายถึง	น้อย
ระดับคะแนน	1 – 1.49	หมายถึง	น้อยที่สุด

## บทที่ 4

### ผลของการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง เรื่องระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัส 3104-2006 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขางานไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ภาคเรียนที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2559 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยเป็นลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 4.1 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดทดลอง
- 4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง เรื่องระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม
- 4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน
- 4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลอง

#### 4.1 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลของการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่านมีความคิดเห็นต่อชุดทดลอง เรื่องระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ดังนี้

ตารางที่ 4-1 ผลของการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน ที่มีต่อชุดทดลอง

ข้อคำถามความคิดเห็น	( $\bar{X}$ )	S	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านชื่อชุดทดลอง	4.73	0.46	มากที่สุด
2. ด้านแผนการสอน	4.86	0.33	มากที่สุด
3. ด้านแบบทดสอบ (ก่อนเรียน-แบบฝึกหัด)	4.64	0.44	มากที่สุด
4. ด้านใบงานการทดลอง	4.73	0.41	มากที่สุด
5. ด้านใบเนื้อหา	4.69	0.40	มากที่สุด
6. ด้านคุณภาพการทำงาน	4.88	0.15	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.75	0.37	มากที่สุด

ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก (หน้าที่ 160)



จากตารางที่ 4-1 ผลปรากฏว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อชุดทดลอง เรื่องระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ในด้านต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าความคิดเห็นเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญแต่ละด้านเห็นด้วยมากที่สุด คือ ด้านชุดทดลองระดับความคิดเห็นเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 ด้านแผนการสอนระดับความคิดเห็นเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.33 ด้านแบบทดสอบ (ก่อนเรียน-แบบฝึกหัด) ระดับความคิดเห็นเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 ด้านใบงานการทดลองระดับความคิดเห็นเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.41 ด้านใบเนื้อหาาระดับความคิดเห็นเฉลี่ยเท่ากับ 4.69 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40 ด้านคุณภาพการทำงานระดับความคิดเห็นเฉลี่ยเท่ากับ 4.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.15 มีค่าเฉลี่ยรวม 4.75 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 แสดงว่าผู้ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อคุณภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกันในระดับดีมากที่สุด

#### 4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง เรื่อง ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ข้อมูลที่ได้คือ คะแนนทดสอบก่อนเรียน คะแนนระหว่างเรียนท้ายการทดลอง จำนวน 5 ใบงานการทดลองและคะแนนทดสอบหลังเรียนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนการสอบปฏิบัติต่อ PLC ร่วมกับชุดทดลอง ของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง จำนวน 21 คน ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลองปรากฏดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 แสดงคะแนนและประสิทธิภาพของชุดทดลอง ที่ได้จากการเก็บคะแนนระหว่างเรียน ด้วยแบบฝึกหัด ใบงาน ของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 21 คน

นักศึกษา คนที่	คะแนนระหว่างเรียนท้ายการทดลอง (80 ตัวแรก)		คะแนนผลสัมฤทธิ์ท้ายบทเรียน (80 ตัวหลัง)	
	แบบฝึกหัด (40%) (40 คะแนน)	คะแนนใบงาน (60%) (60 คะแนน)	แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ 40 % (40 คะแนน)	การสอบปฏิบัติ ต่อ PLC ร่วมกับ ชุดทดลอง 60% (60 คะแนน)
1	32	50	31	48
2	34	49	33	48
3	34	48	32	48
4	34	48	33	46
5	31	48	32	48

ตารางที่ 4-2 (ต่อ) แสดงคะแนนและประสิทธิภาพของชุดทดลอง ที่ได้จากการเก็บคะแนนระหว่างเรียนด้วยแบบฝึกหัด ใบบาง ของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 21 คน

นักศึกษา คนที่	คะแนนระหว่างเรียนท้ายการทดลอง (80 ตัวแรก)		คะแนนผลสัมฤทธิ์ท้ายบทเรียน (80 ตัวหลัง)	
	แบบฝึกหัด (40%) (40 คะแนน)	คะแนนใบบาง (60%) (60 คะแนน)	แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ 40 % (40 คะแนน)	การสอบปฏิบัติ ต่อ PLC ร่วมกับ ชุดทดลอง 60% (60 คะแนน)
6	32	52	31	50
7	32	50	32	48
8	32	50	31	48
9	35	48	34	48
10	34	50	27	48
11	33	48	36	50
12	32	48	37	48
13	32	52	31	50
14	33	48	27	46
15	35	50	28	48
16	30	52	29	50
17	33	50	34	50
18	31	48	37	48
19	34	50	35	48
20	34	48	34	48
21	34	48	36	48
<b>รวม</b>	<b>691</b>	<b>1035</b>	<b>680</b>	<b>1014</b>
	$\sum X = 1726$		$\sum F = 1694$	



จากสูตร

$$E_1 = \frac{\left(\sum \frac{X}{N}\right)}{A} \times 100$$

แทนค่า

$$E_1 = \frac{(1726/21)}{100} \times 100 = 82.19\%$$

จากสูตร

$$E_2 = \frac{\left(\sum \frac{F}{N}\right)}{B} \times 100$$

แทนค่า

$$E_2 = \frac{1694/21}{100} \times 100 = 80.66\%$$

$$\text{เพราะฉะนั้นประสิทธิภาพของชุดทดลอง E1/E2} = 82.19/80.66$$

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์และหาประสิทธิภาพของชุดทดลองเรื่อง ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

รายการ	ค่าเฉลี่ยร้อยละ
คะแนนระหว่างเรียนท้ายการทดลอง E1	82.19
คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน E2	80.66
ประสิทธิภาพของชุดทดลอง E1/E2	82.19/80.66

จากตารางที่ 4-3 ปรากฏว่านักศึกษากลุ่มตัวอย่าง ทำคะแนนระหว่างเรียนท้ายการทดลองเพื่อวัดความก้าวหน้าทางการเรียน ได้ถูกต้องเฉลี่ยรวมร้อยละ 82.19 และทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ถูกต้องเฉลี่ยรวมร้อยละ 80.66 ดังนั้น ประสิทธิภาพของชุดทดลองเรื่องระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมคือ 82.19/80.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

#### 4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยชุดทดลอง ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม โดยเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และคะแนนทดสอบหลังเรียน (Post-test) แล้วนำมาทำการทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4-4 ตารางที่ 4-4 แสดงการวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	N	$\bar{X}$	S	t-test
ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)	21	12.52	1.78	23.17 **
ทดสอบหลังเรียน (Post-test)	21	32.38	3.01	

\*\*  $P < 0.05$

ดังรายละเอียดในภาคผนวก ฉ (หน้าที่ 217-219)

จากตารางที่ 4-4 ค่า t จากการคำนวณ เท่ากับ 23.17 มากกว่าค่า t จากตารางที่  $df = 20$  ,  $\alpha = 0.05$  ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.086 แสดงว่า ผลของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบ คะแนนเฉลี่ยรวม ปรากฏว่า ผลของการทำแบบทดสอบเฉลี่ยหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 32.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.01 สูงกว่าผล คะแนนของการทำแบบทดสอบเฉลี่ยก่อนเรียนซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.78 แสดงว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วย ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

#### 4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลอง

การศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดทดลอง เรื่องระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม โดยใช้แบบสอบถามเป็นชนิดมาตราจัดอันดับ (Rating Scale) หรือ การจัดอันดับคุณภาพจัดเรียงความคิดเห็นจาก มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด แทนด้วย 5 , 4 , 3 , 2 และ 1 ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลนำมาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยแสดงผลการวิเคราะห์แยกประเด็นดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 แสดงค่าเฉลี่ยความคิดเห็นความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดทดลอง

ข้อความความคิดเห็น	( $\bar{X}$ )	S	ระดับความคิดเห็น
1. ความเหมาะสมของชุดทดลองกับสาระการเรียนรู้รายวิชานี้หรือไม่	4.09	0.73	มาก
2. ชุดทดลองช่วยให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการออกแบบโปรแกรมเพียงใด	4.00	0.80	มาก
3. รูปแบบ ขนาด ของชุดทดลองมีความเหมาะสม	4.61	0.50	มาก
4. ชุดทดลองมีลักษณะเหมาะสมกับเรื่องของการทดลองเพียงใด	3.96	0.77	มาก
5. ชุดทดลองช่วยให้ผู้เรียนได้ทดลองจริงเพียงใด	4.13	0.69	มาก
6. ชุดทดลองสามารถใช้งานได้ง่ายเพียงใด	4.44	0.66	มาก
7. ในใบงานการทดลองที่ใช้ประกอบกับชุดทดลองมีลำดับขั้นตอนชัดเจนเข้าใจง่าย	4.04	0.71	มาก
8. ใบงานการทดลองมีข้อมูลในการทดลองเพียงใด	4.09	0.60	มาก
ค่าเฉลี่ย	<b>4.17</b>	<b>0.68</b>	มาก

ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข (หน้าที่ 220) จากตารางที่ 4-5 ผลปรากฏว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดทดลอง เรื่องระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมในต่าง ๆ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับความคิดเห็นระหว่าง 3.96 – 4.61 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ระหว่าง 0.50 – 0.77 โดยในหัวข้อรูปแบบ ขนาด ของชุดทดลองมีความเหมาะสมของชุดทดลอง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 4.61 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 และในหัวข้อชุดทดลองมีลักษณะเหมาะสมกับ เรื่องของการทดลอง มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 3.96 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.77 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.17 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยรวม เท่ากับ 0.68 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดทดลองในระดับมาก

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดทดลอง โดยมีสมมติฐานดังนี้ ชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 , ผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 และ ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมในระดับมาก โดยผู้วิจัยได้นำชุดทดลองที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขางานไฟฟ้ากำลัง ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 21 คน เริ่มจาก ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน หลังจากนั้นดำเนินการสอนโดยใช้ชุดทดลองที่สร้างขึ้น โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองหลังจากจบการเรียนแต่ละหน่วย จะให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัด และไปงานเพื่อวัดความก้าวหน้าระหว่างเรียน และเมื่อเรียนจบทั้ง 4 หน่วยการเรียน ซึ่งมีการทดลองไปงานจำนวน 5 ไปงาน เรียนครั้งละ 5 ชั่วโมง จำนวน 5 ครั้งเป็นจำนวน 25 ชั่วโมง แล้วให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสอบปฏิบัติต่อ PLC ร่วมกับชุดทดลอง ซึ่งรวมการทดลองทั้งหมดจำนวน 6 ครั้ง เป็นเวลาการทดลองทั้งสิ้นจำนวน 30 ชั่วโมง จากนั้นได้ให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็นความพึงพอใจต่อชุดทดลอง หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน คะแนนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน คะแนนการทดลองไปงาน คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคะแนนการสอบปฏิบัติต่อ PLC ร่วมกับชุดทดลอง มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลองและทดสอบค่าสถิติ t-test เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจากการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และให้ข้อเสนอแนะดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการสรุปร่วมชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ซึ่งผู้วิจัยได้สร้าง ไปงานการทดลองใช้ประกอบการเรียนทดลอง โดยทำการวิเคราะห์เนื้อหาในเรื่อง คำสั่งพื้นฐาน



หลักการเขียนโปรแกรม PLC หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR) และการประยุกต์ใช้งานในงานอุตสาหกรรมเมื่อนำไปงานการทดลองที่ได้สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ แสดงความคิดเห็น เพื่อหาความตรงของเนื้อหา โดยพิจารณาถึงความสมบูรณ์ของเนื้อหาข้อมูลใน ไปงานการทดลอง และความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียน ปรากฏว่าไปงานการทดลอง ผ่านความเห็นชอบของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.0 แสดงว่าไปงาน ที่สร้างขึ้นสามารถใช้ประกอบการเรียนทดลอง ในวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมได้โดยมี ความครอบคลุมในเนื้อหาเพียงพอตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด และผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญ ประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อชุดทดลอง ปรากฏว่า ชุดทดลองมีความคิดเห็นจากการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.75 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.37 ซึ่งหมายถึง ชุดทดลอง มีคุณภาพในระดับมากที่สุด

5.1.2 ผลการหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมวิชาระบบควบคุม ในงานอุตสาหกรรม ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.19/80.66 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 เมื่อทำการทดสอบด้วยค่า  $E_1/E_2$

5.1.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษา ก่อนเรียน และ หลังเรียน หลังจากที่ได้รับ การสอนด้วยชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้ว ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยคะแนน เฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน คือ 12.52 และ 32.38 แสดงว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีผลช่วยให้ผู้เรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และสามารถนำไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้

5.1.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลองผลปรากฏว่าผู้เรียนมีความพึง พอใจต่อชุดทดลอง ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.17 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.68 ซึ่งหมายความว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจในการเรียน โดยใช้ชุดทดลองระดับมาก

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยแยกอภิปรายผลเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

5.2.1 ผลการสร้างชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.19/80.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ซึ่งจะเห็นได้ว่า คะแนนเฉลี่ยจากคะแนนระหว่างเรียนท้ายการทดลองมีค่าสูงกว่าคะแนน เฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการทำคะแนนแบบฝึกหัด ระหว่างเรียนท้ายการทดลองของผู้เรียนจะทำการทดสอบทันที หลังจากที่ทำกรเรียนการสอนแต่ ละหน่วยการเรียน ซึ่งนักศึกษายังมีความเข้าใจและมีความจำดีและปริมาณของข้อสอบไม่มาก

เนื้อหา มีการแยกแต่ละเนื้อหาไม่รวมกัน จึงทำให้ผู้เรียนทำคะแนนระหว่างเรียนท้ายการทดลอง ได้ดีกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นการรวมกันของเนื้อหาทุกหน่วยการเรียนรู้ และข้อสอบมีจำนวนมาก และทำการทดสอบหลังจากที่เรียนผ่านมาทุกหน่วยแล้ว จึงทำให้ความจำ ลดลงบ้าง เป็นผลทำให้คะแนนเฉลี่ยรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าคะแนน เฉลี่ยรวมของคะแนนระหว่างเรียนท้ายการทดลองเล็กน้อย ซึ่งสอดคล้องกับ วิทยานิพนธ์ เรื่อง การ สร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกการเขียนโปรแกรมเครื่องคัดแยกขนาดชิ้นงาน โดยใช้ Sensor เป็น ตัวตรวจสอบควบคุมโดยพีแอลซี เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ผลการวิจัย พบว่า ชุดการฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 93.33/84.46 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (ประวิทย์, 2548 : 53) วิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพนวัตกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็น ศูนย์กลาง เรื่อง การโปรแกรมและการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้า เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ผลการวิจัยพบว่า นวัตกรรม การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.41/81.53 ซึ่งสูงกว่า เกณฑ์ที่ตั้งไว้ (อาคม , 2547 : 67 ) วิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ผลการวิจัยพบว่า ชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมที่สร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพ 85.7/83.1 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (อลงกรณ์ , 2547 : บทคัดย่อ) วิทยานิพนธ์ เรื่อง ได้ทำการวิจัยการพัฒนาชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้า กระแสตรง เพื่อพัฒนาชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อศึกษาคุณภาพของชุดทดลอง และ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า ชุดทดลองชุดทดลองวงจรไฟฟ้า กระแสตรง ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82/80.75 ผู้เรียนที่เรียนด้วยชุด (พรชัย , 2548 : บทคัดย่อ)

5.2.2 คะแนนเฉลี่ยรวมจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มตัวอย่าง คือ 12.52 และ 32.38 ซึ่งเมื่อ ทดสอบสถิติที (t-test) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน ที่ตั้งไว้ทั้งนี้เนื่องจากผู้เรียนที่ทำแบบทดสอบก่อนเรียน นั้นยังไม่เคยเรียนวิชาระบบควบคุมในงาน อุตสาหกรรมมาก่อนจึงทำให้ไม่ได้ใช้ ความรู้ในรายวิชา อื่นที่เคยเรียนมา จึงทำให้ผลคะแนน ทดสอบก่อนเรียนออกมาในระดับต่ำหลังจากผู้เรียนได้เรียนด้วยชุดทดลอง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นผล ปรากฏว่าเมื่อนำแบบทดสอบมาให้ผู้เรียนทำอีกครั้งหนึ่ง เมื่อเรียนจบขบวนการเรียนการสอน พบว่าผลคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับ

วิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการควบคุมแขนกลด้วย PLC เพื่อสร้างชุดทดลองการควบคุมแขนกลด้วย PLC เพื่อศึกษาคุณภาพของชุดทดลองและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้เรียนผลการวิจัยพบว่าชุดทดลองการควบคุมแขนกลด้วย PLC ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.42/80.39 ผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 (ยูทธนา,2548 : บทคัดย่อ) วิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อพัฒนาชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อศึกษาคุณภาพของชุดทดลอง และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผลการวิจัยพบว่า ชุดทดลองชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82/80.75 ผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.01 และ นักศึกษามีความพึงพอใจที่ได้เรียนจากชุดทดลองในระดับมาก (พรชัย ,2548 : บทคัดย่อ) วิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่อง หลักการของเครื่องวัดพื้นฐานทางไฟฟ้า มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่อง หลักการของเครื่องวัดพื้นฐานทางไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพพ.ศ. 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546) สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดการสอนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า โดยนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 26 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจงจากนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 2 สาขางานไฟฟ้ากำลัง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 การเก็บรวบรวมข้อมูลได้จากคะแนนการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน กับคะแนนทดสอบหลังเรียน ของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างแล้วนำไปหาประสิทธิภาพชุดการสอน E1/E2 และวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนการทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างด้วยการทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่าชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ82.23/80.64ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดชุดการสอนที่สร้างขึ้นนี้ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าได้ (สันติ ,2548: บทคัดย่อ)

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป



5.3.1.1 การใช้ชุดทดลองครูผู้สอนจะต้องศึกษา คู่มือการใช้งานของชุดทดลองและ จัดเตรียมทดสอบชุดทดลองให้มีความพร้อมก่อนการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดความเข้าใจ ขบวนการทำงานของชุดทดลองก่อนการนำไปจัดการเรียนการสอนต่อไป

5.3.1.2 การนำชุดทดลองที่สร้างขึ้นไปใช้ใน การเรียนการสอนควรจัดผู้เรียนให้มีความ เหมาะสมโดยการทดลองแต่ละครั้งไม่ควรเกิน 3 คนต่อ 1 ชุด ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการทดลอง และช่วยให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติการทดลองได้ทั่วถึง

5.3.1.3 ควรมีการส่งเสริมให้ครูผู้สอน ได้มีการสร้างสื่อชุดทดลองขึ้นมาใช้สำหรับการ ปฏิบัติการทดลองเองในรายวิชาอื่น ๆ เนื่องจากครูผู้สอนจะมีความเข้าใจในธรรมชาติของรายวิชา นั้น ๆ และสามารถใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอน ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการฝึกปฏิบัติ ในการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

5.3.1.4 ควรนำชุดทดลองที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ไปใช้สอนวิชาระบบควบคุมในงาน อุตสาหกรรมกับสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาทั่วประเทศ

5.3.1.5 ควรมีการพัฒนาชุดทดลองให้มีจำนวนมากขึ้นให้พอกับนักศึกษาแต่ละห้องเรียน เพื่อประโยชน์ต่อผู้เรียนที่มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 เพิ่มเติมช่องระบายความร้อนให้กับชุดทดลอง เพื่อการระบายและถ่ายเทอากาศ ให้กับอุปกรณ์ และช่องไว้สำหรับซ่อมบำรุงรักษาชุดทดลอง

5.3.2.2 การวิจัยครั้งต่อไปควรใช้แบบแผนการทดลองที่มีกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม แบบสุ่ม และมีการวัดความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน (Randomized Control Group Pretest Posttest Design) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบผลการเรียนทดลองแบบปกติกับการเรียนทดลองด้วยสื่อชุดทดลอง ที่สร้างขึ้น

5.3.2.3 ควรนำชุดทดลองที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักศึกษาในสถาบันการศึกษาอื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อจะได้แน่ใจว่า เมื่อนำไปใช้กับสถาบันการศึกษาอื่น ๆ แล้ว ชุดทดลองมีประสิทธิภาพ อีกทั้งจะได้ปรับปรุงพัฒนาชุดทดลองนี้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.3.2.4 ควรมีการสร้างชุดทดลองให้ครบทุกหัวข้อ ในรายวิชาควบคุมระบบในงาน อุตสาหกรรมเพื่อให้นักศึกษาได้มีความรู้ให้ครบทุกหน่วย ในรายวิชาและผู้ที่สนใจได้ศึกษารวมทั้ง วิทยาลัยจะได้มีสื่อชุดทดลอง ในการจัดการเรียนการสอนที่พอเพียง และช่วยให้ประเทศชาติ ประหยัดค่าใช้จ่ายไม่ต้องนำเข้าสื่อการเรียนการสอนจากต่างประเทศต่อไป

## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรมอาชีวศึกษา,กระทรวงศึกษาธิการ, หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2556 , 2556  
 กางนา เกียรติประเวศ. วิธีการสอนทั่วไปและทักษะการสอน. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์  
 วัฒนาพานิช 2524. หน้า 86.
- กฤษดา วิชาวชิรานนท์. การควบคุมซีเควนซ์และ PLC. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริม  
 เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) , 2545
- ฉลองชัย สุรวัฒนบุรณ. การเลือกและการใช้สื่อการสอน : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528  
 หน้า 27-31.
- ชัยสิทธิ์ ลัดดาหอม. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง เรื่อง สวิตซ์িংเพาเวอร์ซัพพลาย .  
 โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม , มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์, 2548.
- ชัยยุทธ ราษฎร์สภา. PROGRAMMABLE CONTROLLER การใช้งานสำหรับผู้เริ่มต้น.  
 กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี, 2545
- ชัชวาล มุลศรี. การพัฒนาชุดทดลองสำหรับการสอนภาคปฏิบัติแบบการจำลองเรื่องวงจร  
ทรานซิสเตอร์ □ โดย □ □ โปรแกรม PSPICE Version 6.1 For Windows 3.11. 2540, หน้า 8.
- ชูศักดิ์ เปลี้นก □. หลักการที่ □ □ ในการเรียนการสอนแบบทดลอง. เอกสารประกอบการเรียน  
 การสอนวิชา ETE 523 Workshop and Laboratory Developmant. ภาควิชาครุศาสตร์ □  
 ไฟฟ้า. คณะครุศาสตร์ □ อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้า □ ธนบุรี, 2545
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ . ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา  
 คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ , 2544, หน้า 75.
- ชานินทร์ ศิลป์จารุ. การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ :  
 บริษัท วี.อินเตอร์พรีนท์ จำกัด , 2551 หน้า 152.
- บุญชม ศรีสะอาด. การพัฒนาการสอน. สุวีริยาสาสน์, 2537, หน้า 68.
- บริษัทแสงชัยมิเตอร์. คู่มือการใช้งานโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์, 2540 ,หน้า 49.
- บัณฑิตวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. คู่มือการจัดทำวิทยานิพนธ์, 2536

## บรรณานุกรม ( ต่อ )

- ประวิทย์ อัครอังกูร. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกการเขียนโปรแกรมเครื่องคัดแยกขนาดชิ้นงานโดยใช้ Sensors เป็นตัวตรวจสอบควบคุมโดยพีแอลซี. วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาเครื่องกล. วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรม , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548
- เพราพรรณ เปลียนภู. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2542
- พรชัย อุ่มอังกะ. การพัฒนาชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรง. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า , มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2548
- พรจิต ประทุมสุวรรณ และคณะ. ทฤษฎีและการใช้งาน(PC/PLC) PROGRAMMABLE CONTROLLER. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์, 2536
- ภัทรา นิคมานนท์. การประเมินผลและการสร้างแบบทดสอบ. กรุงเทพฯ : อักษรบัณฑิต, 2525
- มนัส ปุญงาม. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาเครื่องกล. วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรม , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549
- ยุทธนา นารายณะคามิน . การสร้างชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการควบคุมแขนกลด้วย PLC. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรม , มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2548
- รัตนา ศิริพานิช. สถิติและการวิจัยการศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะศิลปศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2545
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น, 2538
- วสันต์ ลีละธนาฤกษ์. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี. วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาเครื่องกล . วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรม , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549
- วิรัตน์ อิศวานาวัต. การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ. กรุงเทพมหานคร : เอกสารประกอบการสอน วิชาการวัดผลการศึกษา , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2536 (อัครสำเนา)

## บรรณานุกรม ( ต่อ )

- ศุภชัย ปลายเนตร. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดสาริตการควบคุมแผนผสมคอนกรีตด้วย PLC. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา,กระทรวงศึกษาธิการ, หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2557 , 2557
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 , 2555
- สุมาลี จันทร □ชะลอ. การวัดและประเมินผล : ศูนย์ □ สื่อเสริมกรุงเทพ , 2542 , หน้า 168-260.
- สุมาลี จันทร □ชะลอ. การวัดและประเมินผล : ศูนย์ □ สื่อเสริมกรุงเทพ , 2542 , หน้า 106-108.
- สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์. การสอนทักษะภาคปฏิบัติ. ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล , คณะครุศาสตร์ □ อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2526
- สุพิน บุญชูวงศ □. หลักการสอน. พิมพ์ □ ครั้งที่ 5 : แสงสุทธิการพิมพ์ □ , 2538 , หน้า 50.
- สุธีร เกียรติสุนทร. หลักการงานและเทคนิคการประยุกต์ใช้งานPC/PLC. กรุงเทพมหานคร, 2531
- สุวัฒน์ □ นิยม □. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์ □ แบบสืบเสาะหาความรู้ □ เล □ มที่ 2 .
- เจเนอรัลบุ □ ค, 2537 , หน้า 500-591.
- สมนึก ภัททิยชนี. การวัดผลการศึกษา. กภาพสินะ: ประสานการพิมพ์. พิมพ์ครั้งที่ 3, 2544
- สันติ เบ็ญจสิต. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่อง หลักการของเครื่องวัดพื้นฐานทางไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548
- อาคม ลักษณะสกุล. การสร้างและหาประสิทธิภาพนวัตกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เรื่อง การโปรแกรมและการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงช่างไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547
- อลงกรณ์ หาญรินทร์. การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา . สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547
- อุทุมพร ทองอุไทย. การประเมินผลการศึกษา : ปรึกษาการพิมพ์ □ , 2520 , หน้า 29.

**ภาคผนวก ก.**

- ลักษณะรายวิชา วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม (3104-2006)
- ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

### ลักษณะรายวิชา

- |                      |   |
|----------------------|---|
| 1. รหัสและชื่อวิชา   | 3104-2006 วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  |
| 2. สภาพรายวิชา       | วิชาชีพเลือก หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง  |
| 3. ระดับวิชา         | ภาคการศึกษาที่ 1 ชั้น ปวส. 2  |
| 4. พื้นฐาน           | ความรู้วิชาการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า  |
| 5. เวลาศึกษา         | 90 ชั่วโมง ตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี - ปฏิบัติ 5 ชั่วโมงต่อสัปดาห์  |
| 6. หน่วยกิต          | 3 หน่วยกิต  |
| 7. จุดประสงค์รายวิชา | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เข้าใจโครงสร้างส่วนประกอบ การทำงานของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ คอมพิวเตอร์ เซนเซอร์ และอุปกรณ์ควบคุมแบบต่าง ๆ</li> <li>2. เขียนโปรแกรมคำสั่งควบคุมการทำงานของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ร่วมกับเซนเซอร์ และอุปกรณ์ควบคุมแบบต่าง ๆ</li> <li>3. มีกิจนิสัยในการทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วยความประณีต รอบคอบ และปลอดภัย</li> </ol> |
| 8. สมรรถนะรายวิชา    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. แสดงความรู้เกี่ยวกับระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม</li> <li>2. ออกแบบวงจรควบคุม</li> <li>3. ต่อวงจร ทดสอบการทำงาน</li> </ol>   |
| 9. คำอธิบายรายวิชา   |   |

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้างของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ การเขียนคำสั่งควบคุมการทำงานของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ หลักการทำงานของหน่วยอินพุต เอาท์พุต เซนเซอร์ที่ใช้วัดและตรวจจับความเร็ว ความดัน อุณหภูมิ อัตราการไหล ระดับ น้ำหนัก แสง ฟร็อกซิมิตีส์วิตช์ อุปกรณ์ควบคุม ตัวตั้งเวลา ตัวนับ ลิมิตสวิตช์ ฯลฯ การนำเอาโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์และคอมพิวเตอร์ มาประยุกต์ใช้งานร่วมกับเซนเซอร์และอุปกรณ์ควบคุมแบบต่าง ๆ

ตารางที่ ก-1 ตารางวิเคราะห์ชื่อหน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วย	หัวข้อเนื้อหา	เวลาที่ใช้สอน (จำนวนชั่วโมง)
1	ประวัติ และ ความหมายของ PLC	1.1 ประวัติและความเป็นมาของ PLC 1.2 ความหมายของ PLC 1.3 หลักการทำงานของ PLC 1.4 ข้อดีในการทำงานของ PLC 1.5 การใช้ PLC ในงานอุตสาหกรรม รวม	1 1 1 1 1 5
2	โครงสร้างและ ส่วนประกอบของ PLC	2.1 หน่วยประมวลผล (CPU) 2.2 หน่วยความจำ (Memory Unit) 2.2.1 ROM 2.2.2 RAM 2.2.3 EEPROM 2.3 หน่วยอินพุต/เอาต์พุต 2.3.1 อินพุต (Input) 2.3.2 เอาต์พุต (Output) รวม	1 1    3   5
3	ภาษาที่ใช้กับ PLC	3.1 ภาษาแลดเดอร์ 3.2 ภาษาบูลีน 3.3 ภาษาบล็อค 3.4 คำสั่งข้อความภาษาอังกฤษ รวม	1.5 1.5 1 1 5
4	คำสั่งพื้นฐานของ PLC	4.1 ความหมายของคำสั่งพื้นฐาน 4.2 สัญลักษณ์ของคำสั่งพื้นฐาน 4.3 หลักการทำงานของคำสั่งพื้นฐาน รวม	5 5 5 15

ตารางที่ ก-1 ตารางวิเคราะห์ชื่อหน่วยการเรียนรู้ (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วย	หัวข้อเนื้อหา	เวลาที่ใช้สอน (จำนวนชั่วโมง)
5	หลักการเขียน โปรแกรมของ PLC	5.1 การวิเคราะห์และวางแผนระบบงาน	2.5
		5.2 การวางระบบโปรแกรม	2.5
		5.3 การป้อนโปรแกรมและดูสถานะการทำงานของโปรแกรม	2.5
		5.4 การจัดทำเอกสารประกอบ	2.5
		5.5 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ทางภาคสัญญาณอินพุตและเอาต์พุต	5
		<b>รวม</b>	<b>15</b>
6	หลักการการทำงานของ อุปกรณ์ควบคุมและ อุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR)	6.1 อุปกรณ์การทำงานของภาคสัญญาณอินพุต	
		6.1.1 สวิตช์ชนิดต่าง ๆ	1
		6.1.2 การใช้โฟโต้สวิตช์ (Photo Sensor)	1
		ควบคุมชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม	
		6.1.3 การใช้พร็อกซิมิตีส์วิตช์ (Proximity Switch) ควบคุมชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม	1
		6.1.4 สวิตช์ความดัน	1
		6.1.5 เทอร์มัลสวิตช์ (Thermal switch)	1
		6.1.6 สวิตช์ตรวจวัดระดับของเหลว (Liquid Switch)	1
		6.1.7 รีดสวิตช์ (Reed Switch)	1
		6.2 อุปกรณ์การทำงานของภาคสัญญาณเอาต์พุต	
		6.2.1 รีเลย์ (Relay)	1
		6.2.2 คอนแทคเตอร์ (Contactor )	1
		6.2.3 รีเลย์ตั้งเวลา (Timer Relay)	1
6.2.4 ตัวนับจำนวน (Counter )	1		
6.2.5 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve )	1		



		6.2.6 มอเตอร์ (Motor )	1
--	--	------------------------	---

ตารางที่ ก-1 ตารางวิเคราะห์ชื่อหน่วยการเรียนรู้ (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วย	หัวข้อเนื้อหา	เวลาที่ใช้สอน (จำนวนชั่วโมง)
6	หลักการทำงานของ อุปกรณ์ควบคุมและ อุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR)	6.2.7 กระบอกสูบ (Cylinder ) 6.2.8 หลอดไฟแสดงผล (Lamp) 6.2.9 กระดิ่ง (Bell) และบัสเซอร์  รวม	1 0.5 0.5  15
7	การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงาน อุตสาหกรรม	7.1 การเชื่อมต่อสัญญาณ โฟโตสวิตช์แบบแยก ตัวรับ - ตัวส่ง (Thu - Beam Sensor) กับ ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม 7.2 การเชื่อมต่อสัญญาณ โฟโตสวิตช์แบบสะท้อน วัตถุ (Diffuse Reflective) กับชุดทดลองระบบ ควบคุมในงานอุตสาหกรรม 7.3 การเชื่อมต่อสัญญาณ โฟโตสวิตช์แบบใช้แผ่น สะท้อนแสง (Retro Reflective) กับชุดทดลอง ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม 7.4 การเชื่อมต่อสัญญาณพร็อกซิมีตี้สวิตช์แบบ คาปาซิทีฟ (Capacitive Proximity Switch) กับชุดทดลองระบบควบคุมในงาน อุตสาหกรรม 7.5 การเชื่อมต่อสัญญาณพร็อกซิมีตี้สวิตช์แบบ อินดักทีฟ (Inductive Proximity Switch) กับ ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม 7.6 การคัดแยกชิ้นงาน โดยใช้ชุดทดลองระบบ ควบคุมในงานอุตสาหกรรม  รวม	5  5  5 5  5 3  28
	ประเมินผลปลายภาค	สอบปลายภาค	2

	รวม	90
--	-----	----

### รายการหัวข้อเรื่องที่เลือกทำวิจัย (Topic Listing Sheet)

วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006

หัวข้อเรื่อง คำสั่งพื้นฐาน , หลักการเขียนโปรแกรมของ PLC , หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR) , การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม

หัวข้อเรื่อง	แหล่งข้อมูล			
	A	B	C	D
<b>หน่วยที่ 4 คำสั่งพื้นฐาน</b>				
4.1 ความหมายของคำสั่งพื้นฐาน	√	√	√	√
4.2 สัญลักษณ์ของคำสั่งพื้นฐาน	√	√	√	√
4.3 หลักการทำงานของคำสั่งพื้นฐาน	√	√	√	√
<b>หน่วยที่ 5 หลักการเขียนโปรแกรมของ PLC</b>				
5.1 การวิเคราะห์และวางแผนระบบงาน	√	√	√	√
5.2 การวางระบบโปรแกรม	√	√	√	√
5.3 การป้อนโปรแกรมและดูสถานะการทำงานของโปรแกรม	√	√	√	√
5.4 การจัดทำเอกสารประกอบ	√	√	√	√
5.5 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ทางภาคสัญญาณอินพุตและเอาต์พุต	√	√	√	√
<b>หน่วยที่ 6 หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR)</b>				
6.1 การใช้โฟโตสวิตช์ (Photo Sensor) ควบคุมชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม	√	√	√	√
6.2 การใช้พร็อกซิมีตี้สวิตช์ (Proximity Switch) ควบคุมชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม	√	√	√	√
<b>หน่วยที่ 7 การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม</b>				
7.1 การคัดแยกชิ้นงานโดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม	√	√	√	√

แหล่งข้อมูล

A : แหล่งข้อมูลที่มาจากคำอธิบายรายวิชา    B : แหล่งข้อมูลที่มาจากเอกสารและตำรา  
C : แหล่งข้อมูลที่มาจากผู้เชี่ยวชาญ            D : แหล่งข้อมูลที่มาจากประสบการณ์ของผู้สอน

รายการประเมินค่าความสำคัญของหัวข้อเรื่อง ( Topic Detailing Valuation Sheet)

วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006

หัวข้อเรื่อง คำสั่งพื้นฐาน

หัวข้อเรื่อง	ประเมินค่า				
	I.V	F.P	I.R	N.S	L.D
4.1 ความหมายของคำสั่งพื้นฐาน	X	X	I	X	M
4.2 สัญลักษณ์ของคำสั่งพื้นฐาน	X	X	I	X	M
4.3 หลักการทำงานของคำสั่งพื้นฐาน	X	X	I	X	M

หมายเหตุ

I.V คือ ความสำคัญสำหรับวิชาชีพ

X : จำเป็นมาก

I : จำเป็นปานกลาง

O : ไม่จำเป็น

F.P คือ ความถี่ของการใช้งานประจำ

X : ใช้งานประจำ

I : นาน ๆ ครั้ง

O : ไม่ค่อยได้ใช้งาน

I.R คือ ความสัมพันธ์ของวิชาสัมพันธ์

X : สำคัญมากต่อการเรียนวิชาอื่น ๆ

I : อาจช่วยได้บ้างในวิชาอื่น ๆ

O : ไม่ได้นำไปใช้ในวิชาอื่น ๆ

N.S คือ ความจำเป็นสำหรับขั้นตอน

X : เหมาะสมกับวิชาไม่สามารถ

เลื่อนได้

ไม่มีเครื่องหมาย : สามารถเลื่อนได้หรือ

ตัดทิ้งได้

L.D คือ ความยากง่ายของการเรียน

V : ยากต่อการเรียน

M : ยากปานกลาง

E : ง่ายต่อการเรียน

P : ความรู้เดิมที่เรียนมาแล้ว

รายการประเมินค่าความสำคัญของหัวข้อเรื่อง ( Topic Detailing Valuation Sheet )

วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006

หัวข้อเรื่อง หลักการเขียนโปรแกรมของ PLC

หัวข้อเรื่อง	ประเมินค่า				
	I.V	F.P	I.R	N.S	L.D
5.1 การวิเคราะห์และวางแผนระบบงาน	X	X	X	X	E
5.2 การวางระบบโปรแกรม	X	X	I	X	M
5.3 การป้อนโปรแกรมและดูสถานะการทำงานของโปรแกรม	X	X	I	X	V
5.4 การจัดทำเอกสารประกอบ	X	X	I	X	M
5.5 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ทางภาคสัญญาณอินพุตและเอาต์พุต	X	X	I	X	M

หมายเหตุ

I.V คือ ความสำคัญสำหรับวิชาชีพ

X : จำเป็นมาก

I : จำเป็นปานกลาง

O : ไม่จำเป็น

F.P คือ ความถี่ของการใช้งานประจำ

X : ใช้งานประจำ

I : นาน ๆ ครั้ง

O : ไม่ค่อยได้ใช้งาน

I.R คือ ความสัมพันธ์ของวิชาสัมพันธ์

X : สำคัญมากต่อการเรียนวิชาอื่น ๆ

I : อาจช่วยได้บ้างในวิชาอื่น ๆ

O : ไม่ได้นำไปใช้ในวิชาอื่น ๆ

N.S คือ ความจำเป็นสำหรับขั้นตอน

X : เหมาะสมกับวิชาไม่สามารถ

เลื่อนได้

ไม่มีเครื่องหมาย : สามารถเลื่อนได้หรือ

ตัดทิ้งได้

L.D คือ ความยากง่ายของการเรียน

V : ยากต่อการเรียน

M : ยากปานกลาง

E : ง่ายต่อการเรียน

P : ความรู้เดิมที่เรียนมาแล้ว

รายการประเมินค่าความสำคัญของหัวข้อเรื่อง ( Topic Detailing Valuation Sheet)

วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006

หัวข้อเรื่อง หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR)

หัวข้อเรื่อง	ประเมินค่า				
	I.V	F.P	I.R	N.S	L.D
6.1 การใช้โฟโตสวิตช์ (Photo Sensor) ควบคุมชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม	X	X	I	X	M
6.3 การใช้พร็อกซิมิตีส์วิตช์ (Proximity Switch) ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม	X	X	I	X	M

หมายเหตุ

I.V คือ ความสำคัญสำหรับวิชาชีพ

X : จำเป็นมาก

I : จำเป็นปานกลาง

O : ไม่จำเป็น

F.P คือ ความถี่ของการใช้งานประจำ

X : ใช้งานประจำ

I : นาน ๆ ครั้ง

O : ไม่ค่อยได้ใช้งาน

I.R คือ ความสัมพันธ์ของวิชาสัมพันธ์

X : สำคัญมากต่อการเรียนวิชาอื่น ๆ

I : อาจช่วยได้บ้างในวิชาอื่น ๆ

O : ไม่ได้นำไปใช้ในวิชาอื่น ๆ

N.S คือ ความจำเป็นสำหรับขั้นตอน

X : เหมาะสมกับวิชาไม่สามารถ

เลื่อนได้

ไม่มีเครื่องหมาย : สามารถเลื่อนได้หรือ

ตัดทิ้งได้

L.D คือ ความยากง่ายของการเรียน

V : ยากต่อการเรียน

M : ยากปานกลาง

E : ง่ายต่อการเรียน

P : ความรู้เดิมที่เรียนมาแล้ว

รายการประเมินค่าความสำคัญของหัวข้อเรื่อง ( Topic Detailing Valuation Sheet )

วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006

หัวข้อเรื่อง การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม

หัวข้อเรื่อง	ประเมินค่า				
	I.V	F.P	I.R	N.S	L.D
7.1 การคัดแยกชิ้นงาน โดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม	X	I	X	X	V

หมายเหตุ

I.V คือ ความสำคัญสำหรับวิชาชีพ

X : จำเป็นมาก

I : จำเป็นปานกลาง

O : ไม่จำเป็น

F.P คือ ความถี่ของการใช้งานประจำ

X : ใช้งานประจำ

I : นาน ๆ ครั้ง

O : ไม่ค่อยได้ใช้งาน

I.R คือ ความสัมพันธ์ของวิชาสัมพันธ์

X : สำคัญมากต่อการเรียนวิชาอื่น ๆ

I : อาจช่วยได้บ้างในวิชาอื่น ๆ

O : ไม่ได้นำไปใช้ในวิชาอื่น ๆ

N.S คือ ความจำเป็นสำหรับขั้นตอน

X : เหมาะสมกับวิชาไม่สามารถ

เลื่อนได้

ไม่มีเครื่องหมาย : สามารถเลื่อนได้หรือตัดทิ้งได้

L.D คือ ความยากง่ายของการเรียน

V : ยากต่อการเรียน

M : ยากปานกลาง

E : ง่ายต่อการเรียน

P : ความรู้เดิมที่เรียนมาแล้ว

รายละเอียดเนื้อหาของหัวเรื่อง ( Topic Detailing Sheet )

วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006

หัวเรื่อง คำสั่งพื้นฐาน , หลักการเขียนโปรแกรมของ PLC , หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและ  
อุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR) , การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม

หัวข้อเรื่อง	แหล่งข้อมูล			
	A	B	C	D
<b>คำสั่งพื้นฐาน</b>				
4.1 บอกความหมายของคำสั่งพื้นฐานของ PLC ได้	√	√	√	√
4.2 บอกชื่อสัญลักษณ์ของคำสั่งพื้นฐาน ได้อย่างถูกต้อง	√	√	√	√
4.3 อธิบายหลักการทำงานของคำสั่ง JCS ,JCR ,MCS, MCR	√	√	√	√
4.4 อธิบายหลักการทำงานของคำสั่ง TON ,TOF ,SS	√	√	√	√
4.5 อธิบายหลักการทำงานของคำสั่ง CNT,END	√	√	√	√
4.6 เลือกใช้คำสั่งพื้นฐานได้ตามความเหมาะสมของการ นำไปใช้งาน	√	√	√	√
<b>หลักการเขียนโปรแกรมของ PLC</b>				
5.1 อธิบายการวิเคราะห์และวางแผนระบบงานได้ ถูกต้อง	√	√	√	√
5.2 บอกขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมได้ถูกต้อง	√	√	√	√
5.3 อธิบายวงจรไทม์มิ่งไดอะแกรมได้ถูกต้อง	√	√	√	√
5.4 จัดทำเอกสารประกอบตามเงื่อนไขของโปรแกรมได้	√	√	√	√
5.5 กำหนดอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตได้ถูกต้อง	√	√	√	√
5.6 ป้อนโปรแกรมและดูสถานะการทำงานของ โปรแกรมตามเงื่อนไขได้อย่างถูกต้อง	√	√	√	√
5.7 เขียนโปรแกรมการควบคุมอุปกรณ์อินพุตและ เอาต์พุตเบื้องต้นได้อย่างถูกต้อง	√	√	√	√

รายละเอียดเนื้อหาของหัวเรื่อง ( Topic Detailing Sheet )

วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006

หัวเรื่อง คำสั่งพื้นฐาน , หลักการเขียนโปรแกรมของ PLC , หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและ  
อุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR) , การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม

หัวข้อเรื่อง	แหล่งข้อมูล			
	A	B	C	D
<b>หลักการการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR)</b>				
6.1 บอกความหมายของโฟโตสวิตช์ (Photo Sensor) ได้ อย่างถูกต้อง	√	√	√	√
6.2 อธิบายหลักการการทำงานของใช้โฟโตสวิตช์ ได้อย่าง ถูกต้อง	√	√	√	√
6.3 เลือกโฟโตสวิตช์ใช้งานได้อย่างถูกต้อง	√	√	√	√
6.4 เขียนโปรแกรมควบคุมชุดทดลองระบบควบคุมใน งานอุตสาหกรรมและโฟโตสวิตช์ ได้อย่างถูกต้อง ตามเงื่อนไข	√	√	√	√
6.5 ปฏิบัติการต่อวงจรโฟโตสวิตช์ใช้งานร่วมกับ PLC ได้อย่างถูกต้อง	√	√	√	√
6.6 บอกความหมายของพร็อกซิมีตี้สวิตช์ (Proximity Switch) ได้อย่างถูกต้อง	√	√	√	√
6.7 อธิบายหลักการการทำงานของพร็อกซิมีตี้สวิตช์ ได้อย่าง ถูกต้อง	√	√	√	√
6.8 เลือกพร็อกซิมีตี้สวิตช์ใช้งานได้อย่างถูกต้อง	√	√	√	√
6.9 เขียนโปรแกรมควบคุมชุดทดลองระบบควบคุมใน งานอุตสาหกรรมและพร็อกซิมีตี้สวิตช์ ได้อย่าง ถูกต้องตามเงื่อนไข	√	√	√	√
6.10 ปฏิบัติการต่อวงจรพร็อกซิมีตี้สวิตช์ใช้งานร่วมกับ PLC และชุดทดลองได้อย่างถูกต้อง	√	√	√	√



รายละเอียดเนื้อหาของหัวเรื่อง ( Topic Detailing Sheet )

วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006

หัวเรื่อง คำสั่งพื้นฐาน , หลักการเขียนโปรแกรมของ PLC , หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและ  
อุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR) , การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม

หัวข้อเรื่อง	แหล่งข้อมูล			
	A	B	C	D
<b>การประยุกต์ใช้งานในงานอุตสาหกรรม</b>				
7.1 อธิบายหลักการตัดแยกชิ้นงาน โดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมได้อย่างถูกต้อง	√	√	√	√
7.2 เขียนโปรแกรมควบคุมการตัดแยกชิ้นงาน โดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมได้อย่างถูกต้อง	√	√	√	√
7.3 ปฏิบัติการต่อ PLC ใช้งานชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมได้อย่างถูกต้อง	√	√	√	√

แหล่งข้อมูล

A : แหล่งข้อมูลที่มาจากคำอธิบายรายวิชา

B : แหล่งข้อมูลที่มาจากเอกสารและตำรา

C : แหล่งข้อมูลที่มาจากผู้เชี่ยวชาญ

D : แหล่งข้อมูลที่มาจากประสบการณ์ของผู้สอน

### ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อออกข้อสอบ
- หาค่า IOC
- ค่าความยากง่าย (P)
- ค่าอำนาจจำแนก (D)
- ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ( $S_t^2$ ) ของแบบทดสอบ
- ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบ

ตารางที่ ข-1 การวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมวิชาการระบบควบคุมในงาน  
อุตสาหกรรม รหัส 3104-2006

เนื้อหา \ พฤติกรรม	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	ขั้นสูงกว่าการนำไปใช้	รวม	ลำดับความสำคัญ
<b>หน่วยที่ 4 คำสั่งพื้นฐาน</b>						
4.1 บอกความหมายของคำสั่งพื้นฐานของ PLC ได้	8	4	2	2	16	3
4.2 บอกชื่อสัญลักษณ์ของคำสั่งพื้นฐานได้อย่างถูกต้อง	8	4	2	2	16	3
4.3 อธิบายหลักการทำงานของคำสั่ง JCS ,JCR MCS, MCR	4	8	8	2	22	1
4.4 อธิบายหลักการทำงานของคำสั่ง TON ,TOF ,SS	4	8	8	2	22	1
4.5 อธิบายหลักการทำงานของคำสั่ง CNT,END	4	8	8	2	22	1
4.6 เลือกใช้คำสั่งพื้นฐานได้ตามความเหมาะสมของการนำไปใช้งาน	2	4	8	8	22	1
<b>หน่วยที่ 5 หลักการเขียนโปรแกรมของ PLC</b>						
5.1 อธิบายการวิเคราะห์และวางแผนระบบงานได้ถูกต้อง	2	8	4	2	16	3
5.2 บอกขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมได้ถูกต้อง	8	4	2	2	16	3
5.3 อธิบายวงจรไทม์มิ่งไดอะแกรมได้ถูกต้อง	4	8	8	2	22	1
5.4 จัดทำเอกสารประกอบตามเงื่อนไขของโปรแกรมได้	2	6	2	2	12	4
5.5 กำหนดอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตได้ถูกต้อง	4	8	8	2	22	1
5.6 ป้อนโปรแกรมและดูสถานะการทำงานของโปรแกรมตามเงื่อนไขได้อย่างถูกต้อง	4	8	8	2	22	1

5.7 เขียนโปรแกรมการควบคุมอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตเบื้องต้นได้อย่างถูกต้อง	4	8	8	2	22	1
---	---	---	---	---	----	---

ตารางที่ ข-1 (ต่อ) การวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมวิชาการระบบควบคุมในงาน  
อุตสาหกรรม รหัส 3104-2006

เนื้อหา \ พฤติกรรม	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	ขั้นสูงกว่าการนำไปใช้	รวม	ลำดับความสำคัญ
<b>หน่วยที่ 6 หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR)</b>						
6.1 บอกความหมายของโฟโตสวิตช์ (Photo Sensor) ได้อย่างถูกต้อง	8	4	2	2	16	3
6.2 อธิบายหลักการทำงานของใช้โฟโตสวิตช์ ได้อย่างถูกต้อง	4	8	8	2	22	1
6.3 เลือกโฟโตสวิตช์ใช้งานได้อย่างถูกต้อง	4	8	8	2	22	1
6.4 เขียนโปรแกรมควบคุมชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมและโฟโตสวิตช์ ได้อย่างถูกต้องตามเงื่อนไข	4	8	8	2	22	1
6.5 ปฏิบัติการต่อวงจรโฟโตสวิตช์ใช้งานร่วมกับ PLC ได้อย่างถูกต้อง	4	2	8	4	18	2
6.6 บอกความหมายของพร็อกซิมิตีส์วิตช์ (Proximity Switch) ได้อย่างถูกต้อง	8	4	2	2	16	3
6.7 อธิบายหลักการทำงานของพร็อกซิมิตีส์วิตช์ ได้อย่างถูกต้อง	4	8	8	2	22	1
6.8 เลือกพร็อกซิมิตีส์วิตช์ใช้งานได้อย่างถูกต้อง	4	2	8	4	18	2
6.9 เขียนโปรแกรมควบคุมชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมและพร็อกซิมิตีส์วิตช์ ได้อย่างถูกต้องตามเงื่อนไข	4	8	8	2	22	1
6.10 ปฏิบัติการต่อวงจรพร็อกซิมิตีส์วิตช์ใช้งานร่วมกับ PLC และชุดทดลองได้อย่างถูกต้อง	2	4	8	2	16	3

ตารางที่ ข-1 (ต่อ) การวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมวิชาการระบบควบคุมในงาน  
อุตสาหกรรม รหัส 3104-2006

เนื้อหา \ พฤติกรรม	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	ขั้นสูงกว่าการนำไปใช้	รวม	ลำดับความสำคัญ
<b>หน่วยที่ 7 การประยุกต์ใช้งานในงานอุตสาหกรรม</b>						
7.1 อธิบายหลักการคัดแยกชิ้นงานโดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมได้อย่างถูกต้อง	8	4	2	2	16	3
7.2 เขียนโปรแกรมควบคุมการคัดแยกชิ้นงานโดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมได้อย่างถูกต้อง	4	8	8	2	22	1
7.3 ปฏิบัติการต่อ PLC ใช้งานชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมได้อย่างถูกต้อง	2	4	8	2	16	3
รวม	118	158	162	62	500	
ลำดับความสำคัญ	3	2	1	4		

จากตารางที่ ข-1 แสดงถึงผลการวิเคราะห์เนื้อหารายวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัส 3104-2006 ในเรื่องต่างๆ ดังนี้

1. คำสั่งพื้นฐาน
2. หลักการเขียนโปรแกรมของ PLC
3. หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR)
4. การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม

ซึ่งตามพฤติกรรมความรู้จะเห็นว่า จุดประสงค์ที่ 1.3 , 1.4 , 1.5 , 1.6 , 2.3 , 2.5 , 2.6 , 2.7 , 3.2 , 3.3 , 3.4 , 3.7 , 3.9 และ 4.2 สำคัญมากที่สุดรองลงไปได้แก่ หัวข้อที่ 3.8 และ 3.5 และลำดับรองลงไปอีกได้แก่ส่วนเนื้อหาในหัวข้อที่ 1.1 , 1.2, 2.1, 2.2 , 3.1 , 3.6 , 3.10 , 4.1 และ 4.3 ส่วนเนื้อหาในหัวข้อ 2.4 สำคัญน้อย

ที่สุด และจะเห็นว่าพฤติกรรมกรนำไปใช้สำคัญมากที่สุดรองลงไปได้แก่ความเข้าใจ และความรู้ความจำ ส่วนพฤติกรรมขั้นสูงกว่าการนำไปใช้สำคัญน้อยที่สุด

**ตารางที่ ข-2** การวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ตาราง 1000 )

วิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัส 3104-2006

เนื้อหา \ พฤติกรรม	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	ขั้นสูงกว่าการนำไปใช้	รวม	ลำดับความสำคัญ
<b>หน่วยที่ 4 คำสั่งพื้นฐาน</b>						
4.1 บอกความหมายของคำสั่งพื้นฐานของ PLC ได้	16	8	4	4	32	3
4.2 บอกชื่อสัญลักษณ์ของคำสั่งพื้นฐานได้อย่างถูกต้อง	16	8	4	4	32	3
4.3 อธิบายหลักการทำงานของคำสั่ง JCS , JCR MCS, MCR	8	16	16	4	44	1
4.4 อธิบายหลักการทำงานของคำสั่ง TON ,TOF ,SS	8	16	16	4	44	1
4.5 อธิบายหลักการทำงานของคำสั่ง CNT,END	8	16	16	4	44	1
4.6 เลือกใช้คำสั่งพื้นฐานได้ตามความเหมาะสมของการนำไปใช้งาน	4	8	16	16	44	1
<b>หน่วยที่ 5 หลักการเขียนโปรแกรมของ PLC</b>						
5.1 อธิบายการวิเคราะห์และวางแผนระบบงานได้ถูกต้อง	4	16	8	4	32	3
5.2 บอกขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมได้ถูกต้อง	16	8	4	4	32	3
5.3 อธิบายวงจรไทม์มิ่งไดอะแกรมได้ถูกต้อง	8	16	16	4	44	1
5.4 จัดทำเอกสารประกอบตามเงื่อนไขของโปรแกรมได้	4	12	4	4	24	4
5.5 กำหนดอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตได้ถูกต้อง	8	16	16	4	44	1
5.6 ป้อนโปรแกรมและดูสถานะการทำงานของ	8	16	16	4	44	1

โปรแกรมตามเงื่อนไขได้อย่างถูกต้อง						
5.7 เขียนโปรแกรมการควบคุมอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตเบื้องต้นได้อย่างถูกต้อง	8	16	16	4	44	1

ตารางที่ ข-2 (ต่อ) การวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

(ตาราง 1000) วิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัส 3104-2006

เนื้อหา \ พฤติกรรม	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	ขั้นสูงกว่าการนำไปใช้	รวม	ลำดับความสำคัญ
<b>หน่วยที่ 6 หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR)</b>						
6.1 บอกความหมายของโฟโตสวิตช์ (Photo Sensor) ได้อย่างถูกต้อง	16	8	4	4	32	3
6.2 อธิบายหลักการทำงานของใช้โฟโตสวิตช์ ได้อย่างถูกต้อง	8	16	16	4	44	1
6.3 เลือกโฟโตสวิตช์ใช้งานได้อย่างถูกต้อง	8	16	16	4	44	1
6.4 เขียนโปรแกรมควบคุมชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมและโฟโตสวิตช์ ได้อย่างถูกต้อง ตามเงื่อนไข	8	16	16	4	44	1
6.5 ปฏิบัติการต่อวงจรโฟโตสวิตช์ใช้งานร่วมกับ PLC ได้อย่างถูกต้อง	8	4	16	8	36	2
6.6 บอกความหมายของพร็อกซิมิตีส์วิตช์ (Proximity Switch) ได้อย่างถูกต้อง	16	8	4	4	32	3
6.7 อธิบายหลักการทำงานของพร็อกซิมิตีส์วิตช์ ได้อย่างถูกต้อง	8	16	16	4	44	1
6.8 เลือกพร็อกซิมิตีส์วิตช์ใช้งานได้อย่างถูกต้อง	8	4	16	8	36	2
6.9 เขียนโปรแกรมควบคุมชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมและพร็อกซิมิตีส์วิตช์ ได้อย่างถูกต้องตามเงื่อนไข	8	16	16	4	44	1
6.10 ปฏิบัติการต่อวงจรพร็อกซิมิตีส์วิตช์ใช้งาน	4	8	16	4	32	3

ร่วมกับ PLC และชุดทดลองได้อย่างถูกต้อง						
--	--	--	--	--	--	--

ตารางที่ ข-2 (ต่อ) การวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

(ตาราง 1000) วิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัส 3104-2006

พฤติกรรม เนื้อหา	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	ขั้นสูงกว่าการนำไปใช้	รวม	ลำดับความสำคัญ
<b>หน่วยที่ 7 การประยุกต์ใช้งานในงานอุตสาหกรรม</b>						
7.1 อธิบายหลักการคัดแยกชิ้นงานโดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมได้อย่างถูกต้อง	16	8	4	4	32	3
7.2 เขียนโปรแกรมควบคุมการคัดแยกชิ้นงานโดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมได้อย่างถูกต้อง	8	16	16	4	44	1
7.3 ปฏิบัติการต่อ PLC ใช้งานชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมได้อย่างถูกต้อง	4	8	16	4	32	3
รวม	236	316	324	124	1000	
ลำดับความสำคัญ	3	2	1	4		

จากตารางที่ ข-2 เมื่อวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรม สามารถนำไปใช้ได้แล้ว แต่เพื่อความสะดวกในการใช้จึงแปลงให้เป็นตารางที่ ข-2 (ตาราง 1000) โดยให้คะแนนรวมในตารางเป็น 1000 แล้วเปลี่ยนคะแนนแต่ละช่องด้วยวิธีเทียบบัญญัติไครยางค์ เช่น ในตารางที่ ข-1 วิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมมีผลรวมเป็น 500 ตัวเลขในช่องแรกเป็น 8 จะสามารถแปลงได้  $(8 \times 1000) / 500 = 16$  แล้วกรอกลงในตาราง 1000 ทำเช่นนี้ทุกช่องปรากฏว่าผลรวมมีค่าเท่ากับ 1000 ต้องการออกข้อสอบจำนวน 40 ข้อ ก็นำเอา 40 ไปหาร 1000 จะได้เท่ากับ 25 แล้วเอาจำนวน 25 ไปหารทุก ๆ ช่องจะได้ข้อสอบตามเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการ



ตารางที่ ข-3 การวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรม วิชาระบบควบคุมในงาน  
อุตสาหกรรม รหัส 3104-2006 แสดงจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ

เนื้อหา \ พฤติกรรม	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	ขั้นสูงกว่าการนำไปใช้	รวม	ลำดับความสำคัญ
<b>หน่วยที่ 4 คำสั่งพื้นฐาน</b>						
4.1 บอกความหมายของคำสั่งพื้นฐานของ PLC ได้	1	0	0	0	1	
4.2 บอกชื่อสัญลักษณ์ของคำสั่งพื้นฐานได้อย่างถูกต้อง	1	0	0	0	1	
4.3 อธิบายหลักการทำงานของคำสั่ง JCS , JCR , MCS, MCR	0	1	1	0	2	
4.4 อธิบายหลักการทำงานของคำสั่ง TON ,TOF ,SS	0	1	1	0	2	
4.5 อธิบายหลักการทำงานของคำสั่ง CNT, END	0	1	1	0	2	
4.6 เลือกใช้คำสั่งพื้นฐานได้ตามความเหมาะสมของการนำไปใช้งาน	0	0	1	1	2	
<b>หน่วยที่ 5 หลักการเขียนโปรแกรมของ PLC</b>						
5.1 อธิบายการวิเคราะห์และวางแผนระบบงานได้ถูกต้อง	0	1	0	0	1	
5.2 บอกขั้นตอนในการเขียน โปรแกรมได้ถูกต้อง	1	0	0	0	1	
5.3 อธิบายวงจรไทม์มิ่งไดอะแกรมได้ถูกต้อง	0	1	1	0	2	
5.4 จัดทำเอกสารประกอบตามเงื่อนไขของโปรแกรมได้	0	1	0	0	1	
5.5 กำหนดอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตได้ถูกต้อง	0	1	1	0	2	
5.6 ป้อน โปรแกรมและดูสถานะการทำงานของโปรแกรมตามเงื่อนไขได้อย่างถูกต้อง	0	1	1	0	2	

5.7 เขียนโปรแกรมการควบคุมอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตเบื้องต้นได้อย่างถูกต้อง	0	1	1	0	2	
---	---	---	---	---	---	--

ตารางที่ ข-3(ต่อ) การวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรม วิเคราะห์ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัส 3104-2006 แสดงจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ

เนื้อหา \ พฤติกรรม	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	ขั้นสูงกว่าการนำไปใช้	รวม	ลำดับความสำคัญ
<b>หน่วยที่ 6 หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR)</b>						
6.1 บอกความหมายของโฟโตสวิตช์ (Photo Sensor) ได้ อย่างถูกต้อง	1	0	0	0	1	
6.2 อธิบายหลักการทำงานของใช้โฟโตสวิตช์ ได้ อย่าง ถูกต้อง	0	1	1	0	2	
6.3 เลือกโฟโตสวิตช์ใช้งานได้อย่างถูกต้อง	0	1	1	0	2	
6.4 เขียนโปรแกรมควบคุมชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมและโฟโตสวิตช์ ได้ อย่าง ถูกต้อง ตามเงื่อนไข	0	1	1	0	2	
6.5 ปฏิบัติการต่อวงจรโฟโตสวิตช์ใช้งานร่วมกับ PLC ได้ อย่าง ถูกต้อง	0	0	0	1	1	
6.6 บอกความหมายของพร็อกซิมิตีสวิทช์ (Proximity Switch) ได้ อย่าง ถูกต้อง	1	0	0	0	1	
6.7 อธิบายหลักการทำงานของพร็อกซิมิตีสวิทช์ ได้ อย่าง ถูกต้อง	0	1	1	0	2	
6.8 เลือกพร็อกซิมิตีสวิทช์ใช้งานได้อย่างถูกต้อง	0	0	1	0	1	
6.9 เขียนโปรแกรมควบคุมชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมและพร็อกซิมิตีสวิทช์ ได้ อย่าง ถูกต้องตามเงื่อนไข	0	1	1	0	2	

6.10 ปฏิบัติการต่อวงจรพีร็อกซิมิตีส์วิตซ์ใช้งานร่วมกับ PLC และชุดทดลองได้อย่างถูกต้อง	0	0	0	1	1	
---	---	---	---	---	---	--

ตารางที่ ข-3(ต่อ) การวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรม วิเคราะห์ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัส 3104-2006 แสดงจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ

เนื้อหา \ พฤติกรรม	ความรู้ความเข้าใจ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	ขั้นสูงกว่าการนำไปใช้	รวม	ลำดับความสำคัญ
<b>หน่วยที่ 7 การประยุกต์ใช้งานในงานอุตสาหกรรม</b>						
7.1 อธิบายหลักการคัดแยกชิ้นงานโดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมได้อย่างถูกต้อง	1	0	0	0	1	
7.2 เขียนโปรแกรมควบคุมการคัดแยกชิ้นงานโดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมได้อย่างถูกต้อง	0	1	1	0	2	
7.3 ปฏิบัติการต่อ PLC ใช้งานชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมได้อย่างถูกต้อง	0	0	1	0	1	
รวม	6	15	16	3	40	
ลำดับความสำคัญ	3	2	1	4		

จากตารางที่ ข-3 แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแสดงจำนวนข้อสอบตามความสำคัญได้ดังนี้

#### หน่วยที่ 4. คำสั่งพื้นฐาน

เนื้อหาหัวข้อที่ 4.1 ลำดับเป็นอันดับ 3 จำนวนข้อสอบ	1
เนื้อหาหัวข้อที่ 4.2 ลำดับเป็นอันดับ 3 จำนวนข้อสอบ	1
เนื้อหาหัวข้อที่ 4.3 ลำดับเป็นอันดับ 1 จำนวนข้อสอบ	2
เนื้อหาหัวข้อที่ 4.4 ลำดับเป็นอันดับ 1 จำนวนข้อสอบ	2
เนื้อหาหัวข้อที่ 4.5 ลำดับเป็นอันดับ 1 จำนวนข้อสอบ	2
เนื้อหาหัวข้อที่ 4.6 ลำดับเป็นอันดับ 1 จำนวนข้อสอบ	2

### หน่วยที่ 5. หลักการเขียนโปรแกรมของ PLC

เนื้อหาหัวข้อที่ 5.1	สำคัญเป็นอันดับ 3	จำนวนข้อสอบ	1
เนื้อหาหัวข้อที่ 5.2	สำคัญเป็นอันดับ 3	จำนวนข้อสอบ	1
เนื้อหาหัวข้อที่ 5.3	สำคัญเป็นอันดับ 1	จำนวนข้อสอบ	2
เนื้อหาหัวข้อที่ 5.4	สำคัญเป็นอันดับ 4	จำนวนข้อสอบ	1
เนื้อหาหัวข้อที่ 5.5	สำคัญเป็นอันดับ 1	จำนวนข้อสอบ	2
เนื้อหาหัวข้อที่ 5.6	สำคัญเป็นอันดับ 1	จำนวนข้อสอบ	2
เนื้อหาหัวข้อที่ 5.7	สำคัญเป็นอันดับ 1	จำนวนข้อสอบ	2

### หน่วยที่ 6. หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR)

เนื้อหาหัวข้อที่ 6.1	สำคัญเป็นอันดับ 3	จำนวนข้อสอบ	1
เนื้อหาหัวข้อที่ 6.2	สำคัญเป็นอันดับ 1	จำนวนข้อสอบ	2
เนื้อหาหัวข้อที่ 6.3	สำคัญเป็นอันดับ 1	จำนวนข้อสอบ	2
เนื้อหาหัวข้อที่ 6.4	สำคัญเป็นอันดับ 1	จำนวนข้อสอบ	2
เนื้อหาหัวข้อที่ 6.5	สำคัญเป็นอันดับ 2	จำนวนข้อสอบ	1
เนื้อหาหัวข้อที่ 6.6	สำคัญเป็นอันดับ 3	จำนวนข้อสอบ	1
เนื้อหาหัวข้อที่ 6.7	สำคัญเป็นอันดับ 1	จำนวนข้อสอบ	2
เนื้อหาหัวข้อที่ 6.8	สำคัญเป็นอันดับ 2	จำนวนข้อสอบ	1
เนื้อหาหัวข้อที่ 6.9	สำคัญเป็นอันดับ 1	จำนวนข้อสอบ	2
เนื้อหาหัวข้อที่ 6.10	สำคัญเป็นอันดับ 1	จำนวนข้อสอบ	1

### หน่วยที่ 7. การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม

เนื้อหาหัวข้อที่ 7.1	สำคัญเป็นอันดับ 3	จำนวนข้อสอบ	1
เนื้อหาหัวข้อที่ 7.2	สำคัญเป็นอันดับ 1	จำนวนข้อสอบ	2
เนื้อหาหัวข้อที่ 7.3	สำคัญเป็นอันดับ 3	จำนวนข้อสอบ	1

ซึ่งจะได้จำนวนข้อสอบเรียงตามลำดับความสำคัญอันดับที่ 1 คือ การนำไปใช้งาน จำนวนข้อสอบ 16 ข้อ ความสำคัญอันดับ 2 ความเข้าใจ จำนวนข้อสอบ 15 ข้อ ความสำคัญอันดับ 3 คือความรู้ความจำ จำนวน 6 ข้อ ความสำคัญอันดับที่ 4 ขึ้นสูงกว่าการนำไปใช้งาน จำนวน 3 ข้อ รวมจำนวนข้อสอบทั้งหมด 40 ข้อ

การกำหนดค่าน้ำหนักคะแนนความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรม ดังนี้

น้ำหนักคะแนน 0 หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเน้น

น้ำหนักคะแนน 1-2 หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญน้อย

น้ำหนักคะแนน 3-4 หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญค่อนข้างน้อย

น้ำหนักคะแนน 5-6 หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญปานกลาง

น้ำหนักคะแนน 7-8 หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญค่อนข้างมาก

น้ำหนักคะแนน 9-10 หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญมาก

(ที่มา : ภัทรา นิคมานนท์ . การประเมินผลการเรียน . กรุงเทพมหานคร : บริษัทอักษรพิพจน์ 2540 : 108 )

ตารางที่ ข-4 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิง

พฤติกรรมกับข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน ข้อสอบจำนวน 55 ข้อ

วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ							ΣR	IOC	หมายเหตุ
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7			
4.1	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
4.1	2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
4.1	3	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
4.2	4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
4.2	5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
4.3	6	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
4.3	7	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
4.4	8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
4.4	9	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
4.5	10	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
4.5	11	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
4.6	12	+1	+1	+1	0	+1	+1	+1	6	0.85	
4.6	13	+1	+1	0	+1	+1	0	+1	5	0.71	
5.1	14	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	6	0.85	
5.2	15	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
5.3	16	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
5.3	17	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
5.3	18	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
5.4	19	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
5.5	20	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	

5.5	21	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
5.5	22	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	6	0.85	
5.5	23	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	

ตารางที่ ข-4 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน ข้อสอบจำนวน 55 ข้อ

วัตถุประสงค์ข้อที่	ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ							$\Sigma R$	IOC	หมายเหตุ
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7			
5.6	24	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
5.6	25	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
5.7	26	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
5.7	27	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
6.1	28	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
6.1	29	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
6.2	30	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
6.2	31	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	6	0.85	
6.2	32	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
6.2	33	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
6.2	34	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
6.3	35	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
6.3	36	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
6.3	37	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	6	0.85	
6.4	38	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
6.4	39	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
6.5	40	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
6.6	41	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
6.6	42	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
6.6	43	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	

6.7	44	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
6.7	45	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
6.7	46	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
6.8	47	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	

ตารางที่ ข-4 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน ข้อสอบจำนวน 55 ข้อ

วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ							$\Sigma R$	IOC	หมายเหตุ
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7			
6.8	48	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
6.9	49	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
6.9	50	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
6.10	51	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
7.1	52	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
7.2	53	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
7.2	54	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
7.3	55	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1	
<b>รวม</b>										53.96	
<b>เฉลี่ย</b>										0.98	

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 7 ท่าน จากแบบทดสอบทั้งหมด 55 ข้อ พบว่า ดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแบบทดสอบมีค่าระหว่าง 0.71 - 1.00 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.98 แสดงว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ ข-5 แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวิชา ระบบควบคุม  
ในงานอุตสาหกรรม จำนวน 55 ข้อ จากนักศึกษากลุ่มเก่ง 17 คน นักศึกษากลุ่มอ่อน 17 คน

ข้อที่	คะแนนกลุ่ม เก่ง( $R_U$ )	คะแนนกลุ่ม อ่อน( $R_L$ )	รวม (R)	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (D)
1	13	12	25	0.74	0.06
2	16	14	30	0.88	0.12
3	14	10	24	0.71	0.24
4	6	5	11	0.32	0.06
5	13	8	21	0.62	0.29
6	14	8	22	0.65	0.35
7	12	8	20	0.59	0.24
8	13	7	20	0.59	0.35
9	10	5	15	0.44	0.29
10	11	6	17	0.50	0.29
11	12	8	20	0.59	0.24
12	10	4	14	0.41	0.35
13	10	6	16	0.47	0.24
14	13	6	19	0.56	0.41
15	10	6	16	0.47	0.24
16	13	12	25	0.74	0.06
17	14	9	23	0.68	0.29
18	10	4	14	0.41	0.35
19	12	8	20	0.59	0.24
20	13	9	22	0.65	0.24
21	12	10	22	0.65	0.12
22	13	8	21	0.62	0.29
23	12	11	23	0.68	0.06



24	12	6	18	0.53	0.35
25	10	5	15	0.44	0.29

ตารางที่ ข-5 (ต่อ) แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบจำนวน 55 ข้อ  
จากนักศึกษากลุ่มเก่ง 17 คน นักศึกษากลุ่มอ่อน 17 คน

ข้อที่	คะแนนกลุ่ม เก่ง ( $R_U$ )	คะแนนกลุ่ม อ่อน ( $R_L$ )	รวม (R)	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (D)
26	13	8	21	0.62	0.29
27	12	5	17	0.50	0.41
28	14	12	26	0.76	0.12
29	13	8	21	0.62	0.29
30	16	13	29	0.85	0.18
31	15	14	29	0.85	0.06
32	12	10	22	0.65	0.12
33	11	5	16	0.47	0.35
34	12	7	19	0.56	0.29
35	12	8	20	0.59	0.24
36	15	14	29	0.85	0.06
37	10	6	16	0.47	0.24
38	12	6	18	0.53	0.35
39	11	6	17	0.50	0.29
40	11	5	16	0.47	0.35
41	14	12	26	0.76	0.12
42	12	8	20	0.59	0.24
43	17	13	30	0.88	0.24
44	13	7	20	0.59	0.35
45	6	3	9	0.26	0.18
46	14	9	23	0.68	0.29
47	3	1	4	0.12	0.12
48	13	9	22	0.65	0.24

49	12	8	20	0.59	0.24
50	10	5	15	0.44	0.29

ตารางที่ ข-5(ต่อ) แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบจำนวน 55 ข้อ  
จากนักศึกษาในกลุ่มเก่ง 17 คน นักศึกษาในกลุ่มอ่อน 17 คน

ข้อที่	คะแนนกลุ่ม เก่ง( $R_U$ )	คะแนนกลุ่ม อ่อน( $R_L$ )	รวม (R)	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (D)
51	11	6	17	0.50	0.29
52	12	8	20	0.59	0.24
53	12	6	18	0.53	0.35
54	10	4	14	0.41	0.35
55	10	5	15	0.44	0.29
รวม				31.82	13.53
เฉลี่ย				0.58	0.25

#### การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

การหาค่าความยากง่าย (ริตนา, 2545)

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

เมื่อ P คือ ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

R คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบได้ถูกต้อง

N คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้กลุ่มทดลอง จำนวน 34 คน โดยมีการพิจารณาจากการทำแบบทดสอบ  
จำนวน 55 ข้อ โดยได้ผลตามตารางที่ ข-5

ตัวอย่างในการหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบข้อที่ 1

จากข้อที่ 1 มีค่า R = 25 , N = 34 แทนค่าในสูตร

$$P = \frac{25}{34} = 0.74$$

เพราะฉะนั้นค่าความยากง่ายของแบบทดสอบข้อที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.74 แสดงว่าเป็นข้อสอบที่  
ค่อนข้างง่าย ซึ่งมีการพิจารณาในเกณฑ์ต่อไปนี้

ขอบเขตของค่า P และความหมาย

0.81 – 1.00	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.61 – 0.80	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
0.40 – 0.60	เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)
0.20 – 0.39	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)
0.00 – 0.19	เป็นข้อสอบที่ยากมาก

ข้อสอบที่ถือว่ามีคุณภาพดี สามารถนำไปใช้ต่อไปได้จะมีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 (วิรัตน์, 2539 : 3)

จากตารางที่ ข-5 พบว่าข้อสอบจำนวน 55 ข้อ มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.12 – 0.88 สามารถนำไปใช้ต่อไปได้ จำนวน 49 ข้อ ซึ่งมี จำแนกได้ดังนี้

ค่า P อยู่ระหว่าง 0.61 – 0.80	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	มีจำนวน 17 ข้อ
ค่า P อยู่ระหว่าง 0.40 – 0.60	เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	มีจำนวน 30 ข้อ
ค่า P อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.39	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)	มีจำนวน 2 ข้อ

การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (ลิวัน, 2538 : 211)

$$D = \frac{R_U - R_L}{N} \quad \text{หรือ} \quad \frac{R_U - R_L}{N_U}$$

เมื่อ D คือ ค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบ

$R_U$  คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบได้ถูกต้องในกลุ่มเก่ง

$R_L$  คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบได้ถูกต้องกลุ่มอ่อน

N คือ จำนวนคนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

ตัวอย่างในการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบข้อที่ 1

จากข้อที่ 1 มีค่า  $R_U = 13$ ,  $R_L = 12$ ,  $N_U = 17$  แทนค่าในสูตร

$$D = \frac{13-12}{17} = 0.06$$

เพราะฉะนั้นค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบข้อที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.06 แสดงว่าเป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกต่ำ มีการจำแนกกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนอยู่ในเกณฑ์ใช้ไม่ได้

โดยทั่วไปมักจะแบ่งกลุ่มผู้เข้าสอบออกเป็น 3 กลุ่ม แบ่งให้กลุ่มเก่งมีจำนวน 27 % กลุ่มกลาง 46 % และกลุ่มอ่อน 27 % (รัตน, 2545) ค่าอำนาจจำแนกที่ถือว่าจำแนกคนเก่งและคนอ่อนได้นั้น ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

#### ขอบเขตของค่า D และความหมาย

0.40 ขึ้นไป	อำนาจจำแนกสูง	คุณภาพข้อสอบดีมาก
0.30 – 0.39	อำนาจจำแนกปานกลาง	คุณภาพข้อสอบดีพอควร
0.20 – 0.29	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	คุณภาพข้อสอบพอใช้ได้
0.00 – 0.19	อำนาจจำแนกต่ำ	คุณภาพข้อสอบใช้ไม่ได้

ตารางที่ ข-5 พบว่าข้อสอบ จำนวน 55 ข้อ ซึ่งได้มาจากจำนวนข้อสอบที่หาค่าความยากง่ายแล้วนำข้อสอบมาใช้ต่อในการหาค่าอำนาจจำแนก (D) ซึ่งปรากฏว่า ได้ข้อสอบ จำนวน 40 ข้อ โดยมีค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.24 – 0.41 ซึ่งจำแนกได้ดังนี้

ค่า D อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.29 อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ คุณภาพข้อสอบพอใช้ได้มีจำนวน 27 ข้อค่า D อยู่ระหว่าง 0.30 – 0.39 อำนาจจำแนกปานกลาง คุณภาพข้อสอบดีพอควรมีจำนวน 11 ข้อค่า D 0.40 ขึ้นไป อำนาจจำแนกสูง คุณภาพข้อสอบดีมากมีจำนวน 2 ข้อ

จากตารางที่ ข-5 พบว่าข้อสอบ 55 ข้อ มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.26 – 0.76 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.24 – 0.41 ที่ได้จากกลุ่มทดลองของนักศึกษา จำนวน 34 คน ปรากฏว่า จำนวนข้อสอบที่ใช้ได้ จำนวน 40 ข้อ ดังรายชื่อต่อไปนี้

ข้อที่ 3 , 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 25, 26, 27, 29, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 42, 44, 46, 48, 49, 50, 51 , 52, 53, 54, 55

ตารางที่ ข-6 แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ จำนวน 40 ข้อ

จากนักศึกษากลุ่มเก่ง 17 คน นักศึกษากลุ่มอ่อน 17 คน

ข้อที่	คะแนนกลุ่ม เก่ง( $R_U$ )	คะแนนกลุ่ม อ่อน( $R_L$ )	รวม (R)	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (D)
1	14	10	24	0.71	0.24
2	13	8	21	0.62	0.29
3	14	8	22	0.65	0.35
4	12	8	20	0.59	0.24
5	13	7	20	0.59	0.35
6	10	5	15	0.44	0.29
7	11	6	17	0.50	0.29
8	12	8	20	0.59	0.24
9	10	4	14	0.41	0.35
10	10	6	16	0.47	0.24
11	13	6	19	0.56	0.41
12	10	6	16	0.47	0.24
13	14	9	23	0.68	0.29
14	10	4	14	0.41	0.35
15	12	8	20	0.59	0.24
16	13	9	22	0.65	0.24
17	13	8	21	0.62	0.29
18	12	6	18	0.53	0.35
19	10	5	15	0.44	0.29
20	13	8	21	0.62	0.29
21	12	5	17	0.50	0.41
22	13	8	21	0.62	0.29
23	11	5	16	0.47	0.35
24	12	7	19	0.56	0.29

25	12	8	20	0.59	0.24
----	----	---	----	------	------

ตารางที่ ข-6 (ต่อ) แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ จำนวน 40 ข้อ

จากนักศึกษากลุ่มเก่ง 17 คน นักศึกษากลุ่มอ่อน 17 คน

ข้อที่	คะแนนกลุ่ม เก่ง ( $R_U$ )	คะแนนกลุ่ม อ่อน ( $R_L$ )	รวม (R)	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (D)
26	10	6	16	0.47	0.24
27	12	6	18	0.53	0.35
28	11	6	17	0.50	0.29
29	11	5	16	0.47	0.35
30	12	8	20	0.59	0.24
31	13	7	20	0.59	0.35
32	14	9	23	0.68	0.29
33	13	9	22	0.65	0.24
34	12	8	20	0.59	0.24
35	10	5	15	0.44	0.29
36	11	6	17	0.50	0.29
37	12	8	20	0.59	0.24
38	12	6	18	0.53	0.35
39	10	4	14	0.41	0.35
40	10	5	15	0.44	0.29
รวม				21.82	11.88
เฉลี่ย				0.55	0.30

### การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

การหาค่าความยากง่าย (ริตนา, 2545)

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

เมื่อ P คือ ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

R คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบได้ถูกต้อง

$N$  คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้กลุ่มทดลอง จำนวน 34 คน โดยมีการพิจารณาจากการทำแบบทดสอบ จำนวน 55 ข้อ โดยได้ข้อสอบ จำนวน 40 ข้อ ตามตารางที่ ข-6

ขอบเขตของค่า P และความหมาย

0.81 – 1.00	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.61 – 0.80	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
0.40 – 0.60	เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)
0.20 – 0.39	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)
0.00 – 0.19	เป็นข้อสอบที่ยากมาก

ข้อสอบที่ถือว่ามีความคุณภาพดี สามารถนำไปใช้ต่อไปได้จะมีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 (วิริติ, 2539 : 3) จากตารางที่ ข-6 พบว่าข้อสอบจำนวน 40 ข้อ สามารถนำไปใช้ต่อไปได้จำนวน 40 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.41 – 0.71 จำแนกได้ดังนี้

ค่า P อยู่ระหว่าง 0.61 – 0.80 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้) มีจำนวน 10 ข้อ

ค่า P อยู่ระหว่าง 0.40 – 0.60 เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ (ดี) มีจำนวน 30 ข้อ

การพิจารณาความยากง่ายของแบบทดสอบทั้งฉบับ

พิจารณาจากค่าเฉลี่ยความยากง่าย ของแบบทดสอบทั้งฉบับ (ภัทธา, 2540 : 128)

จากตารางที่ ข-6 มีค่า  $\sum P = 21.82$  (ค่าผลรวม P ของแบบทดสอบทั้งฉบับจำนวน 40 ข้อ)

แทนค่าสูตร

$$P = \frac{21.82}{40} = 0.55$$

เพราะฉะนั้นค่าเฉลี่ยความยากง่ายของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.55 แสดงว่าแบบทดสอบทั้งฉบับ เป็นแบบทดสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ (ดี) อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้เป็นแบบทดสอบได้

การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (ส้วน, 2538 : 211)

$$D = \frac{R_U - R_L}{N} \quad \text{หรือ} \quad \frac{R_U - R_L}{N_U}$$

เมื่อ  $D$  คือ ค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบ

$R_U$  คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบได้ถูกต้องในกลุ่มเก่ง

$R_L$  คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบได้ถูกต้องกลุ่มอ่อน

N คือ จำนวนคนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

ขอบเขตของค่า D และความหมาย

0.40 ขึ้นไป	อำนาจจำแนกสูง	คุณภาพข้อสอบดีมาก
0.30 – 0.39	อำนาจจำแนกปานกลาง	คุณภาพข้อสอบดีพอควร
0.20 – 0.29	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	คุณภาพข้อสอบพอใช้ได้
0.00 – 0.19	อำนาจจำแนกต่ำ	คุณภาพข้อสอบใช้ไม่ได้

ตารางที่ ข-6 พบว่าข้อสอบ จำนวน 40 ข้อ ซึ่งได้มาจากจำนวนข้อสอบที่หาค่าความยากง่ายแล้วนำข้อสอบมาใช้ต่อในการหาค่าอำนาจจำแนก (D) โดยมีค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.24 – 0.41 ซึ่งจำแนกได้ดังนี้

ค่า D อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.29 อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ คุณภาพข้อสอบพอใช้ได้มีจำนวน 27 ข้อค่า D อยู่ระหว่าง 0.30 – 0.39 อำนาจจำแนกปานกลาง คุณภาพข้อสอบดีพอควรมีจำนวน 11 ข้อค่า D 0.40 ขึ้นไป อำนาจจำแนกสูง คุณภาพข้อสอบดีมากมีจำนวน 2 ข้อ

การพิจารณาอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทั้งฉบับ

พิจารณาจากค่าเฉลี่ยอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบทั้งฉบับ (ภัทธา, 2540 : 128)

จากตารางที่ ข-6 มีค่า  $\sum D = 11.88$  (ค่าผลรวม D ของแบบทดสอบทั้งฉบับจำนวน 40 ข้อ)

แทนค่าสูตร

$$D = \frac{11.88}{40} = 0.30$$

เพราะฉะนั้นค่าเฉลี่ยอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.30 แสดงว่าแบบทดสอบทั้งฉบับ มีอำนาจจำแนกปานกลาง คุณภาพข้อสอบดีพอควรสามารถใช้เป็นแบบทดสอบได้



ตารางที่ ข-7 แสดงค่าความค่าความแปรปรวน ( $S_i^2$ ) ของแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกจากการ  
หาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนก จำนวน 40 ข้อ ของจำนวนนักศึกษา 34 คน

คนที่	คะแนน $\chi$	$\chi^2$	หมายเหตุ
1	36	1296	
2	34	1156	
3	35	1225	
4	34	1156	
5	32	1024	
6	30	900	
7	28	784	
8	25	625	
9	29	841	
10	25	625	
11	27	729	
12	25	625	
13	23	529	
14	23	529	
15	23	529	
16	20	400	
17	23	529	
18	20	400	
19	19	361	
20	18	324	
21	17	289	
22	14	196	
23	17	289	
24	17	289	
25	14	196	

ตารางที่ ข-7 (ต่อ) แสดงค่าความค่าความแปรปรวน ( $S_t^2$ ) ของแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกจาก  
การหาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนก จำนวน 40 ข้อ ของจำนวนนักศึกษา 34 คน

คนที่	คะแนน $\chi$	$\chi^2$	หมายเหตุ
26	16	256	
27	17	289	
28	15	225	
29	14	196	
30	14	196	
31	15	225	
32	14	196	
33	15	225	
34	14	196	
รวม	$\sum \chi = 558$	$\sum \chi^2 = 17,850$	

การหาค่าความแปรปรวน ( $S_t^2$ )

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

N คือ จำนวนผู้ทำแบบทดสอบ

$\sum X$  คือ ผลรวมจากการทำคะแนนแบบทดสอบของผู้เรียน

$\sum X^2$  คือ ผลรวมจากการทำคะแนนแบบทดสอบของผู้เรียนยกกำลังสอง

จากตารางที่ ข-7 มีค่า  $\sum \chi = 558$  และ  $\sum \chi^2 = 17,850$  แทนค่าลงในสูตร

$$\begin{aligned} S_t^2 &= \frac{34(17,850) - (558)^2}{(34)^2} \\ &= 255.65 \end{aligned}$$

**การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability)** ของแบบทดสอบใช้สูตรที่ 20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson 20) สูตร K.-R. # 20 (ถ้วน, 2538 : 197 – 198)

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

- เมื่อ  $r_{tt}$  คือ ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ  
 $n$  คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ  
 $p$  คือ สัดส่วนของผู้ตอบถูก  
 $q$  คือ สัดส่วนของผู้ตอบผิด  
 $S_t^2$  คือ คะแนนความแปรปรวนของคะแนนของผู้เข้าสอบทั้งหมด

ค่าความเชื่อมั่นควรมีค่ามากกว่า 0.7 (รัตนา, 2545)

**ตารางที่ ข-8** แสดงค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) จากสัดส่วนผู้ตอบถูก-ผิด จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผ่านการคัดเลือกจากการหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกแล้ว จำนวน 40 ข้อ โดยมีนักศึกษาทดสอบจำนวน 34 คน

ข้อที่	p	Q	pq	หมายเหตุ
1	0.71	0.29	0.21	
2	0.62	0.38	0.24	
3	0.65	0.35	0.23	
4	0.59	0.41	0.24	
5	0.59	0.41	0.24	
6	0.44	0.56	0.25	
7	0.50	0.50	0.25	
8	0.59	0.41	0.24	
9	0.41	0.59	0.24	
10	0.47	0.53	0.25	
11	0.56	0.44	0.25	
12	0.47	0.53	0.25	
13	0.68	0.32	0.22	
14	0.41	0.59	0.24	

ตารางที่ ข-8 (ต่อ) แสดงค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) จากสัดส่วนผู้ตอบถูก-ผิด จากการทำแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผ่านการคัดเลือกจากการหาค่าความยากง่ายและ  
ค่าอำนาจจำแนกแล้ว จำนวน 40 ข้อ โดยมีนักศึกษาทดสอบจำนวน 34 คน

ข้อที่	P	Q	pq	หมายเหตุ
15	0.59	0.41	0.24	
16	0.65	0.35	0.23	
17	0.62	0.38	0.24	
18	0.53	0.47	0.25	
19	0.44	0.56	0.25	
20	0.62	0.38	0.24	
21	0.50	0.50	0.25	
22	0.62	0.38	0.24	
23	0.47	0.53	0.25	
24	0.56	0.44	0.25	
25	0.59	0.41	0.24	
26	0.47	0.53	0.25	
27	0.53	0.47	0.25	
28	0.50	0.50	0.25	
29	0.47	0.53	0.25	
30	0.59	0.41	0.24	
31	0.59	0.41	0.24	
32	0.68	0.32	0.22	
33	0.65	0.35	0.23	
34	0.59	0.41	0.24	
35	0.44	0.56	0.25	
36	0.50	0.50	0.25	
37	0.59	0.41	0.24	
38	0.53	0.47	0.25	

ตารางที่ ข-8 (ต่อ) แสดงค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) จากสัดส่วนผู้ตอบถูก-ผิด จากการทำแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผ่านการคัดเลือกจากการหาค่าความยากง่ายและ  
ค่าอำนาจจำแนกแล้ว จำนวน 40 ข้อ โดยมีนักศึกษาทดสอบจำนวน 34 คน

ข้อที่	p	Q	pq	หมายเหตุ
39	0.41	0.59	0.24	
40	0.44	0.56	0.25	
รวม	$\sum p = 21.82$	$\sum q = 18.18$	$\sum pq = 9.65$	

**การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability)** ของแบบทดสอบใช้สูตรที่ 20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder  
Richardson 20) สูตร K.-R. # 20 (ถ้วน, 2538 : 197 – 198)

$$rtt = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_r^2} \right\}$$

**แทนค่าลงในสูตร**

เมื่อ  $S_r^2 = 255.65$  ,  $\sum pq = 9.65$  ,  $n = 40$

$$rtt = \frac{40}{40-1} \left\{ 1 - \frac{9.65}{255.65} \right\}$$

$$= 0.98$$

เพราะฉะนั้นแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) = 0.98 หรือ 98 % แสดงว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความ  
ความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง โดยทั่วไปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความเชื่อมั่น 0.80  
หรือสูงกว่า (พรทิพย์, 2540 : 397 อ้างอิงจาก Bloom : 1981)

**ภาคผนวก ก.**

**การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลอง**

### ผลการประเมินคุณภาพชุดทดลองโดยผู้เชี่ยวชาญ

#### 1. ด้านชุดทดลอง

		5	4	3	2	1	รวม	$(\bar{X})$	$S$
1.1	มีคุณลักษณะที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	6	1	-	-	-	34	4.86	0.38
1.2	รูปแบบเหมาะสม	5	2	-	-	-	33	4.71	0.49
1.3	ขนาดและน้ำหนักเหมาะสม	6	1	-	-	-	34	4.86	0.38
1.4	ความแข็งแรงของอุปกรณ์	5	2	-	-	-	33	4.71	0.49
1.5	ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและสนใจในการเรียน	5	2	-	-	-	33	4.71	0.49
1.6	เคลื่อนไหวและมีขั้นตอนการทำงานได้จริง	5	2	-	-	-	33	4.71	0.49
1.7	มีความปลอดภัยในการทดลองต่อผู้เรียน	4	3	-	-	-	32	4.57	0.53
1.8	วัสดุที่ใช้มีความแข็งแรงและเหมาะสมกับงาน	4	3	-	-	-	32	4.57	0.53
1.9	มีความสะดวกในการดำเนินการสอน	5	2	-	-	-	33	4.71	0.49
1.10	สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี	6	1	-	-	-	34	4.86	0.38
รวมค่าเฉลี่ยความคิดเห็นที่มีต่อชุดทดลอง								4.73	0.46

## 2. แผนการสอน

		5	4	3	2	1	รวม	$(\bar{X})$	$S$
2.1	ความเหมาะสมของหัวข้อ	6	1	-	-	-	34	4.86	0.38
2.2	ความสอดคล้องของเนื้อหากับเวลา	5	2	-	-	-	33	4.71	0.49
2.3	ความสอดคล้องของเนื้อหากับวัตถุประสงค์	6	1	-	-	-	34	4.86	0.38
2.4	ความเหมาะสมในการใช้การสอน	7	-	-	-	-	35	5	0
2.5	กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนไว้ชัดเจน	6	1	-	-	-	34	4.86	0.38
2.6	นำไปปฏิบัติสอนตามแผนการสอนได้	6	1	-	-	-	34	4.86	0.38
รวมค่าเฉลี่ยความคิดเห็นที่มีต่อแผนการสอน								4.86	0.33

## 3. แบบทดสอบ (ก่อนเรียน-แบบฝึกหัด)

		5	4	3	2	1	รวม	$(\bar{X})$	$S$
3.1	ข้อสอบตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	7	-	-	-	-	35	5	0
3.2	จำนวนข้อสอบเหมาะสมกับเนื้อหา	4	3	-	-	-	32	4.57	0.53
3.3	คำถามและตัวเลือกมีความชัดเจน	4	3	-	-	-	32	4.57	0.53
3.4	ความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	5	2	-	-	-	33	4.71	0.49
3.5	สามารถวัดความรู้ความเข้าใจได้ชัดเจน	4	3	-	-	-	32	4.57	0.53
3.6	ตัวเลือกตอบมีตัวลวงเหมาะสม	3	4	-	-	-	31	4.43	0.53
รวมค่าเฉลี่ยความคิดเห็นที่มีต่อแบบทดสอบ (ก่อนเรียน-แบบฝึกหัด)								4.64	0.44



## 4. ใบบงานการทดลอง

	5	4	3	2	1	รวม	( $\bar{X}$ )	S
4.1 การทดลองมีความสอดคล้องตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	7	-	-	-	-	35	5	0
4.2 มีขอบเขตการทดลองที่ระบุขั้นตอนการสาธิตชัดเจน	5	2	-	-	-	33	4.71	0.49
4.3 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการทดลองชัดเจน	3	4	-	-	-	31	4.43	0.53
4.4 เรียงลำดับขั้นตอนในการทดลองมีความเหมาะสม	6	1	-	-	-	34	4.86	0.38
4.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลองมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	6	1	-	-	-	34	4.86	0.38
4.6 กำหนดกิจกรรมในการทดลองไว้ชัดเจน	6	1	-	-	-	34	4.86	0.38
4.7 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาได้รวดเร็ว	5	2	-	-	-	33	4.71	0.49
4.8 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานการทดลองได้	6	1	-	-	-	34	4.86	0.38
4.9 รูปภาพและตารางบันทึกผลที่ใช้ในการทดลองสื่อความหมายให้ผู้เรียนชัดเจน	3	4	-	-	-	31	4.43	0.53
4.10 คำถามท้ายใบบงานช่วยตรวจสอบความเข้าใจในเรื่องที่เรียนหลังการทดลอง	4	3	-	-	-	32	4.57	0.53
รวมค่าเฉลี่ยความคิดเห็นที่มีต่อใบบงานการทดลอง							4.73	0.41

## 5. ใบเนื้อหา

		5	4	3	2	1	รวม	$(\bar{X})$	S
5.1	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์	7	-	-	-	-	35	5	0
5.2	เนื้อหาเรียงลำดับได้เหมาะสม	6	1	-	-	-	34	4.86	0.38
5.3	มีรายละเอียดของเนื้อหาที่เพียงพอ	4	3	-	-	-	32	4.57	0.53
5.4	รูปวงจรและตัวอักษรมีความชัดเจน	3	4	-	-	-	31	4.43	0.53
5.5	ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม และอ่านทำความเข้าใจง่าย	4	3	-	-	-	32	4.57	0.53
รวมค่าเฉลี่ยความคิดเห็นที่มีต่อใบเนื้อหา								4.69	0.40

## 6. ด้านคุณภาพการทำงาน

		5	4	3	2	1	รวม	$(\bar{X})$	S
6.1	ใช้เป็นชุดฝึกได้ตามวัตถุประสงค์	7	-	-	-	-	35	5	0
6.2	พัฒนาไปใช้ในงานอุตสาหกรรมได้	3	4	-	-	-	31	4.43	0.53
6.3	เหมาะสำหรับการเรียนการสอน	7	-	-	-	-	35	5	0
6.4	สามารถต่อร่วมกับการสั่งงานของเครื่อง PLC ได้	7	-	-	-	-	35	5	0
6.5	นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้ชุดทดลอง	6	1	-	-	-	34	4.86	0.38
6.6	สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน	7	-	-	-	-	35	5	0
รวมค่าเฉลี่ยความคิดเห็นที่มีต่อด้านคุณภาพการทำงาน								4.88	0.15

ผู้วิจัยประเมินความคิดเห็นจากการตอบแบบประเมินผลชุดทดลองของผู้เชี่ยวชาญ ด้วยการหาค่าเฉลี่ยของข้อคำถามแต่ละข้อ แล้วหาค่าเฉลี่ยของค่าผลรวมของแบบประเมินผลในแต่ละด้านในการแปลความหมายค่าเฉลี่ยของการตอบแบบประเมินผล ผู้วิจัยได้กำหนดช่วงของค่าเฉลี่ย

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญตามแนวทางของ(ชูศรี,2544:75) ออกเป็น 5 ระดับดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	แปลว่า	เห็นด้วยมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	แปลว่า	เห็นด้วยมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	แปลว่า	เห็นด้วยปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	แปลว่า	เห็นด้วยน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	แปลว่า	เห็นด้วยน้อยที่สุด

ผลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดทดลองตามระดับความคิดเห็นเฉลี่ย ปรากฏดังนี้

1. ด้านชุดทดลองอยู่ในระดับความคิดเห็นเฉลี่ยรวม 4.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดทดลองอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดกับชุดทดลองที่จัดทำขึ้น
2. ด้านแผนการสอน อยู่ในระดับความคิดเห็นเฉลี่ยรวม 4.86 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.33 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมินแผนการสอนอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดกับแผนการสอนที่จัดทำขึ้น
3. ด้านแบบทดสอบ (ก่อนเรียน-แบบฝึกหัด) อยู่ในระดับความคิดเห็นเฉลี่ยรวม 4.64 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมินแผนการสอนอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดกับแบบทดสอบ (ก่อนเรียน-แบบฝึกหัด) ที่จัดทำขึ้น
4. ใบงานการทดลอง อยู่ในระดับความคิดเห็นเฉลี่ย 4.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.41 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมินใบงานการทดลอง อยู่ในเห็นด้วยมากที่สุดกับใบงานการทดลองที่จัดทำขึ้น
5. ด้านใบเนื้อหาอยู่ในระดับความคิดเห็นเฉลี่ยรวม 4.69 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมินใบเนื้อหา อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดกับใบเนื้อหาที่จัดทำขึ้น
6. ด้านคุณภาพการทำงาน อยู่ในระดับความคิดเห็นเฉลี่ยรวม 4.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.15 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพการทำงาน อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดกับคุณภาพของชุดทดลองที่จัดทำขึ้น

จากผลการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดทดลองในด้านต่าง ๆ อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญยอมรับชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยก็จะได้นำชุดทดลองที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ไปดำเนินการใช้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อวิจัยหาประสิทธิภาพของชุดทดลองต่อไป

**ภาคผนวก ง.**

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ใบงานการทดลอง


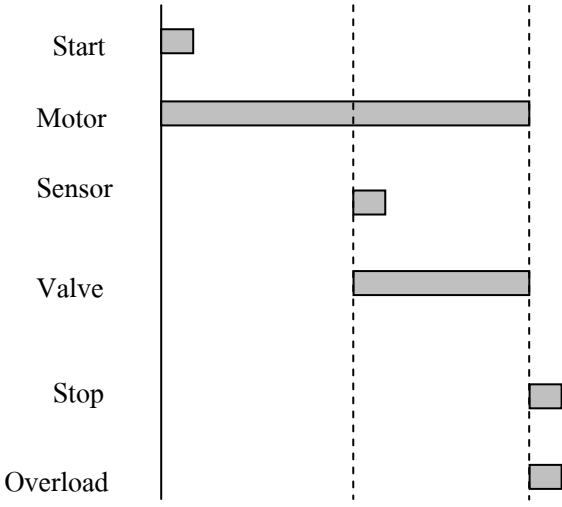











	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	หน่วยที่ 5
	วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006	คาบที่ 1-5
	ชื่อหน่วย หลักการเขียนโปรแกรมของ PLC	ท-ป-น 2-3-3
เรื่อง/งาน หลักการเขียนโปรแกรมของ PLC		จำนวน 5 คาบ
<p>จงกาเครื่องหมาย X ทับคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว</p> <p>จาก TIMING DIAGRAM ใช้ตอบคำถามข้อ 18 – 19</p> 		
<p>18. จากรูป TIMING DIAGRAM มีความหมายตรงกับข้อใด</p> <p>ก. เมื่อกด Start Valve ทำงานและเมื่อ Sensor ตรวจจับได้ Motor ทำงาน เมื่อกด Stop หยุดทำงานทันที</p> <p>ข. เมื่อกด Start Motor ทำงานและเมื่อ Sensor ตรวจจับได้ Valve ทำงาน เมื่อกด Stop หยุดทำงานทันที</p> <p>ค. เมื่อ Sensor ตรวจจับได้ Valve ทำงานและเมื่อกด Stop Motor หยุดทำงานทันที</p> <p>ง. เมื่อ Sensor ตรวจจับได้ Motor ทำงานและเมื่อกด Stop Valve หยุดทำงานทันที</p>		
<p>19. จากรูป TIMING DIAGRAM ถ้ากด Overload จะทำให้เกิดอะไร</p> <p>ก. ระบบทำงานต่อไปแต่ อีก 3 วินาที Motor หยุดทำงาน</p> <p>ข. ระบบทำงานต่อไปแต่ อีก 3 วินาที Valve หยุดทำงาน</p> <p>ค. ระบบจะหยุดทำงานทันที</p> <p>ง. ไม่ส่งผลต่อระบบในการทำงาน</p>		



	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	หน่วยที่ 6
	วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006	คาบที่ 1-5
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและ อุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR)	ท-ป-น 2-3-3
เรื่อง/งาน หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR)		จำนวน 5 คาบ
<p>จงกาเครื่องหมาย X ทับคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว</p> <p>22. โฟโต้สวิตช์ หมายถึงข้อใด</p> <p>ก. อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุโดยอาศัยความอุณหภูมิ      ข. อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุโดยอาศัยความเร็ว</p> <p>ค. อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุโดยอาศัยความดัน      ง. อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุโดยอาศัยแสง</p> <p>23. ข้อใดคือหลักการทำงานของโฟโต้สวิตช์</p> <p>ก. เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณแสง</p> <p>ข. เปลี่ยนสัญญาณสนามแม่เหล็กมาเป็นสัญญาณแสง</p> <p>ค. เปลี่ยนสัญญาณแสงเป็นสัญญาณสนามแม่เหล็ก</p> <p>ง. เปลี่ยนสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า</p> <p>24. เมื่อมีวัตถุเข้ามาใกล้ Photo switch จะทำให้ Photo switch เป็นอย่างไร</p> <p>ก. ส่งสัญญาณ Output ออกมา      ข. ตรวจสอบระบบการทำงานของวัตถุ</p> <p>ค. ตอบสนองต่อสัญญาณทางเข้า      ง. ไม่มีอะไรเกิดขึ้น</p> <p>25. ข้อใด<u>ไม่ใช่</u>หลักในการเลือกใช้โฟโต้เซนเซอร์</p> <p>ก. เวลาในการตรวจจับ      ข. ระยะตรวจจับ</p> <p>ค. วัตถุในการตรวจจับ      ง. ความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ</p> <p>26. การเปิด-ปิดประตูโรงรถอัตโนมัติควรเลือกใช้เซนเซอร์ชนิดใด</p> <p>ก. Push button Switch      ข. Photo Switch</p> <p>ค. Proximity Switch      ง. Liquid Switch</p> <p>27. การต่อโฟโต้สวิตช์ ใช้งานมีสัญลักษณ์สีของสายตรงกับข้อใด</p> <p>ก. สีน้ำเงิน คือ ไฟบวก , สีน้ำตาล คือไฟลบ , สีดำ คือเอาต์พุต</p> <p>ข. สีแดง คือ ไฟบวก , สีดำ คือไฟลบ , สีน้ำเงิน คือเอาต์พุต</p> <p>ค. สีน้ำตาล คือ ไฟบวก , สีน้ำเงิน คือไฟลบ , สีดำ คือเอาต์พุต</p> <p>ง. สีดำ คือ ไฟบวก , สีแดง คือไฟลบ , สีน้ำเงิน คือเอาต์พุต</p>		

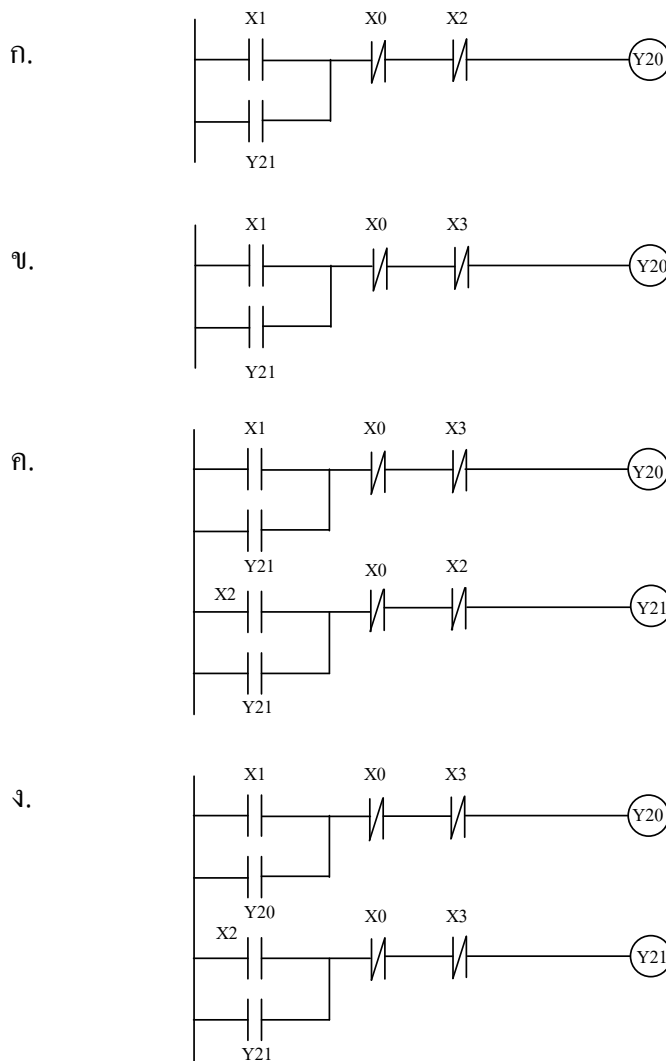
	<b>แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน</b>	<b>หน่วยที่ 6</b>
	<b>วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006</b>	<b>คาบที่ 1-5</b>
	<b>ชื่อหน่วย หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและ อุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR)</b>	<b>ท-ป-น 2-3-3</b>
<b>เรื่อง/งาน หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR)</b>		<b>จำนวน 5 คาบ</b>


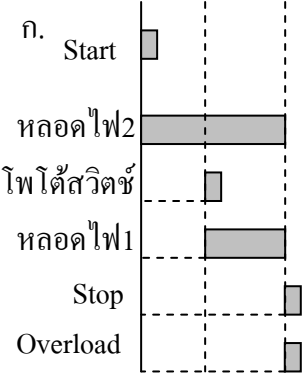
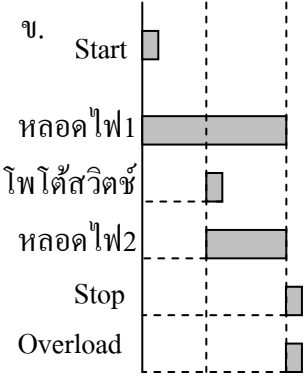
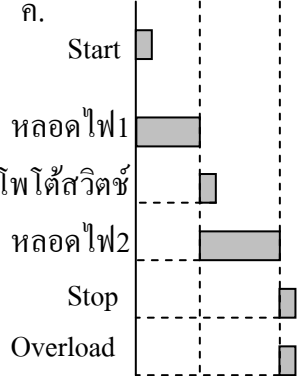
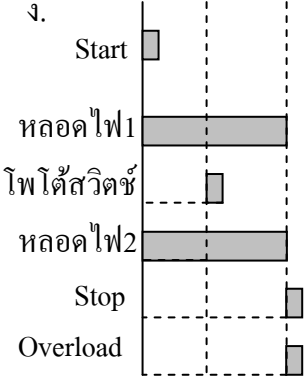
**จงกาเครื่องหมาย X ทับคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว**

จากเงื่อนไขการทำงาน ใช้ตอบคำถาม ข้อ 28 – 29

1. เมื่อกด Start (X1) หลอดไฟหลอดที่ 1 (Y20) ทำงาน
2. เมื่อโพโต้สวิตช์ตรวจจับได้ (X2) หลอดไฟหลอดที่ 2 (Y21) ทำงาน
3. เมื่อกด Stop (X0) หลอดไฟทั้งสองหลอดหยุดทำงาน
4. เมื่อกด Overload (X3) หลอดไฟทั้งสองหลอดหยุดทำงานทันที

28. จากเงื่อนไขการทำงาน ข้อใดออกแบบโปรแกรมการควบคุมได้ถูกต้อง



	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	หน่วยที่ 6
	วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006	คาบที่ 1-5
	ชื่อหน่วย หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและ อุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR)	ท-ป-น 2-3-3
เรื่อง/งาน หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR)		จำนวน 5 คาบ
<p>จงกาเครื่องหมาย X ทับคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว</p> <p>29. จากเงื่อนไขการทำงาน นำมาเขียนเป็น Timing diagram ตรงกับข้อใด</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p>ก.</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p>ข.</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="width: 45%;"> <p>ค.</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p>ง.</p>  </div> </div> <p>30. ฟร็อกซ์มิเตอร์สวิตช์หมายถึงอุปกรณ์เซนเซอร์ในข้อใด</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p>ก. ตรวจสอบความเร็วของวัตถุ</p> <p>ค. ตรวจสอบความอุณหภูมิของวัตถุ</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>ข. ตรวจสอบวัตถุโลหะและอโลหะ</p> <p>ง. ตรวจสอบสีของวัตถุ</p> </div> </div> <p>31. ฟร็อกซ์มิเตอร์เซนเซอร์มีหลักการทำงานอย่างไร</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p>ก. ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็ก</p> <p>ค. ใช้ขดลวดพันกับแกนเหล็กให้การเหนี่ยวนำ</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>ข. ใช้แท่งคาร์บอนในการส่งสัญญาณ</p> <p>ง. ใช้ตัวต้านทานในการส่งคลื่นความถี่</p> </div> </div>		



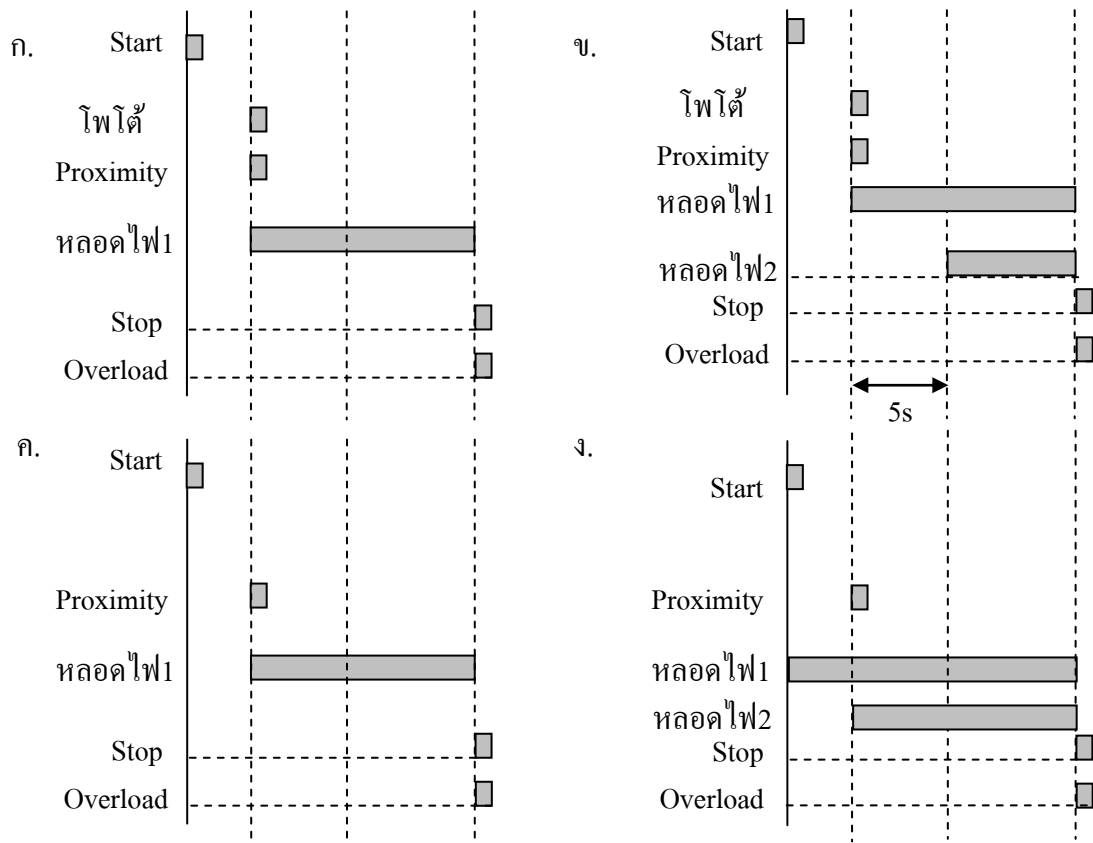
	<b>แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน</b>	<b>หน่วยที่ 6</b>
	<b>วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006</b>	<b>คาบที่ 1-5</b>
	<b>ชื่อหน่วย หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและ อุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR)</b>	<b>ท-ป-น 2-3-3</b>
<b>เรื่อง/งาน หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR)</b>		<b>จำนวน 5 คาบ</b>

**จงกาเครื่องหมาย X ทับคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว**

เงื่อนไขการทำงาน ใช้ตอบข้อ 35-36 ถ้าใช้งาน Proximity Switch แบบ Inductive

1. เมื่อกด Start (X1) ระบบพร้อมทำงาน
2. เมื่อ Proximity Switch (X2) ตรวจจับได้ว่าเป็น โลหะ ส่งผลให้ หลอดไฟหลอดที่ 1(Y20) ทำงาน
3. เมื่อกด Stop (X0) หลอดไฟทั้งสองหลอดหยุดทำงาน
4. เมื่อกด Overload (X3) หลอดไฟทั้งสองหลอดหยุดทำงานทันที

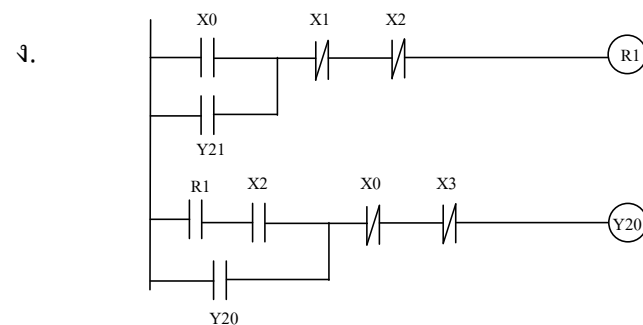
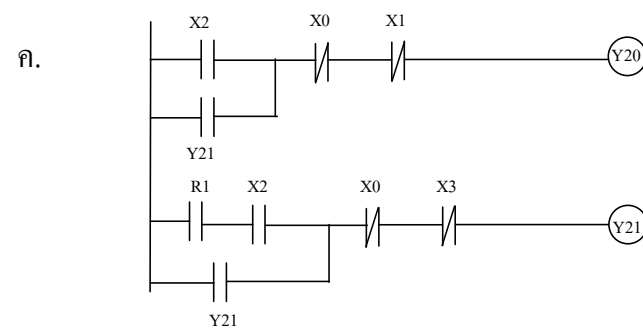
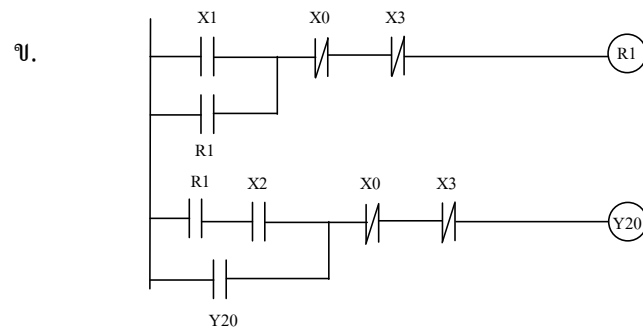
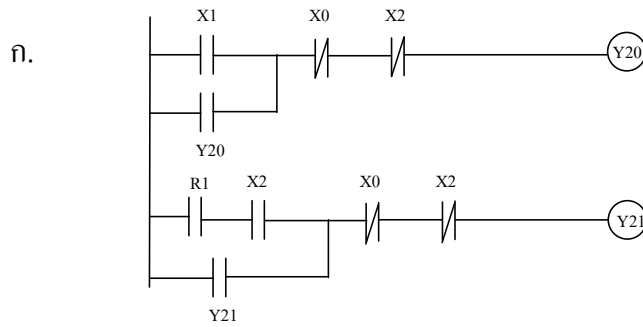
35. จากเงื่อนไขการทำงาน ข้อใดออกแบบโปรแกรมการควบคุมได้ถูกต้อง



	<b>แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน</b>	<b>หน่วยที่ 6</b>
	<b>วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006</b>	<b>คาบที่ 1-5</b>
	<b>ชื่อหน่วย หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและ อุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR)</b>	<b>ท-ป-น 2-3-3</b>
<b>เรื่อง/งาน หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ตรวจจับ (SENSOR)</b>		<b>จำนวน 5 คาบ</b>


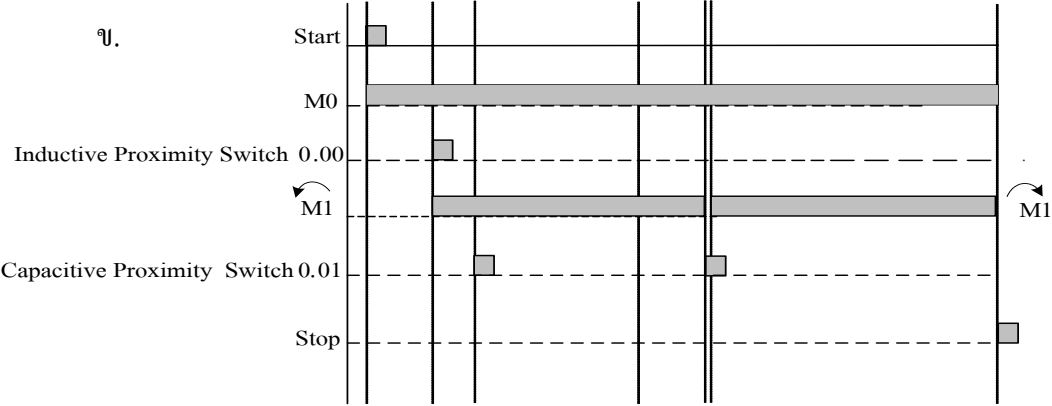
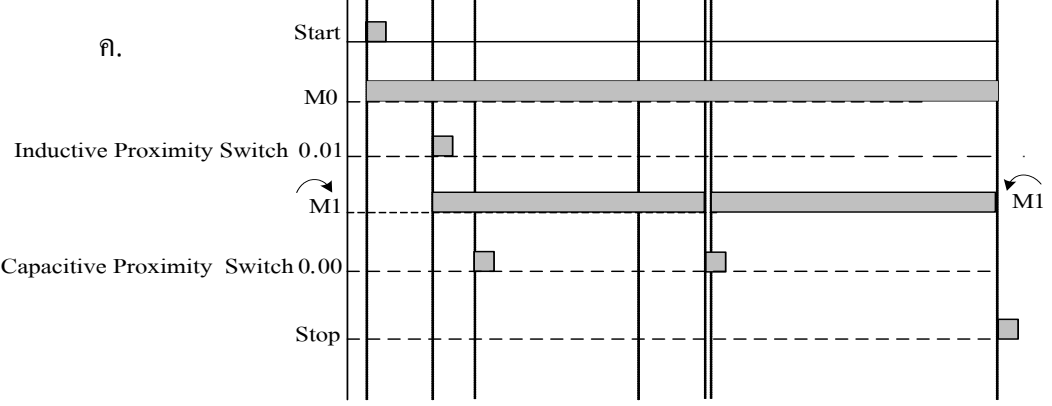
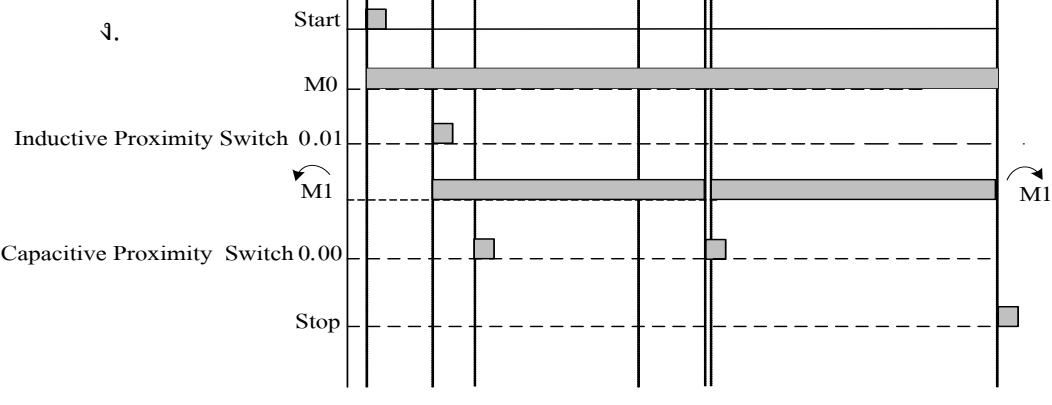
จงกาเครื่องหมาย X ทับคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว


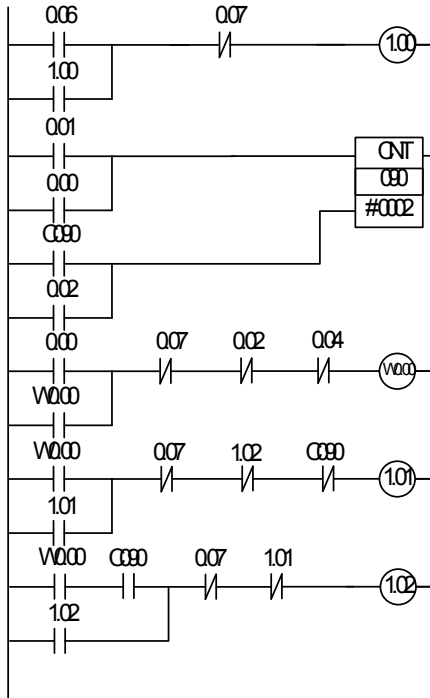
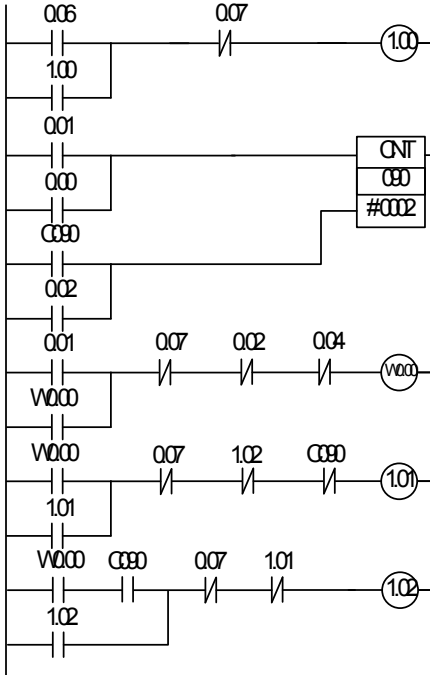
36. จากเงื่อนไขการทำงาน ข้อใดออกแบบโปรแกรมการควบคุมได้ถูกต้อง


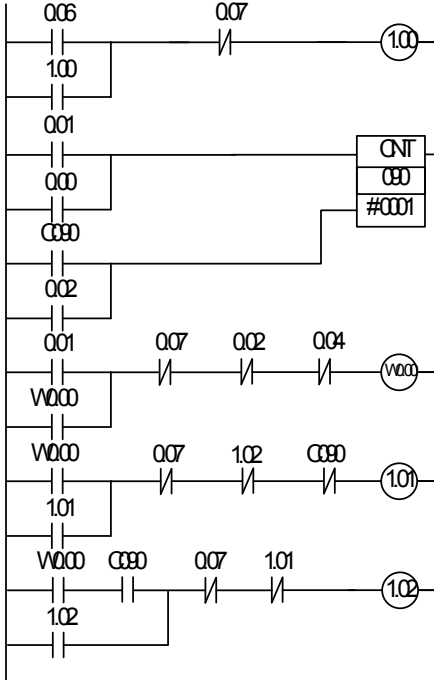
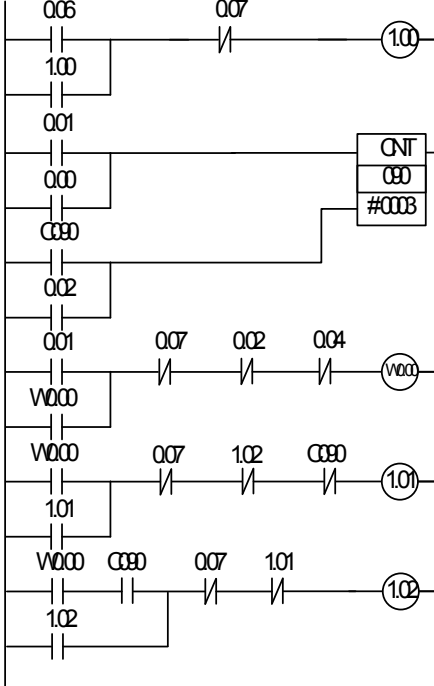








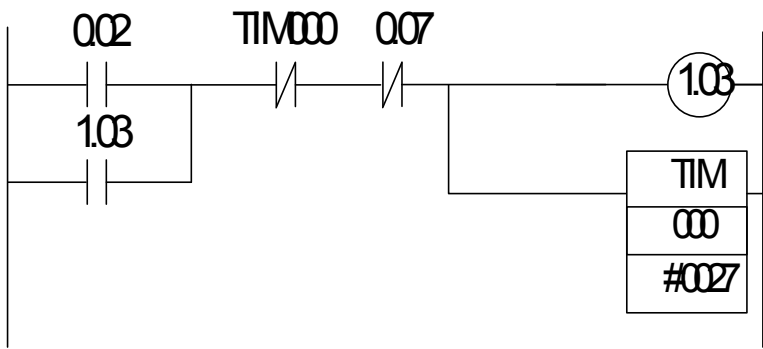
	<b>แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน</b>	<b>หน่วยที่ 7</b>
	<b>วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006</b>	<b>คาบที่ 1-5</b>
	<b>ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม</b>	<b>ท-ป-น 2-3-3</b>
<b>เรื่อง/งาน การคัดแยกชิ้นงานโดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม</b>		<b>จำนวน 5 คาบ</b>
<b>จงกาเครื่องหมาย X ทับคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว</b>		
ข.		
ค.		
ง.		


	<b>แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน</b>	หน่วยที่ 7
	วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006	คาบที่ 1-5
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม	ท-ป-น 2-3-3
เรื่อง/งาน การคัดแยกชิ้นงานโดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม		จำนวน 5 คาบ
<p>จงกาเครื่องหมาย X ทับคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว</p> <p>40. จากเงื่อนไขการทำงาน ข้อใดออกแบบโปรแกรมการควบคุมได้ถูกต้อง</p>		
ก.		
ข.		

	<b>แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน</b>	<b>หน่วยที่ 7</b>
	<b>วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006</b>	<b>คาบที่ 1-5</b>
	<b>ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม</b>	<b>ท-ป-น 2-3-3</b>
<b>เรื่อง/งาน การคัดแยกชิ้นงานโดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม</b>		<b>จำนวน 5 คาบ</b>
<b>จงกาเครื่องหมาย X ทับคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว</b>		
<p>ก.</p>		
<p>ง.</p>		

	<b>เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน</b>	<b>หน่วยที่ 1-7</b>																																								
	<b>วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006</b>	<b>สอนครั้งที่ 18</b>																																								
	<b>ชื่อหน่วย</b>	<b>ท-ป-น 2-3-3</b>																																								
<b>เรื่อง/งาน</b>		<b>จำนวน 5 คาบ</b>																																								
<b>จงกาเครื่องหมาย X ทับคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว</b>																																										
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tbody> <tr> <td>1. ค</td> <td>11. ค</td> <td>21. ง</td> <td>31. ก</td> </tr> <tr> <td>2. ค</td> <td>12. ง</td> <td>22. ง</td> <td>32. ง</td> </tr> <tr> <td>3. ก</td> <td>13. ก</td> <td>23. ง</td> <td>33. ค</td> </tr> <tr> <td>4. ค</td> <td>14. ก</td> <td>24. ค</td> <td>34. ข</td> </tr> <tr> <td>5. ก</td> <td>15. ข</td> <td>25. ก</td> <td>35. ก</td> </tr> <tr> <td>6. ง</td> <td>16. ค</td> <td>26. ข</td> <td>36. ข</td> </tr> <tr> <td>7. ง</td> <td>17. ง</td> <td>27. ค</td> <td>37. ข</td> </tr> <tr> <td>8. ง</td> <td>18. ข</td> <td>28. ง</td> <td>38. ก</td> </tr> <tr> <td>9. ก</td> <td>19. ค</td> <td>29. ข</td> <td>39. ก</td> </tr> <tr> <td>10. ค</td> <td>20. ข</td> <td>30. ข</td> <td>40. ข</td> </tr> </tbody> </table>			1. ค	11. ค	21. ง	31. ก	2. ค	12. ง	22. ง	32. ง	3. ก	13. ก	23. ง	33. ค	4. ค	14. ก	24. ค	34. ข	5. ก	15. ข	25. ก	35. ก	6. ง	16. ค	26. ข	36. ข	7. ง	17. ง	27. ค	37. ข	8. ง	18. ข	28. ง	38. ก	9. ก	19. ค	29. ข	39. ก	10. ค	20. ข	30. ข	40. ข
1. ค	11. ค	21. ง	31. ก																																							
2. ค	12. ง	22. ง	32. ง																																							
3. ก	13. ก	23. ง	33. ค																																							
4. ค	14. ก	24. ค	34. ข																																							
5. ก	15. ข	25. ก	35. ก																																							
6. ง	16. ค	26. ข	36. ข																																							
7. ง	17. ง	27. ค	37. ข																																							
8. ง	18. ข	28. ง	38. ก																																							
9. ก	19. ค	29. ข	39. ก																																							
10. ค	20. ข	30. ข	40. ข																																							


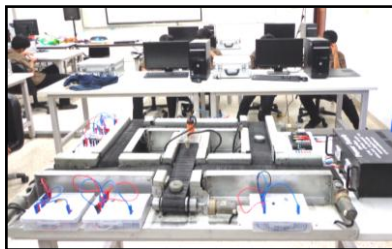
	<b>ใบปฏิบัติงานที่ 1</b>	หน่วยที่ 7
	วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม	แผ่นที่ 1
เรื่อง/งาน การเชื่อมต่อสัญญาณ โฟโตสวิตช์แบบแยกตัวรับ – ตัวส่ง (Thu - Beam Sensor) กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม		จำนวน 5 ชั่วโมง
<b>จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน</b>		<b>รายการสอน</b>
<p><b>จุดประสงค์ทั่วไป</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เพื่อให้ให้นักศึกษารู้และเข้าใจคำสั่งพื้นฐาน</li> <li>2. เพื่อให้ให้นักศึกษามีทักษะในการเขียน โปรแกรม คำสั่งพื้นฐาน</li> <li>3. เพื่อให้ให้นักศึกษามีทัศนคติในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาในการทำงาน</li> </ol> <p><b>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. อธิบายหลักการทำงานของคำสั่งพื้นฐานได้อย่างถูกต้อง</li> <li>2. นำคำสั่งพื้นฐานไปออกแบบเขียน โปรแกรมควบคุม โฟโตสวิตช์แบบแยกตัวรับ ตัวส่ง กับชุดทดลองระบบควบคุมในงาน อุตสาหกรรมได้อย่างถูกต้อง</li> <li>3. มีความรอบคอบในการเชื่อมต่อ โฟโตสวิตช์แบบแยกตัวรับ – ตัวส่ง กับชุดทดลอง</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. คำสั่งพื้นฐาน NO, NC , COIL ,TIM</li> </ol>
<b>เครื่องมือและอุปกรณ์</b>		<b>วัสดุ</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. คอมพิวเตอร์ + เครื่องฉาย เครื่องฉาย Projector</li> <li>2. เครื่องโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (PLC)</li> <li>3. ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน 1 ชุด</li> <li>4. เครื่องวัดมัลติมิเตอร์ จำนวน 5 เครื่อง</li> <li>5. สายต่อทดลอง จำนวน 10 เส้น</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม</li> </ol> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><b>ภาพที่ 1-1 ชุดทดลอง</b></p>


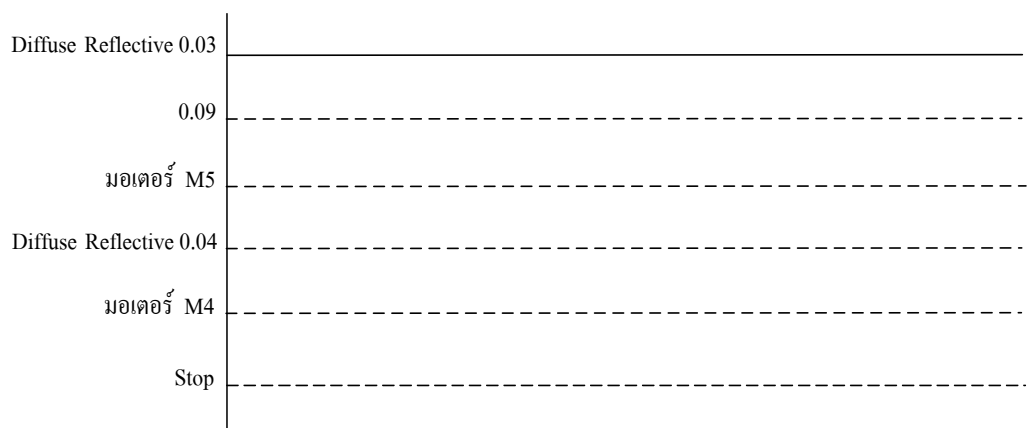
	<b>ใบปฏิบัติงานที่ 1</b>	หน่วยที่ 7
	วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006	สัปดาห์ที่ 1
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม	แผ่นที่ 2
เรื่อง/งาน การเชื่อมต่อสัญญาณโฟโตสวิตช์แบบแยกตัวรับ – ตัวส่ง (Thu - Beam Sensor) กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม		จำนวน 5 ชั่วโมง
<p><b>ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ให้นักเรียนนักศึกษาป้อน โปรแกรมตามที่กำหนดให้</li> <li>2. ให้นักเรียนนักศึกษา RUN โปรแกรมที่ป้อนคำสั่งเพื่อดูสถานะการทำงานของโปรแกรมและคุณสมบัติของคำสั่ง</li> </ol> <p><b>ฝึกการป้อนคำสั่ง NO , NC , COIL, TIM</b></p> <p style="text-align: center;">โปรแกรม LADDER DIAGRAM</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>3. ให้นักเรียนนักศึกษาทำการทดลองดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 เมื่อกดสวิตช์ 0.02 ผลปรากฏว่า.....</li> <li>3.2 เมื่อกดสวิตช์ 0.07 ผลปรากฏว่า.....</li> <li>3.3 เชื่อมต่อสัญญาณโฟโตสวิตช์แบบแยกตัวส่ง - ตัวรับ ( Thu - Beam Sensor) ตำแหน่ง อินพุต หมายเลข 0.02 แล้ว ปิดลำแสง ผลปรากฏว่า.....</li> <li>3.4 เมื่อกดสวิตช์ 0.07 ผลปรากฏว่า.....</li> </ol> </li> </ol>		


	<b>ใบปฏิบัติงานที่ 1</b>	หน่วยที่ 7
	<b>วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006</b>	สอนครั้งที่ 1
	<b>ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม</b>	แผ่นที่ 3
<b>เรื่อง/งาน</b> การเชื่อมต่อสัญญาณ โฟโตสวิตช์แบบแยกตัวรับ – ตัวส่ง (Thu - Beam Sensor) กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม		จำนวน 5 ชั่วโมง
<b>คำถามท้ายการทดลอง</b>  1. คำสั่งในการใช้ตั้งเวลาการทำงานคือคำสั่งใด <b>ตอบ</b> ..... 2. ค่าเวลาในการทำงานตั้งไว้เท่าใด <b>ตอบ</b> ..... 3. โฟโตสวิตช์แบบแยกตัวส่ง – ตัวรับ หมายถึง และศัพท์ที่ใช้เรียกคือ <b>ตอบ</b> .....		
<b>สรุปและอภิปรายผลการทดลอง</b> ..... ..... ..... .....		
<b>การประเมินผล</b> - ประเมินตามแบบประเมินภาคปฏิบัติ		
<b>เอกสารอ้างอิง</b> สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, กระทรวงศึกษาธิการ, <u>หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2557</u> , 2557 ชัชวาล มูลศรี. <u>การพัฒนาชุดทดลองสำหรับการสอนภาคปฏิบัติแบบการจำลองเรื่องวงจรทรานซิสเตอร์</u> <input type="checkbox"/> โดย <u>ไชโป้โปรแกรม PSPICE Version 6.1 For Windows 3.11</u> , 2540, หน้า 8. ชูศักดิ์ เปลี้นภู <input type="checkbox"/> . <u>หลักการที่ไข</u> <input type="checkbox"/> ในการเรียนการสอนแบบทดลอง, เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชา ETE 523 Workshop and Laboratory Developmant. ภาควิชาครุศาสตร์ <input type="checkbox"/> ไฟฟ้า. คณะครุศาสตร์ <input type="checkbox"/> อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้า <input type="checkbox"/> ธนบุรี, 2545 บริษัทแสงชัยมิเตอร์. คู่มือการใช้งานโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์, 2540 ,หน้า 49.		





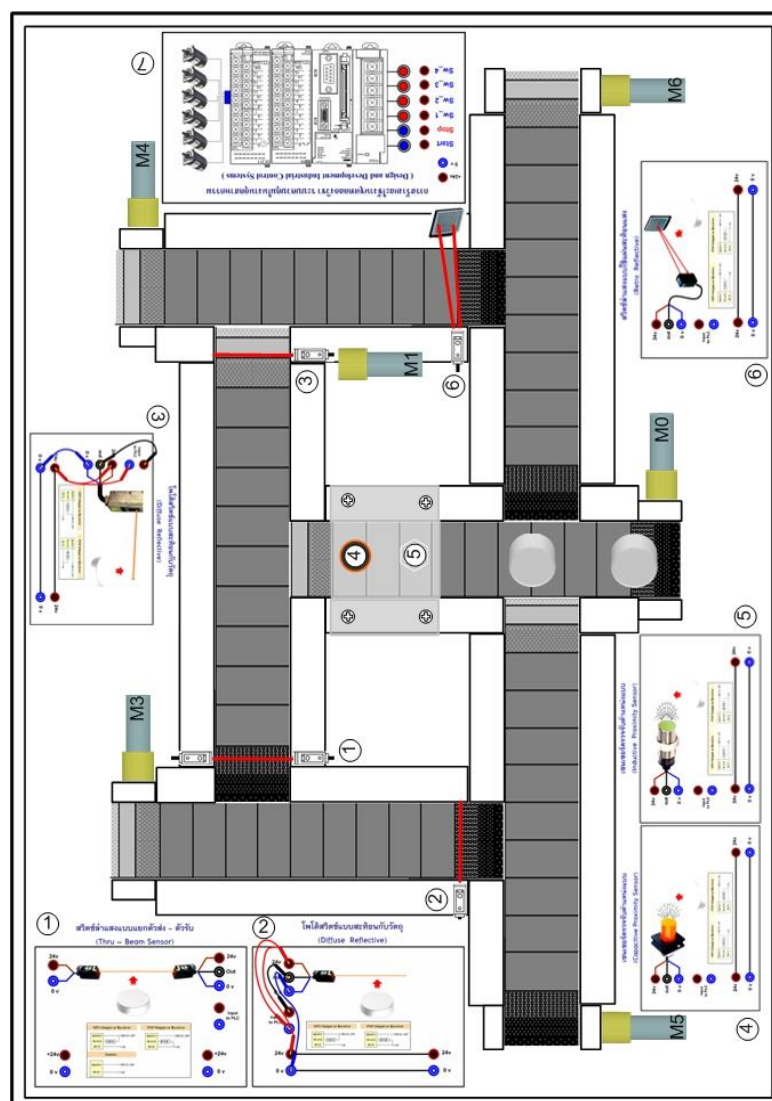
	<b>ใบปฏิบัติงานที่ 2</b>	<b>หน่วยที่ 7</b>
	<b>วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006</b>	<b>สอนครั้งที่ 2</b>
	<b>ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม</b>	<b>แผ่นที่ 1</b>
<b>เรื่อง/งาน การเชื่อมต่อสัญญาณ โฟโต้สวิตช์แบบสะท้อนวัตถุ (Diffuse Reflective) กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม</b>		<b>จำนวน 5 ชั่วโมง</b>
<b>จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน</b>	<b>รายการสอน</b>	
<b>จุดประสงค์ทั่วไป</b> 1. เพื่อให้ให้นักศึกษารู้และเข้าใจหลักการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น 2. เพื่อให้ให้นักศึกษามีทักษะในการเขียนโปรแกรมควบคุม โฟโต้สวิตช์แบบสะท้อนวัตถุ (Diffuse Reflective) 3. เพื่อให้ให้นักศึกษามีกิจนิสัยในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาในการทำงาน <b>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</b> 1. อธิบายหลักการเขียนโปรแกรมได้อย่างถูกต้อง 2. ออกแบบโปรแกรมควบคุม โฟโต้สวิตช์แบบสะท้อนวัตถุ กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมได้อย่างถูกต้อง 3. มีทักษะในการต่อ PLC กับอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตได้อย่างถูกต้อง 4. มีความรอบคอบในการเชื่อมต่อ โฟโต้สวิตช์แบบสะท้อนวัตถุ กับชุดทดลอง	1. หลักการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น 2. อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต 3. การควบคุมอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตเบื้องต้น - เงื่อนไขการทำงาน - การออกแบบวิเคราะห์โปรแกรม - การเชื่อมต่อ PLC กับชุดทดลอง - ทดลองระบบการทำงานตามเงื่อนไข	
<b>เครื่องมือและอุปกรณ์</b>	<b>วัสดุ</b>	
1. คอมพิวเตอร์ + เครื่องฉาย เครื่องฉาย Projector 2. เครื่องโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (PLC) 3. ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน 1 ชุด 4. เครื่องวัดมัลติมิเตอร์ จำนวน 5 เครื่อง 5. สายต่อทดลอง จำนวน 20 เส้น	1. ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  <p style="text-align: center;"><b>ภาพที่ 2-1 ชุดทดลอง</b></p>	

	<b>ใบปฏิบัติงานที่ 2</b>	หน่วยที่ 7
	วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006	สอนครั้งที่ 2
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม	แผ่นที่ 2
เรื่อง/งาน การเชื่อมต่อสัญญาณ โฟโตสวิตช์แบบสะท้อนวัตถุ (Diffuse Reflective) กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม		จำนวน 5 ชั่วโมง
<p><b>ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ให้นักเรียนนักศึกษาเขียนวงจร TIMING DIAGRAM การควบคุมเรียงลำดับตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ต่อไปนี้</li> </ol> <p><b>เงื่อนไขการทำงาน</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>เมื่อโฟโตสวิตช์แบบสะท้อนวัตถุ หมายเลข 2 ตำแหน่ง 0.03 ตรวจจับได้ หน่วงเวลา 1 วินาที และส่งให้เอาต์พุต 1.05 ต่อมอเตอร์ (M5) ทำงาน 6 วินาทีแล้วหยุด</li> <li>เมื่อโฟโตสวิตช์แบบสะท้อนวัตถุ หมายเลข 3 ตำแหน่ง 0.04 ตรวจจับได้ ส่งให้เอาต์พุต 1.04 ต่อมอเตอร์ (M4) ทำงาน 3.5 วินาทีแล้วหยุด</li> <li>เมื่อกดสวิตช์ Stop ระบบจะหยุดการทำงานทันที</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>Timing Diagram</b></p> 		


	<b>ใบปฏิบัติงานที่ 2</b>	หน่วยที่ 7																
	วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006	สอนครั้งที่ 2																
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม	แผ่นที่ 3																
เรื่อง/งาน การเชื่อมต่อสัญญาณ โฟโตสวิตช์แบบสะท้อนวัตถุ (Diffuse Reflective) กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม		จำนวน 5 ชั่วโมง																
<p><b>2. กำหนดตำแหน่งอินพุต/เอาต์พุต</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">อินพุต</th> <th style="width: 50%;">เอาต์พุต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table> <p><b>3. ออกแบบวงจรแลคเคอร์ไคอะแกรมจากเงื่อนไขที่กำหนดให้</b></p> <div style="border: 1px solid black; height: 200px; width: 100%; background-color: #e0e0e0; margin-top: 20px;"></div>			อินพุต	เอาต์พุต														
อินพุต	เอาต์พุต																	


	<b>ใบปฏิบัติงานที่ 2</b>	<b>หน่วยที่ 7</b>
	<b>วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006</b>	<b>สัปดาห์ที่ 2</b>
	<b>ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม</b>	<b>แผ่นที่ 4</b>
<b>เรื่อง/งาน การเชื่อมต่อสัญญาณ โฟโตสวิตช์แบบสะท้อนวัตถุ (Diffuse Reflective) กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม</b>		<b>จำนวน 5 ชั่วโมง</b>

4. ให้นักเรียนนักศึกษาเขียนวงจรแลดเดอร์ลงในเครื่อง PLC และทำการดูสถานะการทำงาน
5. ให้นักเรียนนักศึกษาต่อสายสัญญาณทางภาคอินพุตและเอาต์พุตตามที่กำหนดไว้ในข้อ 2 ดังภาพที่ 2-2 แสดงการเชื่อมต่อสัญญาณ โฟโตสวิตช์แบบสะท้อนวัตถุกับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม




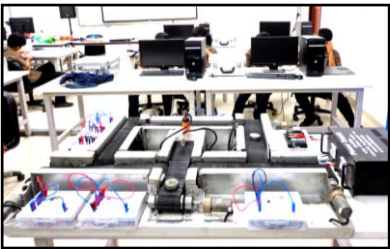
ภาพที่ 2-2 แสดงการเชื่อมต่อสัญญาณ โฟโตสวิตช์แบบสะท้อนวัตถุกับชุดทดลอง


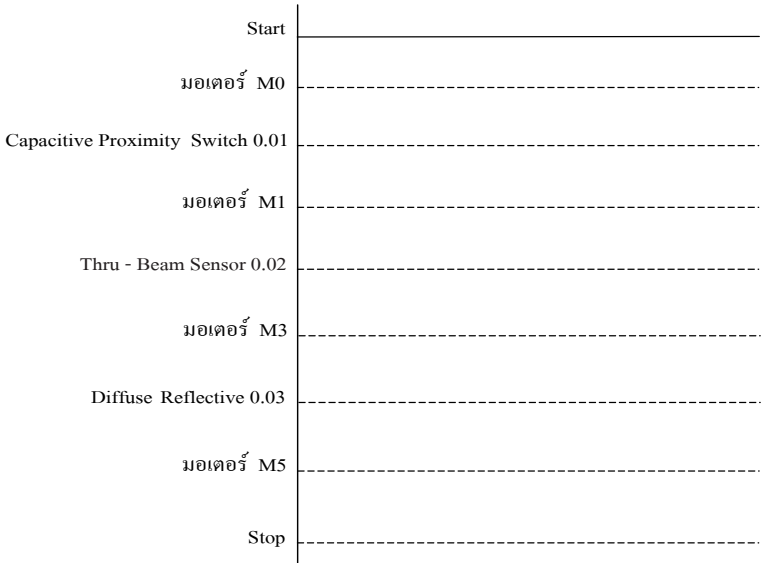
	<b>ใบปฏิบัติงานที่ 2</b>	<b>หน่วยที่ 7</b>
	วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006	<b>สัปดาห์ที่ 2</b>
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม	<b>แผ่นที่ 5</b>
<b>เรื่อง/งาน</b> การเชื่อมต่อสัญญาณ โฟโต้สวิตช์แบบสะท้อนวัตถุ (Diffuse Reflective) กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม		<b>จำนวน 5 ชั่วโมง</b>
<p>6. ทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนดังนี้</p> <p>6.1 ปิดลำแสงโฟโต้สวิตช์แบบสะท้อนวัตถุหมายเลข 2 ผลปรากฏ</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>6.2 ปิดลำแสงโฟโต้สวิตช์แบบสะท้อนวัตถุหมายเลข 3 ผลปรากฏ</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>6.3 กดสวิตช์ Stop ผลปรากฏ</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p><b>คำถามท้ายการทดลอง</b></p> <p>1. อุปกรณ์ชนิดใดบ้างที่จัดเป็นอุปกรณ์จำพวกสัญญาณทางภาคอินพุต</p> <p><b>ตอบ</b>.....</p> <p>2. อุปกรณ์ชนิดใดบ้างที่จัดเป็นอุปกรณ์จำพวกสัญญาณทางภาคเอาต์พุต</p> <p><b>ตอบ</b>.....</p> <p>3. โฟโต้สวิตช์แบบสะท้อนวัตถุ หมายถึง และศัพท์ที่ใช้เรียก คือ</p> <p><b>ตอบ</b>.....</p> <p><b>สรุปและอภิปรายผลการทดลอง</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		

	<b>ใบปฏิบัติงานที่ 2</b>	<b>หน่วยที่ 7</b>
	<b>วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006</b>	<b>สอนครั้งที่ 2</b>
	<b>ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม</b>	<b>แผ่นที่ 6</b>
<b>เรื่อง/งาน การเชื่อมต่อสัญญาณ โฟโตสวิตช์แบบสะท้อนวัตถุ (Diffuse Reflective) กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม</b>		<b>จำนวน 5 ชั่วโมง</b>
<p><b>การประเมินผล</b></p> <p>- ประเมินตามแบบประเมินภาคปฏิบัติ</p> <p><b>เอกสารอ้างอิง</b></p> <p>สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา,กระทรวงศึกษาธิการ, <u>หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2557</u>, 2557</p> <p>ชัชวาล มุลศรี. <u>การพัฒนาชุดทดลองสำหรับการสอนภาคปฏิบัติแบบการจำลองเรื่องวงจรทรานซิสเตอร์</u> <input type="checkbox"/> โดยไช <input type="checkbox"/> โปรแกรม PSPICE Version 6.1 For Windows 3.11. 2540, หน้า 8.</p> <p>ชูศักดิ์ เปลี้นภู <input type="checkbox"/>. <u>หลักการที่ไซ</u> <input type="checkbox"/> ในการเรียนการสอนแบบทดลอง. เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชา ETE 523 Workshop and Laboratory Developmant. ภาควิชาครุศาสตร์ <input type="checkbox"/> ไฟฟ้า. คณะครุศาสตร์ <input type="checkbox"/> อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้า <input type="checkbox"/> ธนบุรี, 2545</p> <p>บริษัทแสงชัยมิเตอร์. <u>คู่มือการใช้งานโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</u>, 2540 ,หน้า 49.</p>		





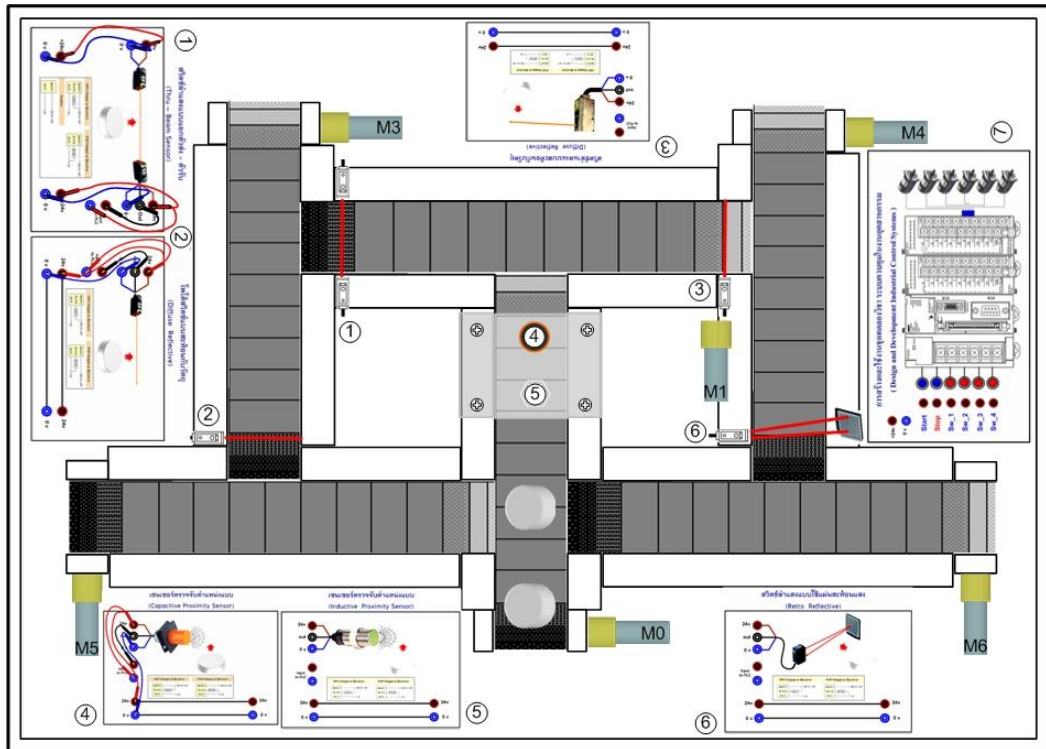
	<b>ใบปฏิบัติงานที่ 3</b>	<b>หน่วยที่ 7</b>
	<b>วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006</b>	<b>สัปดาห์ที่ 3</b>
	<b>ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม</b>	<b>แผ่นที่ 1</b>
<b>เรื่อง/งาน</b> การเชื่อมต่อสัญญาณพรีอกซิมิตีส์วิตช์แบบคาปาซิทีฟ (Capacitive Proximity Switch) กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม		<b>จำนวน 5 ชั่วโมง</b>
<b>จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน</b>	<b>รายการสอน</b>	
<b>จุดประสงค์ทั่วไป</b> 1. เพื่อให้นักศึกษารู้และเข้าใจหลักการทำงานของพรีอกซิมิตีส์วิตช์แบบคาปาซิทีฟ (Capacitive Proximity Switch) 2. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะในการเขียนโปรแกรมควบคุมพรีอกซิมิตีส์วิตช์แบบคาปาซิทีฟ 3. เพื่อให้นักศึกษามีทัศนคติในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาในการทำงาน <b>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</b> 1. อธิบายหลักการทำงานของพรีอกซิมิตีส์วิตช์แบบคาปาซิทีฟได้อย่างถูกต้อง 2. ออกแบบโปรแกรมควบคุมพรีอกซิมิตีส์วิตช์แบบคาปาซิทีฟกับอุปกรณ์เอาต์พุตได้อย่างถูกต้อง 3. มีทักษะในการต่อ PLC กับพรีอกซิมิตีส์วิตช์แบบคาปาซิทีฟและอุปกรณ์เอาต์พุตได้อย่างถูกต้อง 4. มีความรอบคอบในการเชื่อมต่อ PLC กับชุดทดลอง	1. การใช้พรีอกซิมิตีส์วิตช์แบบคาปาซิทีฟเชื่อมต่อสัญญาณ กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม 1.1 ความหมายของพรีอกซิมิตีส์วิตช์แบบคาปาซิทีฟ 1.2 หลักการทำงานของพรีอกซิมิตีส์วิตช์แบบคาปาซิทีฟ 2. การประยุกต์ใช้งานของพรีอกซิมิตีส์วิตช์แบบคาปาซิทีฟ - เงื่อนไขการทำงาน - การออกแบบวิเคราะห์โปรแกรม - การเชื่อมต่อ PLC กับชุดทดลอง - ทดลองระบบการทำงานตามเงื่อนไข	
<b>เครื่องมือและอุปกรณ์</b>	<b>วัสดุ</b>	
1. คอมพิวเตอร์ + เครื่องฉาย เครื่องฉาย Projector 2. เครื่องโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (PLC) 3. ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน 1 ชุด 4. เครื่องวัดมัลติมิเตอร์ จำนวน 5 เครื่อง 5. สายต่อทดลอง จำนวน 30 เส้น	1. ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  <p style="text-align: center;"><b>ภาพที่ 3-1 ชุดทดลอง</b></p>	

	<b>ใบปฏิบัติงานที่ 3</b>	หน่วยที่ 7
	วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม	แผ่นที่ 2
เรื่อง/งาน การเชื่อมต่อสัญญาณพร็อกซิมิตี้สวิตช์แบบคาปาซิทีฟ (Capacitive Proximity Switch) กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม		จำนวน 5 ชั่วโมง
<p><b>ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน</b></p> <p>1. ให้นักเรียนนักศึกษาเขียนวงจร TIMING DIAGRAM การควบคุมเรียงลำดับตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ต่อไปนี้</p> <p><b>เงื่อนไขการทำงาน</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>เมื่อกดสวิตช์ Start หมายเลข 7 ตำแหน่ง 0.06 ส่งให้เอาต์พุต 1.00 ต่อมอเตอร์ (M0) ทำงาน</li> <li>เมื่อพร็อกซิมิตี้สวิตช์แบบคาปาซิทีฟ หมายเลข 4 ตำแหน่ง 0.01 ตรวจจับได้ ส่งให้เอาต์พุต 1.01 ต่อมอเตอร์ (M1) ทำงาน แบบทวนเข็มนาฬิกา</li> <li>เมื่อขึ้นงานผ่านเซนเซอร์ หมายเลข 1 ตำแหน่ง 0.02 ตรวจจับได้ ส่งให้เอาต์พุต 1.03 ต่อมอเตอร์ (M3) ทำงาน</li> <li>เมื่อขึ้นงานผ่านเซนเซอร์ หมายเลข 2 ตำแหน่ง 0.03 ตรวจจับได้ ส่งให้เอาต์พุต 1.05 ต่อมอเตอร์ (M5) <ul style="list-style-type: none"> <li>- ทำงาน 2.7 วินาทีแล้วส่งให้เอาต์พุต 1.03 มอเตอร์ (M3) หยุดทำงาน</li> <li>- และหน่วงเวลาครบ 6 วินาทีส่งให้เอาต์พุต 1.05 มอเตอร์ (M5) หยุดทำงาน</li> </ul> </li> <li>เมื่อกดสวิตช์ Stop ระบบจะหยุดการทำงานทันที</li> </ol> <p><b>Timing Diagram</b></p> 		





	ใบปฏิบัติงานที่ 3	หน่วยที่ 7
	วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006	สัปดาห์ที่ 3
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม	แผ่นที่ 4
เรื่อง/งาน การเชื่อมต่อสัญญาณพร็อกซิมิตี้สวิตช์แบบคาปาซิทีฟ (Capacitive Proximity Switch) กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม		จำนวน 5 ชั่วโมง

4. ให้นักเรียนนักศึกษาเขียนวงจรแลดเดอร์ลงในเครื่อง PLC และทำการดูสถานะการทำงาน
5. ให้นักเรียนนักศึกษาต่อสายสัญญาณทางภาคอินพุตและเอาต์พุตตามที่กำหนดไว้ในข้อ 2 ดังภาพที่ 3-2 แสดงการเชื่อมต่อสัญญาณพร็อกซิมิตี้สวิตช์แบบคาปาซิทีฟกับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม


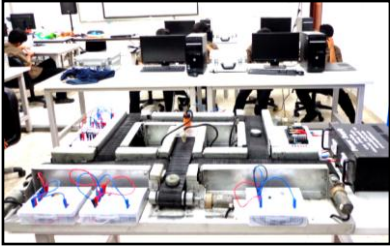


ภาพที่ 3-2 แสดงการเชื่อมต่อสัญญาณพร็อกซิมิตี้สวิตช์แบบคาปาซิทีฟ  
กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม


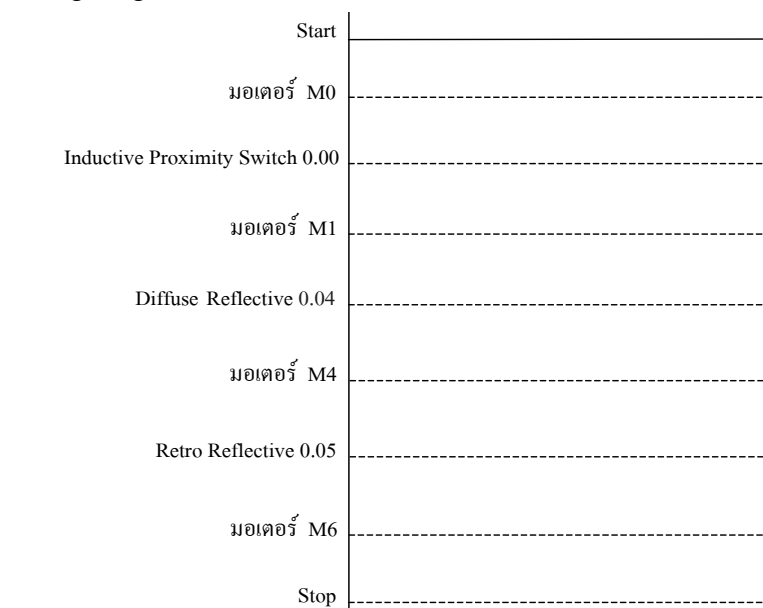
	<b>ใบปฏิบัติงานที่ 3</b>	<b>หน่วยที่ 7</b>
	<b>วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006</b>	<b>สอนครั้งที่ 3</b>
	<b>ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม</b>	<b>แผ่นที่ 5</b>
<b>เรื่อง/งาน การเชื่อมต่อสัญญาณพร็อกซิมิตี้สวิตช์แบบคาปาซิทีฟ (Capacitive Proximity Switch) กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม</b>		<b>จำนวน 5 ชั่วโมง</b>
<p>6. ทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนดังนี้</p> <p>6.1 กดสวิตช์ Start ผลปรากฏ</p> <p>.....</p> <p>6.2 วางชิ้นงานโลหะบนสายพานให้พร็อกซิมิตี้สวิตช์แบบคาปาซิทีฟ หมายเลข 4 ตรวจจับ ผลปรากฏ</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>6.1 ชิ้นงานโลหะเคลื่อนที่ผ่านและปิดลำแสงโฟโตสวิตช์แบบแยกตัวรับ - ตัวส่ง หมายเลข 1 ผลปรากฏ</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>6.2 ชิ้นงานโลหะเคลื่อนที่ผ่านและปิดลำแสงโฟโตสวิตช์แบบสะท้อนวัตถุ หมายเลข 2 ผลปรากฏ</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>6.3 กดสวิตช์ Stop ผลปรากฏ</p> <p>.....</p> <p><b>คำถามท้ายการทดลอง</b></p> <p>1. พร็อกซิมิตี้สวิตช์แบบคาปาซิทีฟ หมายถึง</p> <p><b>ตอบ</b>.....</p> <p>.....</p> <p>2. พร็อกซิมิตี้สวิตช์แบบคาปาซิทีฟ จัดเป็นอุปกรณ์จำพวกที่ส่งสัญญาณทางภาคสัญญาณใด และมีกี่ชนิด</p> <p>อะไรบ้าง</p> <p><b>ตอบ</b>.....</p> <p>.....</p>		

	<b>ใบปฏิบัติงานที่ 3</b>	<b>หน่วยที่ 7</b>
	<b>วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006</b>	<b>สอนครั้งที่ 3</b>
	<b>ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม</b>	<b>แผ่นที่ 6</b>
<b>เรื่อง/งาน การเชื่อมต่อสัญญาณพรีอกซิมิตี้สวิตช์แบบคาปาซิทีฟ (Capacitive Proximity Switch) กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม</b>		<b>จำนวน 5 ชั่วโมง</b>
<p><b>สรุปและอภิปรายผลการทดลอง</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p><b>การประเมินผล</b></p> <p>- ประเมินตามแบบประเมินภาคปฏิบัติ</p> <p><b>เอกสารอ้างอิง</b></p> <p>สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา,กระทรวงศึกษาธิการ, <u>หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2557, 2557</u></p> <p>ชัชวาล มุลศรี. <u>การพัฒนาชุดทดลองสำหรับการสอนภาคปฏิบัติแบบการจำลองเรื่องวงจรทรานซิสเตอร์</u> <input type="checkbox"/> โดยไช <input type="checkbox"/> โปรแกรม PSPICE Version 6.1 For Windows 3.11. 2540, หน้า 8.</p> <p>ชูศักดิ์ เปลี่ยนภู <input type="checkbox"/> . <u>หลักการที่ไซ</u> <input type="checkbox"/> ในการเรียนการสอนแบบทดลอง. เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชา ETE 523 Workshop and Laboratory Developmant. ภาควิชาครุศาสตร์ <input type="checkbox"/> ไฟฟ้า. คณะครุศาสตร์ <input type="checkbox"/> อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้า <input type="checkbox"/> ธนบุรี, 2545</p> <p>บริษัทแสงชัยมิเตอร์. <u>คู่มือการใช้งานโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</u>, 2540 ,หน้า 49.</p>		




	<b>ใบปฏิบัติงานที่ 4</b>	<b>หน่วยที่ 7</b>
	<b>วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006</b>	<b>สอนครั้งที่ 4</b>
	<b>ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม</b>	<b>แผ่นที่ 1</b>
<b>เรื่อง/งาน</b> การเชื่อมต่อสัญญาณพรีอกซิมิตีส์วิตช์แบบอินดักทีฟ (Inductive Proximity Switch) กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม		<b>จำนวน 5 ชั่วโมง</b>
<b>จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน</b>	<b>รายการสอน</b>	
<b>จุดประสงค์ทั่วไป</b> 1. เพื่อให้นักศึกษารู้และเข้าใจหลักการทำงานของพรีอกซิมิตีส์วิตช์แบบอินดักทีฟ (Inductive Proximity Switch) 2. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะในการเขียน โปรแกรมควบคุมพรีอกซิมิตีส์วิตช์แบบอินดักทีฟ 3. เพื่อให้นักศึกษามีกิจนิสัยในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาในการทำงาน <b>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</b> 1. อธิบายหลักการทำงานของพรีอกซิมิตีส์วิตช์แบบอินดักทีฟได้อย่างถูกต้อง 2. ออกแบบ โปรแกรมควบคุมพรีอกซิมิตีส์วิตช์แบบอินดักทีฟกับอุปกรณ์เอาต์พุตได้อย่างถูกต้อง 3. มีทักษะในการต่อ PLC กับพรีอกซิมิตีส์วิตช์แบบอินดักทีฟและอุปกรณ์เอาต์พุตได้อย่างถูกต้อง 4. มีความรอบคอบในการเชื่อมต่อPLC กับชุดทดลอง	1. การใช้พรีอกซิมิตีส์วิตช์แบบอินดักทีฟเชื่อมต่อสัญญาณ กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม 1.1 ความหมายของพรีอกซิมิตีส์วิตช์แบบอินดักทีฟ 1.2 หลักการทำงานของพรีอกซิมิตีส์วิตช์แบบอินดักทีฟ 2. การประยุกต์ใช้งานของพรีอกซิมิตีส์วิตช์แบบอินดักทีฟ - เงื่อนไขการทำงาน - การออกแบบวิเคราะห์โปรแกรม - การเชื่อมต่อ PLC กับชุดทดลอง - ทดลองระบบการทำงานตามเงื่อนไข	
<b>เครื่องมือและอุปกรณ์</b>	<b>วัสดุ</b>	
1. คอมพิวเตอร์ + เครื่องฉาย เครื่องฉาย Projector 2. เครื่องโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (PLC) 3. ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน 1 ชุด 4. เครื่องวัดมัลติมิเตอร์ จำนวน 5 เครื่อง 5. สายต่อทดลอง จำนวน 30 เส้น	1. ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม 	
	<b>ภาพที่ 4-1 ชุดทดลอง</b>	

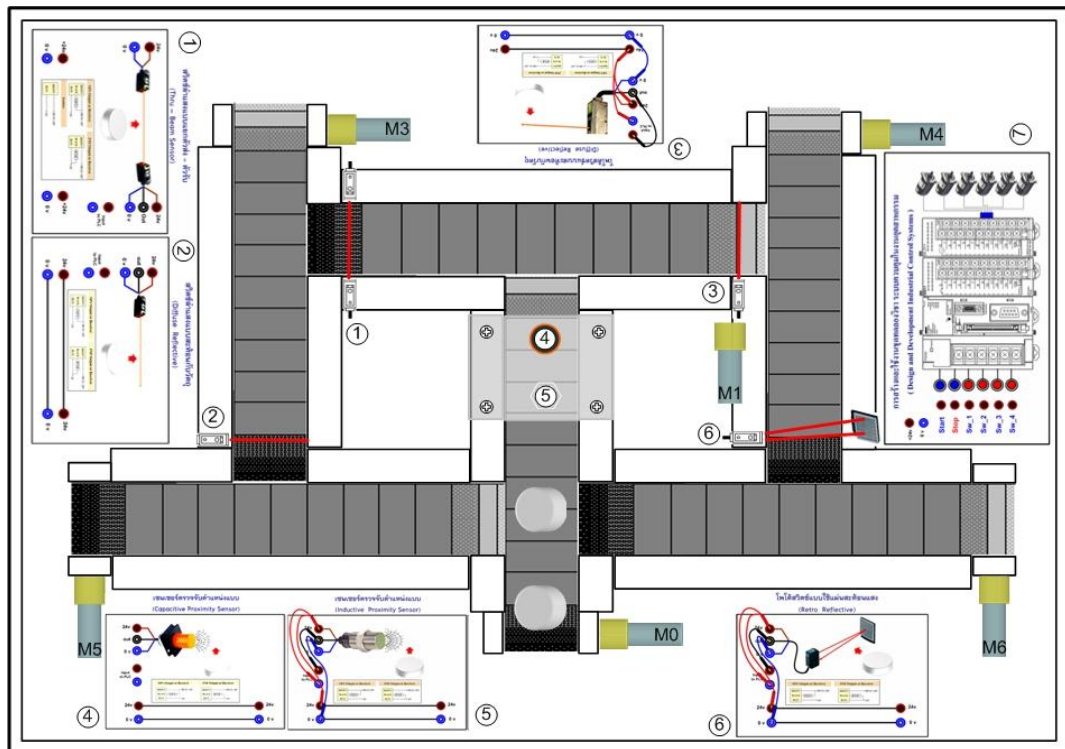


	<b>ใบปฏิบัติงานที่ 4</b>	หน่วยที่ 7
	วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม	แผ่นที่ 2
เรื่อง/งาน การเชื่อมต่อสัญญาณพร็อกซิมิตีส์วิตช์แบบอินดักทีฟ (Inductive Proximity Switch) กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม		จำนวน 5 ชั่วโมง
<p><b>ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน</b></p> <p>1. ให้นักเรียนนักศึกษาเขียนวงจร TIMING DIAGRAM การควบคุมเรียงลำดับตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ต่อไปนี้</p> <p><b>เงื่อนไขการทำงาน</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เมื่อกดสวิทช์ Start หมายเลข 7 ตำแหน่ง 0.06 ส่งให้เอาต์พุต 1.00 ต่อมอเตอร์ (M0) ทำงาน</li> <li>2. เมื่อพร็อกซิมิตีส์วิตช์แบบอินดักทีฟ หมายเลข 5 ตำแหน่ง 0.00 ตรวจจับได้ ส่งให้เอาต์พุต 1.02 ต่อมอเตอร์ (M1) ทำงาน แบบตามเข็มนาฬิกา</li> <li>3. เมื่อขึ้นงานผ่านเซนเซอร์ หมายเลข 3 ตำแหน่ง 0.04 ตรวจจับได้ ส่งให้เอาต์พุต 1.04 ต่อมอเตอร์ (M4) ทำงาน</li> <li>4. เมื่อขึ้นงานผ่านเซนเซอร์ หมายเลข 6 ตำแหน่ง 0.05 ตรวจจับได้ ส่งให้เอาต์พุต 1.06 ต่อมอเตอร์ (M6) <ul style="list-style-type: none"> <li>- ทำงาน 3.5 วินาทีแล้วส่งให้เอาต์พุต 1.04 มอเตอร์ (M4) หยุดทำงาน</li> <li>- และหน่วงเวลาครบ 3.5 วินาทีส่งให้เอาต์พุต 1.06 มอเตอร์ (M6) หยุดทำงาน</li> </ul> </li> <li>5. เมื่อกดสวิทช์ Stop ระบบจะหยุดการทำงานทันที</li> </ol> <p><b>Timing Diagram</b></p> 		





	ใบปฏิบัติงานที่ 4	หน่วยที่ 7
	วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006	สัปดาห์ที่ 4
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม	แผ่นที่ 4
เรื่อง/งาน การเชื่อมต่อสัญญาณฟร็อกซิมิตีส์วิตช์แบบอินดักทีฟ (Inductive Proximity Switch) กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม		จำนวน 5 ชั่วโมง

- ให้นักเรียนนักศึกษาเขียนวงจรแลคเตอร์ลงในเครื่อง PLC และทำการดูสถานะการทำงาน
- ให้นักเรียนนักศึกษาต่อสายสัญญาณทางภาคอินพุตและเอาต์พุตตามที่กำหนดไว้ในข้อ 2 ดังภาพที่ 4-2 แสดงการเชื่อมต่อสัญญาณฟร็อกซิมิตีส์วิตช์แบบอินดักทีฟกับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม


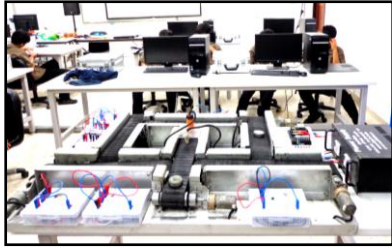



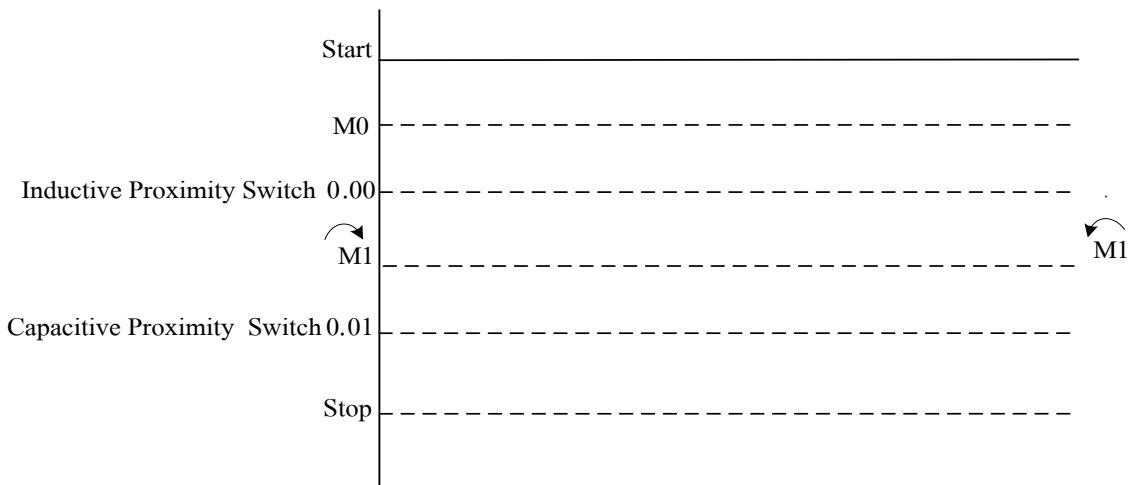
ภาพที่ 4-2 แสดงการเชื่อมต่อสัญญาณฟร็อกซิมิตีส์วิตช์แบบอินดักทีฟ  
กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

	<b>ใบปฏิบัติงานที่ 4</b>	<b>หน่วยที่ 7</b>
	<b>วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006</b>	<b>สัปดาห์ที่ 4</b>
	<b>ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม</b>	<b>แผ่นที่ 5</b>
<b>เรื่อง/งาน</b> การเชื่อมต่อสัญญาณพร็อกซิมิตีส์วิตช์แบบอินดักทีฟ (Inductive Proximity Switch) กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม		<b>จำนวน 5 ชั่วโมง</b>
<p>6. ทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนดังนี้</p> <p>6.1 กดสวิตช์ Start ผลปรากฏ</p> <p>.....</p> <p>6.2 วางชิ้นงานโลหะบนสายพานให้พร็อกซิมิตีส์วิตช์แบบอินดักทีฟ หมายเลข 5 ตรวจจับ ผลปรากฏ</p> <p>.....</p> <p>6.1 ชิ้นงานโลหะเคลื่อนที่ผ่านและปิดลำแสงโพโตสวิตช์แบบสะท้อนวัตถุหมายเลข 3 ผลปรากฏ</p> <p>.....</p> <p>6.2 ชิ้นงานโลหะเคลื่อนที่ผ่านและปิดลำแสงโพโตสวิตช์แบบใช้แผ่นสะท้อนแสง หมายเลข 6 ผลปรากฏ</p> <p>.....</p> <p>6.3 กดสวิตช์ Stop ผลปรากฏ</p> <p>.....</p> <p><b>คำถามท้ายการทดลอง</b></p> <p>1. พร็อกซิมิตีส์วิตช์แบบอินดักทีฟ หมายถึง</p> <p><b>ตอบ</b>.....</p> <p>.....</p> <p>2. พร็อกซิมิตีส์วิตช์แบบอินดักทีฟ จัดเป็นอุปกรณ์จำพวกที่ส่งสัญญาณทางภาคสัญญาณใด และมีกี่ชนิด อะไรบ้าง</p> <p><b>ตอบ</b>.....</p> <p>.....</p>		



	<b>ใบปฏิบัติงานที่ 4</b>	<b>หน่วยที่ 7</b>
	<b>วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006</b>	<b>สอนครั้งที่ 4</b>
	<b>ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม</b>	<b>แผ่นที่ 6</b>
<b>เรื่อง/งาน การเชื่อมต่อสัญญาณพร็อกซิมิตีส์วิตช์แบบอินดักทีฟ (Inductive Proximity Switch) กับชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม</b>		<b>จำนวน 5 ชั่วโมง</b>
<p><b>สรุปและอภิปรายผลการทดลอง</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p><b>การประเมินผล</b></p> <p>- ประเมินตามแบบประเมินภาคปฏิบัติ</p>		
<p><b>เอกสารอ้างอิง</b></p> <p>สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา,กระทรวงศึกษาธิการ, <u>หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2557 , 2557</u></p> <p>ชัชวาล มุลศรี. การพัฒนาชุดทดลองสำหรับการสอนภาคปฏิบัติแบบการจำลองเรื่องวงจรทรานซิสเตอร์ <input type="checkbox"/> โดยไช <input type="checkbox"/> โปรแกรม PSPICE Version 6.1 For Windows 3.11. 2540, หน้า 8.</p> <p>ชูศักดิ์ เป็ลียนภู <input type="checkbox"/> . หลักการที่ไซ <input type="checkbox"/> ในการเรียนการสอนแบบทดลอง, เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชา ETE 523 Workshop and Laboratory Developmant. ภาควิชาครุศาสตร์ <input type="checkbox"/> ไฟฟ้า. คณะครุศาสตร์ <input type="checkbox"/> อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้า <input type="checkbox"/> ธนบุรี, 2545</p> <p>บริษัทแสงชัยมิเตอร์. คู่มือการใช้งานโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์, 2540 ,หน้า 49.</p>		



	<b>ใบปฏิบัติงานที่ 5</b>	หน่วยที่ 7
	วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006	สอนครั้งที่ 5
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม	แผ่นที่ 1
เรื่อง/งาน การคัดแยกชิ้นงาน โดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม		จำนวน 5 ชั่วโมง
<b>จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน</b>	<b>รายการสอน</b>	
<p><b>จุดประสงค์ทั่วไป</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เพื่อให้ให้นักศึกษารู้และเข้าใจการคัดแยกชิ้นงานโดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม</li> <li>2. เพื่อให้ให้นักศึกษามีทักษะในการเขียน โปรแกรมควบคุมการคัดแยกชิ้นงานโดยใช้ชุดทดลอง</li> <li>3. เพื่อให้ให้นักศึกษามีทัศนคติในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาในการทำงาน</li> </ol> <p><b>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. อธิบายหลักการของการคัดแยกชิ้นงานโดยใช้ชุดทดลองได้อย่างถูกต้อง</li> <li>2. ออกแบบโปรแกรมควบคุมการคัดแยกชิ้นงาน โดยใช้ชุดทดลองได้อย่างถูกต้อง</li> <li>3. มีทักษะในการต่อ PLC กับการคัดแยกชิ้นงาน โดยใช้ชุดทดลองได้อย่างถูกต้อง</li> <li>4. มีความรอบคอบในการเชื่อมต่อ PLC กับชุดทดลอง</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. การควบคุมการคัดแยกชิ้นงานโดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม <ul style="list-style-type: none"> <li>- เงื่อนไขการทำงาน</li> <li>- การออกแบบวิเคราะห์โปรแกรม</li> <li>- การเชื่อมต่อ PLC กับชุดทดลอง</li> <li>- ทดลองระบบการทำงานตามเงื่อนไข</li> </ul> </li> </ol>	
<b>เครื่องมือและอุปกรณ์</b>	<b>วัสดุ</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. คอมพิวเตอร์ + เครื่องฉาย เครื่องฉาย Projector</li> <li>2. เครื่องโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (PLC)</li> <li>3. ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน 1 ชุด</li> <li>4. เครื่องวัดมัลติมิเตอร์ จำนวน 5 เครื่อง</li> <li>5. สายต่อทดลอง จำนวน 60 เส้น</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม</li> </ol> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">ภาพที่ 5-1 ชุดทดลอง</p>	

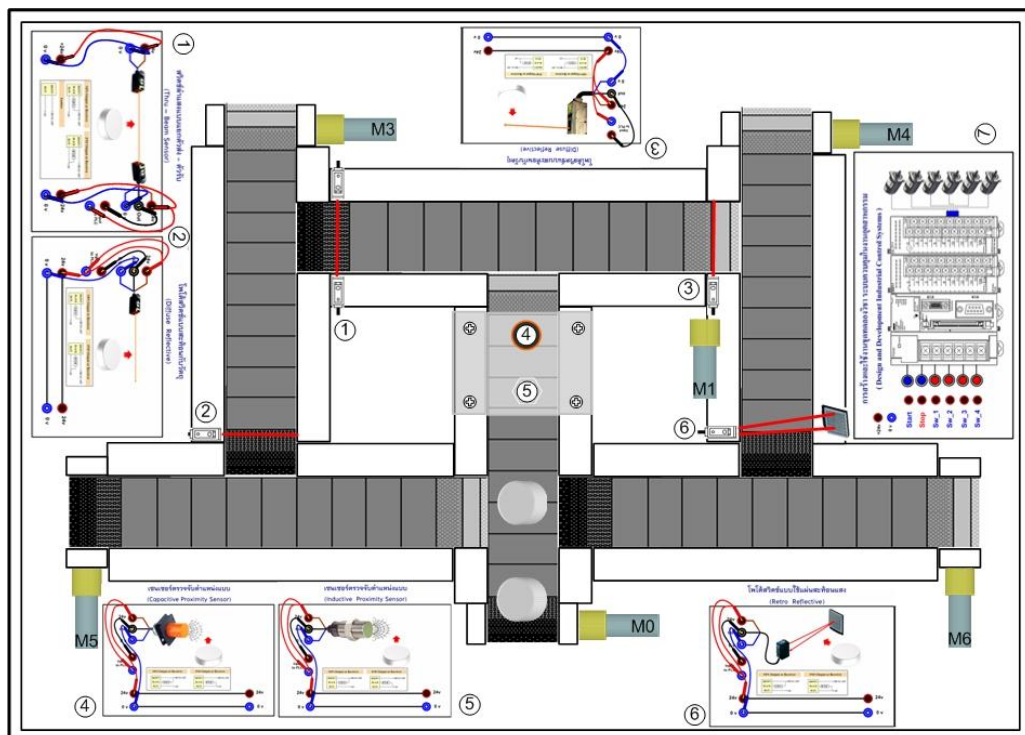
	<b>ใบปฏิบัติงานที่ 5</b>	<b>หน่วยที่ 7</b>
	<b>วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006</b>	<b>สอนครั้งที่ 5</b>
	<b>ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม</b>	<b>แผ่นที่ 2</b>
<b>เรื่อง/งาน การคัดแยกชิ้นงาน โดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม</b>		<b>จำนวน 5 ชั่วโมง</b>
<p><b>ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ให้นักเรียนนักศึกษาเขียนวงจร TIMING DIAGRAM การควบคุมการคัดแยกชิ้นงาน โดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ต่อไปนี้</li> </ol> <p><b>เงื่อนไขการทำงาน</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>เมื่อกดสวิตช์ Start ตำแหน่ง 0.06 ส่งให้เอาต์พุต 1.00 ต่อมอเตอร์ (M0) ทำงาน</li> <li>เมื่อ Inductive Proximity Switch ตำแหน่ง 0.00 ตรวจจับได้ ส่งให้เอาต์พุต 1.02 ต่อมอเตอร์ (M1) ทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา</li> <li>เมื่อ Capacitive Proximity Switch ตำแหน่ง 0.01 ตรวจจับได้ ส่งให้เอาต์พุต 1.01 ต่อมอเตอร์ (M1) ทำงานหมุนทวนเข็มนาฬิกา <ul style="list-style-type: none"> <li>- ตัวนับสัญญาณครบ 1 ครั้ง ยอมให้มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา</li> <li>- หากตัวนับสัญญาณครบ 2 ครั้ง ต่อให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา</li> </ul> </li> <li>เมื่อกดสวิตช์ Stop ระบบจะหยุดการทำงานทันที</li> </ol> <p>Timing Diagram</p> 		



	<b>ใบปฏิบัติงานที่ 5</b>	<b>หน่วยที่ 7</b>																						
	วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006	<b>สอนครั้งที่ 5</b>																						
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม	<b>แผ่นที่ 3</b>																						
เรื่อง/งาน การคัดแยกชิ้นงาน โดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม		<b>จำนวน 5 ชั่วโมง</b>																						
<p><b>2. กำหนดตำแหน่งอินพุต/เอาต์พุต</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">อินพุต</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">เอาต์พุต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>			อินพุต	เอาต์พุต																				
อินพุต	เอาต์พุต																							
<p><b>3. ออกแบบวงจรแลตเตอร์ไดอะแกรมจากเงื่อนไขที่กำหนดให้</b></p> <div style="border: 1px solid black; height: 200px; width: 100%; background-color: #f0f0f0; margin-top: 10px;"></div>																								
	<b>ใบปฏิบัติงานที่ 5</b>	<b>หน่วยที่ 7</b>																						

	วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006	สัปดาห์ที่ 5
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม	แผ่นที่ 4
เรื่อง/งาน	การคัดแยกชิ้นงาน โดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม	จำนวน 5 ชั่วโมง


- ให้นักเรียนนักศึกษาเขียนวงจรแลตเตอร์ลงในเครื่อง PLC และทำการดูสถานะการทำงาน
- ให้นักเรียนนักศึกษาต่อสายสัญญาณทางภาคอินพุตและเอาต์พุตตามที่กำหนดไว้ในข้อ 2 ดังภาพที่ 5-2 แสดงการเชื่อมต่อการคัดแยกชิ้นงาน โดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม



ภาพที่ 4-2 แสดงการเชื่อมต่อการคัดแยกชิ้นงาน โดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม



	วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006	สัปดาห์ที่ 5
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม	แผ่นที่ 5
เรื่อง/งาน	การคัดแยกชิ้นงาน โดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม	จำนวน 5 ชั่วโมง
<p>6. ทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนดังนี้</p> <p>6.1 กดสวิทช์ Start ผลปรากฏ</p> <p>.....</p> <p>6.2 วางชิ้นงานโลหะบนสายพานผ่านพรีอักษิมิต์สวิทช์แบบอินดักทีฟ หมายเลข 5 ตรวจสอบได้ และผ่านพรีอักษิมิต์สวิทช์แบบคาปาซิทีฟ หมายเลข 4 ตรวจสอบได้ ผลปรากฏ</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>6.3 วางชิ้นงานโลหะบนสายพานผ่านพรีอักษิมิต์สวิทช์แบบอินดักทีฟ หมายเลข 5 และผ่านพรีอักษิมิต์สวิทช์แบบคาปาซิทีฟ หมายเลข 4 ตรวจสอบได้ ผลปรากฏ</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>6.3 กดสวิทช์ Stop ผลปรากฏ</p> <p>.....</p> <p><b>คำถามท้ายการทดลอง</b></p> <p>1. จงอธิบายหลักการคัดแยกชิ้นงาน โดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม</p> <p><b>ตอบ</b>.....</p> <p>.....</p> <p>2. . การออกแบบการคัดแยกชิ้นงาน สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานประเภทใดได้บ้าง</p> <p><b>ตอบ</b>.....</p> <p>.....</p>		
	ใบปฏิบัติงานที่ 5	หน่วยที่ 7

	วิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006	สอนครั้งที่ 5
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม	แผ่นที่ 6
	เกิดแยกชิ้นงาน โดยใช้ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม	จำนวน 5 ชั่วโมง
<p><b>สรุปและอภิปรายผลการทดลอง</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p><b>การประเมินผล</b></p> <p>- ประเมินตามแบบประเมินภาคปฏิบัติ</p>		
<p><b>เอกสารอ้างอิง</b></p> <p>สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา,กระทรวงศึกษาธิการ, <u>หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2557</u> , 2557</p> <p>ชัชวาล มูลศรี. การพัฒนาชุดทดลองสำหรับการสอนภาคปฏิบัติแบบการจำลองเรื่องวงจรทรานซิสเตอร์ <input type="checkbox"/> โดยไซ <input type="checkbox"/> โปรแกรม PSPICE Version 6.1 For Windows 3.11. 2540, หน้า 8.</p> <p>ชูศักดิ์ เปลียนภู <input type="checkbox"/> . หลักการที่ใช้ <input type="checkbox"/> ในการเรียนการสอนแบบทดลอง, เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชา ETE 523 Workshop and Laboratory Developmant. ภาควิชาครุศาสตร์ <input type="checkbox"/> ไฟฟ้า. คณะครุศาสตร์ <input type="checkbox"/> อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้า <input type="checkbox"/> ธนบุรี, 2545</p> <p>บริษัทแสงชัยมิเตอร์. คู่มือการใช้งานโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์, 2540 ,หน้า 49.</p>		



**ภาคผนวก จ.**  
**การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง**

### การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง เรื่อง ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง โดยใช้คะแนนระหว่างเรียนท้ายการทดลอง (แบบทดสอบระหว่างเรียนท้ายการทดลอง) เพื่อดูความก้าวหน้าการเรียนรู้ระหว่างเรียน ( $E_1$ ) และคะแนนทดสอบหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ( $E_2$ ) ด้วยการคำนวณหาค่าเฉลี่ยร้อยละ จากสูตรดังต่อไปนี้

การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน (กรองกาญจน์, 2536 : 359)

$$E_1 = \frac{\left(\sum \frac{X}{N}\right)}{A} \times 100$$

และ

$$E_2 = \frac{\left(\sum \frac{F}{N}\right)}{B} \times 100$$

เมื่อ  $E_1$  คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้ จากชุดทดลองคิดเป็นร้อยละของคะแนน ค่าเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดและการทำใบงานการทดลองทั้งหมด

$E_2$  คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมของผู้เรียนหลังจากเรียนด้วยชุดทดลองนั้นแล้ว) คิดเป็นร้อยละของคะแนนค่าเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งหมดและการสอบปฏิบัติต่อ PLC ร่วมกับชุดทดลอง

$\sum X$  คือ คะแนนรวมของผู้เรียน จากการทำแบบฝึกหัด และการทำใบงานการทดลอง

$\sum F$  คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ

การสอบปฏิบัติต่อ PLC ร่วมกับชุดทดลอง

$N$  คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

$A$  คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดและใบงานการทดลอง

$B$  คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และการสอบปฏิบัติต่อ PLC ร่วมกับชุดทดลอง

ตารางที่ จ-1 แสดงคะแนนและประสิทธิภาพของชุดทดลอง ที่ได้จากการเก็บคะแนนระหว่างเรียน ด้วยแบบฝึกหัด และใบงาน ของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 21 คน

นักศึกษา คนที่	คะแนนระหว่างเรียนท้ายการทดลอง (80 ตัวแรก)											
	แบบฝึกหัด (40%) (40 คะแนน)						คะแนนใบงาน(60%) (60 คะแนน)					
	1 (10)	2 (11)	3 (8)	4 (7)	5 (4)	รวม (40)	1 (15)	2 (10)	3 (10)	4 (10)	5 (15)	รวม (60)
1	8	9	7	5	3	32	12	10	8	8	12	50
2	9	9	7	6	3	34	12	9	8	8	12	49
3	8	10	7	6	3	34	12	8	8	8	12	48
4	9	8	8	6	3	34	12	10	8	8	10	48
5	9	9	5	5	3	31	12	8	8	8	12	48
6	8	10	7	5	2	32	12	10	10	8	12	52
7	9	9	6	5	3	32	12	8	10	8	12	50
8	8	8	7	6	3	32	12	8	10	8	12	50
9	9	8	8	7	3	35	12	8	8	8	12	48
10	9	8	7	7	3	34	12	10	8	8	12	50
11	9	9	8	5	2	33	12	8	8	8	12	48
12	9	8	8	5	2	32	12	10	8	8	10	48
13	7	8	7	7	3	32	12	10	8	10	12	52
14	8	9	7	6	3	33	12	8	8	10	10	48
15	9	9	7	7	3	35	10	10	8	10	12	50
16	8	8	6	5	3	30	12	10	10	8	12	52
17	8	10	6	5	4	33	12	10	8	8	12	50
18	7	9	6	6	3	31	12	8	8	8	12	48
19	9	9	7	6	3	34	12	10	8	8	12	50
20	9	8	7	6	4	34	12	8	8	8	12	48
21	9	9	7	6	3	34	10	10	8	8	12	48
<b>รวม</b>	<b>691</b>						<b>1035</b>					
คะแนนรวมทั้งหมด $\sum X = 1726$												



จากสูตร

$$E_1 = \frac{\left(\sum \frac{X}{N}\right)}{A} \times 100$$

แทนค่า

$$E_1 = \frac{(1726/21)}{100} \times 100 = 82.19\%$$

ตารางที่ จ-2 แสดงคะแนนและประสิทธิภาพของชุดทดลอง ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผล  
สัมฤทธิ์และการสอบปฏิบัติต่อ PLC ร่วมกับชุดทดลอง ของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย  
จำนวน 21 คน

นักศึกษาคนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ท้ายบทเรียน (80 ตัวหลัง)	
	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 40 % (40 คะแนน)	การสอบปฏิบัติต่อ PLC ร่วมกับชุด ทดลอง 60% (60 คะแนน)
1	31	48
2	33	48
3	32	48
4	33	46
5	32	48
6	31	50
7	32	48
8	31	48
9	34	48
10	27	48
11	36	50
12	37	48
13	31	50
14	27	46
15	28	48
16	29	50
17	34	50
18	37	48
19	35	48
20	34	48
21	36	48
<b>รวม</b>	<b>680</b>	<b>1,014</b>
คะแนนรวมทั้งหมด $\sum F = 1694$		

จากสูตร

$$E_2 = \frac{\left(\sum \frac{F}{N}\right)}{B} \times 100$$

แทนค่า

$$E_2 = \frac{1694/21}{100} \times 100 = 80.66\%$$

เพราะฉะนั้นประสิทธิภาพของชุดทดลอง E1/E2 = 82.19/80.66

**ภาคผนวก ฉ.**  
**การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

ตารางที่ ๑-1 คะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

นักศึกษาคนที่	คะแนนการทำแบบทดสอบ		ผลต่าง $D = (X_1 - X_2)$	(ผลต่าง) <sup>2</sup> $D^2$
	ก่อนเรียน( $X_2$ )	หลังเรียน ( $X_1$ )		
1	10	31	21	441
2	12	33	21	441
3	10	32	22	484
4	12	33	21	441
5	13	32	19	361
6	14	31	17	289
7	11	32	21	441
8	14	31	17	289
9	15	34	19	361
10	15	27	12	144
11	12	36	24	576
12	13	37	24	576
13	10	31	21	441
14	15	27	12	144
15	14	28	14	196
16	12	29	17	289
17	13	34	21	441
18	10	37	27	729
19	15	35	20	400
20	11	34	23	529
21	12	36	24	576
<b>รวม</b>	<b>263</b>	<b>680</b>	$\sum D = 417$	$\sum D^2 = 8589$
<b>ค่าเฉลี่ยคะแนน</b>	<b>12.52</b>	<b>32.38</b>	<b>19.86</b>	<b>409</b>

จากตารางที่ ๑-1 เมื่อนำผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน นำไปวิเคราะห์ผลจากสถิติ t-test โดยการคำนวณสามารถหาได้ดังนี้ เมื่อ  $\sum D = 417$  ,  $\sum D^2 = 8589$  ,  $N = 21$

สูตร

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

$$t = \frac{417}{\sqrt{\frac{(21 \times 8589) - (417)^2}{20}}} = \frac{417}{\sqrt{324}} = 23.17$$

ค่า  $t$  ที่คำนวณได้ = 23.17

จากตาราง  $t$  ซึ่งมี  $df = N - 1 = 21 - 1 = 20$  ระดับความเชื่อมั่น .05 และเป็นกรณีสองหาง พบว่าค่าวิกฤตของ  $t$  ในตารางเท่ากับ **2.086**

ค่า  $t$  ที่คำนวณได้คือ 23.17 ซึ่งมีค่าสูงกว่า แปลว่าผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับสถิติ .05 สรุปได้ว่าผลการสอนโดยใช้ชุดทดลองรวมกับใบงานทดลองวิธีนี้ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นจริง

## T-Test

**Paired Samples Statistics**

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	POS	32.3810	21	3.00793	.65638
	PRE	12.5238	21	1.77817	.38803

**Paired Samples Correlations**

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	POS & PRE	21	-.301	.185

**Paired Samples Test**

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	POS - PRE	19.8571	3.92792	.85714	18.0692	21.6451	23.167	20	.000

**ภาคผนวก ช.**

- ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดทดลอง



### ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดทดลอง

ข้อ ที่	คำถามความคิดเห็น	5	4	3	2	1	รวม	$(\bar{X})$	S
1	ความเหมาะสมของชุดทดลอง กับสาระการเรียนรู้รายวิชานี้ หรือไม่	7	11	5	-	-	94	4.09	0.73
2	ชุดทดลองช่วยให้ผู้เรียนเกิด ความมั่นใจในการออกแบบ โปรแกรมเพียงใด	7	9	7	-	-	92	4	0.80
3	รูปแบบ ขนาด ของชุดทดลอง มีความเหมาะสม	14	9	-	-	-	106	4.61	0.50
4	ชุดทดลองมีลักษณะเหมาะสม กับเรื่องของการทดลองเพียงใด	6	10	7	-	-	91	3.96	0.77
5	ชุดทดลองช่วยให้ผู้เรียนได้ ทดลองจริงเพียงใด	7	12	4	-	-	95	4.13	0.69
6	ชุดทดลองสามารถใช้งานได้ ง่ายเพียงใด	12	9	2	-	-	102	4.44	0.66
7	ในใบงานการทดลองที่ใช้ ประกอบด้วยชุดทดลองมีลำดับ ขั้นตอนชัดเจนเข้าใจง่าย	6	12	5	-	-	93	4.04	0.71
8	ใบงานการทดลองมีข้อมูลใน การทดลองเพียงใด	5	15	3	-	-	94	4.09	0.60
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>								<b>4.17</b>	<b>0.68</b>

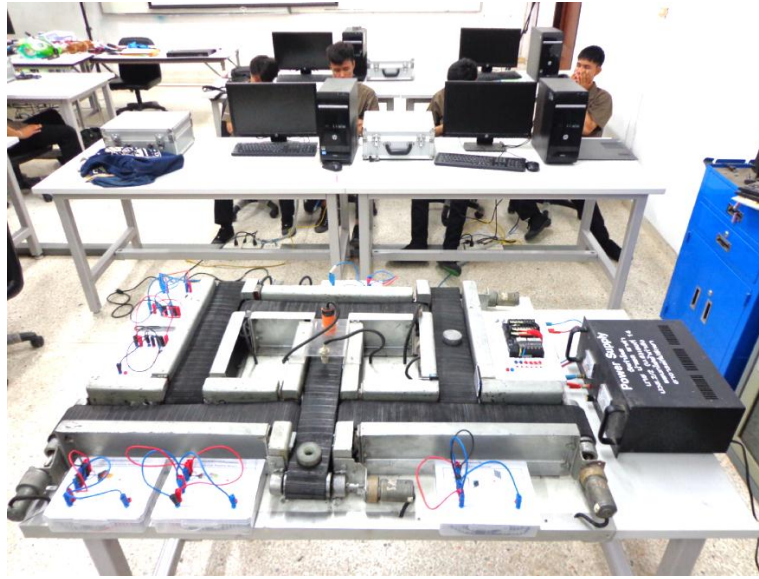
ผู้วิจัยประเมินความคิดเห็นจากการตอบแบบประเมินผลความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดทดลอง ด้วยการหาค่าเฉลี่ยของข้อคำถามแต่ละข้อ แล้วหาค่าเฉลี่ยของค่าผลรวมของแบบประเมินผลในแต่ละด้าน ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ยของการตอบแบบประเมินผล ผู้วิจัยได้กำหนดช่วงของค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เรียนต่อชุดทดลองตามแนวทางของ(ชูศรี,2544:75) ออกเป็น 5 ระดับดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	แปลว่า	เห็นด้วยมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	แปลว่า	เห็นด้วยมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	แปลว่า	เห็นด้วยปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	แปลว่า	เห็นด้วยน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	แปลว่า	เห็นด้วยน้อยที่สุด

ผลความคิดเห็นความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดทดลองมีระดับความคิดเห็นเฉลี่ยอยู่ในระดับความคิดเห็นระหว่าง 3.96 – 4.61 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ระหว่าง 0.50 – 0.73 โดยในหัวข้อ รูปแบบ ขนาด ของชุดทดลองมีความเหมาะสมของชุดทดลอง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 4.61 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 และในหัวข้อชุดทดลองช่วยให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการออกแบบ โปรแกรม มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 3.96 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.77 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.17 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยรวม เท่ากับ 0.68 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดทดลองในระดับมาก

**ภาคผนวก ข.**

- ภาพชุดทดลองที่สมบูรณ์
- ภาพการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่ ช-1 แสดงภาพสมบรูณ์ของชุดทดลองที่พัฒนาขึ้น มองจากมุมมองด้านบน



ภาพที่ ช-2 แสดงภาพชุดทดลองที่พัฒนาขึ้น มองจากมุมมองด้านหน้า



ภาพที่ ช-3 แสดงการทดลองใช้งานชุดทดลองเชื่อมต่อกับเครื่อง PLC



ภาพที่ ช-4 แสดงการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อเก็บข้อมูล

**ภาคผนวก ฅ.**

- รายนามผู้เชี่ยวชาญ
- แบบสอบถามประเมินชุดทดลอง
- แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดทดลอง
- บันทึกเสนอขอแต่งตั้งและเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ
- เอกสารการเผยแพร่
- เอกสารตอบรับ
- ประวัติผู้วิจัย

**รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมิน  
ชุดทดลอง เรื่อง ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม**

ที่	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง	วุฒิการศึกษา	สถานที่ทำงาน
1.	ดร. เสถียร รัชญศิริรัตน์	รศ.	ปรด.วิศวกรรมไฟฟ้า กำลัง	สถาบันเทคโนโลยี ปทุมวัน
2.	ดร. มนต์รี ศิริปรัชญานันท์	รศ.	ปรด.วิศวกรรมไฟฟ้า กำลัง	มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอม เกล้าพระนครเหนือ
3	ดร. ประสิทธิ์ นางทิน	ผศ.	ปรด.วิศวกรรมไฟฟ้า กำลัง	สถาบันเทคโนโลยี ปทุมวัน
4.	นายมงคล ชูระ	ครู (คศ.๔)	คอบ.วิศวกรรมไฟฟ้า กำลัง	วิทยาลัยเทคนิค เชียงใหม่
5.	นายอุทัย สุมามาลย์	ครู (คศ.๔)	คอบ.วิศวกรรมไฟฟ้า กำลัง	วิทยาลัยเทคนิคน่าน
6.	นายสุพจน์ กนกการ	ครู (คศ.๔)	คอบ.วิศวกรรมไฟฟ้า กำลัง	วิทยาลัยเทคนิค ลพบุรี
7.	นายคมกริช แสงสุรินทร์	ครู (คศ.๓)	คอม.วิศวกรรมไฟฟ้า กำลัง	วิทยาลัยเทคนิค เชิงราช



แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเพื่อการวิจัย  
ประเมินชุดทดลอง เรื่อง ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

แบบประเมินชุดทดลอง เรื่อง ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รายวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัส 3104-2006 สำหรับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขางานไฟฟ้ากำลัง เป็นชุดทดลองที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2557

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของผู้เชี่ยวชาญต่อแบบประเมิน

**คำชี้แจง**

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง  หน้าข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

1. ระดับการศึกษา	<input type="checkbox"/> ระดับปริญญาเอก <input type="checkbox"/> ระดับปริญญาโท <input type="checkbox"/> ระดับปริญญาตรี
2. ประสบการณ์ในการสอน	<input type="checkbox"/> ต่ำกว่า 10 ปี <input type="checkbox"/> 10 - 15 ปี <input type="checkbox"/> 16 ปีขึ้นไป
3. วิชาสอนที่เกี่ยวข้อง	<input type="checkbox"/> ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม <input type="checkbox"/> การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า <input type="checkbox"/> วิชาอื่นๆ .....



**ตอนที่ 2** ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดทดลองและข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

**คำชี้แจง** โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อชุดทดลอง เรื่อง ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขางานไฟฟ้ากำลัง ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2557 โดยพิจารณาข้อความในแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดดังนี้

ระดับความคิดเห็น

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

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	<b>2.1 ด้านชุดทดลอง</b> มีคุณลักษณะที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2	รูปแบบเหมาะสม					
3	ขนาดและน้ำหนักเหมาะสม					
4	ความแข็งแรงของอุปกรณ์					
5	ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและสนใจในการเรียน					
6	เคลื่อนไหวและมีขั้นตอนการทำงานได้จริง					
7	มีความปลอดภัยในการทดลองต่อผู้เรียน					
8	วัสดุที่ใช้มีความแข็งแรงและเหมาะสมกับงาน					
9	มีความสะดวกในการดำเนินการสอน					
10	สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี					

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

.....

.....

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
	<b>2.2 แผนการสอน</b>					
1	ความเหมาะสมของหัวข้อ					
2	ความสอดคล้องของเนื้อหากับเวลา					
3	ความสอดคล้องของเนื้อหากับวัตถุประสงค์					
4	ความเหมาะสมในการใช้การสอน					
5	กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ชัดเจน					
6	นำไปปฏิบัติสอนตามแผนการสอนได้					

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

.....

.....

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
	<b>2.3 แบบทดสอบ (ก่อนเรียน-แบบฝึกหัด)</b>					
1	ข้อสอบตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	.....	.....	.....	.....	.....
2	จำนวนข้อสอบเหมาะสมกับเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
3	คำถามและตัวเลือกมีความชัดเจน	.....	.....	.....	.....	.....
4	ความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	.....	.....	.....	.....	.....
5	สามารถวัดความรู้ความเข้าใจได้ชัดเจน	.....	.....	.....	.....	.....
6	ตัวเลือกตอบมีตัวลวงเหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

.....

.....

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
	<b>2.4 ใบบงานการทดลอง</b>					
1	การทดลองมีความสอดคล้องตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	.....	.....	.....	.....	.....
2	มีขอบเขตการทดลองที่ระบุขั้นตอนการสาธิตชัดเจน	.....	.....	.....	.....	.....
3	หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการทดลองชัดเจน	.....	.....	.....	.....	.....
4	เรียงลำดับขั้นตอนในการทดลองมีความเหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....
5	เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลองมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	.....	.....	.....	.....	.....
6	กำหนดกิจกรรมในการทดลองไว้ชัดเจน	.....	.....	.....	.....	.....
7	ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาได้รวดเร็ว	.....	.....	.....	.....	.....
8	ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานการทดลองได้	.....	.....	.....	.....	.....
9	รูปภาพและตารางบันทึกผลที่ใช้ในการทดลองสื่อความหมายให้ผู้เรียนชัดเจน	.....	.....	.....	.....	.....
10	คำถามท้ายใบบงานช่วยตรวจสอบความเข้าใจในเรื่องที่เรียนหลังการทดลอง	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

.....

.....

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	<b>2.5 ใบเนื้อหา</b> เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์					
2	เนื้อหาเรียงลำดับได้เหมาะสม					
3	มีรายละเอียดของเนื้อหาที่เพียงพอ					
4	รูปภาพและตัวอักษรมีความชัดเจน					
5	ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม และอ่านทำความเข้าใจง่าย					

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

.....

.....

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	<b>2.6 ด้านคุณภาพการทำงาน</b> ใช้เป็นชุดฝึกได้ตามวัตถุประสงค์	.....	.....	.....	.....	.....
2	พัฒนาไปใช้ในงานอุตสาหกรรมได้	.....	.....	.....	.....	.....
3	เหมาะสำหรับการเรียนการสอน	.....	.....	.....	.....	.....
4	สามารถต่อการร่วมกับการตั้งงานของเครื่อง PLC ได้	.....	.....	.....	.....	.....
5	นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้ชุดทดลอง	.....	.....	.....	.....	.....
6	สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ



แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดทดลอง  
เรื่อง ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

**ตอนที่ 1** ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดทดลอง และข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

**คำชี้แจง** โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อชุดทดลอง เรื่อง ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม โดยพิจารณาข้อความในแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนด ระดับความคิดเห็นดังนี้

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

ข้อ ที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	ความเหมาะสมของชุดทดลองกับสาระการเรียนรู้รายวิชานี้หรือไม่					
2	ชุดทดลองช่วยให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการออกแบบ โปรแกรมเพียงใด					
3	รูปแบบ ขนาด ของชุดทดลองมีความเหมาะสม					
4	ชุดทดลองมีลักษณะเหมาะสมกับเรื่องของการทดลอง					
5	ชุดทดลองช่วยให้ผู้เรียนได้ทดลองจริงเพียงใด					
6	ชุดทดลองสามารถใช้งานได้ง่ายเพียงใด					
7	ในใบงานการทดลองที่ใช้ประกอบกับชุดทดลองมีลำดับขั้นตอนชัดเจนเข้าใจง่าย					
8	ใบงานการทดลองมีข้อมูลในการทดลองเพียงใด					

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

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

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)  
นักศึกษา



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

ที่ วช. ๐๙/๑๓๖

วันที่ ๒๕ กันยายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ออกหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจรายงานการวิจัย

หนังสือเรียน เอกสารประกอบการสอน แบบทดสอบ แบบสอบถาม การสร้างและการหา

ประสิทธิภาพชุดทดลองวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

ด้วยข้าพเจ้า นายบุญลือ ประสารศรี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ เป็นครูผู้สอนแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ได้จัดทำหนังสือเรียนวิชา การโปรแกรมควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา ๒๑๐๔ - ๒๑๐๙ และ เอกสารประกอบการสอน แบบทดสอบ แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน เกี่ยวกับวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๐๖ ข้าพเจ้าขอความอนุเคราะห์ให้ทางวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ออกหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ ช่วยตรวจสอบตรวจรายงานการวิจัยหนังสือเรียน เอกสารประกอบการสอน การสร้างและการหาประสิทธิภาพชุดทดลอง แบบทดสอบ แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

๑. ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิต การสร้างการหาประสิทธิภาพและแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

๑.๑ รองศาสตราจารย์ ดร. เสถียร ธีัญญศิริรัตน์ รักษาการแทน อธิการบดีสถาบัน เทคโนโลยีปทุมวัน วุฒิการศึกษา การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า จากมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมการวัดคุม สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน กรุงเทพมหานคร โทรศัพท์ ๐๒ ๑๐๔๙๐๙๙

๑.๒ รองศาสตราจารย์ ดร. มนตรี ศิริปรัชญานันท์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ช่วยอธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วุฒิการศึกษา การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ประจำ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร โทรศัพท์ ๐๒ ๕๕๕๒๐๐๐

๑.๓ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประสิทธิ์ นางทิน หัวหน้าศูนย์ PLC เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน และสิ่งแวดล้อมหลักสูตรวิศวกรรมไฟฟ้า แขนงพลังงาน สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน วุฒิการศึกษา การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้าและสารสนเทศ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าธนบุรี อาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมไฟฟ้า แขนงพลังงาน สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน กรุงเทพมหานคร

โทรศัพท์ ๐๘๙๖๐๗๗๕๓๖

๑.๔ ดร. กมล ศิลาพันธ์ วุฒิการศึกษา ป.ด. (ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์) จากสถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ อาจารย์ประจำ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ประธานหลักสูตรวิศวกรรม อิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์

โทรศัพท์ ๐๘-๑๕๓๔-๙๔๓๘

๑.๕ นายมงคล ชูระ วิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ วุฒิการศึกษา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษาสถิตีเพื่อการวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
ครูประจำแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่  
โทรศัพท์ ๐๘-๑๙๖๑-๕๐๑๖

๒. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างและการหาประสิทธิภาพชุดทดลอง แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อเอกสารประกอบการสอน

๒.๑ นายอุทัย สุมาลย์ วิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ วุฒิการศึกษา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช  
ครูประจำแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน  
โทรศัพท์ ๐๘-๖๙๓๗-๑๒๔๐

๒.๒ นายสุพจน์ กนกการ วิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ วุฒิการศึกษาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตเทเวศน์  
ครูแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี  
โทรศัพท์ ๐๓-๖๔๑-๑๖๖๖

๒.๓ นายคมกริช แสงสุรินทร์ วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ วุฒิการศึกษาครุศาสตรบัณฑิต สาขาไฟฟ้า จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
ครูประจำแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเขียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเขียงราย  
โทรศัพท์ ๐๘-๑๕๓๔-๒๒๙๐

๒.๔ นายสมควร เทียมมล วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ วุฒิการศึกษาครุศาสตรบัณฑิต สาขาไฟฟ้า จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
ครูประจำแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก  
โทรศัพท์ ๐๘-๙๓๗๐-๕๑๕๘

๒.๕ นายวิรัตน์ วงศ์ษา วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ วุฒิการศึกษา การศึกษามหาบัณฑิต จากมหาวิทยาลัยนเรศวร สาขาการวัดผลการศึกษา ครูประจำแผนกวิชาสามัญ วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ โทรศัพท์ ๐๘-๙๗๐๗-๕๔๓๗

หนังสือเรียนพร้อมด้วยเอกสารประกอบการสอนการสร้างและการหาประสิทธิภาพชุดทดลองแบบทดสอบ และแบบสอบถาม วิชาการควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๐๖ ได้แนบมาพร้อมกันแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาดำเนินการ

เรียนนายผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิค...

เห็นความชอบด้วย ว.ร.ค.

๖3 ๑๐3๐

15/๖/๖๐ ๑๖/๖/๖๐  
- 1๖/๖/๖๐/๑๖/๖/๖๐ (๑๖/๖/๖๐)  
Suk  
๒๖๖๐

*(Handwritten signature)*  
(นายบุญลอ ประสารศรี)  
ตำแหน่ง ครู

*(Handwritten signature)*  
๑๖/๖/๖๐





ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔ / ๑๕๔๐

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

๒๕ กันยายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบสอบถามเพื่อประกอบการทำผลงานทางวิชาการ

เรียน อธิการบดีสถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารประกอบการสอนประจำรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

(รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๐๖)

จำนวน ๑ เล่ม

๒. แบบประเมิน

จำนวน ๑ ชุด

ตามที่ นายบุญลือ ประสารศรี ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำเอกสารประกอบการสอนประจำรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๐๖ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงพุทธศักราช ๒๕๕๗ ประกอบการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการประเมินการเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญในครั้งนี้

ในการนี้วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จึงขอส่งเอกสารประกอบการสอนประจำรายวิชาดังกล่าว และขอความอนุเคราะห์บุคคลากรในสถานศึกษาของท่านคือ รองศาสตราจารย์ ดร. เสถียร รัญญศรีรัตน์ เป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และคุณภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้น โดยตอบแบบประเมิน ส่งกลับวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ด้วย เพื่อนำข้อเสนอแนะไปใช้ปรับปรุงให้ครบถ้วนและสมบูรณ์ต่อไป หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

( นายสุชาติ กลั่นทอง )

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

ฝ่ายบริหารทรัพยากร

งานบริหารงานทั่วไป

โทร ๐-๕๖๗๑-๑๔๕๕, ๐-๕๖๗๑-๒๑๓๘

โทรสาร ๐-๕๖๗๑-๑๔๕๕, ๐-๕๖๗๑-๒๑๓๘ ต่อ ๑๐๒

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : phettech๒๑๒@hotmail.com

พิมพ์ กิตติภาพ  
ดร. เสถียร รัญญศรีรัตน์  
ท. นอ. กิตติภาพ



ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔ / ๑๙๒๖

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

มส กันยายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบสอบถามเพื่อประกอบการทำผลงานทางวิชาการ

เรียน อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารประกอบการสอนประจำรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
(รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๐๖) จำนวน ๑ เล่ม  
๒. แบบประเมิน จำนวน ๑ ชุด

ตามที่ นายบุญลือ ประสารศรี ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำเอกสารประกอบการสอนประจำรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๐๖ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงพุทธศักราช ๒๕๕๗ ประกอบการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการประเมินการเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญในครั้งนี้

ในการนี้วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จึงขอส่งเอกสารประกอบการสอนประจำรายวิชาดังกล่าว และขอความอนุเคราะห์บุคคลากรในสถานศึกษาของท่านคือ รองศาสตราจารย์ ดร. มนต์รี ศิริปรัชญานันท์ เป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และคุณภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้น โดยตอบแบบประเมิน ส่งกลับวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ด้วย เพื่อนำข้อเสนอแนะไปใช้ปรับปรุงให้ครบถ้วนและสมบูรณ์ต่อไป หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

( นายสุชาติ กลั่นทอง )

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

ฝ่ายบริหารทรัพยากร

งานบริหารงานทั่วไป

โทร ๐-๕๖๗๑-๑๔๕๕, ๐-๕๖๗๑-๒๑๓๘

โทรสาร ๐-๕๖๗๑-๑๔๕๕, ๐-๕๖๗๑-๒๑๓๘ ต่อ ๑๐๒

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : phettech๒๑๒@hotmail.com

พิมพ์ พิมพ์ภาพ  
ตรวจเช็ค  
พิมพ์ภาพ



ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔ / ๑๕๔๖

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

๒๕ กันยายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบสอบถามเพื่อประกอบการทำผลงานทางวิชาการ

เรียน อธิการบดีสถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารประกอบการสอนประจำรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม (รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๐๖) จำนวน ๑ เล่ม
๒. แบบประเมิน จำนวน ๑ ชุด

ตามที่ นายบุญลือ ประสารศรี ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำเอกสารประกอบการสอนประจำรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๐๖ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงพุทธศักราช ๒๕๕๗ ประกอบการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการประเมินการเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญในครั้งนี้

ในการนี้วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จึงขอส่งเอกสารประกอบการสอนประจำรายวิชาดังกล่าว และขอความอนุเคราะห์บุคคลากรในสถานศึกษาของท่านคือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประสิทธิ์ นางทิน เป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และคุณภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้น โดยตอบแบบประเมิน ส่งกลับวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ด้วย เพื่อนำข้อเสนอแนะไปใช้ปรับปรุงให้ครบถ้วนและสมบูรณ์ต่อไป หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุชาติ กลั่นทอง)  
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

ฝ่ายบริหารทรัพยากร

งานบริหารงานทั่วไป

โทร ๐-๕๖๗๑-๑๔๕๕, ๐-๕๖๗๑-๒๑๓๘

โทรสาร ๐-๕๖๗๑-๑๔๕๕, ๐-๕๖๗๑-๒๑๓๘ ต่อ ๑๐๒

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : phettech๒๑๒@hotmail.com



ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔ / ๑๙๓๖

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

มส กันยายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบสอบถามเพื่อประกอบการทำผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารประกอบการสอนประจำรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
(รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๐๖)

จำนวน ๑ เล่ม

๒. แบบประเมิน

จำนวน ๑ ชุด

ตามที่ นายบุญลือ ประสารศรี ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำเอกสารประกอบการสอนประจำรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๐๖ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงพุทธศักราช ๒๕๕๗ ประกอบการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการประเมินการเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญในครั้งนี้

ในการนี้วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จึงขอส่งเอกสารประกอบการสอนประจำรายวิชาดังกล่าว และขอความอนุเคราะห์บุคคลากรในสถานศึกษาของท่านคือ นายมงคล ฐระ เป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และคุณภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้น โดยตอบแบบประเมิน ส่งกลับวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ด้วย เพื่อนำข้อเสนอแนะไปใช้ปรับปรุงให้ครบถ้วนและสมบูรณ์ต่อไป หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุชาติ กลั่นทอง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

ฝ่ายบริหารทรัพยากร

งานบริหารงานทั่วไป

โทร ๐-๕๖๗๑-๑๔๕๕, ๐-๕๖๗๑-๒๑๓๘

โทรสาร ๐-๕๖๗๑-๑๔๕๕, ๐-๕๖๗๑-๒๑๓๘ ต่อ ๑๐๒

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : phettech๒๑๒@hotmail.com

นางสาวกัญญา  
นางสาวกัญญา  
นางสาวกัญญา



ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔ / ๑๔๒๕๔

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

มศ กันยายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบสอบถามเพื่อประกอบการทำผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคบ้าน

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารประกอบการสอนประจำรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
(รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๐๖)

จำนวน ๑ เล่ม

๒. แบบประเมิน

จำนวน ๑ ชุด

ตามที่ นายบุญลือ ประสารศรี ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำเอกสารประกอบการสอนประจำรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๐๖ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงพุทธศักราช ๒๕๕๗ ประกอบการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการประเมินการเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญในครั้งนี้

ในการนี้วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จึงขอส่งเอกสารประกอบการสอนประจำรายวิชาดังกล่าว และขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสถานศึกษาของท่านคือ นายอุทัย สุขามาลัย เป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และคุณภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้น โดยตอบแบบประเมิน ส่งกลับวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ด้วย เพื่อนำข้อเสนอแนะไปใช้ปรับปรุงให้ครบถ้วนและสมบูรณ์ต่อไป หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุชาติ กลั่นทอง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

ฝ่ายบริหารทรัพยากร

งานบริหารงานทั่วไป

โทร ๐-๕๖๗๑-๑๔๕๕, ๐-๕๖๗๑-๒๑๓๘

โทรสาร ๐-๕๖๗๑-๑๔๕๕, ๐-๕๖๗๑-๒๑๓๘ ต่อ ๑๐๒

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : phettech๒๑๒@hotmail.com

พิมพ์ กิ่งแก้ว  
ตรวจ  
ท. น. ก. ส. ๒๑๒



ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔ / ๑๕๓๗

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ๒๗๐๐๐

๒๗ กันยายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบสอบถามเพื่อประกอบการทำผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคลพบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารประกอบการสอนประจำรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

(รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๐๖)

จำนวน ๑ เล่ม

๒. แบบประเมิน

จำนวน ๑ ชุด

ตามที่ นายบุญลือ ประสารศรี ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำเอกสารประกอบการสอนประจำรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๐๖ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงพุทธศักราช ๒๕๕๗ ประกอบการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการประเมินการเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญในครั้งนี้

ในการนี้วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จึงขอส่งเอกสารประกอบการสอนประจำรายวิชาดังกล่าว และขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสถานศึกษาของท่านคือ นายสุพจน์ กนกการ เป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และคุณภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้น โดยตอบแบบประเมิน ส่งกลับวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ด้วย เพื่อนำข้อเสนอแนะไปใช้ปรับปรุงให้ครบถ้วนและสมบูรณ์ต่อไป หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุชาติ กลั่นทอง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

ฝ่ายบริหารทรัพยากร

งานบริหารงานทั่วไป

โทร ๐-๕๖๗๑-๑๔๕๕, ๐-๕๖๗๑-๒๑๓๘

โทรสาร ๐-๕๖๗๑-๑๔๕๕, ๐-๕๖๗๑-๒๑๓๘ ต่อ ๑๐๒

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : phettech๒๑๒@hotmail.com



ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔ / ๑๙๗๙

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

๒๙ กันยายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบสอบถามเพื่อประกอบการทำผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเขียงราย

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารประกอบการสอนประจำรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
(รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๐๖) จำนวน ๑ เล่ม  
๒. แบบประเมิน จำนวน ๑ ชุด

ตามที่ นายบุญลือ ประสารศรี ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำเอกสารประกอบการสอนประจำรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๐๖ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงพุทธศักราช ๒๕๕๗ ประกอบการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการประเมินการเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญในครั้งนี้

ในการนี้วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จึงขอส่งเอกสารประกอบการสอนประจำรายวิชาดังกล่าว และขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสถานศึกษาของท่านคือ นายคมกริช แสงสุรินทร์ เป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และคุณภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้น โดยตอบแบบประเมิน ส่งกลับวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ด้วย เพื่อนำข้อเสนอแนะไปใช้ปรับปรุงให้ครบถ้วนและสมบูรณ์ต่อไป หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุชาติ กลั่นทอง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

ฝ่ายบริหารทรัพยากร

งานบริหารงานทั่วไป

โทร ๐-๕๖๗๑-๑๔๕๕, ๐-๕๖๗๑-๒๑๓๘

โทรสาร ๐-๕๖๗๑-๑๔๕๕, ๐-๕๖๗๑-๒๑๓๘ ต่อ ๑๐๒

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : phettech๒๑๒@hotmail.com

พิมพ์ กิตติพงษ์  
ดร. กิตติพงษ์  
ท. กิตติพงษ์



วิชา	วิศวกรรม
ข้อที่	0998
วันที่	9 เม.ย. 61
เวลา	09.10 น.

ฝ่ายวิชาการ	3098
รับที่	9 เม.ย. 2561
วันที่	09.00
เวลา	น.

### บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

ที่วช ๐๘/๒๕๖

วันที่ ๕ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขออนุญาตเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

ข้าพเจ้า นายบุญลอ ประสารศรี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ได้จัดทำรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รายวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ ใช้สอนนักศึกษาในระดับ ปวส. แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ขออนุญาตเผยแพร่รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ให้กับครูผู้สอนแผนกวิชาไฟฟ้ากำลัง ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เพื่อรับทราบจุดบกพร่องและสิ่งที่ควรแก้ไขปรับปรุง จะได้นำผลงานทางวิชาการดังกล่าวนี้กลับมาปรับปรุงและพัฒนาเพื่อให้เกิดให้ประโยชน์ต่อการเรียนการสอนต่อไป ตามรายชื่อสถานศึกษาดังต่อไปนี้

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| ๑. วิทยาลัยเทคนิคเขียงราย  | ๘. วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา           |
| ๒. วิทยาลัยเทคนิคเขียงใหม่ | ๙. วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี                    |
| ๓. วิทยาลัยเทคนิคน่าน      | ๑๐. วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก                 |
| ๔. วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย   | ๑๑. วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร                |
| ๕. วิทยาลัยเทคนิคอุดรดิตต์ | ๑๒. วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี                |
| ๖. วิทยาลัยเทคนิคนครพนม    | ๑๓. วิทยาลัยเทคนิคยะลา                     |
| ๗. วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ   | ๑๔. วิทยาลัยเทคนิคทุ่งสง                   |
|                            | ๑๕. วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์ |

เรียนเสนอ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

เพื่อไปตรวจ  เพื่อพิจารณา

เห็นควรยกย่อง

๙ เม.ย. ๖๑

เรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

5 เม.ย. ๖๑. นพ.

- พื่อไปตรวจ

- เห็นควรยกย่อง

๕ เม.ย. ๖๑

บุญลอ ประสารศรี

(นายบุญลอ ประสารศรี)

ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ

๐๗  
๕ เม.ย. ๖๑



ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔ /ร ๑๖๑๔



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
๒๑๒ ถ.สามัคคีชัย ต.ในเมือง  
อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

๕ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบขออนุญาตเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาการระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม  
๒. แบบประเมินคุณภาพรายงานสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง  
ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน ๑ ฉบับ  
๓. แบบตอบรับเอกสาร จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยข้าราชการในสังกัดวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์คือ นายบุญลือ ประสารศรี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ  
ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาการระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม เพื่อนำไปใช้ประกอบการจัดการ  
เรียนรู้ให้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง และเป็นผลงานทางวิชาการ  
ประกอบการพิจารณา เลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ

ดังนั้น วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จึงขอมอบรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบ  
ควบคุมในงานอุตสาหกรรมให้กับสถานศึกษาของท่านเพื่อประโยชน์ต่อการเรียน การสอน และขออนุญาต  
ท่านตอบแบบสอบถาม พร้อมทั้งส่งแบบตอบรับดังกล่าวกลับมายังวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุชาติ กลั่นทอง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

โทรศัพท์ ๐๕๖-๗๑๑๔๕๕ ต่อ ๒๑๒

มือถือ ๐๘๙-๐๑๙๖๖๒๒ (นายบุญลือ ประสารศรี)

ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔ / ๑๐๖๐๙



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
๒๑๒ ถ.สามัคคีชัย ต.ในเมือง  
อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

๕ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาการระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม  
๒. แบบประเมินคุณภาพรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง  
ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน ๑ ฉบับ  
๓. แบบตอบรับเอกสาร จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยข้าราชการในสังกัดวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์คือ นายบุญลือ ประสารศรี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ  
ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาการระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม เพื่อนำไปใช้ประกอบการจัดการ  
เรียนรู้ให้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง และเป็นผลงานทางวิชาการ  
ประกอบการพิจารณา เลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ

ดังนั้น วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จึงขอมอบรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบ  
ควบคุมในงานอุตสาหกรรมให้กับสถานศึกษาของท่านเพื่อประโยชน์ต่อการเรียน การสอน และขอความอนุเคราะห์  
ท่านตอบแบบสอบถาม พร้อมทั้งส่งแบบตอบรับดังกล่าวกลับมายังวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุชาติ กลั่นทอง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

โทรศัพท์ ๐๕๖-๗๑๑๔๕๕ ต่อ ๒๑๒

มือถือ ๐๘๙-๐๑๙๖๖๒๒ (นายบุญลือ ประสารศรี)

ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔ / ๑๐๐๐๙



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
๒๑๒ ถ.สามัคคีชัย ต.ในเมือง  
อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

๕ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคน่าน

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม  
๒. แบบประเมินคุณภาพรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง  
ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน ๑ ฉบับ  
๓. แบบตอบรับเอกสาร จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยข้าราชการในสังกัดวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์คือ นายบุญลือ ประสารศรี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ  
ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม เพื่อนำไปใช้ประกอบการจัดการ  
เรียนรู้ให้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง และเป็นผลงานทางวิชาการ  
ประกอบการพิจารณา เลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ

ดังนั้น วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จึงขอมอบรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบ  
ควบคุมในงานอุตสาหกรรมให้กับสถานศึกษาของท่านเพื่อประโยชน์ต่อการเรียน การสอน และขอความอนุเคราะห์  
ท่านตอบแบบสอบถาม พร้อมทั้งส่งแบบตอบรับดังกล่าวกลับมายังวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุชาติ กลั่นทอง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

โทรศัพท์ ๐๕๖-๗๑๑๔๕๕ ต่อ ๒๑๒

มือถือ ๐๘๙-๐๑๙๖๖๒๒ (นายบุญลือ ประสารศรี)

ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔ / ๖๖๐๐



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
๒๑๒ ถ.สามัคคีชัย ต.ในเมือง  
อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

๕ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม  
๒. แบบประเมินคุณภาพรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง  
ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน ๑ ฉบับ  
๓. แบบตอบรับเอกสาร จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยข้าราชการในสังกัดวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์คือ นายบุญล่อ ประสารศรี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ  
ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม เพื่อนำไปใช้ประกอบการจัดการ  
เรียนรู้ให้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง และเป็นผลงานทางวิชาการ  
ประกอบการพิจารณา เลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ

ดังนั้น วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จึงขอมอบรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบ  
ควบคุมในงานอุตสาหกรรมให้กับสถานศึกษาของท่านเพื่อประโยชน์ต่อการเรียน การสอน และขอบความอนุเคราะห์  
ท่านตอบแบบสอบถาม พร้อมทั้งส่งแบบตอบรับดังกล่าวกลับมายังวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุชาติ กลั่นทอง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

โทรศัพท์ ๐๕๖-๗๑๑๔๕๕ ต่อ ๒๑๒

มือถือ ๐๘๙-๐๑๙๖๖๒๒ (นายบุญล่อ ประสารศรี)

ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔ / ๖๐๖๐



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
๒๑๒ ถ.สามัคคีชัย ต.ในเมือง  
อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

๕ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม  
๒. แบบประเมินคุณภาพรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง  
ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน ๑ ฉบับ  
๓. แบบตอบรับเอกสาร จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยข้าราชการในสังกัดวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์คือ นายบุญลือ ประสารศรี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ  
ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม เพื่อนำไปใช้ประกอบการจัดการ  
เรียนรู้ให้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง และเป็นผลงานทางวิชาการ  
ประกอบการพิจารณา เลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ

ดังนั้น วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จึงขอมอบรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบ  
ควบคุมในงานอุตสาหกรรมให้กับสถานศึกษาของท่านเพื่อประโยชน์ต่อการเรียน การสอน และขอความอนุเคราะห์  
ท่านตอบแบบสอบถาม พร้อมทั้งส่งแบบตอบรับดังกล่าวกลับมายังวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุชาติ กลั่นทอง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

โทรศัพท์ ๐๕๖-๗๑๑๔๕๕ ต่อ ๒๑๒

มือถือ ๐๘๙-๐๑๙๖๖๒๒ (นายบุญลือ ประสารศรี)

ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔ / ๑๖๖๐๔



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
๒๑๒ ถ.สามัคคีชัย ต.ในเมือง  
อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

๕ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครพนม

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม  
๒. แบบประเมินคุณภาพรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง  
ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน ๑ ฉบับ  
๓. แบบตอบรับเอกสาร จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยข้าราชการในสังกัดวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์คือ นายบุญลือ ประสารศรี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ  
ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม เพื่อนำไปใช้ประกอบการจัดการ  
เรียนรู้ให้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง และเป็นผลงานทางวิชาการ  
ประกอบการพิจารณา เลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ

ดังนั้น วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จึงขอมอบรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบ  
ควบคุมในงานอุตสาหกรรมให้กับสถานศึกษาของท่านเพื่อประโยชน์ต่อการเรียน การสอน และขอความอนุเคราะห์  
ท่านตอบแบบสอบถาม พร้อมทั้งส่งแบบตอบรับดังกล่าวกลับมายังวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุชาติ กลั่นทอง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

โทรศัพท์ ๐๕๖-๗๑๑๔๕๕ ต่อ ๒๑๒

มือถือ ๐๘๙-๐๑๙๖๖๒๒ (นายบุญลือ ประสารศรี)

ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔ / ๒๐๖๐๙



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
๒๑๒ ถ.สามัคคีชัย ต.ในเมือง  
อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

๕ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม  
๒. แบบประเมินคุณภาพรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง  
ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน ๑ ฉบับ  
๓. แบบตอบรับเอกสาร จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยข้าราชการในสังกัดวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์คือ นายบุญลือ ประสารศรี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ  
ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม เพื่อนำไปใช้ประกอบการจัดการ  
เรียนรู้ให้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง และเป็นผลงานทางวิชาการ  
ประกอบการพิจารณา เลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ

ดังนั้น วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จึงขอมอบรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบ  
ควบคุมในงานอุตสาหกรรมให้กับสถานศึกษาของท่านเพื่อประโยชน์ต่อการเรียน การสอน และขอความอนุเคราะห์  
ท่านตอบแบบสอบถาม พร้อมทั้งส่งแบบตอบรับดังกล่าวกลับมายังวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุชาติ กลั่นทอง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

โทรศัพท์ ๐๕๖-๗๑๑๔๕๕ ต่อ ๒๑๒

มือถือ ๐๘๙-๐๑๙๖๖๒๒ (นายบุญลือ ประสารศรี)

ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔ / ๑๐๖๐๙



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
๒๑๒ ถ.สามัคคีชัย ต.ในเมือง  
อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

๕ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม  
๒. แบบประเมินคุณภาพรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง  
ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน ๑ ฉบับ  
๓. แบบตอบรับเอกสาร จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยข้าราชการในสังกัดวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์คือ นายบุญลือ ประสารศรี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ  
ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม เพื่อนำไปใช้ประกอบการจัดการ  
เรียนรู้ให้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง และเป็นผลงานทางวิชาการ  
ประกอบการพิจารณา เลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ

ดังนั้น วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จึงขอมอบรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบ  
ควบคุมในงานอุตสาหกรรมให้กับสถานศึกษาของท่านเพื่อประโยชน์ต่อการเรียน การสอน และขอความอนุเคราะห์  
ท่านตอบแบบสอบถาม พร้อมทั้งส่งแบบตอบรับดังกล่าวกลับมายังวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุชาติ กลั่นทอง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

โทรศัพท์ ๐๕๖-๗๑๑๔๕๕ ต่อ ๒๑๒

มือถือ ๐๘๙-๐๑๙๖๖๒๒ (นายบุญลือ ประสารศรี)



ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔ / ๖๐๖๐๙



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
๒๑๒ ถ.สามัคคีชัย ต.ในเมือง  
อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ๒๗๐๐๐

๕ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาการระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม  
๒. แบบประเมินคุณภาพรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง  
ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน ๑ ฉบับ  
๓. แบบตอบรับเอกสาร จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยข้าราชการในสังกัดวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์คือ นายบุญลือ ประสารศรี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ  
ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาการระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม เพื่อนำไปใช้ประกอบการจัดการ  
เรียนรู้ให้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง และเป็นผลงานทางวิชาการ  
ประกอบการพิจารณา เลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ

ดังนั้น วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จึงขอมอบรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบ  
ควบคุมในงานอุตสาหกรรมให้กับสถานศึกษาของท่านเพื่อประโยชน์ต่อการเรียน การสอน และขอความอนุเคราะห์  
ท่านตอบแบบสอบถาม พร้อมทั้งส่งแบบตอบรับดังกล่าวกลับมายังวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุชาติ กลั่นทอง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

โทรศัพท์ ๐๕๖-๗๑๑๔๕๕ ต่อ ๒๑๒

มือถือ ๐๘๙-๐๑๙๖๖๒๒ (นายบุญลือ ประสารศรี)

ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔ / ๑๐๑๐๕



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
๒๑๒ ถ.สามัคคีชัย ต.ในเมือง  
อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

๕ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบขออนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคลพบุรี

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม  
๒. แบบประเมินคุณภาพรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง  
ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน ๑ ฉบับ  
๓. แบบตอบรับเอกสาร จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยข้าราชการในสังกัดวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์คือ นายบุญลือ ประสารศรี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ  
ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม เพื่อนำไปใช้ประกอบการจัดการ  
เรียนรู้ให้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง และเป็นผลงานทางวิชาการ  
ประกอบการพิจารณา เลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ

ดังนั้น วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จึงขอมอบรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบ  
ควบคุมในงานอุตสาหกรรมให้กับสถานศึกษาของท่านเพื่อประโยชน์ต่อการเรียน การสอน และขอบขออนุเคราะห์  
ท่านตอบแบบสอบถาม พร้อมทั้งส่งแบบตอบรับดังกล่าวกลับมายังวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุชาติ กลั่นทอง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

โทรศัพท์ ๐๕๖-๗๑๑๔๕๕ ต่อ ๒๑๒

มือถือ ๐๘๙-๐๑๙๖๖๒๒ (นายบุญลือ ประสารศรี)

ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔/๑๐๖๐๔



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
๒๑๒ ถ.สามัคคีชัย ต.ในเมือง  
อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

๕ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม  
๒. แบบประเมินคุณภาพรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง  
ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน ๑ ฉบับ  
๓. แบบตอบรับเอกสาร จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยข้าราชการในสังกัดวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์คือ นายบุญลือ ประสารศรี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ  
ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม เพื่อนำไปใช้ประกอบการจัดการ  
เรียนรู้ให้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง และเป็นผลงานทางวิชาการ  
ประกอบการพิจารณา เลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ

ดังนั้น วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จึงขอมอบรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบ  
ควบคุมในงานอุตสาหกรรมให้กับสถานศึกษาของท่านเพื่อประโยชน์ต่อการเรียน การสอน และขอความอนุเคราะห์  
ท่านตอบแบบสอบถาม พร้อมทั้งส่งแบบตอบรับดังกล่าวกลับมายังวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุชาติ กลั่นทอง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

โทรศัพท์ ๐๕๖-๗๑๑๔๕๕๕ ต่อ ๒๑๒

มือถือ ๐๘๙-๐๑๙๖๖๒๒ (นายบุญลือ ประสารศรี)

ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔ / ๖ ๐๖๐๙



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
๒๑๒ ถ.สามัคคีชัย ต.ในเมือง  
อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

๕ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม  
๒. แบบประเมินคุณภาพรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง  
ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน ๑ ฉบับ  
๓. แบบตอบรับเอกสาร จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยข้าราชการในสังกัดวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์คือ นายบุญลือ ประสารศรี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ  
ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม เพื่อนำไปใช้ประกอบการจัดการ  
เรียนรู้ให้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง และเป็นผลงานทางวิชาการ  
ประกอบการพิจารณา เลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ

ดังนั้น วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จึงขอมอบรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบ  
ควบคุมในงานอุตสาหกรรมให้กับสถานศึกษาของท่านเพื่อประโยชน์ต่อการเรียน การสอน และขอความอนุเคราะห์  
ท่านตอบแบบสอบถาม พร้อมทั้งส่งแบบตอบรับดังกล่าวกลับมายังวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุชาติ กลิ่นทอง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

โทรศัพท์ ๐๕๖-๗๑๑๔๕๕ ต่อ ๒๑๒

มือถือ ๐๘๙-๐๑๙๖๖๒๒ (นายบุญลือ ประสารศรี)

ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔ ๕๖๖๐๕



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
๒๑๒ ถ.สามัคคีชัย ต.ในเมือง  
อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

๕ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม  
๒. แบบประเมินคุณภาพรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง  
ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน ๑ ฉบับ  
๓. แบบตอบรับเอกสาร จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยข้าราชการในสังกัดวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์คือ นายบุญลือ ประสารศรี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ  
ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม เพื่อนำไปใช้ประกอบการจัดการ  
เรียนรู้ให้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง และเป็นผลงานทางวิชาการ  
ประกอบการพิจารณา เลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ

ดังนั้น วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จึงขอมอบรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบ  
ควบคุมในงานอุตสาหกรรมให้กับสถานศึกษาของท่านเพื่อประโยชน์ต่อการเรียน การสอน และขอความอนุเคราะห์  
ท่านตอบแบบสอบถาม พร้อมทั้งส่งแบบตอบรับดังกล่าวกลับมายังวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุชาติ กลั่นทอง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

โทรศัพท์ ๐๕๖-๗๑๑๔๕๕ ต่อ ๒๑๒

มือถือ ๐๘๙-๐๑๙๖๖๒๒ (นายบุญลือ ประสารศรี)

ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔ / ๗ ๐๖๐๔



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
๒๑๒ ถ.สามัคคีชัย ต.ในเมือง  
อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

๕ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคยะลา

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม  
๒. แบบประเมินคุณภาพรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง  
ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน ๑ ฉบับ  
๓. แบบตอบรับเอกสาร จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยข้าราชการในสังกัดวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์คือ นายบุญลือ ประสารศรี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ  
ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม เพื่อนำไปใช้ประกอบการจัดการ  
เรียนรู้ให้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง และเป็นผลงานทางวิชาการ  
ประกอบการพิจารณา เลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ

ดังนั้น วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จึงขอมอบรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบ  
ควบคุมในงานอุตสาหกรรมให้กับสถานศึกษาของท่านเพื่อประโยชน์ต่อการเรียน การสอน และขอความอนุเคราะห์  
ท่านตอบแบบสอบถาม พร้อมทั้งส่งแบบตอบรับดังกล่าวกลับมายังวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุชาติ กลั่นทอง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

โทรศัพท์ ๐๕๖-๗๑๑๔๕๕ ต่อ ๒๑๒

มือถือ ๐๘๙-๐๑๙๖๖๒๒ (นายบุญลือ ประสารศรี)

ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔ / ร. ๐๖๑๔



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
๒๑๒ ถ.สามัคคีชัย ต.ในเมือง  
อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

๕ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคทุ่งสง

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม  
๒. แบบประเมินคุณภาพรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง  
ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน ๑ ฉบับ  
๓. แบบตอบรับเอกสาร จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยข้าราชการในสังกัดวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์คือ นายบุญลือ ประสารศรี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ  
ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม เพื่อนำไปใช้ประกอบการจัดการ  
เรียนรู้ให้กับนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง และเป็นผลงานทางวิชาการ  
ประกอบการพิจารณา เลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ

ดังนั้น วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จึงขอมอบรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบ  
ควบคุมในงานอุตสาหกรรมให้กับสถานศึกษาของท่านเพื่อประโยชน์ต่อการเรียน การสอน และขอความอนุเคราะห์  
ท่านตอบแบบสอบถาม พร้อมทั้งส่งแบบตอบรับดังกล่าวกลับมายังวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุชาติ กลั่นทอง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

โทรศัพท์ ๐๕๖-๗๑๑๔๕๕ ต่อ ๒๑๒

มือถือ ๐๘๙-๐๑๙๖๖๒๒ (นายบุญลือ ประสารศรี)

ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔ / ๑.๐๖๐๙



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
๒๑๒ ถ.สามัคคีชัย ต.ในเมือง  
อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

๕ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงจันทบุรีอยุธยา

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม  
๒. แบบประเมินคุณภาพรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง  
ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน ๑ ฉบับ  
๓. แบบตอบรับเอกสาร จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยข้าราชการในสังกัดวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์คือ นายบุญลือ ประสารศรี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ  
ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม เพื่อนำไปใช้ประกอบการจัดการ  
เรียนรู้ให้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง และเป็นผลงานทางวิชาการ  
ประกอบการพิจารณา เลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ

ดังนั้น วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จึงขอมอบรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบ  
ควบคุมในงานอุตสาหกรรมให้กับสถานศึกษาของท่านเพื่อประโยชน์ต่อการเรียน การสอน และขอความอนุเคราะห์  
ท่านตอบแบบสอบถาม พร้อมทั้งส่งแบบตอบรับดังกล่าวกลับมายังวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุชาติ กลิ่นทอง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

โทรศัพท์ ๐๕๖-๗๑๑๔๕๕ ต่อ ๒๑๒

มือถือ ๐๘๙-๐๑๙๖๖๒๒ (นายบุญลือ ประสารศรี)





ที่ ศธ .....  
.....  
.....

..... ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับเอกสารเผยแพร่รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

อ้างถึง หนังสือ วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔/ว ๐๖๐๙ ลงวันที่ ๕ เมษายน ๒๕๖๑

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
- ๑. บทคัดย่อรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน ๑ ชุด
  - ๒. แบบประเมินคุณภาพรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง  
ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน ๑ ฉบับ
  - ๓. แบบตอบรับเอกสาร จำนวน ๑ ฉบับ

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ได้จัดส่งรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ ของ นายบุญลือ ประสารศรี ครูชำนาญการพิเศษ เพื่อเผยแพร่ผลงานวิชาการ ตามความละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ วิทยาลัย..... ได้รับเอกสารรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ เรียบร้อยแล้ว และได้ตอบแบบประเมินความคิดเห็นฯ มาพร้อมหนังสือฉบับนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(.....)

ผู้อำนวยการวิทยาลัย.....

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



2085  
17 พ.ค. 2561  
18.00

262 1751  
17 พ.ค. 2561  
11.204

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/๐๖๓๒

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒  
วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย  
ถนนสนามบิน อ.เมือง  
จ.เชียงราย ๕๗๐๐๐

๙ พฤษภาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับเอกสารการเผยแพร่รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุม  
ในงานอุตสาหกรรม

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ที่ ศธ ๐๖๓๑.๔/ว ๐๖๐๙ ลงวันที่ ๕ เมษายน ๒๕๖๑

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

จำนวน ๑ ชุด

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ได้ส่งรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ ของนายบุญลือ ประสารศรี ครูชำนาญการพิเศษ เพื่อเผยแพร่และใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนความจำแล้วนั้น

บัดนี้ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้รับเอกสารดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว และจะนำไปใช้ประโยชน์ในสถานศึกษาต่อไป วิทยาลัยขอนำส่งแบบประเมินมาพร้อมหนังสือฉบับนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

เรียนเสนอ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

เพื่อพิจารณา  
เห็นสมควร  
๑๗ พ.ค. ๖๑

ป.น.

(นายศรเพชร บุญอิม)

รองผู้อำนวยการ รักษาการในตำแหน่ง

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

1/3/61

1105  
- ๓๕ ๓๓๖ ๓๖. (11๐๕)

ฝ่ายวิชาการ

โทร. ๐ ๕๓๗๑ ๓๐๓๘ ต่อ ๑๐๒

โทรสาร. ๐ ๕๓๗๑ ๑๐๒๕

ระบบ AMS : วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

๑๗ พค ๖๑

๑๗  
๑๗  
- 1105

18ma b1

๑๗  
๑๗

๑๗ ๑๗.๕๐

17 พค. 61



รับที่ 2014  
03 พ.ค. 2561  
10.12

วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
รับที่ 1637  
วันที่ 263 - 2 พ.ค. 2561  
เวลา 11.00 น.

ที่ ศธ ๐๖๒๙.๑/๕๕๓

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๑  
วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่  
๙ ถนนเวียงแก้ว ตำบลศรีภูมิ  
อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ๕๐๒๐๐

๒๔ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับเอกสารเผยแพร่รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุม  
ในงานอุตสาหกรรม

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ที่ ศธ ๐๖๓๑.๔/ว ๐๖๐๙ ลงวันที่ ๕ เมษายน ๒๕๖๑

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินคุณภาพรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมภายใน  
งานอุตสาหกรรม จำนวน ๑ ชุด

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ได้จัดส่งรายงานการสร้างและหา  
ประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รายวิชาการระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา  
๓๑๐๔ - ๒๐๐๖ ของนายบุญลือ ประสารศรี ครูชำนาญการพิเศษ เพื่อเผยแพร่ผลงานวิชาการ ตามความ  
ละเอียดที่แจ้งแล้ว นั้น

บัดนี้ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ได้รับเอกสารรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง  
ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๐๖ เรียบร้อยแล้ว และได้ตอบแบบสอบถามความ  
คิดเห็นฯ มาพร้อมหนังสือฉบับนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เรียนเสนอ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
เพื่อพิจารณาสั่งการ  
เห็นควรอนุมัติ  
๖ พ.ค. ๖๑

ขอแสดงความนับถือ

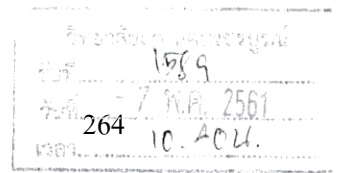
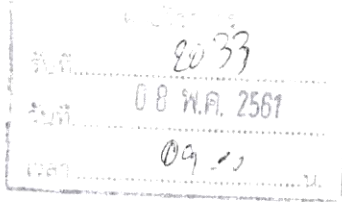
(นายมนัส อัจองค์)

รองผู้อำนวยการ รักษาการในตำแหน่ง  
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

15 พ.ค. 61  
-๕๕๓/๑๓๓  
-๓๓ ๑๖๖ ๓๐.

ฝ่ายวิชาการ  
โทร. ๐๕๓-๒๑๗-๗๐๘ ต่อ ๗๕๕  
โทรสาร ๐๕๓-๒๒๑-๕๙๙  
AMS e-office: วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

m/awab.  
aw  
d wab/



ที่ ศธ ๐๖๓๐.๖/ ๑๕๓

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒  
วิทยาลัยเทคนิคน่าน  
๒ ถนนรอบกำแพงเมืองทิศตะวันตก  
อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน ๕๕๐๐๐

๑ พฤษภาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ที่ ศธ ๐๖๓๑.๔/ว ๐๖๐๙ ลงวันที่ ๕ เมษายน ๒๕๖๑

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. แบบประเมินคุณภาพรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน ๑ ชุด
๒. แบบประเมินคุณภาพรายงานการใช้หนังสือรายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า จำนวน ๑ ชุด

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ได้ส่งรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รายวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗ และรายงานการใช้หนังสือรายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา ๒๑๐๔-๒๑๐๙ ของนายบุญล่อ ประสารศรี ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น บัดนี้ วิทยาลัยเทคนิคน่าน ได้รับเอกสารรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รายงานการใช้หนังสือรายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว และได้ตอบแบบประเมินคุณภาพฯ แนบมาพร้อมหนังสือนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

น.ส.อ.   
 ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
 ๑๖๓๑/๑๕๓  
 พ.ค. ๒๕๖๑

ขอแสดงความนับถือ

(นายปัญญา พลเมืองดี)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคน่าน

- ๖๓๑/๑๕๓  
 - พ.ค. ๒๕๖๑

งานบริหารงานทั่วไป/ฝ่ายบริหารทรัพยากร

โทร. ๐-๕๕๗๑-๐๙๖๒ ต่อ ๑๒๑

โทรสาร ๐-๕๕๗๑-๐๗๑๑

[www.technican.ac.th](http://www.technican.ac.th)

พ.ค. ๒๕๖๑

๘๓๑.๖๑

๗ พค ๖๑



ฝ่ายวิชาการ  
วันที่ 2049  
ที่ 10 พ.ศ. 2561  
เวลา 09.00 น.

1636  
09 พ.ศ. 2561  
265.05 น.

ที่ ศธ ๐๖๓๑.๕/ ๕๒๖

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย  
อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย ๖๔๐๐๐

๓๐ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ที่ ศธ ๐๖๓๑.๔/ว ๐๖๐๙ ลงวันที่ ๕ เมษายน ๒๕๖๑

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินคุณภาพ จำนวน ๑ ชุด

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยการเทคนิคเพชรบูรณ์ ได้จัดทำรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รายวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๐๖ ของนายบุญลือ ประสารศรี ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน และเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ความละเอียดทราบแล้วนั้น

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย ได้รับเอกสารและได้เผยแพร่ผลงานดังกล่าว เพื่อใช้เป็นประโยชน์ทางการเรียน การสอนต่อไป และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

*(Handwritten signature and stamp)*  
เห็นสมควรขอรับ  
อภิมร / ๒๕๖๑  
๒๕๖๑

(นายสนทยา ฉัตรสุวรรณ)

รองผู้อำนวยการ รักษาการในตำแหน่ง  
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย

*(Handwritten notes)*  
- ๒๕๖๑  
- ๒๕๖๑

งานอาชีวศึกษาระบบทวิภาคี / ฝ่ายวิชาการ

โทร. ๐ ๕๕๖๑ ๑๒๐๑

โทรสาร ๐ ๕๕๖๑ ๑๒๐๒

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย

E - mail : sukhothai๐๑@vec.mail.go.th

*(Handwritten signature and date)*  
๑๐พค๖๑

เอกลักษณ์ของวิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย : วิชาการดี วิชาชีพเยี่ยม  
อัตลักษณ์ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย : ทักษะเยี่ยม เปี่ยมน้ำใจ ใส่ใจบริการ

*(Handwritten notes and signature)*  
- ๒๕๖๑  
- ๑๑๐๖  
๑๐พค๖๑



๑๐๖๒  
15 พ.ค. 2561  
15.๒๐

16๕๗  
266  
15 พ.ค. 2561  
15.๐๐๔.

ที่ ศธ ๐๖๓๒.๔/๑๓๕๖

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๔  
วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร  
ถนนปิ่นดำริห์ อำเภอเมือง  
จังหวัดกำแพงเพชร ๖๒๐๐๐

๒๕ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ที่ ศธ ๐๖๓๑.๔/ว ๐๖๐๙ ลงวันที่ ๕ เมษายน ๒๕๖๑

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน


จำนวน ๑ ชุด

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ได้จัดส่งผลงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๐๑๔ - ๒๐๐๖" ของนายบุญลือ ประสารศรี ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ เพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนและใช้เป็นผลงานวิชาการ ในการขอเลื่อนวิทยฐานะให้สูงขึ้น นั้น

ในการนี้ วิทยาลัยฯ ได้รับเอกสารประกอบการสอนดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

เรียนเสนอ

  
ผู้อำนวยการ  
วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร  
15 พ.ค. ๖๑

ขอแสดงความนับถือ



(นายทองคำ ดินะลา)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร


ฝ่ายวิชาการ

โทรศัพท์ ๐-๕๕๓๑-๑๐๙๐ ต่อ ๑๑๖

โทรสาร ๐-๕๕๓๑-๑๒๐๐

<http://www.kpt.ac.th>

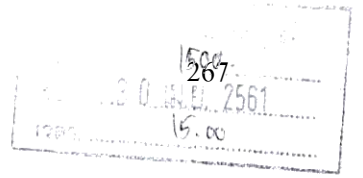
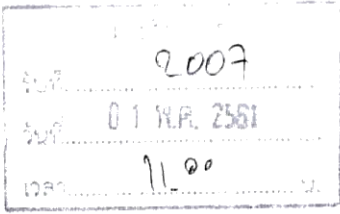
- น.  
- ส.  
- 10/10/2010

  
15 พค 61.





11 พค 61



ที่ ศธ ๐๖๒๒.๕/ร.๕๕๕

วิทยาลัยเทคนิคยะลา  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ ๓  
อำเภอเมือง จังหวัดยะลา ๙๕๐๐๐

๒๐ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับเผยแพร่ผลงานวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ที่ ศธ ๐๖๓๑.๔/ว๐๖๐๙ ลงวันที่ ๕ เมษายน ๒๕๖๑

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินคุณภาพรายงานการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ได้จัดส่งรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ ของ นายบุญลือ ประสารศรี ครูชำนาญการพิเศษ เพื่อเผยแพร่ผลงานวิชาการ ความทราบแล้วนั้น

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคยะลา ได้รับเอกสารดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

เรียนเสนอ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
เพื่อพิจารณา  
เห็นควรเสนอผ่าน วิทยาลัย  
๓๐ / ๒๕ / ๖๑

ขอแสดงความนับถือ

(นายทินกร คงศักดิ์ศรี)

รองผู้อำนวยการ รักษาการในตำแหน่ง  
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคยะลา

ฝ่ายวิชาการ

โทรศัพท์ ๐๗๓-๒๑๒๔๗๐ ต่อ ๑๐๐๘

โทรสาร ๐๗๓-๒๑๓๔๐๔

E-mail : [vec\\_valao๑@hotmail.com](mailto:vec_valao๑@hotmail.com)

13/๔ นอ  
-ดร นอ นอ  
-ดร นอ นอ

๑ พค ๖๑

๑ พค ๖๑

๑ พค ๖๑

5ฟ



ฝ่ายวิชาการ
2138
รับที่ 31 พ.ค. 2561
14.10 น.

วันที่ 30 พ.ค. 2561
เวลา 09.30 น.

ที่ ศธ ๐๖๓๖.๑๗/ ๑๔๓๗

วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ  
อ.เมือง จ.ชัยภูมิ ๓๖๐๐๐

๒๙ พฤษภาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับเอกสารเผยแพร่รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

อ้างถึง หนังสือ วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ที่ ศธ.๐๖๓๑.๔/ว๐๖๐๙ ลงวันที่ ๕ เมษายน ๒๕๖๑

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
- |   |              |
|---|--------------|
| ๑. รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม<br>รายวิชาการระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม | จำนวน ๑ ฉบับ |
| ๒. แบบประเมินคุณภาพรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง<br>ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม                    | จำนวน ๑ ฉบับ |
| ๓. แบบตอบรับเอกสาร  | จำนวน ๑ ฉบับ |

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ได้จัดส่งรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รายวิชาการระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ ของ นายบุญลือ ประสารศรี ครูชำนาญการพิเศษ เพื่อเผยแพร่ผลงานวิชาการ ตามความละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ได้รับเอกสารรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ เรียบร้อยแล้ว และได้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นมาพร้อมหนังสือฉบับนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

เรียนเสนอ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
 เพื่อไปตรวจทาน  เพื่อพิจารณาสั่งการ  
 เห็นความชอบลง อ.วิมล / น.จ. ๑๐.๕๗๙๐  
๒๖ พ.ค. ๖๑

(นายอาคม จันทน์นาม)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

13/๕๖๐  
 - ม ๑๑๐ ๗๖. (1๑๓)

ฝ่ายบริหารทรัพยากร  
 งานบริหารงานทั่วไป  
 โทร. ๐-๔๔๘๑-๒๐๗๕-๖ ต่อ ๑๐๑  
 โทรสาร. ๐๔๔-๘๑๑๕๓๖

- ๑๓  
 - ๑๑๔  
 - 110  
  
 ๒๑ ๓๓๖๑

31 พ.ค. 61



พ



รายวิชาการ	2151
วันที่	04 มิ.ย. 2561
เวลา	09.00

ปี	1984
หน้า	269
ปี.ย.	2561
หน้า	11.904

ที่ ศธ ๐๖๕๓.๑๐/๔๗๗

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์  
อำเภอบ้านหมอ จังหวัดสระบุรี ๑๘๒๗๐

๒๕ พฤษภาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับเอกสารเผยแพร่รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ที่ ศธ ๐๖๓๑.๔/ว ๐๖๐๙ ลงวันที่ ๕ เมษายน ๒๕๖๑

ตามที่หนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ได้จัดส่งเอกสารประกอบการสอน รายวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๐๖ สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ของนายบุญลือ ประสารศรี ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน และใช้เป็นผลงานทางวิชาการ ความละเอียดทราบแล้วนั้น

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์ ได้รับเอกสารประกอบการสอนดังกล่าว และทำการตอบแบบประเมินเอกสารประกอบการสอนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว รายละเอียดตามเอกสารที่ส่งมาพร้อมหนังสือฉบับนี้ วิทยาลัยฯ จะนำผลงานดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

เรียนเสนอ

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์  
เห็นสมควรขอรับ  
๑ มิ.ย. ๒๕๖๑

(นายเฉลิมชนม์ เวทสรากุล)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์

- น.ค.บ.  
 - น.ค.บ. (11๖๖)  
 - น.ค.บ.

งานบริหารงานทั่วไป

โทร. ๐๓๖-๒๘๑๒๕๕ ต่อ ๑๑๖

โทรสาร ๐๓๖-๒๘๓๕๓๒

น.ค.บ.  
 น.ค.บ.

- น.  
 - น.ค.บ.  
 - น.ค.บ.

4 มิ.ย. ๖๑.

น.ค.บ.  
 น.ค.บ.  
 1๒๖๖1

ณ



ฝ่ายวิชาการ  
รับที่ 2172  
วันที่ 07 มิ.ย. 2561  
08-00 น.

วิชา 2062  
วันที่ - 6 มิ.ย. 2561  
รับที่ 12.00 น.  
เวลา

ที่ ศธ ๐๖๓๑.๑/๐๗๕๑

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก  
อ.เมือง จ.พิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๑๑ พฤษภาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับเอกสารเผยแพร่ผลงานวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ที่ ศธ ๐๖๓๑.๔/ว ๐๖๐๙ ลงวันที่ ๕ เมษายน ๒๕๖๑

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. แบบตรวจรับการเผยแพร่ จำนวน ๑ ฉบับ
- ๒. แบบสอบถาม จำนวน ๑ ฉบับ

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ได้จัดส่งเอกสารประกอบการสอนรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔-๒๐๐๖ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ซึ่งจัดทำโดยนายบุญลือ ประสารศรี ครูชำนาญการพิเศษ เพื่อใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ

บัดนี้ วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก ได้รับเอกสารประกอบการสอนรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม เป็นที่เรียบร้อยแล้วและได้จัดส่งแบบประเมินเอกสารประกอบการสอนมาพร้อมกับหนังสือฉบับนี้ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

เรียนเสนอ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

เพื่อพิจารณาสั่งการ  
ให้ดำเนินการต่อไป  
ตามที่ขอเสนอ

ขอแสดงความนับถือ

(นายธีรศักดิ์ อรุณวัชรพันธ์)

รองผู้อำนวยการ รักษาการในตำแหน่ง  
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก

3 มิ ๖๑  
3 มิ ๖๑  
- นว นพ นป  
6 มิ ๖๑

ฝ่ายวิชาการ

โทร. ๐-๕๕๓๐-๒๐๓๒ ต่อ ๑๒๕

โทรสาร ๐-๕๕๓๐-๒๐๓๐

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : AMS E-office วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก

- นว  
- นพ  
นว ๖ มิ ๖๑

- นว  
- นพ  
นพ ๖ มิ ๖๑  
6 มิ ๖๑



ฝ่ายวิชาการ  
 วันที่ 2165  
 วันที่ 06 มิ.ย. 2561  
 เวลา 14.30 น.

วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์  
 วันที่ 2053  
 วันที่ - 5 มิ.ย. 2561  
 เวลา 16.10.16

ที่ ศธ ๐๖๓๑.๗/ ๐๖๙๕

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓  
 วิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์  
 ๘๑ หมู่ ๒ ถนนพาดวารี  
 ตำบลป่าเป้า อำเภอเมือง  
 จังหวัดอุตรดิตถ์ ๕๓๐๐๐

๔ มิถุนายน ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับผลงานทางวิชาการ  
 เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ที่ศธ. ๐๖๓๑.๔/ว.๐๖๐๙ ลงวันที่ ๕ เมษายน ๒๕๖๑

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม  
 รายวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๐๖ จำนวน ๑ ฉบับ  
 ๒. แบบประเมินคุณภาพรายงานรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง  
 ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จำนวน ๑ ฉบับ  
 ๓. แบบตอบรับเอกสาร จำนวน ๑ ฉบับ

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ได้จัดทำรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบ  
 ควบคุมในงานอุตสาหกรรมรายวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๐๖ จำนวน ๑ เล่ม  
 ของนายบุญลือ ประสารศรี ครูชำนาญการพิเศษ เพื่อนำไปใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ ให้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตร  
 วิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง และเป็นผลงานทางวิชาการประกอบการพิจารณาเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ  
 ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ วิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์ ได้รับรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุม  
 ในงานอุตสาหกรรมรายวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๐๖ เรียบร้อยแล้ว และได้ตอบ  
 แบบประเมินคุณภาพรายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง มาพร้อมหนังสือฉบับนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้

เรียนเสนอ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ขอแสดงความนับถือ

เพื่อโปรดทราบ เพื่อพิจารณาถึงการ  
 เห็นสมควร  
 ๑๓ มิ.ย. ๒๕๖๑

(นางสาวสมทรง สุทธิประภา)  
 ครูชำนาญการพิเศษ รักษาการแทน  
 ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์

ฝ่ายวิชาการ/แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

โทร. ๐ ๕๕๔๑ ๒๙๑๗ ต่อ ๒๓๖  
 โทรสาร ๐ ๕๕๔๑ ๑๒๔๑

๐.(๑๐๕)

๓  
 ๕  
 ๕

๓  
 ๕  
 ๕



### ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล	: นายบุญลือ ประสารศรี
ชื่อผลงาน	: การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2006
สายงาน	: ไฟฟ้ากำลัง
วันเดือนปีเกิด	: เกิดเมื่อวันที่ 22 มกราคม 2518 ปัจจุบันอายุ 43 ปี
ภูมิลำเนาเดิม	: 205/2 ต.ฝายหลวง อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์ 53130
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	: 212 ถนนสามัคคีชัย ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000
ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน	: ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์
ประวัติการศึกษา	: ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกช่างไฟฟ้ากำลังวิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์ ประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง (ปทส.) ครูเทคนิคไฟฟ้ากำลังวิทยาลัยช่างกลปทุมวัน พ.ศ. 2546 ระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน พ.ศ. 2548 ระดับปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ประวัติการทำงาน	: ปี 2540 - ปัจจุบัน วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จ.เพชรบูรณ์ 2540 - 2542 อาจารย์ 1 ระดับ 3 วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ 2543 - 2546 อาจารย์ 1 ระดับ 4 วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ 2546 - 2547 อาจารย์ 1 ระดับ 5 วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ 2547 - 2555 ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการ 2556 - ปัจจุบันตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ