งานวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การทำผลงานวิชาการเพื่อประกอบการเลื่อน
วิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

นายมนูญ นาจวง

วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

นายมนูญ นาจวง

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการทำผลงานวิชาการเพื่อประกอบการเลื่อน
วิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ชื่อ : นายมนูญ นาจวง
ชื่อเรื่อง : การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล
สาขาวิชา : ไฟฟ้า
สถานศึกษา : วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
ปีการศึกษา : 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขางานไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 17 คน และผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การทำงานและการสอนไม่น้อยกว่า 15 ปี จำนวน 5 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ แบบฝึกหัด ใบงาน แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทฤษฎีและปฏิบัติหลังเรียน การเก็บรวบรวมข้อมูลได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ และได้จากคะแนนระหว่างเรียนกับคะแนนจากการวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำไปหาคุณภาพ ประสิทธิภาพ และความก้าวหน้าทางการเรียน ของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลการวิจัยพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อความสอดคล้องเหมาะสมของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก (4.73) แล้วนำชุดฝึกไปจัดกิจกรรมการเรียนการสอนพบว่ามีประสิทธิภาพของกระบวนการระหว่างการเรียน กับประสิทธิภาพของผลลัพธ์จากผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเท่ากับ 82.20/81.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

(งานวิจัยมีจำนวนทั้งสิ้น 341 หน้า)

Name : Mr. Manoon Najuang
Research Name : The construction and validation of Efficiency of a Training Package on Pneumatic and Hydraulic Controlled by Programmable logic Control.
Major Field : Electrical Power
College : Chaiyaphum Technical College
Academic Year : 2019

Abstract

The purpose of this study is to create and determine the efficiency of a Programmable logic Control Controlled Pneumatic and Hydraulic Circuits Practice set. The B.E. 2557 Higher Vocational Certificate Curriculum, Office of the Vocational Education Commission

The sample group consisted of 17 first-year High Vocational Certificate students in the electrical power program of Chaiyaphum Technical College in the first semester of the academic year 2023 and five experts with at least ten years of experience in teaching, selected by purposive sampling. The instruments utilized in this study were a pneumatics and hydraulics training kit controlled by a programmable logic control, exercises, worksheets, pre-test and post-test, and post-study achievement tests in theoretical and practical terms. The data collection was derived from expert evaluations and the scores obtained during the study and the post-study achievement of the sample group; these provided the quality, efficiency, and learning progress of the pneumatics and hydraulics training kit controlled by a programmable logic control and also organizing teaching and learning activities.

The findings revealed that the satisfaction of experts toward the pneumatics and hydraulics training kit controlled by a programmable logic control was at a very good level (4.73). This training kit was later used to organize teaching and learning activities. The result showed that the process was effective during the study, and the efficiency of outcome from post-study achievement was 82.20/81.25, which was higher

than the required criteria. Also, it indicated that after studying, the academic progress score was higher than it was initially, statistically significant at the.01 level.

It can be summarized that this training kit created by the researcher can be employed to organize teaching and learning activities with regard to pneumatics and hydraulics training kit controlled by a programmable logic control.

(Total 341 pages)

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินการจัดทำรายงานการวิจัยฉบับนี้ สำเร็จเรียบร้อยได้อย่างสมบูรณ์ เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจากผู้เชี่ยวชาญ ดังรายนามต่อไปนี้ (1) รศ. ดร. อนุชาติ ศรีศิริวัฒน์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน (2) ผศ. ดร. ชัยยพล ธงชัยสุรัชต์กูล ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (3) ผศ. ดร. ประสิทธิ์ ภูสมมา ภาควิชาไฟฟ้า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี (4) ดร. สุรพงษ์ เอิมอุทัย กลุ่มงานพัฒนาวิชาชีพด้านอุตสาหกรรม สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา และ (5) นายวุฒิพงษ์ อินทิแสง ครูเชี่ยวชาญ วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง ที่ได้ทำการประเมินให้ความรู้ และให้คำปรึกษาแนะนำ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ พร้อมทั้งข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงคุณภาพชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ คณะผู้บริหาร คณะครูประจำแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ที่อำนวยความสะดวก ให้คำปรึกษาแนะนำ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการทำวิจัย

ขอขอบใจนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ที่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน และข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ท้ายนี้คุณค่าและประโยชน์จากรายงานผลการใช้ชุดฝึกฉบับนี้ ผู้วิจัยใคร่ขออุทิศความดีให้แด่พระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน

มนูญ นาจวง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญรูปภาพ ..... ฎ
สารบัญตาราง ..... ฒ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4
1.3 สมมติฐานของการวิจัย 4
1.4 ขอบเขตวิจัย 4
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น 8
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ 8
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 10
บทที่ 2 เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 11
2.1 ความหมายของชุดฝึกทักษะ 11
2.2 การสร้างชุดฝึกทักษะ 12
2.3 ตารางวิเคราะห์หลักสูตร 14
2.4 การเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 17
2.5 แบบทดสอบ 20
2.6 แบบทดสอบวัดผลภาคปฏิบัติ 24
2.7 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึก 28
2.8 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 สาขาวิชาไฟฟ้า 29
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 35
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 39
3.1. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 39
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 69
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล 70
3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย 74

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลของการวิจัย 79
4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล 79
4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล 84
4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน 86
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 91
5.1 สรุปผลการวิจัย 91
5.2 อภิปรายผลการวิจัย 91
5.3 ข้อเสนอแนะ 93
บรรณานุกรม 95
ภาคผนวก ก 99
หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึก PLC ควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ 100
ภาคผนวก ข 107
ชุดการสอน 109
นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล 109
คู่มือการสอนสำหรับครู 115
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 117
แบบทดสอบก่อนเรียนที่ 1 119
ใบเนื้อหาที่ 1 123
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 123
เนื้อหาสาระ 123
เอกสารอ้างอิง 141
แบบฝึกหัดที่ 1 142
เฉลยแบบฝึกหัดที่ 1 143
แบบทดสอบหลังเรียนที่ 1 146
เฉลยแบบทดสอบที่ 1 149
ใบงานที่ 1 151
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 151
2. สมรรถนะ 151
3. วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ 151

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4. ข้อควรระวัง 151
5. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน 152
6. คำถาม 158
7. สรุปผลการปฏิบัติงาน 159
8. เอกสารอ้างอิง 159
เฉลยใบงานที่ 1 160
1. คำตอบ 160
2. สรุปผลการปฏิบัติงาน 161
บันทึกหลังการสอนหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 162
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 163
แบบทดสอบก่อนเรียนที่ 2 165
ใบเนื้อหาที่ 2 169
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 169
เนื้อหาสาระ 169
เอกสารอ้างอิง 184
แบบฝึกหัดที่ 2 185
เฉลยแบบฝึกหัดที่ 2 186
แบบทดสอบหลังเรียนที่ 2 188
เฉลยแบบทดสอบที่ 2 192
ใบงานที่ 2 193
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 193
2. สมรรถนะ 193
3. วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ 193
4. ข้อควรระวัง 193
5. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน 194
6. คำถาม 198
7. สรุปผลการปฏิบัติงาน 198
8. เอกสารอ้างอิง 199
เฉลยใบงานที่ 2 200

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

1. คำตอบ 200
2. สรุปผลการปฏิบัติงาน 202
บันทึกหลังการสอนหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 203
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 205
แบบทดสอบก่อนเรียนที่ 3 207
ใบเนื้อหาที่ 3 211
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 211
เนื้อหาสาระ 211
เอกสารอ้างอิง 226
แบบฝึกหัดที่ 3 227
เฉลยแบบฝึกหัดที่ 3 228
แบบทดสอบหลังเรียนที่ 3 232
เฉลยแบบทดสอบที่ 3 236
ใบงานที่ 3 237
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 237
2. สมรรถนะ 237
3. วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ 237
4. ข้อควรระวัง 237
5. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน 238
6. คำถาม 242
7. สรุปผลการปฏิบัติงาน 242
8. เอกสารอ้างอิง 243
เฉลยใบงานที่ 3 244
1. คำตอบ 244
2. สรุปผลการปฏิบัติงาน 246
บันทึกหลังการสอนหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 247
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 249
แบบทดสอบก่อนเรียนที่ 4 251
ใบเนื้อหาที่ 4 253

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 253
เนื้อหาสาระ 253
เอกสารอ้างอิง 264
แบบฝึกหัดที่ 4 265
เฉลยแบบฝึกหัดที่ 4 266
แบบทดสอบหลังเรียนที่ 4 268
เฉลยแบบทดสอบที่ 4 270
ใบงานที่ 4 271
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 271
2. สมรรถนะ 271
3. วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ 271
4. ข้อควรระวัง 271
5. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน 272
6. คำถาม 276
7. สรุปผลการปฏิบัติงาน 276
8. เอกสารอ้างอิง 276
เฉลยใบงานที่ 4 277
1. คำตอบ 277
2. สรุปผลการปฏิบัติงาน 278
บันทึกหลังการสอนหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 279
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน 280
ภาคผนวก ค 287
ผลการประเมิน IOC หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 288
ภาคผนวก ง 293
ผลการประเมิน IOC จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมพุทธิพิสัยกับข้อสอบ 294
ผลการประเมิน IOC จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัยกับใบงาน 295
ภาคผนวก จ 297
แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับคุณภาพชุดฝึก 298
ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน 302

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ฉ 305
แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียน (E1) และคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (E2) 306
แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 307
แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 308
แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 309
แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 310
ภาคผนวก ช 311
การนำผลงานทางวิชาการไปใช้ 312
การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ 315
ประวัติผู้วิจัย 341

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปภาพที่ 3.1 ฐานจับยึดอุปกรณ์ของชุดฝึก 40
รูปภาพที่ 3.2 แผงสำหรับเชื่อมต่อสัญญาณและวงจร 40
รูปภาพที่ 3.3 ติดตั้ง Relay DC 24 โวลต์ จำนวน 16 ตัว 41
รูปภาพที่ 3.4 ประกอบชุดฝึก PLC ควบคุมการทำงานวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ 41
รูปภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการสร้างชุดการสอน 58
รูปภาพที่ 3.6 การจัดการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล 72
รูปภาพที่ 3.7 ขั้นตอนเก็บรวบรวมข้อมูลการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดฝึก 73
รูปภาพที่ 1.1 ระบบควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล 124
รูปภาพที่ 1.2 โครงสร้างของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล 126
รูปภาพที่ 1.3 PLC แบบกล่อง (Block Type) 127
รูปภาพที่ 1.4 PLC แบบโมดูล (Modular Type) 127
รูปภาพที่ 1.5 การเขียนคำสั่ง PLC แบบ Ladder Diagram (LD) 128
รูปภาพที่ 1.6 การเปิดสมุดงาน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ CX-Programmer 129
รูปภาพที่ 1.7 หน้าจอเริ่มต้นในการเขียนคำสั่ง 130
รูปภาพที่ 1.8 การต่อวงจรกำลังไฟฟ้า 135
รูปภาพที่ 1.9 สัญลักษณ์การต่อวงจรอินพุต PLC 135
รูปภาพที่ 1.10 การต่อวงจรเอาต์พุต PLC แบบ NPN 136
รูปภาพที่ 1.11 การต่อวงจรเอาต์พุต PLC โดยใช้รีเลย์ควบคุมโซลินอยด์วาล์ว 136
รูปภาพที่ 1.12 วงจรการต่ออุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุตของ PLC 137
รูปภาพที่ 1.13 วงจรไฮดรอลิกส์กำลัง 137
รูปภาพที่ 1.14 การเชื่อมต่อสาย USB กับ PLC 138
รูปภาพที่ 1.15 ใช้เมาส์เลือก Work Online Simulator 138
รูปภาพที่ 1.16 ที่ Download Options เลือก OK 139
รูปภาพที่ 1.17 ที่ Download เลือก OK 139
รูปภาพที่ 1.18 เริ่มต้นการทำงาน (START) ของวงจร 140
รูปภาพที่ 1.19 การบันทึกข้อมูล 140
รูปภาพที่ 1.20 เขียน Ladder Diagram และ Instruction List ใน CX-Programmer 143
รูปภาพที่ 1.21 เชื่อมต่อ PLC กับ CX-Programmer 144

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปภาพที่ 1.22 วงจรการต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตของ PLC 144
รูปภาพที่ 1.23 การต่อวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุม 145
รูปภาพที่ 1.24 การต่อวงจรไฮดรอลิกส์กำลัง 145
รูปภาพที่ 1.25 วงจรไฮดรอลิกส์กำลัง เงื่อนไขการทำงาน A+B+A-B- 152
รูปภาพที่ 1.26 วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุม เงื่อนไขการทำงาน A+B+A-B- 153
รูปภาพที่ 1.27 การต่อสายอุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต กับ PLC เงื่อนไข A+B+A-B- 154
รูปภาพที่ 1.28 เขียนคำสั่ง Ladder Diagram ของ PLC เงื่อนไข A+B+A-B- 154
รูปภาพที่ 1.29 เชื่อมต่อ PLC OMRON รุ่น CP1L กับ PC 155
รูปภาพที่ 1.30 การเลือก Work Online Simulator 155
รูปภาพที่ 1.31 การโอนข้อมูลคำสั่งจาก CX-Programmer ไปยัง PLC 156
รูปภาพที่ 1.32 ที่ Download Options เลือก OK 156
รูปภาพที่ 1.33 การทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC 157
รูปภาพที่ 1.34 ภาพถ่ายวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC เงื่อนไข A+B+A-B- 158
รูปภาพที่ 2.1 การต่อวงจร กำลังไฟฟ้า อินพุต และเอาต์พุต ของ PLC 170
รูปภาพที่ 2.2 วงจรนิวแมติกส์กำลัง 170
รูปภาพที่ 2.3 การต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุม 171
รูปภาพที่ 2.4 การต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต คำสั่ง AND LD และ OR LD 173
รูปภาพที่ 2.5 การต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต คำสั่ง AND LD และ OR LD 174
รูปภาพที่ 2.6 การต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุมคำสั่ง AND LD และ OR LD 174
รูปภาพที่ 2.7 Ladder Diagram ของคำสั่ง AND LD และ OR LDคำสั่ง Instruction List (IL) 175
รูปภาพที่ 2.8 วิเคราะห์การทำงานและบันทึกข้อมูล คำสั่ง AND LD และ OR LD 176
รูปภาพที่ 2.9 การต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต คำสั่ง TIM และ CNT 180
รูปภาพที่ 2.10 การต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต คำสั่ง TIM และ CNT 181
รูปภาพที่ 2.11 การต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุม ของคำสั่ง TIM และ CNT 182
รูปภาพที่ 2.12 Ladder Diagram คำสั่ง TIM และ CNT 182
รูปภาพที่ 2.13 วิเคราะห์การทำงานและบันทึกข้อมูล คำสั่ง TIM และ CNT 184
รูปภาพที่ 2.14 วงจรนิวแมติกส์กำลัง เงื่อนไขการทำงาน A+B+(5s)A-B- 194
รูปภาพที่ 2.15 วงจรนิวแมติกส์ควบคุม เงื่อนไขการทำงาน A+B+(5S)A-B- 194
รูปภาพที่ 2.16 การต่อสายอุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต กับ PLC เงื่อนไข A+B+(5S)A-B- 195

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปภาพที่ 2.17 เขียนคำสั่ง Ladder Diagram ของ PLC เงื่อนไข A+B+(5S)A-B- 196
รูปภาพที่ 2.18 การทำงานของวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC 197
รูปภาพที่ 3.1 รีดสวิตช์และตำแหน่งติดตั้ง 212
รูปภาพที่ 3.2 การต่อวงจรใช้งาน Proximity Switch 213
รูปภาพที่ 3.3 Inductive Proximity Switch และวงจรการต่อใช้งาน 213
รูปภาพที่ 3.4 Capacitive Proximity Switch และวงจรการต่อใช้งาน 214
รูปภาพที่ 3.5 Optical Proximity Switch และวงจรการต่อใช้งาน 214
รูปภาพที่ 3.6 เงื่อนไขการทำงาน A+B+B-A- คำสั่งพิเศษ SET- RSET 216
รูปภาพที่ 3.7 การต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต คำสั่งพิเศษ SET- RSET 217
รูปภาพที่ 3.8 การต่อวงจรนิวแมติกส์กำลัง คำสั่งพิเศษ SET- RSET 218
รูปภาพที่ 3.9 การต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุม คำสั่งพิเศษ SET- RSET 218
รูปภาพที่ 3.10 Ladder Diagram คำสั่งพิเศษ SET- RSET 219
รูปภาพที่ 3.11 วิเคราะห์การทำงานและบันทึกข้อมูล คำสั่งพิเศษ SET- RSET 221
รูปภาพที่ 3.12 Ladder Diagram ของคำสั่ง KEEP เงื่อนไข A+B+B-A- 223
รูปภาพที่ 3.13 การทำงานของวงจรด้วยคำสั่ง KEEP เงื่อนไข A+B+B-A- 225
รูปภาพที่ 3.14 วงจรนิวแมติกส์กำลัง เงื่อนไข A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch 238
รูปภาพที่ 3.15 วงจรนิวแมติกส์ควบคุม เงื่อนไข A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch 238
รูปภาพที่ 3.16 การต่อสายอุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch 239
รูปภาพที่ 3.17 คำสั่ง Ladder Diagram ของ A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch 240
รูปภาพที่ 3.18 การทำงานของวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC 241
รูปภาพที่ 4.1 ระบบควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล 254
รูปภาพที่ 4.2 เงื่อนไขการทำงาน A+B+A-B- โดยใช้คำสั่งพิเศษ 256
รูปภาพที่ 4.3 การต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต โดยใช้คำสั่งพิเศษ เงื่อนไข A+B+A-B- 257
รูปภาพที่ 4.4 การต่อวงจรไฮดรอลิกส์กำลัง โดยใช้คำสั่งพิเศษ เงื่อนไข A+B+A-B- 258
รูปภาพที่ 4.5 การต่อวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุม โดยใช้คำสั่งพิเศษ เงื่อนไข A+B+A-B- 259
รูปภาพที่ 4.6 Ladder Diagram คำสั่ง KEEP ร่วมกับ IL (FUN 02) และ ILC (FUN 03) 259
รูปภาพที่ 4.7 วิเคราะห์การทำงานและบันทึกข้อมูล คำสั่ง KEEP ร่วมกับ IL และ ILC 260
รูปภาพที่ 4.8 Ladder Diagram คำสั่ง KEEP ร่วมกับ JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05) 261
รูปภาพที่ 4.9 วิเคราะห์การทำงาน คำสั่ง KEEP ร่วมกับ JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05) 263

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปภาพที่ 4.10 วงจรไฮดรอลิกส์กำลัง เงื่อนไขการทำงาน A+A-B+B- 272
รูปภาพที่ 4.11 วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุม เงื่อนไขการทำงาน A+A-B+B- 273
รูปภาพที่ 4.12 การต่อสายอุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต กับ PLC เงื่อนไข A+A-B+B- 274
รูปภาพที่ 4.13 เขียนคำสั่ง Ladder Diagram ของ PLC เงื่อนไข A+A-B+B- 274
รูปภาพที่ 4.14 การทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ 275
รูปภาพที่ ช.1 การนำผลงานไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 313
รูปภาพที่ ช.2 นำผลงานไปใช้ในการสอนกับนักศึกษา แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ 314
รูปภาพที่ ช.3 เผยแพร่ผลงานวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ 322
รูปภาพที่ ช.4 นำเสนอผลงานทางวิชาการในการประชุมวิชาการระดับชาติราชมงคลสุรินทร์ 338
รูปภาพที่ ช.5 การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการบนเว็บไซด์ 340

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างตารางวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา 16
ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบ Subjective Valuation 27
ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบ Objective Valuation 27
ตารางที่ 2.4 เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบ Rubric Score 28
ตารางที่ 3.1 ผลการวิเคราะห์หัวข้อรายหน่วย 43
ตารางที่ 3.2 ตารางวิเคราะห์หลักสูตรรายหน่วย 44
ตารางที่ 3.3 ชุดการสอนรายหน่วย 46
ตารางที่ 3.4 การวิเคราะห์หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 1 48
ตารางที่ 3.5 การประเมิน IOC หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 1 49
ตารางที่ 3.6 การวิเคราะห์หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยหน่วยที่ 2 50
ตารางที่ 3.7 การวิเคราะห์หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัยหน่วยที่ 2 51
ตารางที่ 3.8 การประเมิน IOC หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 2 52
ตารางที่ 3.9 การวิเคราะห์หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยหน่วยที่ 3 53
ตารางที่ 3.10 การวิเคราะห์หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัยหน่วยที่ 3 54
ตารางที่ 3.11 การประเมิน IOC หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 3 55
ตารางที่ 3.12 การวิเคราะห์หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 4 56
ตารางที่ 3.13 การประเมิน IOC หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 4 57
ตารางที่ 3.14 จำนวนข้อของแบบทดสอบและใบงานกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 59
ตารางที่ 3.15 การวิเคราะห์ข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 1 60
ตารางที่ 3.16 การวิเคราะห์ข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 2 62
ตารางที่ 3.17 การวิเคราะห์ข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 3 63
ตารางที่ 3.18 การวิเคราะห์ข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 4 64
ตารางที่ 4.1 จำนวนและร้อยละข้อมูลสถานภาพส่วนตัวของผู้เชี่ยวชาญ 80
ตารางที่ 4.2 ความสอดคล้องของชุดฝึกด้านชุดการสอน 80
ตารางที่ 4.3 ความสอดคล้องของเอกสารประกอบชุดฝึกด้านใบเนื้อหา 81
ตารางที่ 4.4 ความสอดคล้องของเอกสารประกอบชุดฝึกในด้านแบบทดสอบ 82
ตารางที่ 4.5 ความสอดคล้องของใบงานภาคปฏิบัติ 82
ตารางที่ 4.6 ความสอดคล้องของชุดฝึก PLC ควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ 83
ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยของคุณภาพความสอดคล้องของชุดฝึกและชุดการสอน 84

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกและชุดการสอน 85
ตารางที่ 4.9 คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน 87
ตารางที่ 4.10 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน 88
ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ 89
ตารางที่ 1.1 หมายเลขตำแหน่งของอินพุต PLC รุ่น OMRON SYSMAC CP1L 131
ตารางที่ 1.2 หมายเลขตำแหน่งของเอาต์พุต PLC รุ่น OMRON SYSMAC CP1L 131
ตารางที่ 1.3 การกำหนดตำแหน่งอินพุตและเอาต์พุตของ PLC เงื่อนไข A+B+A-B- 153
ตารางที่ 1.4 บันทึกผลการทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ เงื่อนไข A+B+A-B- 157
ตารางที่ 1.5 สรุปผลการทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ เงื่อนไข A+B+A-B- 161
ตารางที่ 2.1 การกำหนดตำแหน่งอินพุตและเอาต์พุต การใช้คำสั่ง AND LD และ OR LD 173
ตารางที่ 2.2 Instruction List คำสั่ง AND LD และ OR LD..... 175
ตารางที่ 2.3 การกำหนดตำแหน่งของอินพุตและเอาต์พุตในการใช้งานคำสั่ง TIM และ CNT..... 181
ตารางที่ 2.4 Instruction List คำสั่ง TIM และ CNT..... 183
ตารางที่ 2.5 การกำหนดตำแหน่งอินพุตและเอาต์พุตของ PLC เงื่อนไข A+B+(5S)A-B- 195
ตารางที่ 2.6 บันทึกผลการทำงานของวงจรนิวแมติกส์ เงื่อนไข A+B+(5S)A-B- 198
ตารางที่ 2.7 คำสั่งพื้นฐาน ของ PLC ในรูปแบบ Instruction List เงื่อนไข A+B+(5S)A-B-..... 201
ตารางที่ 2.8 สรุปผลการทำงานของวงจรนิวแมติกส์ เงื่อนไข A+B+(5S)A-B-..... 202
ตารางที่ 3.1 การกำหนดตำแหน่งอินพุตและเอาต์พุต การใช้คำสั่งพิเศษ SET- RSET..... 217
ตารางที่ 3.2 คำสั่ง Instruction List (IL) คำสั่งพิเศษ SET- RSET..... 219
ตารางที่ 3.3 Instruction List ของคำสั่ง KEEP เงื่อนไข A+B+B-A-..... 224
ตารางที่ 3.4 การกำหนดอินพุตและเอาต์พุต PLC เงื่อนไข A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch... 239
ตารางที่ 3.5 บันทึกผลการทำงานวงจรนิวแมติกส์ เงื่อนไข A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch... 242
ตารางที่ 3.6 คำสั่ง Instruction List เงื่อนไข A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch 245
ตารางที่ 3.7 สรุปผลการทำงานวงจรนิวแมติกส์ เงื่อนไข A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch..... 246
ตารางที่ 4.1 การกำหนดตำแหน่งอินพุตและเอาต์พุต โดยใช้คำสั่งพิเศษ เงื่อนไข A+B+A-B-..... 256
ตารางที่ 4.2 Instruction List คำสั่ง KEEP ร่วมกับ JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05)..... 262
ตารางที่ 4.3 การกำหนดตำแหน่งอินพุตและเอาต์พุตของ PLC เงื่อนไข A+A-B+B-..... 273
ตารางที่ 4.4 บันทึกผลการทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ..... 275

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.5 สรุปผลการทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ 278
ตารางที่ ค.1 ผลการประเมิน IOC หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 1 288
ตารางที่ ค.2 ผลการประเมิน IOC หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 2 289
ตารางที่ ค.3 ผลการประเมิน IOC หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 3 290
ตารางที่ ค.4 ผลการประเมิน IOC หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 4 291
ตารางที่ ง.1 สรุปผลความสอดคล้องจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยกับข้อสอบ 294
ตารางที่ ง.2 สรุปผลความสอดคล้องใบงานกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย 295
ตารางที่ ฉ.1 แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียน (E1) และคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (E2) 306
ตารางที่ ฉ.2 แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียน (E1) หน่วยที่ 1 307
ตารางที่ ฉ.3 แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียน (E1) หน่วยที่ 2 308
ตารางที่ ฉ.4 แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียน (E1) หน่วยที่ 3 309
ตารางที่ ฉ.5 แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียน (E1) หน่วยที่ 4 310
ตารางที่ ฉ.5 แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียน (E1) หน่วยที่ 4 310

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากรายงานของคณะกรรมการการศึกษาวุฒิสภา เรื่องการอาชีวศึกษา ปัญหาที่ท้าทายของประเทศไทย กล่าวว่า ปัญหาการขาดแคลนแรงงานยังไม่เกิดผลสัมฤทธิ์ โดยมีเหตุปัจจัยส่งผลทำให้เกิดสภาพการจัดการเรียนการสอนที่ยังไม่สามารถคัดกรองผู้เรียนได้ โดยมีมาตรการเสริมระยะยาว โดยให้สถานศึกษาจัดให้มีหลักสูตรที่เข้มข้นและจริงจัง โดยเน้นเนื้อหาการเรียนการสอนที่น่าสนใจและท้าทาย (คณะกรรมการการศึกษา วุฒิสภา, 2555: 12)

จากรายงานประจำปี สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา 2557 ปัจจุบันสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้ดำเนินการพัฒนาหลักสูตรอาชีวศึกษา โดยเน้นเข้าสู่หลักสูตรแบบฐานสมรรถนะ (Competency Based Curriculum) ซึ่งเป็นหลักสูตรที่พัฒนามาจากมาตรฐานอาชีพหรือมาตรฐานสมรรถนะ นอกจากนี้นโยบายปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่ 2 (2552 – 2561) กำหนดเป้าหมายภายในปี 2561 ให้มีการปฏิรูปการศึกษาอย่างเป็นระบบโดยเน้น 3 ประเด็นหลัก ได้แก่

1. การพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาและการเรียนรู้ของคนไทย
2. โอกาสในการศึกษาและการเรียนรู้
3. ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนของสังคมในการบริหารจัดการสถานศึกษา

โดยเฉพาะประเด็นด้านคุณภาพ ได้ระบุในเรื่องที่เกี่ยวกับหลักสูตร กระบวนการเรียนการสอนและการวัดผลประเมินผลเป็นสำคัญดังนั้น สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาจึงได้ดำเนินการ “โครงการพัฒนาระบบการประเมินมาตรฐานวิชาชีพเพื่อการประกันคุณภาพผู้เรียน” โดยมุ่งเพิ่มขีดความสามารถในการเรียนรู้ ซึ่งเน้นความสำคัญของความรู้และทักษะพื้นฐานที่จำเป็นในการทำงานและทักษะวิชาชีพ (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2556: 7)

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เป็นองค์กรหลัก ในการจัดการอาชีวศึกษาและฝึกอบรมด้านวิชาชีพให้ประชาชนอย่างทั่วถึงตลอดชีวิตเพื่อให้มีคุณภาพได้มาตรฐานและจัดการองค์ความรู้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานและอาชีพอิสระ ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศและเหมาะสมกับความต้องการแรงงานของภาคอุตสาหกรรมให้ได้ดีมาก

ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 สาขาวิชาไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มุ่งเน้นให้ครูผู้สอนจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยยึดกิจกรรมให้นักศึกษาได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกหัดปฏิบัติให้ทำได้และทำเป็น สอดคล้องกับเนื้อหาสาระและความสนใจของนักศึกษา การจัดการเรียนการสอนจะต้องฝึกปฏิบัติเพื่อให้ ผู้เรียนเกิดทักษะและชำนาญการ ซึ่งการฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะจำเป็นต้องฝึกปฏิบัติบ่อยครั้งจนกระทั่งนักศึกษาเกิดความชำนาญการสามารถปฏิบัติงานได้เอง

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่ในการจัดการศึกษาวิชาชีพให้แก่เยาวชนและประชาชน มีการจัดทำแผนพัฒนากำลังคน ทั้งระดับกึ่งมืออาชีพ (Semi Skill) ระดับช่างฝีมือ (Skill) ระดับช่างเทคนิค (Technical) และระดับเทคโนโลยีสายปฏิบัติการ (Technologist) ที่มีคุณภาพ และมาตรฐาน สามารถตอบสนองความต้องการของตลาดแรงงาน และการประกอบอาชีพอิสระ สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม ตลอดจนความสามารถทางด้านเทคโนโลยี สามารถนำไปประกอบอาชีพในลักษณะผู้ปฏิบัติหรือประกอบอาชีพอิสระ ที่จะบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการศึกษา สำหรับการอาชีวศึกษานั้นได้ให้ความสำคัญต่อกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งได้กำหนดเป็นเป้าหมายหลักและส่งเสริมการสร้างทักษะวิชาชีพด้วยการเรียนรู้จากการปฏิบัติงานจริง เพื่อผลิตกำลังคน ตั้งแต่ระดับกึ่งฝีมือ ระดับเทคนิค ระดับเทคโนโลยี ให้มีคุณภาพตามมาตรฐานสากลและความต้องการของตลาดแรงงาน

การจัดการเรียนการสอน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้า ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มุ่งเน้นให้ครูผู้สอนจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยยึดกิจกรรมให้นักศึกษาได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกหัดปฏิบัติให้ทำได้และทำเป็น สอดคล้องกับเนื้อหาสาระและความสนใจของนักศึกษา การจัดการเรียนการสอนจะต้องฝึกปฏิบัติเพื่อให้นักศึกษาเกิดทักษะและชำนาญการ ซึ่งการฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะจำเป็นต้องฝึกปฏิบัติบ่อยครั้งจนกระทั่งนักศึกษาเกิดความชำนาญ

ปัจจุบันเทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีด้านการควบคุมด้วยโปรแกรม (Programmable Logic Control : PLC) เพื่อการรองรับการพัฒนาของระบบอุตสาหกรรมสมัยใหม่ ในอนาคตต่อไป จึงมีการสร้างและพัฒนากลุ่มคนที่จะเข้ามามีบทบาทในการใช้และควบคุมระบบ PLC นี้ เพื่อให้สอดคล้องและรองรับการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ได้ตรงตามที่สถานประกอบการต้องการ ปัจจุบันได้มีการนำสื่อที่ทันสมัยมาใช้ในการพัฒนากำลังคนอย่างหลากหลาย โดยเฉพาะวิธีที่บุคลากรจะได้ปฏิบัติงานโดยตรง หรือได้ทดลองใช้ชุดปฏิบัติงานจริงที่ตรงกับที่ใช้ในสถานประกอบการ อีกด้วย สำหรับสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอนโดยมากเป็นอุปกรณ์ที่จำลองขึ้นมาเพื่อการสาธิตในชั้นเรียนเท่านั้นไม่ใช่เครื่องจักรอุตสาหกรรมที่ใช้กับสถานประกอบการโดยตรง

ดังนั้นหากมีการจำลองชุดฝึกทดลองที่ใกล้เคียงกับงานอุตสาหกรรมจริงดีมาก ก็จะทำให้นักศึกษาได้ใช้อุปกรณ์เสมือนจริงและมีความคุ้นเคยในการใช้ระบบควบคุม PLC มากขึ้น จะทำให้นักศึกษามีความรู้ และทักษะตรงตามความต้องการของสถานประกอบการ หรือโรงงานอุตสาหกรรมได้ดีที่สุด

สอดคล้องกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ในรายวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104 หัวข้อเรื่องวงจรนิวแมติกส์และวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับที่ต่ำมาก

จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้น ของการเรียนการสอนรายวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ในหัวข้อเรื่องวงจรนิวแมติกส์และวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล พบปัญหาที่เกิดขึ้นดังนี้

1. ด้านหลักสูตร มีเพียงจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชาและคำอธิบายรายวิชาเท่านั้น ซึ่งจากการศึกษาหลักสูตรและคำอธิบายรายวิชา ได้พบปัญหาว่ามีการอธิบายไว้อย่างกว้าง ๆ ว่า “ออกแบบและเขียนวงจรควบคุมการทำงานด้วยรีเลย์ไฟฟ้าและโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC) “ ไม่ได้บอกรายละเอียดอื่น ๆ จึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะเลือกเนื้อหาที่นำมาถ่ายทอดความรู้ให้กับนักศึกษา เช่น การทำงานของ PLC การทำงานของกระบอกสูบ จะเป็นการแสดงสถานะด้วยหลอดไฟแทน เพราะชุดฝึกมีราคาแพง ซึ่งในส่วนของเนื้อหานี้เองที่นักศึกษาจะต้องใช้จินตนาการในการทำความเข้าใจในเนื้อหาทำให้นักศึกษาเข้าใจหลักการทำงานของระบบ PLC ไม่ดีเท่าที่ควร

2. คู่มือครู ขาดรายละเอียดในการเรียนการสอน ใบเนื้อหาประกอบการสอน จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละด้าน แบบทดสอบหลังเรียนพร้อมเฉลย ใบปฏิบัติงานพร้อมเฉลย เนื้อหาค่อนข้างยาก ใช้เวลาในการเตรียมการสอนมาก ไม่สามารถวางขอบเขตของการสอนได้เหมาะสม ไม่สามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาได้ ขาดแบบประเมินวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในพฤติกรรมแต่ละด้านของการเรียนการสอน

3. คู่มือนักศึกษา นักศึกษาต้องใช้จินตนาการในการเรียนรู้มาก เอกสาร ตำราต่าง ๆ มีการตีพิมพ์หลายเล่ม เนื้อหาข้อมูลมีการกระจัดกระจายไม่ครอบคลุมเนื้อหา และมีราคาแพง ขาดสื่อประกอบการเรียนการสอน นอกจากนั้นยังไม่มีการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้ ทำให้นักศึกษาไม่สามารถทราบถึงวัตถุประสงค์ที่แท้จริงของรายวิชาได้ ไม่สามารถทราบขอบเขตของ การเรียนได้ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของตนเองต่ำ

4. ด้านการวัดผลและประเมินผล ไม่มีการวัดผลการเรียน หลังจากจบบทเรียน ในแต่ละเรื่อง ทำให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เพราะครูใช้วิธีสอบประมวลความรู้ครั้งเดียว และทำให้การเรียนการสอนไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

จากเหตุผลข้างต้นนี้ ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะทำการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล เพื่อใช้ในรายวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104 สาขาวิชาไฟฟ้า ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 สร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

1.2.2 หาค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

1.2.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการใช้ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ในการเรียนการสอน

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพเหมาะสมอยู่ในระดับดีขึ้นไป (มากกว่า 4.00) นำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้

1.3.2 ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ค่า 80/80

1.3.3 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ที่พัฒนาขึ้น ทำให้ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษามีค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.4 ขอบเขตวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1.4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ มีขอบเขตของเนื้อหาคือหน่วยการสอนทั้งหมด 4 หน่วยดังนี้

1.4.1.1 วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน
ประกอบด้วยหัวข้อย่อยดังนี้

1. โครงสร้างของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล
2. ขนาดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล
3. การเขียนคำสั่งโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล
4. การใช้งาน CX-Programmer
5. วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน

1.4.1.2 วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน
ประกอบด้วยหัวข้อย่อยดังนี้

1. การต่อวงจรควบคุมนิวแมติกส์ด้วย PLC
2. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน AND LD และ OR LD
3. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน Timer และ Counter

1.4.1.3 วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ
ประกอบด้วยหัวข้อย่อยดังนี้

1. อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุในวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC
2. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ เซต (SET) และรีเซต (RESET)
3. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11)

1.4.1.4 วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ
ประกอบด้วยหัวข้อย่อยดังนี้

1. วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับคำสั่งพิเศษ IL และ ILC
2. วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับคำสั่งพิเศษ JMP และ JME

1.4.2 ขอบเขตประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.2.1 ขั้นตอนการสร้าง ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

ประชากร ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ ที่มีประสบการณ์ในด้านช่างอุตสาหกรรม หรือประสบการณ์ในการสอน ที่เกี่ยวข้องด้านช่างอุตสาหกรรม ในการใช้งานโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC) ควบคุมการทำงานระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ไม่น้อยกว่า 10 ปี

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการสอนหรือทำงานเกี่ยวข้องในด้านช่างอุตสาหกรรม ไม่น้อยกว่า 10 ปี โดยใช้วิธีการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) คือ ผู้เชี่ยวชาญ ที่มีประสบการณ์ในการทำงานหรือประสบการณ์ในการสอน เกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC) ควบคุมการทำงานของระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ เป็นบุคลากรในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา หรือสังกัดมหาวิทยาลัย ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 คน

1.4.2.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

ประชากร คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้า ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ได้ทำการลงทะเบียนเรียนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104

กลุ่มตัวอย่าง ใช้วิธีการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ระดับชั้นปีที่ 1 กลุ่ม D7 สาขาวิชาไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 17 คน

1.4.3 ขอบเขตด้านตัวแปร

1.4.3.1 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึก โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

ตัวแปรต้น เป็น ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมการทำงานของวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์และชุดการสอน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

ตัวแปรตาม ได้แก่ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อความเหมาะสมของคุณภาพชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ประกอบกับชุดการสอน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

1.4.3.2 ขั้นตอนการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ประกอบกับชุดการสอน

ตัวแปรต้น คือ การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP โดยใช้ชุดการสอนประกอบกับชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมการทำงานของวงจรนิวแมติกส์และวงจรไฮดรอลิกส์ ที่พัฒนาขึ้น

ตัวแปรตาม คือ ผลการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP โดยใช้ชุดการสอน ประกอบกับชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยประสิทธิภาพของ การจัดการเรียนการสอน และความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษา โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.4.4 ขอบเขตด้านเวลา

1.4.4.1 ขั้นตอนการสร้างชุดการสอนและชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

การดำเนินการ สร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอน กับกลุ่มทดลองครั้งที่ 1 เพื่อหาประสิทธิภาพ เป็นรายบุคคล (1:1:1) จากนักศึกษาที่มีผลการเรียนสูง: 1 คน นักศึกษาที่มีผลการเรียนปานกลาง: 1 คน และจากนักศึกษาที่มีผลการเรียนต่ำ 1 คน รวมจำนวน 3 คน และกลุ่มทดลองครั้งที่ 2 รายบุคคล (4:4:4) ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และไม่เคยเรียน ด้วยชุดการสอนนี้มาก่อน เพื่อเก็บข้อมูลทางสถิติที่ใช้ในการวิจัย ต่าง ๆ ในช่วงเวลา ภาคเรียนที่ 1 ของปีการศึกษา 2562 เมื่อดำเนินการเรียบร้อยจะได้ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และวงจรไฮดรอลิกส์ที่มีคุณภาพ แล้วผู้วิจัยได้นำไปดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นตอนต่อไป

1.4.4.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดการสอนประกอบกับชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ควบคุมการทำงานของวงจรนิวแมติกส์ และวงจรไฮดรอลิกส์ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.5.1 คุณสมบัติของกลุ่มตัวอย่าง ถือว่าเหมือนกันทุกประการ เนื่องจากได้ผ่านการคัดเลือกด้วยวิธีการสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อภายใต้หลักสูตรเดียวกัน ด้วยวิธีการเดียวกัน

1.5.2 การวิจัยในครั้งนี้ไม่คำนึงถึง เพศ อายุ พื้นฐานทางเศรษฐกิจ สังคม อารมณ์และช่วงเวลาการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มตัวอย่าง

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 ชุดฝึก หมายถึง ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ เป็นชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (Programmable logic Control : PLC) เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของชุดฝึกนิวแมติกส์ไฟฟ้า และชุดฝึกไฮดรอลิกส์ไฟฟ้า ซึ่งเป็นครุภัณฑ์ที่มีใช้ในการเรียนการสอนอยู่แล้ว แต่ขาดแคลน ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC) ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การปฏิบัติงาน ที่เป็นหน่วยการเรียนการสอนส่วนหนึ่งของรายวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ เพื่อใช้ฝึกทักษะอย่างเป็นขั้นตอน โดยมีอุปกรณ์ เครื่องมือ ใบงาน เฉลยใบงาน

1.6.2 ชุดการสอน หมายถึง เอกสารประกอบกับชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยชุดการสอนเรื่องนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ โดยแต่ละหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วย (1) ชุดการสอนรายหน่วย (2) คู่มือการสอนสำหรับครู (3) จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยและด้านทักษะพิสัย (4) แบบทดสอบก่อนเรียน (5) ใบเนื้อหา (6) แบบฝึกหัด (7) เฉลยแบบฝึกหัด (8) ใบงาน (9) เฉลยใบงาน (10) แบบทดสอบหลังเรียน (11) เฉลยแบบทดสอบ และ (12) บันทึก หลังการสอน โดยทำการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสัปดาห์ละครั้ง จำนวน 4 ครั้ง ครั้งละ 4 ชั่วโมง เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครบทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้แล้ว ในชุดการสอนจะมีแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ รวมจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 16 ชั่วโมง โดยได้จำนวนชั่วโมงสอนจากตารางวิเคราะห์หลักสูตร

1.6.3 แบบทดสอบก่อนเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ให้นักศึกษาทำก่อนเรียนจากหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วย ในชุดการสอน เพื่อประเมินผลความรู้ของนักศึกษาก่อนเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

1.6.4 แบบทดสอบหลังเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ให้นักศึกษาทำหลังเรียน เมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ทั้ง 4 หน่วย ในชุดการสอน เพื่อประเมินผลความรู้ของนักศึกษาหลังเรียนในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1-4

1.6.5 ใบงาน (Job Sheet) หมายถึง เอกสารที่กำหนดรูปแบบ วิธีการ และเงื่อนไขต่าง ๆ ในการปฏิบัติ เพื่อฝึกให้นักศึกษา มีสมรรถนะ ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ด้านทักษะพิสัย ที่ได้กำหนดให้นักศึกษามีความสามารถด้านทักษะฝีมือ (Physical Skills) ในระดับ (1) ขั้นการเลียนแบบ (Imitation) (2) ขั้นการทำด้วยความถูกต้อง (Control) และ (3) ขั้นการทำด้วยความชำนาญ (Automatism) จากการฝึกปฏิบัติด้วยใบงาน ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1-4 หน่วย

1.6.6 เฉลยใบงาน หมายถึง ใบประเมินผล การปฏิบัติงาน ของนักศึกษา ในระดับขั้นพฤติกรรมของความสามารถด้านทักษะฝีมือ (Physical Skills) จากการปฏิบัติงานด้วยใบงาน

1.6.7 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนภาคทฤษฎี หมายถึง คะแนนผลสัมฤทธิ์ภาคทฤษฎีของนักศึกษาจากการทำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (พุทธิพิสัย) ในเรื่องนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC) โดยจัดสอบในหน่วยการเรียนสุดท้ายหรือหน่วยการเรียนรู้ที่ 4

1.6.8 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนภาคปฏิบัติ หมายถึง คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการทำแบบทดสอบภาคปฏิบัติ (ทักษะพิสัย) ในเรื่องนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC) โดยทำการสอบในหน่วยการเรียนสุดท้ายหรือหน่วยการเรียนรู้ที่ 4

1.6.9 ความก้าวหน้าทางการเรียน หมายถึง ค่าความแตกต่างของคะแนน ก่อนเรียนและหลังเรียน ในหัวข้อเรื่องนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC) ของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนภาคทฤษฎี

1.6.10 คุณภาพของชุดฝึก หมายถึง ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ควบคุมการทำงานวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ที่ได้พัฒนาขึ้นมีคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอน ด้านการวิเคราะห์หลักสูตร วิธีการสอน วิธีการฝึกปฏิบัติงาน สื่อที่ใช้ในการสอน การวัดผลและประเมินผล ตามเกณฑ์ดังนี้

5	หมายถึง	ดีมาก
4	หมายถึง	ดี
3	หมายถึง	ปานกลาง
2	หมายถึง	พอใช้
1	หมายถึง	ควรปรับปรุง

1.6.11 ประสิทธิภาพของชุดการสอน หมายถึง ผลการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้ชุดการสอนทั้ง 4 หน่วย ประกอบกับชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีผลทำให้คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนและคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักศึกษามีค่าสูงกว่า ร้อยละ 80/80 ซึ่งมีความหมาย ดังนี้

80 ตัวแรก (E_1) หมายถึง คะแนนรวมที่นักศึกษาทำได้จากการทำแบบฝึกหัด ใบงาน แบบทดสอบหลังเรียน ของหน่วยการสอนทั้ง 4 หน่วย โดยมีค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

80 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ของนักศึกษาในเรื่องนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC) โดยวัดผลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนภาคทฤษฎี (พุทธิพิสัย) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนภาคปฏิบัติ (ทักษะพิสัย) โดยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ซึ่งทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนใช้เวลา 2 ชั่วโมง

1.6.12 ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง บุคคลที่มีประสบการณ์ ในการสอนและทำงานเกี่ยวข้องทางด้านอุตสาหกรรม ในการใช้งานโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC) ควบคุมการทำงานระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ มาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปี โดยเป็นบุคลากรในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา หรือสังกัดมหาวิทยาลัย

1.6.13 นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ที่ลงทะเบียนรายวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ที่มีความเหมาะสมของคุณภาพในระดับดีขึ้นไป เพื่อใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 30100 - 0104 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

1.7.2 ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ประกอบกับแผนจัดการเรียนรู้ เมื่อนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดหรือสูงกว่า

1.7.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาสูงขึ้น ในพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยและทักษะพิสัย หรือภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ จากการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ประกอบกับชุดการสอน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล รายวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104 สาขาวิชาไฟฟ้า ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

- ความหมายของชุดฝึกทักษะ
- การสร้างชุดฝึกทักษะ
- ตารางวิเคราะห์หลักสูตร
- การเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- แบบทดสอบ
- แบบทดสอบวัดผลภาคปฏิบัติ
- การหาประสิทธิภาพชุดการสอน
- หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 สาขาวิชาไฟฟ้า
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของชุดฝึกทักษะ

ชุดฝึกทักษะเป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาประเภทหนึ่งที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง เพราะครูสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือชี้แนวทางในการสอน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ชุดฝึกทักษะมีชื่อเรียกต่าง ๆ กันหลายชื่อ เช่น Learning Package, Learning Activity Package, Instructional Package, Instructional Kits หรือ Self-Instructional Unit ซึ่งมีความหมายใกล้เคียงกันจนสามารถใช้แทนกันได้ (สุกัญญา, 2555: 47)

ได้มีนักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้กล่าวถึงความหมายของชุดฝึกทักษะไว้ ดังนี้

กู๊ด ให้นิยามของชุดฝึกทักษะว่า หมายถึงโปรแกรมการสอนทุกอย่างที่จัดโดยเฉพาะมีวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสอน อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน คู่มือครูเนื้อหา แบบทดสอบและมีการกำหนดความมุ่งหมายของการเรียนไว้ครบถ้วนโดยมีครูเป็นผู้จัดให้ผู้เรียนแต่ละคนได้ศึกษาและฝึกฝนด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้แนะนำ (Good, 1973: 306)

ประภาพรรณ เส็งวงค์ ให้ความหมายของชุดฝึกทักษะว่า เป็นสื่อที่ช่วยพัฒนาความรู้ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเพื่อให้นักศึกษาฝึกวิธีการคิด ฝึกปฏิบัติ ฝึกทักษะด้วยตนเอง ให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ มีความรู้ ความเข้าใจ สามารถคิดวิเคราะห์ได้ โดยมีครูเป็นผู้แนะนำช่วยเพิ่มพูนความรู้ให้กับนักศึกษาและเจตคติตามจุดประสงค์การเรียนรู้ (ประภาพรรณ, 2550)

จากความหมายของชุดฝึกทักษะ ที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ สรุปโดยภาพรวมได้ว่า ชุดการฝึกทักษะเป็นวิธีการสอนที่ได้นำแนวคิดหลาย ๆ แนวมาใช้ร่วมกัน เพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติ และเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักศึกษาเกิดความสนใจ เมื่อได้ทำการทดลองปฏิบัติงานจริง มีความรู้ ความเข้าใจ สามารถวิเคราะห์ได้ โดยให้ครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำ งานวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ผู้วิจัยได้อ้างอิงแนวคิดของชุดฝึกทักษะ การสร้างชุดฝึกทักษะ ตารางวิเคราะห์หลักสูตร การเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ โดยในการวิจัยจะให้คำว่า “ชุดฝึก” ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

2.2 การสร้างชุดฝึกทักษะ

ศ.ดร.ชัยยงค์ พรมวงศ์ ได้กล่างถึงขั้นตอนการสร้างชุดฝึกทักษะ ไว้ 10 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการ ตามที่เห็นเหมาะสม

2. กำหนดหน่วยการเรียนรู้ แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็น หน่วยการเรียนรู้ โดยประมาณเนื้อหาวิชาที่จะให้ครูสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักศึกษาได้ในหนึ่งสัปดาห์หรือหนึ่งครั้ง

3. กำหนดเรื่อง ครูจะต้องถามตนเองว่า ในการสอนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ควรให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนอะไรบ้าง แล้วกำหนดออกมาเป็น 4-6 หัวเรื่อง

4. กำหนดมโนทัศน์และหลักการมโนทัศน์ และหลักการที่กำหนดขึ้นจะต้องสอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง โดยสรุปรวมแนวคิด สาระ และหลักเกณฑ์ที่สำคัญไว้เพื่อเป็นแนวทางการจัดเนื้อหามาสอนให้สอดคล้องกัน

5. กำหนดวัตถุประสงค์ ให้สอดคล้องกับหัวเรื่องเป็นจุดประสงค์ทั่วไปก่อนแล้วเปลี่ยนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเงื่อนไขและเกณฑ์การเปลี่ยนพฤติกรรมไว้ทุกครั้ง

6. กำหนดกิจกรรมการเรียน ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งจะเป็นแนวทางการเลือก และการผลิตสื่อการสอน กิจกรรมการเรียน หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่นักศึกษาปฏิบัติ เช่น การอ่าน บัตรคำสั่ง ตอบคำถาม เขียนภาพ ทำการทดลอง ทางวิทยาศาสตร์ ฯลฯ

7. กำหนดแบบประเมิน ต้องประเมินผลให้ตรงกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ เพื่อให้ครูทราบว่าหลังจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้ว นักศึกษาได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

8. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการที่ครูใช้ ถือเป็นสื่อการเรียนการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้วก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้ก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพ

9. หาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะ เพื่อเป็นการประกันว่าชุดฝึกทักษะที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจะต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้นล่วงหน้า โดยคำนึงถึงหลักการที่วางไว้ การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมของนักศึกษาบรรลุผล

10. การใช้ชุดฝึกทักษะ ชุดฝึกทักษะที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้แล้ว สามารถนำไปสอนนักศึกษาได้ตามประเภทของชุดฝึกทักษะและตามระดับการศึกษา โดยกำหนดขั้นตอนในการใช้ดังนี้

10.1 ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อพิจารณาพื้นความรู้เดิมของนักศึกษา

10.2 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

10.3 ขั้นประกอบกิจกรรมการเรียน (ขั้นตอน)

10.4 ขั้นสรุปผลการสอน เพื่อสรุปมโนทัศน์และหลักการที่สำคัญ

10.5 ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อดูพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไป

(ชัยยงค์, 2556)

ในส่วนของนักการศึกษาจากต่างประเทศได้ให้ข้อเสนอหลักการสร้างชุดฝึกทักษะไว้ดังนี้

บัทส์ ได้เสนอ 7 ขั้นตอนในการสร้างชุดฝึกทักษะคือ(Butts, 1978)

1. ก่อนที่จะสร้างชุดฝึกทักษะจะต้องกำหนดโครงร่างคร่าว ๆ ก่อนว่า จะเขียนเกี่ยวกับเรื่องอะไร วัตถุประสงค์อะไร
2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ
3. เขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาที่สอดคล้องกัน
4. แจ้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นกิจกรรมย่อย ๆ โดยคำนึงความเหมาะสมของนักศึกษา
5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม
6. กำหนดเวลาที่ใช้ในกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม
7. กำหนดการประเมินผลว่าจะประเมินก่อนหรือหลังเรียน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดฝึกทักษะได้มีนักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้ให้หลักในการสร้างพอสรุปได้ดังนี้

2.2.1 การสร้างชุดฝึกต้องยึดหลักการสร้างตามทฤษฎี และมีจิตวิทยาในการสร้างเพื่อให้เหมาะสมกับวัยและความแตกต่างระหว่างบุคคล

2.2.1 มีจุดมุ่งหมายที่ฝึกทักษะด้านใดด้านหนึ่ง กำหนดไว้อย่างชัดเจน

2.2.3 เรียงลำดับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จากง่ายไปหายาก จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละข้อ ควรมีคำชี้แจงง่าย ๆ สั้น ๆ อ่านเข้าใจง่าย หรืออาจมีตัวอย่างประกอบด้วย

2.2.4 ชุดฝึกควรมีรูปแบบในการฝึกปฏิบัติ ที่หลากหลาย เพื่อสร้างความสนใจกับนักศึกษา ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้เรียน

2.2.5 ชุดฝึกปฏิบัติควรมีภาพประกอบของวงจร อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ชัดเจน เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และแต่ละหัวข้อของชุดฝึกควรใช้เวลาในการฝึกปฏิบัติไม่เกิน 40 นาที

2.2.6 ชุดฝึกที่ใช้ฝึกปฏิบัติต้องมีประสิทธิภาพ มีความเชื่อมั่น ตามมาตรฐาน เพื่อจะช่วยส่งเสริมให้การเรียนรู้ของนักศึกษาพัฒนาดีขึ้น

คาร์ดาเรลลี่ (Cardarelli) ได้กำหนดองค์ประกอบของชุดฝึกทักษะรายบุคคลว่าต้องประกอบด้วย (Cardarelli, 1973)

1. หัวข้อ (Topic)
2. หัวข้อย่อย (Subtopic)
3. จุดมุ่งหมายหรือเหตุผล (Rationale)
4. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral objective)
5. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)
6. กิจกรรมและการประเมินผลตนเอง (Activities and self-evaluation)
7. การทดสอบย่อย (Quiz หรือ Formative test)

2.3 ตารางวิเคราะห์หลักสูตร

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับตารางวิเคราะห์หลักสูตร ได้มีนักการศึกษาหลาย ๆ ท่าน ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ผศ.ดร.สุราษฎร์ พรมจันทร์ (2552) ได้ให้กล่าวถึงการวิเคราะห์หลักสูตรว่า เป็นการประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่องต่าง ๆ ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล ทำให้ทราบว่าหัวข้อเรื่องใดบ้างมีคุณค่าสมควรที่จะนำมาจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรรายวิชา และหัวข้อเรื่องแต่ละหัวข้อยังประกอบด้วยหัวข้อเรื่องย่อยที่มีความละเอียดลึกซึ้งของเนื้อหาแตกต่างกันออกไป จากนั้นจึงพิจารณาแยกย่อยหัวข้อเรื่องต่าง ๆ เพื่อกำหนดรายละเอียดเนื้อหาสำคัญ (The Importance Main Element)

ผศ.ดร.อนุวัติ คูณแก้ว (2558) ได้ให้กล่าวถึงการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรว่า เป็นการประเมินหัวข้อที่จะทำการสอนให้ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้ตามความต้องการในการวัดผลและประเมินผล โดยมีขั้นตอนในการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรดังนี้

2.3.1 สร้างตารางให้มี 2 มิติ คือ อยู่ในรูปของแนวตั้งและแนวนอน โดยแนวตั้งจะเป็นพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดผล ประกอบด้วย ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า และช่องรวม ซึ่งมีทั้งหมด 6 ช่อง ส่วนแนวนอนจะเป็นหัวข้อเนื้อหา หรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งขึ้นอยู่กับเนื้อหา หรือวัตถุประสงค์ของวิชานั้น

2.3.2 กำหนดน้ำหนักของเนื้อหาเป็นร้อยละ โดยพิจารณาความสำคัญของเนื้อหานั้น ๆ เช่นวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสมการ

เนื้อหา	ความสำคัญ
1. สมบัติของการเท่ากันของการบวกและลบ	15 %
2. สมบัติของการเท่ากันของการคูณและหาร	15 %
3. การแก้สมการ	40 %
4. โจทย์สมการ	30 %
รวม	100 %

2.3.3 กำหนดพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดและความสำคัญเป็นร้อยละ ในที่ นี้ พฤติกรรมที่ต้องการจะวัดในเรื่องสมการ ได้แก่

พฤติกรรม	ความสำคัญ
1. ความจำ	20 %
2. ความเข้าใจ	20 %
3. การนำไปใช้	40 %
4. การวิเคราะห์	20 %
รวม	100 %

2.3.4 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

ตารางวิเคราะห์หลักสูตรจะช่วยให้ครูทราบว่าจะต้องสอนและออกข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการสอนและครอบคลุมครบถ้วนตามเนื้อหาวิชาในหลักสูตร (อนุวัติ, 2558)

การสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร ควรให้คณะกรรมการเป็นผู้ประเมินให้น้ำหนักความสำคัญ โดยคณะกรรมการหรือผู้เชี่ยวชาญ (Expert) ซึ่งหมายถึงบุคคลที่มีความรู้ความสามารถและเป็นที่ยอมรับในวงการวิชาชีพดังกล่าว ในการประเมินอาจใช้ผู้เชี่ยวชาญ 3-5 คน เป็นผู้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ โดยผู้วิจัยนำเอกสารไปชี้แจงโดยตรงกับผู้เชี่ยวชาญ หรือจะจัดทำเป็นเอกสารพร้อมแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินก็ได้ (สุราษฎร์, 2553: 140)

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างตารางวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการ	พฤติกรรม				รวม
	ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	
เนื้อหา	**ร้อยละ**				
1. สมบัติของการเท่ากันของการบวกและลบ	5	5	5	0	15
2. สมบัติของการเท่ากันของการคูณและหาร	5	5	5	0	15
3. การแก้สมการ	5	5	20	10	40
4. โจทย์สมการ	5	5	10	10	30
รวม	**20**	**20**	**40**	**20**	**100**

การวิเคราะห์หลักสูตรควรเริ่มทำก่อนที่จะมีการเรียนการสอน เพราะจะทำให้การเรียนการสอนและการทดสอบมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

จากขั้นตอนในการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร ได้มีนักการศึกษาให้แนวทางในการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรดังที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงได้นำมาประยุกต์เข้าด้วยกัน เพื่อให้เหมาะสมกับงานวิจัยสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล โดยมีขั้นตอนการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรดังนี้

1. วิเคราะห์หัวข้อเรื่อง จากหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยยึดตามจุดประสงค์ สมรรถนะและคำอธิบายรายวิชา เอกสาร ตำรา ผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้อง งานวิจัยต่าง ๆ และประสบการณ์การสอน

2. เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ ประเมินหัวข้อย่อยจากหัวข้อเรื่อง วงจรนิวแมติกส์และวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

เพื่อให้น้ำหนักคะแนนความสำคัญ ของระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย โดยมีระดับคะแนนความสำคัญดังนี้

ดีมาก	9 -10 คะแนน
มาก	7 - 8 คะแนน
ปานกลาง	4 - 6 คะแนน
น้อย	2 - 3 คะแนน
น้อยที่สุด	0 - 1 คะแนน

$$\text{จำนวนชั่วโมงสอน} = \frac{(\text{น้ำหนักหน่วย})\,(\text{จำนวนชั่วโมงรวม})}{(\text{น้ำหนักรวม})}$$

3. จัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร หัวข้อเรื่อง วงจรนิวแมติกส์และวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลจากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

2.4 การเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับการเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้มีนักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ผศ.ดร.อภิภา ปรัชญพฤทธิ์ ได้ให้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ทางการศึกษาว่า สาระบบของวัตถุประสงค์ทางการศึกษามี 3 มิติ คือ

(1) ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain)

(2) ด้านเจตพิสัย (Affective Domain)

(3) ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain)

ซึ่งพฤติกรรมแต่ละด้านแยกเป็นพฤติกรรมย่อย ๆ ได้ดังนี้

(1) ด้านพุทธิพิสัย

พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย หรือด้านความรู้ – ความคิดนั้น มีพฤติกรรมแยกย่อยออกเป็น 6 พฤติกรรม เรียงตามลำดับตั้งแต่พฤติกรรมระดับต่ำที่เกิดง่ายที่สุด ไปสู่พฤติกรรมระดับสูง

1.1 ความรู้ความจำ (Knowledge) หมายถึงความสามารถในการทรงไว้รักษาไว้ซึ่งเรื่องราวทั้งปวงของประสบการณ์ที่ผ่านมาแล้ว รวมทั้งสิ่งที่สัมพันธ์กับประสบการณ์นั้น ๆ และสามารถถ่ายทอดสิ่งที่จดจำไว้ออกมาได้อย่างถูกต้อง

1.2 ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึงความสามารถในการแปลความ ตีความ และขยายความ ในเรื่องราวและเหตุการณ์ต่าง ๆ

1.3 การนำไปใช้ (Application) หมายถึงความสามารถในการนำหลักการ กฎเกณฑ์และวิธีดำเนินการต่าง ๆ ของเรื่องที่ได้เรียนรู้มาแล้วนั้น ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่เป็นทำนองเดียวกันกับสถานการณ์เดิมได้

1.4 การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึงความสามารถในการแยกแยะเรื่องราว ข้อเท็จจริงหรือเหตุการณ์ใดออกมาเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ และสามารถบอกได้ว่าส่วนย่อย ๆ นั้นมีความสำคัญอย่างไร แต่ละส่วนมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ตลอดจนสามารถที่จะมองเห็นหลักการของสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ร่วมกัน

1.5 การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึงความสามารถในการรวมส่วนย่อย ๆ เข้าเป็นส่วนใหญ่ ให้เป็นเรื่องราวใหญ่เรื่องเดียวกัน ซึ่งผลจากการรวมนี้จะต้องเกิดขึ้นเป็นของใหม่ที่มีหน้าที่ใหม่ที่ดีกว่าของเดิม

1.6 การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึงความสามารถในการวินิจฉัย ตีราคาโดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ โดยที่สิ่งที่ถูกประเมินนั้นอาจเป็นวัสดุ สิ่งของ ผลงานที่เป็นรูปธรรมหรืออาจจะเป็นความคิดเห็น หรือทัศนคติที่เป็นนามธรรมก็ได้ ซึ่งในการประเมินนั้นจะต้องใช้หลักเกณฑ์ประกอบการวินิจฉัย

(2) ด้านเจตพิสัย

พฤติกรรมด้านเจตพิสัย เป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์และความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ แยกเป็นพฤติกรรมย่อย ๆ ได้ 5 พฤติกรรมคือ

2.1 การรับรู้ (Receiving) เป็นความรู้สึกว่องไวในการที่จะรับรู้ต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ

2.2 การตอบสนอง (Responding) เป็นการแสดงอาการตอบสนองต่อสิ่งเร้าด้วยความรู้สึก ยินยอม เต็มใจ และพอใจ

2.3 การสร้างคุณค่า (Valuing) เป็นการแสดงออกซึ่งความรู้สึกมีส่วนร่วมต่อสิ่งต่าง ๆ เช่น การยอมรับ ความชื่นชม และเชื่อถือ

2.4 การจัดระบบ (Organization) เป็นการจัดคุณค่าที่มีอยู่แล้วให้เป็นระบบโดยอาศัยความสัมพันธ์กันของสิ่งที่ยึดถือ

2.5 การสร้างลักษณะนิสัย (Characterization) เป็นการจัดคุณค่าที่มีอยู่ให้เป็นระบบแล้วยึดถือเป็นลักษณะนิสัยประจำตัวบุคคล

(3) ด้านทักษะพิสัย

พฤติกรรมด้านทักษะพิสัย เป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวกับความชำนาญ และทักษะในด้านการปฏิบัติ แยกออกเป็นพฤติกรรมย่อย 5 พฤติกรรมดังนี้

3.1 การเลียนแบบ (Imitation) เป็นการเลือกหาตัวแบบที่สนใจ

3.2 การทำตามแบบ (Manipulation) เป็นการลงมือกระทำตามแบบที่สนใจ

3.3 ความถูกต้อง (Precision) เป็นการตัดสินใจเลือกทำ แบบที่เห็นว่าถูกต้อง

3.4 การทำอย่างถูกต้อง (Articulation) เป็นการกระทำสิ่งที่เห็นว่าถูกต้องนั้นได้อย่างเป็นแก่นสาร

3.5 การทำโดยธรรมชาติ (Naturalization) เป็นการกระทำจนเกิดทักษะสามารถปฏิบัติได้คล่องแคล่วว่องไว

(อภิภา, 2555)

ผศ.ดร.สุราษฎร์ พรมจันทร์ ได้ให้ความหมายของวัตถุประสงค์ว่า วัตถุประสงค์การสอนที่เน้นพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน อาจเรียกว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective) หมายถึง ข้อความซึ่งบ่งบอกพฤติกรรมที่คาดหวังให้เกิดแก่ผู้เรียน หลังจากจบการเรียนการสอนแล้ว อันอาจเกิดจากการสอนหรือการศึกษาด้วยสื่อใด ๆ ก็ตาม พฤติกรรมดังกล่าวจะต้องสามารถสังเกตและวัดผลได้ โดยองค์ประกอบของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมประกอบด้วย
(สุราษฎร์, 2553)

(1) พฤติกรรม (Task or Behavior)

(2) เงื่อนไข (Condition)

(3) มาตรฐาน (Standard or Criteria)

ระดับพิสัยของพฤติกรรมการเรียนรู้สามารถแบ่งได้ด้วยกันเป็น 3 ระดับคือ

2.4.1 ระดับความสามารถทางสติปัญญาหรือพุทธิพิสัย

ระดับความสามารถทางสติปัญญา คือ ความสามารถในการนำความรู้ที่มีอยู่ในสมองไปแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วงลงไป แบ่งออกได้เป็น 3 ระดับ คือ

(1) ขั้นฟื้นคืนความรู้ (Recall Knowledge) เป็นการใช้ความรู้เก่าที่มีอยู่ (หรือความรู้เดิม) โดยการลอกเลียน (Cramming) ไปแก้ปัญหาเหมือนที่เคยได้มีประสบการณ์มาแล้ว หากแก้ปัญหานั้นได้ถือว่ามีความสามารถในระดับฟื้นคืนความรู้

(2) ขั้นประยุกต์ความรู้ (Apply Knowledge) เป็นการใช้ความรู้ที่มีอยู่ในสมองไปแก้ปัญหาใหม่ ซึ่งไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อน แต่ลักษณะการแก้ปัญหาดังกล่าวยังใช้เค้าโครงหรือวิธีการเดิมหากแก้ปัญหาดังกล่าวได้แสดงให้เห็นว่า มีความสามารถทางสติปัญญาในระดับประยุกต์ความรู้

(3) ขั้นส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge) เป็นการใช้ความรู้ที่มีอยู่ผสมผสานกันไปแก้ปัญหาใหม่ในลักษณะใหม่ซึ่งไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อน หากแก้ปัญหานั้น ๆ ได้แสดงว่ามีความสามารถทางสติปัญญาในระดับส่งถ่ายความรู้

2.4.2 ระดับความสามารถทางทักษะกล้ามเนื้อหรือทักษะพิสัย

ความสามารถทางทักษะกล้ามเนื้อ หมายถึง การใช้กล้ามเนื้อทำงานร่วมกับเครื่องมือหรืออุปกรณ์ตามขั้นตอนที่ควรจะเป็น ได้ชิ้นงานหรือผลงานที่ถูกต้องในเวลาที่เหมาะสม แบ่งออกได้เป็น 3 ระดับ คือ

(1) ขั้นเลียนแบบ (Imitation) เป็นความสามารถระดับต้น ที่สามารถจะสังเกตเห็นได้จากการแสดงออก การเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อ ปฏิบัติงานตามรูปแบบซึ่งเคยได้พบได้เห็นมา ผลงานอาจยังไม่ดี เวลาที่ใช้อาจนานกว่าที่ควรจะเป็น แต่ก็ได้ผลงานหรือชิ้นงานออกมา

(2) ขั้นทำด้วยความถูกต้อง (Control) เป็นความสามารถซึ่งสูงขึ้นกว่าขั้นเลียนแบบ เกิดจากการฝึกฝนทักษะมากขึ้น สามารถใช้กล้ามเนื้ออย่างผสมผสาน ได้ผลงานที่ถูกต้องในเวลาที่กำหนด

(3) ขั้นชำนาญหรือขั้นอัตโนมัติ (Automatism) เป็นความสามารถทางทักษะกล้ามเนื้อขั้นสูงสุด เกิดจากการฝึกปฏิบัติงานนั้นจนเป็นความเคยชิน รูปแบบการแสดงออกของทักษะจะผสมผสานอย่างกลมกลืน ได้ผลงานที่ถูกต้องในเวลาอันรวดเร็ว

2.4.3 ระดับของกิจนิสัยในการทำงานหรือจิตพิสัย

กิจนิสัยในการทำงาน (Work Habit) เป็นการแสดงออกของบุคคลถึงความตระหนัก ความรับผิดชอบ ความเอาใจใส่ ฯลฯ ซึ่งเป็นผลทางภาวะจิตใจในการยอมรับและการตอบสนองต่อภาวะและเหตุการณ์ต่าง ๆ แบ่งออกได้เป็น 3 ระดับ คือ

(1) ขั้นการยอมรับ (Receiving) เป็นการแสดงออกภายใต้ภาวะซึ่งถูกกำหนดด้วยระเบียบ กฎเกณฑ์หรือกติกาที่ไม่ได้ฝ่าฝืน แต่อาจไม่ได้เกิดจากจิตใจที่ยอมรับหรือพร้อมที่จะตอบสนอง เช่น ไม่เดินลัดสนามเมื่อเห็นว่ามีผู้อื่นหรือเพื่อน ๆ จ้องมองอยู่ เป็นต้น

(2) ขั้นตอบสนอง (Response) เป็นการแสดงออกจากภาวะจิตใจที่เกิดจากการยอมรับและพฤติกรรมที่จะปฏิบัติตามโดยปราศจากการบังคับขู่เข็ญ ผู้มีกิจนิสัยในระดับนี้จะแสดงออกซึ่งพฤติกรรมนั้น ๆ ไม่ว่าจะต่อหน้าหรือลับหลัง

(3) ขั้นลักษณะนิสัย (Internalization) เป็นการแสดงออกซึ่งลักษณะพฤติกรรมกิจนิสัยในการทำงานขั้นสูงสุด มีการประพฤติปฏิบัติเป็นประจำเป็นลักษณะนิสัย เห็นได้ว่ามีความศรัทธา มีความเชื่อมั่นในการกระทำหรือการแสดงออก

(สุราษฎร์, 2553: 5-7)

จากระดับพิสัยของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมดังที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงได้นำมาประยุกต์ปรับใช้กับรายวิชาที่ทำการสอนโดยมีการวิเคราะห์วัตถุประสงค์ตามระดับของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งสามด้าน

2.5 แบบทดสอบ

เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดผลทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย หรือด้านความรู้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบว่าผู้เรียน เมื่อได้รับการเรียนการสอนแล้ว มีความรู้อยู่ในระดับใด เพื่อที่จะหาทางปรับปรุง แก้ไข พัฒนา และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ แต่การจะสร้างแบบทดสอบให้มีคุณภาพ ครูจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับลักษณะของแบบทดสอบ การวางแผน การสร้าง หลักการสร้าง การเลือกชนิดของแบบทดสอบให้เหมาะสมกับเนื้อหา และการนำผลจากการสอบไปใช้ปรับปรุงและสรุปผลการเรียน (อนุวัติ, 2558: 61)

2.5.1 ชนิดของแบบทดสอบ (Type of Items)

ในการแบ่งชนิดของแบบทดสอบนิยมแบ่งตามการตรวจให้คะแนน แบ่งได้ดังนี้

2.5.1.1 แบบปรนัย (Objective Test) ได้แก่

(1) แบบคำตอบสั้น (Short Answer) เช่น ให้คำตอบเดียว สัญลักษณ์ สูตร ตอบหลายคำ หรือเป็นวลี

(2) แบบจับคู่ (Matching)

(3) แบบถูก – ผิด (True – False)

(4) แบบเลือกตอบ (Multiple Choice)

แบบทดสอบแบบปรนัย มีการตรวจให้คะแนนที่แน่นอน ยุติธรรม มีความเที่ยงสูง เกณฑ์การให้คะแนนชัดเจนไม่ขึ้นอยู่กับคุณภาพของผู้ตรวจ

2.5.1.2 แบบอัตนัยหรือแบบเรียงความ (Essay or Subjective Test) ได้แก่

(1) แบบคำตอบสั้น หรือจำกัดคำตอบ (ตอบประมาณครึ่งหน้า)

(2) แบบเรียงความ (ตอบประมาณ 1 – 3 หน้า)

แบบทดสอบแบบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่ผู้สอบจะต้องรวบรวมจัดระเบียบความคิดในการตอบ นิยมใช้ในการวัดด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การตรวจให้คะแนนขึ้นอยู่กับคุณภาพของผู้ตรวจ

สำหรับเกณฑ์ในการพิจารณาว่าจะเลือกแบบทดสอบประเภทใด ขึ้นอยู่กับหลักเกณฑ์ดังนี้

(1) ความเหมาะสมระหว่างแบบของข้อสอบกับเนื้อหาแบบทดสอบ

(2) ความเหมาะสมกับสภาพการสร้างแบบทดสอบ

(3) ความเหมาะสมกับระบบตรวจข้อสอบ

(4) ความเหมาะสมกับคุณสมบัติสำคัญของแบบทดสอบ

(5) ความเหมาะสมกับการดำเนินการสอบ

2.5.2 การวางแผนสร้างแบบทดสอบ

การวางแผนสร้างแบบทดสอบที่ดี จะทำให้แบบทดสอบมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีความจำเป็นอย่างมาก ครูส่วนใหญ่จะละเลยในสิ่งนี้ ทำให้แบบทดสอบที่สร้างขึ้น อาจจะใช้ภาษาที่ไม่ดีมีความกำกวม ไวยากรณ์ไม่ถูกต้อง ไม่มีคำตอบที่ถูก หรือมีถูกมากกว่า 1 ข้อ บางครั้งถามเรื่องไร้สาระ กำหนดเวลาไม่เหมาะสมกับจำนวนข้อสอบ เป็นต้น

ดังนั้นก่อนที่จะทำการสร้างแบบทดสอบ ครูต้องคำนึงและวางแผนในสิ่งต่อไปนี้

(1) จุดมุ่งหมายของการสอบ ความรู้ เจตคติ และทักษะที่ต้องการวัด

(2) กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้อย่างชัดเจน

(3) สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

(4) วางแผนคัดเลือกข้อสอบที่ใช้

(5) กำหนดเวลาในการสอบ

(6) พิจารณาระดับความยาก และอำนาจจำแนกของข้อสอบ

(7) การจัดลำดับชนิดของข้อสอบต่าง ๆ

(8) ลักษณะการบันทึกคำตอบจะให้บันทึกในกระดาษคำตอบ หรือในตัวข้อสอบ

(9) วางแผนการตรวจข้อสอบปรนัย และอัตนัย

(10) การแปลผลคะแนน และการตัดเกรด

(11) การรายงานผลการสอบ

(12) การแจ้งให้นักศึกษาเตรียมตัวก่อนสอบ

สรุปได้ว่า การวางแผนสร้างแบบทดสอบ เริ่มจากการกำหนดจุดมุ่งหมายการสอบ ความรู้ ทักษะที่จะวัด การสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร การเลือกชนิดข้อสอบต้องคำนึงถึงความยาก และอำนาจจำแนกของข้อสอบ การจัดเรียงข้อสอบ การตรวจให้คะแนน การแปลผล การตัดสินผลการเรียน และการรายงานผล (อนุวัติ, 2558: 68)

สำหรับในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้เลือกใช้แบบทดสอบแบบปรนัย (Objective Test) ชนิดแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) มี 5 ตัวเลือกคือ ก ข ค ง และ จ

2.5.3 การสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

แบบทดสอบแบบเลือกตอบ เป็นแบบทดสอบที่นิยมใช้กันมาก สำหรับแบบทดสอบแบบปรนัย เพราะสามารถวัดความรู้ได้ทุกระดับพฤติกรรมของพุทธิพิสัย

2.5.3.1 หลักการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบ

(1) ข้อคำถามต้องกะทัดรัด ชัดเจน ถามเรื่องเดียว

(2) ใช้คำถามที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบ

(3) ไม่ควรใช้คำถามปฏิเสธ หรือปฏิเสธซ้อนกัน ถ้าใช้ควรขีดเส้นหรือพิมพ์เป็นตัวเน้น สำหรับคำที่เป็นปฏิเสธ

(4) ไม่ควรถามสิ่งที่นักศึกษาท่องจำจนคล่องปาก

(5) ควรหลีกเลี่ยงตัวเลือกประเภท ถูกทุกข้อ หรือ ไม่มีคำตอบที่ถูก

(6) ควรจัดเรียงตัวเลือกให้เป็นระบบ ตามความยาวของข้อความ

(7) ควรมีการกระจายตัวเลือกที่ถูก ไปตามตัวเลือกต่าง ๆ ไม่ควรมีตัวเลือกตัวใดตัวหนึ่งถูกมากกว่าตัวอื่น ๆ และไม่ควรเรียงตัวเลือกที่ถูกจัดเป็นระบบ เพราะจะทำให้เดาได้ง่าย

(8) ตัวลวงต้องมีความเป็นไปได้ หรือ เป็นตัวเลือกที่น่าเป็นคำตอบที่ถูก

(9) ควรหลีกเลี่ยงข้อสอบที่ให้ตัดสินใจว่าถูกผิด โดยที่ตัวเลือกในแต่ละตัวเลือกมีเหตุผล 2 ส่วน เช่น ส่วนที่ 1 เป็นจริง และอีกส่วนเป็นเท็จ (อนุวัติ, 2558: 81-84)

2.5.3.2 ข้อดีของข้อสอบแบบเลือกตอบ

(1) วัดได้ครอบคลุมทุกพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

(2) ใช้เวลาในการทดสอบไม่มากนัก

(3) ตรวจให้คะแนนได้ง่าย มีความเป็นปรนัยสูง

(4) เดาได้ยากกว่าข้อสอบแบบถูกผิด เพราะมีตัวเลือกหลายตัว

(5) นำไปวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบได้ง่าย

2.5.3.3 ข้อจำกัดของข้อสอบแบบเลือกตอบ

(1) ไม่ส่งเสริมการเขียน การแสดงความคิดเห็น

(2) ใช้เวลามากในการสร้างข้อสอบ

(3) การเขียนตัวเลือกที่ถูก และตัวลวงที่ดีนั้น ทำได้ยาก

2.5.3.4 การกำหนดจำนวนข้อของแบบทดสอบ (Number of Items)

ในทางปฏิบัติแล้วเราจะกำหนดจำนวนข้อของแบบทดสอบจากตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่สร้างขึ้น จำนวนข้อของแบบทดสอบจะขึ้นอยู่กับจำนวนเวลาในการทำแบบทดสอบ ถ้าจำนวนข้อของแบบทดสอบมากก็ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบมาก แต่ในทางปฏิบัติแล้วไม่มีใครทราบว่าเวลาที่เหมาะสมของข้อสอบแต่ละข้อควรเป็นเท่าใด ดังนั้นในการสร้างแบบทดสอบที่ดี จะต้องมีการทดลองสอบ (Pretest) โดยการกำหนดเวลาและจำนวนข้อสอบไปพลางก่อน แล้วให้จดเวลาที่นักศึกษา 90 % ทำแบบทดสอบนั้นเสร็จเอาไว้ แล้วจึงนำมาประมาณว่าถ้าสอบจริงมีข้อสอบกี่ข้อจะให้เวลาในการสอบเท่าไร หรือมีเวลาในการสอบเท่านี้จะใช้ข้อสอบจำนวนกี่ข้อ

2.5.3.5 การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

ในการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบจัดว่าเป็นส่วนสำคัญของการวางแผนสร้างแบบทดสอบ การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบหรือข้อสอบนั้น ผู้สร้างข้อสอบสามารถทำได้โดยการนำข้อสอบที่เขียนขึ้นมาไปทำการทดลองสอบ แล้วนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ว่ามีความเชื่อมั่น (Reliability) และความเที่ยงตรง (Validity) มากน้อยเพียงใด ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อสูงเป็นส่วนมากแล้ว คุณภาพทั้งฉบับจะมีแนวโน้มสูงตามไปด้วย แบบทดสอบที่ดีจะต้องมีลักษณะสำคัญดังนี้คือ

(1) ความเที่ยงตรง (Validity) เป็นคุณลักษณะของแบบทดสอบ ที่สามารถวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ตรงตามความมุ่งหมาย

(2) ความเชื่อมั่น (Reliability) คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบจะต้องมีความคงที่แน่นอน ไม่ว่าจะทำการสอบกี่ครั้ง ผลที่ได้ต้องคงเส้นคงวา

(3) ความยากของข้อสอบ (Difficulty) พอเหมาะไม่ยากหรือง่ายเกินไป ข้อสอบโดยทั่วไปควรมีระดับความยากง่ายตั้งแต่ 0.2 ถึง 0.8

(4) อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นลักษณะที่แบบทดสอบ สามารถจำแนก นักศึกษาออกตามความสามารถได้ ข้อสอบที่นักศึกษาตอบถูกหมดหรือผิดหมดจะเป็นข้อสอบที่ไม่มีอำนาจจำแนกไม่สามารถจำแนกคนเก่ง คนอ่อน ออกจากกันได้นั้น โดยมีค่าอำนาจจำแนก 0.2 ขึ้นไป

(5) ความเป็นปรนัย (Objectivity) ข้อสอบที่มีความเป็นปรนัย ต้องเป็นข้อสอบที่มีคุณสมบัติ 3 ประการดังนี้

ก. มีความแจ่มชัดในคำถาม ผู้สอบอ่านคำถามแล้วเข้าใจตรงกันไม่ตีความไปคนละประเด็น เข้าใจคำถามว่าผู้ถามต้องการถามอะไร

ข. การตรวจให้คะแนนตรงกัน ไม่ว่าใครจะเป็นผู้ตรวจหรือตรวจเมื่อใดก็ย่อมได้ค่าคะแนนที่ตรงกัน

ค. แปลความหมายคะแนนตรงกัน

2.6 แบบทดสอบวัดผลภาคปฏิบัติ

สุราษฎร์ (2552: 109-110) ได้ให้ข้อเสนอแนะในการสร้างแบบทดสอบวัดผลภาคปฏิบัติไว้ดังนี้

ข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในการทำงานหรือการปฏิบัติงานนั้น นอกจากจะต้องมีใบงาน (Job Sheet) หรือคำสั่งให้ปฏิบัติงานที่ชัดเจนแล้ว เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จัดให้ผู้สอบแต่ละคนใช้ ควรจะต้องมีลักษณะและคุณภาพเช่นเดียวกัน ส่วนเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลทางด้านกิจนิสัยของผู้เรียนนั้น จะต้องให้รายละเอียดเกี่ยวกับการแสดงออกของผู้เรียนที่แท้จริงได้ดีมาก ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วอาจต้องใช้เครื่องมือหลาย ๆ อย่างประกอบกัน เช่น บันทึกพฤติกรรมบุคคล แบบสังเกตการณ์ ซึ่งอาจทำเป็น Check List และหรือ Rating Scale สำหรับเก็บข้อมูลพฤติกรรมผู้เรียน เป็นต้น

ข้อสอบที่ใช้วัดผลภาคปฏิบัติ คือ ข้อสอบที่ผู้เรียนจะต้องลงมือทำกันจริง ๆ ซึ่งจะทำให้ข้อมูลที่ชัดเจนว่า หลังจากการเรียนการสอนหรือการฝึกหัดจบลงเรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนมีความสามารถอยู่ในระดับไหน จึงมีข้อควรระวังอยู่ที่ว่าข้อสอบผลภาคปฏิบัติ เป็นคนละอย่างกับการสั่งงานในขั้น Application ซึ่งเป็นการฝึกหัดทักษะภาคปฏิบัติในระหว่างการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP ข้อสอบวัดผลภาคปฏิบัติจะต้องวัดผลผู้เรียนได้ครบทั้งกระบวนการในการทำงาน ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่การวัดความรู้ในการทำงาน การเตรียมงาน การทำงานที่กำหนดให้ และพิจารณาดูผลงานที่ทำด้วย ดังนั้นจึงไม่น่าแปลกใจว่าบางครั้งก่อนที่จะลงมือปฏิบัติจริง

จะต้องมีการวัดผลภาคทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทำงานนั้น ๆ รวมอยู่ด้วยสำหรับตัวข้อสอบภาคปฏิบัตินั้น ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยรูปแบบ แบบงาน วัสดุที่ใช้ทำ ชิ้นงานขนาดวัตถุดิบที่จะทำชิ้นงาน คำสั่ง รวมถึงข้อควรระวังต่าง ๆ ที่จะให้ผู้เรียนลงมือทำ อยู่ในเอกสารเพียงหน้าเดียวก็ได้ ทั้งนี้ข้อสอบภาคปฏิบัติมีลักษณะอย่างไรก็ขึ้นอยู่กับว่างานที่จะให้ผู้เรียนปฏิบัตินั้นเป็นอะไร

อย่างไรก็ดี ข้อสอบวัดผลทางปฏิบัตินั้น จำเป็นต้องใช้วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ร่วมด้วย ฉะนั้นสิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาถึงอยู่เสมอ ก็คือ (1) เครื่องไม้เครื่องมือในการสอบของผู้สอบแต่ละคนควรเป็นแบบเดียวกันหรือมีคุณภาพใกล้เคียงกันดีมาก การปฏิบัติการสอบควรจะอยู่ภายในอาณาบริเวณการทำงานที่เหมือน ๆ กัน และ (2) ในการสอบครูจะต้องสังเกตการณ์ทำงานของผู้สอบโดยใกล้ชิด ดังนั้นตัวข้อสอบภาคปฏิบัติอาจต้องมีเครื่องมือช่วยเก็บข้อมูลอย่างอื่นสำหรับครูใช้ควบคู่กันไปด้วย เช่น แบบประเมินผลงาน เป็นต้น

จากการสร้างแบบทดสอบวัดผลภาคปฏิบัติ สรุปได้ว่า ในแบบทดสอบจะต้องประกอบไปด้วย ใบงาน (Job Sheet) หรือคำสั่งให้ปฏิบัติงานที่ชัดเจน เวลาในการปฏิบัติงานรูปภาพแบบงาน วัสดุที่ใช้ทำ ชิ้นงาน ขนาดวัตถุดิบที่จะทำชิ้นงาน คำสั่ง รวมถึงข้อควรระวังต่าง ๆ ที่จะให้ผู้เรียนลงมือทำอยู่ในเอกสารเพียงหน้าเดียวก็ได้ ทั้งนี้ข้อสอบภาคปฏิบัติมีลักษณะอย่างไรก็ขึ้นอยู่กับว่างานที่จะให้ผู้เรียนปฏิบัตินั้นเป็นอะไรหรือขึ้นอยู่กับรายวิชานั้น ๆ

ใบงาน (Job Sheet) เป็นเอกสารที่กำหนดรูปแบบ วิธีการ เงื่อนไขต่าง ๆ ในการปฏิบัติเพื่อฝึกนักศึกษาให้มีสมรรถนะตามวัตถุประสงค์การสอนที่ได้ กำหนดไว้

2.6.1 การสร้างใบงาน ใช้ในช่วงการฝึกหัดปฏิบัติ ซึ่งเป็นช่วงที่ผู้เรียนผ่านการตรวจสอบทฤษฎีหัวงาน ที่เกี่ยวข้องมาแล้ว โดยการสร้างมีข้อพิจารณาถึง ดังนี้

1. แบบงานที่กำหนดไว้ในใบงาน (Job Sheet) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะตามวัตถุประสงค์การสอนของงาน (Job) นั้น (ตรวจสอบดูว่าครบถ้วนหรือไม่)

2. ระดับของการฝึกทักษะ เกี่ยวข้องกับความถี่และจำนวนครั้งในการฝึก จะต้องพิจารณาถึงระยะเวลาและปริมาณวัสดุที่ใช้ในการฝึกร่วมด้วย

3. รายการฝึกทักษะที่จะตรวจสอบ และวิธีการปรับแต่งการฝึกปฏิบัติในใบงาน (Job Sheet) ที่ได้ออกแบบมานั้น สามารถปฏิบัติ หรือดำเนินการได้ง่าย

4. ความต่อเนื่องของการฝึกทักษะ ผลงานหรือชิ้นงานที่เกิดจากการฝึกทักษะจะต้องมีการวางแผนใช้อย่างประหยัดหรือใช้งานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

5. การปฏิบัติงานตามใบงาน (Job Sheet) ที่ออกแบบมานั้น มีความปลอดภัยเป็นที่น่าเชื่อถือได้

ใบงาน (Job Sheet) เป็นเอกสารที่สร้างไว้ เพื่อให้ผู้เรียนใช้ในการฝึกปฏิบัติหรือวัดพฤติกรรมทางด้านทักษะพิสัย หรือความสามารถการใช้กล้ามเนื้อ (สุราษฎร์, 2553: 95)

2.6.2 การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ

สุราษฎร์ (2530: 173-177) กล่าวว่าสิ่งที่จะวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติของนักศึกษาจะประกอบด้วย การวัดและประเมินผลความสามารถในการเตรียมงาน ความสามารถในการปฏิบัติงาน และคุณภาพของผลงานหรือชิ้นงานที่ได้ การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติน้ำหนักส่วนใหญ่จะอยู่ที่ภาคปฏิบัติและผลงานที่ทำออกมา แต่ในบางงานอาจจะต้องมีการตรวจสอบความรู้ในการเตรียมงาน ความรู้ที่ใช้ทำงาน ตลอดจนการวัดตรวจสอบความตระหนัก ความรับผิดชอบ ในการทำงานด้วย ดังนั้นในการสร้างใบประเมินผลส่วนใหญ่จะมีรายการวัดผลและประเมินผลดังนี้

1. ในด้านความรู้ความเข้าใจเนื้อหาทางด้านทฤษฎี เป็นการวัดเนื้อหาความรู้ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับการปฏิบัติงานไปใช้ เช่น การอ่านแบบวงจรในใบงาน การอ่านทำความเข้าใจไดอะแกรม สัญลักษณ์ การเตรียมงาน การวิเคราะห์งาน เป็นต้น

2. ในด้านความสามารถในการปฏิบัติงาน เป็นการตรวจสอบตั้งแต่เริ่มเตรียมงานการทำงานตามขั้นตอน ความถูกต้องและความปลอดภัยในการใช้เครื่องจักร เครื่องมืออุปกรณ์ รวมถึงการดูแลรักษา ระยะเวลาในการทำงานตั้งแต่ต้นจนกระทั้งสำเร็จและอาจพิจารณาถึงทางด้านเจตคติในการทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วย

3. ด้านคุณภาพของผลงานหรือชิ้นงาน เป็นการตรวจสอบความเที่ยงตรงของงานเช่น รูปแบบ ขนาด รูปร่าง มาตราส่วน เป็นต้น รวมถึงลักษณะการทำงาน หรือการใช้งานว่ามีความสมบูรณ์ขนาดไหน ซึ่งการพิจารณาถึงคุณภาพของชิ้นงาน หรือผลงานที่ทำได้

2.6.2.1 การให้คะแนนงานปฏิบัติ

สุราษฎร์ (2552: 114-115) กล่าวว่าการให้คะแนนและประเมินผลงานปฏิบัติทำได้ 2 ลักษณะ คือ การพิจารณาจุดต่าง ๆ แล้วให้คะแนน และใช้โปรแกรมตรวจสอบแล้วให้คะแนน ซึ่งมีหลักการให้คะแนนดังนี้

1. โดยการพิจารณาแล้วให้คะแนน (Subjective Valuation) เป็นการให้คะแนนโดยอาศัยการสังเกต ใช้ความคิดเห็น สอบถาม พิจารณาจุดที่วัดผล เช่น การเตรียมอุปกรณ์ การใช้เครื่องจักร ความรับผิดชอบ ความสะอาด ความสำเร็จ ของงาน คุณภาพการใช้งานเป็นต้น ดังปรากฏในตารางที่ 2.2

2. โดยการเปรียบเทียบแล้วให้คะแนน (Objective Valuation) เป็นการให้คะแนนโดยพิจารณาที่รูปแบบของงาน (หรือมาตราส่วน) จุดที่วัด เช่น ความถูกต้องของวงจร การกำหนดสัญลักษณ์ หน้าสัมผัส รูปแบบของวงจร เป็นต้น ดังปรากฏในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบ Subjective Valuation

คะแนน	คุณภาพผลงาน
5	ผลงานดีมาก ผลงานถูกต้องทั้งหมด
4	ผลงานดี ผลงานใช้ได้
3	ผลงานดีพอใช้ ลักษณะพอใช้
2	ผลงานพอใช้
1	ผลการปฏิบัติงานต้องปรับปรุง

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบ Objective Valuation

คะแนน	คุณภาพผลงาน
5	รูปแบบของวงจร ที่กำหนดให้ ถูกต้องทั้งหมด
4	รูปแบบของวงจรผิดไม่เกิน ± 25%
3	รูปแบบของวงจรผิดไม่เกิน ± 50%
2	รูปแบบของวงจรผิดเกิน ± 50%
1	กรณีทำได้บ้างบางส่วน

2.6.2.2 การวัดและประเมินผลของใบงาน

การวัดและประเมินผลของใบงาน ควรครอบคลุมทุกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย โดยเน้นรูปแบบวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่มีความหลากหลาย ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยผู้สอนควรจัดเตรียมเนื้อหาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้อยู่ในรูปแบบของชุดการสอน ชุดการฝึกประสบการณ์ เพื่อเป็นคู่มือแนวทางปฏิบัติให้แก่นักศึกษา การฝึกปฏิบัติของนักศึกษาควรดำเนินการอย่างต่อเนื่อง โดยผู้สอนให้การดูแลอย่างใกล้ชิด มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนตามความสำคัญของเนื้อหาตามมาตรฐานและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตามรูปแบบของ RUBRIC SCORE ดังปรากฏในตารางที่ 2.4
(วิทยา และอำนาจ, 2556: 2)

สำหรับในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้เลือกใช้ใบงานและเฉลยใบงานในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ และการวัดความสามารถทางด้านทักษะการใช้กล้ามเนื้อหรือทักษะพิสัย ของนักศึกษาที่ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์และหน่วยการสอนประกอบ

ตารางที่ 2.4 เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบ Rubric Score

ระดับคะแนน			
ดีมาก	**ดี**	**พอใช้**	**ปรับปรุง**
20	14	8	2
15	11	6	2
10	7	4	1
5	3	2	1

2.7 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึก

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกได้มีนักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไว้ดังนี้

ประภาพรรณ เส็งวงศ์ (2550) ได้ให้แนวทางการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกที่สร้างขึ้นได้ให้หลักการไว้ 3 ข้อ ดังนี้

1. เกณฑ์กำหนดด้านความรู้ความจำ E_1/E_2 มีค่า 80/80 ขึ้นไป
2. เกณฑ์ที่กำหนดด้านทักษะปฏิบัติ E_1/E_2 มีค่า 70/70 ขึ้นไป
3. ค่า E_1/E_2 ต้องไม่แตกต่างกันเกินร้อยละ 5

ศ.ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ได้ให้ความหมายและอธิบายถึงการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดฝึกไว้ดังนี้

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดฝึกที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เป็นระดับที่ผู้ผลิตชุดการสอนพึงพอใจ หากชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่าชุดการสอนนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอน และคุ้มค่ากับการลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ ทำโดยการประเมินผลพฤติกรรมผู้เรียน ซึ่งประเมินออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่องจะเป็นการกำหนดค่าของประสิทธิภาพ E_1 ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้ายจะกำหนดค่าเป็น E_2 คือประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่องเป็นการประเมินผลพฤติกรรมย่อย หลายพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง เรียกว่ากระบวนการ (Process) ของผู้เรียนโดยสังเกตจากรายงานกลุ่ม การรายงานบุคคลหรือจากการปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนทำกิจกรรมอื่น ๆ ที่ครูผู้สอนได้กำหนดไว้ ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้ายเป็นการประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียนโดยพิจารณาจากผลการสอบหลังเรียน และสอบปลายปีและปลายภาค

ประสิทธิภาพของชุดฝึก จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ครูผู้สอนคาดว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยคะแนนการทำงานและการปฏิบัติกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ผลการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด สรุปแล้วหมายถึง E_1 และ E_2 คือประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (ชัยยงค์, 2551)

จากหลักการและการกำหนดเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของชุดฝึก ที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ไว้ ผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์เข้าด้วยกัน เพื่อให้เหมาะสมกับรายวิชาที่ผู้วิจัยทำการสอน โดยมีหลักการในการหาประสิทธิภาพชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์และหน่วยการสอนประกอบ ที่ได้ประเมินตามเกณฑ์ที่กำหนด ไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 80/80 ซึ่งมีความหมาย ดังนี้

80 ตัวหลัง (E_1) หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 80 ของคะแนน ที่นักศึกษาทำได้ ระหว่างการเรียนจากแบบฝึกหัด ใบงาน และแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 140 คะแนน ที่นักศึกษาทำได้ จากการเรียนด้วยแผนจัดการเรียนรู้จำนวน 4 หน่วย และชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์และ รายวิชานิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104 มีค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

80 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 80 ของคะแนนที่นักศึกษาทำได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน จากแบบทดสอบภาคทฤษฎี และแบบทดสอบภาคปฏิบัติ จำนวน 75 คะแนน ที่นักศึกษาทำได้หลังเรียน จากการเรียนด้วยแผนจัดการเรียนรู้จำนวน 4 หน่วย และชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล รายวิชานิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104 มีค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

2.8 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 สาขาวิชาไฟฟ้า

ด้วยสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้ใช้หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า มีรายละเอียดของหลักสูตรดังนี้

2.8.1 จุดประสงค์สาขาวิชา

1. เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะด้านภาษาการสื่อการ ทักษะการคิดและการแก้ไขปัญหาและทักษะสังคมและการดำรงชีวิตในการพัฒนาตนเองและวิชาชีพ

2. เพื่อให้มีความเข้าใจและสามารถประยุกต์ใช้หลักการบริหารและจัดการวิชาชีพการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและหลักการของงานอาชีพที่สัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการพัฒนาวิชาชีพช่างไฟฟ้าให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าของเศรษฐกิจ สังคมและเทคโนโลยี

3. เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการและกระบวนการทำงานในกลุ่มงานพื้นฐานเพื่อประยุกต์ใช้ความรู้ทักษะ ประสบการณ์และเทคโนโลยีพัฒนางานอาชีพ วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ทาง

ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ด้วยทฤษฎีและปฏิบัติ การออกแบบ เขียนแบบและประมาณราคา

4. เพื่อให้สามารถออกแบบ วิเคราะห์ แก้ปัญหาในงานติดตั้ง ควบคุมระบบไฟฟ้า เครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

5. เพื่อให้สามาปฏิบัติงานติดตั้ง ซ่อมบำรุง ทดสอบ ควบคุมระบบไฟฟ้า เครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

6. เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานด้านเทคนิคในสถานประกกอบการและประกอบอาชีพอิสระ รวมทั้งการใช้ความรู้และทักษะเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อระดับสูงขึ้นได้

7. เพื่อให้มีเจตคติที่ดี ต่องานนอาชีพ มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ ซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบวินัย เป็นผู้มีความรับผิดชอบต่อสังคม สิ่งแวดล้อม ต่อต้านความรุนแรงและสารเสพติด

2.8.2 มาตรฐานการศึกษาวิชาชีพ

คุณภาพของผู้สำเร็จการศึกษาระดับคุณวุฒิการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาอุตสาหกรรมสาขาวิชาไฟฟ้า ประกอบด้วย

1. ด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

1.1 ด้านคุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพ ได้แก่ ความเสียสละ ความซื่อสัตย์สุจริต ความกตัญญูกตเวที ความอดกลั้น การละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน การมีจิตสำนึกและเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพและสังคม ภูมิใจและรักษาเอกลักษณ์ของชาติไทย เคารพกฎหมาย เคารพสิทธิของผู้อื่น ประพฤติปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของตนเองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีจิตสาธารณะและจิตสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม

1.2 ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ได้แก่ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความรักสามัคคี มีมนุษย์สัมพันธ์ ความเชื่อมั่นในตนเอง สนใจใฝ่รู้ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ขยัน ประหยัด พึ่งตนเอง ต่อต้านความรุนแรงและการทุจริต ปฏิบัติตนและปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ความปลอดภัย อาชีวอนามัย การอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

2.8.3 ด้านสมรรถณะแกนกลาง

2.8.3.1 ด้านความรู้ ได้แก่

- หลักการใช้ภาษาและเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการสื่อสาร
- หลักการใช้ภาษาและเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการสื่อสาร
- หลักการใช้เหตุผล การวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและการจัดการ
- หลักการดำรงตนและอยู่ร่วมกันกับผู้อื่นในสังคม
- หลักการปรับตัวและการดำเนินชีวิตในสังคมสมัยใหม่

2.8.3.2 ด้านทักษะ ได้แก่

- ทักษะการสื่อสารและการเรียนรู้โดยใช้ภาษาและเทคโนโลยีสารสนเทศ
- ทักษะการวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและการจัดการโดยใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
- ทักษะทางสังคมและการดำรงชีวิตตามหลักศาสนาวัฒนธรรมและความเป็นพลเมืองและหลักการพัฒนาบุคลิกภาพและสุขอนามัย

2.8.3.3 ด้านความสามารถในการประยุกต์ใช้และความรับผิดชอบ ได้แก่

- สื่อสารโดยใช้ภาษาไทย ภาษาต่างประเทศและเทคโนโลยีสารสนเทศในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ
- แก้ไขปัญหาและพัฒนางานอาชีพโดยใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
- ปฏิบัติตนตามหลักศาสนา วัฒนธรรม ค่านิยม คุณธรรม จริยธรรมทางสังคมและสิทธิหน้าที่พลเมือง
- พัฒนาบุคลิกภาพ สุขอนามัยและคุณลักษณะเหมาะสมกับการปฏิบัติงานอาชีพและการอยู่ร่วมกับผู้อื่น

2.8.4 ด้านสมรรถนะวิชาชีพ

2.8.4.1 ด้านความรู้ ได้แก่

- หลักทฤษฎีและเทคนิคเชิงลึกภายใต้ขอบเขตของงานอาชีพ
- หลักการวิเคราะห์ ตัดสินใจ วางแผนและแก้ไขปัญหา
- หลักการประสานงาน ประเมินการปฏิบัติงานและบริหารจัดการงานอาชีพ
- หลักการด้านความปลอดภัยและข้อกำหนดกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการงานอาชีพ
- หลักการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้และพัฒนางานอาชีพ

2.8.4.2 ด้านทักษะ ได้แก่

- ทักษะการเลือกและประยุกต์ใช้วิธีการ เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน
- ทักษะการคิด วิเคราะห์และแก้ปัญหาในการปฏิบัติงาน
- ทักษะการวางแผน การบริหารจัดการ การประสานงานและการประเมินผลการปฏิบัติงานอาชีพ
- ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต

- ทักษะด้านสุขภาวะและความปลอดภัยตามระเบียบข้อบังคับที่เชื่อมโยงกันในการปฏิบัติงาน

2.8.4.3 ด้านความสามารถในการประยุกต์ใช้และความรับผิดชอบ ได้แก่

- วางแผน ดำเนินงานตามหลักการและกระบวนการ โดยคำนึงถึงการบริหารงานคุณภาพการอนุรักษ์พลังงาน ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม หลักอาชีวอนามัยและความปลอดภัย และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง
- ปฏิบัติงานอาชีพช่างไฟฟ้า ตามหลักการและแบบแผนที่กำหนด โดยใช้/เลือก/ปรับ ใช้กระบวนการปฏิบัติงานที่เหมาะสม
- เลือกใช้และบำรุงรักษาเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ในงานอาชีพตามหลักการและกระบวนการโดยคำนึงถึงความประหยัดและปลอดภัย
- ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ เพื่อพัฒนาและสนับสนุนงานอาชีพ

2.8.5 สาขางานไฟฟ้าควบคุมทางอุตสาหกรรม

- ตัดสินใจ วางแผนและแก้ไขปัญหาที่ไม่คุ้นเคยหรือซับซ้อนและเป็นนามธรรมในงานอาชีพไฟฟ้าการควบคุมทางอุตสาหกรรม ที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมในบางเรื่อง
- ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะทางวิชาชีพเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาและการปฏิบัติงานทางไฟฟ้าการควบคุมทางอุตสาหกรรม
- บริการจัดการ ประสานงานและประเมินผลการปฏิบัติงานอาชีพไฟฟ้าการควบคุมทางอุตสาหกรรม
- ออกแบบและควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
- ตรวจสอบ ซ่อมและบำรุงรักษาระบบควบคุมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

2.8.6 สาขางานไฟฟ้ากำลัง

- ตัดสินใจ วางแผนและแก้ไขปัญหาที่ไม่คุ้นเคยหรือซับซ้อนและเป็นนามธรรมในงานอาชีพไฟฟ้ากำลัง ที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมในบางกรณี
- ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะทางวิชาชีพเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาและการปฏิบัติงานไฟฟ้า
- บริหารจัดการ ประสานงานและประเมินผลการปฏิบัติงานอาชีพไฟฟ้ากำลังด้วยตนเอง
- ออกแบบ ติดตั้งระบบไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าสื่อสารของอาคาร โรงงาน

- ตรวจสอบ ซ่อมและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า

2.8.7 สาขางานเทคโนโลยีอุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้า

-ตัดสินใจ วางแผนและแก้ไขปัญหาที่ไม่คุ้นเคยหรือซับซ้อนและเป็นนามธรรมในงานอาชีพเทคโนโลยีอุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้า ที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมบางเรื่อง
-ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะทางวิชาชีพเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาและการปฏิบัติงานเทคโนโลยีอุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้า
-บริหารจัดการ ประสานงานและประเมินผลการปฏิบัติงานอาชีพเทคโนโลยีอุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้าด้วยตนเอง
-ทดสอบและวิเคราะห์เครื่องจักรและอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้า
-ติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้า
-ซ่อม บำรุงรักษาและบริการเครื่องจักรและอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้า
-ออกแบบเครื่องทำความเย็นในอุตสาหกรรม
-ตรวจซ่อมเครื่องทำความเย็นในอุตสาหกรรม

2.8.8 สาขางานเทคโนโลยีระบบส่งไฟฟ้า

-ตัดสินใจ วางแผนและแก้ไขปัญหาที่ไม่คุ้มเคยหรือซับซ้อนและเป็นนามธรรมในงานอาชีพเทคโนโลยีระบบส่งไฟฟ้า ที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมในบางเรื่อง
-ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะทางวิชาชีพเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาและการปฏิบัติงานเทคโนโลยีระบบส่งไฟฟ้า
-บริหารจัดการ ประสานงานและประเมินผลการปฏิบัติงานอาชีพเทคโนโลยีระบบส่งไฟฟ้าด้วยตนเอง
-บำรุงรักษางานสายส่งไฟฟ้า
-บำรุงรักษาสถานีไฟฟ้า

2.8.9 โครงสร้างหลักสูตรสาขาวิชาไฟฟ้า

ผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า ต้องศึกษารายวิชาในหมวดวิชาต่าง ๆ รวมไม่น้อยกว่า 83 หน่วยกิต และเข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตร ดังโครงสร้างดังต่อไปนี้

1. หมวดวิชาสมรรถนะแกนกลาง	**ไม่น้อยกว่า 21 หน่วยกิต**
1.1 กลุ่มวิชาภาษาไทย	(ไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต)
1.2 กลุ่มวิชาภาษาต่างประเทศ	(ไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต)
1.3 กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์	(ไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต)

1.4 กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ (ไม่น้อยกว่า 3 หน่อยกิต)

1.5 กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์ (ไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต)

1.6 กลุ่มวิชามนุษย์ศาสตร์ (ไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต)

2. หมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ ไม่น้อยกว่า 56 หน่วยกิต

2.1 ลุ่มสมรรถนะวิชาชีพพื้นฐาน (15 หน่วยกิต)

2.2 กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะ (21 หน่วยกิต)

2.3 กลุ่มสมรรถนะวิชาเลือก (ไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต)

2.4 ฝึกประสบการณ์สมรรถนะวิชาชีพ (4 หน่วยกิต)

2.5 โครงการพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพ (4 หน่วยกิต)

3. หมวดวิชาเลือกเสรี ไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต

4. กิจกรรมเสริมหลักสูตร (2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)

รวมไม่น้อยกว่า 83 หน่วยกิต

โครงสร้างนี้สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ในประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า หรือเทียบเท่า

ตามโครงสร้างของหลักสูตรนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ต้องศึกษาวิชาในหมวดวิชาทักษะวิชาชีพ กลุ่มทักษะวิชาชีพเลือก ไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต ซึ่งจากโครงสร้างของหลักสูตรนักศึกษาต้องเรียนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104 จำนวน 3 หน่วยกิต ทฤษฎี 2 ชั่วโมง ปฏิบัติ 2 ชั่วโมง รวม 4 ชั่วโมง ต่อสัปดาห์ เวลาเรียนทั้งหมด 18 สัปดาห์ โดยมีรายละเอียดของรายวิชาดังนี้

2.8.10 จุดประสงค์รายวิชา

1. เข้าใจหลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์ ระบบไฮดรอลิกส์ และระบบควบคุมอัตโนมัติ
2. สามารถออกแบบ ติดตั้ง บำรุงรักษาระบบนิวแมติกส์และระบบไฮดรอลิกส์ทั้งแบบเชิงกล และแบบไฟฟ้า
3. มีเจตคติที่ดีในการสืบค้นความรู้เกี่ยวกับการทำงานของระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ และมีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความรอบคอบและปลอดภัย

2.8.11 สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับ หลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์ ระบบไฮดรอลิกส์และระบบควบคุมอัตโนมัติ
2. ออกแบบ ติดตั้ง บำรุงรักษาระบบนิวแมติกส์ ระบบไฮดรอลิกส์แบบเชิงกลตามเงื่อนไขของงาน

3. ออกแบบ ติดตั้ง บำรุงรักษาระบบนิวแมติกส์ ระบบไฮดรอลิกส์ แบบไฟฟ้า ตามเงื่อนไขของงาน

2.8.12 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับ การออกแบบ และติดตั้งระบบนิวแมติกส์ หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์ อุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์ ปั๊มลม วาล์ว อุปกรณ์ทำงานรวมทั้งระบบสุญญากาศ การเขียนผังวงจรนิวแมติกส์และแสดงการเคลื่อนที่ การออกแบบ และเขียนวงจรนิวแมติกส์แบบทำงานต่อเนื่อง อุปกรณ์ไฟฟ้า และโซลินอยด์วาล์ว การออกแบบ และเขียนวงจรนิวแมติกส์ควบคุมการทำงานด้วยรีเลย์ไฟฟ้า และโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC) การบำรุงรักษา และแก้ไขปัญหาของระบบนิวแมติกส์

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับ การออกแบบ และติดตั้งระบบไฮดรอลิกส์ หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบไฮดรอลิกส์ อุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิกส์ น้ำมันไฮดรอลิกส์ ชุดต้นกำลัง วาล์ว อุปกรณ์ทำงาน การเขียนผังวงจรไฮดรอลิกส์ การออกแบบและเขียนวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยรีเลย์ไฟฟ้า และโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC) การบำรุงรักษาและแก้ไขปัญหาของระบบไฮดรอลิกส์

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ เป็นการสร้างนวัตกรรมทางการศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้ง่ายขึ้น จากการศึกษาผลการวิจัยที่สมควรกล่าวถึงมีดังนี้

มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสตีมศึกษาเพื่อการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัวเรา การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดฝึกสตีมศึกษาเพื่อการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัวเรา 2) วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะ และ 3) ศึกษาระดับความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานหลังจากที่ได้เรียนจากการพัฒนา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 26 คน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดฝึกทักษะนี้มีประสิทธิภาพ 80.76/81.54 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน หลังจากที่ได้เรียนโดยใช้แบบประเมินตามสภาพจริง (แบบวัดแบบคะแนนรูบริค Scoring Rubric) อยู่ในระดับดี

อนิวรรตน์ พลรักษ์ (2556) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง ไมโครคอนโทรลเลอร์ และการประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์พื้นฐาน การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาประเด็นของปัญหาในการเรียนรู้เรื่องไมโครคอนโทรลเลอร์ 2) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างชุดฝึกอบรม ประกอบด้วย แผนการจัดฝึกอบรมระยะเวลา 2 วัน รวม 12 ชั่วโมง คู่มือการฝึกอบรม ประกอบด้วยใบเนื้อหา และใบงาน ชุดทดลองหุ่นยนต์พื้นฐาน โปรแกรมนำเสนอ และแบบทดสอบ 3) ทำการประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน และ 4) นำไปใช้กับกลุ่มทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพและความพึงพอใจกับกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพโคกสำโรง จำนวน 20 คน

ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดฝึกอบรมมีประสิทธิภาพ 78.16/75.00 พบว่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 แต่อยู่ในช่วงระดับประสิทธิภาพที่ยอมรับได้ สามารถนำชุดฝึกอบรมนี้ไปใช้ในการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปัญญา ไผ่ทอง (2550) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่องการตัดเฉือนด้วยแม่พิมพ์กดตัด การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องการตัดเฉือนด้วยแม่พิมพ์กดตัด ซึ่งเป็นหัวข้อหนึ่งของวิชาการออกแบบแม่พิมพ์โลหะ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดการสอน เรื่องการตัดเฉือนด้วยแม่พิมพ์กดตัด ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.80/80.60 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสถิติที (t-test) พบว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

สมเกียรติ ยาประเสริฐ (2554) งานวิจัยเรื่อง ชุดฝึกการวิเคราะห์อาการเสียของโปรแกรมควบคุมพีแอลซี การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) สร้างชุดฝึกการวิเคราะห์อาการเสียของโปรแกรมควบคุมพีแอลซี 2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเมื่อใช้ชุดฝึกที่พัฒนาขึ้น 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกการวิเคราะห์อาการเสียของโปรแกรมพีแอลซี แล้วนำไปทดลองใช้กับนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี จำนวน 30 คน แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าสถิติต่าง ๆ

ผลการวิจัยปรากฏว่าได้ชุดฝึกมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.22/80.78 และพบว่าคะแนนผลการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปได้ว่าชุดฝึกที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สมพล บุญญสุวรรณโณ (2545) ได้ทำการวิจัยเรื่องชุดฝึกอบรม เรื่องการออกแบบระบบไฟฟ้าภายในอาคารด้วย EIB ผลการวิจัยปรากฏว่าประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เมื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ 1 มีประสิทธิภาพ 91.54/89.73 และผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าของ

ผู้ผ่านการฝึกอบรมสูงขึ้นจริงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ t-test ระดับความเชื่อมั่น .01 และเมื่อนำชุดฝึกอบรมไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเป็น 90.00/82.40 พร้อมทั้งผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าของผู้ผ่านการฝึกอบรมสูงขึ้นจริง อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ t-test ระดับความเชื่อมั่น .01 แสดงให้เห็นว่าชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการฝึกอบรมกับประชากรเป้าหมายที่กำหนดได้

พรจิต ประทุมสุวรรณ (2545) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนไฮดรอลิกส์ไฟฟ้า เรื่องการควบคุมแบบวงรอบปิด ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพทางภาคทฤษฎี 82.28/80.96 และประสิทธิภาพทางภาคปฏิบัติ 83.54/81.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ และหลังจากเรียนด้วยชุดการสอนที่สร้างขึ้นผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พงษ์ศิลป์ แก้วรัตนศรีโพธิ์ (2543) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่องงานไฟฟ้าหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยรังสิต ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้น 6 หัวเรื่องประกอบด้วย แผนการเรียนการสอน จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 75 ข้อ ใบเนื้อหา 71 หน้า แบบทดสอบหลังเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 70 ข้อ ชุดสาธิต 11 แผง แผ่นใส 75 แผ่น นำไปประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ปรากฏผลในระดับใช้ได้ ซึ่งชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่องงานไฟฟ้าที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.77/84.36 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกลและอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมีและสิ่งแวดล้อม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เฉลิมวุฒิ ยุทธไชย (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างชุดการสอนระบบควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอลโทรลเลอร์ สำหรับนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้า ชั้นปีที่ 3 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ ชุดการสอนระบบควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอลโทรลเลอร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดการสอนอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยรวม 4.12, S.D. = 0.619) คิดเป็นร้อยละ 83.4 ความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดการสอนอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยรวม 4.11, S.D. = 0.337) คิดเป็นร้อยละ 82.4 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80

ณัฏฐ์ สิริวรรธนานนท์ (2561) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบศูนย์การเรียนด้วยฐานประสบการณ์เพื่อการเรียนการสอนนิวแมติกส์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพรูปแบบศูนย์การเรียนด้วยฐานประสบการณ์เพื่อการเรียนการสอนนิวแมติกส์ และ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการเรียนด้วยรูปแบบศูนย์การเรียนที่พัฒนาขึ้นกับการสอนปกติ

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ในปีการศึกษา 2561 ชั้นปีที่ 2 โดยแบ่งออกเป็น กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 22 คน โดยเลือกแบบเจาะจงการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบศูนย์การเรียนที่พัฒนาขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 12 ท่าน รูปแบบประกอบด้วย 5 องค์ประกอบดังนี้ องค์ประกอบที่ 1 วิเคราะห์ฐานประสบการณ์ องค์ประกอบที่ 2 สร้างเครื่องมือในฐานประสบการณ์ องค์ประกอบที่ 3 การพัฒนาประสบการณ์ องค์ประกอบที่ 4 การประเมินผลในแต่ละฐานประสบการณ์ และ องค์ประกอบที่ 5 การทดสอบการประยุกต์ใช้ประสบการณ์

ผลการประเมินพบว่า องค์ประกอบทั้ง 5 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก การหาประสิทธิภาพของรูปแบบศูนย์การเรียนด้วยฐานประสบการณ์ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 81.82/84.72 ผลการทดสอบผู้เรียนผ่านจำนวน 18 คน จาก 22 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วย ไท-สแควร์ พบว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบศูนย์การเรียนที่พัฒนาขึ้นผ่านเกณฑ์การสอบมากกว่า ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และ การทดสอบผลสัมฤทธิ์ของการเรียนด้วย Wilcoxon Signed Ranks Test พบว่าผลสัมฤทธิ์ของการเรียนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าการสอนด้วยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ (2) หาประสิทธิภาพของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ และ (3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียน และหลังเรียน ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้ ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ และชุดการสอน ที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

- การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- การเก็บรวบรวมข้อมูล
- สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 การสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมการทำงานวงจรนิวแมติกส์และวงจรไฮดรอลิกส์

การสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ โดยการศึกษาเอกสารตำรา และปรึกษาผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งมีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับงานระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ และโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล เพื่อใช้เป็นแนวทางประกอบในการออกแบบ โดยชุดฝึกที่ผู้วิจัยออกแบบ ประกอบด้วย

3.1.1.1 PLC OMRON รุ่น SYSMAC CP1L

3.1.1.2 Power Supply DC 24 โวลต์

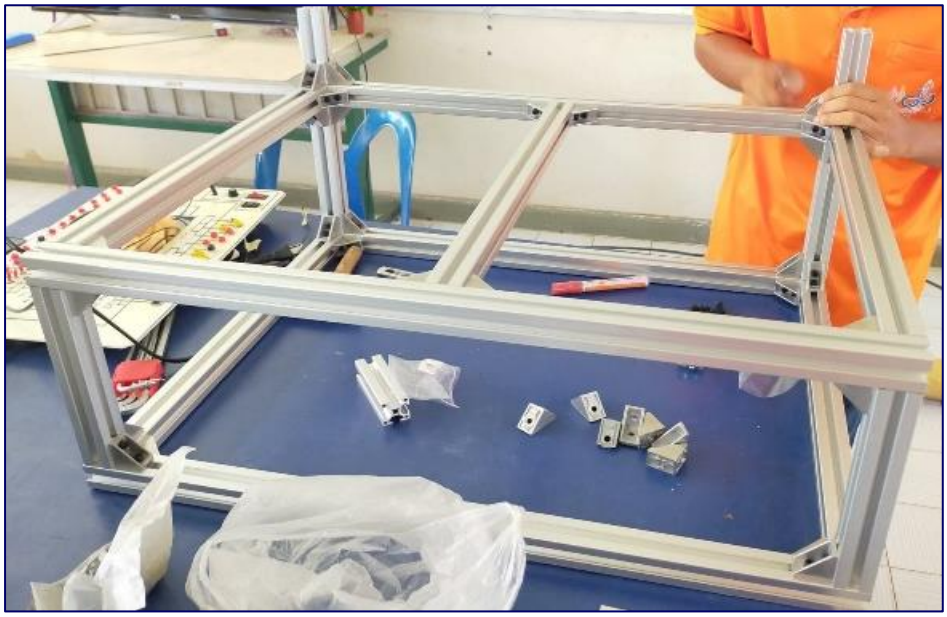
3.1.1.3 PC (Personal Computer) หรือ Laptop Computer

3.1.1.4 Relay DC 24 โวลต์ จำนวน 16 ตัว

3.1.1.5 สายสัญญาณสำหรับเชื่อมต่อวงจร

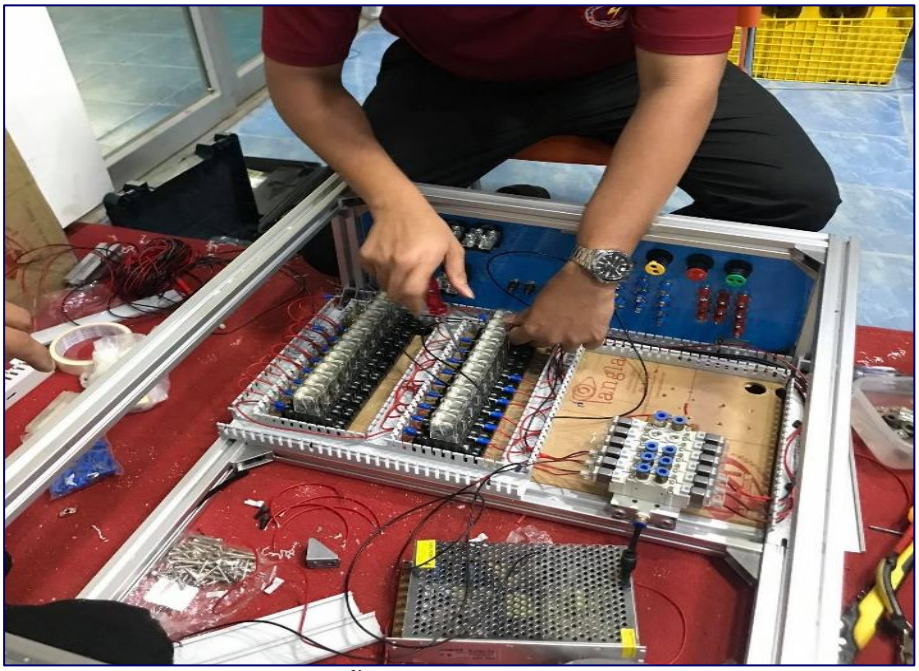
3.1.1.6 ฐานจับยึดอุปกรณ์

เมื่อทำการออกแบบชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์เรียบร้อยแล้ว จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์เพื่อดำเนินการสร้างชุดฝึกตามแบบที่กำหนด

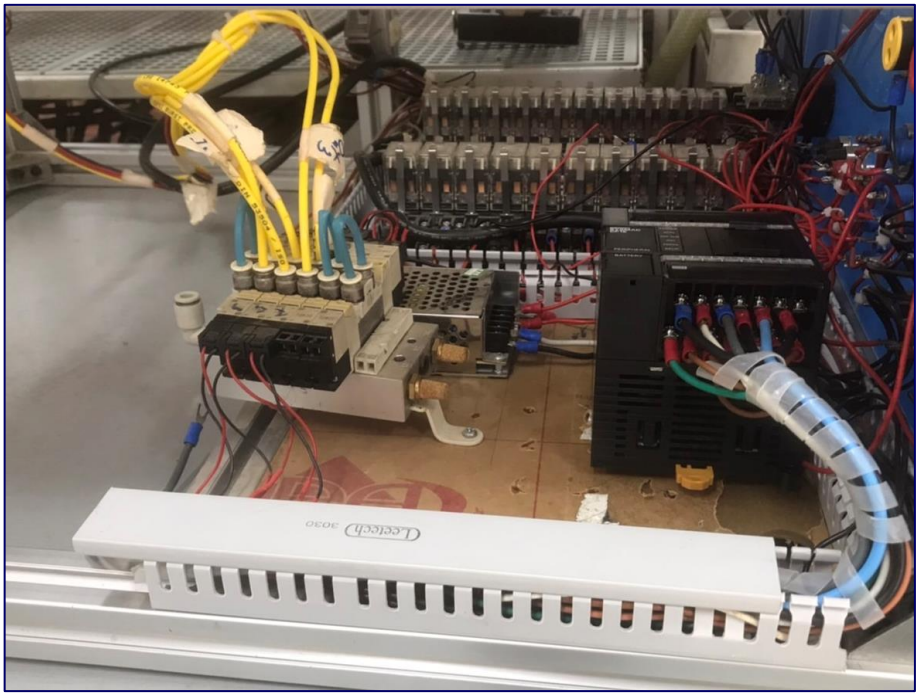


รูปภาพที่ 3.1 ฐานจับยึดอุปกรณ์ของชุดฝึก

รูปภาพที่ 3.2 แผงสำหรับเชื่อมต่อสัญญาณและวงจร



รูปภาพที่ 3.3 ติดตั้ง Relay DC 24 โวลต์ จำนวน 16 ตัว



รูปภาพที่ 3.4 ประกอบชุดฝึก PLC ควบคุมการทำงานวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

3.1.2 การสร้างชุดการสอนประกอบชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมการทำงานวงจรนิวแมติกส์และวงจรไฮดรอลิกส์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ควบคุมการทำงานวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ เพื่อใช้ทำการสอนในรายวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104 สาขาวิชาไฟฟ้า ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยมีวิธีดำเนินการ ดังนี้

3.1.2.1 ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า พุทธศักราช 2557 ในส่วนของโครงสร้างหลักสูตร จุดประสงค์สาขาวิชา มาตรฐานการศึกษาวิชาชีพ จุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชาของวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104 และแหล่งข้อมูลอื่น ๆ

จากคำอธิบายรายวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัส 3100-0104 สามารถแบ่งหน่วยการเรียนออกเป็น 8 หัวข้อเรื่อง ดังนี้

3.1.2.1.1 หลักการเบื้องต้นของนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

3.1.2.1.2 อุปกรณ์ การบำรุงรักษา และการแก้ไขปัญหา

3.1.2.1.3 วงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น

3.1.2.1.4 วงจรนิวแมติกส์แบบต่อเนื่อง

3.1.2.1.5 วงจรนิวแมติกส์ไฟฟ้า

3.1.2.1.6 วงจรไฮดรอลิกส์ไฟฟ้า

3.1.2.1.7 วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC

3.1.2.1.8 วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC

ในการดำเนินการวิจัยการสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ใช้หัวข้อเรื่องที่ 3.1.2.1.7 - 3.1.2.1.8 ชื่อหัวข้อเรื่องวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC และหัวข้อเรื่องวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC โดยรวมหัวข้อเรื่องทั้งสอง เป็นชุดการสอนเรื่อง **นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล** ได้แบ่งเป็นหัวข้อรายหน่วย ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ผลการวิเคราะห์หัวข้อรายหน่วย

รายวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์											**รหัสวิชา 3100-0104**
เรื่อง นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล											
ที่	**หัวข้อรายหน่วย**	**แหล่งข้อมูล**									
		A			B			C	D	E	**หมายเหตุ**
		1	2	3	1	2	3				
1	วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
2	วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
3	วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
4	วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

หมายเหตุ แหล่งข้อมูล

A = จุดประสงค์รายวิชา ข้อที่ 1,2,3

B = สมรรถนะรายวิชา ข้อที่ 1,2,3

C = คำอธิบายรายวิชา

D = เอกสาร ตำรา

E = ผู้เชี่ยวชาญ

3.1.2.2 ดำเนินการวิเคราะห์ความสำคัญของหัวข้อรายหน่วย แล้วให้นำหนักคะแนนความสำคัญ ของระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ทักษะ และจิตพิสัย เพื่อเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ทำการประเมินให้น้ำหนักคะแนนความสำคัญโดยมีระดับความสำคัญ 5 ระดับ แล้วดำเนินการคำนวณหาจำนวนชั่วโมงที่จะใช้สอน

3.1.2.3 ดำเนินการคำนวณหาชั่วโมงสอน ตรวจสอบความเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไข แล้วจัดทำตารางวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง วงจรนิวแมติกส์และวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC) ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตารางวิเคราะห์หลักสูตรรายหน่วย

รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์									**รหัสวิชา 3100-0104**		
หัวข้อรายหน่วย	**พุทธิพิสัย**				**ทักษะพิสัย**			**จิตพิสัย**	**รวม**	**ลำดับความสำคัญ**	**จำนวนชั่วโมงสอน**
	ความรู้ ความจำ	**ความเข้าใจ**	**การนำไปใช้**	**สูงกว่าการนำไปใช้**	**การเลียนแบบ**	**การทำตามแบบ**	**ความถูกต้อง**				
1. วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน	8	8	4		4	4	4	5	37	3	**4**
2. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน	4	6	10		8	8	8	5	49	1	**4**
3. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ	8	6	6		6	6	6	5	43	2	**4**
4. วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ	2	4	4		2	2	2	5	21	4	**2**
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์											**2**
รวม	22	24	24		20	20	20	20	150		**16**
ลำดับความสำคัญ	2	1	1		1	1	1	1			

โดยมีระดับคะแนนความสำคัญดังนี้

ดีมาก 9 - 10คะแนน
มาก 7 - 8 คะแนน
ปานกลาง 4 - 6 คะแนน
น้อย 2 - 3 คะแนน
น้อยที่สุด 0 - 1 คะแนน

$$\text{จำนวนชั่วโมงสอน} = \frac{(\text{น้ำหนักหน่วย})\ (\text{จำนวนชั่วโมงรวม})}{(\text{น้ำหนักรวม})}$$

เช่น หัวข้อรายหน่วยที่ 3 น้ำหนักหน่วยคือ 43, น้ำหนักรวมคือ 150, ชั่วโมงรวมคือ 14 (ไม่รวมสอบ), จะได้

$$\text{จำนวนชั่วโมงสอน} = \frac{(43)\,(14)}{(150)}$$

จำนวนชั่วโมงสอน = 4.013 ปรับเป็นจำนวนเต็มได้ 4 ชั่วโมง

3.1.2.4 ดำเนินการจัดทำชุดการสอน โดยใช้จำนวนชั่วโมงสอน จากตารางวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา ตรวจสอบความเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไข ดังแสดงในตารางที่ 3.3

3.1.2.5 ดำเนินการวิเคราะห์การเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ทฤษฎีและปฏิบัติ จากหัวข้อย่อยทั้ง 4 หน่วย ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หัวข้อย่อย จากการศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา สอบถามผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้อง ประสบการณ์การสอน และงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ครบถ้วน จากนั้นนำมาวิเคราะห์หัวข้อย่อยว่ามีประเด็นสำคัญอะไรที่ต้องทำการสอนตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อให้นักศึกษามีความรู้ (Knowledge) หรือความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Skill) ในระดับต้องการ ได้แก่

(1) การฟื้นคืนความรู้ (Recall Knowledge) เป็นการใช้ความรู้เก่าที่มีอยู่

(2) การประยุกต์ความรู้ (Apply Knowledge) เป็นการใช้ความรู้ที่มีอยู่ในสมองไปแก้ปัญหาใหม่ ซึ่งไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อน

(3) การส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge) เป็นการใช้ความรู้ที่มีอยู่ผสมผสานกันไปแก้ปัญหาใหม่ในลักษณะใหม่ซึ่งไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อน หากแก้ปัญหานั้น ๆ ได้แสดงว่ามีความสามารถทางสติปัญญาในระดับส่งถ่ายความรู้

ส่วนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในด้านทักษะกล้ามเนื้อ (Skills) หรือความสามารถในการใช้ทักษะฝีมือ (Physical Skills) มีระดับที่ต้องการ ได้แก่

(1) ขั้นเลียนแบบ (Imitation) เป็นความสามารถระดับต้น ที่จะสังเกตเห็นได้จากการแสดงออก การเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อ ปฏิบัติงานตามรูปแบบซึ่งเคยได้พบได้เห็นมา

(2) ขั้นทำด้วยความถูกต้อง (Control) เป็นความสามารถซึ่งสูงขึ้นกว่าขั้นเลียนแบบ เกิดจากการฝึกฝนทักษะมากขึ้น สามารถใช้กล้ามเนื้ออย่างผสมผสาน ได้ผลงานที่ถูกต้องในเวลาที่กำหนด

(3) ขั้นชำนาญหรือขั้นอัตโนมัติ (Automatism) เป็นความสามารถทางทักษะกล้ามเนื้อขั้นสูงสุด เกิดจากการฝึกปฏิบัติงานนั้นจนเป็นความเคยชิน รูปแบบการแสดงออกของทักษะจะผสมผสานอย่างกลมกลืน ได้ผลงานที่ถูกต้องในเวลาอันรวดเร็ว

ตารางที่ 3.3 ชุดการสอนรายหน่วย

	ชุดการสอน
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2557
	รหัสวิชา 3100-0104 ชื่อวิชา นิวมติกส์และไฮดรอลิกส์ 2-2-3
เรื่องวงจรนิวแมติกส์และวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	

ครั้งที่	หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนคาบ		
			ท	ป	รวม
1	1	**วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน** 1. โครงสร้างของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล 2. ขนาดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล 3. การเขียนคำสั่งโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล 4. การใช้งาน CX-Programmer 5. วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน	2	2	4
2	2	**วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน** 1. การต่อวงจรควบคุมนิวแมติกส์ด้วย PLC 2. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน AND LD และ OR LD 3. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน Timer-TIM และ Counter-CNT	2	2	4
3	3	**วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ** 1. อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุในวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC 2. วงจรนิวแมติกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ SET และ RESET กับ อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ 3. วงจรนิวแมติกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ	2	2	4
4	4	**วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ** 1. วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ IL (FUN 02) และ ILC (FUN 03) 2. วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05)	1	1	2

ตารางที่ 3.3 ชุดการสอนรายหน่วย (ต่อ)

	ชุดการสอน
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) **พุทธศักราช 2557**
	รหัสวิชา3100-0104 **ชื่อวิชา นิวมติกส์และไฮดรอลิกส์** **2-2-3**
เรื่องวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	

ครั้งที่	หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนคาบ		
			ท	ป	รวม
	1- 4	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนภาคทฤษฎี แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนภาคปฏิบัติ	1	1	2
รวม			8	8	16

3.1.2.6 ดำเนินการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความสามารถทางสติปัญญาและด้านความสามารถทางทักษะกล้ามเนื้อ ของหัวข้อรายหน่วย หรือหัวข้อย่อยทั้ง 4 หน่วย เพื่อเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ทำการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของหัวข้อย่อยปรากฏดังตารางที่ 3.4 ถึง ตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.4 การวิเคราะห์หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 1

	การวิเคราะห์หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	หน่วยที่ 1
รหัสวิชา 3100-0104	ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	จำนวน 72 ชั่วโมง
หน่วยที่ 1 วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน		จำนวน 4 ชั่วโมง

หัวข้อย่อยที่	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	IS			PS		
		R	A	T	I	C	A
1. โครงสร้างของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	1. บอกองค์ประกอบของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลได้ถูกต้อง	✓					
2. ขนาดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	2. บอกขนาดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลได้ถูกต้อง	✓					
3. การเขียนคำสั่งโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	3. บอกภาษาที่ใช้เขียนคำสั่ง PLC ได้ถูกต้อง	✓					
	4. บอกความหมายของคำสั่ง Ladder Diagram ได้ถูกต้อง	✓					
4. การใช้งาน CX-Programmer	5. อธิบายขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม CX-Programmer ได้ถูกต้อง		✓				
	6. แก้ปัญหาคำสั่ง Ladder Diagram ในโปรแกรม CX-Programmer ได้ถูกต้อง			✓			
	7. แก้ปัญหาคำสั่งในการใช้งานโปรแกรม CX-Programmer ได้ถูกต้อง			✓			
5. วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน	8. อธิบายวิธีการต่อวงจรใช้งานของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลได้ถูกต้อง		✓				
	9. บอกวิธีต่อวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน LD และ OUT ได้			✓			
	10. บอกวิธีเชื่อมต่อ CX-Programmer กับ PLC และทดสอบการทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ได้			✓			
	11. ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน AND, OR, NOT และ OUT ได้ถูกต้อง				✓		
	12. เชื่อมต่อ CX-Programmer กับ PLC และวิเคราะห์การทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ได้ถูกต้อง					✓	
	รวมจำนวนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4	2	4	1	1	

ตารางที่ 3.5 การประเมิน IOC หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 1

	การประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของหัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม							หน่วยที่ 1		
รหัสวิชา 3100-0104 ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์								จำนวน 72 ชั่วโมง		
หน่วยที่ 1 วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน								จำนวน 4 ชั่วโมง		
ข้อที่ของหัวข้อย่อย	ข้อที่ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	IS			PS			IOC		
		R	A	T	I	C	A	-1	0	+1
1	1	✓								
2	2	✓								
3	3	✓								
	4	✓								
4	5		✓							
	6			✓						
	7			✓						
5	8		✓							
	9			✓						
	10			✓						
	11				✓					
	12					✓				
รวม		4	2	4	1	1				

หมายเหตุ

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency) มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1

+1 เห็นด้วยว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อย่อย

0 ไม่แน่ใจว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อย่อย

-1 ไม่เห็นด้วยว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อย่อย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้าน

IS = ความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Skill)

R = การฟื้นคืนความรู้ (Recall Knowledge)

A = การประยุกต์ความรู้ (Apply Knowledge)

T = การส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge)

PS = ความสามารถทักษะฝีมือ (Physical Skills)

I = เลียนแบบ (Imitation)

C = ทำด้วยความถูกต้อง (Control)

A = ชำนาญ (Automatism)

ตารางที่ 3.6 การวิเคราะห์หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยหน่วยที่ 2

	การวิเคราะห์หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย	**หน่วยที่ 2**
รหัสวิชา 3100-0104	**ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์**	**จำนวน 72 ชั่วโมง**
หน่วยที่ 2 วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน		**จำนวน 4 ชั่วโมง**

หัวข้อย่อยที่	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	IS			IOC		
		R	A	T	-1	0	+1
1. การต่อวงจรควบคุมนิวแมติกส์ด้วย PLC	1. อธิบายวิธีการต่อวงจรใช้งานของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลได้ถูกต้อง		✓				
	2. แก้ปัญหาการต่อวงจรควบคุมนิวแมติกส์ด้วย PLC ได้ถูกต้อง			✓			
2. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน AND LD และ OR LD	3. บอกความหมายของคำสั่ง AND LD ได้ถูกต้อง	✓					
	4. ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่ง พื้นฐาน AND LD ได้ถูกต้อง			✓			
	5. บอกความหมายของคำสั่ง OR LD ได้ถูกต้อง	✓					
	6. ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่ง พื้นฐาน OR LD ได้ถูกต้อง			✓			
3. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน Timer-TIM และ Counter-CNT	7. อธิบายการทำงานของคำสั่ง TIM ได้ถูกต้อง		✓				
	8. ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่ง พื้นฐาน TIM ได้ถูกต้อง			✓			
	9. อธิบายการทำงานของคำสั่ง CNT ได้ถูกต้อง		✓				
	10. ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่ง พื้นฐาน CNT ได้ถูกต้อง			✓			
รวมจำนวนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (ยอดยกไป)		2	3	5			

<u>หมายเหตุ</u>

IS = ความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Skill)
- R = การฟื้นคืนความรู้ (Recall Knowledge)
- A = การประยุกต์ความรู้ (Apply Knowledge)
- T = การส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge)

IOC ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency)
- +1 เห็นด้วยว่ามีความสอดคล้องกัน
- 0 ไม่แน่ใจ
- -1 ไม่เห็นด้วยว่ามีความสอดคล้องกัน

ตารางที่ 3.7 การวิเคราะห์หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัยหน่วยที่ 2

	การวิเคราะห์หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ด้านทักษะพิสัย	**หน่วยที่ 2**
รหัสวิชา 3100-0104	**ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์**	**จำนวน 72 ชั่วโมง**
หน่วยที่ 2 วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน		**จำนวน 4 ชั่วโมง**

หัวข้อย่อยที่	**จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม**	**PS**			**IOC**		
		I	C	A	-1	0	+1
1-3. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน	1. ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่ง พื้นฐานได้ถูกต้อง	✓					
	2. วิเคราะห์การทำงานของวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่ง พื้นฐานได้ถูกต้อง		✓				
รวมจำนวนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม		1	1				

หมายเหตุ

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency) มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1

+1 เห็นด้วยว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อย่อย

0 ไม่แน่ใจว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อย่อย

-1 ไม่เห็นด้วยว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อย่อย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้าน

PS = **ความสามารถทักษะฝีมือ (Physical Skills)**

I = เลียนแบบ (Imitation)

C = ทำด้วยความถูกต้อง (Control)

A = ชำนาญ (Automatism)

IOC **ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency)**

+1 เห็นด้วยว่ามีความสอดคล้องกัน

0 ไม่แน่ใจ

-1 ไม่เห็นด้วยว่ามีความสอดคล้องกัน

ตารางที่ 3.8 การประเมิน IOC หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 2

	การประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของหัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม							หน่วยที่ 2		
รหัสวิชา 3100-0104 ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์								จำนวน 72 ชั่วโมง		
หน่วยที่ 2 วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน								จำนวน 4 ชั่วโมง		
ข้อที่ของหัวข้อย่อย	ข้อที่ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	IS			PS			IOC		
		R	A	T	I	C	A	-1	0	+1
ด้านพุทธิพิสัย										
1	1		✓							
	2			✓						
2	3	✓								
	4			✓						
	5	✓								
	6			✓						
3	7		✓							
	8			✓						
	9		✓							
	10			✓						
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย					I	C	A			
1-3	1				✓					
	2					✓				
รวม		2	3	5	1	1				

ตารางที่ 3.9 การวิเคราะห์หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยหน่วยที่ 3

	การวิเคราะห์หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ด้านพุทธิพิสัย			หน่วยที่ 3					
รหัสวิชา 3100-0104	**ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์**			**จำนวน 72 ชั่วโมง**					
หน่วยที่ 3 วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ				**จำนวน 4 ชั่วโมง**					
หัวข้อย่อยที่	**จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม**	**IS**			**IOC**		
		R	A	T	-1	0	+1
1. อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุในวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC	1. บอกหน้าที่ของอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุในวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC ได้ถูกต้อง	✓					
	2. อธิบายการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุในวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC ได้ถูกต้อง		✓				
2. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ เซต (SET) และรีเซต (RESET) SET- RSET ร่วมกับ อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ	3. บอกหลักการทำงานของ Reed Switch ได้ถูกต้อง	✓					
	4. อธิบายการทำงานคำสั่งพิเศษ SET- RSET ได้ถูกต้อง		✓				
3. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ	5. บอกหลักการทำงานของ Capacitive Proximity Switch ได้ถูกต้อง	✓					
	6. อธิบายการทำงานของคำสั่งพิเศษ KEEP (11) ได้ถูกต้อง		✓				
	7. วิเคราะห์การทำงานวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ ได้ถูกต้อง			✓			
	8. บอกหลักการทำงานของ Inductive Proximity Switch ได้ถูกต้อง	✓					
	9. วิเคราะห์การทำงานของคำสั่งพิเศษ KEEP (11) ได้ถูกต้อง			✓			
	10. วิเคราะห์การทำงานวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ ได้ถูกต้อง			✓			
รวมจำนวนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (ยอดยกไป)		4	3	3			

ตารางที่ 3.10 การวิเคราะห์หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัยหน่วยที่ 3

	การวิเคราะห์หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ด้านทักษะพิสัย	**หน่วยที่ 3**
รหัสวิชา 3100-0104	**ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์**	**จำนวน 72 ชั่วโมง**
หน่วยที่ 3 วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ		**จำนวน 4 ชั่วโมง**

หัวข้อย่อยที่	**จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม**	PS			IOC		
		I	C	A	-1	0	+1
1-3. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ ร่วมกับ อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ	1. ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ ร่วมกับ อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ ได้ถูกต้อง	✓					
	2. วิเคราะห์การทำงานวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ ร่วมกับ อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ ได้ถูกต้อง		✓				
รวมจำนวนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม		**1**	**1**				

<u>หมายเหตุ</u>

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency) มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1

+1 เห็นด้วยว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อย่อย

0 ไม่แน่ใจว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อย่อย

-1 ไม่เห็นด้วยว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อย่อย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในด้าน

IS = ความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Skill)

R = การฟื้นคืนความรู้ (Recall Knowledge)

A = การประยุกต์ความรู้ (Apply Knowledge)

T = การส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge)

PS = ความสามารถทักษะฝีมือ (Physical Skills)

I = เลียนแบบ (Imitation)

C = ทำด้วยความถูกต้อง (Control)

A = ชำนาญ (Automatism)

ตารางที่ 3.11 การประเมิน IOC หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 3

	การประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของหัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม							หน่วยที่ 3		
รหัสวิชา 3100-0104	ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์							จำนวน 72 ชั่วโมง		
หน่วยที่ 3 วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ								จำนวน 4 ชั่วโมง		
ข้อที่ของหัวข้อย่อย	ข้อที่ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	IS			PS			IOC		
		R	A	T	I	C	A	-1	0	+1
ด้านพุทธิพิสัย										
1	1	✓								
	2		✓							
2	3	✓								
	4		✓							
3	5	✓								
	6		✓							
	7			✓						
	8	✓								
	9			✓						
	10			✓						
รวม		4	3	3						
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย					I	C	A			
1-3	1				✓					
	2					✓				
รวม					1	1				

ตารางที่ 3.12 การวิเคราะห์หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 4

	การวิเคราะห์หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	**หน่วยที่ 4**
รหัสวิชา 3100-0104	**ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์**	**จำนวน 72 ชั่วโมง**
หน่วยที่ 4 วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ		**จำนวน 2 ชั่วโมง**

หัวข้อย่อยที่	**จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม**	IS			PS		
		R	A	T	I	C	A
1. วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ IL (FUN 02) และ ILC (FUN 03)	1. บอกหน้าที่ของคำสั่งพิเศษ IL (FUN 02) และ ILC (FUN 03) ได้ถูกต้อง	✓					
	2. อธิบายการทำงานของคำสั่งพิเศษ IL (FUN 02) และ ILC (FUN 03) ได้ถูกต้อง		✓				
	3. วิเคราะห์การทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ IL (FUN 02) และ ILC (FUN 03) ได้ถูกต้อง			✓			
2. วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05)	4. บอกหน้าที่ของคำสั่งพิเศษ JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05) ได้ถูกต้อง	✓					
	5. อธิบายการทำงานของคำสั่งพิเศษ JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05) ได้ถูกต้อง		✓				
	6. ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05) ได้ถูกต้อง				✓		
	7. วิเคราะห์การทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05) ได้ถูกต้อง					✓	
รวมจำนวนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม		**2**	**2**	**1**	**1**	**1**	

ตารางที่ 3.13 การประเมิน IOC หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 4

	การประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของหัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม							หน่วยที่ 4		
รหัสวิชา 3100-0104 ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์								จำนวน 72 ชั่วโมง		
หน่วยที่ 4 วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ								จำนวน 2 ชั่วโมง		
ข้อที่ของหัวข้อย่อย	ข้อที่ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	IS			PS			IOC		
		R	A	T	I	C	A	-1	0	+1
1	1	✓								
	2		✓							
	3			✓						
2	4	✓								
	5		✓							
	6				✓					
	7					✓				
รวม		2	2	1	1	1				

หมายเหตุ

เมื่อ IOC	หมายถึง	ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency) มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1
+1	เห็นด้วยว่า	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับข้อสอบหรือใบงาน
0	ไม่แน่ใจว่า	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับข้อสอบหรือใบงาน
-1	ไม่เห็นด้วยว่า	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับข้อสอบหรือใบงาน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้าน

IS = ความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Skill)

R = การฟื้นคืนความรู้ (Recall Knowledge)

A = การประยุกต์ความรู้ (Apply Knowledge)

T = การส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge)

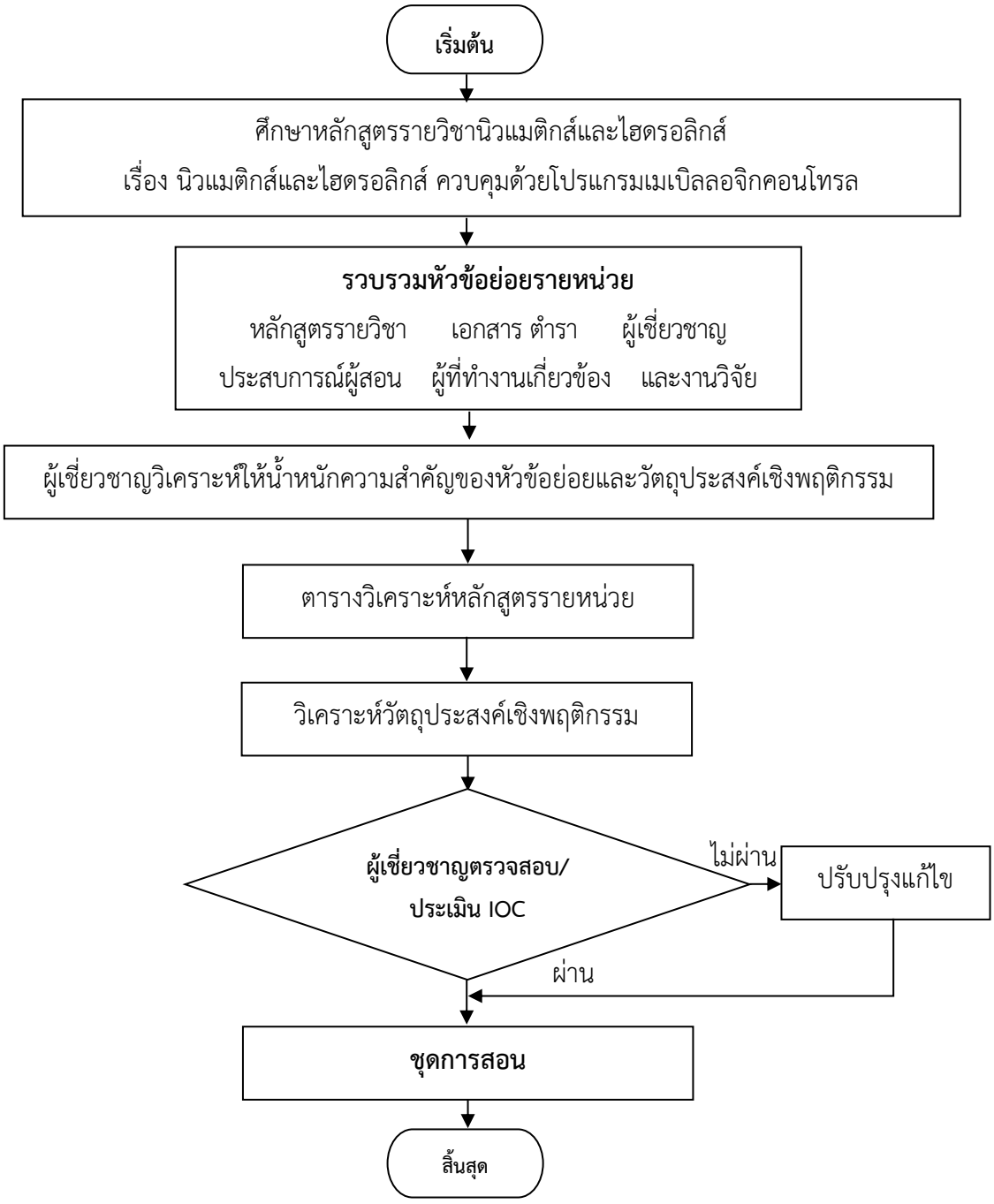
PS = ความสามารถทักษะฝีมือ (Physical Skills)

I = เลียนแบบ (Imitation)

C = ทำด้วยความถูกต้อง (Control)

A = ชำนาญ (Automatism)

สำหรับวิธีการดำเนินการวิจัยเพื่อสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์และชุดการสอน สามารถสรุปเป็นภาพผังงานขั้นตอน ดังแสดงในรูปภาพที่ 3.5



รูปภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการสร้างชุดการสอน

3.1.2.7 ดำเนินการวิเคราะห์ เพื่อออกข้อสอบและใบงาน ปรากฏในตารางที่ 3.14 ดังนี้

ตารางที่ 3.14 จำนวนข้อของแบบทดสอบและใบงานกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	**ความสามารถทางสติปัญญา**				**ความสามารถทางทักษะ**				
	การจำสิ่งที่เคยเรียนรู้	การประยุกต์ความรู้	การส่งต่อความรู้	**รวมจำนวนข้อสอบ (ทฤษฎี)**	การเลียนแบบ	การทำด้วยความชำนาญ	ทำด้วยความชำนาญในเวลาที่กำหนด	**รวมจำนวนข้อในใบงาน (ปฏิบัติ)**	จำนวนชั่วโมงที่ทำการสอน
ชื่อหน่วยการสอน	จำนวนข้อแบบทดสอบ				จำนวนข้อในใบงาน (Job Sheet)				
1. วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน	4	4	2	10	1	1		2	4
2. วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน	3	3	4	10	1	1		2	4
3. วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ	4	3	3	10	1	1		2	4
4. วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ	1	2	2	5	1	1		2	2
รวม	12	12	11	35	1	1		2	14
ร้อยละ	34.29	34.29	31.42	100	50	50		100	
วัดผลสัมฤทธิ์	12	12	11	35	1	1		2	2
รวมทั้งหมด	24	24	22	70	12	12		12	16

<u>หมายเหตุ</u> ใบงาน 1 หน่วยการสอน ใช้วัดผลจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย ได้ 2 ข้อ

วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความสามารถทางสติปัญญาหรือพุทธิพิสัย ของข้อสอบทั้ง 4 หน่วย เพื่อเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ทำการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบปรากฏดังตารางที่ 3.15 ถึง ตารางที่ 3.18

ตารางที่ 3.15 การวิเคราะห์ข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 1

	การประเมิน IOC ข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย	**หน่วยที่ 1**
รหัสวิชา 3100-0104	**ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์**	**จำนวน 72 ชั่วโมง**
หน่วยที่ 1 วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน		**จำนวน 4 ชั่วโมง**

ข้อสอบข้อที่	**จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม**	IS			IOC		
		R	A	T	-1	0	+1
1. ข้อใด **ไม่ใช่** องค์ประกอบของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	1. บอกองค์ประกอบของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลได้ถูกต้อง	✓					
2. ข้อใดบอกขนาดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลที่ใช้ในห้องในห้องปฏิบัติการ นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ของแผนกไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ได้ถูกต้อง	2. บอกขนาดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลได้ถูกต้อง	✓					
3. ข้อใดบอกชื่อภาษาที่ใช้ในการเขียนคำสั่งโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ของแผนกไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ได้ถูกต้อง	3. บอกภาษาที่ใช้เขียนคำสั่ง PLC ได้ถูกต้อง	✓					
4. ข้อใดบอกความหมายของการใช้คำสั่ง LD NOT 0001 ได้ถูกต้อง	4. บอกความหมายของคำสั่ง Ladder Diagram ได้ถูกต้อง	✓					
5. ข้อใดอธิบายขั้นตอนการใช้งานของโปรแกรม CX-Programmer เป็นลำดับแรก ได้ถูกต้อง	5. อธิบายขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม CX-Programmer ได้ถูกต้อง		✓				

ตารางที่ 3.15 การวิเคราะห์ข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 1 (ต่อ)

	การประเมิน IOC ข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย	หน่วยที่ 1
รหัสวิชา 3100-0104	ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	จำนวน 72 ชั่วโมง
หน่วยที่ 1 วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน		จำนวน 4 ชั่วโมง

ข้อสอบข้อที่	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	IS			IOC		
		R	A	T	-1	0	+1
6. ข้อใดวิเคราะห์คำสั่ง Ladder Diagram ในโปรแกรม CX-Programmer ของวงจรควบคุมกระบอกสูบสองทางด้วยโซลินอยวาล์วคู่ 5/2 ได้ถูกต้อง	6. แก้ปัญหาคำสั่ง Ladder Diagram ในโปรแกรม CX-Programmer ได้ถูกต้อง			✓			
7. ข้อใดวิเคราะห์คำสั่งในการใช้งานของโปรแกรม CX-Programmer ได้ถูกต้อง	7. แก้ปัญหาคำสั่งในการใช้งานโปรแกรม CX-Programmer ได้ถูกต้อง			✓			
8. ข้อใดอธิบายวิธีการต่อวงจรควบคุมนิวแมติกส์ด้วย PLC ได้ถูกต้อง	8. อธิบายวิธีการต่อวงจรใช้งานของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลได้ถูกต้อง		✓				
9. ข้อใดวิเคราะห์การต่อวงจรไฮดรอลิกส์ ด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน ได้ถูกต้อง	9. ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน ได้ถูกต้อง			✓			
10. ข้อใดวิเคราะห์การต่อเชื่อม CX-Programmer กับ PLC ได้ถูกต้อง	10. วิเคราะห์การเชื่อมต่อ CX-Programmer กับ PLC ของวงจรไฮดรอลิกส์ได้ถูกต้อง			✓			
รวมจำนวนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม		4	2	4			

ตารางที่ 3.16 การวิเคราะห์ข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 2

	การประเมิน IOC ข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ด้านพุทธิพิสัย							หน่วยที่ 2
รหัสวิชา 3100-0104 ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์								จำนวน 72 ชั่วโมง
หน่วยที่ 2 วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน								จำนวน 4 ชั่วโมง
ข้อสอบข้อที่	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	IS			IOC		
		R	A	T	-1	0	+1
1	1. อธิบายวิธีการต่อวงจรใช้งานของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลได้ถูกต้อง		✓				
2	2. บอกวิธีการต่อวงจรควบคุมนิวแมติกส์ด้วย PLC ได้ถูกต้อง	✓					
3	3. บอกความหมายของคำสั่ง AND LD ได้ถูกต้อง	✓					
4	4. ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่ง พื้นฐาน AND LD ได้ถูกต้อง			✓			
5	5. บอกความหมายของคำสั่ง OR LD ได้ถูกต้อง	✓					
6	6. ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่ง พื้นฐาน OR LD ได้ถูกต้อง			✓			
7	7. อธิบายการทำงานของคำสั่ง TIM ได้ถูกต้อง		✓				
8	8. ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่ง พื้นฐาน TIM ได้ถูกต้อง			✓			
9	9. อธิบายการทำงานของคำสั่ง CNT ได้ถูกต้อง		✓				
10	10. ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่ง พื้นฐาน CNT ได้ถูกต้อง			✓			
	รวมจำนวนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	3	3	4			

ตารางที่ 3.17 การวิเคราะห์ข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 3

	การประเมิน IOC ข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย	หน่วยที่ 3
รหัสวิชา 3100-0104	ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	จำนวน 72 ชั่วโมง
หน่วยที่ 3 วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ		จำนวน 4 ชั่วโมง

ข้อสอบข้อที่	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	IS			IOC		
		R	A	T	-1	0	+1
1	1. บอกหน้าที่ของอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุในวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC ได้ถูกต้อง	✓					
2	2. อธิบายการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุในวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC ได้ถูกต้อง		✓				
3	3. บอกหลักการทำงานของ Reed Switch ได้ถูกต้อง	✓					
4	4. อธิบายการทำงานคำสั่งพิเศษ SET- RSET ได้ถูกต้อง		✓				
5	5. บอกหลักการทำงานของ Capacitive Proximity Switch ได้ถูกต้อง	✓					
6	6. อธิบายการทำงานของคำสั่งพิเศษ KEEP (11) ได้ถูกต้อง		✓				
7	7. วิเคราะห์การทำงานวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ ได้ถูกต้อง			✓			
8	8. บอกหลักการทำงานของ Inductive Proximity Switch ได้ถูกต้อง	✓					
9	9. วิเคราะห์การทำงานของคำสั่งพิเศษ KEEP (11) ได้ถูกต้อง			✓			
10	10. วิเคราะห์การทำงานวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ ได้ถูกต้อง			✓			
	รวมจำนวนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4	3	3			

ตารางที่ 3.18 การวิเคราะห์ข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 4

	การประเมิน IOC ข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย	หน่วยที่ 4
รหัสวิชา 3100-0104	**ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์**	**จำนวน 72 ชั่วโมง**
หน่วยที่ 4 วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ		**จำนวน 2 ชั่วโมง**

ข้อสอบข้อที่	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	IS			IOC		
		R	A	T	-1	0	+1
1	1. บอกหน้าที่ของคำสั่งพิเศษ IL (FUN 02) และ ILC (FUN 03) ได้ถูกต้อง	✓					
2	2. อธิบายการทำงานของคำสั่งพิเศษ IL (FUN 02) และ ILC (FUN 03) ได้ถูกต้อง		✓				
3	3. ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ IL (FUN 02) และ ILC (FUN 03) ได้ถูกต้อง			✓			
4	5. อธิบายการทำงานของคำสั่งพิเศษ JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05) ได้ถูกต้อง		✓				
5	6. ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05) ได้ถูกต้อง			✓			
	รวมจำนวนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	1	2	2			

หมายเหตุ

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency) มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1

+1 เห็นด้วยว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับข้อสอบหรือใบงาน

0 ไม่แน่ใจว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับข้อสอบหรือใบงาน

-1 ไม่เห็นด้วยว่าจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับข้อสอบหรือใบงาน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้าน

IS = ความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Skill)

R = การฟื้นคืนความรู้ (Recall Knowledge)

A = การประยุกต์ความรู้ (Apply Knowledge)

T = การส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge)

PS = ความสามารถทักษะฝีมือ (Physical Skills)

I = เลียนแบบ (Imitation)

C = ทำด้วยความถูกต้อง (Control)

A = ชำนาญ (Automatism)

3.1.2.8 สรุปผลของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความสอดคล้องจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบและใบงาน

3.1.2.9 ดำเนินการสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ และชุดการสอนจำนวน 4 หน่วย โดยแต่ละหน่วยประกอบด้วย (1) ชุดการสอนรายหน่วย (2) คู่มือการสอนสำหรับครู (3) จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (4) แบบทดสอบก่อนเรียน (5) ใบเนื้อหา (6) แบบฝึกหัด (7) เฉลยแบบฝึกหัด (8) ใบงาน (9) เฉลยใบงาน (10) แบบทดสอบหลังเรียน (11) เฉลยแบบทดสอบ (12) บันทึกหลังการสอน

ส่วนสื่อการสอนที่ใช้ประกอบด้วย (1) ชุดนำเสนอด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ PowerPoint (2) ของจริง และ (3) ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ตามลำดับ เพื่อเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ทำการประเมินคุณภาพที่มีต่อชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ และชุดการสอน ด้วยแบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกและชุดการสอน โดยมีระดับคะแนน ดังนี้

โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนค่าความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ประกอบกับชุดการสอนเป็นดังนี้

สอดคล้องในระดับ ดีมาก มีค่าระดับคะแนนเท่ากับ 5
สอดคล้องในระดับ มาก มีค่าระดับคะแนนเท่ากับ 4
สอดคล้องในระดับ ปานกลาง มีค่าระดับคะแนนเท่ากับ 3
สอดคล้องในระดับ น้อย มีค่าระดับคะแนนเท่ากับ 2
สอดคล้องในระดับ น้อยที่สุด มีค่าระดับคะแนนเท่ากับ 1

การแปลผลความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ เป็นดังนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.50 – 5.00 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.50 – 4.49 อยู่ในเกณฑ์มาก
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.50 – 3.49 อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.50 – 2.49 อยู่ในเกณฑ์น้อย
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.49 อยู่ในเกณฑ์น้อยที่สุด

ตัวอย่างแบบประเมินเกี่ยวกับคุณภาพของชุดฝึกและชุดการสอนเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ และชุดการสอน

ข้อ 1 ความสอดคล้องของชุดฝึกด้านชุดการสอน

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	จัดลำดับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้อย่างเหมาะสม					
2	เนื้อหาครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
3	รายละเอียดของเนื้อหามีความเหมาะสม					
4	เนื้อหามีความถูกต้องและชัดเจน					
5	ภาพประกอบมีความสัมพันธ์กับเนื้อหา					
6	เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของนักศึกษา					

ข้อ 2 ความสอดคล้องของเอกสารประกอบชุดฝึกด้านใบเนื้อหา

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	จัดลำดับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้อย่างเหมาะสม					
2	เนื้อหาครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
3	รายละเอียดของเนื้อหามีความเหมาะสม					
4	เนื้อหามีความถูกต้องและชัดเจน					
5	ภาพประกอบมีความสัมพันธ์กับเนื้อหา					
6	เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของนักศึกษา					

ข้อ 3 ความสอดคล้องของเอกสารประกอบชุดฝึกด้านแบบทดสอบ

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	ข้อสอบตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2	ความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา					
3	จำนวนข้อสอบเหมาะสมกับเนื้อหา					
4	คำถามและคำตอบมีความชัดเจน					
5	ความยากง่ายของข้อสอบเหมาะสมกับนักศึกษา					
6	สามารถวัดความรู้ความเข้าใจได้ชัดเจน					

ข้อ 4 ความสอดคล้องของใบงานภาคปฏิบัติ

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	ใบงานมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา					
2	ใบงานครอบคลุมตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
3	ภาพในใบงานสาธิตช่วยเพิ่มความเข้าใจในการเรียนรู้					
4	เรียงลำดับขั้นตอนในการทดลองมีความเหมาะสม					
5	ใบงานเหมาะสมกับวัยของนักศึกษา					
6	มีคำอธิบายที่ถูกต้องและง่ายต่อการเข้าใจ					
7	มีความสะดวกในการใช้งาน					
8	มีข้อแนะนำและข้อควรระวัง					
9	มีคำถาม-ตอบที่ชัดเจน					
10	สามารถวัดความรู้ความเข้าใจได้ชัดเจน					

ข้อ 5 ความสอดคล้องของชุดฝึก PLC ควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	การสร้างชุดฝึกเป็นไปตามวัตถุประสงค์					
2	ส่งเสริมให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ในเรื่อง PLC					
3	ขนาดและรูปร่างมีความเหมาะสม					
4	การจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์เหมาะสม					
5	คุณภาพของอุปกรณ์และโครงสร้างมีความแข็งแรง					
6	การบำรุงรักษาทำความสะอาดได้ง่าย					
7	มีความสะดวกและปลอดภัยในการใช้งาน					
8	เครื่องมือและอุปกรณ์มีความเหมาะสมกับนักศึกษา					
9	คำอธิบายที่ถูกต้องและง่ายต่อการเข้าใจ					
10	มีภาพอธิบายขั้นตอนที่ถูกต้องและชัดเจน					

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

.....

แบบประเมินคุณภาพเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับคุณภาพชุดฝึกและชุดการสอน แล้วสรุปผลจากผู้เชี่ยวชาญ และปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

3.1.3 การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

สำหรับการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ และชุดการสอน ที่พัฒนาขึ้นผู้วิจัยได้ดำเนินการด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน
ขั้นที่ 2 เป็นขั้นศึกษาข้อมูล
ขั้นที่ 3 เป็นขั้นพยายาม
ขั้นที่ 4 เป็นขั้นสำเร็จผล

3.1.3.1 การนำเข้าสู่บทเรียน (Motivation) ถามตอบ เพื่อกระตุ้นความสนใจนักศึกษาในหัวข้อของหน่วยการสอนที่จัดการเรียนการสอน ใช้เวลา 5 นาที ทำการทดสอบนักศึกษาโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน ใช้เวลา 15 นาที รวมใช้เวลา 20 นาที

3.1.3.2 ขั้นศึกษาข้อมูล (Information)

(1) บอกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับนักศึกษา ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนภาคทฤษฎี บรรยาย ให้เนื้อหานักศึกษา โดยใช้คู่กับสื่อ PowerPoint แล้ว สรุปเนื้อหาการเรียน ใช้เวลา 60 นาที

(2) บอกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะกับนักศึกษา ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ โดยแบ่งกลุ่มนักศึกษาออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน โดยแบ่งกลุ่มผสมตามผลการเรียน ซึ่งภายในกลุ่มประกอบด้วย นักศึกษาที่มีผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ทำการต่อวงจร ตามใบงาน และอธิบายชี้แจงคำสั่ง บรรยายและสาธิตขั้นตอนการปฏิบัติงาน ใช้เวลา 10 นาที

3.1.3.3 ขั้นพยายาม (Application)

(1) ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนภาคทฤษฎี ให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัด ใช้เวลา 30 นาที ครูผู้สอนดำเนินการเฉลยแบบฝึกหัด คู่กับสื่อ PowerPoint เวลา 10 นาที รวมใช้เวลา 40 นาที

(2) ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ ให้นักศึกษาเริ่มปฏิบัติงานตามใบงาน ใช้เวลา 60 นาที

3.1.3.4 ขั้นสำเร็จผล (Progress)

(1) พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบหลังเรียนใช้เวลา 15 นาที ครูผู้สอนทำการตรวจแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเวลา 10 นาที รวมใช้เวลา 25 นาที

(2) พฤติกรรมด้านทักษะพิสัย ครูผู้สอนดำเนินการประเมินผลการปฏิบัติงาน โดยใช้ เฉลยใบงาน คู่กับชุดฝึกปฏิบัติ และมีสื่อการสอน PowerPoint ประกอบ ใช้เวลา 10 นาทีดำเนินการสรุปการวัดผลประเมินผล ถามตอบ ปัญหา นักศึกษา ใช้เวลา 15 นาที

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างการวิจัยสร้างชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

ประชากร ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ ที่มีประสบการณ์ในการทำงานหรือประสบการณ์ในการสอน เกี่ยวข้องด้านอุตสาหกรรม ในการใช้งานโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC) ควบคุมการทำงานระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ไม่น้อยกว่า 10 ปี

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการสอนหรือทำงานเกี่ยวข้องด้านอุตสาหกรรม ไม่น้อยกว่า 10 ปี โดยใช้วิธีการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) คือ ผู้เชี่ยวชาญ ที่มีประสบการณ์ในการทำงานหรือประสบการณ์ในการสอนเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC) ควบคุมการทำงานระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ เป็นบุคลากรในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา หรือสังกัดมหาวิทยาลัย ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 คน

3.2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างการดำเนินการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ และชุดการสอน

ประชากร คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้า ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104

กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีการกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) (พรรณี, 2558: 153) คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ระดับชั้นปีที่ 1 กลุ่ม D7 สาขาวิชาไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ที่ลงทะเบียนในรายวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 17 คน

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

การวิจัยเพื่อสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ผู้วิจัยได้มีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.3.1.1 ทำหนังสือถึงผู้เชี่ยวชาญ เพื่อขอเชิญประเมินชุดฝึก

3.3.1.2 ทำการจัดส่งชุดฝึกพร้อมกับแบบประเมิน

3.3.1.3 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการใช้บริการไปรษณีย์ และบางส่วนเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อไป

3.3.1.4 สรุปผลการประเมินให้น้ำหนักคะแนนความสำคัญของหัวข้อเรื่อง แล้วจัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

3.3.1.5 สรุปผลการวิเคราะห์ความสอดคล้อง (IOC) ของวัตถุประสงเชิงพฤติกรรม กับหัวข้อย่อย และแบบทดสอบ

3.3.1.6 สรุปผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึก ตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไข ตามผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ให้ได้ค่าคุณภาพไม่น้อยกว่าระดับดี (4.00)

ก่อนที่จะได้ชุดฝึกที่มีคุณภาพเหมาะสม จะต้องทำการเก็บข้อมูลกับกลุ่มทดลอง ด้วยการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.3.1.7 การทดลองครั้งที่ 1 การหาประสิทธิภาพเป็นรายบุคคล (1:1:1) จากนักศึกษาที่มีผลการเรียนสูง: 1 คน นักศึกษาที่มีผลการเรียนปานกลาง: 1 คน และจากนักศึกษาที่มีผลการเรียนต่ำ จำนวน 1 คน แล้วผู้วิจัยนำชุดฝึกไปทดลองกับนักศึกษา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียนชุดฝึกนี้มาก่อน โดยขณะทดลองใช้ในการเรียนการสอนจะสังเกต และบันทึกพฤติกรรมของนักศึกษาเพื่อเก็บข้อมูลต่าง ๆ นำไปพิจารณาเกี่ยวกับภาษา กิจกรรม สิ่งต่าง ๆ ที่ใช้ในชุดฝึกเพื่อจะได้นำไปปรับปรุงแก้ไขให้ได้ประสิทธิภาพ 60/60

3.3.1.8 การทดลองครั้งที่ 2 การหาประสิทธิภาพเป็นกลุ่ม (4:4:4) ผู้วิจัยนำชุดสอนที่ได้ปรับปรุงแก้ไขจากขั้นทดลองเป็นรายบุคคลไปทดลองกับนักศึกษาเป็นกลุ่ม จำนวน 12 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียนชุดฝึกนี้มาก่อน ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรม โดยขณะทดลองจะสังเกตพฤติกรรมอย่างใกล้ชิด จากนั้นนำข้อบกพร่องทั้งหมดมาปรับปรุงแก้ไขให้ได้ประสิทธิภาพ 70/70

3.3.1.9 การทดลองครั้งที่ 3 การดำเนินการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ ภาคสนาม ผู้วิจัยได้นำชุดฝึกที่ได้ ปรับปรุง แก้ไขแล้ว ตามการทดลองครั้งที่ 2 ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 17 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกตามเกณฑ์ 80/80

สรุปผลการดำเนินการวิจัย ตรวจสอบ ความเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไข

3.3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดการสอนและชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล 1) เพื่อหาประสิทธิภาพการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยนำค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างการเรียนและค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ที่ระดับ 80/80 และ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน ทดสอบภาคทฤษฎีด้วยสถิติการทดสอบที สำหรับ 2 กลุ่มชนิดไม่เป็นอิสระต่อกัน (T-test for Dependent Samples) ของชุดการสอนและชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับดังนี้

ขั้นที่ 1 ทดสอบก่อนเรียน

ขั้นที่ 2 ดำเนินการสอนด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP

ขั้นที่ 3 ทดสอบหลังเรียน

3.3.2.1 แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 1-3 มีจำนวนหน่วยละ 10 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบหน่วยละ 15 นาที และหน่วยที่ 4 มีจำนวน 5 ข้อ ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 8 นาที โดยทำการเรียนทั้งหมด 4 ครั้งหรือ 4 สัปดาห์ โดยเรียนทฤษฎี สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง และเรียนปฏิบัติ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง รวมเรียน 4 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ แล้วนำผลคะแนนที่ได้บันทึกไว้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน

3.3.2.2 ดำเนินการสอนด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP โดยใช้ชุดฝึกและชุดการสอน หน่วยที่ 1-4 โดยทำการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ในรายวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104 ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง จำนวน 17 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ในระหว่างการเรียนแต่ละครั้ง ผู้วิจัยให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัด และใบงาน เพื่อฝึกทักษะการปฏิบัติ หลังจากนั้นให้นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละหน่วย (4 หน่วย) แล้วผู้วิจัยเก็บบันทึกไว้เป็นคะแนนระหว่างเรียน (E_1)

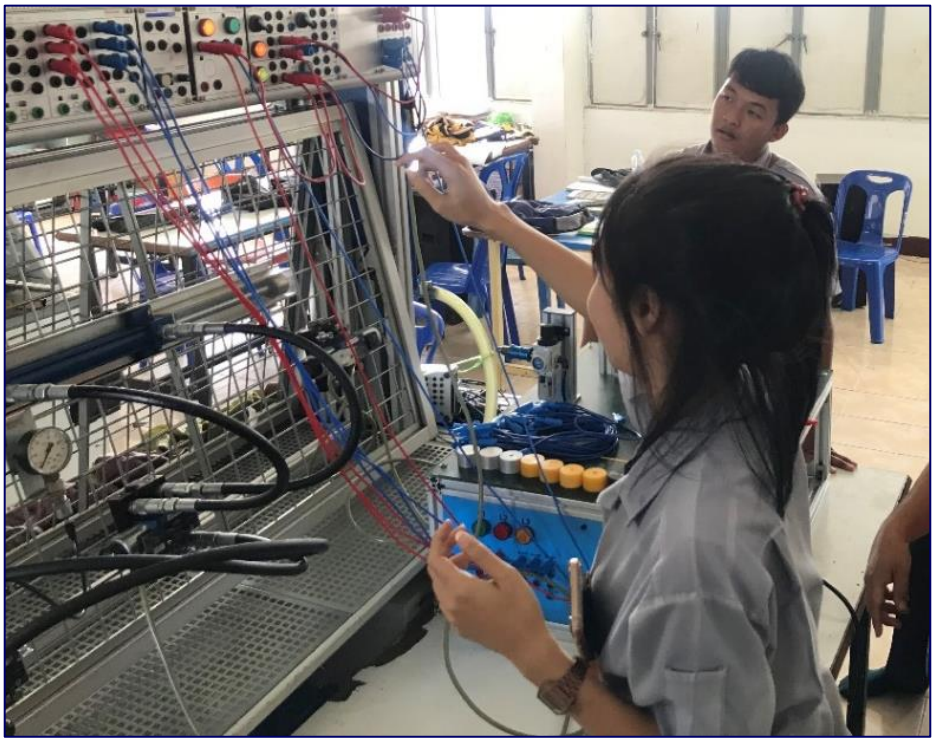
3.3.2.3 ทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียน เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครบทั้ง 4 หน่วยการสอนแล้ว ผู้วิจัยให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (E_2) โดยวัดผลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ภาคทฤษฎี จำนวน 35 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที แล้ว

ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ภาคปฏิบัติ 40 คะแนน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบภาคปฏิบัติ 90 นาที แล้วนำคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนที่ได้มาเก็บบันทึกไว้

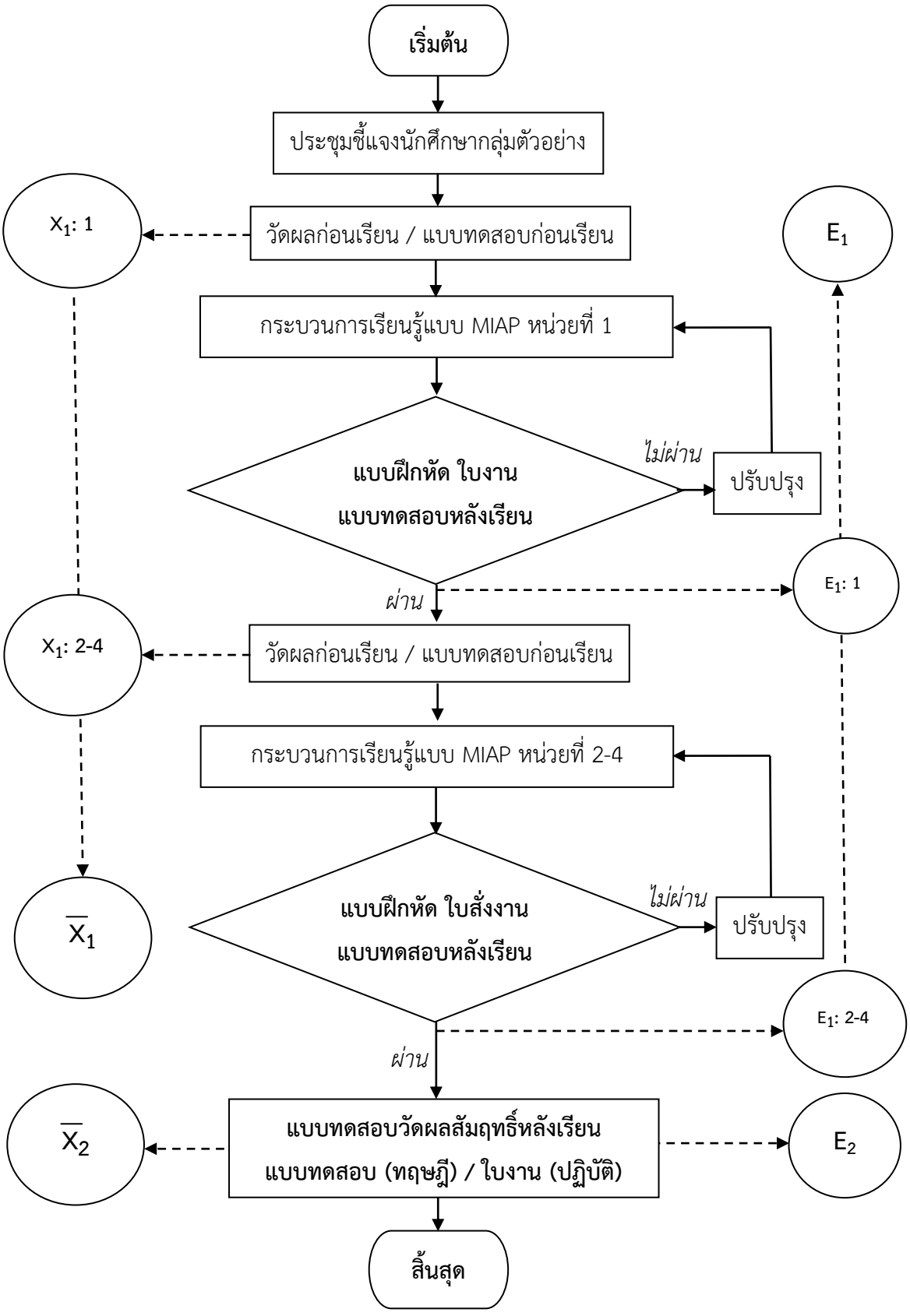
3.3.2.4 หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน ด้วยการนำค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนระหว่างเรียน กับค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน มาเปรียบเทียบกัน โดยมีค่าไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ที่ระดับ 80/80

3.3.2.5 หาความก้าวหน้าทางการเรียน ด้วยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาจากคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ให้มีค่าคะแนนสูงขึ้น โดยได้กำหนดให้มีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล สามารถแสดงเป็นภาพผังงานขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดการสอนและชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ และการเก็บรวบรวมข้อมูลการเรียนการสอน ดังปรากฏในรูปภาพที่ 3.6



รูปภาพที่ 3.6 การจัดการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล



รูปภาพที่ 3.7 ขั้นตอนเก็บรวบรวมข้อมูลการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดฝึก

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยเพื่อสร้างชุดฝึกและการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ เพื่อหาประสิทธิภาพ และเพื่อทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียนใช้สถิติต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.4.1 การหาค่าความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยการหาค่าของดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ของข้อสอบ เนื้อหา และพฤติกรรม โดยใช้สูตรของ โรวิเนลลี และแฮมเบลตัน (พรรณี, 2558: 194) ดังนี้

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

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1

ΣR หมายถึง ผลรวมของการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ค่า IOC ที่ถือว่าใช้ได้ หรือข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงต้องมีค่า 0.5 ขึ้นไป

3.4.2 การประเมินผลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับคุณภาพของชุดฝึกโดยหาค่าเฉลี่ยจากคะแนนที่แจกแจงความถี่แล้ว (รัตนา, 2553: 173)

$$\bar{X} = \frac{\Sigma f x}{\Sigma f}$$

เมื่อ $\bar{X}$ หมายถึง คะแนนเฉลี่ย

f หมายถึง ความถี่

$\Sigma f x$ หมายถึง ผลรวมทั้งหมดของความถี่คูณด้วยคะแนน

Σf หมายถึง ผลรวมทั้งหมดของความถี่ซึ่งเท่ากับจำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.4.3 การหาค่าความยากง่าย (Difficulty) ของข้อสอบ ใช้สูตร

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

เมื่อ P หมายถึง ค่าความยากง่าย

R หมายถึง จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก

N หมายถึง จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

ค่าความยากง่ายที่ใช้ได้จะยึดเอาค่า P ระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 (อนุวัติ, 2558: 205)

3.4.4 การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของข้อสอบ ใช้สูตร

$$D = P_H - P_L$$

เมื่อ D หมายถึง ค่าอำนาจจำแนก

P_H หมายถึง สัดส่วนการตอบถูกของกลุ่มเก่ง

P_L หมายถึง สัดส่วนการตอบถูกของกลุ่มอ่อน

โดยทั่วไปมักจะแบ่งกลุ่มผู้เข้าสอบโดยใช้เทคนิค 50 % สำหรับผู้เข้าสอบประมาณ 30 คน ซึ่งทำการแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มเก่งมีจำนวน 50 % และกลุ่มอ่อน 50 % ค่าอำนาจจำแนกที่ถือว่าจำแนกคนเก่งและคนอ่อนได้นั้น ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (พรรณี, 2558: 209)

3.4.5 การหาค่าความเชื่อถือได้ (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของ Kuder-Richardson estimates สูตรที่ 20

สูตร KR-20 $$r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\Sigma\, p \cdot q}{S^2}\right]$$

เมื่อ r_{tt} หมายถึง ค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ

k หมายถึง จำนวนข้อในแบบทดสอบ

p หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก

q หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด (คือ q = 1- p)

N หมายถึง จำนวนนักศึกษาที่ทำแบบทดสอบ

S^2 หมายถึง ค่าความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

X หมายถึง คะแนนที่นักศึกษาทำแบบทดสอบได้

และ การหาค่าความแปรปรวน (Variance)

สูตร $$S^2 = \frac{\Sigma\,(X - \bar{X})^2}{N-1}$$

และ การหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

สูตร $$S.D = \sqrt{S^2}$$

ค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบควรมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (พรรณี, 2558: 199)

3.4.6 ค่าเฉลี่ยจากคะแนนที่แจกแจงความถี่แล้ว (รัตนา, 2553: 175)

$$\bar{X} = \frac{\Sigma f x}{\Sigma f}$$

เมื่อ $\bar{X}$ หมายถึง คะแนนเฉลี่ย

f หมายถึง ความถี่

$\Sigma f x$ หมายถึง ผลรวมทั้งหมดของความถี่คูณด้วยคะแนน

Σf หมายถึง ผลรวมทั้งหมดของความถี่ซึ่งเท่ากับจำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.4.7 การวิเคราะห์หาประสิทธิ์ภาพของชุดฝึกจะใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยร้อยละของกระบวนการกับผลลัพธ์ โดยทั่วไปจะกำหนดเกณฑ์ไว้ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 80/80 (ชัยยงค์, 2556: 9)

$$E_1 = \frac{(\Sigma X/N)}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{(\Sigma f/N)}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้จากคะแนนรวม ของการทำแบบฝึกหัด ใบงาน และแบบทดสอบหลังเรียน โดยคิดคะแนนเป็นร้อยละ

E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่วัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน โดยวัดผลจากแบบทดสอบภาคทฤษฎี และแบบทดสอบภาคปฏิบัติ โดยคิดคะแนนเป็นร้อยละ

ΣX หมายถึง คะแนนรวมของนักศึกษาระหว่างเรียน

Σf หมายถึง คะแนนรวมผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

N หมายถึง จำนวนนักศึกษา

A หมายถึง คะแนนเต็มของนักศึกษาระหว่างเรียน

B หมายถึง คะแนนเต็มผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

3.4.8 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน

การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน จากการเปรียบเทียบโดยใช้ในกรณีที่ข้อมูลตัวอย่าง 2 กลุ่มมีความสัมพันธ์กัน (Related Samples) หรือไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent Samples) จะใช้สถิติการทดสอบที สำหรับ 2 กลุ่มชนิดไม่เป็นอิสระต่อกัน

(T-test for Dependent Samples) ซึ่งมีสูตรดังนี้ (พรรณี, 2558: 274)

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

$$df = N - 1$$

เมื่อ t หมายถึง ค่าสถิติการทดสอบที

D หมายถึง ค่าความแตกต่างของคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาแต่ละคน

N หมายถึง จำนวนคู่ของกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลของการวิจัย

ผลของการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมการทำงานของวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ (2) หาประสิทธิภาพของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมการทำงานของวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ และ (3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมการทำงานของวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้นำเสนอผลของการวิจัยดังนี้

- ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์
- ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์
- ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน

4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาคุณภาพของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมการทำงานของวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ของผู้เชี่ยวชาญ การวิเคราะห์หาคุณภาพของชุดฝึก ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยมีความคิดเห็นต่อชุดฝึกและชุดการสอนทั้ง 4 หน่วย ที่ใช้จัดการเรียนการสอนสำหรับรายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 30100 - 0104 เรื่อง วงจรนิวแมติกส์และวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สามารถรายงานผลของการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของหัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ด้านพุทธิพิสัย และด้านทักษะพิสัย ของผู้เชี่ยวชาญ **พบว่า** มีความสอดคล้องกันในระดับดีมากทุกข้อ (ค่า IOC สูงสุดคือ 1.0) โดยมีรายละเอียดการประเมินความสอดคล้องแสดงไว้ที่ **ภาคผนวก ค**

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยกับข้อสอบและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัยกับใบงาน ของผู้เชี่ยวชาญ **พบว่า** มีความสอดคล้องกันในระดับดีมากในทุก ๆ ข้อของข้อสอบและใบงาน สำหรับรายละเอียดการประเมินความสอดคล้องแสดงไว้ที่ **ภาคผนวก ง**

4.1.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมการทำงานของวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ และชุดการสอน ของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 ถึง ตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.1 จำนวนและร้อยละข้อมูลสถานภาพส่วนตัวของผู้เชี่ยวชาญ

สถานะภาพ		จำนวน	ร้อยละ
1. อายุ	มากกว่า 50 ปีขึ้นไป	2	40
	มากกว่า 40 – 50 ปี	3	60
2. การศึกษา	ปริญญาเอก	4	80
	ปริญญาโท	1	20
3. ประสบการณ์การทำงานมากกว่า 15 ปี		5	100

จากตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสถานภาพส่วนตัวของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ที่ประเมินคุณภาพของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมการทำงานของวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ และชุดการสอน **พบว่าส่วนมาก** มีอายุน้อยกว่า 50 ปี มีระดับวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอก และมีประสบการณ์ในการทำงานมากกว่า 15 ปีขึ้นไป

ตารางที่ 4.2 ความสอดคล้องของชุดฝึกด้านชุดการสอน

ที่	รายการ	$\overline{X}$	*S.D.*	แปลผล
1	กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้ชัดเจน	5.00	0.00	ดีมาก
2	รูปแบบในการสอนไว้ชัดเจน	4.20	0.45	ดี
3	รูปแบบชุดการสอนเข้าใจง่าย	4.80	0.45	ดีมาก
4	รายละเอียดเนื้อหาเหมาะสมในการสอน	4.60	0.55	ดีมาก
5	กิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสม	4.80	0.45	ดีมาก
6	นำไปใช้ในการสอนได้อย่างเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
	รวมเฉลี่ย	**4.73**	**-**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 4.2 เมื่อพิจารณารายละเอียดแต่ละหัวข้อปรากฏว่า หัวข้อผลการประเมินในระดับดีมากมี 5 หัวข้อ คือ กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้ชัดเจน และนำไปใช้ในการสอนได้อย่างเหมาะสม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ลำดับต่อมาคือรูปแบบชุดการสอนเข้าใจง่าย และกิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ส่วนรายละเอียดเนื้อหาเหมาะสมในการสอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และหัวข้อผลการประเมินในระดับดีคือ รูปแบบในการสอนไว้ชัดเจน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 แสดงว่าชุดการสอน มีความสอดคล้องเหมาะสมในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.73

ตารางที่ 4.3 ความสอดคล้องของเอกสารประกอบชุดฝึกด้านใบเนื้อหา

ที่	รายการ	$\overline{X}$	*S.D.*	แปลผล
1	จัดลำดับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้อย่างเหมาะสม	4.80	0.45	ดีมาก
2	เนื้อหาครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.60	0.55	ดีมาก
3	รายละเอียดของเนื้อหามีความเหมาะสม	4.20	0.45	ดี
4	เนื้อหามีความถูกต้องและชัดเจน	4.80	0.45	ดีมาก
5	ภาพประกอบมีความสัมพันธ์กับเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
6	เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของนักศึกษา	4.60	0.55	ดีมาก
	รวมเฉลี่ย	**4.67**	**-**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 4.3 เมื่อพิจารณารายละเอียดแต่ละหัวข้อปรากฏว่า หัวข้อมีผลการประเมินในระดับดีมาก มี 5 หัวข้อ คือ ภาพประกอบมีความสัมพันธ์กับเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ในลำดับต่อมาคือ จัดลำดับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้อย่างเหมาะสม และเนื้อหามีความถูกต้องชัดเจน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 สำหรับเนื้อหาครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และรายละเอียดของเนื้อหามีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 แสดงว่าความสอดคล้องของเอกสารประกอบชุดฝึกด้านใบเนื้อหาเหมาะสมในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.67

ตารางที่ 4.4 ความสอดคล้องของเอกสารประกอบชุดฝึกในด้านแบบทดสอบ

ที่	รายการ	$\overline{X}$	*S.D.*	แปลผล
1	ข้อสอบตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5.00	0.00	ดีมาก
2	ความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา	4.60	0.55	ดีมาก
3	จำนวนข้อสอบเหมาะสมกับเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
4	คำถามและคำตอบมีความชัดเจน	4.40	0.55	ดี
5	ความยากง่ายของข้อสอบเหมาะสมกับนักศึกษา	4.80	0.45	ดีมาก
6	สามารถวัดความรู้ความเข้าใจได้ชัดเจน	4.60	0.55	ดีมาก
	รวมเฉลี่ย	**4.73**	**-**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 4.4 เมื่อพิจารณารายละเอียดแต่ละหัวข้อปรากฏว่า หัวข้อผลการประเมินในระดับดีมากมี 5 หัวข้อ คือ ข้อสอบตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และ จำนวนข้อสอบเหมาะสมกับเนื้อหา ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ลำดับต่อมาคือความยากง่ายของข้อสอบเหมาะสมกับนักศึกษา ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ส่วนความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา และสามารถวัดความรู้ความเข้าใจได้ชัดเจน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และ คำถามและคำตอบมีความชัดเจน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 แสดงว่าความสอดคล้องของเอกสารประกอบชุดฝึกในด้านแบบทดสอบมีความสอดคล้องเหมาะสม ในระดับ ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.73

ตารางที่ 4.5 ความสอดคล้องของใบงานภาคปฏิบัติ

ที่	รายการ	$\overline{X}$	*S.D.*	แปลผล
1	ใบงานมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
2	ใบงานครอบคลุมตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ภาพใน	5.00	0.00	ดีมาก
3	ใบงานช่วยเพิ่มความเข้าใจในการเรียนรู้	4.80	0.34	ดีมาก
4	เรียงลำดับขั้นตอนในการทดลองมีความเหมาะสม	4.20	0.34	ดี
5	ใบงานเหมาะสมกับวัยของนักศึกษา	4.80	0.34	ดีมาก
6	มีคำอธิบายที่ถูกต้องและง่ายต่อการเข้าใจ	5.00	0.00	ดีมาก
7	มีความสะดวกในการใช้งาน	5.00	0.00	ดีมาก
8	มีข้อแนะนำและข้อควรระวัง	4.40	0.41	ดี
9	มีคำถาม-ตอบที่ชัดเจน	5.00	0.00	ดีมาก
10	สามารถวัดความรู้ความเข้าใจได้ชัดเจน	4.60	0.41	ดีมาก
	รวมเฉลี่ย	**4.78**	**-**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 4.5 เมื่อพิจารณารายละเอียดแต่ละหัวข้อปรากฏว่า หัวข้อผลการประเมินในระดับดีมากมี 8 หัวข้อ คือ ใบงานมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา, ใบงานครอบคลุมตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม, มีคำอธิบายที่ถูกต้องและง่ายต่อการเข้าใจ, มีความสะดวกในการใช้งาน, และมีคำถาม-ตอบที่ชัดเจน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ลำดับต่อมาคือภาพในใบงานช่วยเพิ่มความเข้าใจในการเรียนรู้ และใบงานเหมาะสมกับวัยของนักศึกษา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และสามารถวัดความรู้ความเข้าใจได้ชัดเจน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ส่วนหัวข้อผลการประเมินในระดับมาก มี 2 หัวข้อ คือ เรียงลำดับขั้นตอนในการทดลองมีความเหมาะสม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 และมีข้อแนะนำและข้อควรระวัง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 แสดงว่าความสอดคล้องใบงานภาคปฏิบัติมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.78

ตารางที่ 4.6 ความสอดคล้องของชุดฝึก PLC ควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

ที่	รายการ	$\overline{X}$	*S.D.*	แปลผล
1	การสร้างชุดฝึกเป็นไปตามวัตถุประสงค์	5.00	0.00	ดีมาก
2	ส่งเสริมให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ในเรื่องระบบ PLC	5.00	0.00	ดีมาก
3	ขนาดและรูปร่างมีความเหมาะสม	4.80	0.34	ดีมาก
4	การจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์เหมาะสม	4.40	0.41	ดี
5	คุณภาพของอุปกรณ์และโครงสร้างมีความแข็งแรง	5.00	0.00	ดีมาก
6	การบำรุงรักษาทำความสะอาดได้ง่าย	4.20	0.34	ดี
7	มีความสะดวกและปลอดภัยในการใช้งาน	4.60	0.41	ดีมาก
8	เครื่องมือและอุปกรณ์มีความเหมาะสมกับนักศึกษา	5.00	0.00	ดีมาก
9	คำอธิบายที่ถูกต้องและง่ายต่อการเข้าใจ	4.60	0.41	ดีมาก
10	มีภาพอธิบายขั้นตอนที่ถูกต้องและชัดเจน	5.00	0.00	ดีมาก
	รวมเฉลี่ย	**4.76**	**-**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 4.6 เมื่อพิจารณารายละเอียดแต่ละหัวข้อปรากฏว่า หัวข้อผลการประเมินในระดับดีมากมี 8 หัวข้อ คือ การสร้างชุดฝึกเป็นไปตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม, ส่งเสริมให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ในเรื่องระบบ PLC, คุณภาพของอุปกรณ์และโครงสร้างมีความแข็งแรง, เครื่องมือและอุปกรณ์มีความเหมาะสมกับนักศึกษา, และมีภาพอธิบายขั้นตอนที่ถูกต้องและชัดเจน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ส่วนหัวข้อผลการประเมินในระดับดี 2 หัวข้อ คือ การจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์เหมาะสม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 และการบำรุงรักษาทำความสะอาดได้ง่าย ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 แสดงว่าด้านชุดฝึก PLC ควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ มีความสอดคล้องเหมาะสมในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.76

สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพของชุดฝึกและชุดการสอนทั้ง 4 หน่วย มีค่าคุณภาพ ที่เหมาะสมในระดับดี (4.00) ขึ้นไป โดยมีค่าเฉลี่ยของความสอดคล้องของชุดฝึกและชุดการสอนทั้ง 5 ด้าน ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยของคุณภาพความสอดคล้องของชุดฝึกและชุดการสอน

ลำดับ	รายการประเมินคุณภาพชุดฝึก	$\overline{X}$	ลำดับที่
1	ความสอดคล้องของชุดฝึกด้านชุดการสอน	4.73	3
2	ความสอดคล้องของเอกสารประกอบชุดฝึกด้านใบเนื้อหา	4.67	4
3	ความสอดคล้องของเอกสารประกอบชุดฝึกในด้านแบบทดสอบ	4.73	3
4	ความสอดคล้องของใบงานภาคปฏิบัติ	4.78	1
5	ความสอดคล้องของชุดฝึก PLC ควบคุมนิวแมติกส์ และไฮดรอลิกส์	4.76	2
เฉลี่ยรวม		**4.73**	

จากตารางที่ 4.7 สรุปผลได้ว่าชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ และชุดการสอนทั้ง 4 หน่วย มีค่าคุณภาพที่เหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าของคุณภาพชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์และชุดการสอนเฉลี่ยรวมเท่ากับ **4.73** และมีรายละเอียดผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกปรากฏใน **ภาคผนวก จ**

4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ควบคุมการทำงานของวงจรนิวแมติกส์และวงจรไฮดรอลิกส์

4.2.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดฝึกและชุดการสอนเมื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอนจำนวน 4 ครั้ง แต่ละครั้งให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัด ใบงาน และแบบทดสอบหลังเรียน และหลังจากเรียนครบ 4 หน่วย ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกและชุดการสอน

เลขที่นักศึกษา ปวส.1 กลุ่ม D7	ชื่อ - สกุล	คะแนน E_1 หน่วยที่ 1-4					คะแนน E_2 ผลสัมฤทธิ์หลังเรียน			
		แบบฝึกหัด	ใบงาน	แบบทดสอบหลังเรียน	รวมคะแนน	ค่าเฉลี่ยร้อยละ	ทดสอบภาคทฤษฎี	ทดสอบภาคปฏิบัติ	รวมคะแนน	ค่าเฉลี่ยร้อยละ
		35	70	35	140	100	35	40	75	100
1	นายธนายุทธ ค่ายบุ่งคล้า	33	70	33	136	97.14	32	31	63	84.00
2	นายสุทธิศักดิ์ ชนะชัย	28	52	32	112	80.00	33	31	64	85.33
3	นายอิศรา ก่อบุญ	31	67	29	127	90.71	34	31	65	86.67
4	นายต้นตะกรานต์ ขลังวิเชียร	30	52	28	110	78.57	29	34	63	84.00
5	นายอภิวัฒน์ ภักดีกุล	29	52	30	111	79.29	28	28	56	74.67
6	นายธนพล จันทราษี	28	61	28	117	83.57	27	31	58	77.33
7	นายไพรัตน์ ธรรมกุล	29	55	27	111	79.29	26	34	60	80.00
8	นางสาวจารุวรรณ ชุมพร	29	61	31	121	86.43	28	31	59	78.67
9	นายปรีติภัทร อักษร	32	70	34	136	97.14	33	37	70	93.33
10	นายปราบ อาจนาเสียว	27	49	27	103	73.57	27	31	58	77.33
11	นายสิทธิชัย แสงแก้ว	28	52	28	108	77.14	25	34	59	78.67
12	นายธนากร พิพิธกุล	34	67	30	131	93.57	32	37	69	92.00
13	นายเจตริน โนนทะปะ	28	49	26	103	73.86	25	34	59	78.67
14	นายฉัตรชัย ทาเพชร	27	55	30	112	80.00	30	37	67	89.33
15	นายปิยะพงษ์ บุญเรือง	26	49	26	101	72.14	20	34	54	72.00
16	นางสาวศิริมาศ ชัยณรงค์	27	55	26	108	77.14	25	31	56	74.67
17	นายธีรภัทร์ พรมนอก	27	52	30	109	77.86	25	31	56	74.67
	รวม					**1397.4**				**1381.3**
	ค่าเฉลี่ยร้อยละ					**82.20**				**81.25**

จากตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมการทำงานของวงจรนิวแมติกส์และวงจรไฮดรอลิกส์ E_1 คือผลรวมค่าเฉลี่ยของคะแนนที่นักศึกษาทำได้จากการทำแบบฝึกหัด ใบงาน และแบบทดสอบหลังเรียนในรายวิชานิวเมติกส์ และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104 เฉลี่ยรวมร้อยละ 82.20 และ E_2 คือผลรวมค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ได้จากการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี และแบบทดสอบ

ภาคปฏิบัติ หลังจากการเรียนด้วยชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ เฉลี่ยรวมร้อยละ 81.25 แสดงค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ คือ 82.80/81.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และสามารถแสดงรายละเอียด แบบบันทึกผลคะแนนรายหน่วย (4 หน่วย) และคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ปรากฏใน **ภาคผนวก ฉ**

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียน โดยให้ทำแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 1-4 รวมจำนวนแบบทดสอบ 35 ข้อ (35 คะแนน) เพื่อประเมินผลความรู้ของนักศึกษาก่อนเรียน ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน

เลขที่ ปวส.1 กลุ่ม D7	ชื่อ - สกุล	คะแนนแบบทดสอบ				รวมคะแนน	ค่าเฉลี่ยร้อยละ
		หน่วยที่ 1	หน่วยที่ 2	หน่วยที่ 3	หน่วยที่ 4		
		10	10	10	5	35	100
1	นายธนายุทธ ค่ายบุ่งคล้า	5	4	3	1	13	37.14
2	นายสุทธิศักดิ์ ชนะชัย	6	4	6	2	18	51.43
3	นายอิศรา ก่อบุญ	5	6	6	2	19	54.29
4	นายต้นตะกรานต์ ขลังวิเชียร	3	3	4	2	12	34.29
5	นายอภิวัฒน์ ภักดีกุล	2	2	4	3	11	31.43
6	นายธนพล จันทราษี	4	4	3	2	13	37.14
7	นายไพรัตน์ ธรรมกุล	3	4	4	1	12	34.29
8	นางสาวจารุวรรณ ชุมพร	6	4	6	2	18	51.43
9	นายปรีติภัทร อักษร	7	5	4	1	17	48.57
10	นายปราบ อาจนาเสียว	6	5	4	2	17	48.57
11	นายสิทธิชัย แสงแก้ว	4	4	4	2	14	40.00
12	นายธนากร พิพิธกุล	4	3	4	2	13	37.14
13	นายเจตริน โนนทะปะ	4	5	4	1	14	40.00
14	นายฉัตรชัย ทาเพชร	4	3	3	2	12	34.29
15	นายปิยะพงษ์ บุญเรือง	4	4	2	3	13	37.14
16	นางสาวศิริมาศ ชัยณรงค์	2	5	5	2	14	40.00
17	นายธีรภัทร์ พรมนอก	4	3	3	2	12	34.29
	รวม	73	68	69	32	242	691.43
	ค่าเฉลี่ย	4.29	4.00	4.06	1.88	14.24	40.67

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เมื่อเรียนจบในชุดการสอน ครบทั้ง 4 หน่วย โดยวัดผลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ภาคทฤษฎี จำนวน 35 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที และจากผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยค่าสถิติการทดสอบที สำหรับ 2 กลุ่มชนิดไม่เป็นอิสระต่อกัน (T-test for Dependent Samples) ปรากฏผลดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน

ลำดับ	ชื่อ - สกุล	คะแนนเต็ม 35 คะแนน		D	D^2
		ก่อนเรียน	หลังเรียน		
1	นายธนายุทธ ค่ายบุ่งคล้า	13	32	19.0	361
2	นายสุทธิศักดิ์ ชนะชัย	18	33	15.0	225
3	นายอิศรา ก่อบุญ	19	34	15.0	225
4	นายต้นตะกรานต์ ขลังวิเชียร	12	29	17.0	289
5	นายอภิวัฒน์ ภักดีกุล	11	28	17.0	289
6	นายธนพล จันทราษี	13	27	14.0	196
7	นายไพรัตน์ ธรรมกุล	12	26	14.0	196
8	นางสาวจารุวรรณ ชุมพร	18	28	10.0	100
9	นายปรีติภัทร อักษร	17	33	16.0	256
10	นายปราบ อาจนาเสียว	17	27	10.0	100
11	นายสิทธิชัย แสงแก้ว	14	25	11.0	121
12	นายธนากร พิพิธกุล	13	32	19.0	361
13	นายเจตริน โนนทะปะ	14	25	11.0	121
14	นายฉัตรชัย ทาเพชร	12	30	18.0	324
15	นายปิยะพงษ์ บุญเรือง	13	20	7.0	49
16	นางสาวศิริมาศ ชัยณรงค์	14	25	11.0	121
17	นายธีรภัทร์ พรมนอก	12	25	13.0	169
รวม		**242**	**479.00**		
คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$)		**14.24**	**28.18**		
ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย		**40.67**	**80.50**		
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)		**2.54**	**3.78**		

ผลการดำเนินการวิจัยจากตารางที่ 4.10 เป็นผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน (ด้านพุทธิพิสัย) ก่อนเรียน โดยการให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่าง จำนวน 17 คน เป็นนักศึกษาในระดับชั้น ปวส.1 กลุ่ม D7 สาขาวิชาไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ทำแบบทดสอบก่อนเรียนในแต่ละหน่วยการสอนทั้ง 4 หน่วย รวมจำนวน 35 ข้อ (35 คะแนน) ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.24 ($\bar{X}$ = 14.24, S.D.= 2.54) คิดเป็นร้อยละ 40.67 และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนจากด้วยชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์และชุดการสอนทั้ง 4 หน่วย จำนวน 35 ข้อ (35 คะแนน) ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 28.18 ($\bar{X}$ = 28.18, S.D.= 3.78) คิดเป็นร้อยละ 80.50 แล้วนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ไปทดสอบ ค่าสถิติการทดสอบที สำหรับ 2 กลุ่มชนิดไม่เป็นอิสระต่อกัน (T-test for Dependent Samples) ปรากฏผลดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ

การทดสอบ	Mean	S.D.	ค่าเฉลี่ยของผลต่าง	S.D. ค่าเฉลี่ยผลต่าง	t	df	Sig 1 tailed
ก่อนเรียน	14.24	2.54	13.94	3.53	8.043*	16	0.000
หลังเรียน	28.18	3.78					

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01**

จากตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบคะแนนของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 14.24 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 28.18 เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนกับหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ และชุดการสอน ทำให้นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้น โดยมีรายละเอียดของคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (ด้านพุทธิพิสัย) แสดงใน **ภาคผนวก ฉ**

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยการสร้าง และหาประสิทธิภาพ ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รายวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104 สาขาวิชาไฟฟ้า ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ในครั้งนี้ ได้ดำเนินการวิจัยตามวัตถุประสงค์ สามารถรายงานการวิจัยตามลำดับดังนี้

- สรุปผลการวิจัย
- อภิปรายผลการวิจัย
- ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ที่สร้างขึ้น มีค่าความพึงพอใจที่ระดับดีมาก (4.73)

5.1.2 หลังจากนักศึกษาได้ทดลองใช้ชุดการสอนและชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ที่สร้างขึ้น และหาประสิทธิภาพการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึก ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพ 82.80/81.25 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 เมื่อทำการทดสอบด้วยค่า E_1/E_2 แสดงว่าชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้

5.1.3 หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ที่สร้างขึ้น ทำให้ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษามีค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสูงกว่าสมมุติฐานที่ตั้งไว้ที่ค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ครั้งนี้ผู้วิจัยแยกอภิปรายผลเป็น 3 ประเด็น ดังนี้

5.2.1 ชุดการสอน และชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.80/81.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงเวลาระหว่างเรียน นักศึกษาได้ศึกษาเอกสารตำราเรียนที่เกี่ยวข้อง ประกอบกับนักศึกษาได้สังเกตและสอบถามครูผู้สอนในสิ่งที่ยังไม่เข้าใจ จึงเป็นผลให้คะแนนจากแบบทดสอบหลังการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สำหรับในการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกนักศึกษามีความสนใจในการเรียนครั้งนี้เป็นอย่างมาก เพราะมีการวางแผนขั้นตอนการสอนอย่างเป็นระบบ ขั้นตอนการสอนจากชุดการสอน ซึ่งประกอบด้วยการปฏิบัติงานตามใบงานภาคปฏิบัติ ระหว่างเรียนนักศึกษาสามารถสังเกตและสอบถามครูผู้สอน ซึ่งมีความสะดวกในการปฏิบัติงานตามใบงานและตรวจสอบความเข้าใจตามเฉลยใบงาน ทำให้นักศึกษาเกิดแรงจุงใจในการเรียนเป็นอย่างมาก สำหรับชุดฝึกที่สร้างขึ้นนี้ ได้ทำการประเมินด้านเอกสารประกอบการฝึก และใบงาน ซึ่งสร้างตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก เพื่อให้เนื้อหาความเหมาะสมกับนักศึกษา

สื่อที่ใช้ประกอบการสอน คือ ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ผู้สอนได้อธิบายส่วนประกอบต่าง ๆ ของชุดฝึก และใช้วิธีการสอนด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP รวมถึงการใช้ใบงาน และทำการเก็บคะแนนระหว่างเรียนจึงทำให้นักศึกษาเกิดความสนใจต่อการเรียนการสอน

เอกสารประกอบการฝึกเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน โดยเฉพาะแบบฝึกหัดใช้เป็นเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียน ทำให้นักศึกษาเกิดความสนใจมากขึ้น และทำให้คะแนนระหว่างเรียนดีขึ้นด้วย ถ้านักศึกษาสามารถสังเกตและตอบคำถามในแบบฝึกหัดได้แสดงว่านักศึกษามีความเข้าใจ ทำให้สามารถทำแบบทดสอบได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ พรจิต ประทุมสุวรรณ (2545:บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนไฮดรอลิกส์ไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมแบบวงรอบปิด ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพทางภาคทฤษฎี 82.28/80.96 และประสิทธิภาพทางภาคปฏิบัติ 83.54/81.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ และหลังจากเรียนด้วยชุดการสอนที่สร้างขึ้นนักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.2.2 หลังจากนักศึกษาได้ทดลองใช้ชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลและชุดการสอน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและนำไปหาประสิทธิภาพ ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพกระบวนการกับค่าประสิทธิภาพผลลัพธ์เท่ากับ 82.80/81.25 โดยที่ ค่า E_1 มีค่ามากกว่าค่า E_2 ก็เพราะว่า แบบทดสอบหลังเรียน นักศึกษายังคงจดจำเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ได้ดีอยู่ ดังนั้นจึงมีผลทำให้คะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้สูงกว่าคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ที่นักศึกษาทำหลังจากเรียนครบทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้เสียก่อน ทำให้อาจจะลืมเนื้อหาในส่วนของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1-3 ที่เรียนมาเมื่อ 3 สัปดาห์ที่ผ่านมา สอดคล้องกันกับการศึกษาวิจัยของ สมเกียรติ ยาประเสริฐ (2554:บทคัดย่อ) งานวิจัยเรื่อง ชุดฝึกการวิเคราะห์อาการเสีย

ของโปรแกรมควบคุมพีแอลซี การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) สร้างชุดฝึกการวิเคราะห์อาการเสียของโปรแกรมควบคุมพีแอลซี (2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาเมื่อใช้ชุดฝึกที่พัฒนาขึ้น (3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดฝึกการวิเคราะห์อาการเสียของโปรแกรมพีแอลซี แล้วนำไปทดลองใช้กับนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี จำนวน 30 คน แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าสถิติต่าง ๆ

ผลการวิจัยปรากฏว่าได้ชุดฝึกมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.22/80.78 และพบว่าคะแนนผลการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปได้ว่าชุดฝึกที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2.3 หลังจากนักศึกษาได้ทดลองใช้ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ และชุดการสอน ที่พัฒนาขึ้น ทำให้ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษามีค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากนักศึกษาได้สังเกตและสอบถามครูผู้สอนในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จึงเป็นผลให้คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 80 สอดคล้องกับ มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์ (2559:บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสตีมศึกษาเพื่อการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัวเรา การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดฝึกสตีมศึกษาเพื่อการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัวเรา 2) วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะ และ 3) ศึกษาระดับความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานหลังจากที่ได้เรียนจากการพัฒนา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 26 คน

ผลการวิจัยพบว่า (1) ชุดฝึกทักษะนี้มีประสิทธิภาพ 80.76/81.54 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานหลังจากที่ได้เรียนโดยใช้แบบประเมินตามสภาพจริง (แบบวัดแบบคะแนนรูบริค Scoring Rubric) อยู่ในระดับดี

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป ในการสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ การออกแบบสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดฝึก ควรคำนึงถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่ใช้กับชุดฝึกและวัตถุประสงค์ของหลักสูตรให้มีความสอดคล้องและตอบสนองกันอย่างครบถ้วนในการสร้างการฝึก ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของนักศึกษาเป็นสำคัญ

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ที่สร้างขึ้น ยังมีส่วน ที่ควรพัฒนาต่อไปคือเพิ่มในส่วนของการเพิ่มหน่วยอินพุตและเอาต์พุต เพื่อให้ชุดฝึกมีความสมบูรณ์และครอบคลุมเนื้อหาของหลักสูตร ในรายวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ของหน่วยการเรียนอื่น ๆ โดยเน้นชุดฝึกให้มีการทำงานเสมือนจริงอย่างเป็นระบบ

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

คณะกรรมการการศึกษา วุฒิสภา. **รายงานผลการพิจารณา เรื่องการอาชีวศึกษา ปัญหาที่ท้าทายของประเทศไทย**. กรุงเทพมหานคร : สำนักกรรมาธิการ 3 สำนักเลขาธิการวุฒิสภา, 2555.

จตุรงค์ จตุรเชิดชัยสกุล. "**การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในงานควบคุม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง.**" วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2540.

จรัญ แสนราช. "**การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยตนเองวิชาวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 1**". กรุงเทพมหานคร:วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2542.

เฉลิมวุฒิ ยุทธไชย "**การสร้างชุดการสอนระบบควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอลโทรลเลอร์.**" สำหรับนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาไฟฟ้า ชั้นปีที่ 3..ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ปริญญานิพนธ์ หลักสูตรวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ สาขาเครื่องกล. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, 2557.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. **เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร : สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2553.

_____. **ชุดการเรียนการสอน ในประมวลสาระชุดวิชาการ. พัฒนาหลักสูตรและสื่อการเรียนการสอน.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2556.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์และคณะ. **เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2550.

ณัฏฐ์ สิริวรรธนานนท์. **"การพัฒนารูปแบบศูนย์การเรียนด้วยฐานประสบการณ์เพื่อการเรียนการสอนนิวแมติกส์"** วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี เทคนิคศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2561.

ธีระ รุญเจริญ. **ความเป็นมืออาชีพในการจัดและบริหารสถานศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร : ข้าวฟ่าง.หจก, 2553.

บุญชม ศรีสะอาด. **การวิจัยสำหรับครู.** กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น,2554

_____. **การวิจัยเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2554

_____. **วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2545

ปัญญา ไผ่ทอง. **“การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องการตัดเฉือนด้วยแม่พิมพ์กดตัด”** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

ประภาพรรณ เส็งวงศ์. **การพัฒนาการเรียนรู้ด้วยวิธีการวิจัยในชั้นเรียน.** กรุงเทพมหานคร : หจก.ภาพพิมพ์, 2550.

ปรีดาภรณ์ กาญจนสำราญวงศ์. **Excel Statistic Analysis.** กรุงเทพมหานคร : บริษัท ไอดีซี พรีเมียร์ จำกัด**,** 2556.

พงษ์ศิลป์ แก้วรัตนศรีโพธิ์. **“การสร้างชุดการสอนมินิคอร์สเรื่องงานไฟฟ้าหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยรังสิต.”** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543.

พรจิต ประทุมสุวรรณ. **“การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนไฮดรอลิกส์ไฟฟ้า เรื่องการควบคุมแบบวงรอบปิด.”** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิชาไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.

พรรณี ลีกิจวัฒนะ. **วิธีการวิจัยทางการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2558.

มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์. **“การพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสตีมศึกษาโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงานเรื่องพลังงานรอบตัวเรา”**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2559.

รัชภูมิ ศรีภูธร. **“การสร้างชุดการสอนเรื่องเซนเซอร์ วิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา.”** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

รัตนา ศิริพานิช. **หลักการสร้างแบบสอบวัดทางจิตวิทยาและทางการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร : ม.ป.ท., 2553.

วิชัย วงษ์ใหญ่. **กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนมิติใหม่.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ธเนศวรการพิมพ์, 2552.

วิโรจน์ สารรัตนะ. **กระบวนทัศน์ใหม่ทางการศึกษากรณีทัศนะต่อการศึกษาศตวรรษที่ 21.** กรุงเทพมหานคร : หจก.ทิพยวิสุทธิ, 2556.

วิทยา ประยงค์พันธุ์ และอำนาจ ทองผาสุก. **เทคนิคการสอนวิชาปฏิบัติให้ประสบความสำเร็จ.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2556.

สมเกียรติ ยาประเสริฐ. "**ชุดฝึกการวิเคราะห์อาการเสียของโปรแกรมควบคุมพีแอลซี** " วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2554.

สมพล บุญญสุวรรณโณ. "**การออกแบบระบบไฟฟ้าภายในอาคารด้วย EIB**." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.

สุกัญญา แช่มช้อย. **แนวคิดเชิงนวัตกรรมสำหรับการบริหารสถานศึกษาใน ศตวรรษที่ 21**. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร, 14 (2), 2555.

สุราษฎร์ พรมจันทร์. **การพัฒนาหลักสูตรรายวิชา.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.

_____. **ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. **การพัฒนาผลงานทางวิชาการ สู่การเลื่อนวิทยฐานะ.** กรุงเทพมหานคร : หจก.ภาพพิมพ์, 2549.

สุนทร อิ่มสะอาด. "**การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องการเขียนแบบแยกชิ้น สำหรับนักศึกษาวิชาช่างเทคนิคการผลิต ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชั้นชั้นสูง** " วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543.

สุทธิลักษณ์ ชุนประวัติ. "**การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดการ วิชา โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา.**" วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. **มาตรฐานการอาชีวศึกษา.** กรุงเทพมหานคร : ม.ป.ท., 2553.

_____. **แผนยุทธศาสตร์การอาชีวศึกษา (พ.ศ. 2552-2561).** กรุงเทพมหานคร : พิมพ์ดี, 2551

_____. **รายงานการประเมินโครงการ.** กรุงเทพมหานคร : สำนักติดตามและประเมินผล, 2556

_____. **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557.** กรุงเทพมหานคร : ม.ป.ท., 2557.

สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน). **ผลประเมินสถานศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน รอบสาม สถานศึกษาอาชีวศึกษารัฐบาล.** กรุงเทพมหานคร : สมศ, 2555.

อนิวรรตน์ พลรักษ์. "**การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งาน หุ่นยนต์พื้นฐาน.**" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2556.

อนุวัติ คูณแก้ว. **การวัดผลและประเมินผลการศึกษาแนวใหม่.** กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2558.

อภิภา ปรัชญพฤทธิ์. **หลักสูตรและการเรียนการสอนอุดมศึกษา: พาราไดม์และวิธีปฏิบัติ.** กรุงเทพมหานคร : บริษัท ส เจริญ การพิมพ์, 2555.

ภาษาอังกฤษ

Bloom, Benjamin S. **Human characteristic and School Learning.** New York : McGraw-Hill, 1976.

Butts, Davis. **The Teaching of Science A Self-Directed Planning Guide**. New York : Harper & Row Publisher, 1978.

Cardarelli , Sall M. **Individualized Instruction Programmed and Material**. New York : Englewood Cliffs Company, 1973

Carter V. Good. **Dictionary of education.** New York: Mc Graw-Hill Book, 1973.

Good, Carter. V. **Dictionary of Education**. New York : McGraw Hill, 1973.

Gordon, L. **Module on Module o-A.** Florida: Department of Education, 1973.

Houston, Robert W.; & et al. **Developing Instruction Modules.** A Modulate System for Writing Modules. Texas: University of Houston, 1972.

Joyce, B., and Weil, M. **Model of Teaching.** 5 ed., Englewood Cliffs, NJ : Prentice – Hall, 1973.

ภาคผนวก ก

หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึก

หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึก PLC ควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

งานวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์
ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

ที่	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง	วุฒิการศึกษา	สถานที่ทำงาน
1	ดร.อนุชาติ ศรีศิริวัฒน์	รอง ศาสตรา จารย์	ปทส. ไฟฟ้ากำลัง ค.อ.ม. ไฟฟ้า ค.อ.ด. ไฟฟ้า	สถาบันเทคโนโลยี ปทุมวัน
2	ดร. ชัยยพล ธงชัยสุรัชต์กูล	ผู้ช่วย ศาสตรา จารย์	ค.อ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้า) ค.อ.ม. (ไฟฟ้า) Ph.D. (Electrical Engineering) Vanderbilt University, Tennessee, USA	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอ เกล้าพระนครเหนือ 1518 ถนนพิบูลสงคราม แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800 โทร. 0-2555-2000 ต่อ 3339 โทรสาร 0-2587-8255 http://www.te.kmutnb.ac.th /stc
3	ดร.ประสิทธิ์ ภูสมมา	ผู้ช่วย ศาสตรา จารย์	คอบ. วิศวกรรมไฟฟ้า ค.อ.ม ไฟฟ้า ปร.ด. เทคโนโลยีพลังงาน	มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
4	ดร.สุรพงษ์ เอิมอุทัย		ค.อ.บ. วิศวกรรม โทรคมนาคม ค.อ.ม. หลักสูตรละการสอน ปร.ด. วิจัยและพัฒนา หลักสูตร	สำนักงานสมรรถนครูและ บุคลากรการอาชีวศึกษา
5	นายวุฒิพงษ์ อินทิแสง	ครู เชี่ยวชาญ	ค.อ.บ. (เกียรตินิยม) (วิศวกรรมเครื่องกล) ก.ศ.ม. (บริหารการศึกษา)	วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง 425 ถนนสรงประภา แขวง ดอนเมือง เขตดอนเมือง กรุงเทพฯ 10210 โทร. 0-2565-5278

ที่ ศธ ๐๖๓๖.๑๓/ว ๓๐๓๒

วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
ตำบลในเมือง อำเภอเมือง
จังหวัดชัยภูมิ ๓๖๐๐๐

๑๔ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจผลงานวิชาการ

เรียน รศ.ดร.อนุชาติ ศรีศิริวัฒน์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. แบบประเมิน จำนวน ๑ ชุด
๒. แบบสอบถาม จำนวน ๑ ชุด

ด้วยวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ โดยนายมนูญ นาจวง ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ ประจำแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ได้จัดทำงานวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล เพื่อให้การดำเนินงานวิจัยผลงานทางวิชาการเป็นไปด้วย ความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้ เป็นอย่างดียิ่ง

ดังนั้นวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านตรวจสอบและประเมินผลงานวิจัยทางวิชาการ และให้คำชี้แนะต่าง ๆ เพื่อที่จะดำเนินการตามขั้นตอนต่อไป ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์ จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายอาคม จันทร์นาม)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
ฝ่ายวิชาการ
โทรศัพท์ ๐-๔๔๘๑-๑๕๓๖ ต่อ ๑๓๖

ที่ ศธ ๐๖๓๖.๑๓/ว ๓๐๓๒

วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
ตำบลในเมือง อำเภอเมือง
จังหวัดชัยภูมิ ๓๖๐๐๐

๑๔ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจผลงานวิชาการ

เรียน ดร.สุรพงษ์ เอิมอุทัย

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. แบบประเมิน จำนวน ๑ ชุด
๒. แบบสอบถาม จำนวน ๑ ชุด

ด้วยวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ โดยนายมนูญ นาจวง ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ ประจำแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ได้จัดทำงานวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล เพื่อให้การดำเนินงานวิจัยผลงานทางวิชาการเป็นไปด้วย ความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้ เป็นอย่างดียิ่ง

ดังนั้นวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านตรวจสอบและประเมินผลงานวิจัยทางวิชาการ และให้คำชี้แนะต่าง ๆ เพื่อที่จะดำเนินการตามขั้นตอนต่อไป ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์ จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายอาคม จันทร์นาม)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
ฝ่ายวิชาการ
โทรศัพท์ ๐-๔๔๘๑-๑๕๓๖ ต่อ ๑๓๖

ที่ ศธ ๐๖๓๖.๑๓/ว ๓๐๓๒

วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
ตำบลในเมือง อำเภอเมือง
จังหวัดชัยภูมิ ๓๖๐๐๐

๑๔ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจผลงานวิชาการ

เรียน ผศ.ดร.ประสิทธิ์ ภูสมมา

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. แบบประเมิน จำนวน ๑ ชุด
๒. แบบสอบถาม จำนวน ๑ ชุด

ด้วยวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ โดยนายมนูญ นาจวง ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ ประจำแผน
วิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ได้จัดทำงานวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้ว
โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล เพื่อให้การดำเนินงานวิจัยผลงานทางวิชาการเป็นไปด้วย ความเรียบร้อยแล
บรรลุตามวัตถุประสงค์ วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถแล
ประสบการณ์ในเรื่องนี้ เป็นอย่างดียิ่ง

ดังนั้นวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านตรวจสอบและประเมินผ
งานวิจัยทางวิชาการ และให้คำชี้แนะต่าง ๆ เพื่อที่จะดำเนินการตามขั้นตอนต่อไป ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในก
จัดการเรียนการสอน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์ จากท่านด้วย
และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายอาคม จันทร์นาม)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
ฝ่ายวิชาการ
โทรศัพท์ ๐-๔๔๘๑-๑๕๓๖ ต่อ ๑๓๖

ที่ ศธ ๐๖๓๖.๑๓/ ว ๓๐๓๒

วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
ตำบลในเมือง อำเภอเมือง
จังหวัดชัยภูมิ ๓๖๐๐๐

๑๔ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจผลงานวิชาการ

เรียน นายวุฒิพงษ์ อินทิแสง

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. แบบประเมิน จำนวน ๑ ชุด
๒. แบบสอบถาม จำนวน ๑ ชุด

ด้วยวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ โดยนายมนูญ นาจวง ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ ประจำแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ได้จัดทำงานวิจัยเพื่อพัฒนาชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล เพื่อให้ผลงานทางวิชาการเป็นไปด้วย ความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง

ดังนั้นวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านตรวจสอบและประเมินผลงานวิจัยทางวิชาการ และให้คำชี้แนะต่างๆ เพื่อที่จะดำเนินการขั้นต่อไป ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการเรียนการสอน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์ จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายอาคม จันทร์นาม)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
ฝ่ายวิชาการ
โทรศัพท์ ๐-๔๔๘๑-๑๕๓๖ ต่อ ๑๓๖

ที่ ศธ ๐๖๓๖.๑๓/ ว ๓๐๓๒

วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
ตำบลในเมือง อำเภอเมือง
จังหวัดชัยภูมิ ๓๖๐๐๐

๑๔ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจผลงานวิชาการ

เรียน ผศ.ดร.ชัยพล ธงชัยสุรัชต์กุล

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. แบบประเมิน จำนวน ๑ ชุด
๒. แบบสอบถาม จำนวน ๑ ชุด

ด้วยวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ โดยนายมนูญ นาจวง ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ ประจำแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ได้จัดทำงานวิจัยเพื่อพัฒนาชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล เพื่อให้ผลงานทางวิชาการเป็นไปด้วย ความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง

ดังนั้นวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านตรวจสอบและประเมินผลงานวิจัยทางวิชาการ และให้คำชี้แนะต่างๆ เพื่อที่จะดำเนินการขั้นต่อไป ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการเรียนการสอน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์ จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายอาคม จันทร์นาม)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
ฝ่ายวิชาการ
โทรศัพท์ ๐-๔๔๘๑-๑๕๓๖ ต่อ ๑๓๖

ภาคผนวก ข

ชุดการสอน

- เรื่องนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

ชุดการสอน

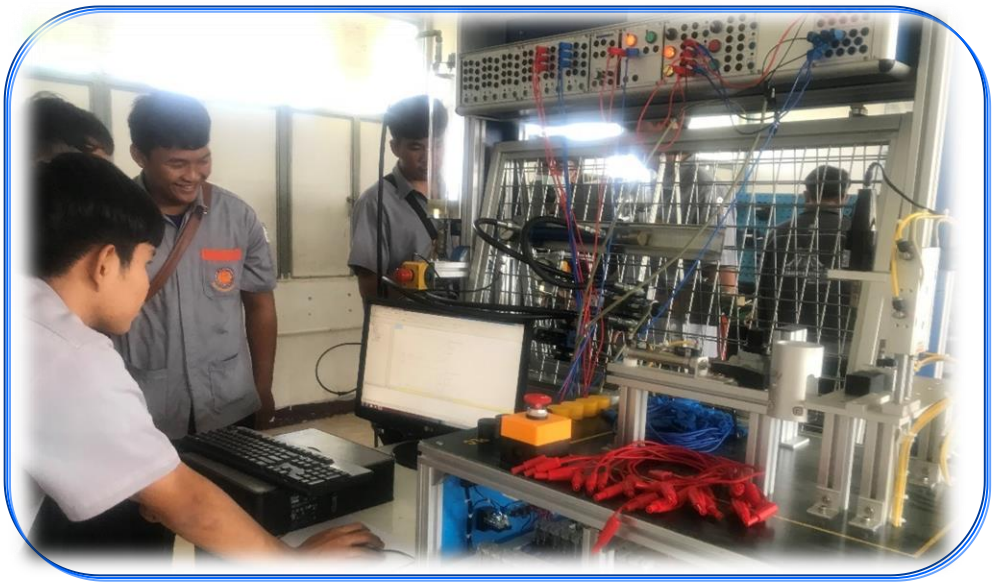
ชื่อหน่วย

นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104

ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา



จัดทำโดย นายมนูญ นาจวง

แผนกวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

ชุดการสอน ชื่อหน่วย นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล เป็นเนื้อหาส่วนหนึ่งของรายวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 30100 – 0104 จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2557 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา

โดยเนื้อหาได้จากการวิเคราะห์ จุดประสงค์ สมรรถนะและคำอธิบายรายวิชา แล้วจัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรรายหน่วย ในส่วนของหัวข้อเนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และทำการวิเคราะห์ข้อสอบ โดยได้รับการประเมินและให้น้ำหนักความสำคัญในด้านต่าง ๆ จากผู้เชี่ยวชาญ ที่มีประสบการณ์ในการทำงานหรือประสบการณ์ในการสอน เกี่ยวข้องด้านอุตสาหกรรม ในการใช้งานโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC) ควบคุมการทำงานระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 5 ท่าน

ชุดการสอน มีจำนวน 4 หน่วยการเรียน แต่ละหน่วยประกอบด้วย (1) หน่วยการเรียนรู้ (2) คู่มือการสอนสำหรับครู (3) จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (4) แบบทดสอบก่อนเรียน (5) ใบเนื้อหา (6) แบบฝึกหัด (7) เฉลยแบบฝึกหัด (8) ใบงาน (9) เฉลยใบงาน (10) แบบทดสอบหลังเรียน (11) เฉลยแบบทดสอบ และ (12) บันทึกหลังการสอนรายหน่วย

ขอขอบคุณคณะครูประจำแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ที่อำนวยความสะดวก ให้คำปรึกษาแนะนำ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการดำเนินงาน และขอขอบใจนักศึกษาแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีตลอดการดำเนินงานวิจัย

ท้ายนี้คุณค่าและประโยชน์จากชุดการสอนฉบับนี้ ผู้พัฒนาใคร่ขออุทิศความดีให้ พระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน

นายมนูญ นาจวง
วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

จุดประสงค์ สมรรถนะ และคำอธิบายรายวิชา

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พ.ศ. 2557 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104

จำนวน 3 หน่วยกิต ทฤษฎี 2 ปฏิบัติ 2 รวม 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวนเวลาเรียน 18 สัปดาห์

จุดประสงค์รายวิชา

1. เข้าใจหลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์ ระบบไฮดรอลิกส์ และระบบควบคุม
2. สามารถออกแบบ ติดตั้ง บำรุงรักษาระบบนิวแมติกส์และระบบไฮดรอลิกส์ ทั้งแบบเชิงกล และแบบไฟฟ้า
3. มีเจตคติที่ดีในการสืบค้นความรู้เกี่ยวกับการทำงานของระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ และมีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความรอบคอบและปลอดภัย

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับ หลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์ ระบบไฮดรอลิกส์ และระบบควบคุม
2. ออกแบบ ติดตั้ง บำรุงรักษาระบบนิวแมติกส์ ระบบไฮดรอลิกส์ แบบเชิงกล ตามเงื่อนไขของงาน
3. ออกแบบ ติดตั้ง บำรุงรักษาระบบนิวแมติกส์ ระบบไฮดรอลิกส์ แบบไฟฟ้า ตามเงื่อนไขของงาน

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับ การออกแบบ และติดตั้งระบบนิวแมติกส์ หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์ อุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์ ปั๊มลม วาล์ว อุปกรณ์ทำงานรวมทั้ง ระบบสุญญากาศ การเขียนผังวงจรนิวแมติกส์ และแสดงการเคลื่อนที่ การออกแบบ และเขียนวงจรนิวแมติกส์แบบทำงานต่อเนื่อง อุปกรณ์ไฟฟ้าและโซลินอยด์วาล์ว การออกแบบและเขียนวงจรนิวแมติกส์ควบคุมการทำงานด้วยรีเลย์ไฟฟ้า และโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC) การบำรุงรักษา และแก้ไขปัญหาของระบบนิวแมติกส์

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับ การออกแบบ และติดตั้งระบบไฮดรอลิกส์ หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบไฮดรอลิกส์ อุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิกส์ น้ำมันไฮดรอลิกส์ ชุดต้นกำลัง วาล์ว อุปกรณ์ทำงาน การเขียนผังวงจรไฮดรอลิกส์ การออกแบบและเขียนวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยรีเลย์ไฟฟ้า และโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC) การบำรุงรักษาและแก้ไขปัญหาของระบบไฮดรอลิกส์

การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104 2-2-3												
ที่	หัวข้อหน่วย	แหล่งข้อมูล										
		A			B			C	D	E	หมายเหตุ	
		1	2	3	1	2	3					
1	หลักการเบื้องต้นของนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		
2	อุปกรณ์ การบำรุงรักษา และแก้ไขปัญหา ในระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
3	วงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		
4	วงจรนิวแมติกส์แบบต่อเนื่อง	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		
5	วงจรนิวแมติกส์ไฟฟ้า	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		
6	วงจรไฮดรอลิกส์ไฟฟ้า	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		
7	วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		
8	วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		

หมายเหตุ แหล่งข้อมูล

A = จุดประสงค์รายวิชา ข้อที่ 1,2,3

B = สมรรถนะรายวิชา ข้อที่ 1,2,3

C = คำอธิบายรายวิชา

D = เอกสาร ตำรา

E = ผู้เชี่ยวชาญ

หน่วยการสอน

รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104 2-2-3

สัปดาห์ที่	**ทฤษฎี** (2 ชม./สัปดาห์)	**ปฏิบัติ** (2 ชม./สัปดาห์)	จำนวนชั่วโมง
1-2	หน่วยที่ 1. หลักการเบื้องต้นของนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	ใบงานที่ 1.1 , 1.2	8
3-4	หน่วยที่ 2. อุปกรณ์ การบำรุงรักษาและแก้ไขปัญหาในระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	ใบงานที่ 2.1 , 2.2	8
5-7	หน่วยที่ 3. วงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น	ใบงานที่ 3.1 , 3.2 ใบงานที่ 3.3	12
8-9	หน่วยที่ 4. วงจรนิวแมติกส์แบบต่อเนื่อง	ใบงานที่ 4.1 , 4.2	8
10-11	หน่วยที่ 5. วงจรนิวแมติกส์ไฟฟ้า	ใบงานที่ 5.1 , 5.2	8
12-13	หน่วยที่ 6. วงจรไฮดรอลิกส์ไฟฟ้า	ใบงานที่ 6.1 , 6.2	8
14-15	หน่วยที่ 7. วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	ใบงานที่ 7.1 , 7.2	8
16-17	หน่วยที่ 8. วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	ใบงานที่ 8.1 , 8.2	8
18	**ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์**	**ใบทดสอบภาคปฏิบัติ**	4
รวม			**72**

ดำเนินการรวมหน่วยที่ 7 เรื่องวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลและ หน่วยที่ 8 เรื่องวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล รวมกันเป็น **ชุดการสอน ชื่อหน่วย วงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล** รวมจำนวน 16 ชั่วโมง ซึ่งจะได้หน่วยการเรียนรู้ดังนี้

การวิเคราะห์หัวข้อหน่วยการเรียนรู้

รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104 2-2-3											
ชื่อหน่วย วงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล											
ชื่อหน่วยการเรียนรู้	**พุทธิพิสัย**				**ทักษะพิสัย**			**จิตพิสัย**	**รวม**	**ลำดับความสำคัญ**	**จำนวนชั่วโมงสอน**
	ความรู้ ความจำ	**ความเข้าใจ**	**การนำไปใช้**	**สูงกว่าการนำไปใช้**	**การเลียนแบบ**	**การทำตามแบบ**	**ความถูกต้อง**				
1. วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน	8	8	4		4	4	4	5	37	3	**4**
2. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน	4	6	10		8	8	8	5	49	1	**4**
3. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ	8	6	6		6	6	6	5	43	2	**4**
4. วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ	2	4	4		2	2	2	5	21	4	**2**
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์											**2**
รวม	22	24	24		20	20	20	20	150		**16**
ลำดับความสำคัญ	2	1	1		1	1	1	1			

<u>หมายเหตุ</u> โดยมีระดับคะแนนความสำคัญดังนี้

ดีมาก	9 – 10	คะแนน
ดี	7 - 8	คะแนน
ปานกลาง	4 - 6	คะแนน
น้อย	2 - 3	คะแนน
น้อยที่สุด	0 - 1	คะแนน

$$\textbf{จำนวนชั่วโมงสอน} = \frac{\textbf{(น้ำหนักหน่วย) (จำนวนชั่วโมงรวม)}}{\textbf{(น้ำหนักรวม)}}$$

คู่มือการสอนสำหรับครู

1. การนำเข้าสู่บทเรียน (Motivation) : ใช้เวลา 5 นาที

1.1 เช็คชื่อ และถาม – ตอบ เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักศึกษาก่อนเรียน

1.2 บอกหัวข้อย่อยที่จะเรียน

1.3 บอกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับนักศึกษา

2. แบบทดสอบก่อนเรียน : ใช้เวลา 15 นาที

ทำการทดสอบนักศึกษาโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน

3. ใบความรู้ (Information Sheet) : ใช้เวลา 70 นาที

3.1 บอกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับนักศึกษา ใช้เวลา 5 นาที

3.2 สอนบรรยายให้เนื้อหากับนักศึกษา โดยใช้คู่กับสื่อ Power point ใช้เวลา 60 นาที

3.3 สรุปเนื้อหาการเรียน ถาม – ตอบ ใช้เวลา 5 นาที

4. แบบฝึกหัด (Exercise) : ใช้เวลา 30 นาที

ให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัด

5. เฉลยแบบฝึกหัด : ใช้เวลา 10 นาที

โดยใช้เฉลยแบบฝึกหัด คู่กับสื่อ Power point

6. แบบทดสอบหลังเรียน : ใช้เวลา 15 นาที

ทำการทดสอบนักศึกษา โดยใช้แบบทดสอบหลังเรียน

7. เฉลยแบบทดสอบ : ใช้เวลา 5 นาที

ทำการตรวจเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

8. ใบงาน (Job Sheet) : ใช้เวลา 70 นาที

8.1 แบ่งกลุ่มนักศึกษาออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2-3 คน โดยแบ่งกลุ่มผสมตามผลการเรียน (ภายในกลุ่มประกอบด้วย นักศึกษาที่มีผลการเรียนสูง ปานกลาง และผลการเรียนต่ำ)

8.2 บอกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับนักศึกษา ใช้เวลา 5 นาที

8.3 บรรยายและสาธิตขั้นตอนการปฏิบัติงาน และอธิบายชี้แจงคำสั่ง ใช้เวลา 15 นาที

8.4 นักศึกษาเริ่มปฏิบัติงาน โดยครูผู้สอนควบคุม แนะนำอย่างใกล้ชิด ใช้เวลา 50 นาที

9. เฉลยใบงาน : ใช้เวลา 10 นาที

ประเมินให้คะแนนด้วย เฉลยใบงาน และถาม – ตอบปัญหา ในช่วงที่นักศึกษาทำใบงาน

10. สรุปผลคะแนนการวัดผลและประเมินผล : ใช้เวลา 10 นาที

ทำการสรุปการวัดผลประเมินผล ถาม – ตอบ ปัญหา ของนักศึกษา

<u>รวมใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 240 นาที หรือ 4 ชั่วโมง/สัปดาห์</u>

คู่มือการสอนสำหรับครู

11. การวัดและประเมินผล

11.1 วิธีวัดผล

11.1.1 สังเกตพฤติกรรมระหว่างการเรียนและการปฏิบัติงานตามใบงาน

11.1. 2 ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

11.2 เครื่องมือวัดผล

11.2.1 แบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างการเรียนและการปฏิบัติงาน

11.2. 2 ใบงาน แบบฝึกหัด แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

12. เกณฑ์การวัดผลประเมินผล

12.1 แบบฝึกหัด คะแนนเต็ม 10 คะแนน

12.2 แบบทดสอบ คะแนนเต็ม 10 คะแนน

12.3 ใบงาน (ภาคปฏิบัติ) คะแนนเต็ม 20 คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics)			
ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
10	7	4	1
20	14	8	2

12.3.1 ดีมาก คือ วงจรตามใบงาน ต่อถูกต้องตามแบบ/ทำงานได้ดีทุกจุด

12.3.2 ดี คือ วงจรตามใบงาน ต่อถูกต้อง/ทำงานได้ไม่ครบทุกจุด

12.3.3 พอใช้ คือ วงจรตามใบงาน ต่อไม่ครบทุกจุด/ทำงานได้บางจุด

12.3.4 ปรับปรุง คือ วงจรตามใบงาน ต่อไม่ครบทุกจุด/ทำงานไม่ได้

12.4 คะแนนรวมรายหน่วยเท่ากับ 40 คะแนน

หมายเหตุ จำนวนของเวลาและคะแนน ให้ใช้กับหน่วยการเรียนรู้ที่ 1-3
สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 มีค่าของเวลาและคะแนนเท่ากับร้อยละ 50

13. สื่อการเรียนการสอน

13.1 ชุดนำเสนอด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ PowerPoint

13.2 ชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

13.3 อุปกรณ์นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ของจริง

13.4 ใบงาน

14. บันทึกหลังการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน

ชื่อวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104 ทฤษฎี 2 ปฏิบัติ 2 หน่วยกิต 3

☐ **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ** ☑ **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง**

สาขาวิชา.....ไฟฟ้า.....**สาขางาน**.....ไฟฟ้ากำลัง.....

จัดทำโดย

นายมนูญ นาจวง

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

แผนกวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
		สัปดาห์ที่ 1
รหัสวิชา 3100-0104	ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	จำนวน 72 ชั่วโมง
ชื่อหน่วย วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน		จำนวน 4 ชั่วโมง

หัวข้อย่อย

1. โครงสร้างของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล
2. ขนาดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล
3. การเขียนคำสั่งโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล
4. การใช้งาน CX-Programmer
5. วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

1. บอกองค์ประกอบของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลได้ถูกต้อง
2. บอกขนาดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลได้ถูกต้อง
3. บอกภาษาที่ใช้เขียนคำสั่ง PLC ได้ถูกต้อง
4. บอกความหมายของคำสั่ง Ladder Diagram ได้ถูกต้อง
5. อธิบายขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม CX-Programmer ได้ถูกต้อง
6. แก้ปัญหาคำสั่ง Ladder Diagram ในโปรแกรม CX-Programmer ได้ถูกต้อง
7. แก้ปัญหาคำสั่งในการใช้งานโปรแกรม CX-Programmer ได้ถูกต้อง
8. อธิบายวิธีการต่อวงจรใช้งานของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลได้ถูกต้อง
9. ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน ได้ถูกต้อง
10. วิเคราะห์การเชื่อมต่อ CX-Programmer กับ PLC ของวงจรไฮดรอลิกส์ ได้ถูกต้อง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย

1. ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน ได้ถูกต้อง
2. เชื่อมต่อ CX-Programmer กับ PLC และวิเคราะห์การทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ได้ถูกต้อง

แบบทดสอบก่อนเรียนที่ 1

รหัสวิชา 3100-0104 รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับชั้น ปวส.
เรื่อง วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน จำนวน 10 คะแนน เวลา 15 นาที

<u>คำสั่ง</u> แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ให้นักศึกษาเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว และทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใด **<u>ไม่ใช่</u>** องค์ประกอบของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล
   - ก. หน่วยจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์
   - ข. หน่วยอินพุตหรือ Input Unit
   - ค. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU : Central Processing Unit)
   - ง. หน่วยความจำ (Memory Unit)
   - จ. หน่วยเอาต์พุต (Output Unit)

2. ข้อใดบอกขนาดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลที่ใช้ในห้องปฏิบัติการไฮดรอลิกส์ของแผนกไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ได้ถูกต้อง
   - ก. PLC ขนาดเล็ก จำนวน I/O ไม่เกิน 128/128 จุด
   - ข. PLC ขนาดกลาง จำนวน I/O มากกว่า 128/128 จุด
   - ค. PLC ขนาดใหญ่ จำนวน I/O มากกว่า 1024/1024 จุด ขึ้นไป
   - ง. PLC ขนาดเล็ก แบบกล่อง มีจำนวน I/O เท่ากับ 24/16 จุด
   - จ. PLC ขนาดกลาง แบบกล่อง มีจำนวน I/O เท่ากับ 16/24 จุด

3. ข้อใดบอกชื่อภาษาที่ใช้ในการเขียนคำสั่งโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการไฮดรอลิกส์ ของแผนกไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิได้ถูกต้อง
   - ก. Ladder Diagram (LD)
   - ข. Instruction List (IL)
   - ค. Sequential Flow Chart (SFC)
   - ง. Structure Text (ST)
   - จ. Function Block Diagram (FBD)

4. ข้อใดบอกความหมายของการใช้คำสั่ง LD NOT 0001 ได้ถูกต้อง

ก. ใช้ในการควบคุมไฮดรอลิกส์ไฟฟ้า

ข. ใช้ในการเขียนโปรแกรมคำสั่งของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC)

ค. ใช้ในการควบคุมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC)

ง. ใช้ในการเขียน Ladder Diagram

จ. ใช้ในการเขียน Signal Flow Step Diagram

5. ข้อใดอธิบายขั้นตอนการใช้งานของโปรแกรม CX-Programmer เป็นลำดับแรก ได้ถูกต้อง

ก. เขียน Signal Flow Step Diagram

ข. กำหนดตำแหน่งของอินพุตและเอาต์พุต

ค. เขียน Ladder Diagram

ง. ทดสอบการทำงาน

จ. เปิดสมุดงาน

6. ข้อใดวิเคราะห์คำสั่ง Ladder Diagram ในโปรแกรม CX-Programmer ของวงจรควบคุมกระบอกสูบสองทางด้วยโซลินอยด์วาล์วคู่ 4/2 ได้ถูกต้อง

ก. อินพุต S1.2 ตำแหน่ง 00 ทำหน้าที่ส่งสัญญาณควบคุมเพื่อให้ก้านสูบเคลื่อนที่ ออก

ข. อินพุต S1.3 ตำแหน่ง 01 ทำหน้าที่ส่งสัญญาณควบคุมเพื่อให้ก้านสูบเคลื่อนที่ เข้า

ค. เอาต์พุต Y1.2 (K1) ตำแหน่ง 10001 ทำหน้าที่ควบคุมให้ก้านสูบเคลื่อนที่ ออก

ง. เอาต์พุต Y1.3 (K2) ตำแหน่ง 10002 ทำหน้าที่ควบคุมให้ก้านสูบเคลื่อนที่ เข้า

จ. อินพุต S1.4 ตำแหน่ง 104 ทำหน้าที่ส่งสัญญาณควบคุมเพื่อให้ก้านสูบเคลื่อนที่ เข้า

7. ข้อใดวิเคราะห์คำสั่งในการใช้งานของโปรแกรม CX-Programmer ได้ถูกต้อง

ก. ตำแหน่งอินพุตอยู่ในช่องที่ 0 บิตที่ 1-10 (Chanel 0 and bit 01-10)

ข. ตำแหน่งอินพุตอยู่ในช่องที่ 10001-10010

ค. คำสั่ง Ladder Diagram ใน CX-Programmer มีทั้งอินพุตและเอาต์พุต

ง. ตำแหน่งเอาต์พุตอยู่ในช่องที่ 100 บิตที่ 1-10 (Chanel 100 and bit 01-10)

จ. ตำแหน่งเอาต์พุตอยู่ในช่องที่ 101-110

8. ข้อใดอธิบายวิธีการต่อวงจรควบคุมไฮดรอลิกส์ ด้วย PLC ได้ถูกต้อง

ก. การต่อวงจรอินพุต ขั้วลบหรือ 0 โวลต์จะต่อเข้ากับจุดร่วม (COM) ของ PLC

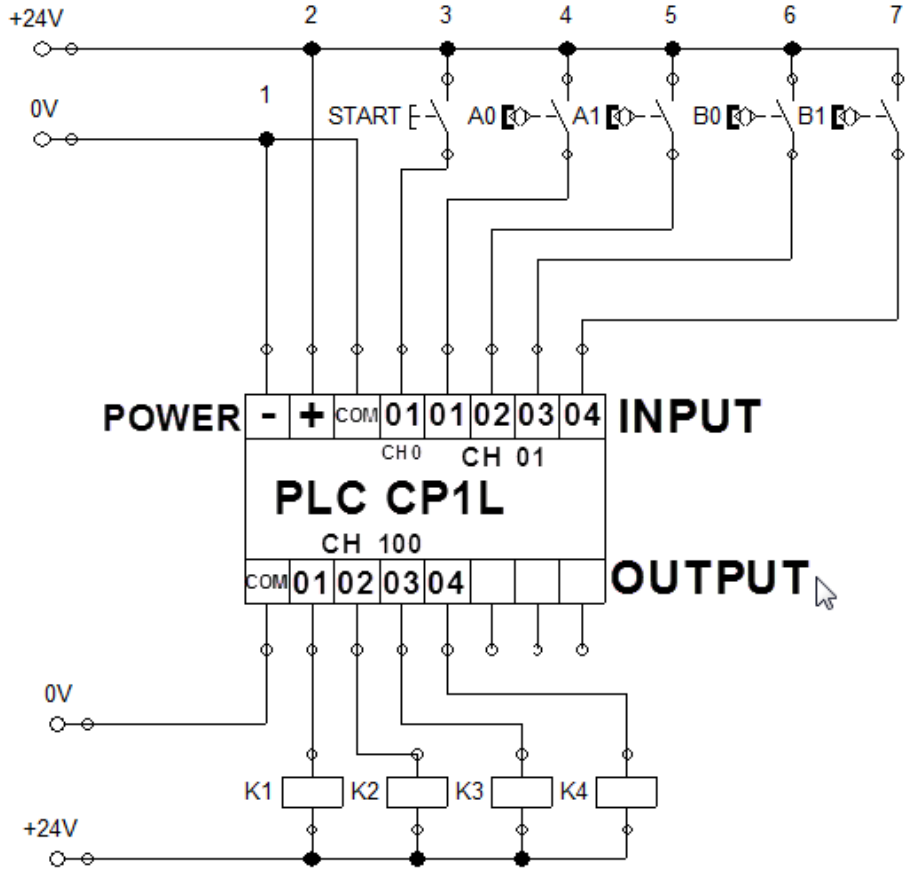
ข. การต่อวงจรอินพุต ขั้วบวกหรือ 24 โวลต์จะต่อเข้ากับตำแหน่งอินพุตของ PLC

ค. การต่อวงจรเอาต์พุต ขั้วบวกหรือ 24 โวลต์จะต่อเข้ากับจุดร่วม (COM) ของ PLC

ง. การต่อวงจรเอาต์พุต ขั้วลบหรือ 0 โวลต์จะต่อออกจากตำแหน่งเอาต์พุตของ PLC

จ. การต่อวงจรเอาต์พุต ขั้วลบหรือ -24 โวลต์จะต่อออกจากตำแหน่งเอาต์พุตของ PLC

จากภาพใช้ตอบคำถาม ข้อ 9 และข้อ 10



9. ข้อใดวิเคราะห์การต่อวงจรควบคุมไฮดรอลิกส์ ด้วย PLC ด้วยคำสั่ง LD,OUT ได้ถูกต้อง

ก. การต่อวงจรควบคุมกระบอกสูบสองทางด้วยโซลินอยด์วาล์วคู่ 4/2

ข. การต่อวงจรควบคุมกระบอกสูบสองทาง สองตัวทำงานแบบต่อเนื่อง

ค. การต่อวงจรควบคุมกระบอกสูบสองทาง สามตัวทำงานแบบต่อเนื่อง

ง. การต่อวงจรควบคุมกระบอกสูบสองทาง สี่ตัวทำงานแบบต่อเนื่อง

จ. การต่อวงจรควบคุมกระบอกสูบสองทางด้วยโซลินอยด์วาล์วคู่ 4/2 แบบต่อเนื่อง

10. ข้อใดวิเคราะห์การต่อเชื่อม CX-Programmer กับ PLC **ไม่ถูกต้อง**

ก. ตำแหน่งอินพุตใน CX-Programmer กับ PLC คือ 001 กับ START

ข. ตำแหน่งอินพุตใน CX-Programmer กับ PLC คือ 104 กับ B1

ค. ตำแหน่งเอาต์พุตใน CX-Programmer กับ PLC คือ 10001 กับ K1

ง. ตำแหน่งเอาต์พุตใน CX-Programmer กับ PLC คือ 10003 กับ K3

จ. ตำแหน่งเอาต์พุตใน CX-Programmer กับ PLC คือ 02 กับ K2

	ใบเนื้อหาที่ 1	
	รหัสวิชา 3100-0104 **ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์**	
	ชื่อหน่วย นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	
ชื่อเรื่อง วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน		**จำนวน 2 ชั่วโมง**

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกองค์ประกอบของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลได้ถูกต้อง
2. บอกขนาดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลได้ถูกต้อง
3. บอกภาษาที่ใช้เขียนคำสั่ง PLC ได้ถูกต้อง
4. บอกความหมายของคำสั่ง Ladder Diagram ได้ถูกต้อง
5. อธิบายขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม CX-Programmer ได้ถูกต้อง
6. แก้ปัญหาคำสั่ง Ladder Diagram ในโปรแกรม CX-Programmer ได้ถูกต้อง
7. แก้ปัญหาคำสั่งในการใช้งานโปรแกรม CX-Programmer ได้ถูกต้อง
8. อธิบายวิธีการต่อวงจรใช้งานของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลได้ถูกต้อง
9. ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน ได้ถูกต้อง
10. วิเคราะห์การเชื่อมต่อ CX-Programmer กับ PLC ของวงจรไฮดรอลิกส์ ได้ถูกต้อง

เนื้อหาสาระ

วงจรไอดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล หรือ PLC (Programmable Logic Control) หรือปัจจุบันใช้คำว่า โปรแกรมเมเบิลคอนโทรล หรือ PC (Programmable Control) เนื่องจากสามารถนำไปควบคุมระบบที่ใช้สัญญาณแบบต่อเนื่อง (Analog) ได้ด้วย จึงตัดคำว่า Logic ซึ่งหมายถึงสัญญาณ On-Off ออก แต่เนื่องจาก PC ไปซ้ำกับ PC (Personal Computer) จึงทำให้เกิดความสับสนในการเรียกชื่อย่อ ดังนั้นเราจึงใช้ชื่อย่อว่า PLC เหมือนเดิม แทนระบบที่ควบคุมการทำงานด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรล (Programmable Control) ซึ่งต่อไปในชุดการสอนนี้เราจะเรียกว่า PLC

ปัจจุบัน PLC เป็นระบบควบคุมที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งเป็นระบบควบคุมที่นำมาใช้แทนระบบควบคุมด้วยรีเลย์หรือวงจรไฟฟ้าแบบเก่า ที่มีข้อเสียในการใช้งาน คือการเดินสายมีความยุ่งยาก เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขในการทำงาน ทำให้เกิดความยุ่งยากต่อการปรับแก้วงจรควบคุม และอายุการใช้งานจำกัด เนื่องจากคอยล์และหน้าสัมผัสของรีเลย์ มีการ

เคลื่อนที่อยู่เสมอเวลาใช้งานระบบควบคุมด้วย PLC ยังมีความสามารถควบคุมและสั่งงานผ่านระบบเครือข่ายหรือ Internet ได้ สำหรับ PLC บางรุ่นในปัจจุบัน ดังแสดงในรูปภาพที่ 1.1

รูปภาพที่ 1.1 ระบบควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

ก่อนที่เราจะเริ่มต้นทำการศึกษาเรื่องวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้าง และการใช้งาน PLC ก่อนดังนี้

1.1 โครงสร้างของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

โครงสร้างการทำงานพื้นฐานของ PLC จะมีโครงสร้างทั่วไปเหมือนกันกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล คือมีองค์ประกอบหลัก ๆ ด้วยกัน 5 ส่วน ดังแสดงในรูปภาพที่ 1.2 ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

1.1.1 หน่วยกำลังไฟฟ้า (Power Unit)

หน่วยกำลังไฟฟ้าหรือ Power Unit เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของ PLC เพราะเป็นส่วนที่นำกำลังไฟฟ้าไปจ่ายให้ PLC หน่วยกำลังไฟฟ้าจะมีขั้วต่อสายเพื่อรับกำลังไฟฟ้าจากภายนอก หน่วยกำลังไฟฟ้าโดยส่วนมากที่นิยมใช้มีอยู่ 2 แบบคือ

1. แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์
2. แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์

สำหรับ PLC รุ่น SYSMAC CP1L บริษัท OMRON หน่วยกำลังไฟฟ้าเป็นแบบใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ โดยได้จาก Power Supply DC 24 โวลต์

1.1.2 หน่วยอินพุต (Input Unit)

หน่วยอินพุตหรือ Input Unit ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณจากอุปกรณ์อินพุต เช่น สวิตช์ปุ่มกด รีดสวิตช์ อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุต่าง ๆ เป็นต้น แล้วส่งสัญญาณไปยังหน่วยประมวลผลกลาง (CPU : Central Processing Unit) เพื่อนำไปประมวลผลต่อไป

1.1.3 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU : Central Processing Unit)

หน่วยประมวลผลกลาง (CPU : Central Processing Unit) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า CPU ทำหน้าที่รับสัญญาณจากหน่วยอินพุต แล้วประมวลผลตามโปรแกรมที่ได้เขียนไว้ใน PLC ซึ่งเก็บอยู่ในหน่วยความจำ (Memory Unit) จากนั้นจะทำการส่งผลลัพธ์ข้อมูลการทำงานอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามเงื่อนไขของวงจร ไปเก็บไว้ที่หน่วยความจำ แล้วส่งข้อมูลหรือสัญญาณออกไปยังหน่วยเอาต์พุต เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุต

1.1.4 หน่วยความจำ (Memory Unit)

หน่วยความจำ (Memory Unit) มีในที่ในการรับส่งสัญญาณควบคุม หรือข้อมูลที่ใช้ในการทำงานของ PLC โดยขนาดของหน่วยความจำจะมีหน่วยเป็นบิต (Bit) และหน่วยความจำที่ใช้ใน PLC มีอยู่ด้วยกัน 2 แบบคือ

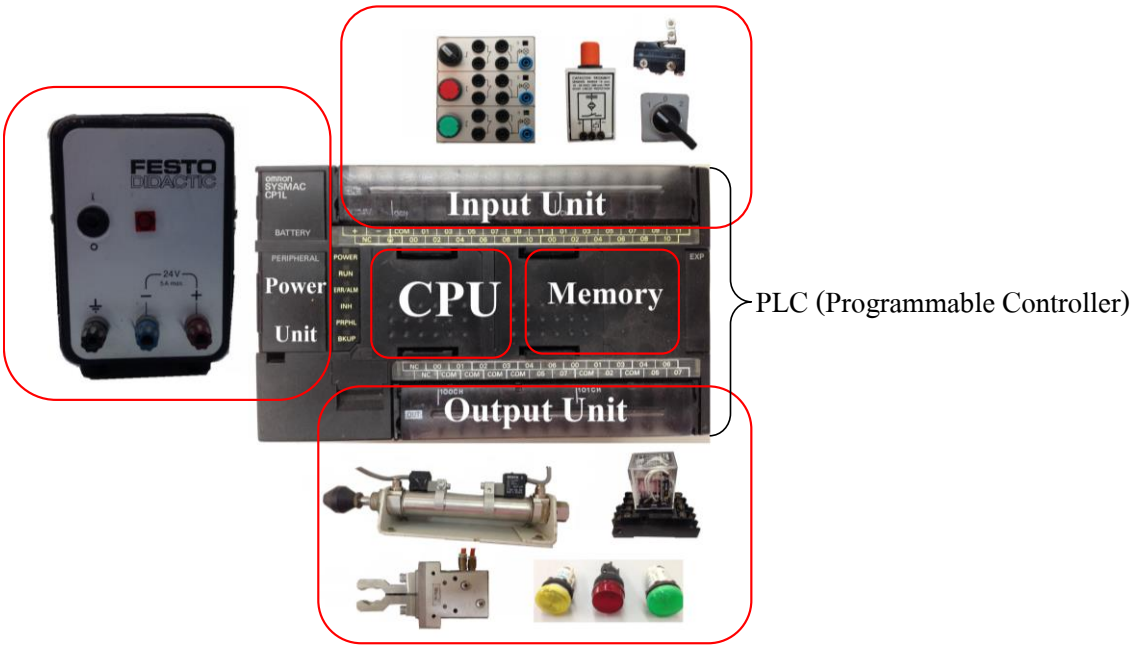
1. หน่วยความจำชั่วคราว (RAM : Random Access Memory)
2. หน่วยความจำถาวร (ROM : Read Only Memory)

RAM เป็นหน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้ที่เขียนไว้ และข้อมูลที่ใช้ในการสั่งงานของ PLC หน่วยความจำ RAM จะต้องมีกำลังไฟฟ้าเลี้ยงอยู่ตลอด ซึ่งจะใช้แบตเตอรี่ขนาดเล็กเพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงในขณะที่เกิดไฟฟ้าดับ หรือหน่วยกำลังไฟฟ้าใช้งานไม่ได้

ROM เป็นหน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในระบบปฏิบัติการของ CPU ที่อยู่ในตัว PLC เป็นตัวรับส่งข้อมูลในการทำงานของเครื่องเพื่อนำไปประมวลผล ตามความสามารถในการทำงานของเครื่อง PLC แต่ละขนาด หน่วยความจำถาวร ROM ไม่ต้องจ่ายไฟเลี้ยงตลอดเวลา

1.1.5 หน่วยเอาต์พุต (Output Unit)

ทำหน้าที่รับสัญญาณจากหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) ที่ประมวลผลตามโปรแกรมที่ได้เขียนไว้ใน PLC ซึ่งเก็บไว้ในหน่วยความจำชั่วคราว (RAM) แล้วส่งสัญญาณออกไปยังอุปกรณ์เอาต์พุตต่าง ๆ เช่น รีเลย์ โซลินอยด์วาล์ว คลิปจับชิ้นงาน เป็นต้น



รูปภาพที่ 1.2 โครงสร้างของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

1.2 ขนาดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

การใช้ PLC ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักร ระบบการผลิต ระบบควบคุมอัตโนมัติต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม จะแบ่งขนาดของ PLC ตามจำนวนของหน่วยอินพุต และหน่วยเอาต์พุต (I/O : Input/output) ซึ่งทำให้เราสามารถเลือกใช้งานได้ถูกต้องเพราะการเลือกขนาดของ PLC นั้น ถ้าเลือกขนาดที่ใหญ่เกินไปทำให้สิ้นเปลืองแต่ถ้าเลือกขนาดเล็กเกินไปก็ทำให้การใช้งานได้ไม่เพียงพอกับความต้องการของงาน PLC ขนาดใหญ่นั้นก็จะมีคุณสมบัติที่ดีกว่า PLC ขนาดเล็ก โดยเราสามารถแบ่ง PLC ตามขนาดได้ดังนี้

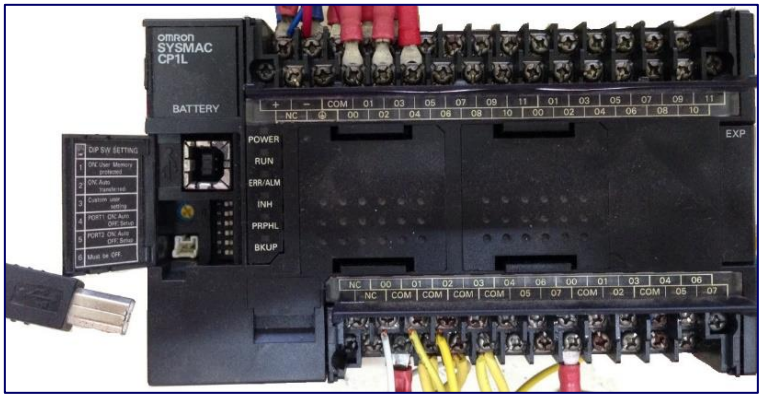
PLC ขนาดเล็ก จำนวน I/O ไม่เกิน 128/128 จุด
PLC ขนาดกลาง จำนวน I/O มากกว่า 128/128 จุด แต่ไม่เกิน 1024/1024 จุด
PLC ขนาดใหญ่ จำนวน I/O มากกว่า 1024/1024 จุด ขึ้นไป

เรายังสามารถแบ่งชนิดของ PLC ตามโครงสร้างภายนอกแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ PLC ชนิดบล็อกเช่น CPM1A CPM2A CPM2C และ PLC ชนิดโมดูลหรือแบบแร็ค เช่น CQM1/CQM1H CS1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 PLC แบบกล่อง (Block Type)

ลักษณะของ PLC แบบกล่อง ส่วนประกอบทั้งหมด คือ ภาคอินพุต หน่วยประมวลผลกลาง ภาคเอาต์พุต และแหล่งจ่ายไฟฟ้าจะรวมอยู่ในชุดเดียวกัน การที่ส่วนประกอบทั้งหมดรวมอยู่ใน

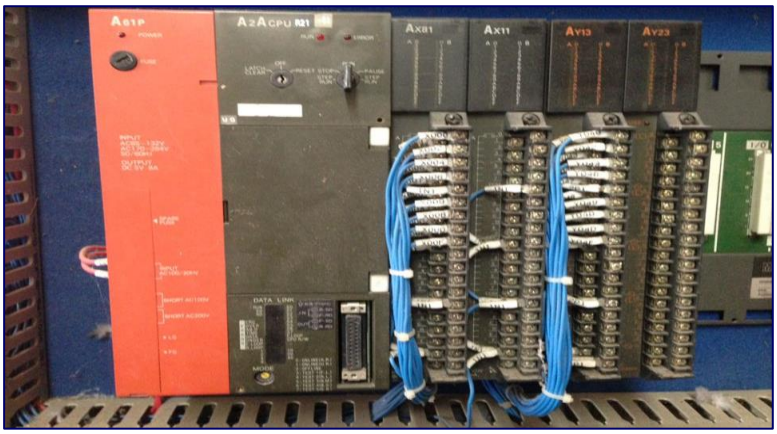
ชุดเดียวกันถ้าอุปกรณ์ตัวใดเสียหายระบบจะต้องหยุดทำงานทั้งหมดดังแสดงลักษณะของ PLC ชนิดบล็อกตามรูปภาพที่ 1.3



รูปภาพที่ 1.3 PLC แบบกล่อง (Block Type)

1.2.2 PLC แบบโมดูล (Modular Type)

PLC แบบโมดูล (Modular Type or Rack Type) จะมีองค์ประกอบแต่ละส่วน เช่น หน่วยอินพุต หน่วยเอาต์พุต หน่วยความจำ หน่วยประมวลผลกลาง และหน่วยกำลังไฟฟ้า แยกออกจากกัน สามารถเลือกใช้งานได้ตามความต้องการของระบบควบคุม ซึ่งจะมีส่วนคล้ายกับคอมพิวเตอร์พอสมควร เช่น การเลือกเมนบอร์ด การเลือกหน่วยความจำ หรือความเร็วของเครื่อง แต่ควรศึกษาอุปกรณ์แต่ละส่วนให้มีความเหมาะสมกันเพื่อความสมบูรณ์ของการทำงาน PLC ชนิดนี้ราคาจะสูงกว่า PLC ชนิดกล่อง แสดงลักษณะของ PLC ชนิดโมดูล ดังปรากฏในรูปภาพที่ 1.4



รูปภาพที่ 1.4 PLC แบบโมดูล (Modular Type)

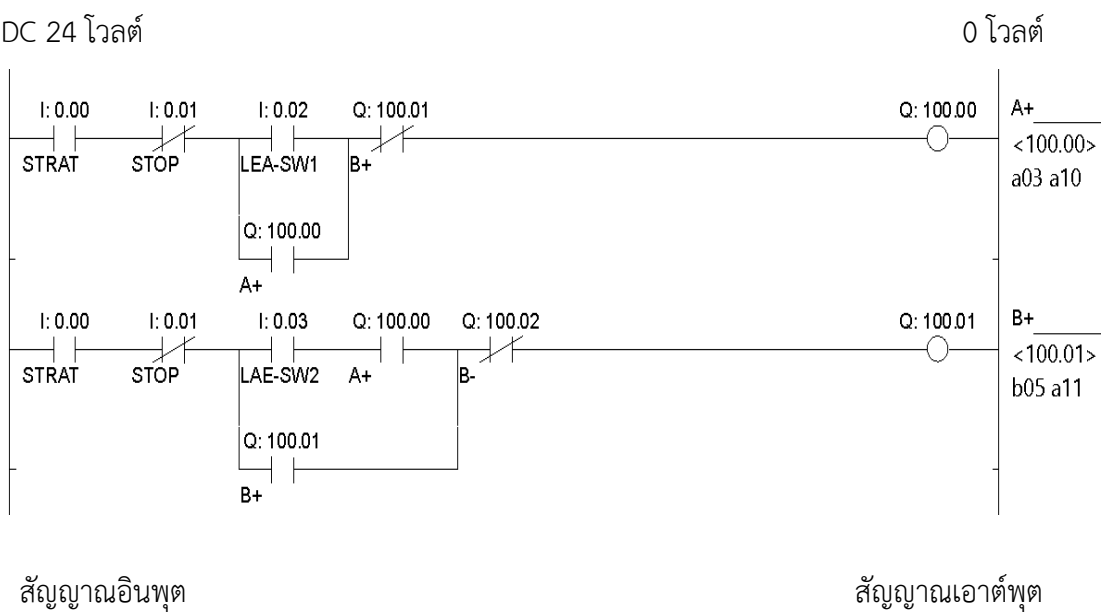
สำหรับในห้องเรียนนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ แผนกวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ใช้ PLC รุ่น OMRON SYSMAC CP1L เป็น PLC ขนาดเล็ก แบบกล่อง มีจำนวน I/O เท่ากับ 24/16 จุด

1.3 การเขียนคำสั่งโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

ในการเขียนคำสั่งโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล เราเรียกอย่างย่อว่า การเขียนคำสั่ง PLC เพื่อควบคุมการทำงาน มีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบภาษาที่ใช้ ซึ่งใช้ตามมาตรฐาน IEC1131 ประกอบด้วยการเขียนคำสั่งในรูปแบบดังนี้

1. Ladder Diagram (LD)
2. Instruction List (IL)
3. Sequential Flow Chart (SFC)
4. Structure Text (ST)
5. Function Block Diagram (FBD)

สำหรับการเขียนคำสั่งที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป และมีความเหมาะสมสำหรับการศึกษาเราจะใช้การเขียนคำสั่งแบบ Ladder Diagram (LD) ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกันกับวงจรควบคุมด้วยรีเลย์ไฟฟ้า ดังแสดงในรูปภาพที่ 1.5



รูปภาพที่ 1.5 การเขียนคำสั่ง PLC แบบ Ladder Diagram (LD)

Ladder Diagram (LD) จัดเป็นภาษาสัญลักษณ์ที่สามารถดูตามโครงสร้างแล้วเข้าใจการทำงานได้ง่าย แต่เวลาที่ PLC จะทำงานต้องอาศัยชุดคำสั่ง Instruction List (IL) ในการทำงาน โดยวิธีการเขียนลงในส่วนหน่วยความจำ ข้อมูลในหน่วยความจำนั้นจะจัดเก็บเป็นรหัส (Code) ไม่สามารถจัดเก็บ Ladder Diagram โดยตรงได้ ดังนั้นผู้ใช้จึงจำเป็นต้องเข้าใจชุดคำสั่ง เพราะชุดคำสั่งนั้นก็แปลงภาษามาจาก Ladder Diagram นั่นเอง

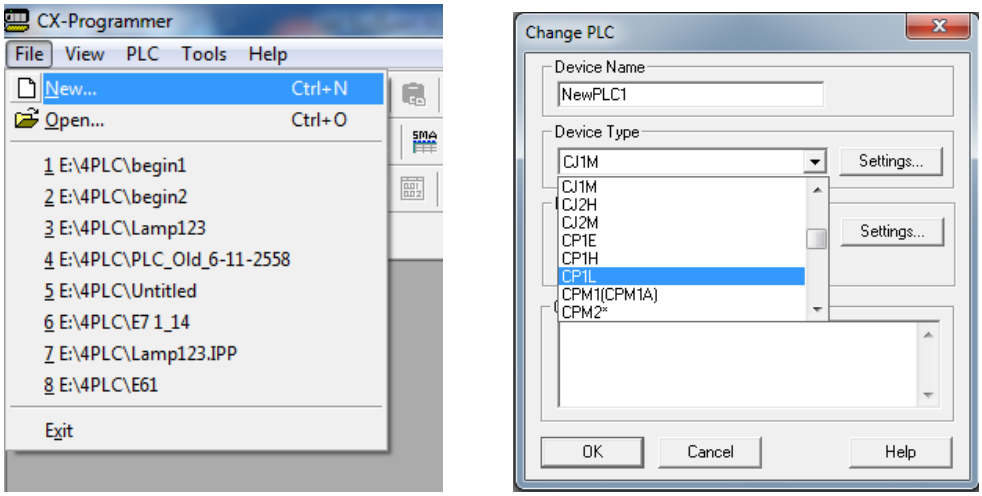
1.4 การใช้งาน CX-Programmer

CX-Programmer เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเขียนคำสั่ง PLC ยี่ห้อ OMRON ซึ่ง CX-Programmer สามารถทำงานได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ภายใต้ระบบปฏิบัติการ MS-Windows XP VISTA หรือ Windows NT, 2000 (หรือ Version ที่สูงกว่า) ที่มี CPU Pentium (หรือเทียบเท่า) ที่ทำงานที่ความเร็ว 90 MHz ขึ้นไป มีหน่วยความจำ RAM 16 MB ขึ้นไป มีพื้นที่ติดตั้งโปรแกรมที่ Hard disk อย่างน้อย 50 MB จอภาพละเอียดขั้นต่ำ 800x600 SVGA และหลังจากติดตั้งโปรแกรมแล้ว ให้ทำการเปิดโปรแกรมดังในรูปภาพที่ 1.7

ดังนั้นวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล จะมีวิธีการและขั้นตอนในการเขียนคำสั่งดังต่อไปนี้

1.4.1 เปิดสมุดงาน

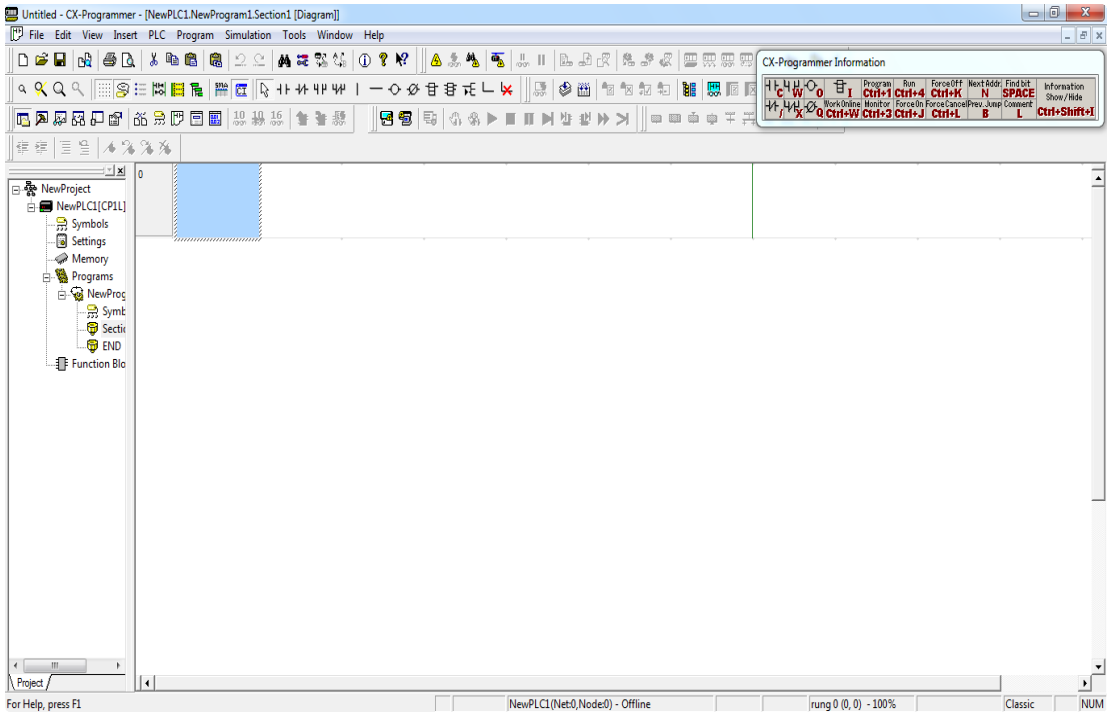
เมื่อเราเปิดใช้งาน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ CX-Programmer จะเริ่มต้นเขียนคำสั่งควบคุม ด้วยการเปิดสมุดงาน โดยที่เมนู File แล้วเลือก New หรือ กด Ctrl+N แล้วเลือกรุ่น PLC



(ก) การเปิดสมุดงาน (ข) เลือกรุ่นของ PLC

รูปภาพที่ 1.6 การเปิดสมุดงาน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ CX-Programmer

จะได้หน้าจอเริ่มต้นในการเขียนคำสั่งดังแสดงในรูปภาพที่ 1.7



รูปภาพที่ 1.7 หน้าจอเริ่มต้นในการเขียนคำสั่ง

1.4.2 เขียนคำสั่งตามเงื่อนไข

เมื่อเราเปิดใช้งาน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ CX-Programmer ตามขั้นตอนแล้ว ลำดับต่อไปมีขั้นตอนดังนี้

1.4.2.1 กำหนดเงื่อนไขการทำงานของวงจร

ในการออกแบบวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล จำเป็นต้องกำหนดเงื่อนไขการทำงานของวงจรว่าต้องการระบบการควบคุมแบบใด เช่น

(1) กดสวิตช์ S 1.2 แล้วให้ก้านสูบไฮดรอลิกส์ 1.0 เคลื่อนที่ออกสุด

(2) กดสวิตช์ S 1.3 แล้วให้ก้านสูบไฮดรอลิกส์ 1.0 เคลื่อนที่เข้าสุด

1.4.2.2 กำหนดตำแหน่งของอินพุตและเอาต์พุต (I/O Address Layout)

สำหรับ PLC รุ่น OMRON SYSMAC CP1L มีจำนวน I/O เท่ากับ 24/16 จุด จะมีตำแหน่งของอินพุตและเอาต์พุตดังนี้

ตำแหน่งอินพุตมี 24 จุด อยู่ในช่องที่ 0 และ 1 (Chanel 0 and 1) ที่บิต (Bit) 00 ถึง 11

ตารางที่ 1.1 หมายเลขตำแหน่งของอินพุต PLC รุ่น OMRON SYSMAC CP1L

หมายเลขตำแหน่งของอินพุต (24 Input Address Number)												
Bit	**00**	**01**	**02**	**03**	**04**	**05**	**06**	**07**	**08**	**09**	**10**	**11**
Chanel 0	000	001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011
Chanel 1	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111

ตำแหน่งเอาต์พุตมี 16 จุด อยู่ในช่องที่ 100 และ 101 (Chanel 10, 11) ที่บิต (Bit) 00 ถึง 07

ตารางที่ 1.2 หมายเลขตำแหน่งของเอาต์พุต PLC รุ่น OMRON SYSMAC CP1L

หมายเลขตำแหน่งของเอาต์พุต (16 Output Address Number)								
Bit	**00**	**01**	**02**	**03**	**04**	**05**	**06**	**07**
Chanel 100	10000	10001	10002	10003	10004	10005	10006	10007
Chanel 101	10100	10101	10102	10103	10104	10105	10106	10107

1.4.2.3 เขียน Ladder Diagram

เขียน Ladder Diagram จากเงื่อนไขการทำงานของวงจร เขียนลงในโปรแกรม CX-Programmer โดยจะมีลักษณะคล้ายกันกับวงจรรีเลย์หรือไฮดรอลิกส์ไฟฟ้า

1.4.2.4 ทดสอบการทำงานและบันทึกข้อมูล

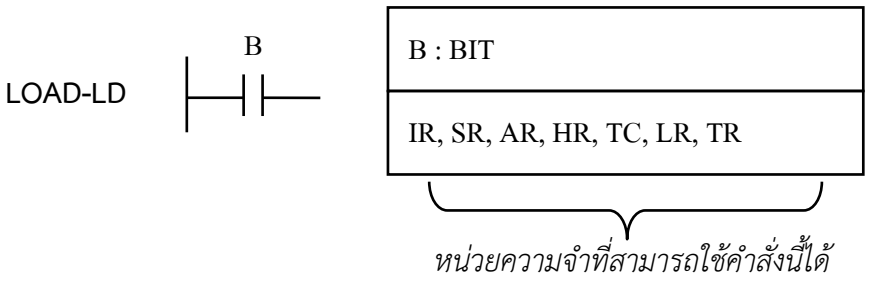
หลังจากเขียน Ladder Diagram แล้ว เราต้องทำการทดสอบการทำงานของวงจร ในโปรแกรม CX-Programmer ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ใช้เมาส์เลือก Work Online Simulator
2. ใช้เมาส์เลือก Force > On ตำแหน่งอินพุต A0 และ B0 เนื่องจากในตำแหน่งติดตั้งถูกกดทับ
3. ใช้เมาส์เลือก Force > On ตำแหน่งอินพุต START เพื่อทดสอบการทำงานของวงจรควบคุม
4. ใช้เมาส์เลือก Force > On ตำแหน่งอินพุตต่าง ๆ ตามขั้นตอนการทำงานของวงจรควบคุม
5. ในกรณีทำการทดสอบการทำงานของวงจรควบคุมแล้ว วงจรทำงานผิดเงื่อนไขที่เราออกแบบ มีขั้นตอนในการแก้ไขดังนี้
   (1) ยกเลิกการเลือก Work Online Simulator
   (2) ดำเนินการแก้ไขวงจรตามเงื่อนไขการควบคุมแล้วทำการทดสอบการทำงานใหม่
6. ในกรณีทำการทดสอบการทำงานของวงจรควบคุมถูกต้องตามเงื่อนไขแล้วให้ทำการบันทึกข้อมูล File>Save As...> พิมพ์ชื่อ PLC_1

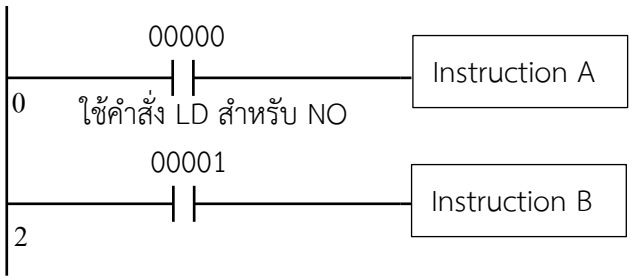
1.5 วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน

Ladder Diagram (LD) จัดเป็นภาษาสัญลักษณ์ที่สามารถดูตามโครงสร้างแล้วเข้าใจการทำงานได้ง่าย ดังนั้นผู้ใช้จึงจำเป็นต้องเข้าใจชุดคำสั่ง เพราะชุดคำสั่งนั้นก็แปลงภาษามาจาก Ladder Diagram นั่นเอง ซึ่งมีคำสั่งพื้นฐานที่นิยมใช้ดังนี้

1.5.1 คำสั่ง Load (LD)



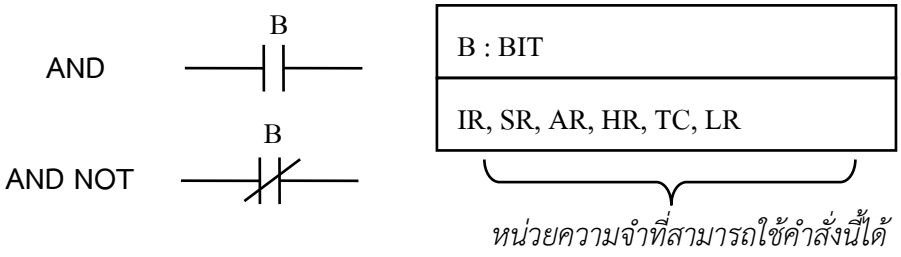
ตัวอย่างที่ 1.1 การคีย์คำสั่งและการเขียน Ladder Diagram



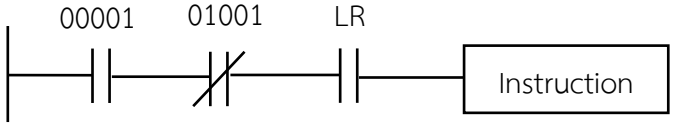
การคีย์คำสั่งและการเขียน Instruction List (IL)

Address	Instruction	Operands
00000	LD	00000
00001	Instruction A	
00002	LD	00001
00003	Instruction B	

1.5.2 คำสั่ง AND, AND NOT



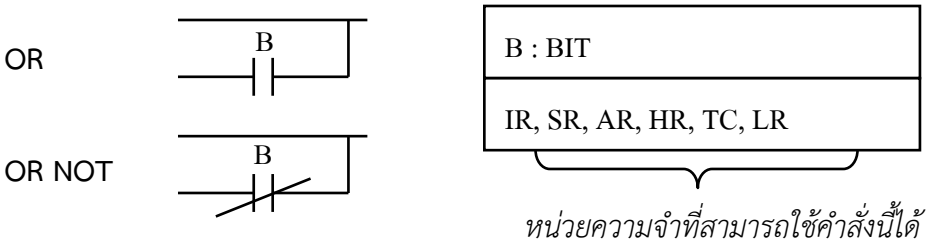
ตัวอย่างที่ 1.2 การคีย์คำสั่งและการเขียน Ladder Diagram คำสั่ง AND, AND NOT



การคีย์คำสั่งและการเขียน Instruction List (IL)

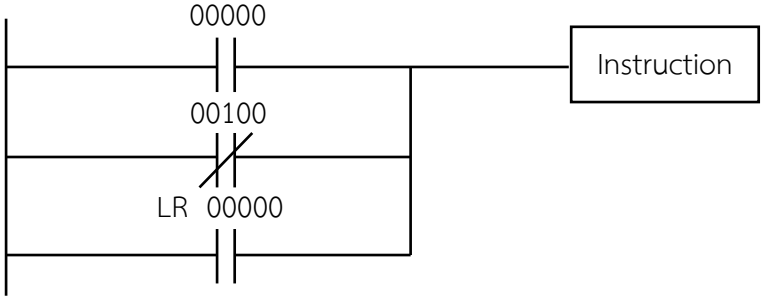
Address	Instruction	Operands
00000	LD	00001
00001	AND NOT	01001
00002	AND	LR
00003	Instruction	

1.5.3 คำสั่ง OR, OR NOT



หน่วยความจำที่สามารถใช้คำสั่งนี้ได้

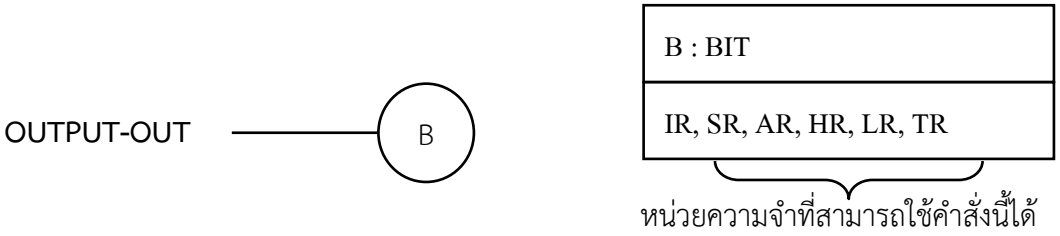
ตัวอย่างที่ 1.3 ชุดคำสั่งและการเขียน Ladder Diagram คำสั่ง OR, OR NOT



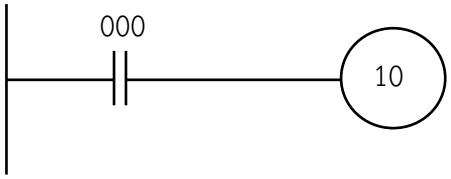
การคีย์คำสั่งและการเขียน Instruction List (IL)

Address	Instruction	Operands
00000	LD	00000
00001	OR NOT	00100
00002	OR	LR 00000
00003	Instruction	

1.5.4 คำสั่ง OUT เป็นคำสั่งที่สั่งขับให้ OUTPUT ภายนอกทำงานตามคำสั่ง



ตัวอย่างที่ 1.4 รูปแบบชุดคำสั่งจาก Ladder Diagram



การคีย์คำสั่งและการเขียน Instruction List (IL)

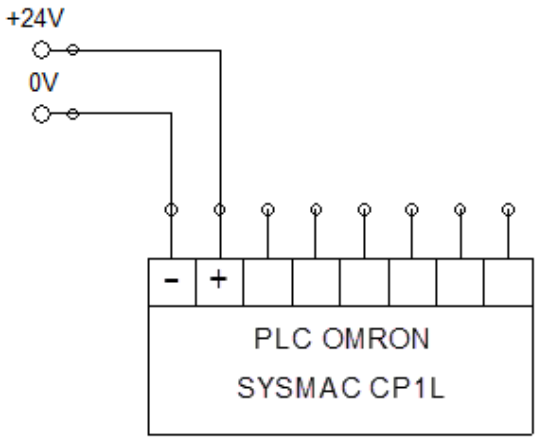
Address	Instruction	Operands
00000	LD	000
00001	OUT	10

1.5.5 คำสั่ง END (FUN 01) การเขียนโปรแกรมทุกครั้ง เมื่อสิ้นสุดการเขียนโปรแกรมแล้ว จะต้องจบด้วยคำสั่ง END (01) ถ้าไม่มีคำสั่ง FUN 01 แล้ว เมื่อผู้ใช้สั่ง PLC Run โปรแกรมที่เขียนขึ้น PLC จะมีข้อความ “NO END INSTR” แสดงขึ้น

ในการต่อวงจรควบคุมไฮดรอลิกส์ด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน เราจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับการต่อหน่วยกำลังไฟฟ้า หน่วยอินพุต หน่วยเอาต์พุต และวงจรไฮดรอลิกส์กำลัง โดยเราใช้ PLC ของ OMRON รุ่น SYSMAC CP1L มีรายละเอียดการต่อวงจรใช้งานดังนี้

1.5.6 การต่อวงจรกำลังไฟฟ้า

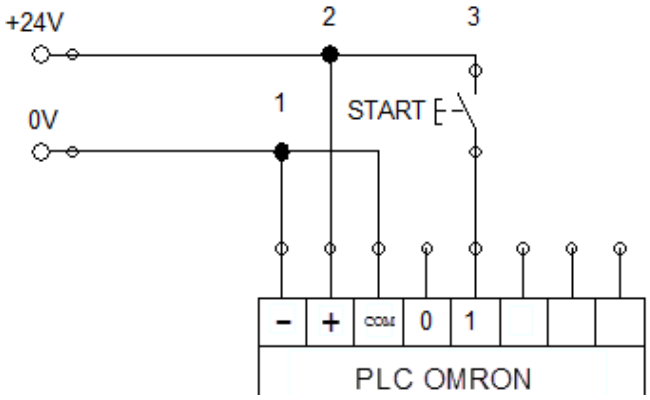
ในการต่อวงจรกำลังไฟฟ้าของ PLC OMRON รุ่น SYSMAC CP1L ซึ่งต้องการไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ ให้เราทำการต่อขั้วไฟฟ้าบวก (+) และขั้วลบ (-) ที่มุมซ้ายด้านบน ของ PLC ที่มีอักษร IN DC24V ดังแสดงในรูปภาพที่ 1.8



รูปภาพที่ 1.8 การต่อวงจรกำลังไฟฟ้า

1.5.7 การต่อวงจรอินพุต

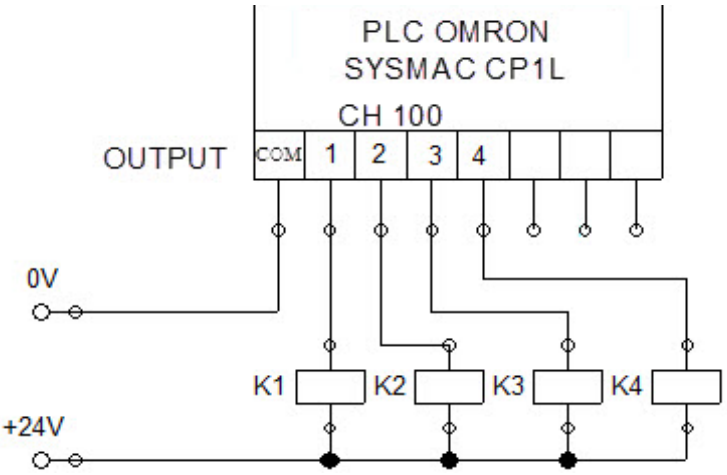
ในการต่อวงจรอินพุตของ PLC OMRON รุ่น SYSMAC CP1L ซึ่งต้องการไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ ให้เราทำการต่อขั้วไฟฟ้าขั้วลบ (-) เข้ากับจุดร่วม (COM) และต่อขั้วไฟฟ้าบวก (+) เข้ากับหน้าสัมผัสด้านเข้าของอุปกรณ์อินพุต ซึ่งจะเป็นหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (NO) หรือปกติปิด (NC) ขึ้นอยู่กับการออกแบบวงจรควบคุม แล้วต่อสาย จากหน้าสัมผัสด้านออก ของอุปกรณ์อินพุต เข้ากับขั้วตำแหน่งอินพุตของ PLC ดังแสดงในรูปภาพที่ 1.9



รูปภาพที่ 1.9 สัญลักษณ์การต่อวงจรอินพุต PLC

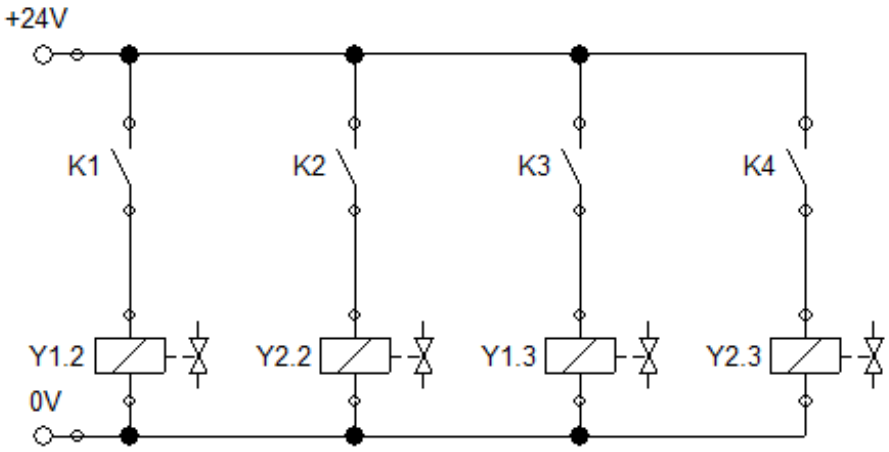
1.5.8 การต่อวงจรเอาต์พุต

ในการต่อวงจรเอาต์พุตของ PLC OMRON รุ่น SYSMAC CP1L เป็นเอาต์พุตแบบทรานซิสเตอร์ ที่มีการต่อใช้งานแบบ NPN ดังแสดงในรูปภาพที่ 1.10



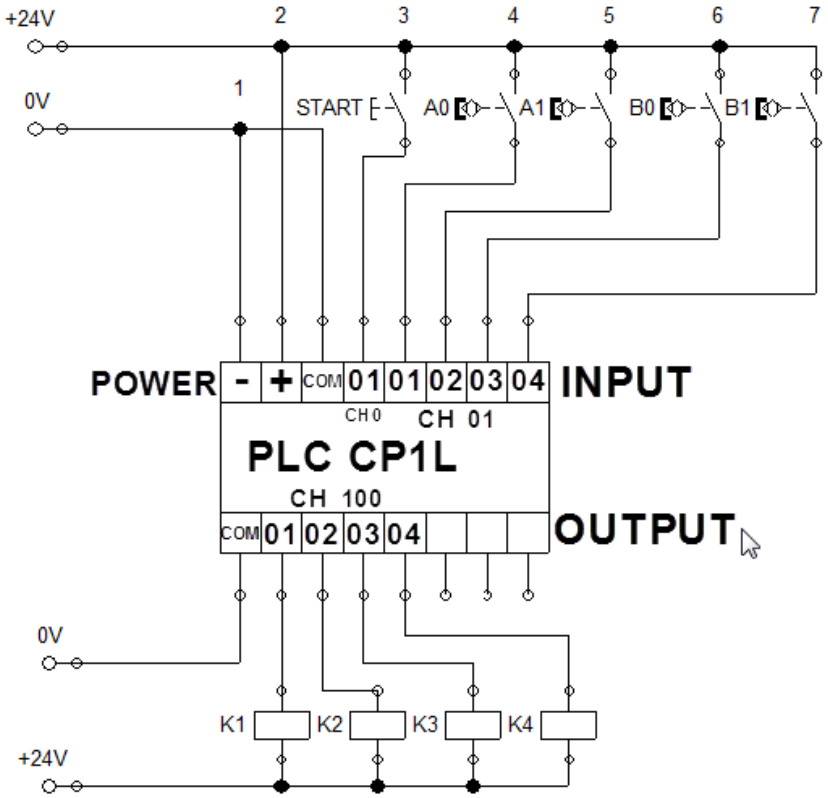
รูปภาพที่ 1.10 การต่อวงจรเอาต์พุต PLC แบบ NPN

สำหรับเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN ของ PLC ใช้งานกับกระแสไฟฟ้าสูงสุดไม่เกิน 0.3 A ดังนั้นในการต่อใช้งานจึงต้องใช้รีเลย์ 24 โวลต์ (K) แล้วนำหน้าสัมผัสปกติเปิด (NO) ของรีเลย์ไปควบคุมโซลินอยด์วาล์ว (Y) ในวงจรอีกทีหนึ่ง ดังแสดงในรูปภาพที่ 1.11



รูปภาพที่ 1.11 การต่อวงจรเอาต์พุต PLC โดยใช้รีเลย์ควบคุมโซลินอยด์วาล์ว

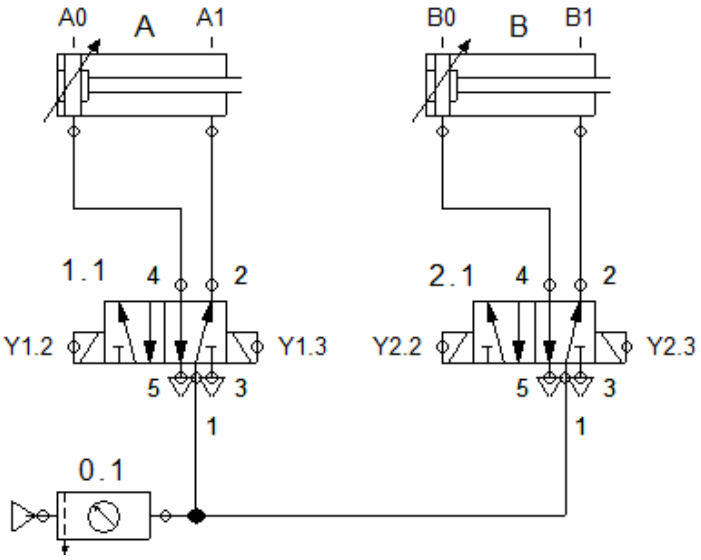
จะได้วงจรการต่ออุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุตของ PLC และการต่อวงจรรีเลย์ควบคุมโซลินอยด์วาล์ว ดังแสดงในรูปภาพที่ 1.12



รูปภาพที่ 1.12 วงจรการต่ออุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุตของ PLC

1.5.9 การต่อวงจรไฮดรอลิกส์กำลัง

ในการต่อวงจรไฮดรอลิกส์กำลังจะมีวิธีการต่อเหมือนกับวงจรไฮดรอลิกส์ไฟฟ้า ดังแสดงในรูปภาพที่ 1.13



รูปภาพที่ 1.13 วงจรไฮดรอลิกส์กำลัง

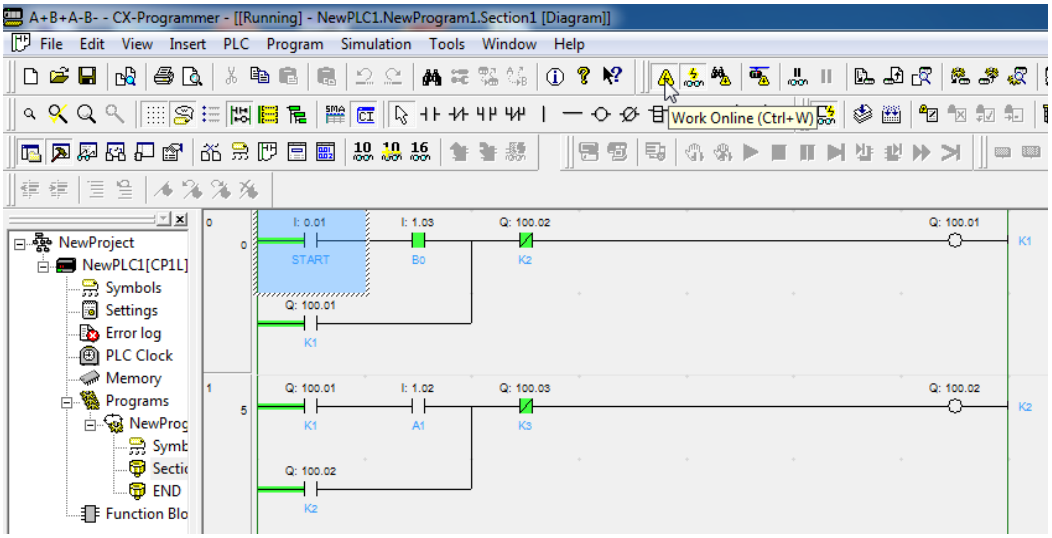
1.5.10 การเชื่อมต่อกับ CX-Programmer

ในการเชื่อมต่อ PLC กับ CX-Programmer เราจะเชื่อมต่อโดยใช้สายเชื่อมสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล แบบหัว USB เชื่อมต่อกับ PLC OMRON รุ่น SYSMAC CP1L ด้วยหัวเชื่อมสายแบบเดียวกับ Printer ดังแสดงในรูปภาพที่ 1.14

รูปภาพที่ 1.14 การเชื่อมต่อสาย USB กับ PLC

หลังจากต่อสาย USB กับ PLC และบันทึกข้อมูลวงจร Ladder Diagram แล้วเราต้องทดสอบการทำงาน ดังแสดงไว้เป็นขั้นตอน หลังจากนั้นทำการเชื่อมต่อโปรแกรม CX-Programmer กับ PLC ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

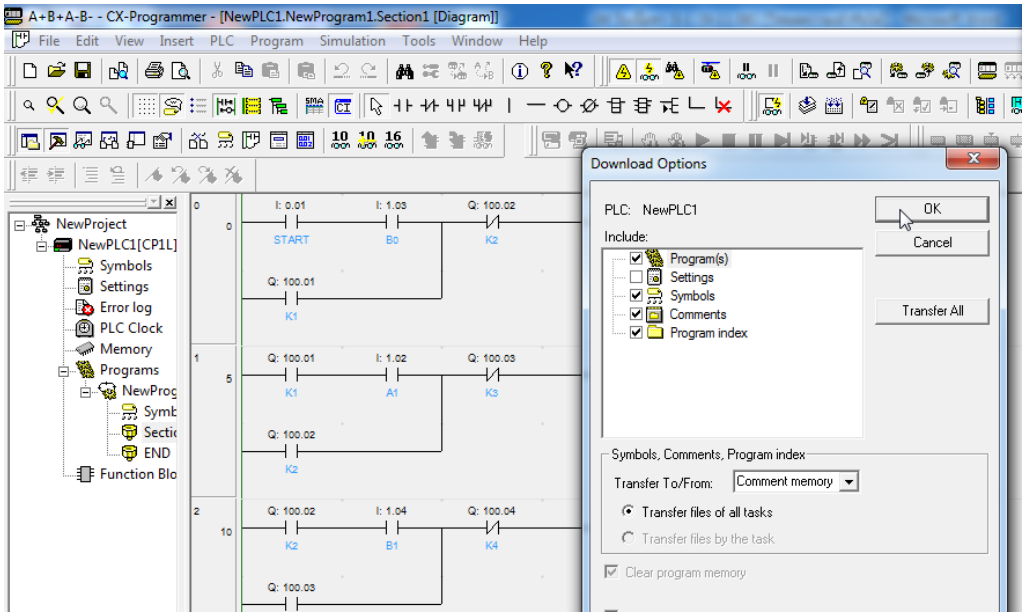
1. ใช้เมาส์เลือก Work Online Simulator



รูปภาพที่ 1.15 ใช้เมาส์เลือก Work Online Simulator

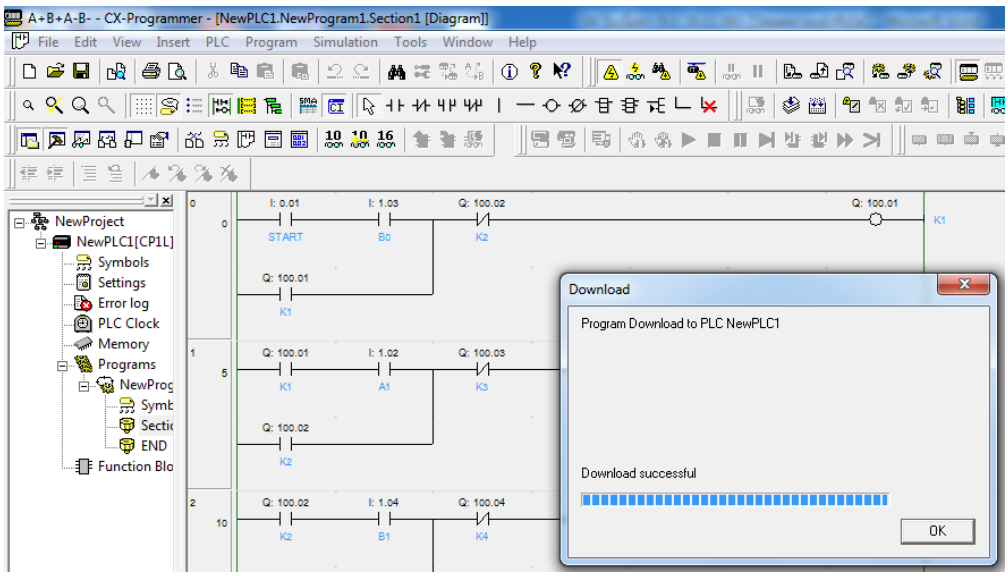
2. ทำการโอนข้อมูลคำสั่งจาก CX-Programmer ไปยัง PLC โดยเลือก PLC > Transfer > To PLC

3. ที่ Download Options เลือก OK



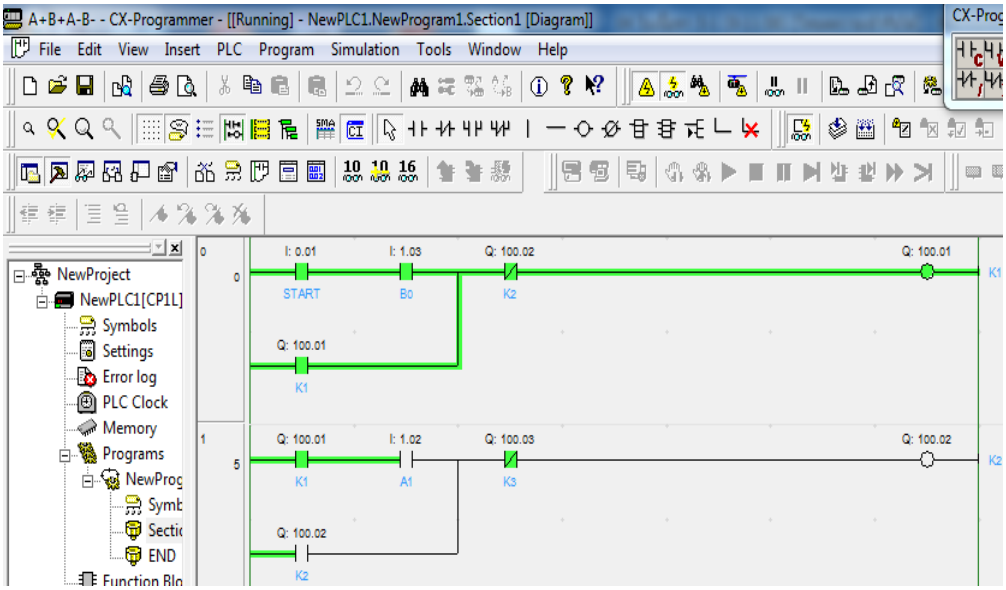
รูปภาพที่ 1.16 ที่ Download Options เลือก OK

4. ที่ Download เลือก OK



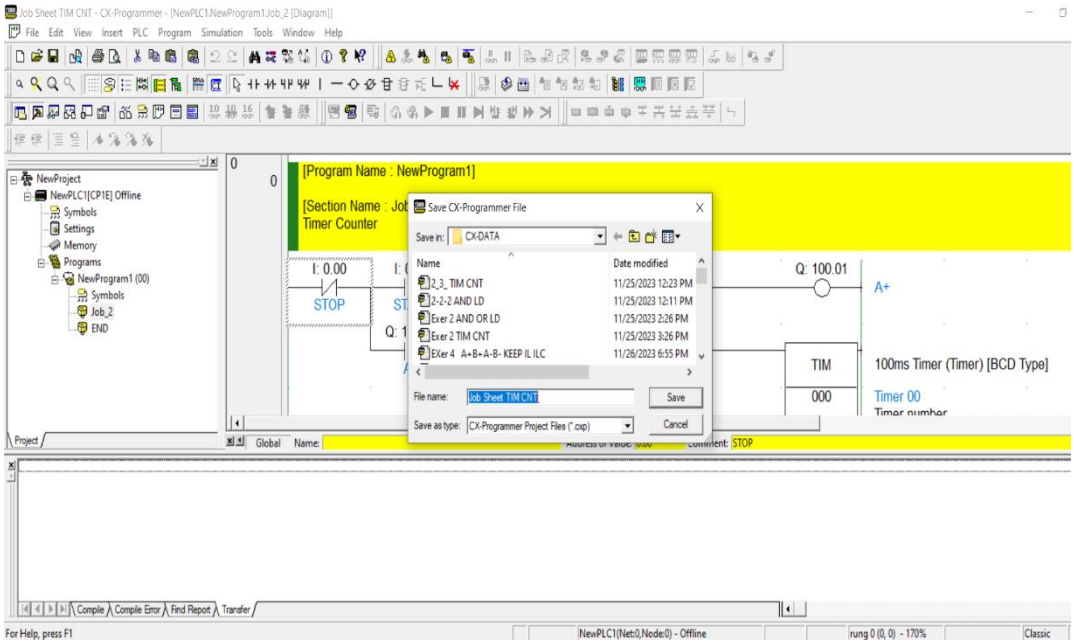
รูปภาพที่ 1.17 ที่ Download เลือก OK

5. เริ่มต้นการทำงาน (START) ของวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล



รูปภาพที่ 1.18 เริ่มต้นการทำงาน (START) ของวงจร

เมื่อวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ทำงานตามขั้นตอนและเงื่อนไขแล้ว ให้ทำการบันทึกข้อมูลให้เรียบร้อย ดังปรากฏในรูปภาพที่ 1.19



รูปภาพที่ 1.19 การบันทึกข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

ปานเพชร ชินินทร และขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์. **ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด ยูเคชั่น, 2549.

พรจิต ประทุมสุวรรณ. “**การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนไฮดรอลิกส์ไฟฟ้า เรื่องการควบคุมแบบวงรอบปิด.**” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิชาไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.

Festo. **Learning Systems 2011/2012.** Festo didactic GmbH & Co. KG, 2011.

Festech. **Festech Product Catalog.** Festech Co. Seoul Korea, 2009.

Pneumatic & Hydraulic Blog. **Hydraulic.** [online] 2008. [cited 27 Feb. 2015]. Available from: URL: https://xn--12ca0dct2crocn6ejz4cdi6qwa3d.blogspot.com/2013/10/blog-post.html

แบบฝึกหัดที่ 1

รหัสวิชา 3100-0104 รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับชั้น ปวส.
เรื่อง วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน จำนวน 10 คะแนน เวลา 30 นาที

<u>คำสั่ง</u> 1. แบบฝึกหัด มีจำนวน 5 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 10 คะแนน ใช้เวลา 30 นาที

2. ให้นักศึกษาอธิบาย และแสดงวิธีการ ลำดับขั้นตอน การเขียนโปรแกรมคำสั่ง การต่อวงจร การวิเคราะห์การทำงาน วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานของกระบอกสูบสองทางด้วยคำสั่งพื้นฐานของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ตามหัวข้อต่อไปนี้

<u>ข้อที่</u>

1. กำหนดตำแหน่งของอินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Address Layout)
2. Ladder Diagram ในโปรแกรม CX-Programmer และทำการทดสอบการทำงานของวงจร
3. เชื่อมต่อ PLC กับ CX-Programmer
4. เขียนวงจรการต่ออินพุตและเอาต์พุตของ PLC OMRON รุ่น SYSMAC CP1L
5. เขียนวงจรการต่อวงจรไฮดรอลิกส์กำลัง และวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุม

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 1

รหัสวิชา 3100-0104 รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับชั้น ปวส.

เรื่อง วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน จำนวน 10 คะแนน เวลา 10 นาที

คำสั่ง 1. เฉลยแบบฝึกหัด มีจำนวน 5 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 10 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที

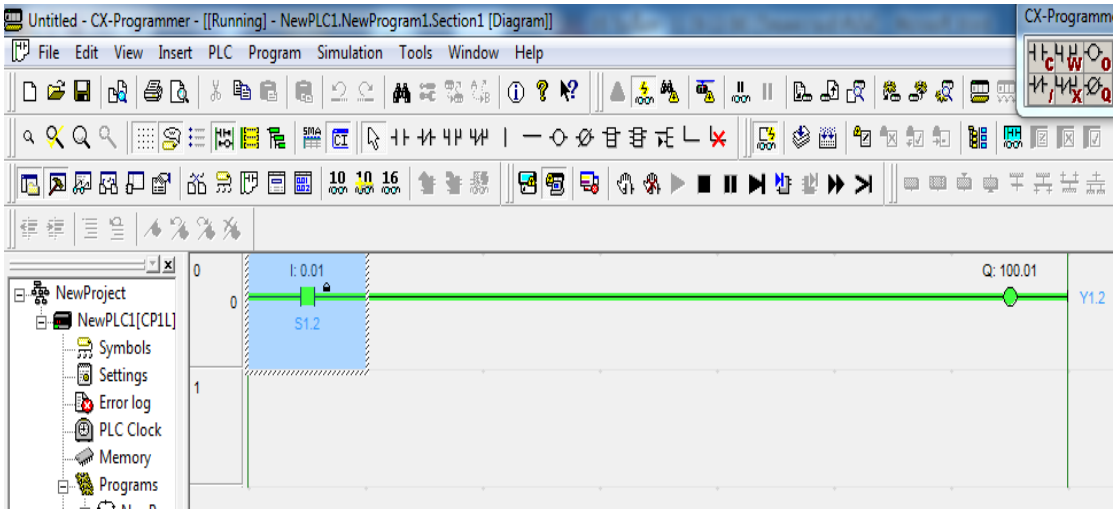
ตอบข้อ

1. กำหนดตำแหน่งของอินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Address Layout)

Address 0.01 คือ S1.2 ตำแหน่งสัญญาณอินพุตให้การสูบเคลื่อนที่ออก

Address 100.01 คือ Y1.2 (K1) ตำแหน่งสัญญาณเอาต์พุตสั่งให้ก้านสูบเคลื่อนที่ออก

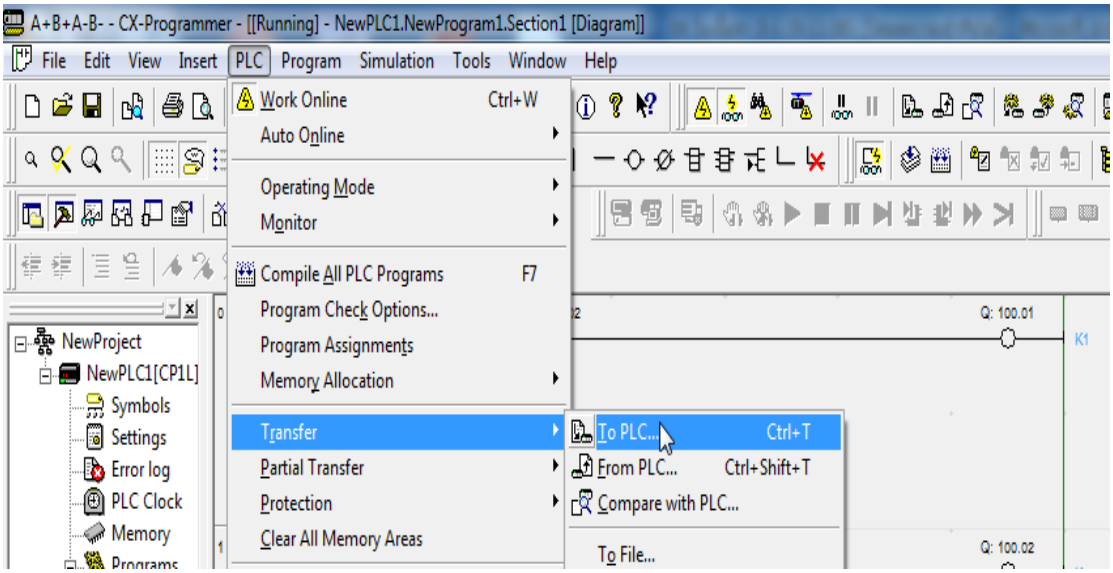
2. เขียน Ladder Diagram ใน CX-Programmer และทำการวิเคราะห์การทำงานของวงจร



Address	Instruction	Operands
00000	LD	001
00001	OUT	10001
00002	END (001)	

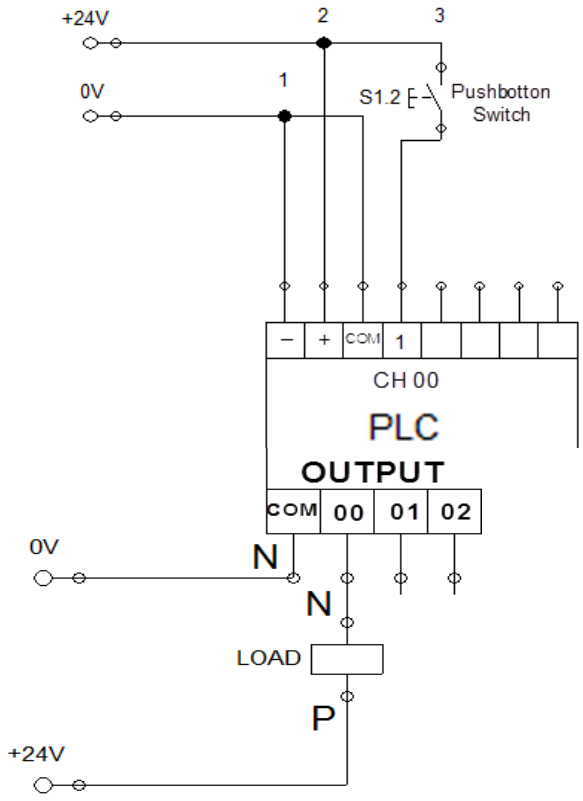
รูปภาพที่ 1.20 เขียน Ladder Diagram และ Instruction List ใน CX-Programmer

3. เชื่อมต่อ PLC กับ CX-Programmer



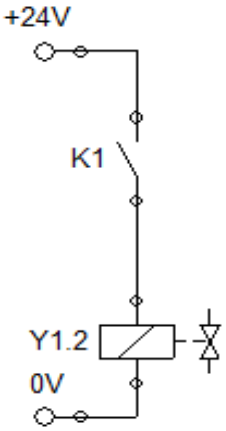
รูปภาพที่ 1.21 เชื่อมต่อ PLC กับ CX-Programmer

4. เขียนวงจรการต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตของ PLC OMRON รุ่น SYSMAC CP1L

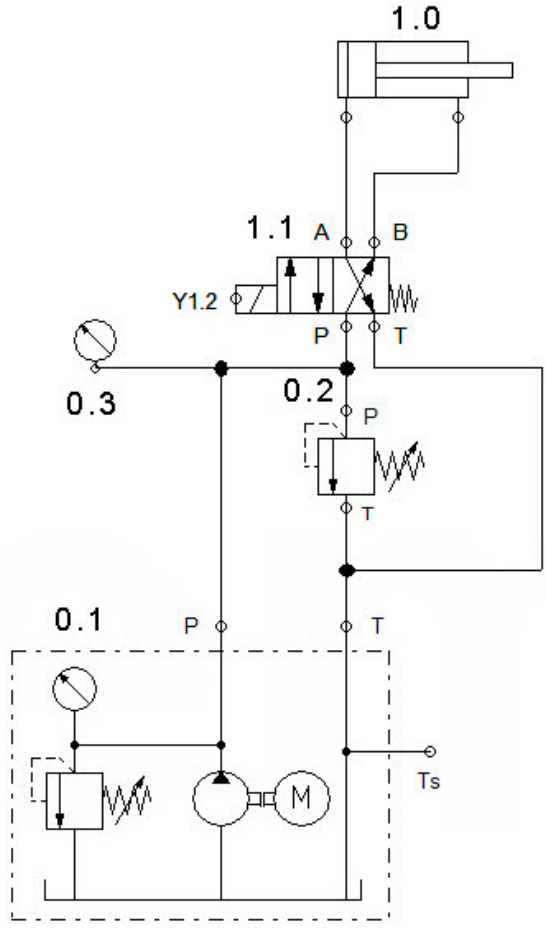


รูปภาพที่ 1.22 วงจรการต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตของ PLC

5. การต่อวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุม และวงจรไฮดรอลิกส์กำลัง



รูปภาพที่ 1.23 การต่อวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุม



รูปภาพที่ 1.24 การต่อวงจรไฮดรอลิกส์กำลัง

แบบทดสอบหลังเรียนที่ 1

รหัสวิชา 3100-0104 รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับชั้น ปวส.
เรื่อง วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน จำนวน 10 คะแนน เวลา 15 นาที

คำสั่ง แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ให้นักศึกษาเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว และทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

ข้อที่

1. ข้อใด **ไม่ใช่** องค์ประกอบของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล
   - ก. Power Unit
   - ข. Memory Unit
   - ค. Input/Output Unit
   - ง. Programmable Unit
   - จ. Central Processing Unit

2. ข้อใดบอกขนาดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลที่ใช้ในห้องปฏิบัติการไฮดรอลิกส์ของแผนกไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิได้ถูกต้อง
   - ก. PLC ขนาดเล็ก จำนวน I/O ไม่เกิน 128/128 จุด
   - ข. PLC ขนาดกลาง จำนวน I/O มากกว่า 128/128 จุด
   - ค. PLC ขนาดเล็ก แบบกล่อง มีจำนวน I/O เท่ากับ 24/16 จุด
   - ง. PLC ขนาดกลาง แบบกล่อง มีจำนวน I/O เท่ากับ 16/24 จุด
   - จ. PLC ขนาดใหญ่ จำนวน I/O มากกว่า 1024/1024 จุด ขึ้นไป

3. ข้อใดบอกชื่อภาษาที่ใช้ในการเขียนคำสั่งโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการไฮดรอลิกส์ ของแผนกไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิได้ถูกต้อง
   - ก. Structure Text (ST)
   - ข. Instruction List (IL)
   - ค. Ladder Diagram (LD)
   - ง. Sequential Flow Chart (SFC)
   - จ. Function Block Diagram (FBD)

4. ข้อใดบอกความหมายของการใช้คำสั่ง LD NOT 0001 ได้ถูกต้อง

ก. ใช้ในการควบคุมไฮดรอลิกส์ ไฟฟ้า

ข. ใช้ในการเขียน Ladder Diagram

ค. ใช้ในการอ่านวงจรควบคุมไฮดรอลิกส์ ด้วย PLC

ง. ใช้ในการควบคุมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC)

จ. ใช้ในการเขียนโปรแกรมคำสั่งของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC)

5. ข้อใดอธิบายขั้นตอนการใช้งานของโปรแกรม CX-Programmer เป็นลำดับแรก ได้ถูกต้อง

ก. เปิดสมุดงาน

ข. ทดสอบการทำงาน

ค. เขียน Ladder Diagram

ง. เขียน Signal Flow Step Diagram

จ. กำหนดตำแหน่งของอินพุตและเอาต์พุต

6. ข้อใดวิเคราะห์คำสั่ง Ladder Diagram ในโปรแกรม CX-Programmer ของวงจรควบคุมกระบอกสูบสองทางด้วยโซลินอยด์วาล์วคู่ 4/2 **<u>ไม่ถูกต้อง</u>**

ก. อินพุต S1.2 ตำแหน่ง 00 ทำหน้าที่ส่งสัญญาณควบคุมเพื่อให้ก้านสูบเคลื่อนที่ ออก

ข. อินพุต S1.3 ตำแหน่ง 01 ทำหน้าที่ส่งสัญญาณควบคุมเพื่อให้ก้านสูบเคลื่อนที่ เข้า

ค. เอาต์พุต Y1.2 (K1) ตำแหน่ง 10001 ทำหน้าที่ควบคุมให้ก้านสูบเคลื่อนที่ ออก

ง. เอาต์พุต Y1.3 (K2) ตำแหน่ง 10002 ทำหน้าที่ควบคุมให้ก้านสูบเคลื่อนที่ เข้า

จ. อินพุต S1.4 ตำแหน่ง 04 ทำหน้าที่ส่งสัญญาณควบคุมเพื่อให้ก้านสูบเคลื่อนที่ เข้า

7. ข้อใดวิเคราะห์คำสั่งในการใช้งานของโปรแกรม CX-Programmer ได้ถูกต้อง

ก. ตำแหน่งเอาต์พุตอยู่ในช่องที่ 101-110

ข. ตำแหน่งอินพุตอยู่ในช่องที่ 10001-10010

ค. ตำแหน่งอินพุตอยู่ในช่องที่ 0 บิตที่ 1-10 (Chanel 0 and bit 01-10)

ง. ตำแหน่งอินพุตอยู่ในช่องที่ 1 บิตที่ 00-11 (Chanel 1 and bit 00-11)

จ. ตำแหน่งเอาต์พุตอยู่ในช่องที่ 100 บิตที่ 1-10 (Chanel 100 and bit 01-10)

8. ข้อใดอธิบายวิธีการต่อวงจรควบคุมไฮดรอลิกส์ ด้วย PLC ได้ถูกต้อง

ก. การต่อวงจรอินพุต ขั้วลบหรือ 0 โวลต์จะต่อเข้ากับจุดร่วม (COM) ของ PLC

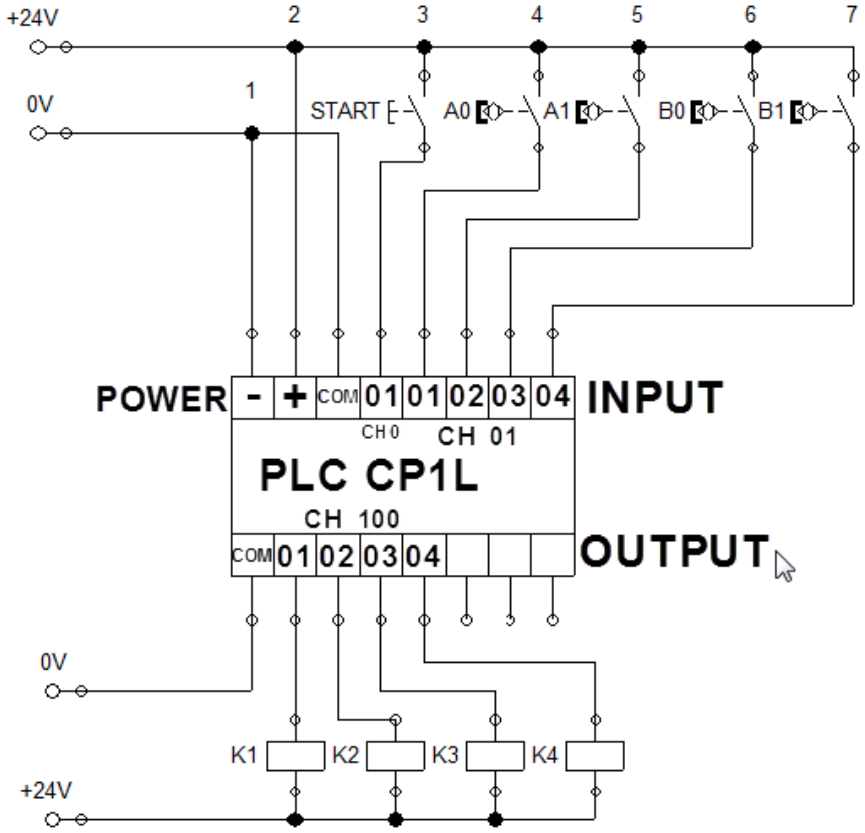
ข. การต่อวงจรอินพุต ขั้วบวกหรือ 24 โวลต์จะต่อเข้ากับตำแหน่งอินพุตของ PLC

ค. การต่อวงจรเอาต์พุต ขั้วบวกหรือ 24 โวลต์จะต่อเข้ากับจุดร่วม (COM) ของ PLC

ง. การต่อวงจรเอาต์พุต ขั้วลบหรือ 0 โวลต์จะต่อออกจากตำแหน่งเอาต์พุตของ PLC

จ. การต่อวงจรเอาต์พุต ขั้วลบหรือ -24 โวลต์จะต่อออกจากตำแหน่งเอาต์พุตของ PLC

จากภาพใช้ตอบคำถาม ข้อ 9 และข้อ 10



9. ข้อใดวิเคราะห์การต่อวงจรควบคุมไฮดรอลิกส์ ด้วย PLC ได้ถูกต้อง

ก. การต่อวงจรควบคุมกระบอกสูบสองทาง สองตัวแบบต่อเนื่อง

ข. การต่อวงจรควบคุมกระบอกสูบสองทาง สี่ตัว

ค. การต่อวงจรควบคุมกระบอกสูบสองทาง สามตัว

ง. การต่อวงจรควบคุมกระบอกสูบสองทางด้วยโซลินอยด์วาล์วคู่ 4/2

จ. การต่อวงจรควบคุมกระบอกสูบสองทางด้วยโซลินอยด์วาล์วคู่ 4/2 แบบต่อเนื่อง

10. ข้อใดวิเคราะห์การต่อเชื่อม CX-Programmer กับ PLC ได้ถูกต้อง

ก. ตำแหน่งอินพุตใน CX-Programmer ต่อกับ PLC คือ 104 ตำแหน่ง B1

ข. ตำแหน่งอินพุตใน CX-Programmer ต่อกับ PLC คือ 102 ตำแหน่ง A1

ค. ตำแหน่งเอาต์พุตใน CX-Programmer ต่อกับ PLC คือ 10001 ตำแหน่ง K1

ง. ตำแหน่งเอาต์พุตใน CX-Programmer ต่อกับ PLC คือ 10002 ตำแหน่ง K2

จ. ตำแหน่งอินพุตใน CX-Programmer ต่อกับ PLC คือ 101 ตำแหน่ง START

เฉลยแบบทดสอบที่ 1

รหัสวิชา 3100-0104 รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับชั้น ปวส.
เรื่อง วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน จำนวน 10 คะแนน เวลา 5 นาที

1. เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนมีจำนวน 10 ข้อ คะแนนรวม 10 คะแนน
2. เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนมีจำนวน 10 ข้อ คะแนนรวม 10 คะแนน

ข้อที่	แบบทดสอบ	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	ก	ค
2	ง	ค
3	ก	ข
4	ข	ข
5	จ	ข
6	จ	จ
7	ค	ก
8	จ	ค
9	ข	ก
10	จ	จ

	ใบงานที่ 1	
	รหัสวิชา 3100-0104 ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	
	ชื่อหน่วย นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	
ชื่องาน วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC เงื่อนไขการทำงาน A+B+A-B-		จำนวน 2 ชั่วโมง

1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.1 ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน ได้ถูกต้อง

1.2 เชื่อมต่อ CX-Programmer กับ PLC และวิเคราะห์การทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ ได้ถูกต้อง

2. สมรรถนะ

2.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการต่อวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC

2.2 สรุปและอธิบายการทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC

3. วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ

3.1 แผงฝึกไฮดรอลิกส์ไฟฟ้า สายและข้อต่อสายไฮดรอลิกส์	จำนวน	1 ชุด
3.2 คอมพิวเตอร์ PC พร้อมโปรแกรม CX-Programmer	จำนวน	1 ชุด
3.3 กระบอกสูบไฮดรอลิกส์สองทาง	จำนวน	2 ตัว
3.4 โซลีนอยด์วาล์วคู่ 4/3	จำนวน	2 ตัว
3.5 สวิตช์ปุ่มกด	จำนวน	1 ตัว
3.6 รีดสวิตช์	จำนวน	4 ตัว
3.7 รีเลย์ 24 โวลต์	จำนวน	4 ตัว
3.8 สายไฟฟ้าและสายเชื่อมต่อสัญญาณ	จำนวน	1 ชุด
3.9 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V	จำนวน	1 ตัว

4. ข้อควรระวัง

4.1 เสียบสายไฮดรอลิกส์ให้แน่น และเสียบให้กลไกเข้าตำแหน่ง

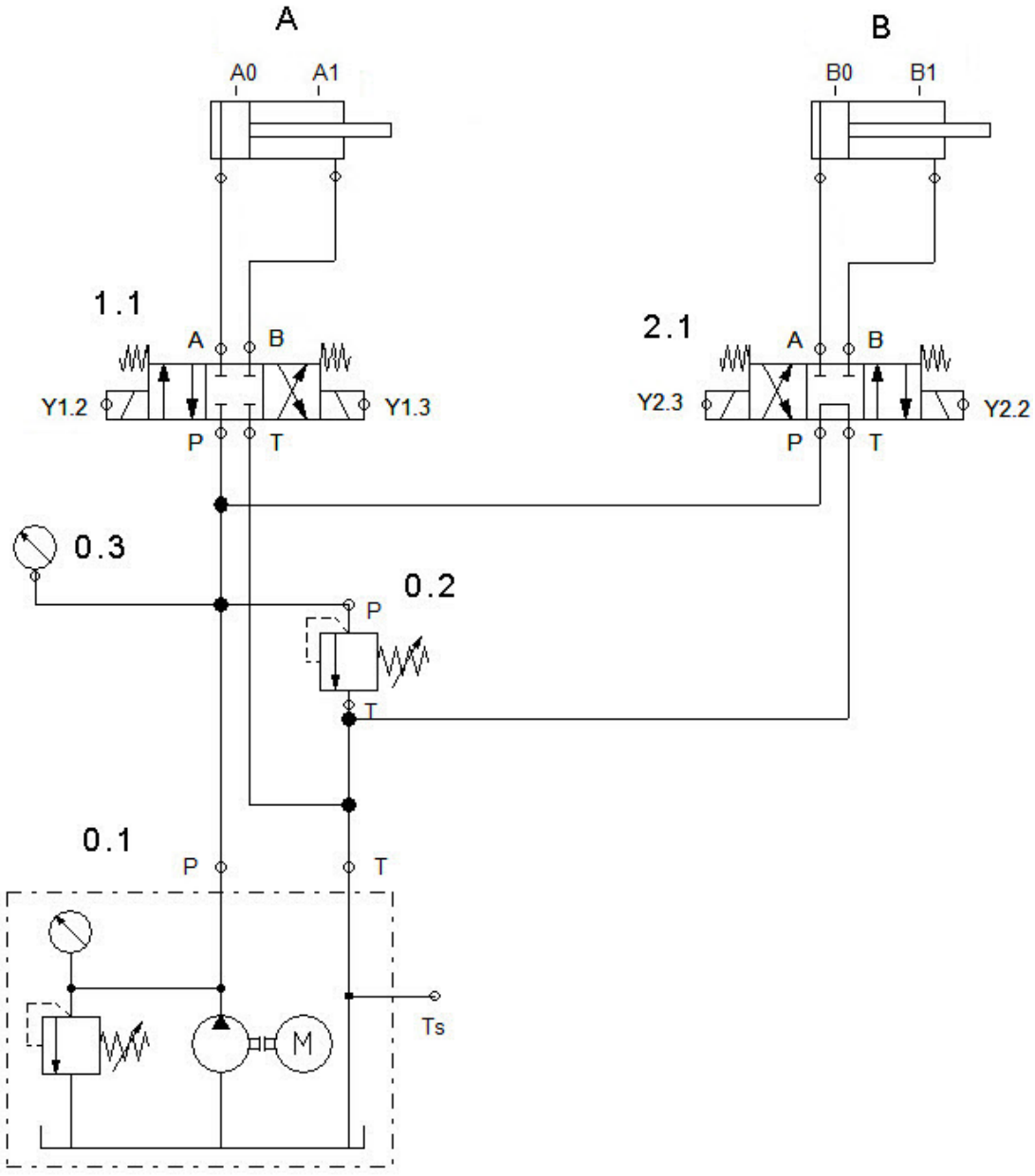
4.2 ระวังสายไฮดรอลิกส์หลุด น้ำมันกระเด็นเข้าใบหน้า และร่างกาย

4.3 เสียบขั้วต่อสายวงจรไฟฟ้าให้แน่น

4.4 ก่อนจ่ายกระแสไฟฟ้า ตรวจสอบวงจรไฟฟ้าให้ถูกต้อง ระวังลัดวงจรไฟฟ้า

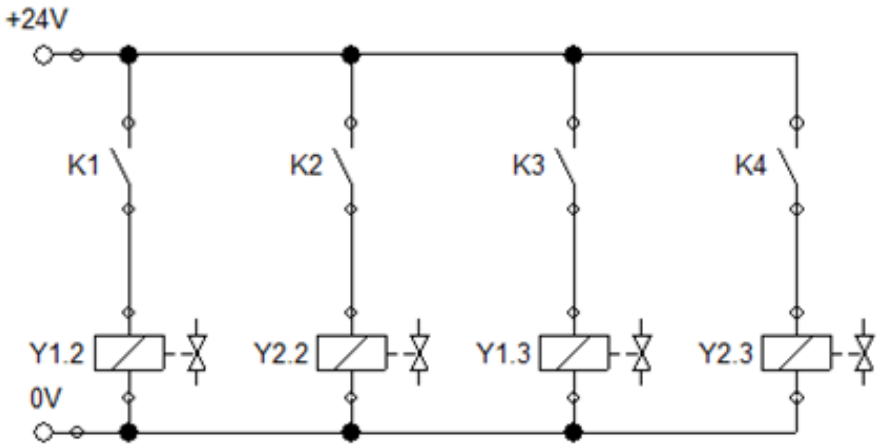
5. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

5.1 ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน เงื่อนไขการทำงาน A+B+A-B- ในส่วนของวงจรไฮดรอลิกส์กำลัง ตามรูปภาพที่ 1.25



รูปภาพที่ 1.25 วงจรไฮดรอลิกส์กำลัง เงื่อนไขการทำงาน A+B+A-B-

5.2 ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน เงื่อนไขการทำงาน A+B+A-B- ในส่วนของวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุม ตามรูปภาพที่ 1.26



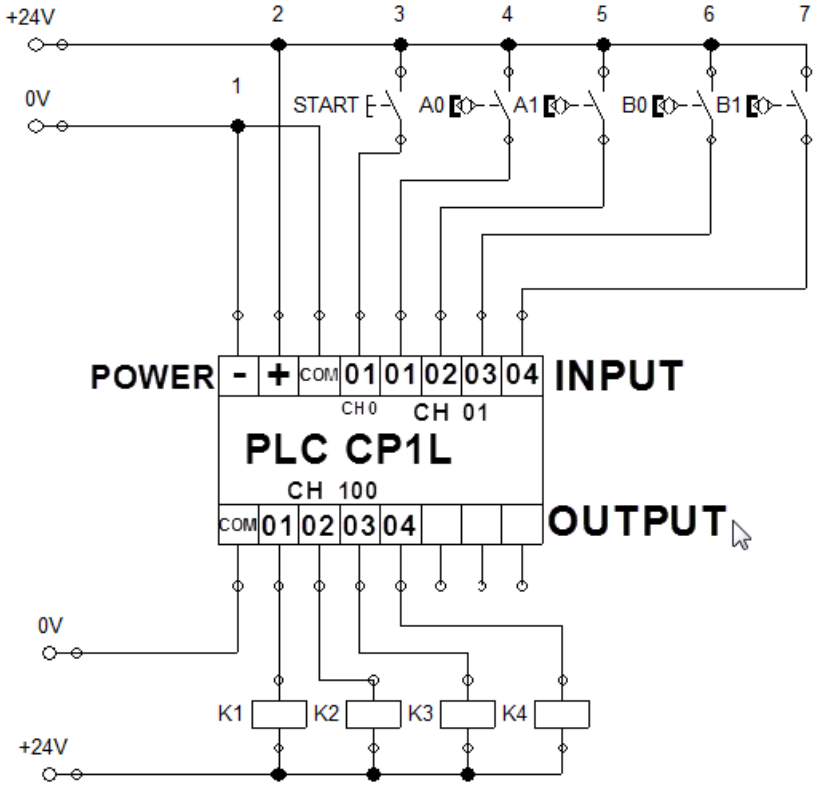
รูปภาพที่ 1.26 วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุม เงื่อนไขการทำงาน A+B+A-B-

5.3 ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน เงื่อนไขการทำงาน A+B+A-B- ในส่วนการต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต กับ PLC โดยกำหนดตำแหน่งดังตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 การกำหนดตำแหน่งอินพุตและเอาต์พุตของ PLC เงื่อนไข A+B+A-B-

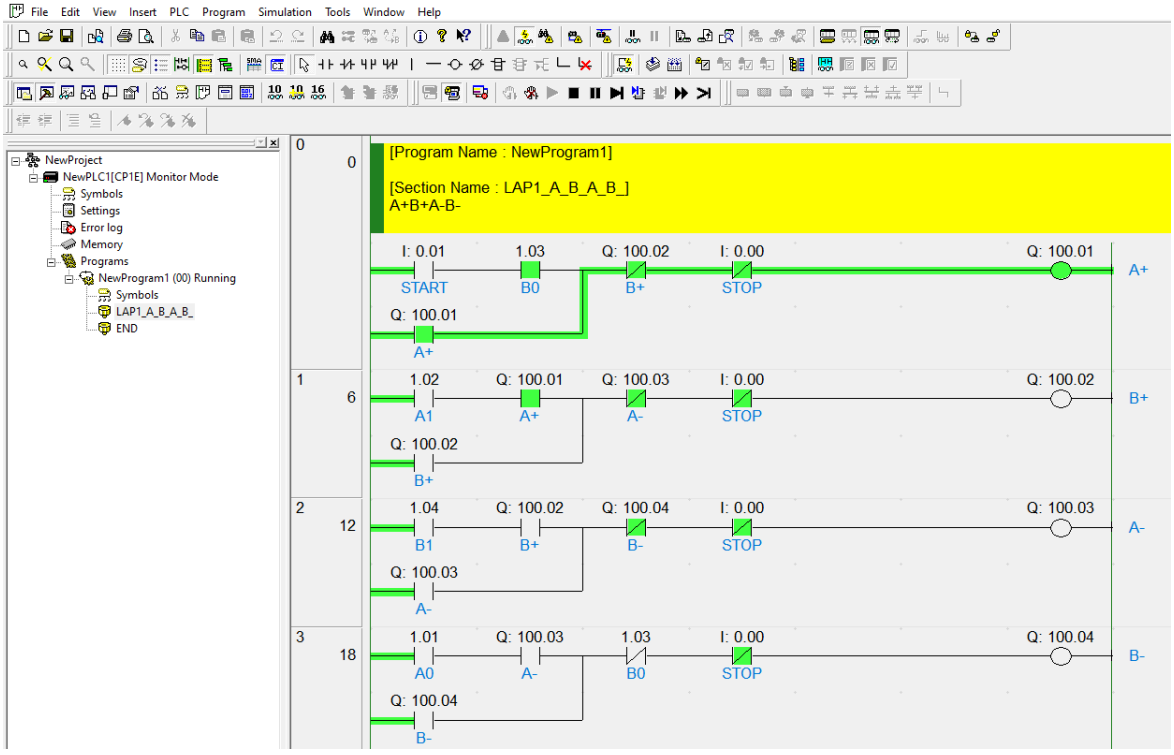
Input Unit Address			Output Unit Address		
001	START	Pushbutton Switch	**10001**	K1 (A+)	Relay Control Solenoid Valve Y1.2
101	A0	Reed Switch (A-)	**10002**	K2 (B+)	Relay Control Solenoid Valve Y2.2
102	A1	Reed Switch (A+)	**10003**	K3 (A-)	Relay Control Solenoid Valve Y1.3
103	B0	Reed Switch (B-)	**10004**	K4 (B+)	Relay Control Solenoid Valve Y2.3
104	B1	Reed Switch (B+)			
000	STOP	Pushbutton Switch			

5.4 เมื่อทำการกำหนดตำแหน่ง อุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต กับ PLC แล้วให้ทำการต่อสายวงจรดังแสดงในรูปภาพที่ 1.27



รูปภาพที่ 1.27 การต่อสายอุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต กับ PLC เงื่อนไข A+B+A-B-

5.5 เขียนคำสั่ง Ladder Diagram ดังแสดงในรูปภาพที่ 1.28 ในโปรแกรม CX-Programmer

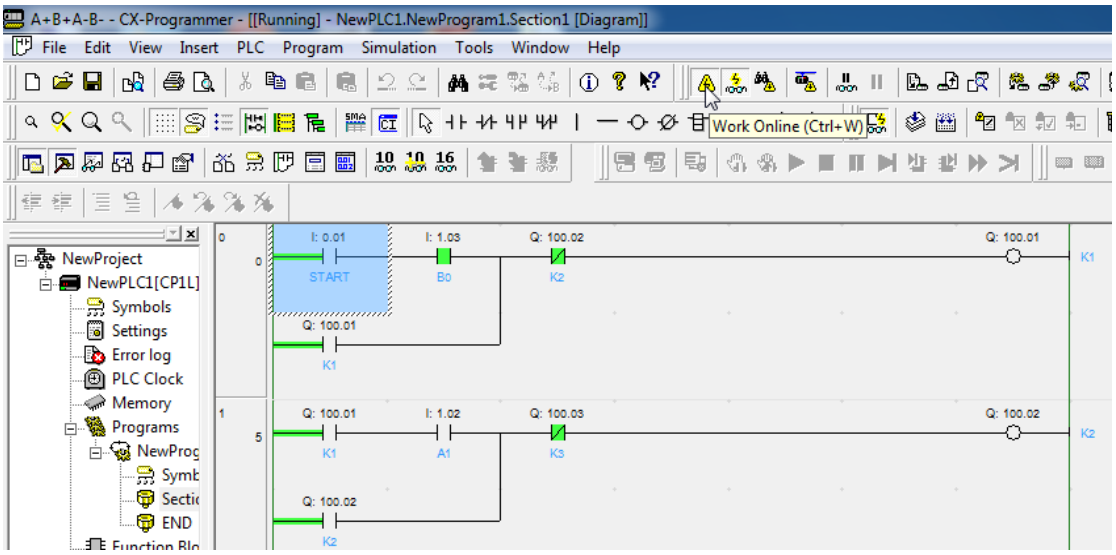


รูปภาพที่ 1.28 เขียนคำสั่ง Ladder Diagram ของ PLC เงื่อนไข A+B+A-B-

5.6 เชื่อมต่อ PLC OMRON รุ่น CP1L กับ PC (Personal Computer) ดังแสดงในรูปภาพที่ 1.29 และในโปรแกรม CX-Programmer ให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

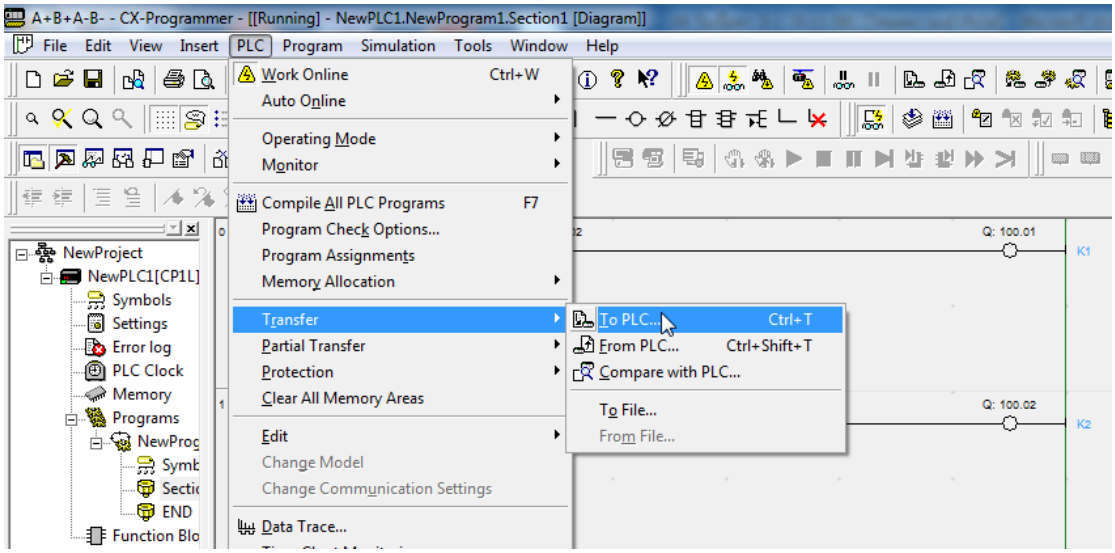
รูปภาพที่ 1.29 เชื่อมต่อ PLC OMRON รุ่น CP1L กับ PC

5.6.1 ใช้เมาส์เลือก Work Online Simulator ดังแสดงในรูปภาพที่ 1.30



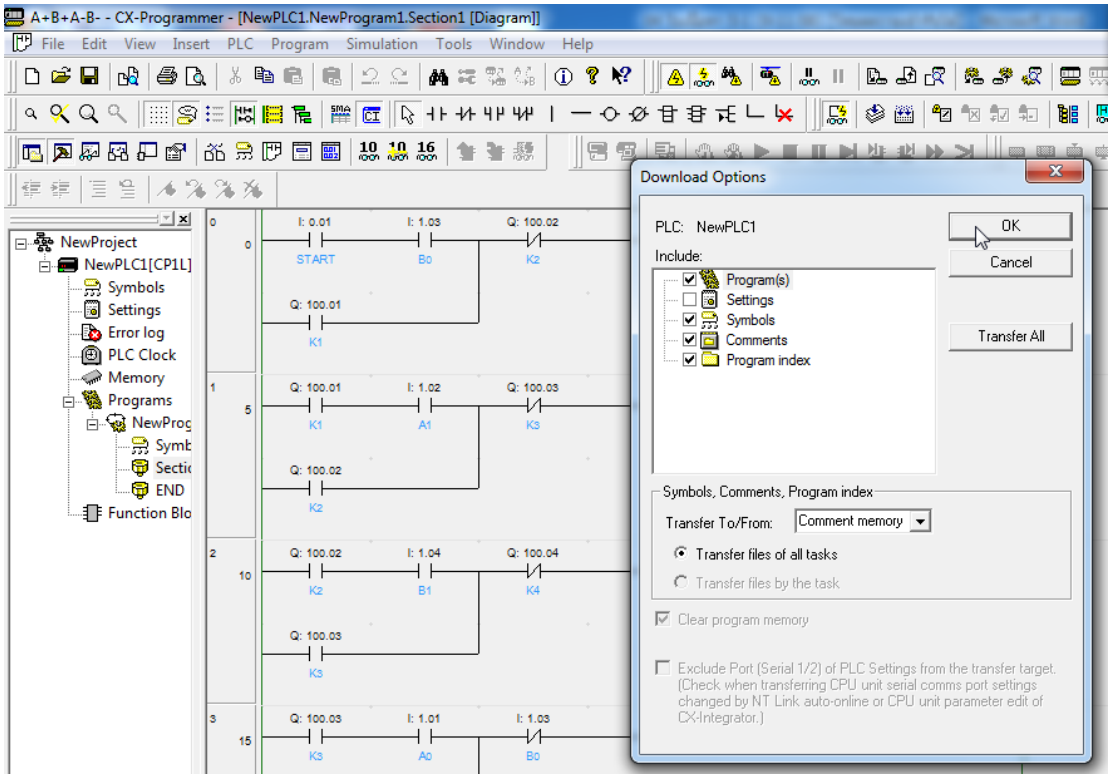
รูปภาพที่ 1.30 การเลือก Work Online Simulator

5.6.2 ทำการโอนข้อมูลคำสั่งจาก CX-Programmer ไปยัง PLC โดยเลือก PLC > Transfer > To PLC ดังแสดงในรูปภาพที่ 1.31



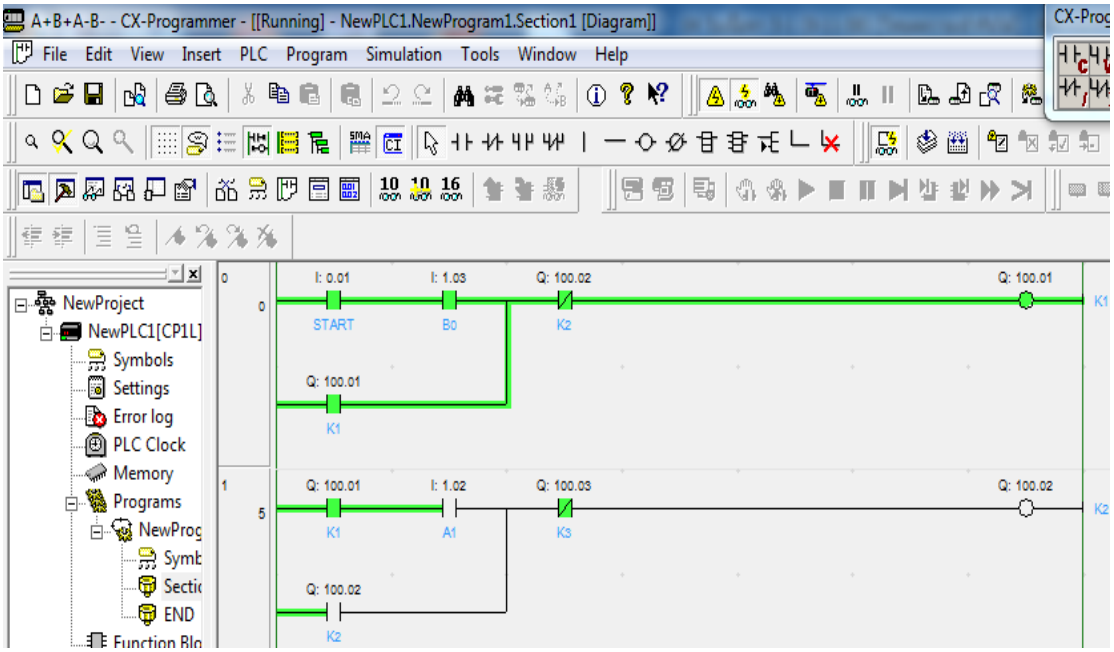
รูปภาพที่ 1.31 การโอนข้อมูลคำสั่งจาก CX-Programmer ไปยัง PLC

5.6.3 ที่ Download Options เลือก OK ดังแสดงในรูปภาพที่ 1.32



รูปภาพที่ 1.32 ที่ Download Options เลือก OK

5.7 เริ่มต้นการทำงาน (START) ของวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน เงื่อนไขการทำงาน A+B+A-B- ดังแสดงในภาพที่ 1.33 และทำการบันทึกผลการทำงานลงในตารางที่ 1.4

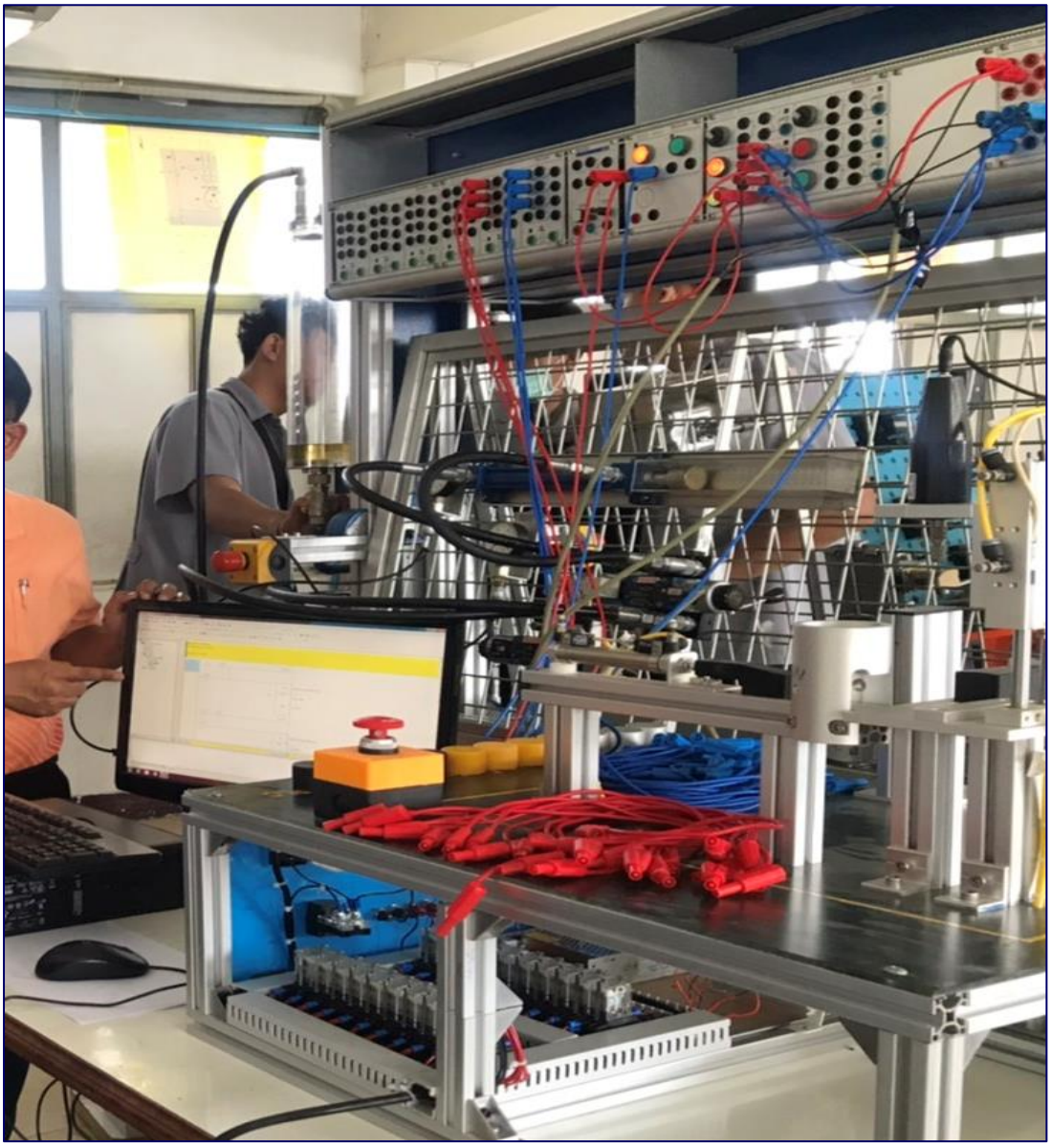


รูปภาพที่ 1.33 การทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC

ตารางที่ 1.4 บันทึกผลการทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ เงื่อนไข A+B+A-B-

คำสั่ง	บันทึกผลการทำงานของวงจร
กดสวิตช์ START ให้ทำงานแล้วปล่อยมือ สังเกตุการทำงานของวงจรแล้วบันทึกผลการ	.....

5.8 ภาพถ่ายของวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน เงื่อนไขการทำงาน A+B+A-B- ดังแสดงในภาพที่ 1.34



รูปภาพที่ 1.34 ภาพถ่ายวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC เงื่อนไข A+B+A-B-

6. คำถาม

หลักการออกแบบวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิล คอนโทรลเลอร์ เงื่อนไขการทำงาน A+B+ A-B- มีลำดับขั้นตอนอะไรบ้าง

7. สรุปผลการปฏิบัติงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. เอกสารอ้างอิง

ปานเพชร ชินินทร และขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์. **ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด ยูเคชั่น, 2549.

Festo. **Learning Systems 2011/2012.** Festo didactic GmbH & Co. KG, 2011.

Festech. **Festech Product Catalog.** Festech Co. Seoul Korea, 2009.

Pneumatic & Hydraulic Blog. **Hydraulic.** [online] 2008. [cited 27 Feb. 2015]. Available from: URL: https://xn--12ca0dct2crocn6ejz4cdi6qwa3d.blogspot.com/2013/10/blog-post.html

	เฉลยใบงานที่ 1	
	รหัสวิชา 3100-0104 **ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์**	
	ชื่อหน่วย นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	
ชื่องาน วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC เงื่อนไขการทำงาน A+B+A-B-		**จำนวน 10 นาที**

1. คำตอบ

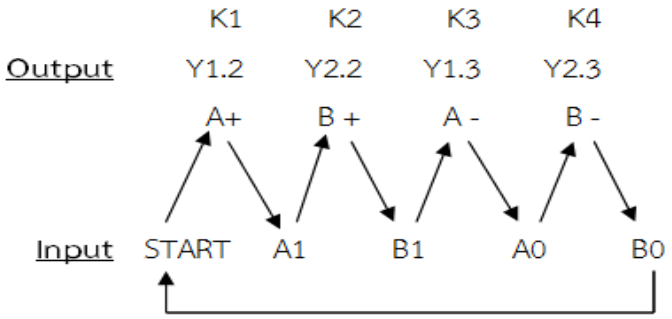
<u>จากข้อ 6 คำถาม ของใบงาน</u>

หลักการออกแบบวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิล คอนโทรลเลอร์ เงื่อนไขการทำงาน A+B+ A-B- มีลำดับขั้นตอนอะไรบ้าง

<u>คำตอบ</u>

สำหรับหลักการเขียนวงจรวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ที่มีเงื่อนไขการทำงาน A+B+ A- B- เราจะต้องออกแบบวงจรควบคุมในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ CX-Programmer โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 เขียน Signal Flow Step Diagram



1.2 กำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุต

ดังแสดงในตารางที่ 1.1

1.3 ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุม วงจรไฮดรอลิกส์กำลัง ต่อวงจรอุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุต กับตำแหน่งของ PLC ตามที่กำหนดในตารางที่ 1.1 ดังแสดงในรูปภาพที่ 1.25-1.27

1.4 เขียน Ladder Diagram

ดังแสดงในรูปภาพที่ 1.28

1.5 เชื่อมต่อ PLC กับ CX-Programmer และทดสอบการทำงาน
ดังแสดงในรูปภาพที่ 1.29-1.34

2. สรุปผลการปฏิบัติงาน

ในการทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC เงื่อนไขการทำงาน A+B+(5S)A-B- สามารถสรุปผลการทำงานได้ดังนี้

ตารางที่ 1.5 สรุปผลการทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ เงื่อนไข A+B+A-B-

คำสั่ง	สรุปผลการทำงานของวงจร
กดสวิตช์ START ให้ทำงานแล้วปล่อยมือ สังเกตุการทำงานของวงจรแล้วบันทึกผลการ	**การทำงานของวงจร** เมื่อกดสวิตช์ปุ่มกดสวิตช์ START รีเลย์ Y1.2 (K1) ทำงาน ทำให้ก้านสูบของกระบอกสูบตัวที่ 1 เคลื่อนที่ออก (A+) ไปกดทับ Reed Switch A1 ทำให้รีเลย์ Y2.2 (K2) ทำงาน ทำให้ก้านสูบของกระบอกสูบตัวที่ 2 เคลื่อนที่ออก (B+) ไปกดทับ Reed Switch B1 แล้วจะทำให้รีเลย์ Y1.3 (K3) ก้านสูบของกระบอกสูบตัวที่ 1 เคลื่อนที่เข้า (A-) ไปกดทับ Reed Switch A0 ทำให้โซลินอยด์วาล์ว Y2.3 ทำงานทำให้ก้านสูบของกระบอกสูบตัวที่ 2 เคลื่อนที่เข้า (B-) ไปกด Reed Switch B0 ทำให้วงจรกลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้นหรือครบหนึ่งรอบการทำงาน

บันทึกหลังการสอนหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

วิชา....นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์.....รหัสวิชา.....3100-0104.....ชั้น.....ปวส.1 กลุ่ม D7

เรื่อง วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน

1. ผลการสอน

☐ สอนได้ตามหน่วยการเรียนรู้

☐ สอนไม่ได้ตามหน่วยการเรียนรู้ เนื่องจาก .....

2. ผลการประเมินจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษา

☐ จำนวนนักศึกษาที่ผ่านการประเมิน ..... คน คิดเป็นร้อยละ .....

☐ จำนวนนักศึกษาที่ไม่ผ่านการประเมิน ..... คน คิดเป็นร้อยละ .....

3. ปัญหาและอุปสรรค

☐ กิจกรรมการจัดการเรียนการสอน ไม่เหมาะสมกับเวลา

☐ มีนักศึกษาทำ แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ/ ใบสั่งงาน ไม่ทันตามกำหนดเวลา

☐ อื่น ๆ .....

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

☐ ควรนำแผนไปปรับปรุง เรื่อง .....

☐ แนวทางแก้ไขนักศึกษาที่ไม่ผ่านการประเมิน .....

.....

☐ ไม่มีข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ ..... ผู้บันทึก

(นายมนูญ นาจวง)

...../...../.....

บันทึกหลังการสอน ตามหน่วยการเรียนรู้ฉบับนี้ ได้รับการตรวจจากหัวหน้าแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลังเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ลงชื่อ ..... ผู้ตรวจรับรอง

(นายสยาม โพธิ์เพ็ชร)

...../...../.....

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน

ชื่อวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104 ทฤษฎี 2 ปฏิบัติ 2 หน่วยกิต 3

☐ **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ** ☑ **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง**

สาขาวิชา.....ไฟฟ้า.....**สาขางาน**.....ไฟฟ้ากำลัง.....

จัดทำโดย

นายมนูญ นาจวง

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

แผนกวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

	หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	หน่วยที่ 2
		สัปดาห์ที่ 2
รหัสวิชา 3100-0104	**ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์**	**จำนวน 72 ชั่วโมง**
ชื่อหน่วย วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน		**จำนวน 4 ชั่วโมง**

หัวข้อย่อย

1. การต่อวงจรควบคุมนิวแมติกส์ด้วย PLC
2. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่ง พื้นฐาน AND LD และ OR LD
3. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน TIM และ CNT

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

1. อธิบายวิธีการต่อวงจรใช้งานของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลได้ถูกต้อง
2. แก้ปัญหาการต่อวงจรควบคุมนิวแมติกส์ด้วย PLC ได้ถูกต้อง
3. บอกความหมายของคำสั่ง AND LD ได้ถูกต้อง
4. ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่ง พื้นฐาน AND LD ได้ถูกต้อง
5. บอกความหมายของคำสั่ง OR LD ได้ถูกต้อง
6. ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่ง พื้นฐาน OR LD ได้ถูกต้อง
7. อธิบายการทำงานของคำสั่ง TIM ได้ถูกต้อง
8. ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่ง พื้นฐาน TIM ได้ถูกต้อง
9. อธิบายการทำงานของคำสั่ง CNT ได้ถูกต้อง
10. ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่ง พื้นฐาน CNT ได้ถูกต้อง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย

1. ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่ง พื้นฐานได้ถูกต้อง
2. วิเคราะห์การทำงานของวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน ได้ถูกต้อง

แบบทดสอบก่อนเรียนที่ 2

รหัสวิชา 3100-0104 รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับชั้น ปวส.
เรื่อง วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน จำนวน 10 คะแนน เวลา 15 นาที

คำสั่ง แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ให้นักศึกษาเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว และทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

ข้อที่

1. ข้อใดอธิบายวิธีการต่อวงจรใช้งานของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ได้ถูกต้อง
   - ก. การต่อวงจรอินพุต ขั้วลบหรือ 0 โวลต์จะต่อเข้ากับจุดร่วม (COM) ของ PLC
   - ข. การต่อวงจรอินพุต ขั้วบวกหรือ 24 โวลต์จะต่อเข้ากับตำแหน่งอินพุตของ PLC
   - ค. การต่อวงจรเอาต์พุต ขั้วบวกหรือ 24 โวลต์จะต่อเข้ากับจุดร่วม (COM) ของ PLC
   - ง. การต่อวงจรเอาต์พุต ขั้วลบหรือ 0 โวลต์จะต่อออกจากตำแหน่งเอาต์พุตของ PLC
   - จ. การต่อวงจรเอาต์พุต ขั้วลบหรือ -24 โวลต์จะต่อออกจากตำแหน่งเอาต์พุตของ PLC
2. ข้อใด **ไม่ใช่** ขั้นตอนการต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC ที่มีการทำงานแบบต่อเนื่อง
   - ก. กำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุต
   - ข. เขียน Ladder Diagram
   - ค. เขียน Timing Diagram
   - ง. เชื่อมต่อ PLC กับ CX-Programmer
   - จ. เขียน Signal Flow Step Diagram
3. ข้อใดบอกความหมายของคำสั่ง AND LD ได้ถูกต้อง
   - ก. ทำหน้าที่เชื่อมต่อกลุ่ม Ladder ในกรณีที่ต่ออนุกรมกันมากกว่า 1 หน้าสัมผัส
   - ข. ทำหน้าที่เชื่อมต่อกลุ่ม Ladder ในกรณีที่ต่อขนานกันมากกว่า 1 หน้าสัมผัส
   - ค. ทำหน้าที่เชื่อมต่อหน้าสัมผัสตั้งแต่ 2 กลุ่ม Ladder ที่ต่อขนานกัน
   - ง. ทำหน้าที่เชื่อมต่อหน้าสัมผัสตั้งแต่ 2 กลุ่ม Ladder ที่ต่ออนุกรมกัน
   - จ. ทำหน้าที่เชื่อมต่อหน้าสัมผัสตั้งแต่ 2 กลุ่ม Ladder ที่ต่อขนานและอนุกรมกัน

ใช้ตอบคำถามข้อ 4-6 จากคำสั่ง Ladder Diagram (LD) และคำสั่ง Instruction List (IL)

Address	Instruction	Operands
0000	LD	0.01
0001		
0002	LD	0.03
0003	ANDNOT	0.02
0004		
0005	LD	0.02
0006	OR	0.04
0007		
0008	OUT	100.01

4. ข้อใดวิเคราะห์วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC ด้วยการใช้คำสั่ง AND LD ใน Address ตำแหน่งใดบ้าง

ก. Address 0001

ข. Address 0004

ค. Address 0007

ง. Address 0004 และ 0007

จ. Address 0004 และ 0001

5. ข้อใดบอกความหมายของคำสั่ง OR LD ในวงจร Ladder Diagram (LD) และคำสั่ง Instruction List (IL) ได้ถูกต้อง

ก. ทำหน้าที่เชื่อมต่อกลุ่ม Ladder ในกรณีที่ต่ออนุกรมกันมากกว่า 1 หน้าสัมผัส

ข. ทำหน้าที่เชื่อมต่อกลุ่ม Ladder ในกรณีที่ต่อขนานกันมากกว่า 1 หน้าสัมผัส

ค. ทำหน้าที่เชื่อมต่อหน้าสัมผัสตั้งแต่ 2 กลุ่ม Ladder ที่ต่อขนานกัน

ง. ทำหน้าที่เชื่อมต่อหน้าสัมผัสตั้งแต่ 2 กลุ่ม Ladder ที่ต่ออนุกรมกัน

จ. ทำหน้าที่เชื่อมต่อหน้าสัมผัสตั้งแต่ 2 กลุ่ม Ladder ที่ต่อขนานและอนุกรมกัน

6. ข้อใดวิเคราะห์วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC ด้วยการใช้คำสั่ง OR LD ใน Address ตำแหน่งใดบ้าง

ก. Address 0001

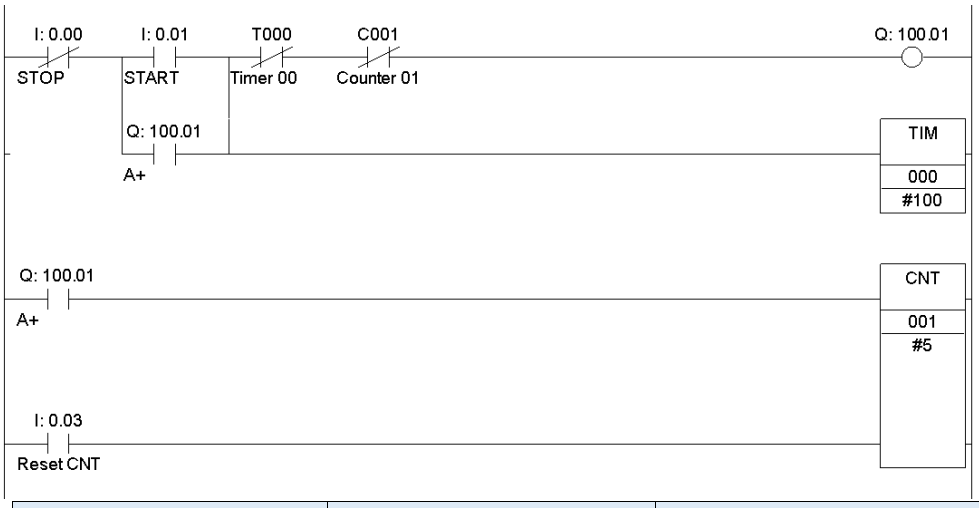
ข. Address 0004

ค. Address 0007

ง. Address 0007 และ 0001

จ. Address 0007 และ 0004

ใช้ตอบคำถามข้อ 7-10 จากคำสั่ง Ladder Diagram (LD) และคำสั่ง Instruction List (IL)



Address	Instruction	Operands
0000	LDNOT	0.00
0001	LD	0.01
0002	OR	100.01
0003	ANDLD	
0004	OUT	TR0
0005	ANDNOT	T000
0006	ANDNOT	C001
0007	OUT	100.01
0008	LD	TR0
0009	TIM	000 #100
0010	LD	100.01
0011	LD	0.03
0012	CNT	001 #5

7. ข้อใดอธิบายการทำงานของคำสั่ง TIM ในวงจร ได้ถูกต้อง

ก. TIM จะทำงานจับเวลา # 100 เมื่อ CNT นับสัญญาณ 100.01 ครบ 5 ครั้ง

ข. CNT จะนับสัญญาณ 100.01 ครบ 5 ครั้ง แล้ว TIM ทำงานจับเวลา # 100

ค. TIM จะทำงานจับเวลา # 100 เมื่อ กด START และส่งสัญญาณนับ 1 ที่ CNT

ง. CNT จะนับสัญญาณ 100.01 แล้ว TIM ทำงานจับเวลา # 100 จนครบ 5 ครั้ง

จ. CNT จะนับสัญญาณ TIM ทำงานจับเวลา # 100 จนครบ 5 ครั้ง แล้ว 100.01 ON

8. จากการวิเคราะห์คำสั่ง TIM ในการใช้งานควบคุมวงจรนิวแมติกส์ เมื่อกด 0.01 (START) ทำให้ 100.01 (Y1.2) ก้านสูบเคลื่อนที่ออก CNT นับ 1 (#5) และ TIM จับเวลา #100 (10 วินาที) แล้วกลับ เมื่อกด START ครบ 5 รอบ CNT จะสั่งหยุดวงจรทั้งหมด และสามารถเริ่มต้นใหม่ได้ ด้วยการกด 0.03 (Reset CNT) ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. เป็นวงจรควบคุมกระบอกสูบนิวแมติกส์สองทาง ด้วยโซลินอยด์วาล์ว 5/2 คู่

ข. เป็นวงจรควบคุมกระบอกสูบนิวแมติกส์สองทาง ด้วยโซลินอยด์วาล์ว 5/2 เดี่ยว

ค. เป็นวงจรควบคุมกระบอกสูบนิวแมติกส์สองทางแบบต่อเนื่อง A+B+A-B-

ง. เป็นวงจรควบคุมกระบอกสูบนิวแมติกส์ทางเดียว ด้วยโซลินอยด์วาล์ว 5/2 คู่

จ. เป็นวงจรควบคุมกระบอกสูบนิวแมติกส์สองทางแบบต่อเนื่อง A+B+B-A-

9. ข้อใดอธิบายการทำงานของคำสั่ง CNT ในวงจร ได้ถูกต้อง

ก. TIM จะทำงานจับเวลา 10 วินาที เมื่อ CNT นับสัญญาณ 100.01 จนครบ 5 ครั้ง

ข. CNT จะนับสัญญาณ 100.01 ครบ 5 ครั้ง แล้ว TIM จับเวลา # 100 สั่งหยุดวงจร

ค. TIM จะทำงานจับเวลา # 100 เมื่อ กด START และส่งสัญญาณนับ 1 ที่ CNT

ง. CNT จะนับสัญญาณ 100.01 จนครบ 5 ครั้ง สั่งหยุดวงจรทั้งหมด

จ. CNT จะนับสัญญาณ TIM จับเวลา # 100 ครบ 5 ครั้ง แล้ว 100.01 สั่งหยุด

10. ข้อใดวิเคราะห์วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC ด้วยการใช้คำสั่ง CNT ในการเริ่มต้นนับจำนวนที่ Address ตำแหน่งใด

ก. Address 0003

ข. Address 0004

ค. Address 0007

ง. Address 0008

จ. Address 0010

	ใบเนื้อหาที่ 2	
	รหัสวิชา 3100-0104 **ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์**	
	ชื่อหน่วย นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	
ชื่อเรื่อง วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน		**จำนวน 2 ชั่วโมง**

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายวิธีการต่อวงจรใช้งานของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลได้ถูกต้อง
2. แก้ปัญหาการต่อวงจรควบคุมนิวแมติกส์ด้วย PLC ได้ถูกต้อง
3. บอกความหมายของคำสั่ง AND LD ได้ถูกต้อง
4. ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่ง พื้นฐาน AND LD ได้ถูกต้อง
5. บอกความหมายของคำสั่ง OR LD ได้ถูกต้อง
6. ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่ง พื้นฐาน OR LD ได้ถูกต้อง
7. อธิบายการทำงานของคำสั่ง TIM ได้ถูกต้อง
8. ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่ง พื้นฐาน TIM ได้ถูกต้อง
9. อธิบายการทำงานของคำสั่ง CNT ได้ถูกต้อง
10. ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่ง พื้นฐาน CNT ได้ถูกต้อง

เนื้อหาสาระ

การประยุกต์ใช้งานวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงาน ด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน สามารถนำไปใช้ควบคุมงานต่าง ๆ ได้หลายอย่าง เช่น ใช้ในการควบคุมการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม ควบคุมการทำงานของระบบอัตโนมัติ เครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติ ระบบการผลิตอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เป็นต้น โดยมีหัวข้อที่จะศึกษาดังนี้

1. การต่อวงจรควบคุมนิวแมติกส์ด้วย PLC
2. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่ง พื้นฐาน AND LD และ OR LD
3. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน TIM และ CNT

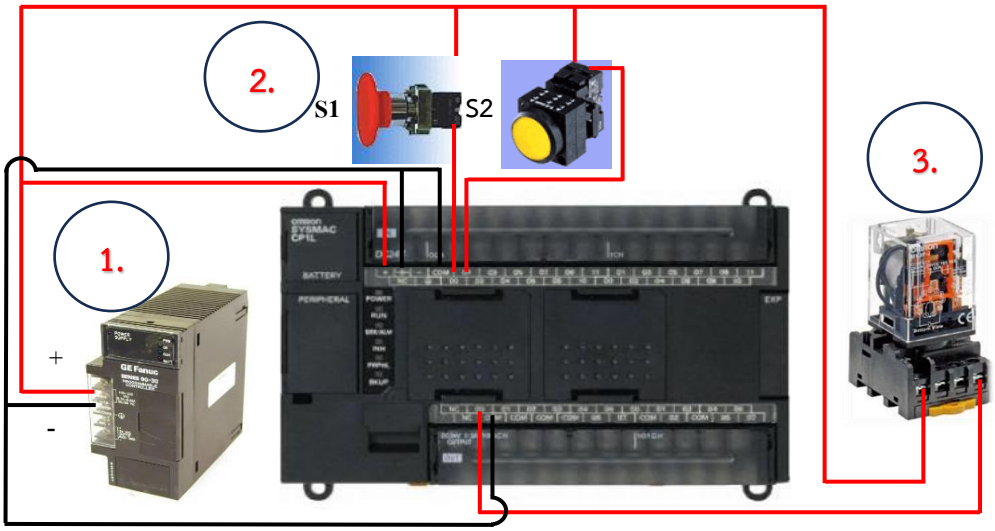
2.1 การต่อวงจรควบคุมนิวแมติกส์ด้วย PLC

ในการต่อวงจรควบคุมนิวแมติกส์ด้วย PLC เราจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับการต่อหน่วยกำลังไฟฟ้า หน่วยอินพุต หน่วยเอาต์พุต และวงจรนิวแมติกส์กำลัง โดยเราใช้ PLC ของ OMRON รุ่น SYSMAC CP1L มีรายละเอียดการต่อวงจรใช้งานดังนี้

2.1.1. การต่อวงจรกำลังไฟฟ้า

2.1.2 การต่อวงจรอินพุต

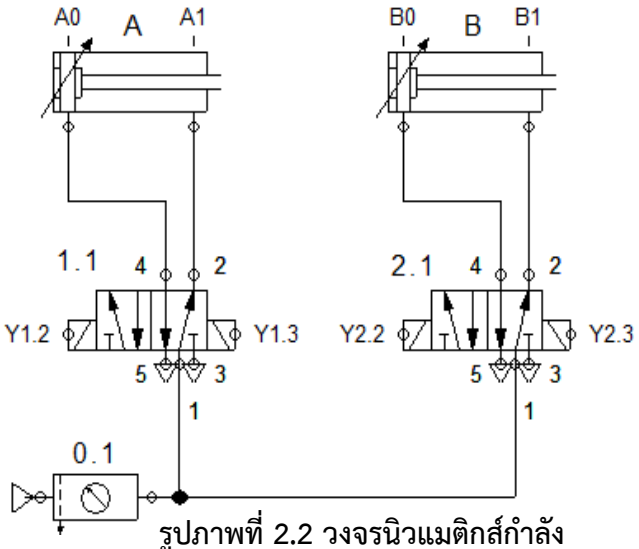
2.1.3 การต่อวงจรเอาต์พุต



รูปภาพที่ 2.1 การต่อวงจร กำลังไฟฟ้า อินพุต และเอาต์พุต ของ PLC

2.1.4 การต่อวงจรนิวแมติกส์กำลัง

ในการต่อวงจรนิวแมติกส์กำลังจะมีวิธีการต่อเหมือนกับวงจรนิวแมติกส์ไฟฟ้า ดังแสดงในรูปภาพที่ 2.2

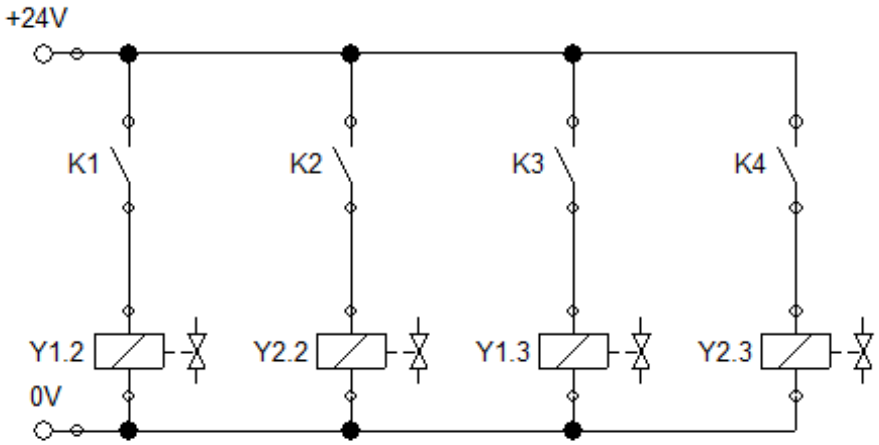


รูปภาพที่ 2.2 วงจรนิวแมติกส์กำลัง

2.1.5 การต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุม

สำหรับเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN ของ PLC ใช้งานกับกระแสไฟฟ้าสูงสุดไม่เกิน 0.3 A ดังนั้นในการต่อใช้งานจึงต้องใช้รีเลย์ 24 โวลต์ (K) มาทำหน้าที่เป็นวงจรนิวแมติกส์ควบคุม

กล่าวคือเราจะนำหน้าสัมผัสปกติเปิด (NO) ของรีเลย์ไปควบคุมโซลินอยด์วาล์ว (Y) ในวงจรอีกทีหนึ่ง ดังแสดงในรูปภาพที่ 2.3

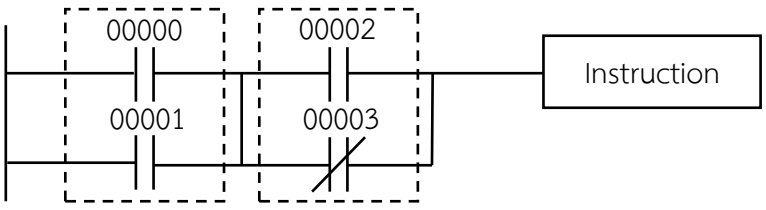


รูปภาพที่ 2.3 การต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุม

2.2 วงจรนิวแมติกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน AND LD และ OR LD

2.2.1 คำสั่ง AND LD จะทำหน้าที่เชื่อมต่อกลุ่มแลดเดอร์ (Ladder) ในกรณีที่ต่ออนุกรมกันมากกว่า 1 หน้าสัมผัส ซึ่งการใช้คำสั่ง AND จะกระทำทีละ 1 หน้าสัมผัสเท่านั้น จึงต้องใช้ AND LD ในการเขียนแลดเดอร์ คำสั่ง AND LD จะไม่มีสัญลักษณ์

ตัวอย่างที่ 2.1 ชุดคำสั่งในรูปการณ์เชื่อมแบบอนุกรม (AND LD)

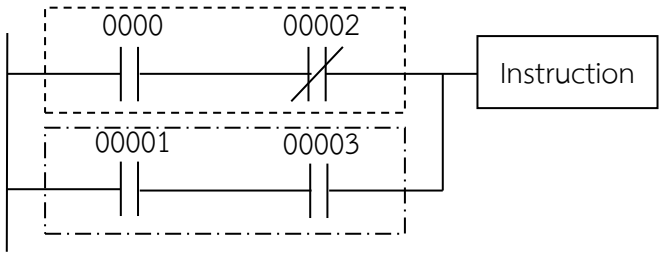


การคีย์คำสั่งและการเขียน Instruction List (IL)

Address	Instruction	Operands
00000	LD	00000
00001	OR	00001
00002	LD	00002
00003	OR NOT	00003
00004	**AND LD**	

2.2.2 คำสั่ง OR LD จะทำหน้าที่เชื่อมต่อกลุ่มแลดเดอร์ (Ladder) ในกรณีที่ต่อขนานกันมากกว่า 1 หน้าสัมผัส ซึ่งการใช้คำสั่ง OR จะกระทำทีละ 1 หน้าสัมผัสเท่านั้น จึงต้องใช้ OR LD ในการเขียนแลดเดอร์นั้น คำสั่ง OR LD จะไม่มีสัญลักษณ์

ตัวอย่างที่ 2.2 ชุดคำสั่งในรูปการณ์เชื่อมแบบอนุกรม (OR LD)



การคีย์คำสั่งและการเขียน Instruction List (IL)

Address	Instruction	Operands
00000	LD	00000
00001	AND NOT	00002
00002	LD	00001
00003	AND	00003
00004	OR LD	

2.2.3 การใช้คำสั่ง AND LD และ OR LD ของ PLC ในการควบคุมวงจรนิวแมติกส์ มีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดเงื่อนไขการทำงานของวงจร
2. กำหนดตำแหน่งของอินพุตและเอาต์พุต
3. การต่อวงจรนิวแมติกส์กำลัง
4. การต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุม
5. เขียน Ladder Diagram และ เขียน Instruction List (IL)
6. วิเคราะห์การทำงานและบันทึกข้อมูล

2.2.3.1 กำหนดเงื่อนไขการทำงานของวงจร

ในการออกแบบวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล จำเป็นต้องกำหนดเงื่อนไขการทำงานของวงจรว่าต้องการระบบการควบคุมแบบใด ในการศึกษาหัวข้อนี้เราจะกำหนดเงื่อนไขการทำงานของวงจรดังนี้

(1) ใช้มือกดสวิตช์ S1 และ S2 ค้างไว้ พร้อมกันเท่านั้น จึงจะทำให้ก้านสูบของกระบอกสูบนิวแมติกส์เคลื่อนที่ออกสุด

(2) เมื่อปล่อยมือจะทำให้ก้านสูบของกระบอกสูบนิวแมติกส์เคลื่อนที่เข้าสุด

(3) ใช้มือกดสวิตช์ S3 และ S4 ค้างไว้ พร้อมกันเท่านั้น จึงจะทำให้ก้านสูบของกระบอกสูบนิวแมติกส์เคลื่อนที่ออกสุด

(4) เมื่อปล่อยมือจะทำให้ก้านสูบของกระบอกสูบนิวแมติกส์เคลื่อนที่เข้าสุด

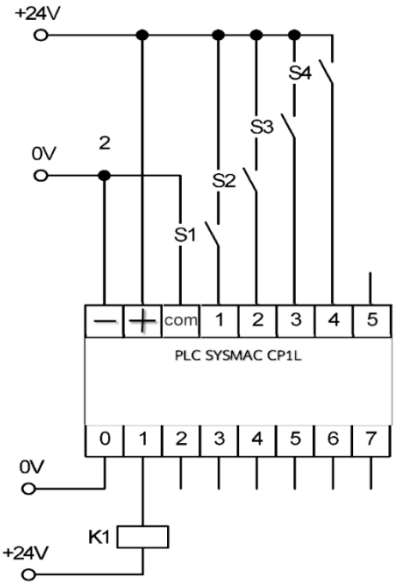
(5) ถ้ากดสวิตช์นอกจากเงื่อนไขข้อ (1) กับข้อ (3) ก้านสูบจะไม่ทำงาน

2.2.3.2 กำหนดตำแหน่งของอินพุตและเอาต์พุต (I/O Address Layout)

สำหรับ PLC รุ่น OMRON SYSMAC CP1L มีจำนวน I/O เท่ากับ 24/16 จุด โดยเราจะกำหนดตำแหน่งของอินพุตและเอาต์พุตจากเงื่อนไขการทำงานได้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 การกำหนดตำแหน่งอินพุตและเอาต์พุต การใช้คำสั่ง AND LD และ OR LD

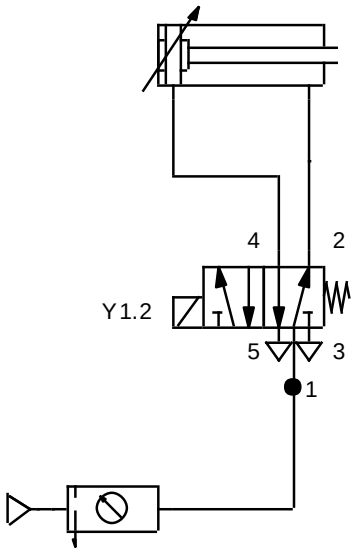
Input Unit Address			Output Unit Address		
001	S1	Pushbutton Switch	**10001**	K1	Relay Control Single Solenoid Valve Y1.2
002	S2	Pushbutton Switch			
003	S3	Pushbutton Switch			
004	S4	Pushbutton Switch			



รูปภาพที่ 2.4 การต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต คำสั่ง AND LD และ OR LD

2.2.3.3 ต่อวงจรนิวแมติกส์กำลัง

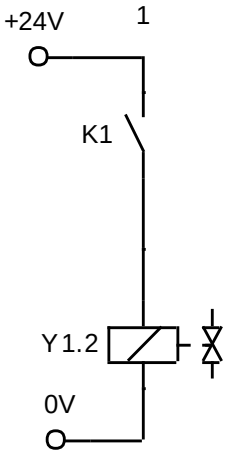
ในการออกแบบวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ด้วยคำสั่ง AND LD และ OR LD มีการต่อวงจรนิวแมติกส์กำลังเพื่อควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว ใช้เลื่อนวาล์วส่งลมอัดเข้าไปกระบอกสูบทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่ออก ดังแสดงในรูปภาพที่ 2.5



รูปภาพที่ 2.5 การต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต คำสั่ง AND LD และ OR LD

2.2.3.4 ต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุม

ในการออกแบบวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ด้วยคำสั่ง AND LD และ OR LD มีการควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว โดยใช้สัญญาณเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN ของ PLC แต่มีขนาดของกระแสไฟฟ้าสูงสุดไม่เกิน 0.3 A ดังนั้นในการต่อใช้งานจึงต้องใช้รีเลย์ 24 โวลต์ (K) มาทำหน้าที่เป็นวงจรนิวแมติกส์ควบคุม ดังรูปภาพที่ 2.6

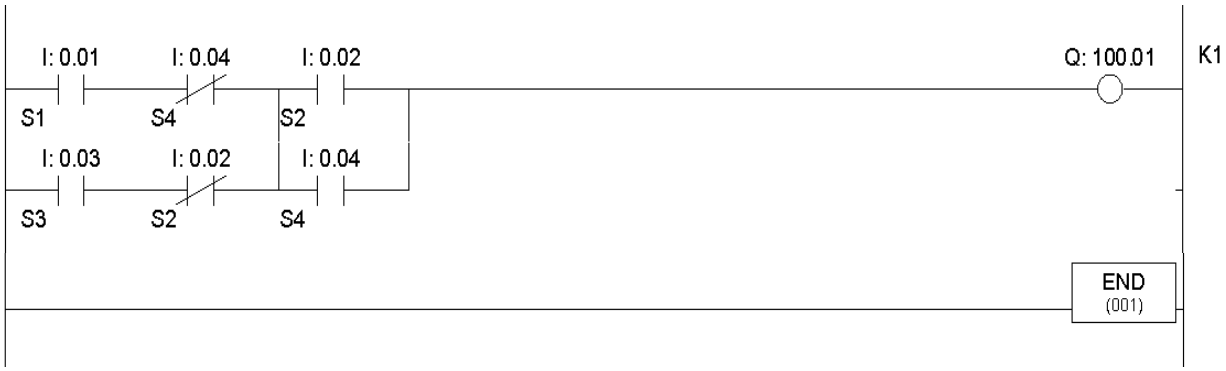


รูปภาพที่ 2.6 การต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุมคำสั่ง AND LD และ OR LD

2.2.3.5 เขียน Ladder Diagram และ เขียน Instruction List (IL)

เขียน Ladder Diagram จากเงื่อนไขการทำงานของวงจร เขียนลงในโปรแกรม CX-Programmer โดยจะมีลักษณะคล้ายกันกับวงจรรีเลย์หรือนิวแมติกส์ไฟฟ้าดังรูปภาพที่ 2.7 และมีการเขียน Instruction List (IL) ดังตารางที่ 2.2

คำสั่ง Ladder Diagram (LD)



รูปภาพที่ 2.7 Ladder Diagram ของคำสั่ง AND LD และ OR LD

คำสั่ง Instruction List (IL)

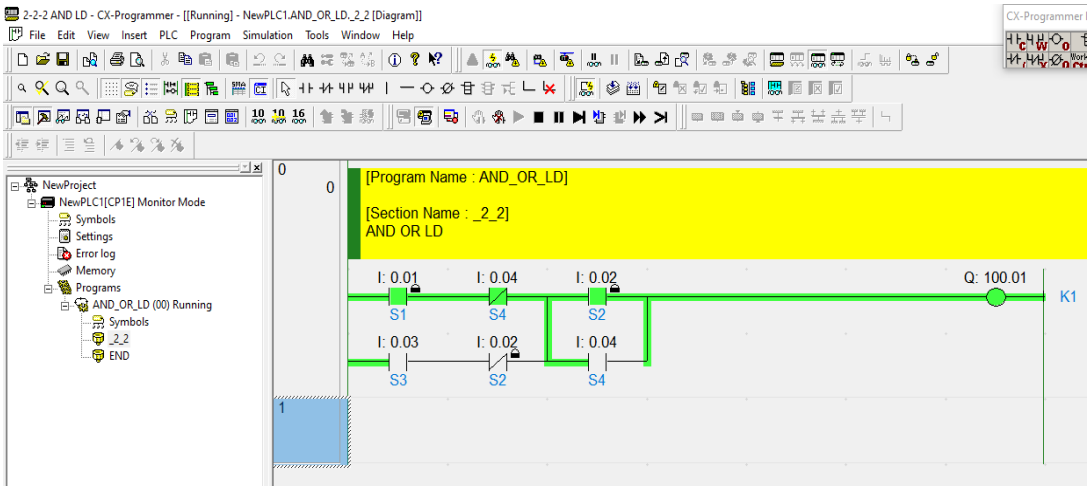
ตารางที่ 2.2 Instruction List คำสั่ง AND LD และ OR LD

Address	Instruction	Operands
0000	LD	0.01
0001	ANDNOT	0.04
0002	LD	0.03
0003	ANDNOT	0.02
0004	ORLD	
0005	LD	0.02
0006	OR	0.04
0007	ANDLD	
0008	OUT	100.01
0009	END (001)	

2.2.3.6 วิเคราะห์การทำงานและบันทึกข้อมูล

หลังจากเขียน Ladder Diagram แล้ว เราต้องทำการวิเคราะห์การทำงานของวงจร ในโปรแกรม CX-Programmer โดยการเชื่อมต่อสายสัญญาณ PC (Personal Computer) กับชุดฝึก PLC รุ่น OMRON SYSMAC CP1L และมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ใช้เมาส์เลือก Work Online Simulator
2. ทำการโอนข้อมูลคำสั่งจาก CX-Programmer ไปยัง PLC โดยเลือก PLC > Transfer > To PLC
3. ที่ Download Options เลือก OK
4. เริ่มต้นการทำงานด้วยการกดสวิตช์ปุ่มกด START ของวงจรไฮดรอลิกส์ไฟฟ้าควบคุมด้วย PLC
5. วงจรทำงานตามขั้นตอนและเงื่อนไข
6. ทำการบันทึกข้อมูล ชื่อ AND OR LD ดังแสดงในรูปภาพที่ 2.8

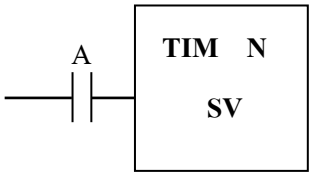


รูปภาพที่ 2.8 วิเคราะห์การทำงานและบันทึกข้อมูล คำสั่ง AND LD และ OR LD

2.3 วงจรนิวแมติกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน TIM และ CNT

2.3.1 คำสั่ง Timer-TIM

Timer จะใช้พื้นที่ทั้งหมด 128 ตัวตั้งแต่ตัวที่ 000 ถึง 127 ภายใน 128 ตัวนี้สามารถกำหนดให้เป็น Timer หรือ Counter ก็ได้โดยที่หากตัวใดถูกกำหนดให้เป็น Timer แล้วจะนำไปใช้เป็น Counter อีกไม่ได้ Timer มีหน้าที่ในการจับเวลา



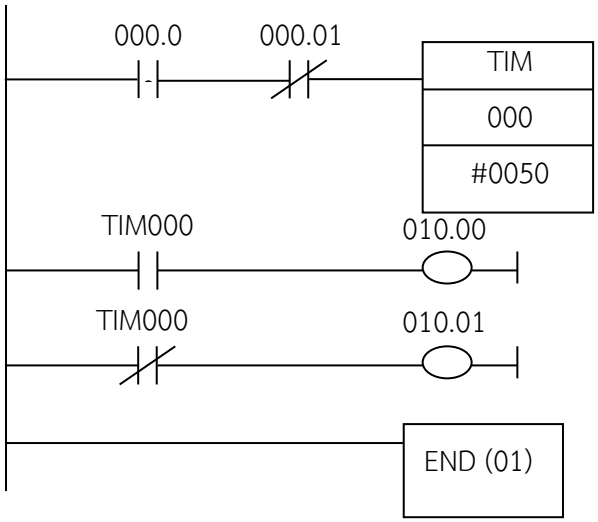
N: TC Number
(000-127)
SV: Set Value (ค่าตั้งเวลา)
ค่าคงที่(#) หรือการอ้างถึง IR, SR, AR, DM, HR, LR

N = Timer Number (เบอร์ 000 - 127) เลือกว่าจะใช้ Timer ตัวที่เท่าใด

SV = Set Value ค่าตั้งเวลา ใช้กำหนดว่าจะให้ Timer ตั้งเวลานานเท่าใด
SV ที่ตั้งนั้นจะถูกคูณด้วย 0.1 เพื่อแปลงเป็นระยะเวลาจริง

การทำงาน เมื่อมีสัญญาณสั่งให้ TIM ทำงาน (Contact A มีสถานะ “ON”) คำสั่ง TIM จะเริ่มนับเวลาตามค่าที่ตั้งไว้ใน Timer เมื่อนับครบเวลา หน้า Contact ของ Timer ตัวนั้น ๆ ก็จะ “ON” แต่ถ้าสัญญาณที่สั่งให้ TIM ทำงานหายไป (Contact A มีสถานะ OFF) Timer จะถูก Reset

ตัวอย่างที่ 2.3 การใช้งานของคำสั่ง Timer เมื่อ Input 00000 ON ไปได้ 5 Sec. Output 01000 จะ ON และ Output 01001 จะ OFF แลดเดอร์ไดอะแกรมชุดคำสั่ง



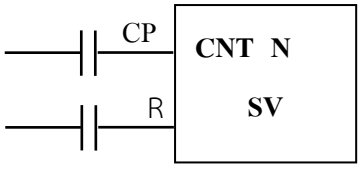
การคีย์คำสั่งและการเขียน Instruction List (IL)

Address	Instruction	Operands
0000	LD	000.0
0001	AND-NOT	000.01
0002	TIM	000

Address	Instruction	Operands
		# 0050
0003	LD-TIM	000
0004	OUT	010.00
0005	LD –NOT-TIM	000
0006	OUT	010.01
0007	END (01)	-

2.3.2 คำสั่ง Counter-CNT

Counter จะใช้พื้นที่เดียวกันกับ Timer ซึ่งเรียกใช้ได้ทั้งหมด 128 ตัวตั้งแต่ตัวที่ 000 ถึง 127 ภายใน 128 ตัวนี้สามารถกำหนดให้เป็น Timer หรือ Counter ก็ได้ โดยที่หากตัวใดถูกกำหนดให้เป็น Timer แล้วจะนำไปใช้เป็น Counter อีกไม่ได้ Counter มีหน้าที่ในการนับจำนวน Counter เป็นคำสั่งที่ใช้นับจำนวนครั้งของสัญญาณ Input ที่ ON แต่ละครั้ง ซึ่งเป็นคำสั่งที่นับลงจากค่าที่ตั้งไว้ (Set Value)



N: TC Number
 # (000-127)
SV: Set Value (ตั้งค่าจำนวนนับ)
ค่าคงที่(#) หรือการอ้างถึง IR, SR, AR, DM, HR, LR

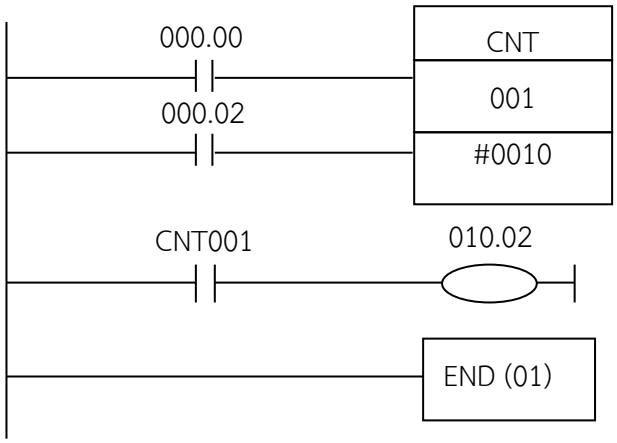
N = Counter Number (เบอร์ 000 - 127) เลือกว่าจะใช้ Counter ตัวที่เท่าใด

SV = Set Value ค่าตั้งจำนวนนับ ใช้กำหนดว่าจะให้ Counter นับสัญญาณอินพุตจำนวนกี่ครั้ง หน้า Contact เอาต์พุตของ Counter จึงจะเริ่มทำงาน

CP = ขานับ เมื่อมีสัญญาณอินพุตในช่วงที่เปลี่ยนสถานะจาก OFF เป็น ON เข้ามาที่ขานี้ Counter จะนับถอยหลังลง 1

R = ขา Reset เมื่อมีสัญญาณอินพุตเข้ามาที่ขานี้ เอาต์พุตของ Counter จะหยุดทำงานและค่านับของ Counter จะถูก Reset กลับไปเท่ากับค่า (SV)

ตัวอย่างที่ 2.4 การใช้งานของคำสั่ง Counter เมื่อ Input 00000 ON 1 ครั้ง Counter จะนับ 1 ครั้ง ถ้า Input 00000 ON ครบ 10 ครั้ง Counter จะ ON Relay 01002 และจะถูก Reset ด้วย Input 00002 ชุดคำสั่งแลดเดอร์ไดอะแกรม



การคีย์คำสั่งและการเขียน Instruction List (IL)

Address	Instruction	Operands
0000	LD	000.00
0001	LD	000.02
0002	CNT	001
		#0010
0003	LD-CNT	001
0004	OUT	010.02
0005	END (01)	-

2.3.3 การใช้คำสั่ง TIM และ CNT ในการควบคุมวงจรนิวแมติกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดเงื่อนไขการทำงานของวงจร
2. กำหนดตำแหน่งของอินพุตและเอาต์พุต
3. การต่อวงจรนิวแมติกส์กำลัง
4. การต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุม
5. เขียน Ladder Diagram และ เขียน Instruction List (IL)
6. วิเคราะห์การทำงานและบันทึกข้อมูล

2.3.3.1 กำหนดเงื่อนไขการทำงานของวงจร

ในการออกแบบวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล จำเป็นต้องกำหนดเงื่อนไขการทำงานของวงจรว่าต้องการระบบการควบคุมแบบใด ในการศึกษาหัวข้อนี้เราจะกำหนดเงื่อนไขการทำงานของวงจรดังนี้

(1) ใช้มือกดสวิตช์ S2 (START) จึงจะทำให้ K1 (Y1.2) ทำงาน ทำให้ก้านสูบของกระบอกสูบนิวแมติกส์เคลื่อนที่ออกสุด แล้วจับเวลา Timer-TIM T01 # 100 (10 วินาที) จนครบแล้วก้านสูบจะเคลื่อนที่กลับเข้าสุด ไปชน S3 (Reed Switch A0) ทำงานแล้วส่งสัญญาณสั่งให้ก้านสูบเคลื่อนที่ออกสุดเป็นครั้งที่ 2 แล้วจับเวลาอีก 10 วินาที แล้วก้านสูบจะเคลื่อนที่กลับเข้าสุด

(2) ก้านสูบจะเคลื่อนที่เข้าออกแบบอัตโนมัติ จนครบ 4 ครั้ง หรือ 4 รอบ

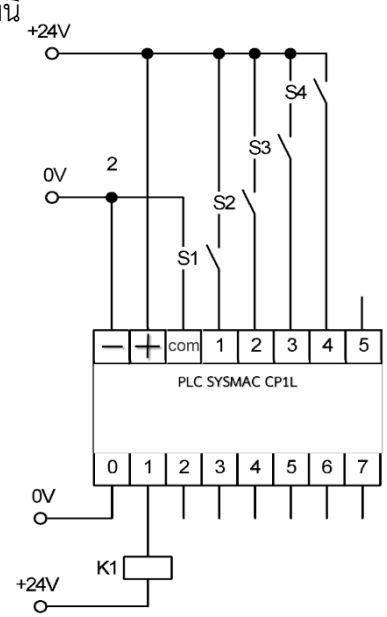
(3) เมื่อทำงานครบ 4 รอบแล้ว เมื่อมีสัญญาณนับจาก S3 (Reed Switch A0) ที่ติดตั้งในตำแหน่งก้านสูบเคลื่อนที่เข้าสุด ไปนับที่ Counter C02 เริ่มนับจำนวนครั้งที่ 5

(4) Counter C02 จะส่งสัญญาณ สั่งให้วงจรหยุดทำงาน เมื่อกด S2 (START) อีกครั้ง วงจรก็หยุดทำงานเช่นเดิม หรือกด S1 (STOP) วงจรก็ไม่ทำงาน

(5) ถ้าจะเริ่มทำงานใหม่ จะต้องกดสวิตช์ S4 (Reset CNT) ก่อนจึงจะเริ่มใหม่ได้

2.3.3.2 กำหนดตำแหน่งของอินพุตและเอาต์พุต (I/O Address Layout)

สำหรับ PLC รุ่น OMRON SYSMAC CP1L มีจำนวน I/O เท่ากับ 24/16 จุด แต่เมื่อพิจารณาตามเงื่อนไขแล้วเราจะใช้**อินพุตจำนวน 4 ตำแหน่ง และเอาต์พุต**จำนวน 2 ตำแหน่งโดยให้ส่งสัญญาณมาควบคุมภายนอกเพียง 1 ตำแหน่ง คือ 100.01 เราจะกำหนดตำแหน่งของอินพุตและเอาต์พุตจากเงื่อนไขการทำงานได้ดังนี้



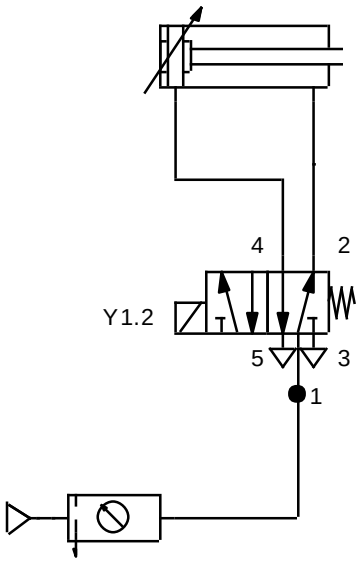
รูปภาพที่ 2.9 การต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต คำสั่ง TIM และ CNT

ตารางที่ 2.3 การกำหนดตำแหน่งของอินพุตและเอาต์พุตในการใช้งานคำสั่ง TIM และ CNT

Input Unit Address			Output Unit Address		
001	S1	STOP	**10001**	K1	Relay Control Single Solenoid Valve Y1.2
002	S2	START			
003	S3	Reed Switch A0			
004	S4	Reset Counter			

2.3.3.3 ต่อวงจรนิวแมติกส์กำลัง

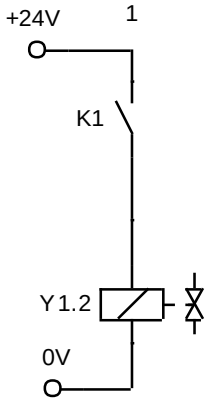
ในการออกแบบวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลด้วยคำสั่ง TIM และ CNT มีการต่อวงจรนิวแมติกส์กำลังเพื่อควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์วใช้เลื่อนวาล์วส่งลมอัดเข้าไปกระบอกสูบทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่ออก ดังแสดงในรูปภาพที่ 2.10



รูปภาพที่ 2.10 การต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต คำสั่ง TIM และ CNT

2.3.3.4 ต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุม

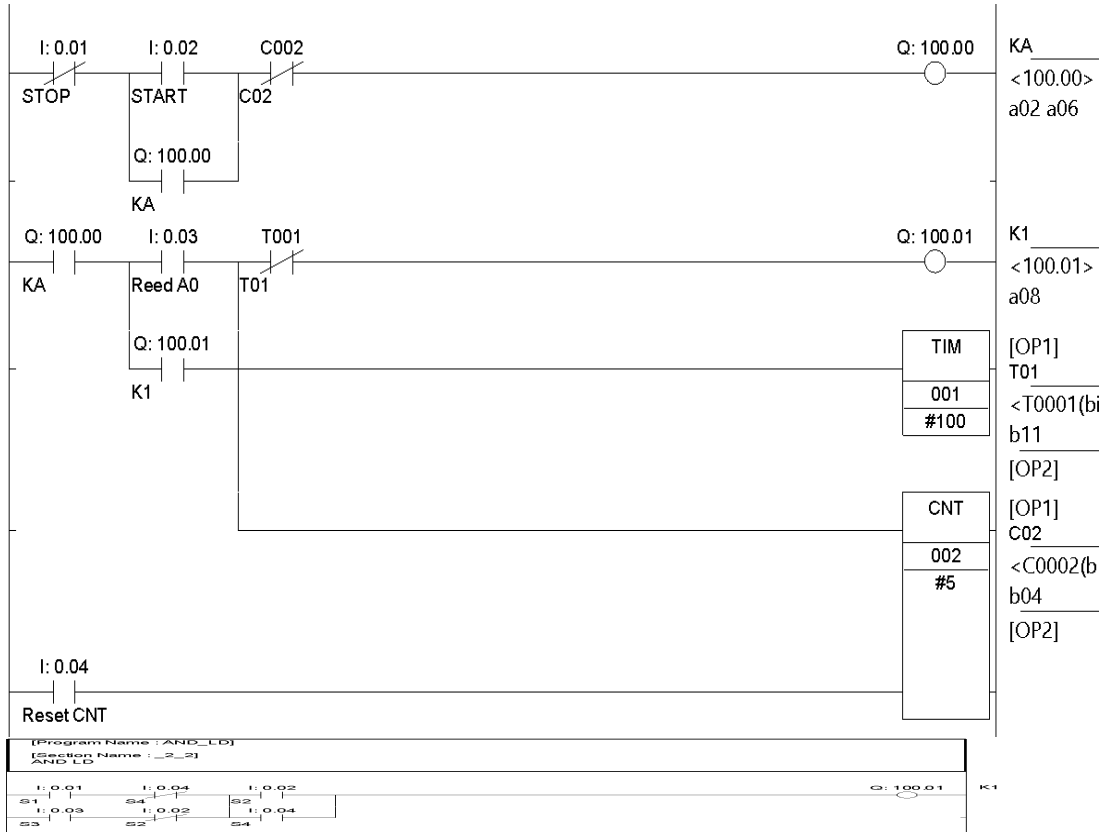
ในการออกแบบวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลด้วยคำสั่ง TIM และ CNT มีการควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว โดยใช้สัญญาณเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN ของ PLC แต่มีขนาดของกระแสไฟฟ้าสูงสุดไม่เกิน 0.3 A ดังนั้นในการต่อใช้งานจึงต้องใช้รีเลย์ 24 โวลต์ (K) มาทำหน้าที่เป็นวงจรนิวแมติกส์ควบคุม ดังในรูปภาพที่ 2.11



รูปภาพที่ 2.11 การต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุม ของคำสั่ง TIM และ CNT

2.3.3.5 เขียน Ladder Diagram และ เขียน Instruction List (IL)

เขียน Ladder Diagram จากเงื่อนไขการทำงานของวงจร เขียนลงในโปรแกรม CX-Programmer โดยจะมีลักษณะคล้ายกันกับวงจรรีเลย์หรือนิวแมติกส์ไฟฟ้า



รูปภาพที่ 2.12 Ladder Diagram คำสั่ง TIM และ CNT

ตารางที่ 2.4 Instruction List คำสั่ง TIM และ CNT

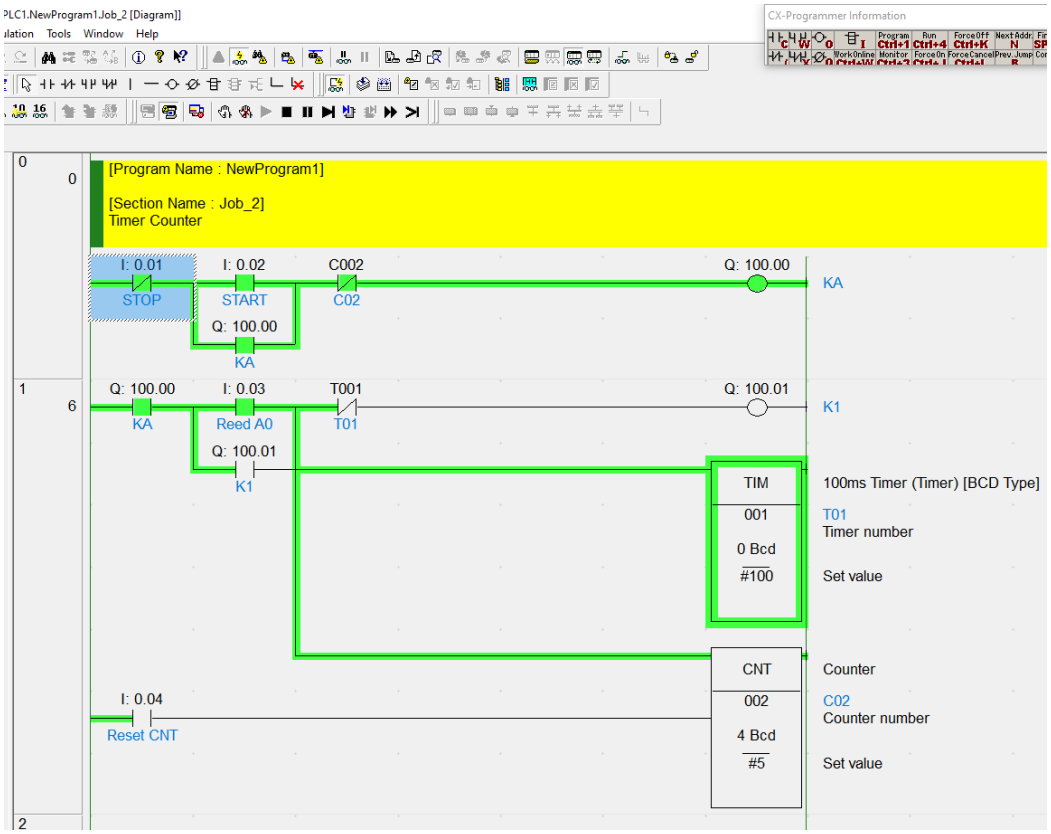
Address	Instruction	Operands
0000	LDNOT	0.01
0001	LD	0.02
0002	OR	100.00
0003	ANDLD	
0004	ANDNOT	C002
0005	OUT	100.00
0006	LD	100.00
0007	LD	0.03
0008	OR	100.01
0009	ANDLD	
0010	OUT	TR0
0011	ANDNOT	T001
0012	OUT	100.01
0013	LD	TR0
0014	TIM	001 # 100
0015	LD	0.04
0016	CNT	002 # 5
	END (001)	

2.3.3.6 วิเคราะห์การทำงานและบันทึกข้อมูล

หลังจากเขียน Ladder Diagram แล้ว เราต้องทำการวิเคราะห์การทำงานของวงจร ในโปรแกรม CX-Programmer โดยการเชื่อมต่อสายสัญญาณ PC (Personal Computer) กับชุดฝึก PLC รุ่น OMRON SYSMAC CP1L ดังแสดงในภาพ และมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ใช้เมาส์เลือก Work Online Simulator
2. ทำการโอนข้อมูลคำสั่งจาก CX-Programmer ไปยัง PLC
   โดยเลือก PLC > Transfer > To PLC
3. ที่ Download Options เลือก OK

4. เริ่มต้นการทำงานด้วยการกดสวิตช์ปุ่มกด START
   ของวงจรไฮดรอลิกส์ไฟฟ้าควบคุมด้วย PLC
5. วงจรทำงานตามขั้นตอนและเงื่อนไข
6. ทำการบันทึกข้อมูล ชื่อ AND OR LD ดังแสดงในรูปภาพที่ 2.13



รูปภาพที่ 2.13 วิเคราะห์การทำงานและบันทึกข้อมูล คำสั่ง TIM และ CNT

เอกสารอ้างอิง

เดชฤทธิ์ มณีธรรม. **คัมภีร์ ระบบนิวแมติกส์.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ เคทีพี, 2548.

ปานเพชร ชินินทร และขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์. **นิวแมติกอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด ยูเคชั่น, 2549.

มนูญ ชื่นชม. **นิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : พิมพ์ครั้งที่ 10, สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคม ส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 2548.

Festo. **Learning Systems 2011/2012.** Festo didactic GmbH & Co. KG, 2011.

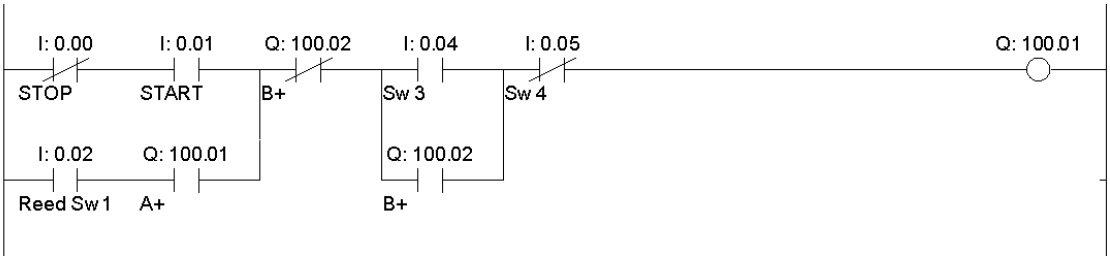
แบบฝึกหัดที่ 2

รหัสวิชา 3100-0104 รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับชั้น ปวส.

เรื่อง วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน จำนวน 10 คะแนน เวลา 30 นาที

<u>คำสั่ง</u> แบบฝึกหัดมีจำนวน 2 ข้อ ข้อละ 5 คะแนน รวม 10 คะแนน ใช้เวลา 30 นาที

1. ให้นักศึกษา ทำการเขียนโปรแกรมคำสั่ง Instruction List (IL) การต่อ วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลด้วย คำสั่ง AND LD และ OR LD ดังแสดง Ladder Diagram ต่อไปนี้



2. ให้นักศึกษา ทำการเขียนโปรแกรมคำสั่ง Ladder Diagram การต่อ วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลด้วย คำสั่ง TIM และ CNT ดังแสดง Instruction List (IL) ต่อไปนี้

คำสั่ง Instruction List (IL)

Address	Instruction	Operands
0000	LD NOT	0.01
0001	LD	0.02
0002	OR	100.01
0003	AND LD	
0004	OUT	TR0
0005	AND NOT	T001
0006	OUT	100.01
0007	LD	TR0
0008	TIM	001
0009	LD	0.03
0010	CNT	002

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 2

รหัสวิชา 3100-0104 รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับชั้น ปวส.

เรื่อง วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน จำนวน 10 คะแนน เวลา 10 นาที

คำสั่ง . เฉลยแบบฝึกหัดมีจำนวน 2 ข้อ ข้อละ 5 คะแนน รวม 10 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที

ตอบข้อ 1 ให้นักศึกษา ทำการเขียนโปรแกรมคำสั่ง Instruction List (IL) การต่อ วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลด้วย คำสั่ง AND LD และ OR LD ดังแสดง Ladder Diagram ต่อไปนี้

คำสั่ง Instruction List (IL)

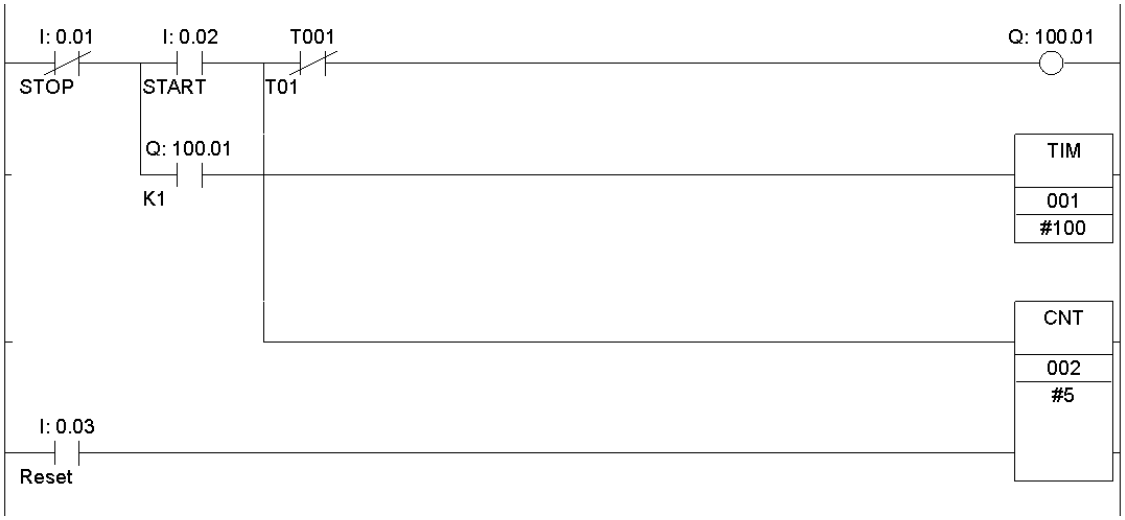
Address	Instruction	Operands
0000	LD NOT	0.00
0001	AND	0.01
0002	LD	0.02
0003	AND	100.01
0004	OR LD	
0005	AND NOT	100.02
0006	LD	0.04
0007	OR	100.02
0008	AND LD	
0009	AND NOT	0.05
0010	OUT	100.01

การกำหนดตำแหน่งของอินพุตและเอาต์พุตในการใช้งานคำสั่ง AND LD และ OR LD

Input Unit Address			Output Unit Address		
000	S1	STOP	10001	K1	Relay Control Single Solenoid Valve Y1.2
001	S2	START	10002	K2	Relay Control Single Solenoid Valve Y2.2
003	S2	Reed Switch Sw1			
004	S4	Sw3			
005	S5	Sw4			

ตอบข้อ 2 ให้นักศึกษา ทำการเขียนโปรแกรมคำสั่ง Ladder Diagram การต่อ วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลด้วย คำสั่ง TIM และ CNT ดังแสดง Instruction List (IL) ต่อไปนี้

คำสั่ง Ladder Diagram (LD)



การกำหนดตำแหน่งของอินพุตและเอาต์พุตในการใช้งานคำสั่ง TIM และ CNT

Input Unit Address			Output Unit Address		
001	S1	STOP	**10001**	K1	Relay Control Single Solenoid Valve Y1.2
002	S2	START			
003	S2	Reset			

แบบทดสอบหลังเรียนที่ 2

รหัสวิชา 3100-0104 รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับชั้น ปวส.
เรื่อง วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน จำนวน 10 คะแนน เวลา 15 นาที

<u>คำสั่ง</u> แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ให้นักศึกษาเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว และทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

<u>ข้อที่</u>

1. ข้อใดอธิบายวิธีการต่อวงจรใช้งานของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ได้ถูกต้อง
   - ก. การต่อวงจรเอาต์พุต ขั้วลบหรือ 0 โวลต์จะต่อออกจากตำแหน่งเอาต์พุตของ PLC
   - ข. การต่อวงจรอินพุต ขั้วบวกหรือ 24 โวลต์จะต่อเข้ากับตำแหน่งอินพุตของ PLC
   - ค. การต่อวงจรเอาต์พุต ขั้วบวกหรือ 24 โวลต์จะต่อเข้ากับจุดร่วม (COM) ของ PLC
   - ง. การต่อวงจรอินพุต ขั้วลบหรือ 0 โวลต์จะต่อเข้ากับจุดร่วม (COM) ของ PLC
   - จ. การต่อวงจรอินพุต ขั้วลบหรือ -24 โวลต์จะต่อเข้ากับจุดร่วม (COM) ของ PLC
2. ข้อใด **<u>ไม่ใช่</u>** ขั้นตอนการต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC ที่มีการทำงานแบบต่อเนื่อง
   - ก. เขียน Ladder Diagram
   - ข. เขียน Timing Diagram
   - ค. เชื่อมต่อ PLC กับ CX-Programmer
   - ง. เขียน Signal Flow Step Diagram
   - จ. กำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุต
3. ข้อใดบอกความหมายของคำสั่ง AND LD ได้ถูกต้อง
   - ก. ทำหน้าที่เชื่อมต่อหน้าสัมผัสตั้งแต่ 2 กลุ่ม Ladder ที่ต่อขนานกัน
   - ข. ทำหน้าที่เชื่อมต่อหน้าสัมผัสตั้งแต่ 2 กลุ่ม Ladder ที่ต่ออนุกรมกัน
   - ค. ทำหน้าที่เชื่อมต่อกลุ่ม Ladder ในกรณีที่ต่อขนานกันมากกว่า 1 หน้าสัมผัส
   - ง. ทำหน้าที่เชื่อมต่อกลุ่ม Ladder ในกรณีที่ต่ออนุกรมกันมากกว่า 1 หน้าสัมผัส
   - จ. ทำหน้าที่เชื่อมต่อหน้าสัมผัสตั้งแต่ 2 กลุ่ม Ladder ที่ต่อขนานและอนุกรมกัน

ใช้ตอบคำถามข้อ 4-6 จากคำสั่ง Ladder Diagram (LD) และคำสั่ง Instruction List (IL)

Address	Instruction	Operands
0000	LD	0.01
0001		
0002	LD	0.03
0003	ANDNOT	0.02
0004		
0005	LD	0.02
0006	OR	0.04
0007		
0008	OUT	100.01

4. ข้อใดวิเคราะห์วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC ด้วยการใช้คำสั่ง AND LD ใน Address ตำแหน่งใดบ้าง

ก. Address 0001

ข. Address 0004

ค. Address 0007

ง. Address 0004 และ 0007

จ. Address 0004 และ 0001

5. ข้อใดบอกความหมายของคำสั่ง OR LD ในวงจร Ladder Diagram (LD) และคำสั่ง Instruction List (IL) ได้ถูกต้อง

ก. ทำหน้าที่เชื่อมต่อกลุ่ม Ladder ในกรณีที่ต่ออนุกรมกันมากกว่า 1 หน้าสัมผัส

ข. ทำหน้าที่เชื่อมต่อกลุ่ม Ladder ในกรณีที่ต่อขนานกันมากกว่า 1 หน้าสัมผัส

ค. ทำหน้าที่เชื่อมต่อหน้าสัมผัสตั้งแต่ 2 กลุ่ม Ladder ที่ต่อขนานกัน

ง. ทำหน้าที่เชื่อมต่อหน้าสัมผัสตั้งแต่ 2 กลุ่ม Ladder ที่ต่ออนุกรมกัน

จ. ทำหน้าที่เชื่อมต่อหน้าสัมผัสตั้งแต่ 2 กลุ่ม Ladder ที่ต่อขนานและอนุกรมกัน

6. ข้อใดวิเคราะห์วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC ด้วยการใช้คำสั่ง OR LD ใน Address ตำแหน่งใดบ้าง

ก. Address 0001

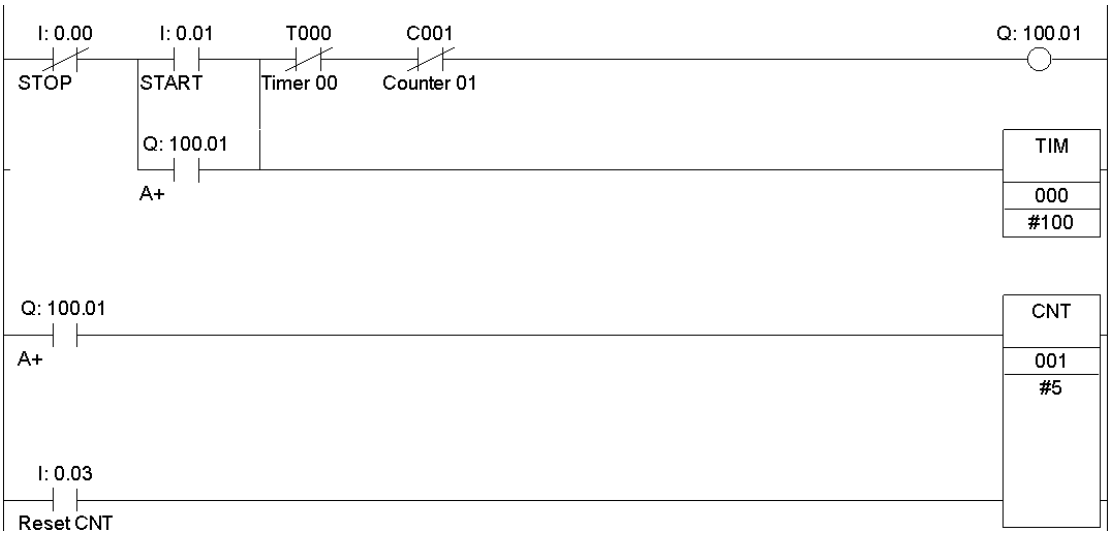
ข. Address 0004

ค. Address 0007

ง. Address 0007 และ 0001

จ. Address 0007 และ 0004

ใช้ตอบคำถามข้อ 7-10 จากคำสั่ง Ladder Diagram (LD) และคำสั่ง Instruction List (IL)



Address	Instruction	Operands
0000	LDNOT	0.00
0001	LD	0.01
0002	OR	100.01
0003	ANDLD	
0004	OUT	TR0
0005	ANDNOT	T000
0006	ANDNOT	C001
0007	OUT	100.01
0008	LD	TR0
0009	TIM	000 #100
0010	LD	100.01
0011	LD	0.03
0012	CNT	001 #5

7. ข้อใดอธิบายการทำงานของคำสั่ง TIM ในวงจร ได้ถูกต้อง

ก. TIM จะทำงานจับเวลา # 100 เมื่อ CNT นับสัญญาณ 100.01 ครบ 5 ครั้ง

ข. TIM จะทำงานจับเวลา # 100 เมื่อ กด START และส่งสัญญาณนับ 1 ที่ CNT

ค. CNT จะนับสัญญาณ 100.01 ครบ 5 ครั้ง แล้ว TIM ทำงานจับเวลา # 100

ง. CNT จะนับสัญญาณ 100.01 แล้ว TIM ทำงานจับเวลา # 100 จนครบ 5 ครั้ง

จ. CNT จะนับสัญญาณ TIM จับเวลา # 100 ครบ 5 ครั้ง แล้ว 100.01 สั่งหยุดวงจร

8. จากการวิเคราะห์คำสั่ง TIM ในการใช้งานควบคุมวงจรนิวแมติกส์ เมื่อกด 0.01 (START) ทำให้ 100.01 (Y1.2) ก้านสูบเคลื่อนที่ออก CNT นับ 1 (#5) และ TIM จับเวลา #100 (10 วินาที) แล้วกลับเมื่อกด START ครบ 5 รอบ CNT จะสั่งหยุดวงจรทั้งหมด และสามารถเริ่มต้นใหม่ได้ ด้วยการกด 0.03 (Reset CNT) ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. เป็นวงจรควบคุมกระบอกสูบนิวแมติกส์สองทางแบบต่อเนื่อง A+B+A-B-

ข. เป็นวงจรควบคุมกระบอกสูบนิวแมติกส์ทางเดียว ด้วยโซลินอยด์วาล์ว 5/2 คู่

ค. เป็นวงจรควบคุมกระบอกสูบนิวแมติกส์สองทาง ด้วยโซลินอยด์วาล์ว 5/2 คู่

ง. เป็นวงจรควบคุมกระบอกสูบนิวแมติกส์สองทาง ด้วยโซลินอยด์วาล์ว 5/2 เดี่ยว

จ. เป็นวงจรควบคุมกระบอกสูบนิวแมติกส์สองทางแบบต่อเนื่อง A+B+B-A-

9. ข้อใดอธิบายการทำงานของคำสั่ง CNT ในวงจร ได้ถูกต้อง

ก. TIM จะทำงานจับเวลา 10 วินาที เมื่อ CNT นับสัญญาณ 100.01 จนครบ 5 ครั้ง

ข. TIM จะทำงานจับเวลา # 100 เมื่อ กด START และส่งสัญญาณนับ 1 ที่ CNT

ค. CNT จะนับสัญญาณ 100.01 ครบ 5 ครั้ง แล้ว TIM จับเวลา # 100 สั่งหยุดวงจร

ง. CNT จะนับสัญญาณ 100.01 จนครบ 5 ครั้ง สั่งหยุดวงจรทั้งหมด

จ. CNT จะนับสัญญาณ TIM จับเวลา # 100 ครบ 5 ครั้ง แล้ว 100.01 สั่งหยุดวงจร

10. ข้อใดวิเคราะห์วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC ด้วยการใช้คำสั่ง CNT ในการเริ่มต้นนับจำนวนที่ Address ตำแหน่งใด

ก. Address 0010

ข. Address 0008

ค. Address 0007

ง. Address 0004

จ. Address 0003

เฉลยแบบทดสอบที่ 2

รหัสวิชา 3100-0104 รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับชั้น ปวส.

เรื่อง วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน จำนวน 10 คะแนน เวลา 5 นาที

1. เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนมีจำนวน 10 ข้อ คะแนนรวม 10 คะแนน
2. เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนมีจำนวน 10 ข้อ คะแนนรวม 10 คะแนน

ข้อที่	แบบทดสอบ	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	ก	ง
2	ค	ข
3	ก	ง
4	ค	ค
5	ข	ค
6	ข	ข
7	ค	ข
8	ข	ง
9	ง	ง
10	จ	ก

	ใบงานที่ 2	
	รหัสวิชา 3100-0104 ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	
	ชื่อหน่วย นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	
ชื่องาน วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC เงื่อนไขการทำงาน A+B+(5s)A-B-		จำนวน 2 ชั่วโมง

1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.1 ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน ได้ถูกต้อง

1.2 วิเคราะห์การทำงานของวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐานได้ถูกต้อง

2. สมรรถนะ

2.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC

2.2 สรุปและอธิบายการทำงานของวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC

3. วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ

3.1 แผงฝึกนิวแมติกส์ไฟฟ้า สายและข้อต่อสายนิวแมติกส์	จำนวน	1 ชุด
3.2 คอมพิวเตอร์ PC พร้อมโปรแกรม CX-Programmer	จำนวน	1 ชุด
3.3 กระบอกสูบนิวแมติกส์สองทาง	จำนวน	2 ตัว
3.4 โซลีนอยด์วาล์วคู่ 5/2	จำนวน	2 ตัว
3.5 สวิตช์ปุ่มกด	จำนวน	1 ตัว
3.6 รีดสวิตช์	จำนวน	4 ตัว
3.7 รีเลย์ 24 โวลต์	จำนวน	4 ตัว
3.8 สายไฟฟ้าสำหรับต่อวงจร	จำนวน	1 ชุด
3.9 สายเชื่อมต่อสัญญาณ	จำนวน	1 ชุด
3.10 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V	จำนวน	1 ตัว

4. ข้อควรระวัง

4.1 เสียบสายลมนิวแมติกส์ให้แน่น และเสียบให้กลไกเข้าตำแหน่ง

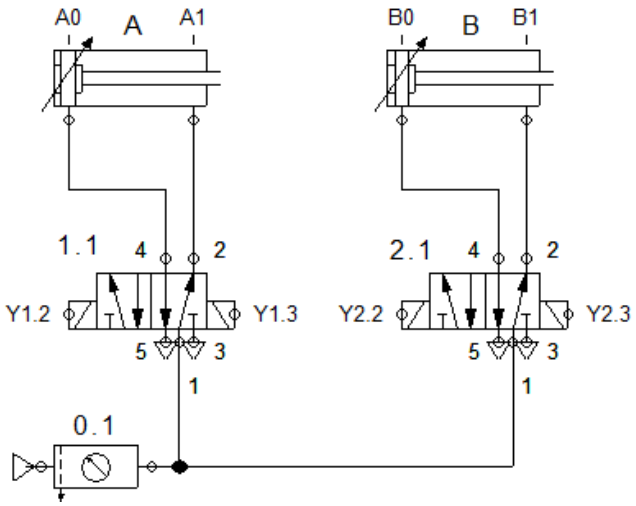
4.2 ระวังสายนิวแมติกส์หลุด สายลมสะบัดเข้าใบหน้า และร่างกาย

4.3 เสียบขั้วต่อสายวงจรไฟฟ้าให้แน่น

4.4 ก่อนจ่ายกระแสไฟฟ้า ตรวจสอบวงจรไฟฟ้าให้ถูกต้อง ระวังลัดวงจรไฟฟ้า

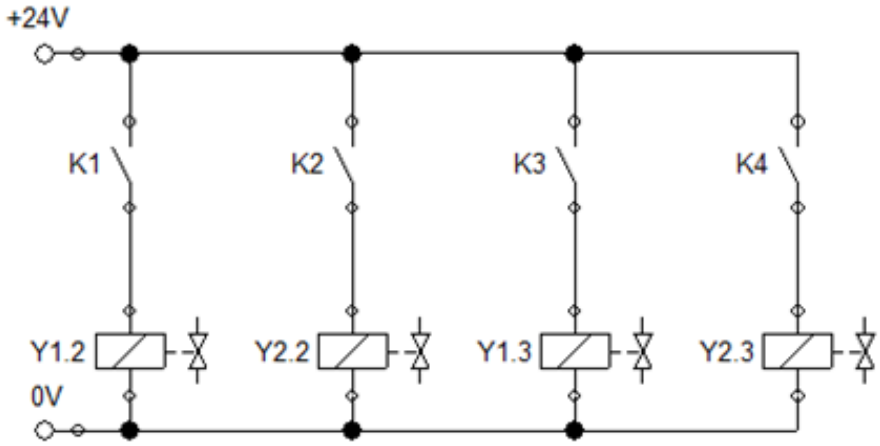
5. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

5.1 ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน เงื่อนไขการทำงาน A+B+(5s) A-B- ในส่วนของวงจรนิวแมติกส์กำลัง ตามรูปภาพที่ 2.14



รูปภาพที่ 2.14 วงจรนิวแมติกส์กำลัง เงื่อนไขการทำงาน A+B+(5s)A-B-

5.2 ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน เงื่อนไขการทำงาน A+B+(5S)A-B- ในส่วนของวงจรนิวแมติกส์ควบคุม ตามรูปภาพที่ 2.15



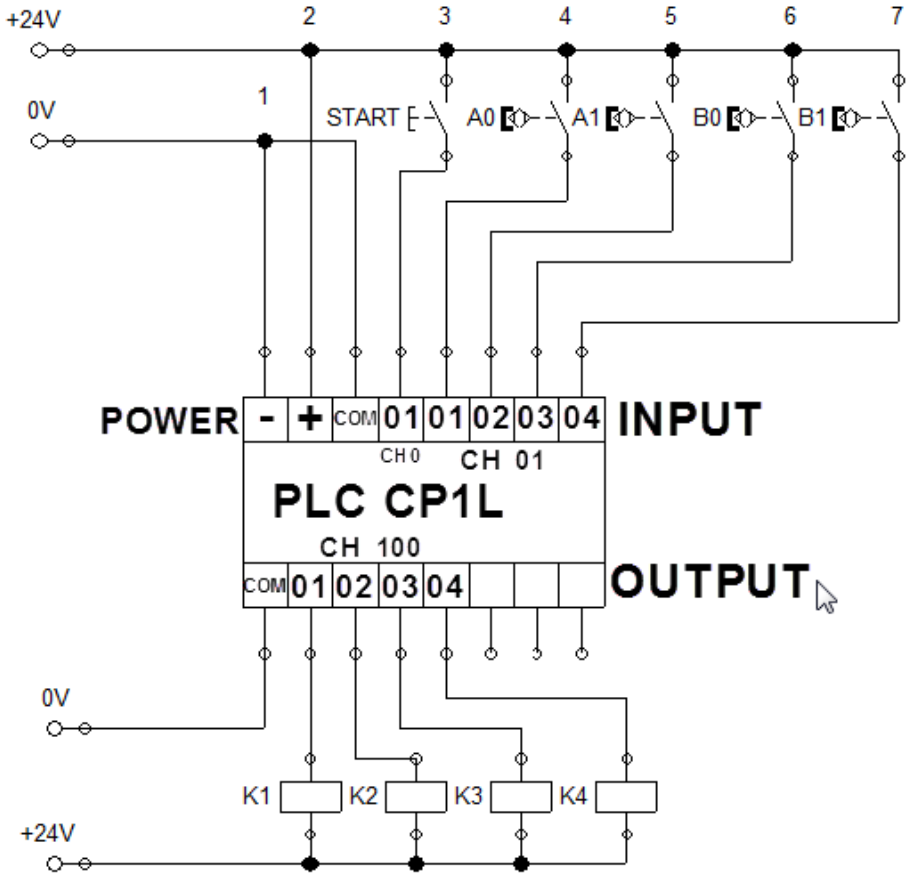
รูปภาพที่ 2.15 วงจรนิวแมติกส์ควบคุม เงื่อนไขการทำงาน A+B+(5S)A-B-

5.3 ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน เงื่อนไขการทำงาน A+B+(5S)A-B- ในส่วนการต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต กับ PLC โดยกำหนดตำแหน่งดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การกำหนดตำแหน่งอินพุตและเอาต์พุตของ PLC เงื่อนไข A+B+(5S)A-B-

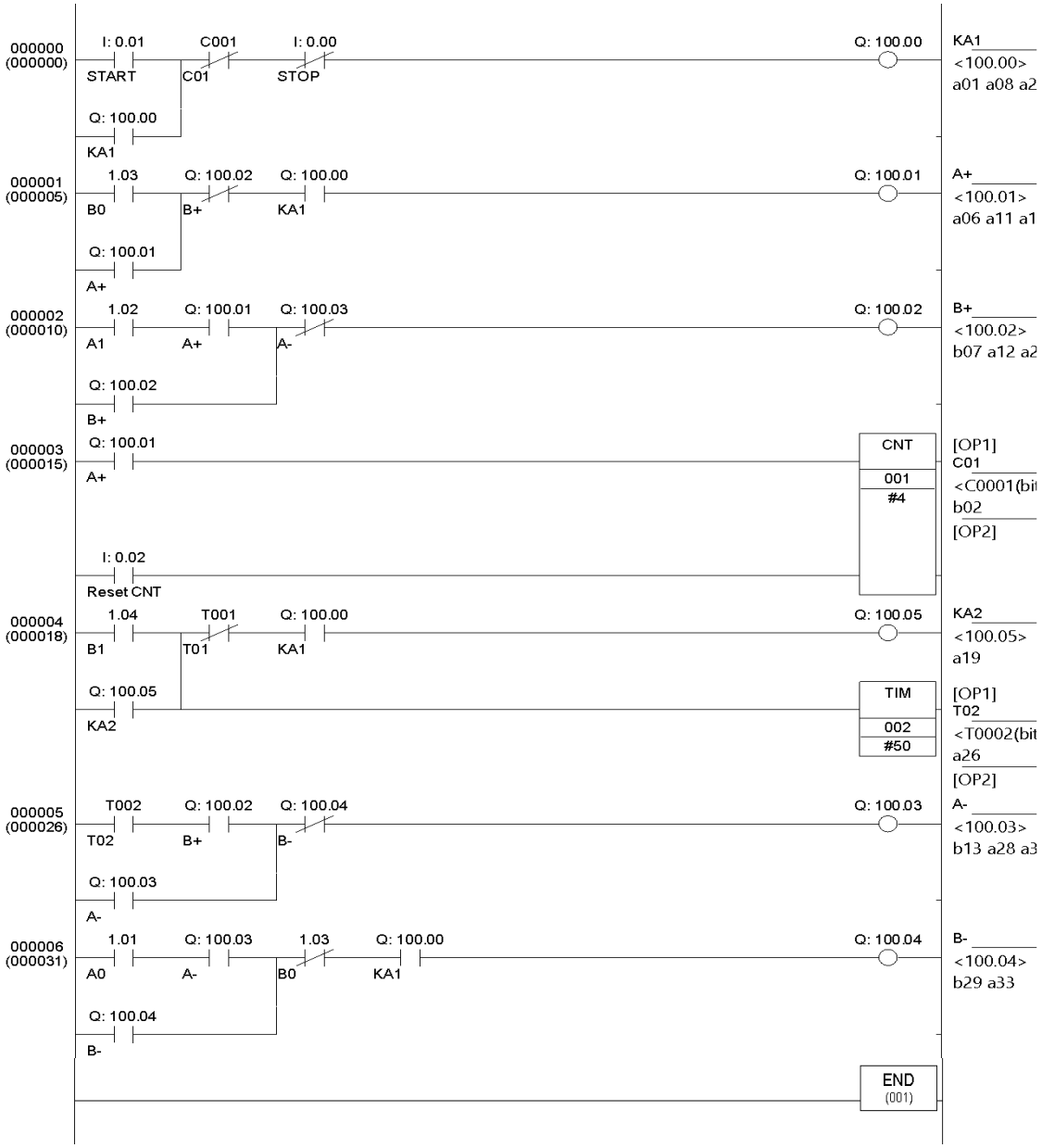
Input Unit Address			Output Unit Address		
001	START	Pushbutton Switch	**10001**	K1 (A+)	Relay Control Solenoid Valve Y1.2
101	A0	Reed Switch (A-)	**10002**	K2 (B+)	Relay Control Solenoid Valve Y2.2
102	A1	Reed Switch (A+)	**10003**	K3 (A-)	Relay Control Solenoid Valve Y1.3
103	B0	Reed Switch (B-)	**10004**	K4 (B+)	Relay Control Solenoid Valve Y2.3
104	B1	Reed Switch (B+)			
000	STOP	Pushbutton Switch			

5.4 เมื่อทำการกำหนดตำแหน่ง อุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต กับ PLC แล้วให้ทำการต่อสายวงจรดังแสดงในรูปภาพที่ 2.16



รูปภาพที่ 2.16 การต่อสายอุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต กับ PLC เงื่อนไข A+B+(5S)A-B-

5.5 เขียนคำสั่ง Ladder Diagram ดังแสดงในรูปภาพที่ 2.17 ในโปรแกรม CX-Programmer



รูปภาพที่ 2.17 เขียนคำสั่ง Ladder Diagram ของ PLC เงื่อนไข A+B+(5S)A-B-

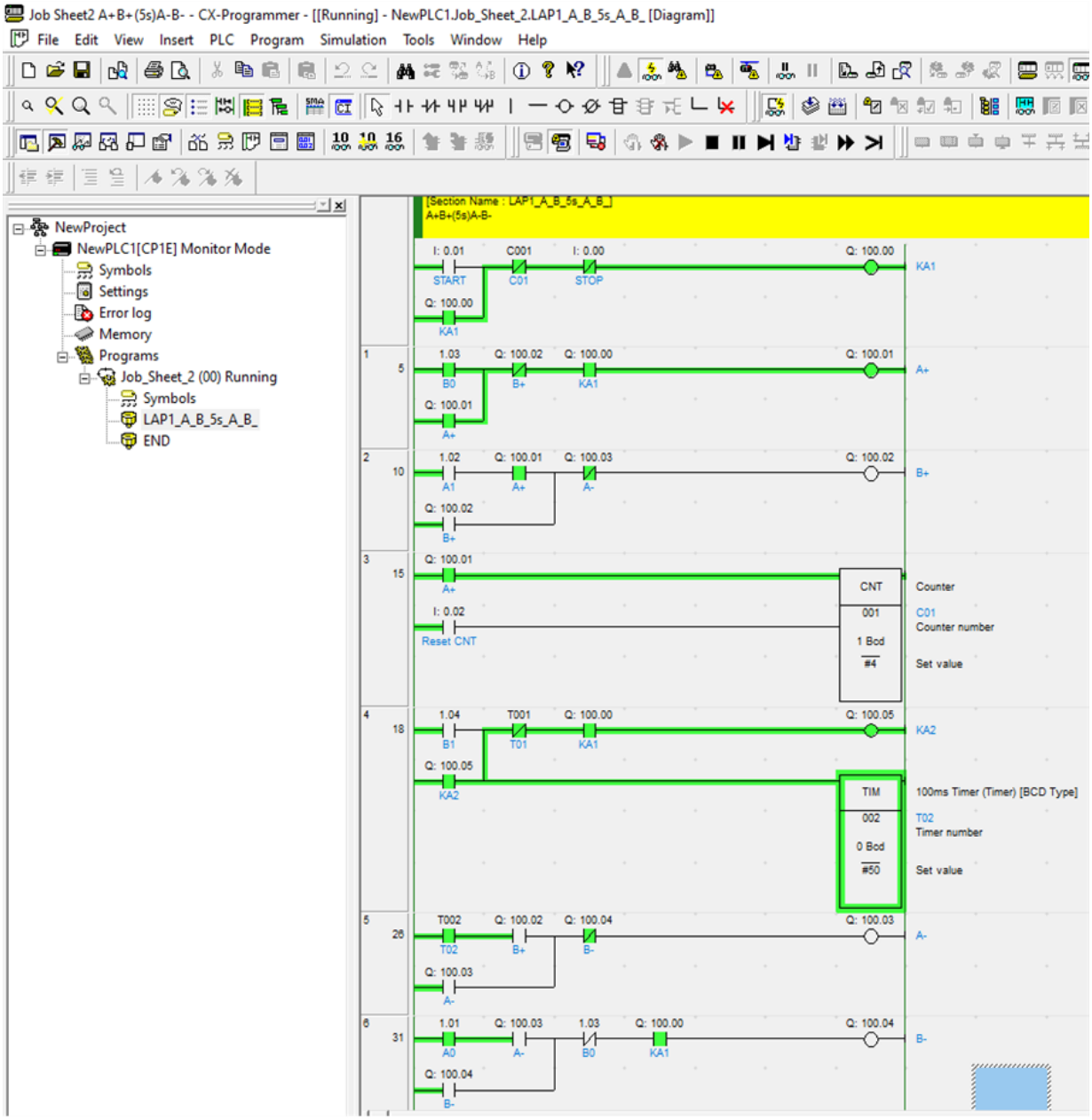
5.6 เชื่อมต่อ PLC OMRON รุ่น CP1L กับ PC ในโปรแกรม CX-Programmer ให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

5.6.1 ใช้เมาส์เลือก Work Online Simulator

5.6.2 ทำการโอนข้อมูลคำสั่งจาก CX-Programmer ไปยัง PLC โดยเลือก PLC > Transfer > To PLC

5.6.3 ที่ Download Options เลือก OK

5.7 ทดสอบการทำงาน โดยการกดสวิตช์ START ของวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน เงื่อนไขการทำงาน A+B+(5S)A-B- ดังแสดงในภาพที่ 2.18



รูปภาพที่ 2.18 การทำงานของวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC

5.8 บันทึกผลการทำงานของวงจรนิวแมติกส์ เงื่อนไข A+B+(5S)A-B- ลงในตารางที่ 1.3

ตารางที่ 2.6 บันทึกผลการทำงานของวงจรนิวแมติกส์ เงื่อนไข A+B+(5S)A-B-

คำสั่ง	บันทึกผลการทำงานของวงจร
กดสวิตช์ START ให้ทำงานแล้วปล่อย มือ สังเกตุการทำงาน ของวงจรแล้วบันทึก ผลการ	....

6. คำถาม

หลักการออกแบบวงจรนิวแมติกส์ เงื่อนไขการทำงาน A+B+(5s) A-B- มีการเขียน คำสั่งพื้นฐาน ของ PLC ในรูปแบบ Instruction List (IL) อย่างไร

7. สรุปผลการปฏิบัติงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. เอกสารอ้างอิง

เดชฤทธิ์ มณีธรรม. **คัมภีร์ ระบบนิวแมติกส์.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ เคทีพี, 2548.

ปานเพชร ชินินทร และขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์. **นิวแมติกอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด ยูเคชั่น, 2549.

มนูญ ชื่นชม. **นิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : พิมพ์ครั้งที่ 10, สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคม ส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 2548.

Festo. **Learning Systems 2011/2012.** Festo didactic GmbH & Co. KG, 2011.

Festech. **Festech Product Catalog.** Festech Co. Seoul Korea, 2009.

	เฉลยใบงานที่ 2	
	รหัสวิชา 3100-0104 **ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์**	
	ชื่อหน่วย นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	
ชื่องาน วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC เงื่อนไขการทำงาน A+B+(5s)A-B-		**จำนวน 10 นาที**

1. คำตอบ

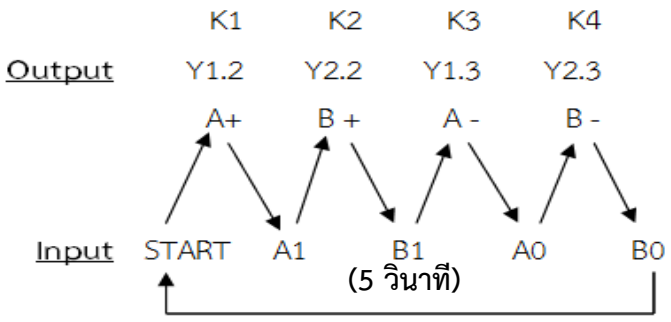
<u>จากข้อ 6 คำถาม ของใบงาน</u>

หลักการออกแบบวงจรนิวแมติกส์ เงื่อนไขการทำงาน A+B+(5s) A-B- มีการเขียนคำสั่งพื้นฐาน ของ PLC ในรูปแบบ Instruction List (IL) อย่างไร

<u>คำตอบ</u>

สำหรับหลักการเขียน คำสั่งพื้นฐาน ของ PLC ในรูปแบบ Instruction List (IL) วงจรวงจรนิวแมติกส์ เงื่อนไขการทำงาน A+B+(5s) A-B- เราจะต้องออกแบบวงจรควบคุมในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ CX-Programmer โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 เขียน Signal Flow Step Diagram ของวงจร A+B+ (5 วินาที) A-B-



1.2 กำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุต

ดังแสดงในตารางที่ 2.5

1.3 เขียน Ladder Diagram

ดังแสดงในรูปภาพที่ 2.17

1.4 เขียน คำสั่งพื้นฐาน ของ PLC ในรูปแบบ Instruction List (IL)

ดังแสดงในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 คำสั่งพื้นฐาน ของ PLC ในรูปแบบ Instruction List เงื่อนไข A+B+(5S)A-B-

Address	Instruction	Operands
0000	LD	0.01
0001	OR	100.00
0002	ANDNOT	C001
0003	ANDNOT	0.00
0004	OUT	100.00
0005	LD	1.03
0006	OR	100.01
0007	ANDNOT	100.02
0008	AND	100.00
0009	OUT	100.01
0010	LD	1.02
0011	AND	100.01
0012	OR	100.02
0013	ANDNOT	100.03
0014	OUT	100.02
0015	LD	100.04
0016	LD	0.02
0017	CNT	001**#4**
0018	LD	1.04
0019	OR	100.05
0020	OUT	TR0
0021	ANDNOT	T001
0022	AND	100.00
0023	OUT	100.05
0024	LD	TR0
0025	TIM	002#50
0026	LD	T002

ตารางที่ 2.7 คำสั่งพื้นฐานของ PLC ในรูปแบบ Instruction List เงื่อนไข A+B+(5S)A-B- (ต่อ)

Address	Instruction	Operands
0027	AND	100.02
0028	OR	100.03
0029	ANDNOT	100.04
0030	OUT	100.03
0031	LD	1.01
0032	AND	100.03
0033	OR	100.04
0034	ANDNOT	1.03
0035	AND	100.00
0036	OUT	100.04
0037	END (001)	

2. สรุปผลการปฏิบัติงาน

ในการทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC เงื่อนไขการทำงาน A+B+(5S)A-B- สามารถสรุปผลการทำงานได้ดังนี้

ตารางที่ 2.8 สรุปผลการทำงานของวงจรนิวแมติกส์ เงื่อนไข A+B+(5S)A-B-

คำสั่ง	สรุปผลการทำงานของวงจร
กดสวิตช์ START ให้ทำงานแล้วปล่อยมือ สังเกตุการทำงานของวงจรแล้วบันทึกผลการ	**การทำงานของวงจร** เมื่อกดสวิตช์ปุ่มกดสวิตช์ START รีเลย์ Y1.2 (K1) ทำงาน ทำให้ก้านสูบของกระบอกสูบตัวที่ 1 เคลื่อนที่ออก (A+) ไปกดทับ Reed Switch A1 ทำให้รีเลย์ Y2.2 (K2) ทำงาน ทำให้ก้านสูบของกระบอกสูบตัวที่ 2 เคลื่อนที่ออก (B+) ไปกดทับ Reed Switch B1 ทำให้ Timmer ทำงานตั้งเวลา 5 วินาที แล้วจะทำให้รีเลย์ Y1.3 (K3) ก้านสูบของกระบอกสูบตัวที่ 1 เคลื่อนที่เข้า (A-) ไปกดทับ Reed Switch A0 ทำให้โซลินอยด์วาล์ว Y2.3 ทำงานทำให้ก้านสูบของกระบอกสูบตัวที่ 2 เคลื่อนที่เข้า (B-) ไปกด Reed Switch B0 ทำให้วงจรกลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้นหรือครบหนึ่งรอบการทำงาน

บันทึกหลังการสอนหน่วยการเรียนรู้ที่ 2

วิชา....นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์.....รหัสวิชา.....3100-0104.....ชั้น.....ปวส.1 กลุ่ม D7

เรื่อง วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน

1. ผลการสอน

☐ สอนได้ตามหน่วยการเรียนรู้

☐ สอนไม่ได้ตามหน่วยการเรียนรู้ เนื่องจาก .....

3. ผลการประเมินจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษา

☐ จำนวนนักศึกษาที่ผ่านการประเมิน ..... คน คิดเป็นร้อยละ .....

☐ จำนวนนักศึกษาที่ไม่ผ่านการประเมิน ..... คน คิดเป็นร้อยละ .....

3. ปัญหาและอุปสรรค

☐ กิจกรรมการจัดการเรียนการสอน ไม่เหมาะสมกับเวลา

☐ มีนักศึกษาทำ แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ/ ใบสั่งงาน ไม่ทันตามกำหนดเวลา

☐ อื่น ๆ .....

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

☐ ควรนำแผนไปปรับปรุง เรื่อง .....

☐ แนวทางแก้ไขนักศึกษาที่ไม่ผ่านการประเมิน .....

.....

☐ ไม่มีข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ ..... ผู้บันทึก

(นายมนูญ นาจวง)

...../...../.....

บันทึกหลังการสอน ตามหน่วยการเรียนรู้ฉบับนี้ ได้รับการตรวจจากหัวหน้าแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลังเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ลงชื่อ ..... ผู้ตรวจรับรอง

(นายสยาม โพธิ์เพ็ชร)

...../...../.....

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ

ชื่อวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104 ทฤษฎี 2 ปฏิบัติ 2 หน่วยกิต 3

☐ **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ** ☑ **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง**

สาขาวิชา.....ไฟฟ้า.....**สาขางาน**.....ไฟฟ้ากำลัง.....

จัดทำโดย

นายมนูญ นาจวง

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

แผนกวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

	หน่วยการเรียนรู้ที่ 3	หน่วยที่ 3
		สัปดาห์ที่ 3
รหัสวิชา 3100-0104	**ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์**	**จำนวน 72 ชั่วโมง**
ชื่อหน่วย วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ		**จำนวน 4 ชั่วโมง**

หัวข้อย่อย

1. อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุในวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC
2. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ เซต (SET) และ รีเซต (RESET) SET- RSET ร่วมกับ อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ
3. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

1. บอกหน้าที่ของอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุในวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC ได้ถูกต้อง
2. อธิบายการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุในวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC ได้ถูกต้อง
3. บอกหลักการทำงานของ Reed Switch ได้ถูกต้อง
4. อธิบายการทำงานคำสั่งพิเศษ SET- RSET ได้ถูกต้อง
5. บอกหลักการทำงานของ Capacitive Proximity Switch ได้ถูกต้อง
6. อธิบายการทำงานของคำสั่งพิเศษ KEEP (11) ได้ถูกต้อง
7. วิเคราะห์การทำงานวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ ได้ถูกต้อง
8. บอกหลักการทำงานของ Inductive Proximity Switch ได้ถูกต้อง
9. วิเคราะห์การทำงานของคำสั่งพิเศษ KEEP (11) ได้ถูกต้อง
10. วิเคราะห์การทำงานวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ ได้ถูกต้อง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย

1. ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ ได้ถูกต้อง
2. วิเคราะห์การทำงานของวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ ได้ถูกต้อง

แบบทดสอบก่อนเรียนที่ 3

รหัสวิชา 3100-0104 รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับชั้น ปวส.
เรื่อง วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน จำนวน 10 คะแนน เวลา 15 นาที

<u>คำสั่ง</u> แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ให้นักศึกษาเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว และทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดบอกหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุในวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC ได้ถูกต้อง
   - ก. Inductive Proximity Switch ใช้ในการตรวจจับวัตถุทั่วไป
   - ข. Capacitive Proximity Switch ใช้ในการตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะ
   - ค. Optical Proximity Switch ใช้ในการตรวจจับแสงสะท้อนจากวัตถุ
   - ง. สวิตช์ทำงานด้วยแม่เหล็กหรือรีดสวิตช์ ใช้ในการตรวจจับแม่เหล็กไฟฟ้า
   - จ. Pneumatics Proximity Switch ใช้ในการตรวจจับกระบอกสูบ
2. ข้อใดอธิบายหลักการใช้งานของอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุในวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC ได้ถูกต้อง
   - ก. Proximity Sensor มีวิธีการต่อสายวงจรใช้งาน 2 แบบ คือ แบบ 2 สาย และ แบบ 3 สาย
   - ข. Inductive Proximity Sensor เมื่อตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะได้ตามระยะที่กำหนด จะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาเพื่อไปต่อวงจรให้โหลดทำงาน
   - ค. Optical Proximity Sensor ใช้แสงอินฟราเรดเป็นตัวตรวจจับการสะท้อนแสงของวัตถุตามระยะที่กำหนด จะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาเพื่อไปต่อวงจรให้โหลดทำงาน
   - ง. Capacitive Proximity Sensor เมื่อตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะได้ตามระยะที่กำหนด จะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาเพื่อไปต่อวงจรให้โหลดทำงาน
   - จ. Reed Switch ใช้ในการตรวจจับวัตถุทั่วไป
3. ข้อใดบอกหลักการทำงานของ Reed Switch ได้ถูกต้อง
   - ก. ใช้แสงอินฟราเรดเป็นตัวตรวจจับชิ้นงาน
   - ข. ใช้ในการตรวจจับวัตถุทั่วไป
   - ค. ใช้ในการตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะ
   - ง. ใช้ในการตรวจจับสนามแม่เหล็ก
   - จ. ใช้ในการตรวจจับแรงดันลมนิวแมติกส์

4. ข้อใดอธิบายการทำงานของคำสั่งพิเศษ SET- RSET ได้ถูกต้อง

ก. ทำการ ON และ OFF คำสั่งวงจรใน PLC

ข. ทำการ SET และ RESET การทำงานของวงจรใน PLC

ค. ทำการ SET Bit ของ Output ให้ทำงานโดยไม่ต้อง Hold คำสั่ง Output

ง. ทำการ SET ให้ PLC ทำงาน (ON) และ RESET ให้ PLC หยุดทำงาน (OFF)

จ. ทำการ SET และ RESET Bit ของ Input ให้ทำงานและ Hold คำสั่ง Output

5. ข้อใดบอกหลักการทำงานของ Capacitive Proximity Switch ได้ถูกต้อง

ก. สวิตช์ทำงานด้วยแม่เหล็ก ใช้ในการตรวจจับแม่เหล็กไฟฟ้า

ข. เมื่อตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะและอโลหะได้ตามระยะที่กำหนดจะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาเพื่อไปต่อวงจรให้โหลดทำงาน

ค. ใช้แสงอินฟราเรดเป็นตัวตรวจจับการสะท้อนแสงของ วัตถุตามระยะที่กำหนด จะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาเพื่อไปต่อวงจรให้โหลดทำงาน

ง. เมื่อตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะได้ตามระยะที่กำหนด จะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาเพื่อไปต่อวงจรให้โหลดทำงาน

จ. เมื่อตรวจจับวัตถุที่เป็นอโลหะได้ตามระยะที่กำหนดจะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาเพื่อไปต่อวงจรให้โหลดทำงาน

6. ข้อใดอธิบายการทำงานของคำสั่งพิเศษ KEEP (11) ได้ถูกต้อง

ก. เมื่อขา R มีสถานะ ON จะทำให้คำสั่ง KEEP ทำงาน

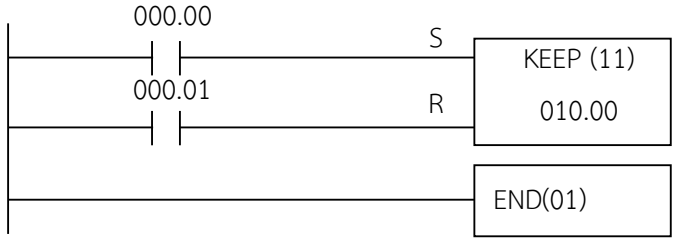
ข. เป็นคำสั่ง Instruction List (IL) ของ SET และ RESET

ค. เหมือนกับคำสั่ง ON และ OFF ให้รวมอยู่ในคำสั่ง KEEP

ง. เหมือนกับคำสั่ง SET และ RESET ให้รวมอยู่ในตัวเดียวกัน

จ. เมื่อขา R มีสถานะ ON จะทำให้ Hold คำสั่ง Output ของ KEEP

7. ข้อใดวิเคราะห์การทำงานวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ Capacitive Proximity Switch ได้ถูกต้อง



ก. ต้องการให้คำสั่ง KEEP ON ตลอดเวลาโดยต้อง SET ที่ 010.00

ข. ต้องการให้เอาต์พุต 10.00 ON ตลอดเวลาโดยการ ON อินพุต 000.00

ไม่ว่าจะ OFF แล้วก็ตามจนกว่าอินพุต 000.01 จะ ON (RESET)

ค. ต้องการให้เอาต์พุต 10.00 ON ต้องทำการ SET KEEP (11) 000.01
และทำการ (RESET) OFF ด้วยอินพุต 000.00

ง. ต้องการให้เอาต์พุต 10.00 ON ตลอดเวลาโดยการ ON KEEP (11)
ไม่ว่าจะ OFF แล้วก็ตามจนกว่าอินพุต 000.01 จะ ON (RESET)

จ. ต้องการให้เอาต์พุต 10.00 ON ตลอดเวลาโดยการ SET ที่ 010.00
ไม่ว่าจะ OFF แล้วก็ตามจนกว่าอินพุต 000.01 จะ ON (RESET)

8. ข้อใดบอกหลักการทำงานของ Inductive Proximity Switch ได้ถูกต้อง

ก. สวิตช์ทำงานด้วยแม่เหล็ก ใช้ในการตรวจจับแม่เหล็กไฟฟ้า

ข. เมื่อตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะและอโลหะได้ตามระยะที่กำหนดจะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาเพื่อไปต่อวงจรให้โหลดทำงาน

ค. ใช้แสงอินฟราเรดเป็นตัวตรวจจับการสะท้อนแสงของ วัตถุตามระยะที่กำหนด จะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาเพื่อไปต่อวงจรให้โหลดทำงาน

ง. เมื่อตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะได้ตามระยะที่กำหนด จะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาเพื่อไปต่อวงจรให้โหลดทำงาน

จ. เมื่อตรวจจับวัตถุที่เป็นอโลหะได้ตามระยะที่กำหนดจะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาเพื่อไปต่อวงจรให้โหลดทำงาน

<u>ใช้ภาพในหน้าถัดไป สำหรับตอบคำถามข้อ 9 และ 10</u>

9. ข้อใดวิเคราะห์การทำงานของ Inductive Proximity Switch ควบคุมการทำงาน PLC ได้ถูกต้อง

ก. ทำการ ON และ OFF คำสั่งวงจรใน PLC

ข. ทำการ SET และ RESET การทำงานของวงจรใน PLC

ค. ทำการ ON และ OFF คำสั่งวงจรใน PLC ในวงจรภาคอินพุต

ง. ทำการ SET และ RESET ให้ PLC ทำงาน (ON) ในวงจรภาคอินพุต

จ. ทำการ SET และ RESET Bit ภาคอินพุต ของ PLC

10. ข้อใดวิเคราะห์การทำงานวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ Inductive Proximity Switch ได้ถูกต้อง

ก. Inductive Proximity Switch ทำหน้าที่สั่งให้ก้านสูบ A เคลื่อนที่ ออก

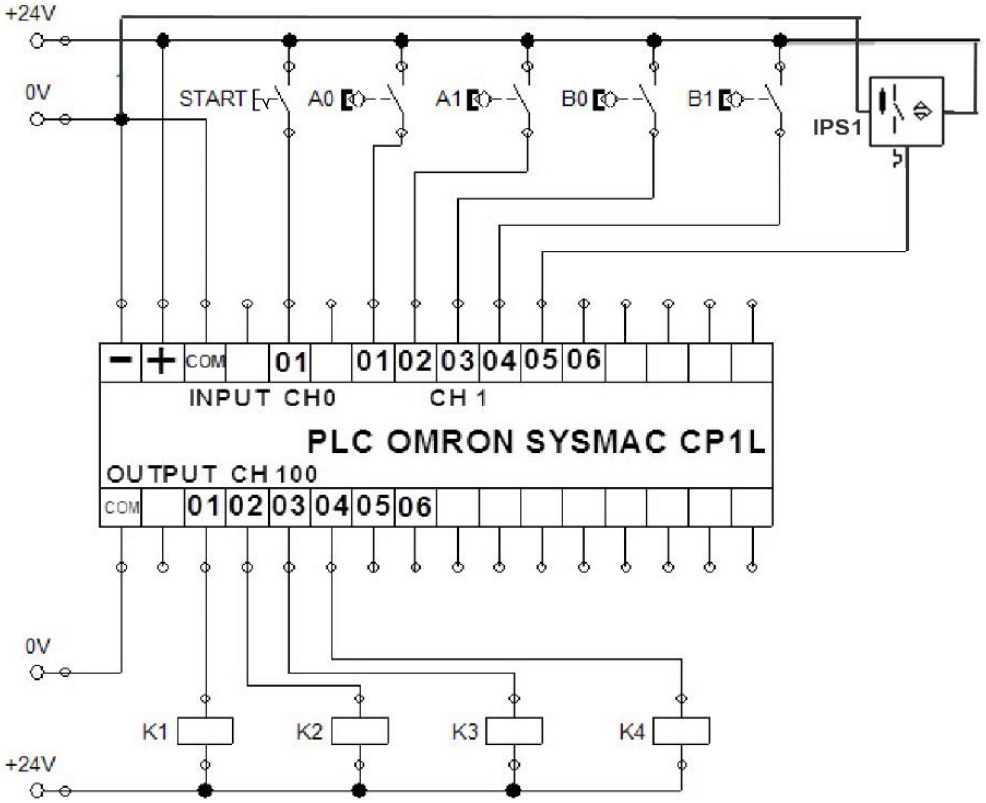
ข. Inductive Proximity Switch ทำหน้าที่สั่งให้ก้านสูบ B เคลื่อนที่ ออก

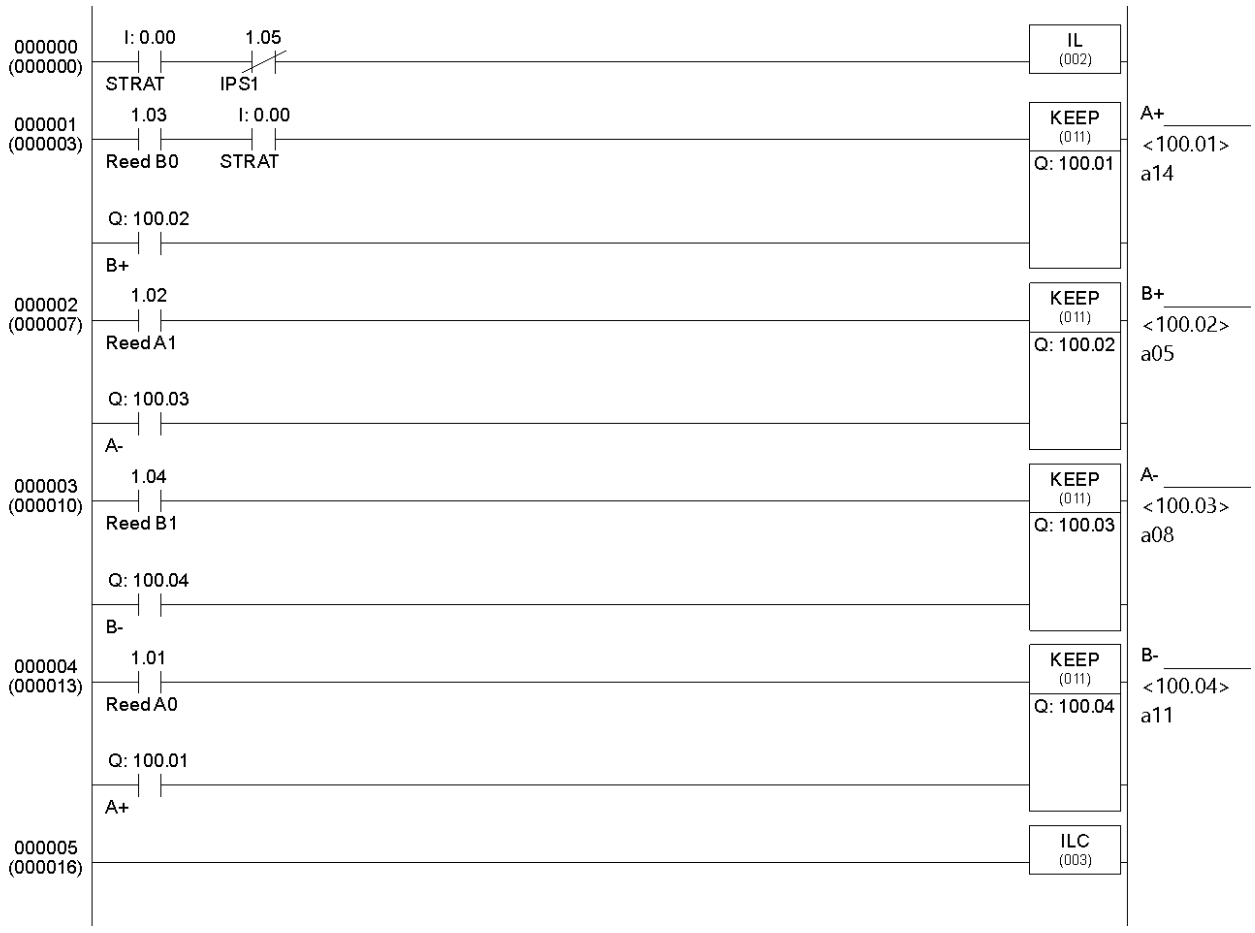
ค. Inductive Proximity Switch ทำหน้าที่สั่งให้ก้านสูบ A และ B เคลื่อนที่ออก

ง. Inductive Proximity Switch ทำหน้าที่สั่งให้ก้านสูบ A และ B เคลื่อนที่เข้า

จ. Inductive Proximity Switch ทำหน้าที่สั่งให้วงจรหยุดทำงาน

ภาพสำหรับตอบคำถามข้อ 9 และ 10





	ใบเนื้อหาที่ 3	
	รหัสวิชา 3100-0104	**ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์**
	ชื่อหน่วย นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	
ชื่อเรื่อง วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ		**จำนวน 2 ชั่วโมง**

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกหน้าที่ของอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุในวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC ได้ถูกต้อง
2. อธิบายการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุในวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC ได้ถูกต้อง
3. บอกหลักการทำงานของ Reed Switch ได้ถูกต้อง
4. อธิบายการทำงานคำสั่งพิเศษ SET- RSET ได้ถูกต้อง
5. บอกหลักการทำงานของ Capacitive Proximity Switch ได้ถูกต้อง
6. อธิบายการทำงานของคำสั่งพิเศษ KEEP (11) ได้ถูกต้อง
7. วิเคราะห์การทำงานวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ ได้ถูกต้อง
8. บอกหลักการทำงานของ Inductive Proximity Switch ได้ถูกต้อง
9. วิเคราะห์การทำงานของคำสั่งพิเศษ KEEP (11) ได้ถูกต้อง
10. วิเคราะห์การทำงานวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ ได้ถูกต้อง

เนื้อหาสาระ

การประยุกต์ใช้งานวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงาน ด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ สามารถนำไปใช้ในการต่อวงจรควบคุมนิวแมติกส์ด้วย PLC เงื่อนไขการทำงานแบบต่าง ๆ เราสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงการทำงานในโปรแกรมภายใน CX-Programmer ที่จะใช้การต่อวงจรไฟฟ้าส่วนวงจรอุปกรณ์ด้านอินพุตและเอาต์พุตส่วนมากจะยังคงไว้ที่ตำแหน่งเหมือนกัน สำหรับการใช้งานโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ในส่วนของคำสั่งพิเศษ และอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุที่ใช้ในวงจรอุปกรณ์ด้านอินพุต ของ PLC เราสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ดังนี้

1. อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุในวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC
2. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ เซต (SET) และ รีเซต (RESET) SET- RSET ร่วมกับ อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ
3. วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ

3.1 อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุในวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC

ในวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC ปัจจุบันจะนิยมใช้อุปกรณ์ตรวจจับ มาประยุกต์ใช้ในการควบคุมเงื่อนไขการทำงานตามความต้องการของระบบอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ หรือเรียกสั้น ๆ ว่า Proximity Switch ที่นิยมนำมาใช้งานกันโดยทั่วไปมีดังนี้

1. สวิตช์ทำงานด้วยแม่เหล็ก (Reed Switch)
2. อุปกรณ์ตรวจจับโลหะ (Inductive Proximity Switch)
3. อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุทั่วไป (Capacitive Proximity Switch)
4. อุปกรณ์ตรวจจับด้วยแสง (Optical Proximity Switch)

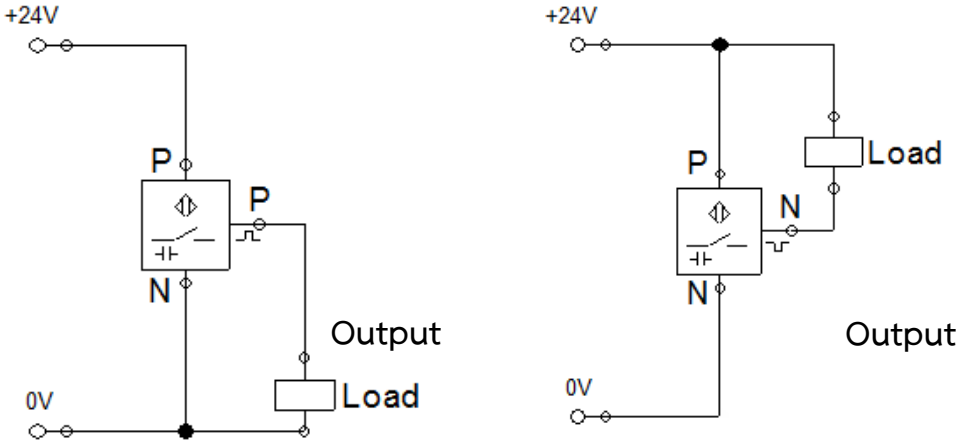
3.1.1 สวิตช์ทำงานด้วยแม่เหล็ก (Reed Switch)

สวิตช์ทำงานด้วยแม่เหล็กหรือรีดสวิตช์ ใช้สำหรับควบคุม การทำงานของอุปกรณ์นิวแมติกส์ทำงานหรือกระบอกสูบ โดยติดตั้งไว้ที่กระบอกสูบ เพื่อตรวจจับแม่เหล็ก ที่ฝังอยู่ที่หัวกระบอกสูบมีจำนวนสายไฟฟ้า 2 เส้น ต่อมาจากหน้าสัมผัสที่เป็นแบบปกติเปิด (Normally Open) ดังแสดงในรูปภาพที่ 3.1

(ก) รีดสวิตช์และตำแหน่งการติดตั้ง (ข) สัญลักษณ์

รูปภาพที่ 3.1 รีดสวิตช์และตำแหน่งติดตั้ง

สำหรับอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุชนิดอื่น ๆ ที่มีจำนวนสายไฟฟ้า 3 เส้น มีวิธีการต่อสายไฟฟ้าคือ เส้นที่ 1 และ 2 จะเต่อกับขั้วบวกและขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ ส่วนสายเส้นที่ 3 เรียกว่าสายส่งสัญญาณ หรือ Output โดยในการต่อวงจรใช้งาน จะมีการต่อวงจรภายในอยู่ด้วยกัน 2 ชนิดคือ ต่อวงจร แบบ PNP และแบบ NPN หรือหมายความว่า ถ้าส่งสัญญาณ Output ออกมาเป็นไฟฟ้าแรงดัน 24 โวลต์ ไฟฟ้ากระแสตรงบวกขั้วบวก (P) จะเป็น ชนิด PNP (รูปภาพที่ 3.2 ก) และถ้า Proximity Switch ส่งสัญญาณ Output ออกมาเป็นไฟฟ้ากระแสตรง 0 โวลต์หรือขั้วลบ (N) จะเป็นชนิด NPN (รูปภาพที่ 3.2 ข) ดังแสดงในภาพที่ 3.2

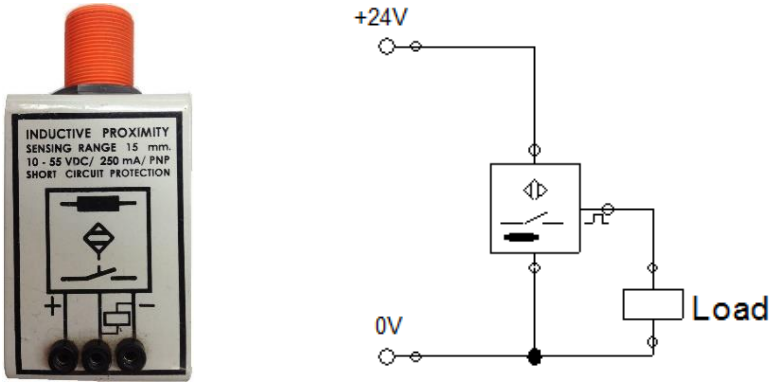


(ก) แบบ PNP (ข) แบบ NPN

รูปภาพที่ 3.2 การต่อวงจรใช้งาน Proximity Switch

3.1.2 อุปกรณ์ตรวจจับโลหะ (Inductive Proximity Switch)

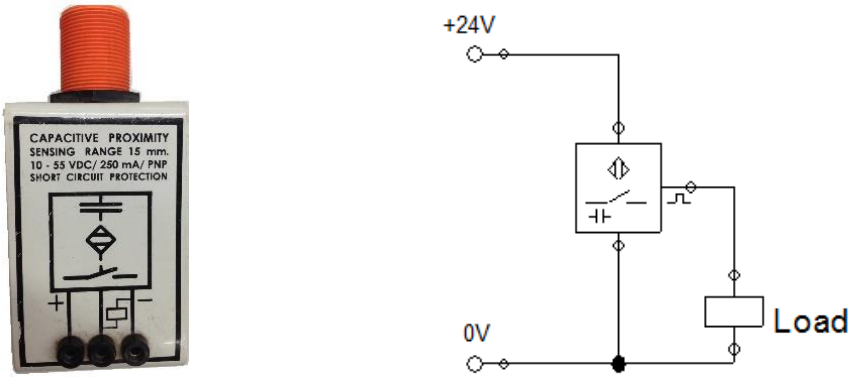
อุปกรณ์ตรวจจับโลหะ หรือ Inductive Proximity Switch นำมาใช้งานในการตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะ Inductive Proximity Switch ดังแสดงในภาพเป็น แบบ PNP มีระยะตรวจจับโลหะตั้งแต่ 0 – 15 มิลลิเมตร ส่ง Output ออกมาเป็นไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ ที่กระแส Load สูงสุด 250 mA มีตัวป้องกันการลัดวงจร ในสถานะปกติ จะไม่มีสัญญาณ Output ออกมา ส่วนในสถานะทำงานเมื่อตรวจจับโลหะได้ตามระยะที่กำหนด จะส่งสัญญาณ Output ออกมาเพื่อไปต่อให้ Load ในวงจรทำงานดังแสดงในรูปภาพที่ 3.3



รูปภาพที่ 3.3 Inductive Proximity Switch และวงจรการต่อใช้งาน

3.1.3 อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุทั่วไป (Capacitive Proximity Switch)

อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุทั่วไป สามารถตรวจจับได้ทั้งโลหะและอโลหะ หรือนิยมเรียกกันว่า Capacitive Proximity Switch นำมาใช้งานในการตรวจจับวัตถุทั่วไป ดังในรูปภาพที่ 3.4

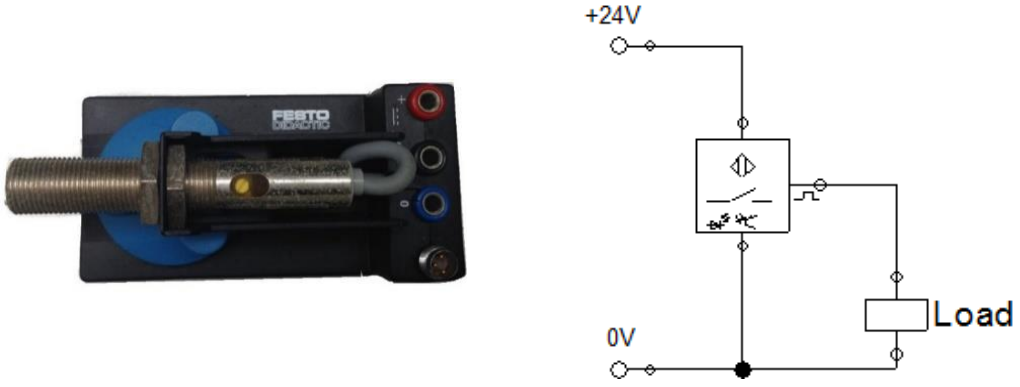


รูปภาพที่ 3.4 Capacitive Proximity Switch และวงจรการต่อใช้งาน

หลักการทำงาน Capacitive Proximity Switch แบบ PNP มีระยะตรวจจับวัตถุตั้งแต่ 0 – 15 มิลลิเมตร ส่งสัญญาณ Output ออกมาเป็นไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ ที่กระแส Load สูงสุด 250 mA มีตัวป้องกันการลัดวงจร ในสถานะปกติ จะไม่มีสัญญาณ Output ออกมา ส่วนในสถานะทำงานเมื่อตรวจจับวัตถุได้ตามระยะที่กำหนด จะส่งสัญญาณ Output ออกมา เพื่อไปต่อให้ Load ในวงจรทำงาน

3.1.4 อุปกรณ์ตรวจจับด้วยแสง (Optical Proximity Switch)

อุปกรณ์ตรวจจับด้วยแสง หรือนิยมเรียกกันว่า Optical Proximity Switch ชนิดนี้จะใช้แสงอินฟราเรดเป็นตัวตรวจจับชิ้นงาน โดยใช้พื้นผิวของวัตถุเป็นตัวสะท้อนแสงกลับ Optical Proximity Switch ที่ใช้ตรวจจับวัตถุมีอยู่หลายชนิด เช่น ตัวรับและตัวส่งสัญญาณ จะอยู่ในชุดเดียวกัน (Retro-Reflective Switch) หรือตัวรับและตัวส่งแยกจากกัน (Through Beam Switch) โดยทั่วไปจะตรวจจับได้ทั้งโลหะและวัตถุที่สะท้อนแสง เพื่อใช้ในการตรวจสอบตำแหน่ง ตรวจสอบระยะทาง เป็นต้น ส่วนระยะทางตรวจเช็คสูงสุดจาก Switch ถึงวัตถุได้ไกลถึง 10 เมตรดังแสดงในรูปภาพที่ 3.5

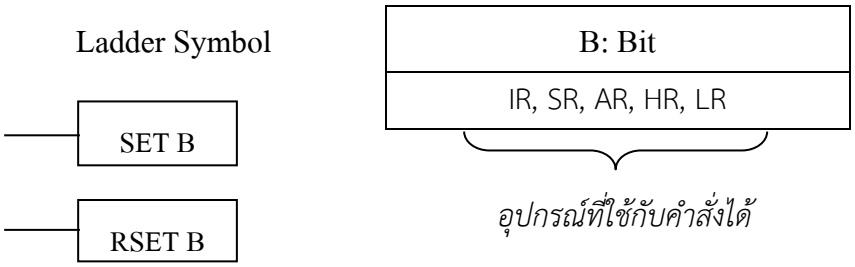


รูปภาพที่ 3.5 Optical Proximity Switch และวงจรการต่อใช้งาน

หลักการทำงาน Optical Proximity Switch แบบ PNP ส่งสัญญาณ Output ออกมาเป็นไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ ที่กระแส Load สูงสุด 200 mA ในสถานะปกติ จะไม่มีสัญญาณ Output ออกมา ส่วนในสถานะทำงานเมื่อตรวจจับวัตถุได้ตามระยะที่กำหนด จะส่งสัญญาณ Output ออกมาเพื่อไปต่อให้ Load ในวงจรทำงาน

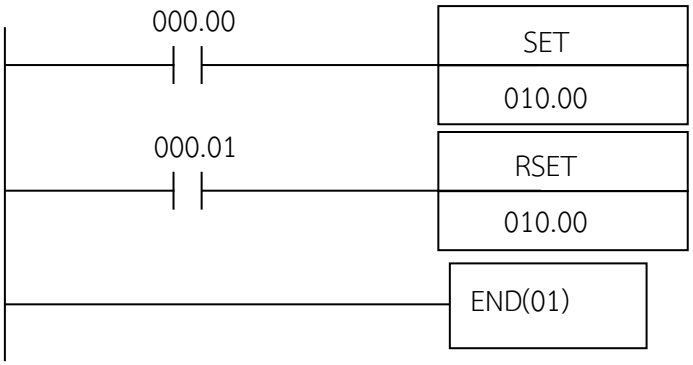
3.2 วงจรนิวแมติกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ เซต (SET) และรีเซต (RESET) SET- RSET

คำสั่ง SET ใช้ในการ Set ให้บิตที่ถูกสั่ง ON ค้าง โดยที่บิตที่ถูกสั่งจะยังคง ON ค้างอยู่ จนกว่าคำสั่ง RSET (Reset) ที่บิตเดียวกันจะถูกประมวลผล บิตนั้นจึงจะ “OFF”



<u>ตัวอย่างที่ 3.1</u> ต้องการให้หลอดไฟที่เอาต์พุต 1000 ติดตลอดเวลา หลังจาก ON ที่อินพุต 00000 แล้ว ครั้งเดียวโดยไม่ต้อง Hold คำสั่งเอาต์พุต จนกว่าจะมีการ Reset อินพุต 00001 หรือให้หลอดไฟดับเท่านั้น

การเขียน Ladder Diagram (LD)



การเขียน Instruction List (IL)

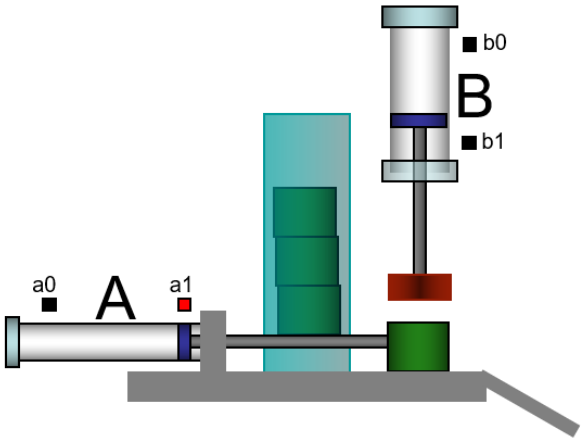
Address	Instruction	Operands
0000	LD	000.00
0001	SET	010.00
0002	LD	000.00
0003	RESET	010.00
0004	END(01)	-

การใช้คำสั่ง เซต (SET) และรีเซต (RESET) SET- RSET ในการควบคุมวงจรนิวแมติกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC เพื่อให้เกิดความเข้าใจการทำงานของคำสั่งจะอธิบายเป็นลำดับขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดเงื่อนไขการทำงานของวงจร
2. กำหนดตำแหน่งของอินพุตและเอาต์พุต
3. การต่อวงจรนิวแมติกส์กำลัง
4. การต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุม
5. เขียน Ladder Diagram และ เขียน Instruction List (IL) โดยใช้คำสั่ง SET- RSET
6. วิเคราะห์การทำงานและบันทึกข้อมูล

3.2.1 กำหนดเงื่อนไขการทำงานของวงจร

ในการออกแบบวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล จำเป็นต้องกำหนดเงื่อนไขการทำงานของวงจรว่าต้องการระบบการควบคุมแบบใด ในการศึกษาหัวข้อนี้เราจะกำหนดเงื่อนไขการทำงานของวงจรคือ A+B+B-A-



รูปภาพที่ 3.6 เงื่อนไขการทำงาน A+B+B-A- คำสั่งพิเศษ SET- RSET

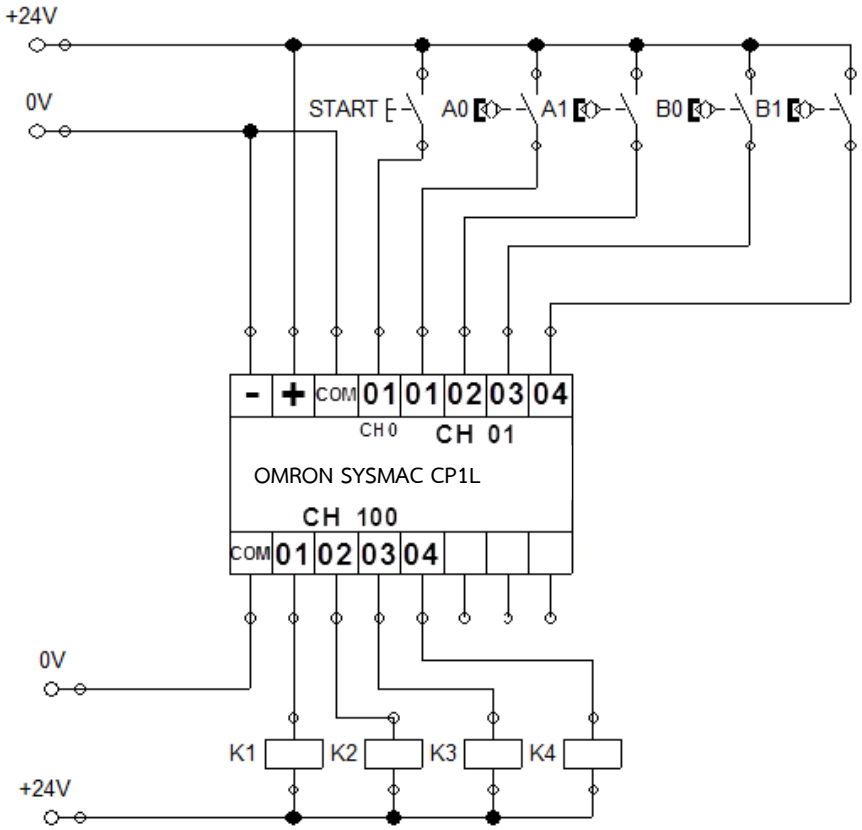
3.2.2 กำหนดตำแหน่งของอินพุตและเอาต์พุต (I/O Address Layout)

สำหรับ PLC รุ่น OMRON SYSMAC CP1L มีจำนวน I/O เท่ากับ 24/16 จุด โดยเราจะกำหนดตำแหน่งของอินพุตและเอาต์พุตจากเงื่อนไขการทำงานได้ดังนี้

ตารางที่ 3.1 การกำหนดตำแหน่งอินพุตและเอาต์พุต การใช้คำสั่งพิเศษ SET- RSET

Input Unit Address			Output Unit Address		
001	START	Pushbutton Switch	**10001**	K1 (A+)	Relay Control Solenoid Valve Y1.2
101	A0	Reed Switch (A-)	**10002**	K2 (B+)	Relay Control Solenoid Valve Y2.2
102	A1	Reed Switch (A+)	**10003**	K3 (B-)	Relay Control Solenoid Valve Y2.3
103	B0	Reed Switch (B-)	**10004**	K4 (A-)	Relay Control Solenoid Valve Y1.3
104	B1	Reed Switch (B+)			

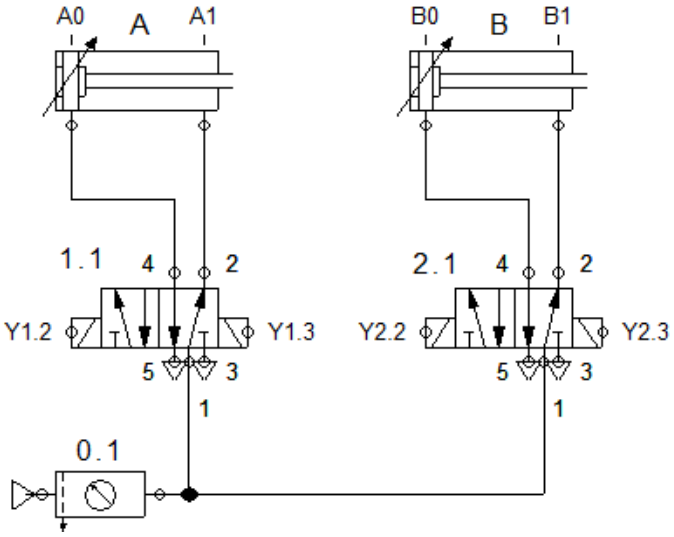
เมื่อกำหนดตำแหน่งแล้วลำดับต่อไปทำการต่อวงจรอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตของ PLC



รูปภาพที่ 3.7 การต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต คำสั่งพิเศษ SET- RSET

3.2.3 ต่อวงจรนิวแมติกส์กำลัง

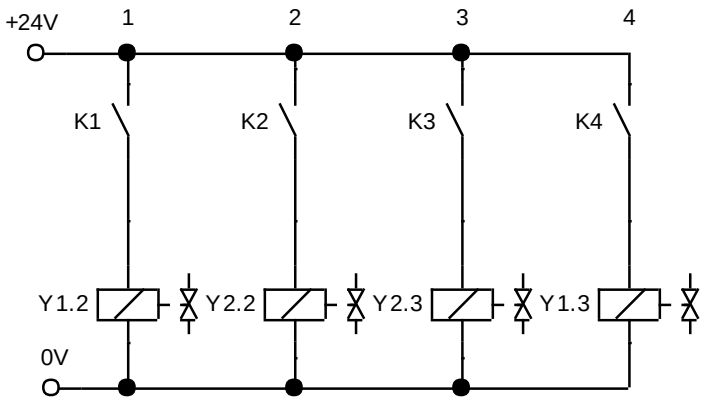
ในการออกแบบวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC) โดยใช้คำสั่งพิเศษ SET- RSET มีการต่อวงจรนิวแมติกส์กำลังดังในรูปภาพที่ 3.8



รูปภาพที่ 3.8 การต่อวงจรนิวแมติกส์กำลัง คำสั่งพิเศษ SET- RSET

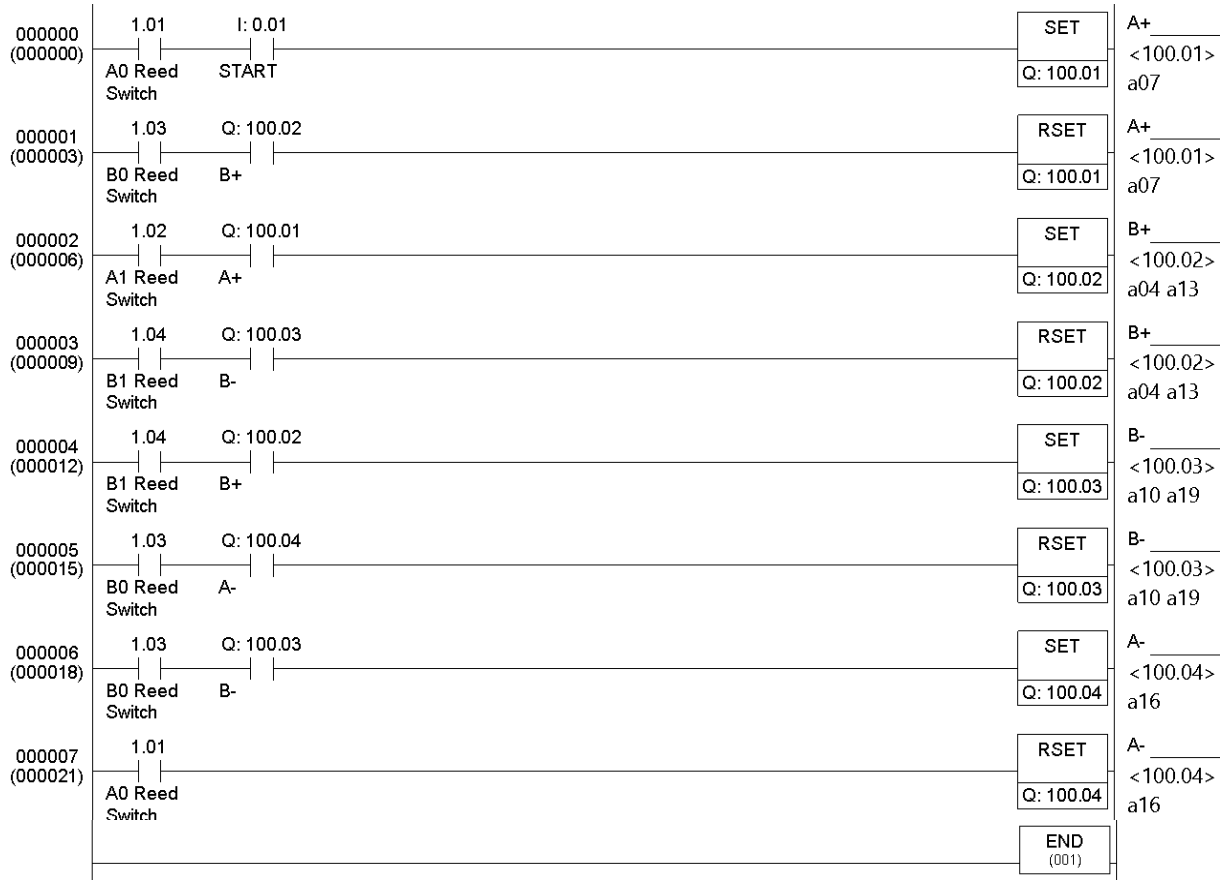
3.2.4 ต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุม

ในการออกแบบวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ด้วยคำสั่ง AND LD และ OR LD มีการควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว โดยใช้สัญญาณเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN ของ PLC แต่มีขนาดของกระแสไฟฟ้าสูงสุดไม่เกิน 0.3 A ดังนั้นในการต่อใช้งานจึงต้องใช้รีเลย์ 24 โวลต์ (K) มาทำหน้าที่เป็นวงจรนิวแมติกส์ควบคุม ดังแสดงในภาพ



รูปภาพที่ 3.9 การต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุม คำสั่งพิเศษ SET- RSET

3.2.5 เขียน Ladder Diagram และ เขียน Instruction List (IL)



รูปภาพที่ 3.10 Ladder Diagram คำสั่งพิเศษ SET- RSET

ตารางที่ 3.2 คำสั่ง Instruction List (IL) คำสั่งพิเศษ SET- RSET

Address	Instruction	Operands
0000	LD	1.01
0001	AND	0.01
0002	SET	100.01
0003	LD	1.03
0004	AND	100.02
0005	RSET	100.01
0006	LD	1.02
0007	AND	100.01
0008	SET	100.02
0009	LD	1.04
0010	AND	100.03

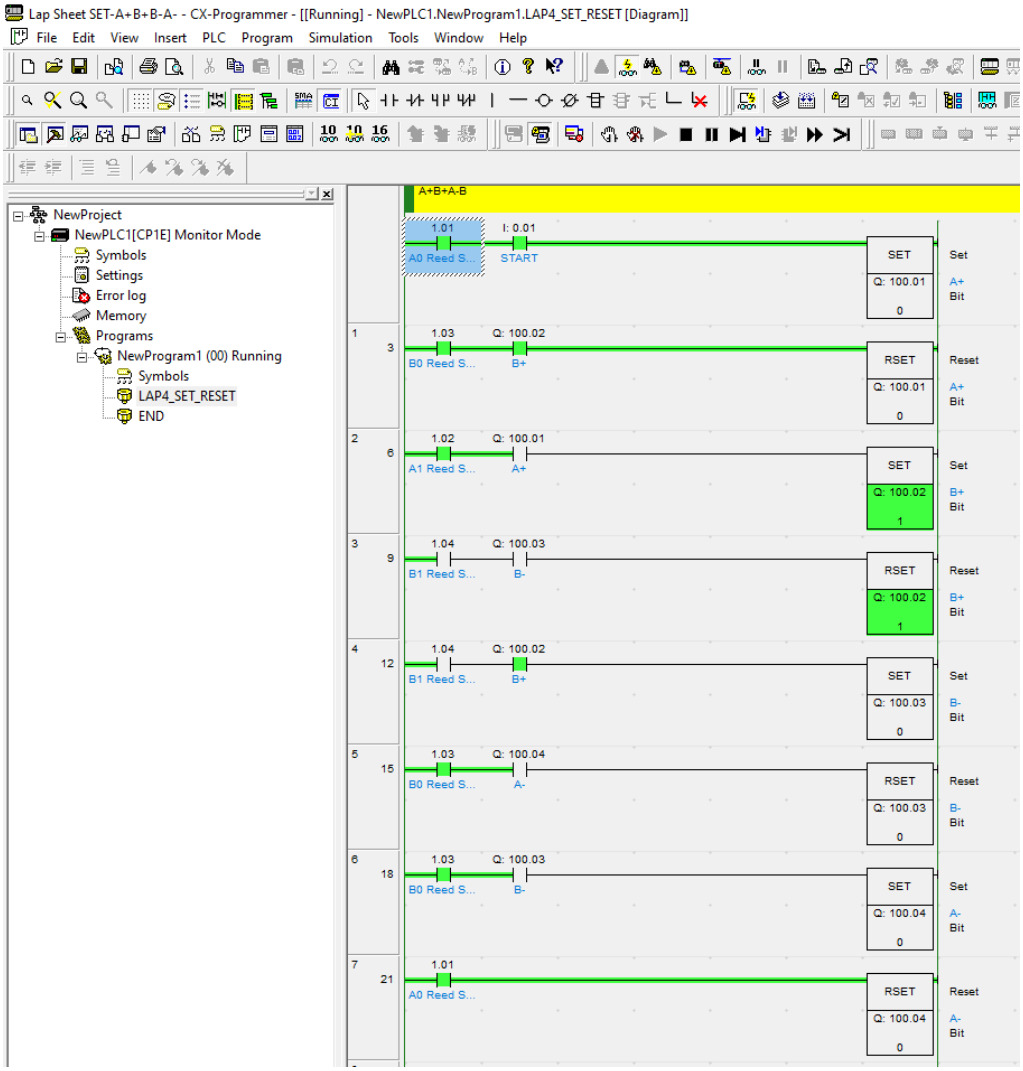
ตารางที่ 3.2 คำสั่ง Instruction List (IL) คำสั่งพิเศษ SET- RSET (ต่อ)

Address	Instruction	Operands
0011	RSET	100.02
0012	LD	1.04
0013	AND	100.02
0014	SET	100.03
0015	LD	1.03
0016	AND	100.04
0017	RSET	100.03
0018	LD	1.03
0019	AND	100.03
0020	SET	100.04
0021	LD	1.01
0022	RSET	100.04
0023	END (001)	

3.2.6 วิเคราะห์การทำงานและบันทึกข้อมูล

หลังจากเขียน Ladder Diagram แล้ว เราต้องทำการวิเคราะห์การทำงานของวงจรในโปรแกรม CX-Programmer โดยการเชื่อมต่อสายสัญญาณ PC (Personal Computer) กับชุดฝึก PLC รุ่น OMRON SYSMAC CP1L ดังแสดงในภาพ และมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ใช้เมาส์เลือก Work Online Simulator
2. ทำการโอนข้อมูลคำสั่งจาก CX-Programmer ไปยัง PLC
   โดยเลือก PLC > Transfer > To PLC
3. ที่ Download Options เลือก OK
4. เริ่มต้นการทำงานด้วยการกดสวิตช์ปุ่มกด START
   ของวงจรไฮดรอลิกส์ไฟฟ้าควบคุมด้วย PLC
5. วงจรทำงานตามขั้นตอนและเงื่อนไข
6. ทำการบันทึกข้อมูล ชื่อ AND OR LD ดังแสดงในรูปภาพที่ 3.11

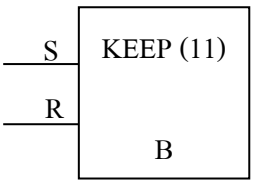


รูปภาพที่ 3.11 วิเคราะห์การทำงานและบันทึกข้อมูล คำสั่งพิเศษ SET- RSET

3.3 วงจรนิวแมติกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP – KEEP (11)

การทำงานของคำสั่ง KEEP จะเหมือนกับคำสั่ง SET และ RESET เหมือนการจับขา SET/RESET ให้รวมอยู่ในตัวเดียวกัน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้โปรแกรมได้สะดวกตามความเหมาะสม

Ladder Symbol



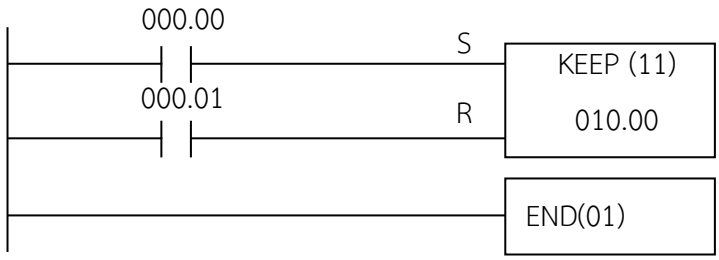
B: Bit
IR, SR, AR, HR, LR

อุปกรณ์ที่ใช้กับคำสั่งได้

เมื่อขา S ถูกตั้ง ON บิตที่ B จะทำงานจนกว่าขา R จะถูกตั้ง ON บิต B ถึงจะเลิกทำงาน

<u>ตัวอย่างที่ 3.2</u> ต้องการให้เอาต์พุต 1000 ON ตลอดเวลาโดยการ ON อินพุต 00000 ไม่ว่าจะ OFF แล้วก็ตามจนกว่าอินพุต 00001 จะ ON (RESET)

การเขียน Ladder Diagram (LD)



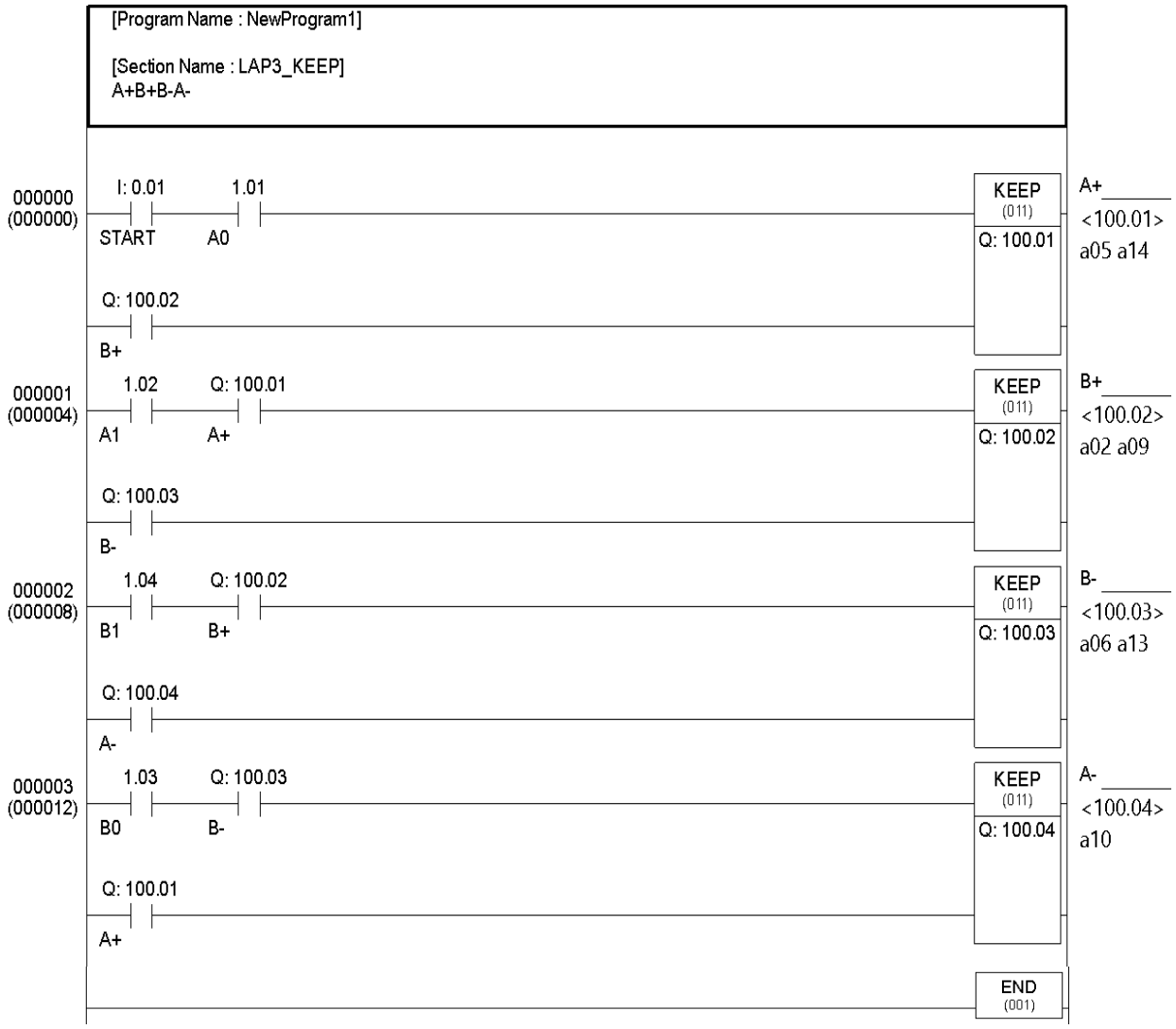
การเขียน Instruction List (IL)

Address	Instruction	Operands
0000	LD	000.00
0002	LD	000.01
0003	KEEP	010.00
0004	END(01)	-

สำหรับการใช้คำสั่ง KEEP ในวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC เงื่อนไขการทำงาน **A+,B+,B-,A-** ซึ่งเหมือนกันกับการเขียนคำสั่ง SET และ RESET ดังนั้นในส่วนของวิธีการ (1) การต่ออุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต กับตำแหน่ง PLC (2) วงจรนิวแมติกส์ควบคุม และ (3) วงจรนิวแมติกส์กำลัง จะใช้แบบเดียวกัน ในส่วนที่เราจะต้องทำการออกแบบวงจรใหม่ ด้วยการเขียนคำสั่งในโปรแกรม CX-Programmer โดยใช้คำสั่ง KEEP ดังต่อไปนี้

3.3.1 การเขียน Ladder Diagram (LD) ด้วยคำสั่ง KEEP

จากหน้าจอเริ่มต้นใน CX-Programmer เราสามารถเขียน Ladder Diagram ของวงจรควบคุมเงื่อนไขการทำงาน **A+,B+,B-,A-** ได้ดังนี้



รูปภาพที่ 3.12 Ladder Diagram ของคำสั่ง KEEP เงื่อนไข A+B+B-A-

ตารางที่ 3.3 Instruction List ของคำสั่ง KEEP เงื่อนไข A+B+B-A-

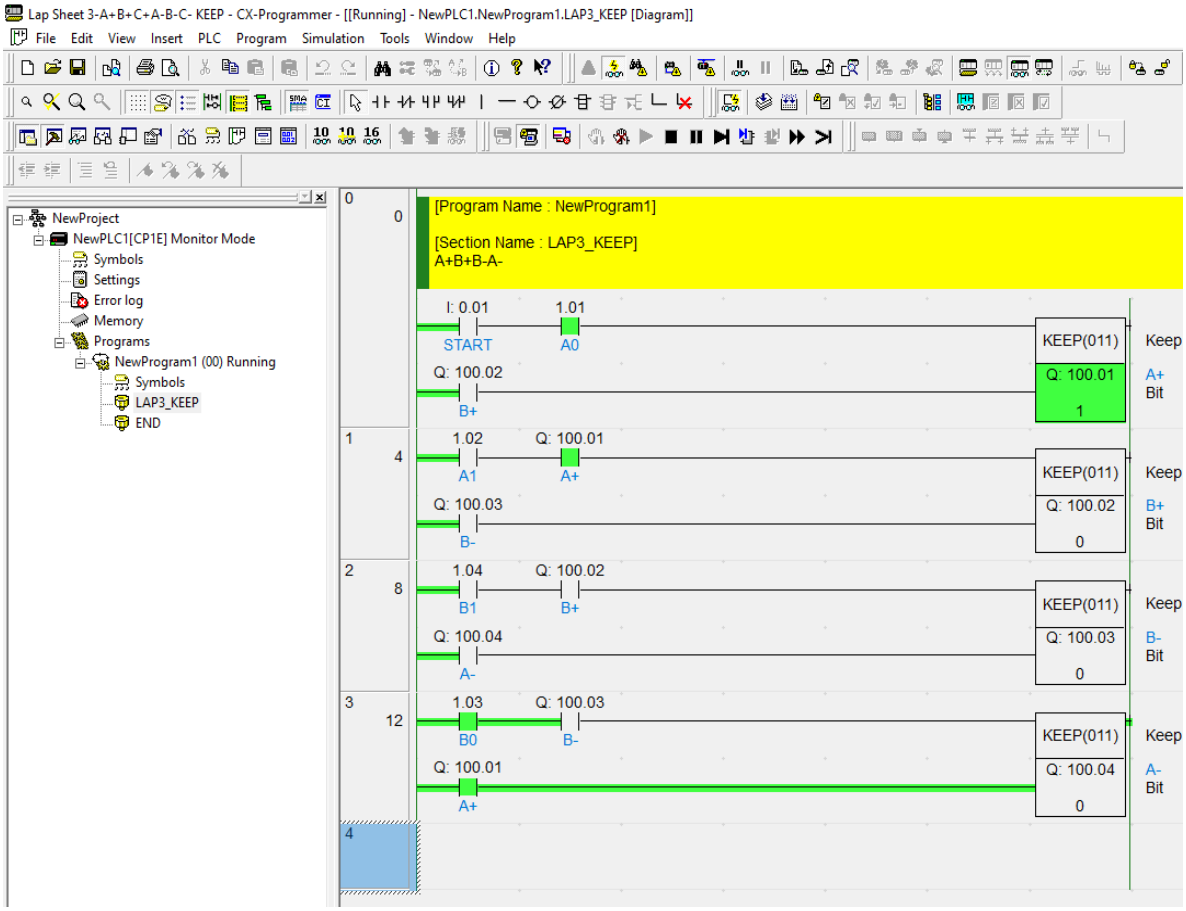
Address	Instruction	Operands
0000	LD	0.01
0001	AND	1.01
0002	LD	100.02
0003	KEEP (011)	100.01
0004	LD	1.02
0005	AND	100.01
0006	LD	100.03
0007	KEEP (011)	100.02
0008	LD	1.04
0009	AND	100.02
0010	LD	100.04
0011	KEEP (011)	100.03
0012	LD	1.03
0013	AND	100.03
0014	LD	100.01
0015	KEEP (011)	100.04
0016	END (001)	-

3.3.2 วิเคราะห์การทำงานของวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC

ในการวิเคราะห์การทำงานวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล จะต้องทำการเชื่อมต่อ PLC กับ CX-Programmer เราจะเชื่อมต่อโดยใช้สายเชื่อมสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล แบบหัว USB เชื่อมต่อกับ PLC OMRON รุ่น SYSMAC CP1L ด้วยหัวเชื่อมสายแบบเดียวกับ Printer และบันทึกข้อมูลวงจร Ladder Diagram แล้ว เราต้องทำการต่อวงจรนิวแมติกส์กำลัง วงจรนิวแมติกส์ควบคุมแล้วทำการวิเคราะห์การทำงานของวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเงื่อนไขการทำงาน A+B+B-A- ดังต่อไปนี้

1. ใช้เมาส์เลือก Work Online Simulator
2. เปิดชุดฝึกไฮดรอลิกส์ไฟฟ้า (ON) แล้วเปิดวาล์วจ่ายความดันน้ำมันไฮดรอลิกส์ให้วงจร
3. ใช้มือกดปุ่ม On ตำแหน่งอินพุต START เพื่อวิเคราะห์การทำงานของวงจรควบคุม

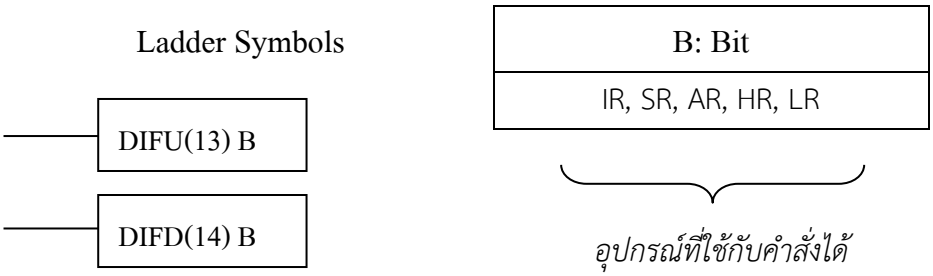
จะปรากฏการทำงานของวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล เงื่อนไขการทำงาน A+B+B-A- ดังในรูปภาพที่ 3.13



รูปภาพที่ 3.13 การทำงานของวงจรด้วยคำสั่ง KEEP เงื่อนไข A+B+B-A-

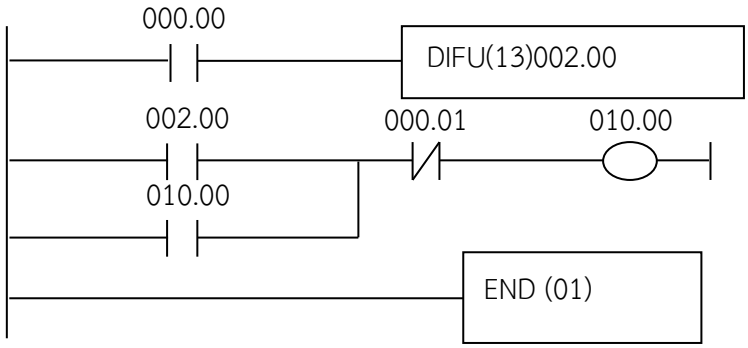
3.3.3 การใช้คำสั่งพิเศษ DIFFERENTIATE UP and DOWN–DIFU(13), DIFD(14)

คำสั่งนี้ DIFU(13) และ DIFD(14) จะเป็นคำสั่งที่ทำงานเพียงขอบขาขึ้น หรือขอบขาลงของอินพุตเท่านั้น และจะทำงานเพียงช่วง One Cycle Time เท่านั้น



<u>ตัวอย่างที่ 3.3</u> ต้องการให้อินพุต 00000 ที่มีความไวในการ ON-OFF สามารถ ON Output Lamp 1000 ให้ติดได้โดยอินพุต 00001 เป็นตัวสั่ง OFF

3.3.3.1 การเขียน Ladder Diagram (LD)



3.3.3.2 การเขียน Instruction List (IL)

Address	Instruction	Operands
0000	LD	000.00
0002	DIFU	002.00
0003	LD	002.00
0004	OR	010.00
0005	AND-NOT	000.01
0006	OUT	010.00
0007	END (01)	-

เอกสารอ้างอิง

เดชฤทธิ์ มณีธรรม. **คัมภีร์ ระบบนิวแมติกส์.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ เคทีพี, 2548.

ปานเพชร ชินินทร และขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์. **นิวแมติกอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด ยูเคชั่น**,** 2549.

มนูญ ชื่นชม. **นิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : พิมพ์ครั้งที่ 10, สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคม ส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 2548.

Festo. **Learning Systems 2011/2012.** Festo didactic GmbH & Co. KG, 2011.

แบบฝึกหัดที่ 3

รหัสวิชา 3100-0104 รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับชั้น ปวส.
เรื่อง วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน จำนวน 10 คะแนน เวลา 30 นาที

คำสั่ง แบบฝึกหัดมีจำนวน 2 ข้อ ข้อละ 5 คะแนน รวม 10 คะแนน

ให้นักศึกษาตอบคำถาม แสดงวิธีการวิเคราะห์ เขียนวงจร และแสดงวิธีการแก้ปัญหา

ข้อที่

1. จงบอกหลักการเขียนและวิเคราะห์การทำงานวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิล คอนโทรลเลอร์ เงื่อนไขการทำงาน A+,A-,B+,B- โดยใช้คำสั่งพิเศษ ร่วมกับ อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ

2. จงบอกหลักการเขียนและวิเคราะห์การทำงานวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิล คอนโทรลเลอร์ เงื่อนไขการทำงาน A+,B+,C+,A-,B-,C- โดยใช้คำสั่งพิเศษ ร่วมกับ อุปกรณ์ตรวจจับ

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 3

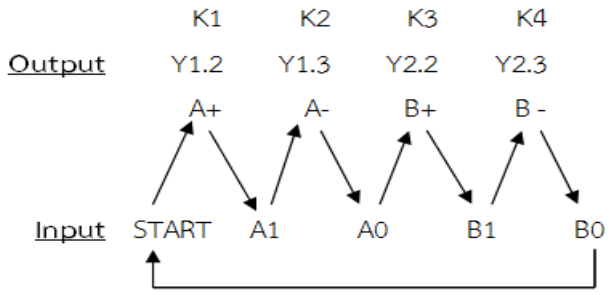
รหัสวิชา 3100-0104 รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับชั้น ปวส.

เรื่อง วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน จำนวน 10 คะแนน เวลา 10 นาที

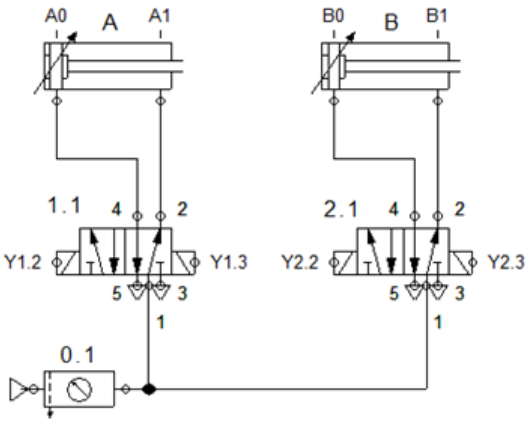
เฉลยแบบฝึกหัดมีจำนวน 2 ข้อ ข้อละ 5 คะแนน รวม 10 คะแนน

ตอบข้อ 1. จงบอกหลักการเขียนและอธิบายการทำงานวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เงื่อนไขการทำงาน A+,A-,B+,B-

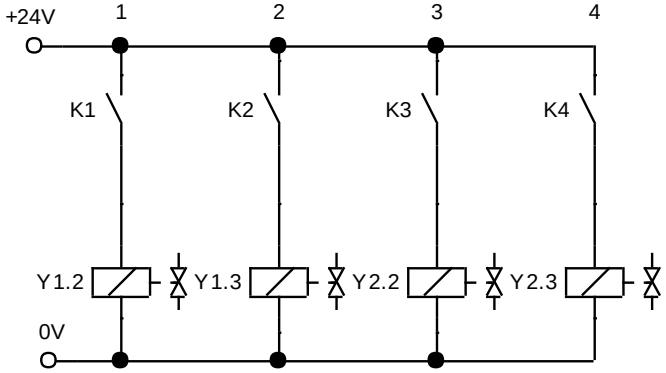
1.1 Signal Flow Step Diagram ของวงจร A+A-B+B-



1.2 การต่อวงจรนิวแมติกส์กำลัง



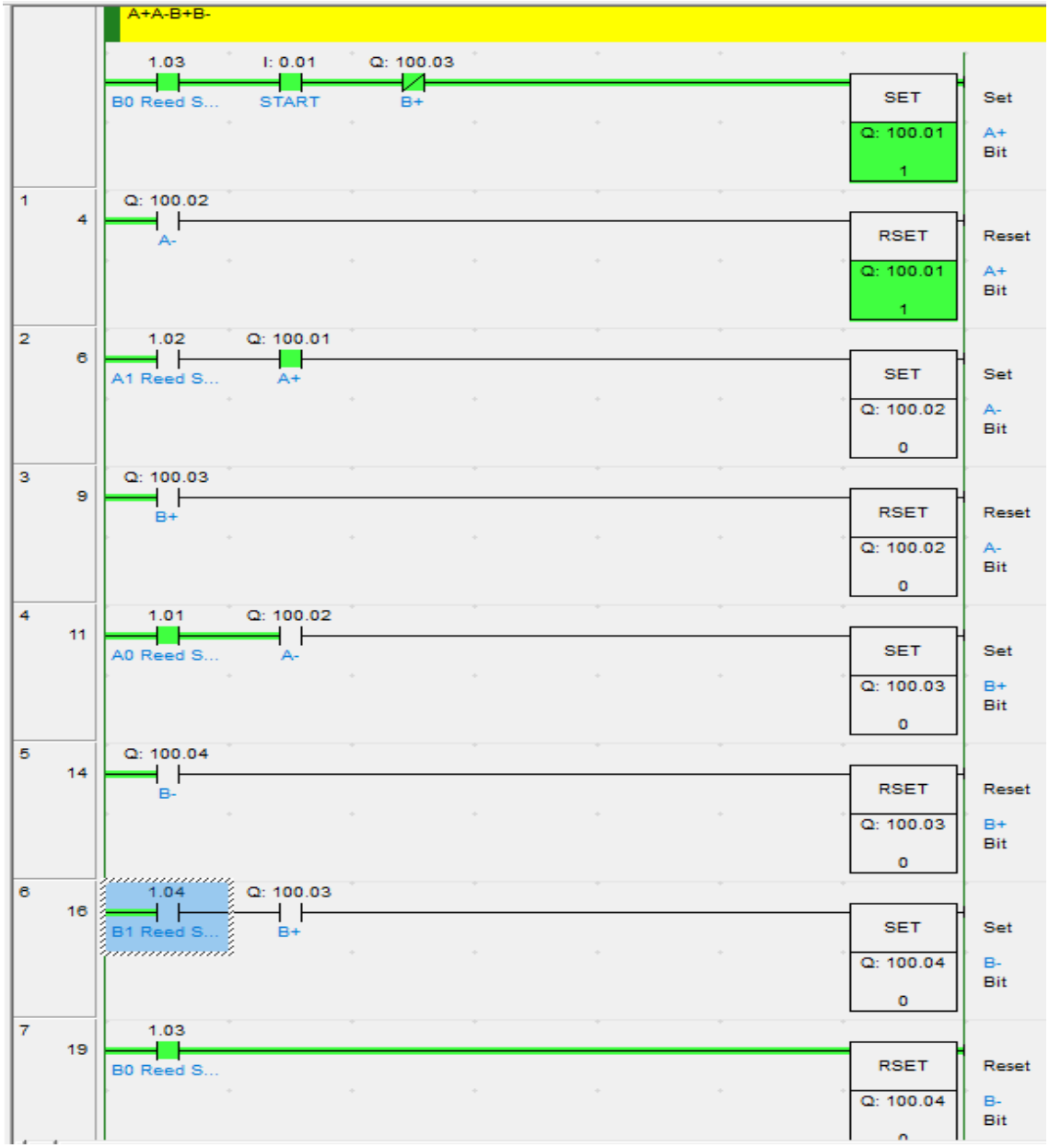
1.2 การต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุม



1.4 การกำหนดตำแหน่งอินพุตและเอาต์พุต ของวงจร A+, A-,B+, B-

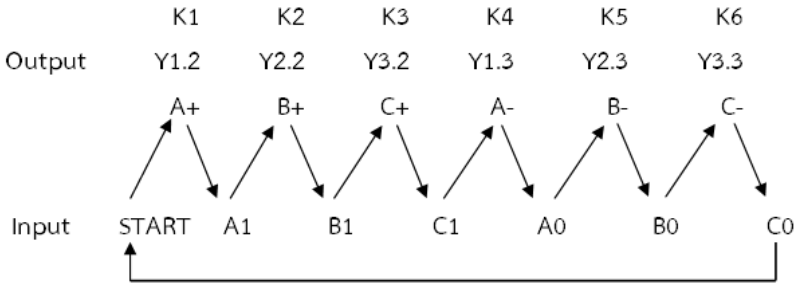
Input Unit Address			Output Unit Address		
001	START	Pushbutton Switch	10001	K1	Relay Control Solenoid Valve Y1.2
101	A0	Reed Switch (A-)	10002	K2	Relay Control Solenoid Valve Y1.3
102	A1	Reed Switch (A+)	10003	K3	Relay Control Solenoid Valve Y2.2
103	B0	Reed Switch (B-)	10004	K4	Relay Control Solenoid Valve Y2.3
104	B1	Reed Switch (B+)			

1.5 การเขียนคำสั่ง Ladder Diagram ของวงจร A+, A-,B+, B-

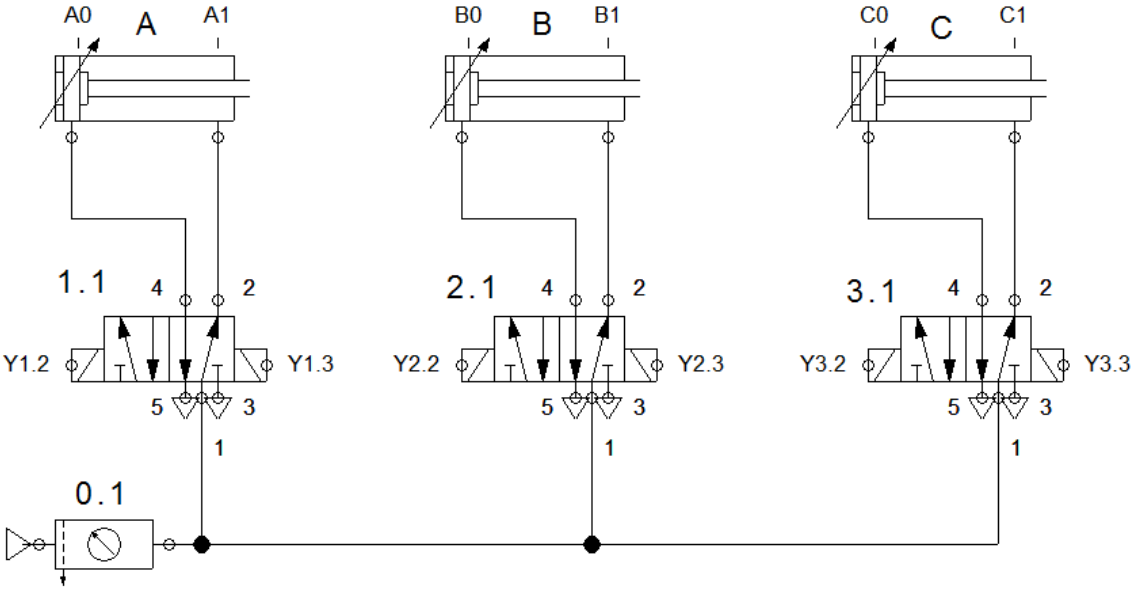


ตอบข้อ 2. จงบอกหลักการเขียนและวิเคราะห์การทำงานวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล เงื่อนไขการทำงาน A+,B+,C+,A-,B-,C-

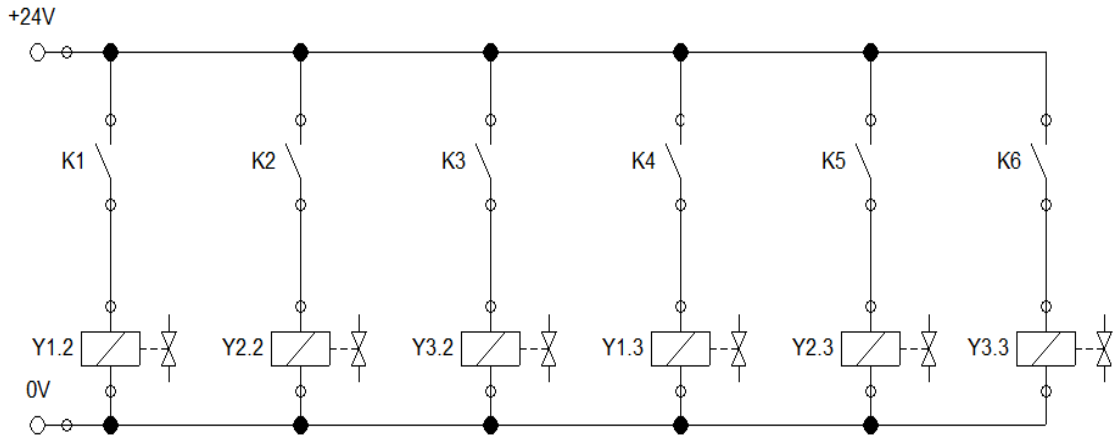
2.1 Signal Flow Step Diagram ของวงจร A+,B+,C+,A-,B-,C-



2.2 การต่อวงจรนิวแมติกส์กำลัง A+,B+,C+,A-,B-,C-



2.3 การต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุม A+,B+,C+,A-,B-,C-



2.4 การกำหนดตำแหน่งอินพุตและเอาต์พุต ของวงจร A+,B+,C+,A-,B-,C-

Input Unit Address			Output Unit Address		
001	START	Pushbutton Switch	10000	K1	Relay Control Solenoid Valve Y1.2
101	A0	Reed Switch (A-)	10001	K2	Relay Control Solenoid Valve Y2.2
102	A1	Reed Switch (A+)	10002	K3	Relay Control Solenoid Valve Y3.2
103	B0	Reed Switch (B-)	10003	K4	Relay Control Solenoid Valve Y1.3
104	B1	Reed Switch (B+)	10004	K5	Relay Control Solenoid Valve Y2.3
105	C0	Reed Switch (C-)	10005	K6	Relay Control Solenoid Valve Y3.3
106	C1	Reed Switch (C+)			

2.5 การเขียนคำสั่ง Ladder Diagram ของวงจร A+,B+,C+,A-,B-,C-

แบบทดสอบหลังเรียนที่ 3

รหัสวิชา 3100-0104 รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับชั้น ปวส.

เรื่อง วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน จำนวน 10 คะแนน เวลา 15 นาที

คำสั่ง แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ให้นักศึกษาเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว และทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

ข้อที่

1. ข้อใดบอกหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุในวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC ได้ถูกต้อง
   - ก. Inductive Proximity Sensor ใช้ในการตรวจจับวัตถุทั่วไป
   - ข. Capacitive Proximity Sensor ใช้ในการตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะ
   - ค. Optical Proximity Sensor ใช้ในการตรวจจับแสงสะท้อนจากวัตถุ
   - ง. สวิตช์ทำงานด้วยแม่เหล็กหรือรีดสวิตช์ ใช้ในการตรวจจับแม่เหล็กไฟฟ้า
   - จ. Reed Proximity Sensor ใช้ในการตรวจจับวัตถุที่เป็นอโลหะ
2. ข้อใดอธิบายการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุในวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC ได้ถูกต้อง
   - ก. Proximity Sensor มีหลักการทำงานในการต่อวงจรใช้งาน 2 แบบ คือ แบบ 2 สาย และ แบบ 3 สาย
   - ข. Inductive Proximity Sensor เมื่อตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะได้ตามระยะที่กำหนด จะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาเพื่อไปต่อวงจรให้โหลดทำงาน
   - ค. Optical Proximity Sensor ใช้แสงอินฟราเรดเป็นตัวตรวจจับการสะท้อนแสงของวัตถุตามระยะที่กำหนด จะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาเพื่อไปต่อวงจรให้โหลดทำงาน
   - ง. Capacitive Proximity Sensor เมื่อตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะได้ตามระยะที่กำหนด จะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาเพื่อไปต่อวงจรให้โหลดทำงาน
   - จ. ถูกทุกข้อ
3. ข้อใดบอกหลักการทำงานของ Reed Switch ได้ถูกต้อง
   - ก. ใช้ในการตรวจจับวัตถุทั่วไป
   - ข. ใช้ในการตรวจจับสนามแม่เหล็ก
   - ค. ใช้ในการตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะ
   - ง. ใช้แสงอินฟราเรดเป็นตัวตรวจจับชิ้นงาน
   - จ. ใช้ในการตรวจจับวัตถุที่เป็นอโลหะ

4. ข้อใดอธิบายการทำงานของคำสั่งพิเศษ SET- RSET ได้ถูกต้อง

ก. ทำการ ON และ OFF คำสั่งวงจรใน PLC

ข. ทำการ SET และ RESET การทำงานของวงจรใน PLC

ค. ทำการ SET ให้ PLC ทำงาน (ON) และ RESET ให้ PLC หยุดทำงาน (OFF)

ง. ทำการ SET และ RESET Bit ของ Input ให้ทำงานและ Hold คำสั่ง Output

จ. ทำการ SET Bit ของคำสั่ง Output ให้ทำงานโดยไม่ต้อง Hold คำสั่ง Output

5. ข้อใดบอกหลักการทำงานของ Capacitive Proximity Switch ได้ถูกต้อง

ก. สวิตช์ทำงานด้วยแม่เหล็ก ใช้ในการตรวจจับแม่เหล็กไฟฟ้า

ข. เมื่อตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะได้ตามระยะที่กำหนด จะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาเพื่อไปต่อวงจรให้โหลดทำงาน

ค. ใช้แสงอินฟราเรดเป็นตัวตรวจจับการสะท้อนแสงของ วัตถุตามระยะที่กำหนด จะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาเพื่อไปต่อวงจรให้โหลดทำงาน

ง. เมื่อตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะและอโลหะได้ตามระยะที่กำหนดจะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาเพื่อไปต่อวงจรให้โหลดทำงาน

จ. ใช้แสงอินฟราเรดเป็นตัวตรวจจับการสะท้อนแสงของ วัตถุตามระยะที่กำหนด จะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาเพื่อไปต่อวงจรให้โหลด Capacitive ทำงาน

6. ข้อใดอธิบายการทำงานของคำสั่งพิเศษ KEEP (11) ได้ถูกต้อง

ก. เมื่อขา R มีสถานะ ON จะทำให้คำสั่ง KEEP ทำงาน

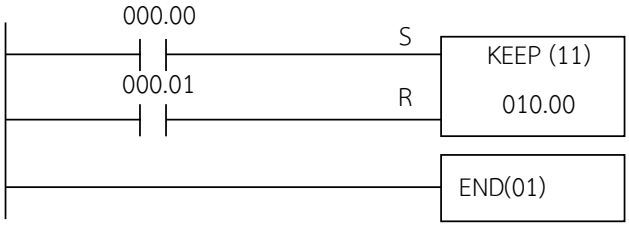
ข. เป็นคำสั่ง Instruction List (IL) ของ SET และ RESET

ค. เหมือนกับคำสั่ง ON และ OFF ให้รวมอยู่ในคำสั่ง KEEP

ง. เมื่อขา R มีสถานะ ON จะทำให้ Hold คำสั่ง Output ของ KEEP

จ. เหมือนกับคำสั่ง SET และ RESET ให้รวมอยู่ใน คำสั่ง KEEP ตัวเดียว

7. ข้อใดวิเคราะห์การทำงานวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ Capacitive Proximity Switch ได้ถูกต้อง



ก. ต้องการให้คำสั่ง KEEP ON ตลอดเวลาโดยต้อง SET ที่ 010.00

ข. ต้องการให้เอาต์พุต 10.00 ON ตลอดเวลาโดยการ SET ที่ 010.00

ไม่ว่าจะ OFF แล้วก็ตามจนกว่าอินพุต 000.01 จะ ON (RESET)

ค. ต้องการให้เอาต์พุต 10.00 ON ต้องทำการ SET KEEP (11) 000.01
และทำการ (RESET) OFF ด้วยอินพุต 000.00

ง. ต้องการให้เอาต์พุต 10.00 ON ตลอดเวลาโดยการ ON KEEP (11)
ไม่ว่าจะ OFF แล้วก็ตามจนกว่าอินพุต 000.01 จะ ON (RESET)

จ. ต้องการให้เอาต์พุต 10.00 ON ตลอดเวลาโดยการ ON อินพุต 000.00
ไม่ว่าจะ OFF แล้วก็ตามจนกว่าอินพุต 000.01 จะ ON (RESET)

8. ข้อใดบอกหลักการทำงานของ Inductive Proximity Switch ได้ถูกต้อง

ก. เมื่อตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะได้ตามระยะที่กำหนด จะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาเพื่อไปต่อวงจรให้โหลดทำงาน

ข. เมื่อตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะและอโลหะได้ตามระยะที่กำหนดจะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาเพื่อไปต่อวงจรให้โหลดทำงาน

ค. ใช้แสงอินฟราเรดเป็นตัวตรวจจับการสะท้อนแสงของ วัตถุตามระยะที่กำหนด จะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาเพื่อไปต่อวงจรให้โหลดทำงาน

ง. สวิตช์ทำงานด้วยแม่เหล็ก ใช้ในการตรวจจับแม่เหล็กไฟฟ้า

จ. ใช้แสงอินฟราเรดเป็นตัวตรวจจับการสะท้อนแสงของ วัตถุตามระยะที่กำหนด จะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาเพื่อไปต่อวงจรให้โหลด Inductive ทำงาน

<u>ใช้ภาพในหน้า 233 สำหรับตอบคำถามข้อ 9 และ 10</u>

9. ข้อใดวิเคราะห์การทำงานของ Inductive Proximity Switch ควบคุมการทำงาน PLC ได้ถูกต้อง

ก. ทำการ ON และ OFF คำสั่งวงจรใน PLC

ข. ทำการ SET และ RESET Bit ภาคอินพุต ของ PLC

ค. ทำการ SET และ RESET การทำงานของวงจรใน PLC

ง. ทำการ ON และ OFF คำสั่งวงจรใน PLC ในวงจรภาคอินพุต

จ. ทำการ SET และ RESET ให้ PLC ทำงาน (ON) ในวงจรภาคอินพุต

10. ข้อใดวิเคราะห์การทำงานวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ Inductive Proximity Switch ได้ถูกต้อง

ก. Inductive Proximity Switch ทำหน้าที่สั่งให้วงจรหยุดทำงาน

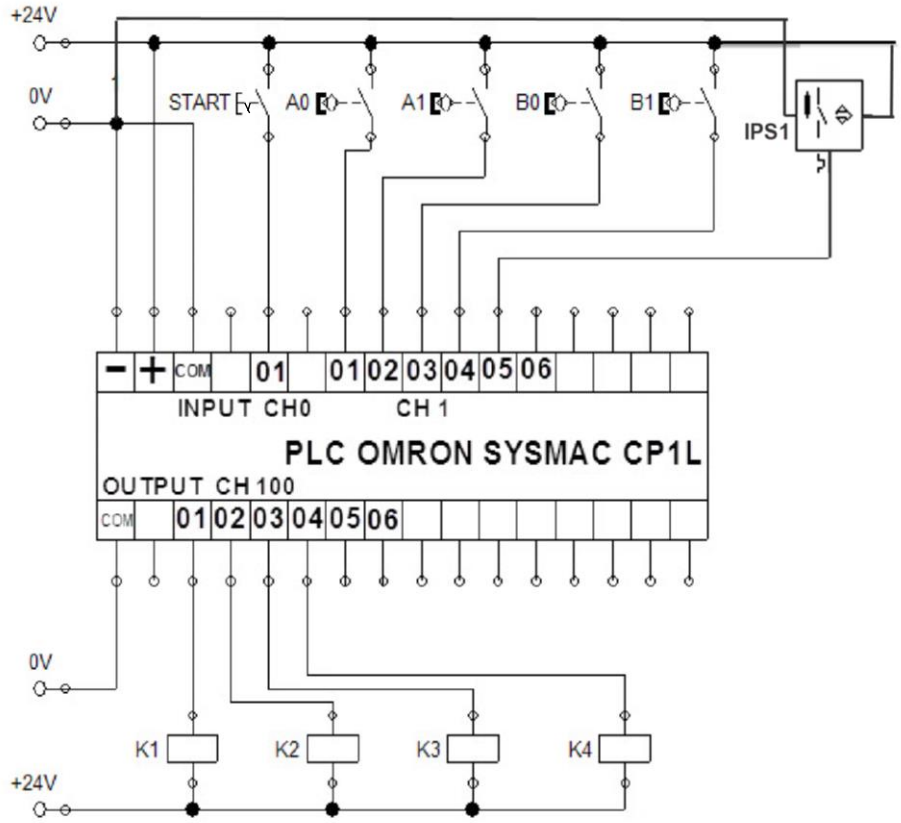
ข. Inductive Proximity Switch ทำหน้าที่สั่งให้ก้านสูบ A เคลื่อนที่ ออก

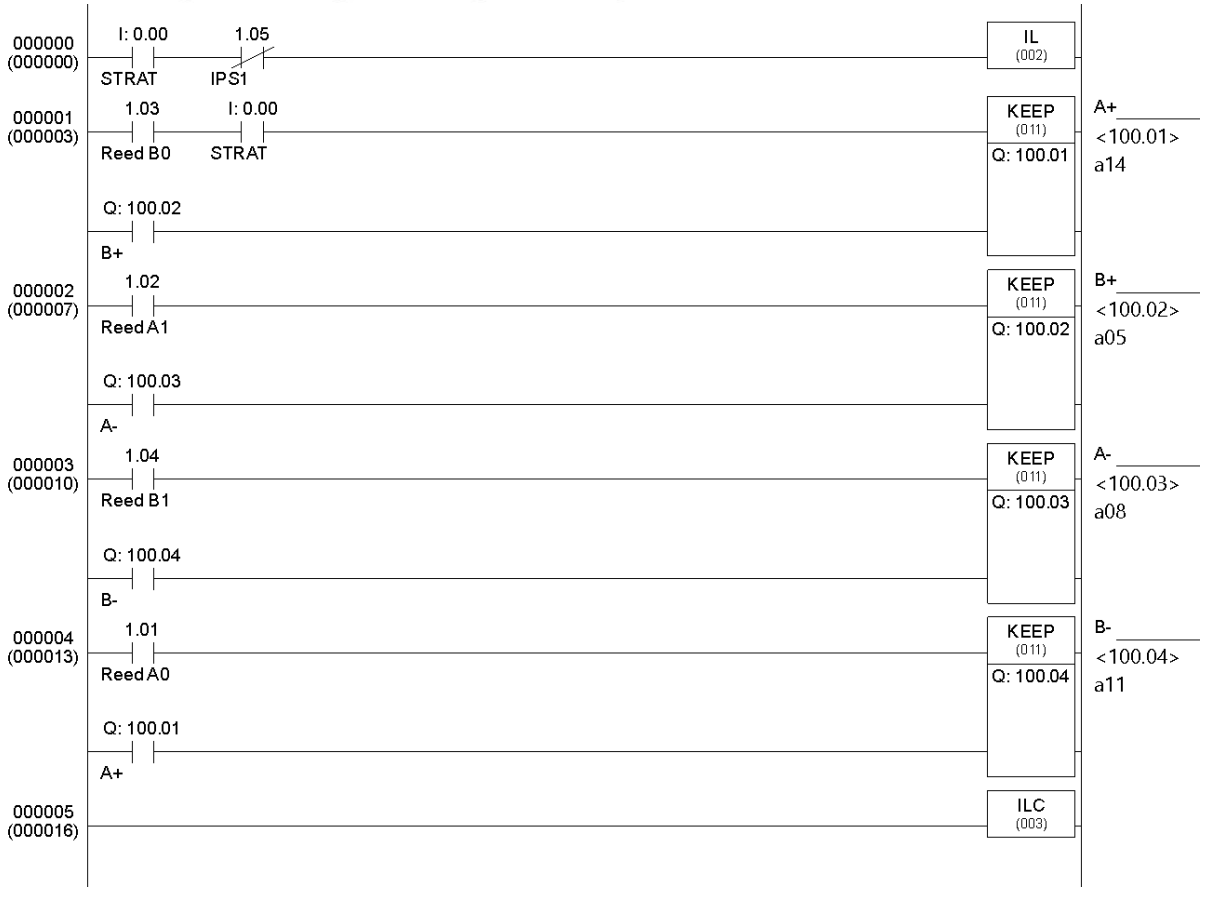
ค. Inductive Proximity Switch ทำหน้าที่สั่งให้ก้านสูบ B เคลื่อนที่ ออก

ง. Inductive Proximity Switch ทำหน้าที่สั่งให้ก้านสูบ A และ B เคลื่อนที่เข้า

จ. Inductive Proximity Switch ทำหน้าที่สั่งให้ก้านสูบ A และ B เคลื่อนที่ออก

รูปภาพใช้สำหรับตอบคำถามข้อ 9 และ 10





เฉลยแบบทดสอบที่ 3

รหัสวิชา 3100-0104 รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับชั้น ปวส.

เรื่อง วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน จำนวน 10 คะแนน เวลา 5 นาที

1. เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนมีจำนวน 10 ข้อ คะแนนรวม 10 คะแนน
2. เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนมีจำนวน 10 ข้อ คะแนนรวม 10 คะแนน

ข้อที่	แบบทดสอบ	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	ค	ค
2	จ	จ
3	ง	ข
4	ค	จ
5	ข	ง
6	ง	จ
7	ข	จ
8	ง	ก
9	ค	ง
10	จ	ก

	ใบงานที่ 3	
	รหัสวิชา 3100-0104 ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	
	ชื่อหน่วย นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	
ชื่องาน การต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ		จำนวน 2 ชั่วโมง

1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.1 ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ ได้ถูกต้อง

1.2 วิเคราะห์การทำงานของวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษได้ถูกต้อง

2. สมรรถนะ

2.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมโดย PLC ด้วยคำสั่งพิเศษ

2.2 สรุปและอธิบายการทำงานของวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมโดย PLC ด้วยคำสั่งพิเศษ

3. วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ

3.1 แผงฝึกนิวแมติกส์ไฟฟ้า สายและข้อต่อสายนิวแมติกส์	จำนวน	1 ชุด
3.2 คอมพิวเตอร์ PC พร้อมโปรแกรม CX-Programmer	จำนวน	1 ชุด
3.3 กระบอกสูบนิวแมติกส์สองทาง	จำนวน	3 ตัว
3.4 โซลีนอยด์วาล์วคู่ 5/2	จำนวน	3 ตัว
3.5 สวิตช์ปุ่มกด	จำนวน	1 ตัว
3.6 รีดสวิตช์	จำนวน	6 ตัว
3.7 รีเลย์ 24 โวลต์	จำนวน	6 ตัว
3.8 สายไฟฟ้าสำหรับต่อวงจร	จำนวน	1 ชุด
3.9 สายเชื่อมต่อสัญญาณ	จำนวน	1 ชุด
3.10 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V	จำนวน	1 ตัว

4. ข้อควรระวัง

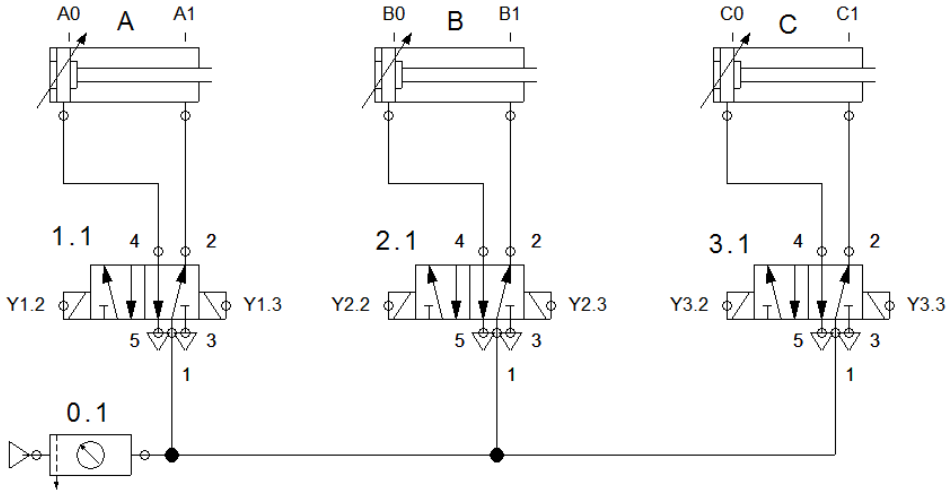
4.1 เสียบสายลมนิวแมติกส์ให้แน่น และเสียบให้กลไกเข้าตำแหน่ง

4.2 ระวังสายนิวแมติกส์หลุด สายลมสะบัดเข้าใบหน้า และร่างกาย

4.3 ก่อนจ่ายกระแสไฟฟ้า ตรวจสอบวงจรไฟฟ้าให้ถูกต้อง ระวังลัดวงจรไฟฟ้า

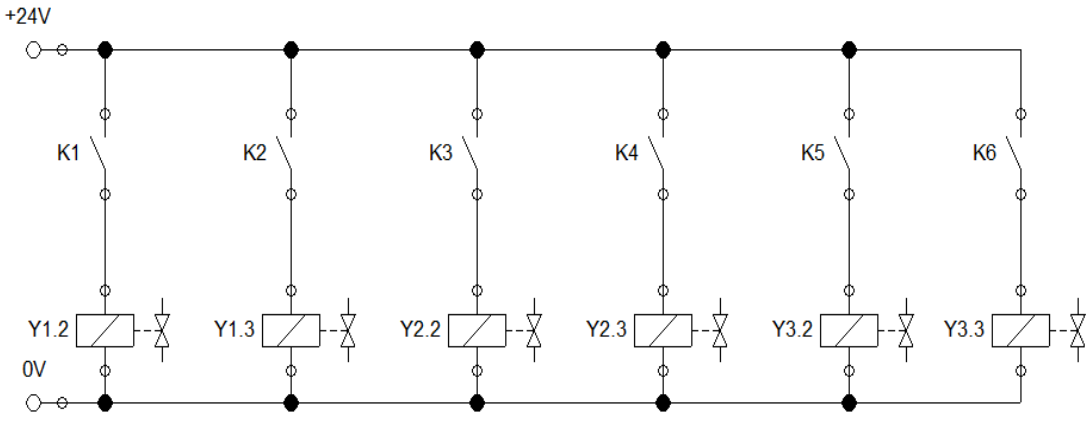
5. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

5.1 ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ เงื่อนไขการทำงาน A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch ทำงานอัตโนมัติ วงจรสั่งหยุดที่ตำแหน่ง 01 ในส่วนของวงจรนิวแมติกส์กำลัง ตามรูปภาพที่ 3.14



รูปภาพที่ 3.14 วงจรนิวแมติกส์กำลัง เงื่อนไข A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch

5.2 ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ เงื่อนไขการทำงาน A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch ในส่วนของวงจรนิวแมติกส์ควบคุม ตามรูปภาพที่ 3.15



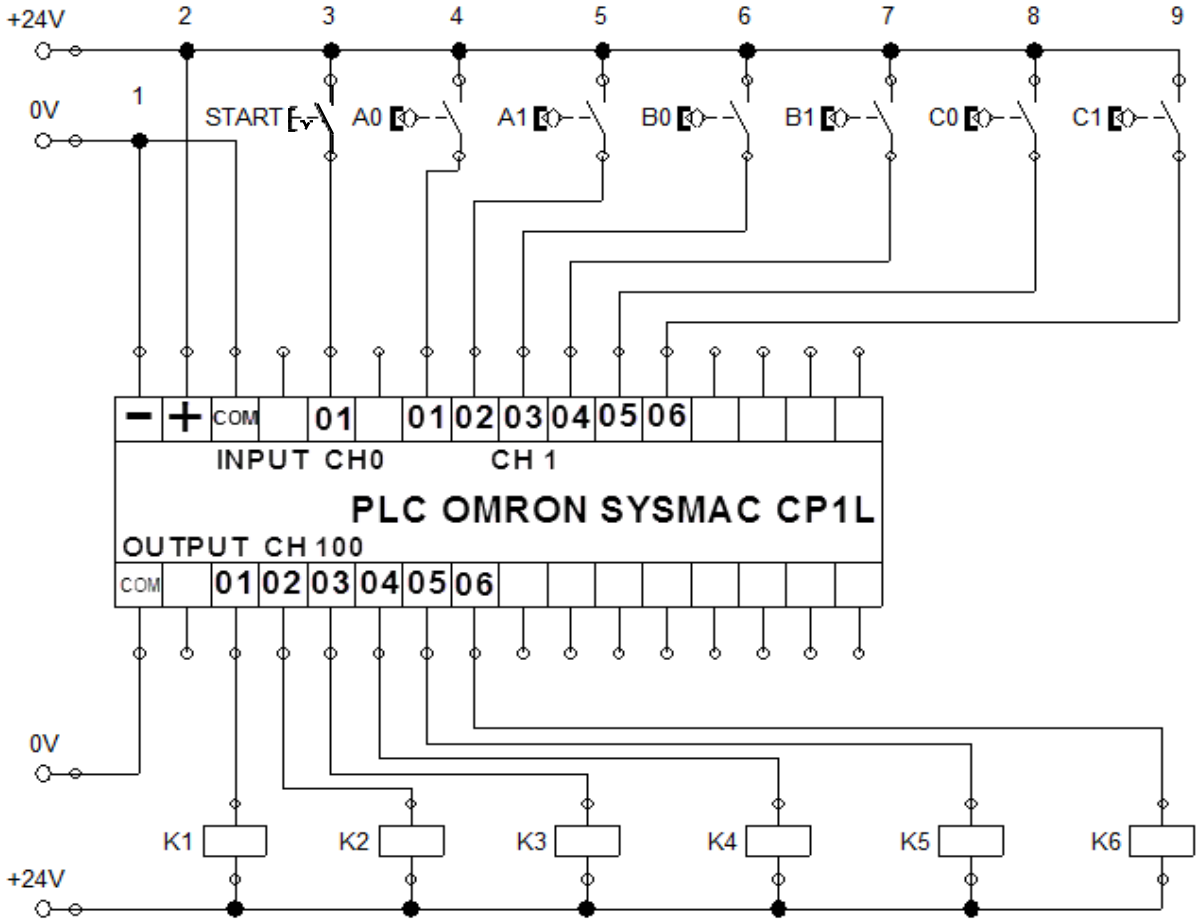
รูปภาพที่ 3.15 วงจรนิวแมติกส์ควบคุม เงื่อนไข A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch

5.3 ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ เงื่อนไขการทำงาน A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch ในส่วนการต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต กับ PLC โดยกำหนดตำแหน่งดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การกำหนดอินพุตและเอาต์พุต PLC เงื่อนไข A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch

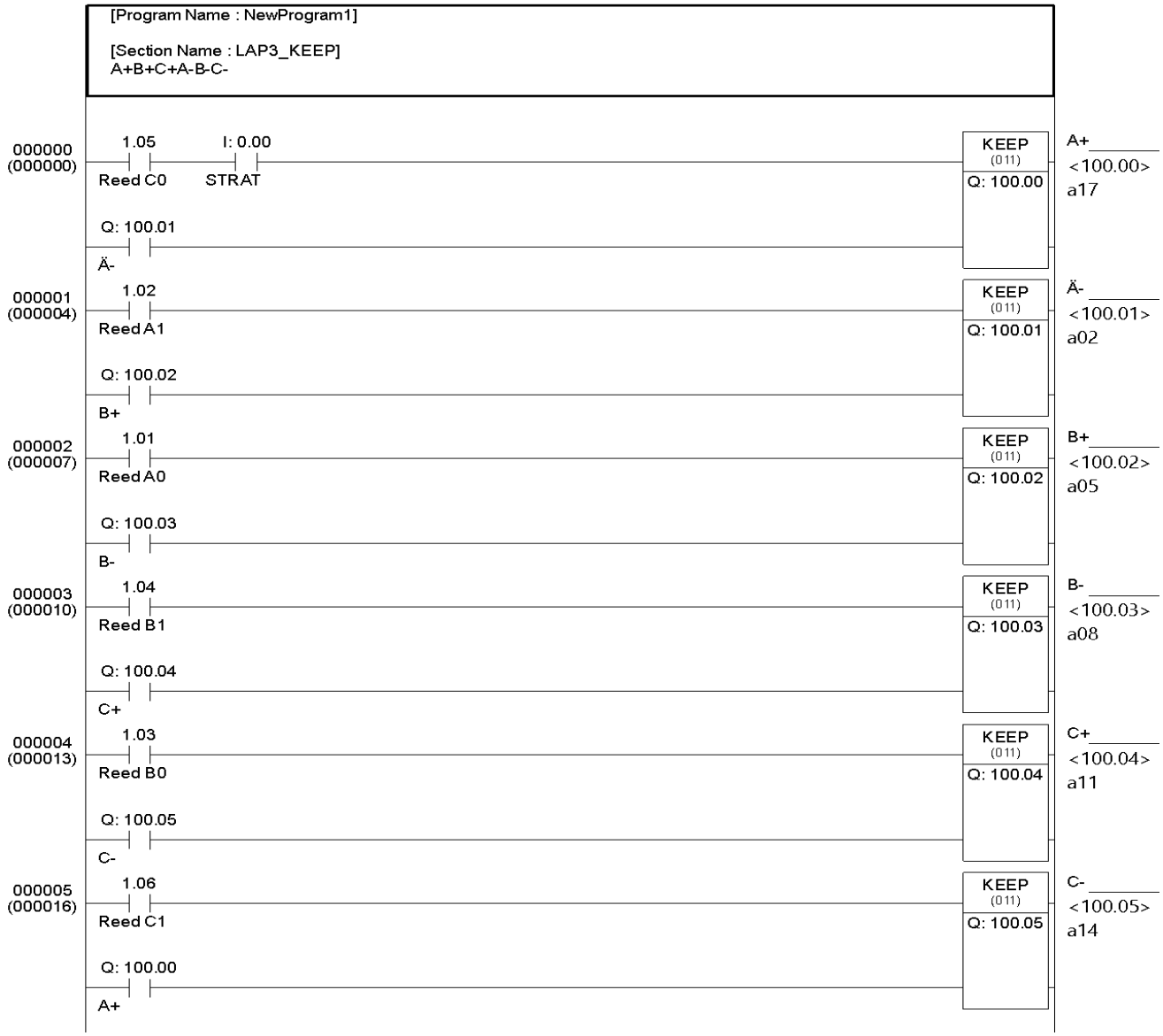
Input Unit Address			Output Unit Address		
001	START	Selector Switch	10001	K1	Relay Control Solenoid Valve Y1.2
101	A0	Reed Switch (A-)	10002	K2	Relay Control Solenoid Valve Y1.3
102	A1	Reed Switch (A+)	10003	K3	Relay Control Solenoid Valve Y2.2
103	B0	Reed Switch (B-)	10004	K4	Relay Control Solenoid Valve Y2.3
104	B1	Reed Switch (B+)	10005	K5	Relay Control Solenoid Valve Y3.2
105	C0	Reed Switch (C-)	10006	K6	Relay Control Solenoid Valve Y3.3
106	C1	Reed Switch (C+)			

5.4 เมื่อทำการกำหนดตำแหน่ง อุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต กับ PLC แล้วให้ทำการต่อสาย วงจรดังแสดงในรูปภาพที่ 3.16



รูปภาพที่ 3.16 การต่อสายอุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch

5.5 เขียนคำสั่ง Ladder Diagram ดังแสดงในรูปภาพที่ 3.17 ในโปรแกรม CX-Programmer



รูปภาพที่ 3.17 คำสั่ง Ladder Diagram ของ A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch

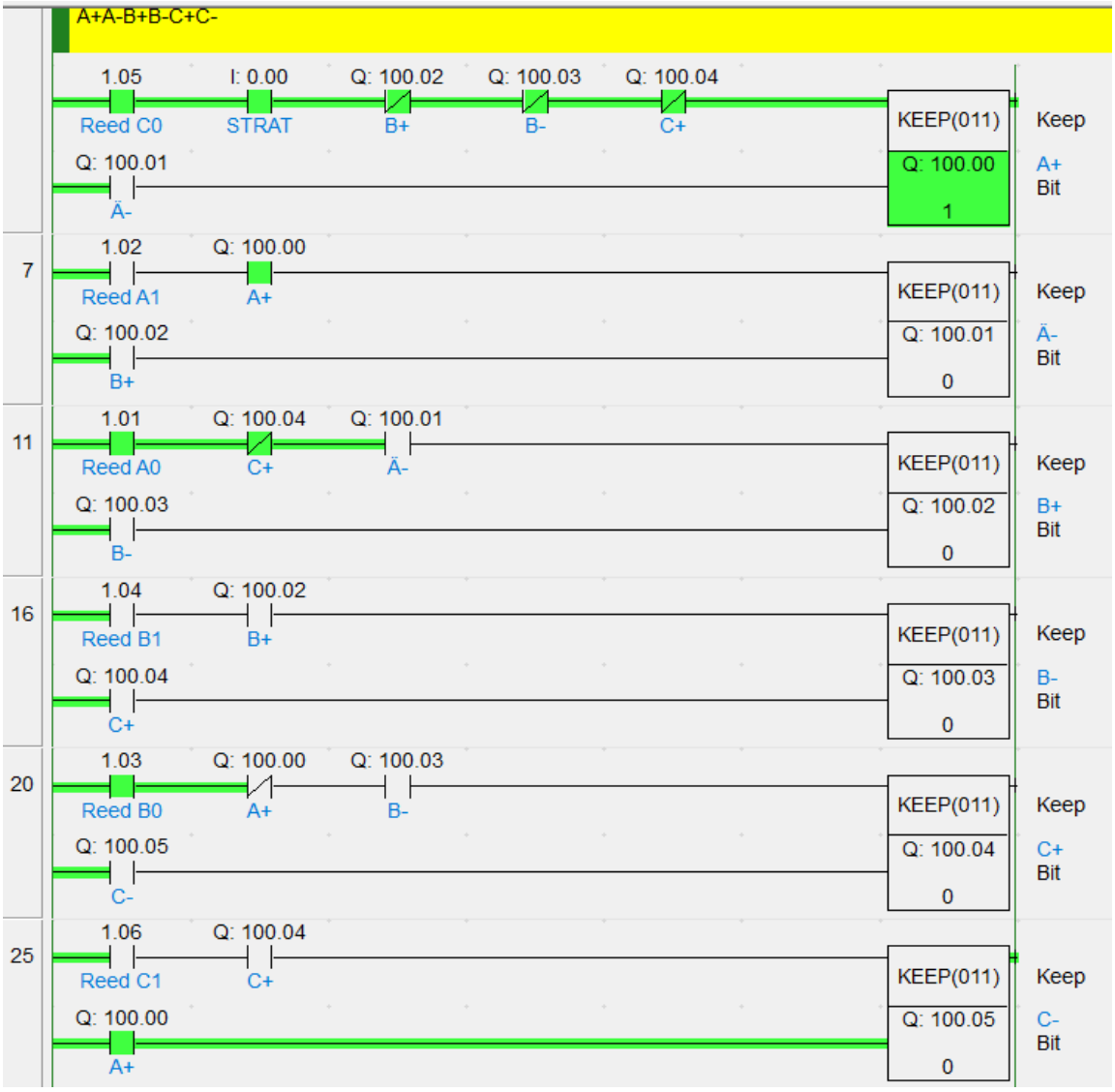
5.6 เชื่อมต่อ PLC OMRON รุ่น CP1L กับ PC ในโปรแกรม CX-Programmer ให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

5.6.1 ใช้เมาส์เลือก Work Online Simulator

5.6.2 ทำการโอนข้อมูลคำสั่งจาก CX-Programmer ไปยัง PLC โดยเลือก PLC > Transfer > To PLC

5.6.3 ที่ Download Options เลือก OK

5.7 ทดสอบการทำงาน โดยการกดสวิตช์ START ของวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ เงื่อนไขการทำงาน A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch ดังแสดงในภาพที่ 3.18



รูปภาพที่ 3.18 การทำงานของวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC

5.8 บันทึกผลการทำงานของวงจรนิวแมติกส์ เงื่อนไข A+B+(5S)A-B- ลงในตารางที่ 3..5

ตารางที่ 3.5 บันทึกผลการทำงานวงจรนิวแมติกส์ เงื่อนไข A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch

คำสั่ง	บันทึกผลการทำงานของวงจร
กดสวิตช์ START ให้ทำงานแล้วปล่อยมือ สังเกตุการทำงานของวงจรแล้วบันทึกผลการ	....

6. คำถาม

หลักการออกแบบวงจรนิวแมติกส์ เงื่อนไขการทำงาน A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch มีขั้นตอนในการเขียนคำสั่งพิเศษ ของ PLC ในรูปแบบ Instruction List (IL) อย่างไร

7. สรุปผลการปฏิบัติงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. เอกสารอ้างอิง

เดชฤทธิ์ มณีธรรม. **คัมภีร์ ระบบนิวแมติกส์.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ เคทีพี, 2548.

มนูญ ชื่นชม. **นิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : พิมพ์ครั้งที่ 10, สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคม ส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 2548.

Festo. **Learning Systems 2011/2012.** Festo didactic GmbH & Co. KG, 2011.

Festech. **Festech Product Catalog.** Festech Co. Seoul Korea, 2009.

	เฉลยใบงานที่ 3
	รหัสวิชา 3100-0104 ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์
	ชื่อหน่วย นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล
ชื่องาน การต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ	**จำนวน 10 นาที**

1. คำตอบ

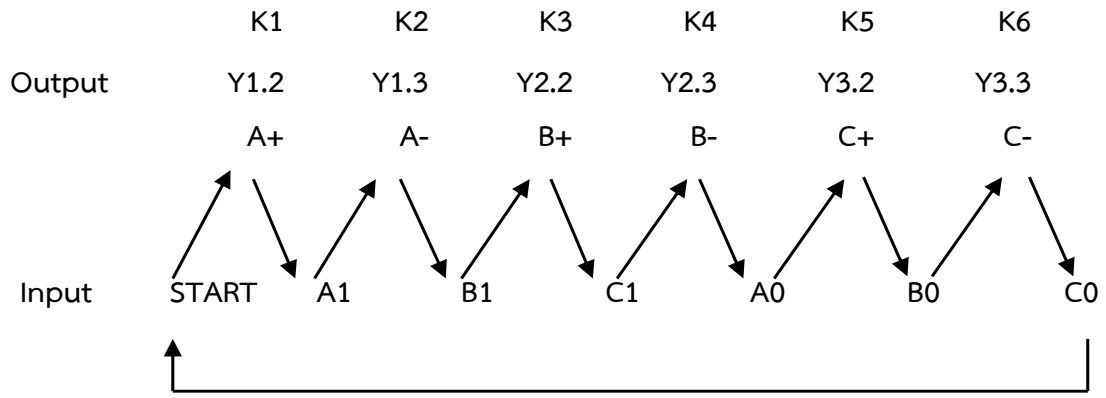
<u>จากข้อ 6 คำถาม ของใบงาน</u>

หลักการออกแบบวงจรนิวแมติกส์ เงื่อนไขการทำงาน A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch มีขั้นตอนในการเขียนคำสั่งพิเศษ ของ PLC ในรูปแบบ Instruction List (IL) อย่างไร

<u>คำตอบ</u>

หลักการเขียนคำสั่งพิเศษ PLC ในรูปแบบ Instruction List (IL) ของวงจรนิวแมติกส์ เงื่อนไขการทำงาน A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch เราจะต้องออกแบบวงจรควบคุมในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ CX-Programmer โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 เขียน Signal Flow Step Diagram ของวงจร A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch



1.2 กำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุต

ดังแสดงในตารางที่ 3.4

1.3 เขียน Ladder Diagram

ดังแสดงในรูปภาพที่ 3.17

1.4 เขียน คำสั่งพื้นฐาน ของ PLC ในรูปแบบ Instruction List (IL)

ดังแสดงในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 คำสั่ง Instruction List เงื่อนไข A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch

Address	Instruction	Operands
0000	LD	1.05
0001	AND	0.00
0002	ANDNOT	100.02
0003	ANDNOT	100.03
0004	ANDNOT	100.04
0005	LD	100.01
0006	KEEP(011)	100.00
0007	LD	1.02
0008	AND	100.00
0009	LD	100.02
0010	KEEP(011)	100.01
0011	LD	1.01
0012	ANDNOT	100.04
0013	AND	100.01
0014	LD	100.03
0015	KEEP(011)	100.02
0016	LD	1.04
0017	AND	100.02
0018	LD	100.04
0019	KEEP(011)	100.03
0020	LD	1.03
0021	ANDNOT	100.00
0022	AND	100.03
0023	LD	100.05
0024	KEEP(011)	100.04
0025	LD	1.06
0026	AND	100.04
0027	LD	100.00
0028	KEEP(011)	100.05

2. สรุปผลการปฏิบัติงาน

ในการทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC เงื่อนไขการทำงาน A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch สามารถสรุปผลการทำงานได้ดังนี้

ตารางที่ 3.7 สรุปผลการทำงานวงจรนิวแมติกส์ เงื่อนไข A+A-B+B-C+C- กับ Reed Switch

คำสั่ง	สรุปผลการทำงานของวงจร
กดสวิตช์ START ให้ทำงานแล้วปล่อยมือ สังเกตุการทำงานของวงจรแล้วบันทึกผลการ	**การทำงานของวงจร** เมื่อกดสวิตช์ปุ่มกดสวิตช์ START ทำให้รีเลย์ Y1.2 (K1) ทำงาน ทำให้ก้านสูบของกระบอกสูบตัวที่ 1 เคลื่อนที่ออก (A+) ไปกดทับ Reed Switch A1 ทำให้รีเลย์ Y1.3 (K2) ทำงาน ทำให้ก้านสูบของกระบอกสูบตัวที่ 1 เคลื่อนที่เข้า (A-) ไปกดทับ Reed Switch A0 จะทำให้รีเลย์ Y2.2 (K3) ก้านสูบของกระบอกสูบตัวที่ 2 เคลื่อนที่ออก (B+) ไปกดทับ Reed Switch B1 ทำให้โซลินอยด์วาล์ว Y2.3 (K4) ทำงานทำให้ก้านสูบของกระบอกสูบตัวที่ 2 เคลื่อนที่เข้า (B-) ไปกด Reed Switch B0 จะทำให้รีเลย์ Y3.2 (K5) ก้านสูบของกระบอกสูบตัวที่ 3 เคลื่อนที่ออก (C+) ไปกดทับ Reed Switch C1 ทำให้โซลินอยด์วาล์ว Y3.3 (K6) ทำงานทำให้ก้านสูบของกระบอกสูบตัวที่ 3 เคลื่อนที่เข้า (B-) ไปกดทับ Reed Switch A0 ทำให้วงจรกลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้นหรือครบหนึ่งรอบ

บันทึกหลังการสอนหน่วยการเรียนรู้ที่ 3

วิชา....นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์.....รหัสวิชา.....3100-0104.....ชั้น.....ปวส.1 กลุ่ม D7

เรื่อง วงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ

1. ผลการสอน

☐ สอนได้ตามหน่วยการเรียนรู้

☐ สอนไม่ได้ตามหน่วยการเรียนรู้ เนื่องจาก .....

4. ผลการประเมินจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษา

☐ จำนวนนักศึกษาที่ผ่านการประเมิน ..... คน คิดเป็นร้อยละ .....

☐ จำนวนนักศึกษาที่ไม่ผ่านการประเมิน ..... คน คิดเป็นร้อยละ .....

3. ปัญหาและอุปสรรค

☐ กิจกรรมการจัดการเรียนการสอน ไม่เหมาะสมกับเวลา

☐ มีนักศึกษาทำ แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ/ ใบสั่งงาน ไม่ทันตามกำหนดเวลา

☐ อื่น ๆ .....

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

☐ ควรนำแผนไปปรับปรุง เรื่อง .....

☐ แนวทางแก้ไขนักศึกษาที่ไม่ผ่านการประเมิน .....

.....

☐ ไม่มีข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ ..... ผู้บันทึก

(นายมนูญ นาจวง)

...../...../.....

บันทึกหลังการสอน ตามหน่วยการเรียนรู้ฉบับนี้ ได้รับการตรวจจากหัวหน้าแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลังเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ลงชื่อ ..... ผู้ตรวจรับรอง

(นายสยาม โพธิ์เพ็ชร)

...../...../.....

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ

ชื่อวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104 ทฤษฎี 2 ปฏิบัติ 2 หน่วยกิต 3

☐ **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ** ☑ **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง**

สาขาวิชา.....ไฟฟ้า.....**สาขางาน**.....ไฟฟ้ากำลัง.....

จัดทำโดย

นายมนูญ นาจวง

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

แผนกวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

	หน่วยการเรียนรู้ที่ 4	หน่วยที่ 4
		สัปดาห์ที่ 4
รหัสวิชา 3100-0104	ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	จำนวน 72 ชั่วโมง
ชื่อหน่วย วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ		จำนวน 2 ชั่วโมง

หัวข้อย่อย

1. วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ IL (FUN 02) และ ILC (FUN 03)
2. วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

1. บอกหน้าที่ของคำสั่งพิเศษ IL (FUN 02) และ ILC (FUN 03) ได้ถูกต้อง
2. อธิบายการทำงานของคำสั่งพิเศษ IL (FUN 02) และ ILC (FUN 03) ได้ถูกต้อง
3. วิเคราะห์การทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ IL (FUN 02) และ ILC (FUN 03) ได้ถูกต้อง
4. บอกหน้าที่ของคำสั่งพิเศษ JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05) ได้ถูกต้อง
5. อธิบายการทำงานของคำสั่งพิเศษ JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05) ได้ถูกต้อง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย

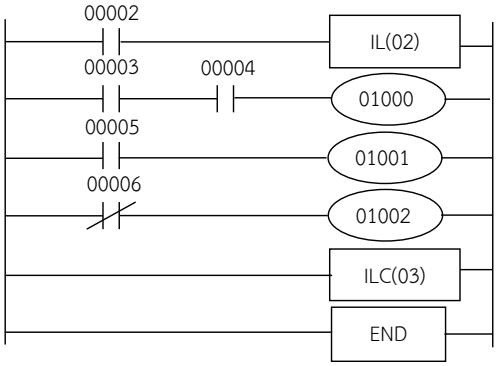
1. ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05) ได้ถูกต้อง
2. วิเคราะห์การทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05) ได้ถูกต้อง

แบบทดสอบก่อนเรียนที่ 4

รหัสวิชา 3100-0104 รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับชั้น ปวส.
เรื่อง วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ จำนวน 5 คะแนน เวลา 8 นาที

<u>คำสั่ง</u> แบบทดสอบมีจำนวน 5 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ให้นักศึกษาเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว และทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. ถ้าต้องการแยกสาขาย่อยวงจรควรเรียกใช้งานคำสั่งใด
   - ก. IL (02), ILC (03)
   - ข. KEEP (11)
   - ค. SET, RESET Bit
   - ง. INC (38), DEC (39)
   - จ. DIFU (13), DIFD (14)
2. ข้อใดอธิบายการทำงานของคำสั่ง KEEP ร่วมกับ IL (02), ILC (03)ได้ถูกต้องที่สุด
   - ก. เมื่อขา R มีสถานะ ON จะทำให้ Hold คำสั่ง Output ของ KEEP
   - ข. เป็นคำสั่ง Instruction List (IL) ของ SET และ RESET
   - ค. เหมือนกับคำสั่ง ON และ OFF ให้รวมอยู่ในคำสั่ง KEEP
   - ง. เหมือนกับคำสั่ง SET และ RESET ให้รวมอยู่ในตัวเดียวกัน
   - จ. เมื่อขา R มีสถานะ ON จะทำให้คำสั่ง KEEP ทำงาน
3. ข้อใดวิเคราะห์การทำงานของวงจรดังแสดงในภาพได้ถูกต้องที่สุด



   - ก. เมื่อ ON อินพุต 00003 กับ 00004 จะทำให้เอาต์พุต 01000 ทำงาน (ON)
   - ข. เมื่อ ON อินพุต 00003 กับ 00005 จะทำให้เอาต์พุต 01001 ทำงาน (ON)
   - ค. เมื่อ ON อินพุต 00005 กับ 00006 จะทำให้เอาต์พุต 01001 ทำงาน (ON)
   - ง. เมื่อ ON อินพุต 00002 กับ 00006 จะทำให้เอาต์พุต 01002 ทำงาน (ON)
   - จ. เมื่อ ON อินพุต 00002 กับ 00003 จะทำให้เอาต์พุต 01002 ทำงาน (ON)

4. ข้อใดบอกหน้าที่ของคำสั่งพิเศษ JMP และ JME ได้ถูกต้อง

ก. การใช้งานของคำสั่งคู่นี้จะใช้ JMP และ JME ตัวใดก็ได้

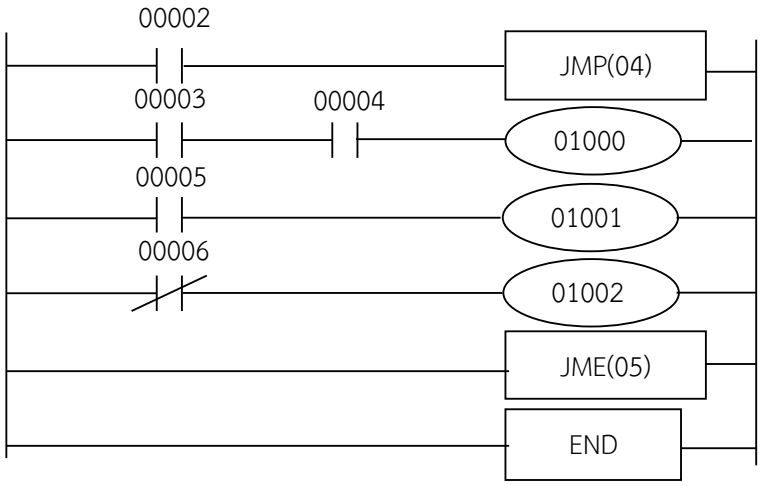
ข. ระหว่างคำสั่ง JMP และ JME จะมีเงื่อนไขการทำงานเป็น ON เมื่อ ชุดของคอนแทคตรงส่วนหน้าของ JMP มีสภาวะเป็น “ON”

ค. ระหว่างคำสั่ง JMP และ JME จะมีเงื่อนไขการทำงานเป็น OFF เมื่อชุดของคอนแทคตรงส่วนหน้าของ JMP มีสภาวะเป็น “OFF”

ง. ถ้าคอนแทคตรงส่วนหน้าของ JMP มีสภาวะเป็น “OFF” เมื่อใด Output, Timer, Counter, Keep ที่อยู่ระหว่างคำสั่งดังกล่าวจะยังคงค้างสภาวะเอาไว้

จ. ระหว่างคำสั่ง JMP และ JME จะมีเงื่อนไขการทำงานเป็น “ON” ตลอด Scan time

5. เมื่อกด ON อินพุต 00002 และ 00003 แล้วปล่อย OFF ทั้งคู่ ข้อใดอธิบายการทำงานของวงจรได้ถูกต้อง



ก. เอาต์พุต 01002 ทำงาน (ON)

ข. เอาต์พุต 01001 และ 01002 ทำงาน (ON)

ค. เมื่อ ON 00005 จะทำให้เอาต์พุต 01001 ทำงาน (ON)

ง. เมื่อ ON 00006 จะทำให้เอาต์พุต 01002 หยุดทำงาน (OFF)

จ. เอาต์พุต 01002 ทำงาน (ON) และเมื่อ ON 00006 จะทำให้เอาต์พุต 01002 หยุดทำงาน (OFF)

	ใบเนื้อหาที่ 4	
	รหัสวิชา 3100-0104 **ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์**	
	ชื่อหน่วย นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	
ชื่อเรื่อง วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ		**จำนวน 1 ชั่วโมง**

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกหน้าที่ของคำสั่งพิเศษ IL (FUN 02) และ ILC (FUN 03) ได้ถูกต้อง
2. อธิบายการทำงานของคำสั่งพิเศษ IL (FUN 02) และ ILC (FUN 03) ได้ถูกต้อง
3. วิเคราะห์การทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ IL (FUN 02) และ ILC (FUN 03) ได้ถูกต้อง
4. บอกหน้าที่ของคำสั่งพิเศษ JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05) ได้ถูกต้อง
5. อธิบายการทำงานของคำสั่งพิเศษ JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05) ได้ถูกต้อง

เนื้อหาสาระ

ปัจจุบัน PLC เป็นระบบควบคุมที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมกันอย่างแพร่หลาย ในการต่อวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC ที่เราได้ศึกษามานั้นการทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานโดยมีเงื่อนไขการทำงานของอุปกรณ์ไฮดรอลิกส์ทำงาน A+B+A-B- และเงื่อนไขการทำงานของอุปกรณ์ไฮดรอลิกส์ทำงานคือ A+B+B-A- ที่เราเขียนโปรแกรมคำสั่งด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน

สำหรับการใช้งานโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ในส่วนของคำสั่งพิเศษอื่น ๆ ที่ซับซ้อนขึ้นไปอีกที่เราจะศึกษามีดังนี้

1. วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ IL (FUN 02) และ ILC (FUN 03)
2. วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05)

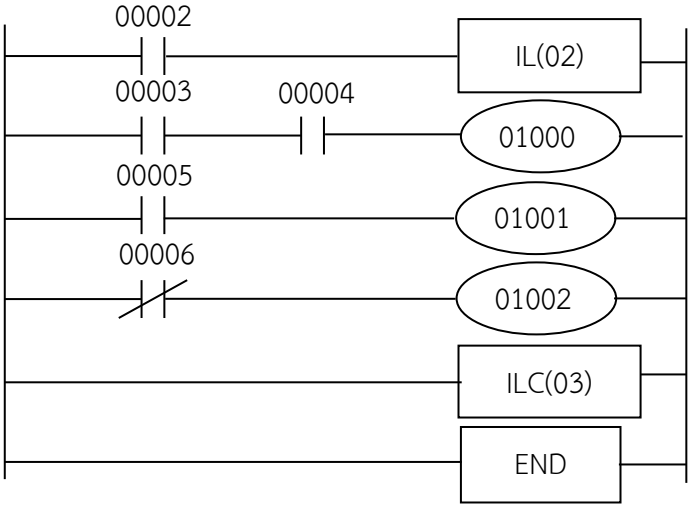
และนักศึกษาสามารถศึกษาเพิ่มเติมจากคู่มือการใช้งานของ PLC ในแต่ละรุ่น แต่ละยี้ห้อที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้ตามความสนใจ ซึ่งใน PLC บางรุ่นมีความสามารถควบคุมและสั่งงานผ่านระบบเครือข่ายหรือ Internet ได้ในปัจจุบัน ดังแสดงในรูปภาพที่ 4.1

รูปภาพที่ 4.1 ระบบควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

4.1 วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ IL (FUN 02) และ ILC (FUN 03)

คำสั่ง IL และ ILC จะต้องใช้ร่วมกันคือ ถ้าเริ่มต้นมีการใช้คำสั่งด้วย IL เมื่อใดแล้วถ้าต้องการสิ้นสุดการทำงานต้องจบด้วย ILC, เงื่อนไขของคำสั่งคือ คอนแทคตรงหน้าส่วนของ IL มีสภาวะ “ON” จะทำให้โปรแกรมที่อยู่ระหว่าง IL และ ILC ทำงานเป็นปกติ แต่ถ้าคอนแทคตำแหน่งดังกล่าวมีสภาวะ “OFF” จะทำให้การทำงานของโปรแกรมระหว่าง IL และ ILC ไม่ทำงาน ในขณะเดียวกัน Output Coil ในช่วงนั้นจะมีสภาวะ “OFF” ด้วย

การเขียน Ladder Diagram (LD)



การเขียน Instruction List (IL)

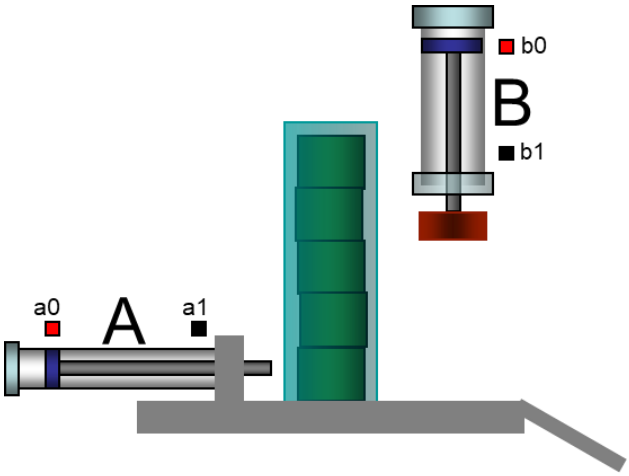
Address	Instruction	Operands
00000	LD	00002
00001	IL (02)	-
00002	LD	00003
00003	AND	00004
00004	OUT	01000
00005	LD	00005
00006	OUT	01001
00007	LD - NOT	00006
00008	OUT	01002
00009	ILC(03)	-
00010	END(01)	-

วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC คำสั่ง KEEP (11) ร่วมกับ IL (FUN 02) และ ILC (FUN 03) เพื่อให้เกิดความเข้าใจการทำงานของคำสั่งจะอธิบายเป็นลำดับขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดเงื่อนไขการทำงานของวงจร
2. กำหนดตำแหน่งของอินพุตและเอาต์พุต
3. การต่อวงจรไฮดรอลิกส์กำลัง
4. การต่อวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุม
5. เขียน Ladder Diagram คำสั่ง KEEP ร่วมกับ IL (FUN 02) และ ILC (FUN 03)
6. วิเคราะห์การทำงานและบันทึกข้อมูล

4.1.1 กำหนดเงื่อนไขการทำงานของวงจร

ในการออกแบบวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล จำเป็นต้องกำหนดเงื่อนไขการทำงานของวงจรว่าต้องการระบบการควบคุมแบบใด ในการศึกษาหัวข้อนี้เราจะกำหนดเงื่อนไขการทำงานของวงจรคือ A+B+A-B- และถ้าอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ ตรวจพบโลหะผสมอยู่ในวัสดุก้อนสีเขียวระบบจะหยุดทำงานด้วยคำสั่ง IL (FUN 02) และ ILC (FUN 03)



รูปภาพที่ 4.2 เงื่อนไขการทำงาน A+B+A-B- โดยใช้คำสั่งพิเศษ

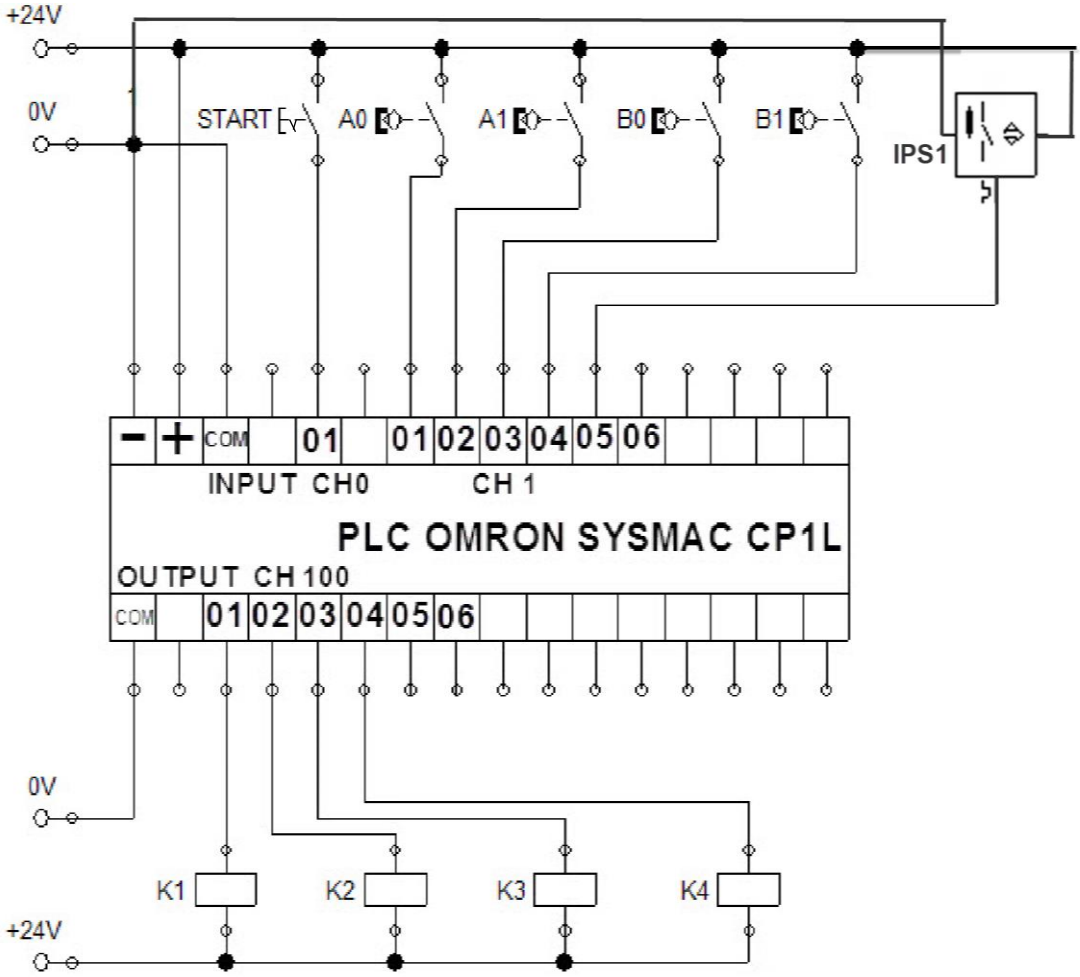
4.1.2 กำหนดตำแหน่งของอินพุตและเอาต์พุต (I/O Address Layout)

สำหรับ PLC รุ่น OMRON SYSMAC CP1L มีจำนวน I/O เท่ากับ 24/16 จุด โดยเราจะกำหนดตำแหน่งของอินพุตและเอาต์พุตจากเงื่อนไขการทำงานได้ดังนี้ ดังแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ในตารางที่ 4.1

เมื่อกำหนดตำแหน่งแล้วลำดับต่อไปทำการต่อวงจรอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตของ PLC

ตารางที่ 4.1 การกำหนดตำแหน่งอินพุตและเอาต์พุต โดยใช้คำสั่งพิเศษ เงื่อนไข A+B+A-B-

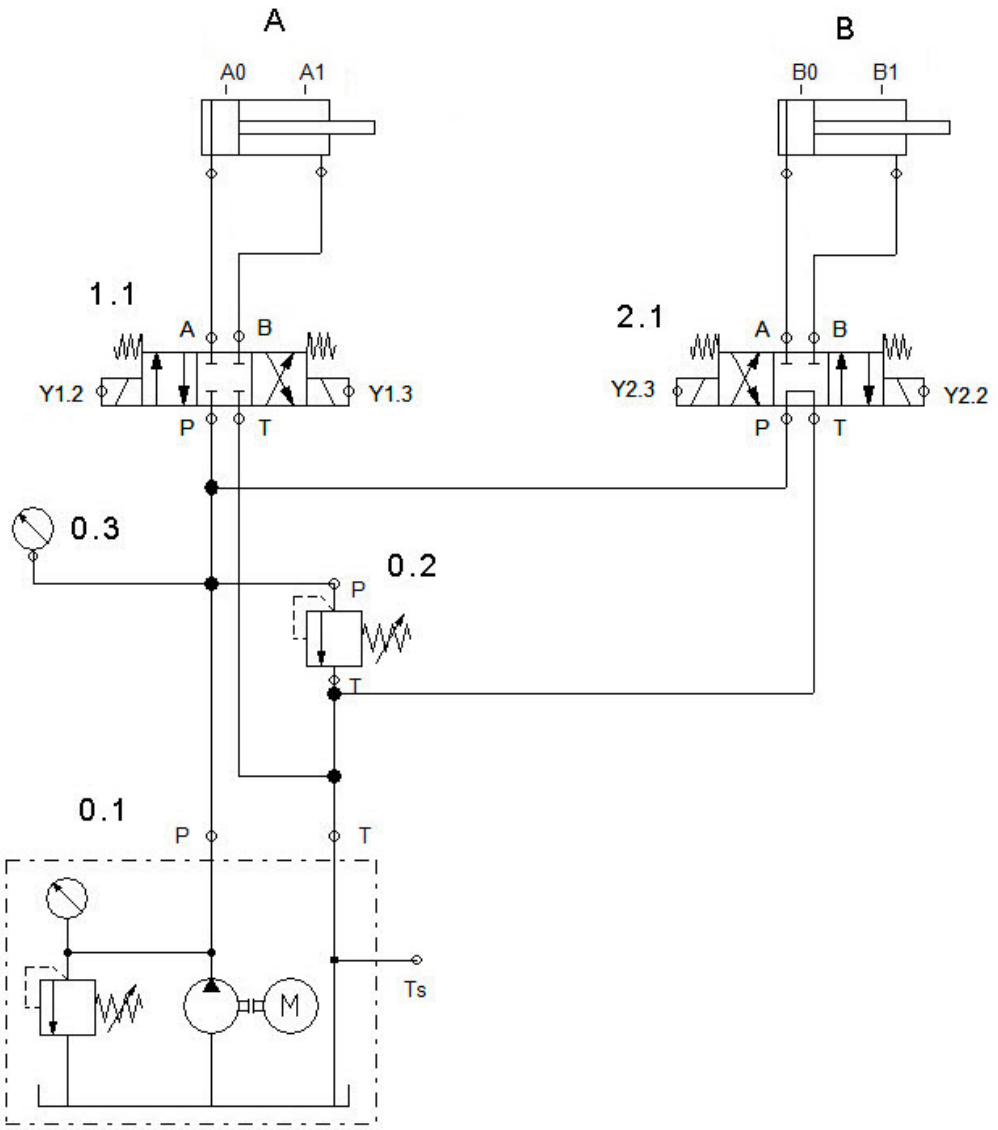
Input Unit Address			Output Unit Address		
001	START	Selector Switch	**10001**	K1 (A+)	Relay Control Solenoid Valve Y1.2
101	A0	Reed Switch (A-)	**10002**	K2 (B+)	Relay Control Solenoid Valve Y2.2
102	A1	Reed Switch (A+)	**10003**	K3 (B-)	Relay Control Solenoid Valve Y2.3
103	B0	Reed Switch (B-)	**10004**	K4 (A-)	Relay Control Solenoid Valve Y1.3
104	B1	Reed Switch (B+)			
105	IPS1	Inductive Proximity Switch			



รูปภาพที่ 4.3 การต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต โดยใช้คำสั่งพิเศษ เงื่อนไข A+B+A-B-

4.1.3 การต่อวงจรไฮดรอลิกส์กำลัง

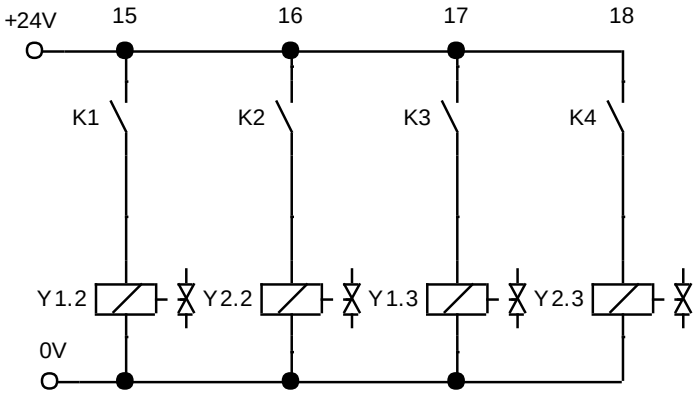
ในการออกแบบวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลโดยใช้คำสั่งพิเศษ มีการต่อวงจรไฮดรอลิกส์กำลังดังในรูปภาพที่ 4.4



รูปภาพที่ 4.4 การต่อวงจรไฮดรอลิกส์กำลัง โดยใช้คำสั่งพิเศษ เงื่อนไข A+B+A-B-

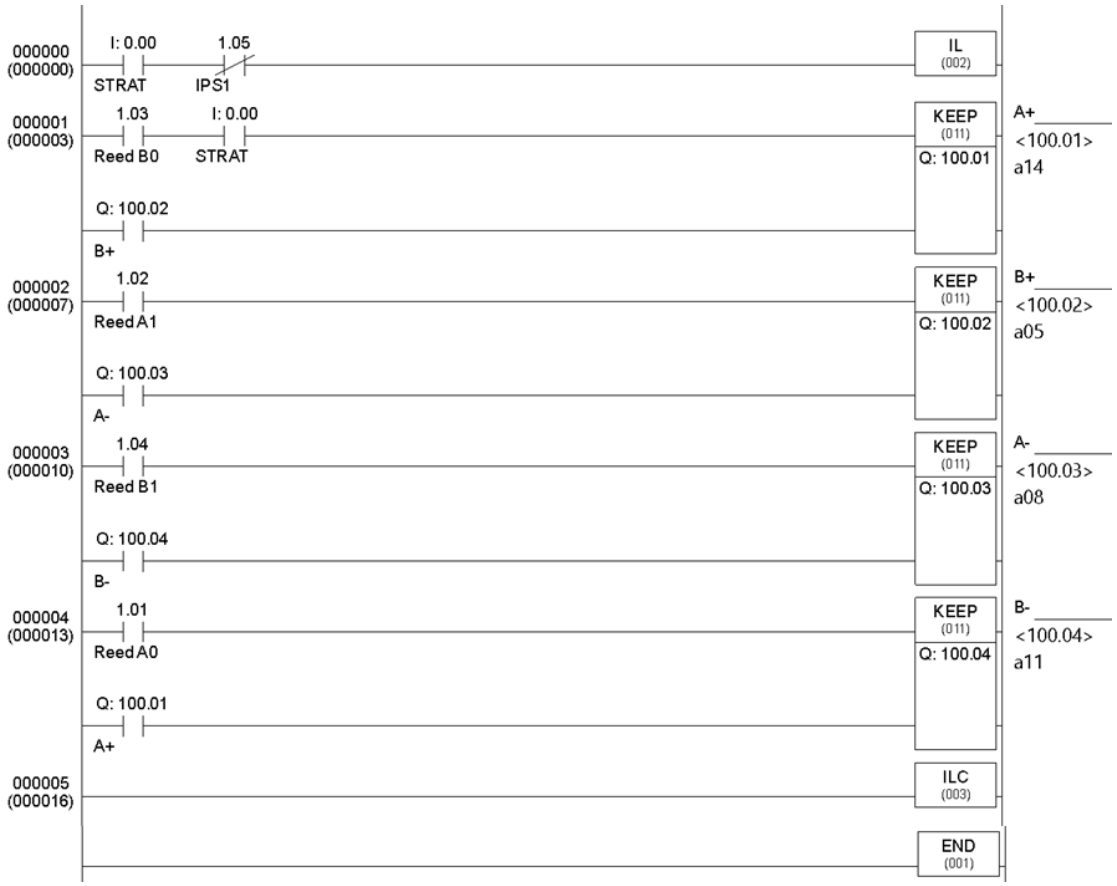
4.1.4 การต่อวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุม

ในการออกแบบวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ด้วยคำสั่งพิเศษ มีการควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว โดยใช้สัญญาณเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN ของ PLC แต่มีขนาดของกระแสไฟฟ้าสูงสุดไม่เกิน 0.3 A ดังนั้นในการต่อใช้งานจึงต้องใช้รีเลย์ 24 โวลต์ (K) มาทำหน้าที่เป็นวงจรนิวแมติกส์ควบคุม ดังแสดงในรูปภาพที่ 4.5



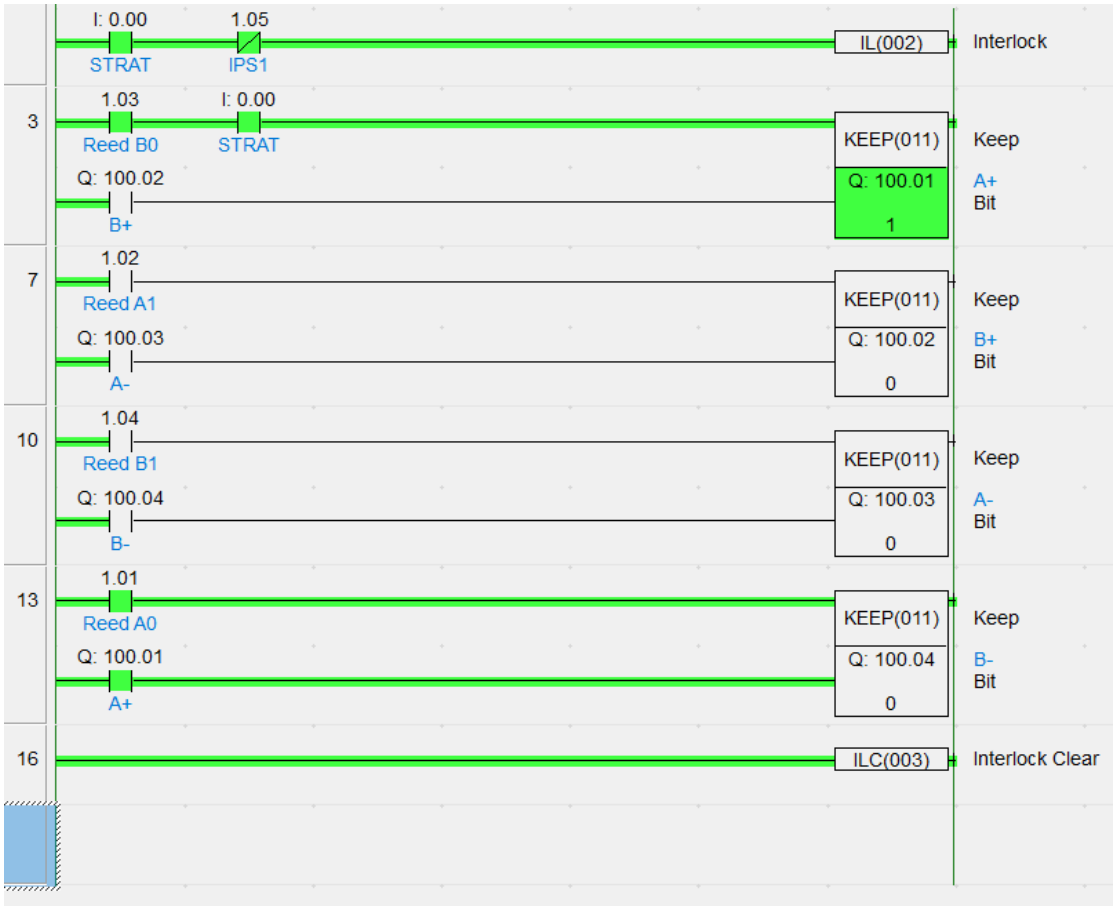
รูปภาพที่ 4.5 การต่อวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุม โดยใช้คำสั่งพิเศษ เงื่อนไข A+B+A-B-

4.1.5 เขียน Ladder Diagram คำสั่ง KEEP ร่วมกับ IL (FUN 02) และ ILC (FUN 03)



รูปภาพที่ 4.6 Ladder Diagram คำสั่ง KEEP ร่วมกับ IL (FUN 02) และ ILC (FUN 03)

4.1.6 วิเคราะห์การทำงานและบันทึกข้อมูล โดยใช้คำสั่งพิเศษ เงื่อนไข A+B+A-B-



รูปภาพที่ 4.7 วิเคราะห์การทำงานและบันทึกข้อมูล คำสั่ง KEEP ร่วมกับ IL และ ILC

4.2 วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับ คำสั่ง JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05)

การใช้งานของคำสั่ง JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05) คู่นี้จะต้องใช้งานคู่กัน เงื่อนไขต่าง ๆ ที่อยู่ระหว่างคำสั่ง JMP และ JME จะมีเงื่อนไขการทำงานเป็นปกติ ในกรณีที่ชุดของคอนแทคตรงส่วนหน้าของ JMP มีสภาวะเป็น “ON” แต่ถ้าชุดคอนแทคดังกล่าวมีสภาวะเป็น “OFF” เมื่อใด Output, Timer, Counter, Keep ที่อยู่ระหว่างคำสั่งดังกล่าวจะยังคงค้างสภาวะเอาไว้เช่นเดิม และจะมีการเปลี่ยนแปลงอีกครั้ง ถ้าชุดของคอนแทคมีสภาวะ “ON” เราใช้ JUMP 00 ได้หลายครั้งตามต้องการ แต่ JUMP 01 ถึง 99 สามารถใช้ได้เพียงครั้งเดียว ตัวอย่างการใช้คำสั่ง JMP

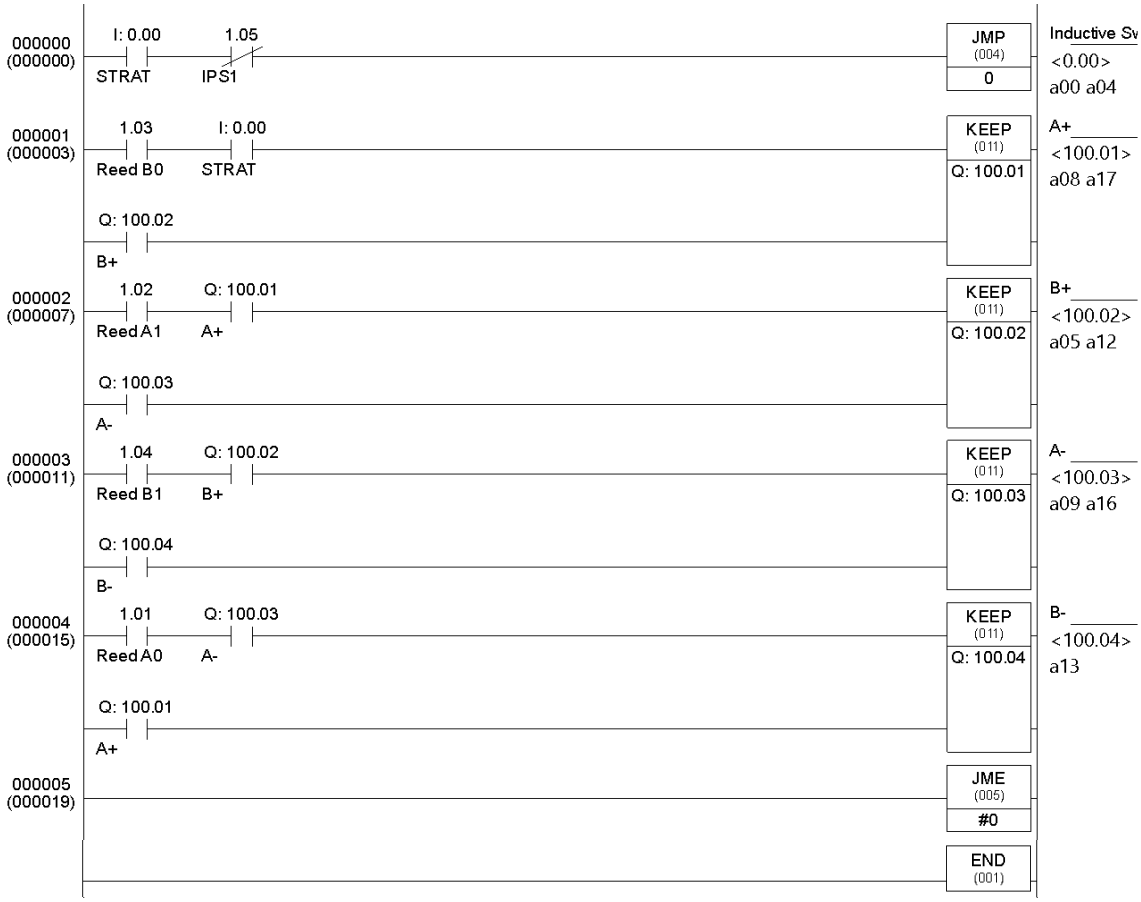
และ JME ด้วยเงื่อนไขการทำงาน A+B+A-B-ทำการออกแบบวงจรการเขียนคำสั่งในโปรแกรม CX-Programmer สำหรับการใช้คำสั่ง JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05) ในวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมมีวิธีการเขียนคำสั่งต่อไปนี้

วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC คำสั่ง KEEP (11) ร่วมกับ คำสั่ง JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05) เพื่อให้เกิดความเข้าใจการทำงานของคำสั่งจะอธิบายเป็นลำดับขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดเงื่อนไขการทำงานของวงจร
2. กำหนดตำแหน่งของอินพุตและเอาต์พุต
3. การต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุม
4. การต่อวงจรนิวแมติกส์กำลัง
5. เขียน Ladder Diagram คำสั่ง KEEP ร่วมกับ JMP และ JME
6. วิเคราะห์การทำงานและบันทึกข้อมูล

ลำดับขั้นตอนข้อที่ 1-4 มีวิธีการเหมือนกันกับหัวข้อ 4.1 แต่มีข้อแตกต่างกันในการใช้คำสั่งพิเศษ ด้วยการเปลี่ยนเป็นคำสั่ง JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05) อธิบายตามลำดับได้ดังนี้

ลำดับขั้นตอนข้อที่ 5 เขียน Ladder Diagram ดังแสดงในรูปภาพที่ 4.8



รูปภาพที่ 4.8 Ladder Diagram คำสั่ง KEEP ร่วมกับ JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05)

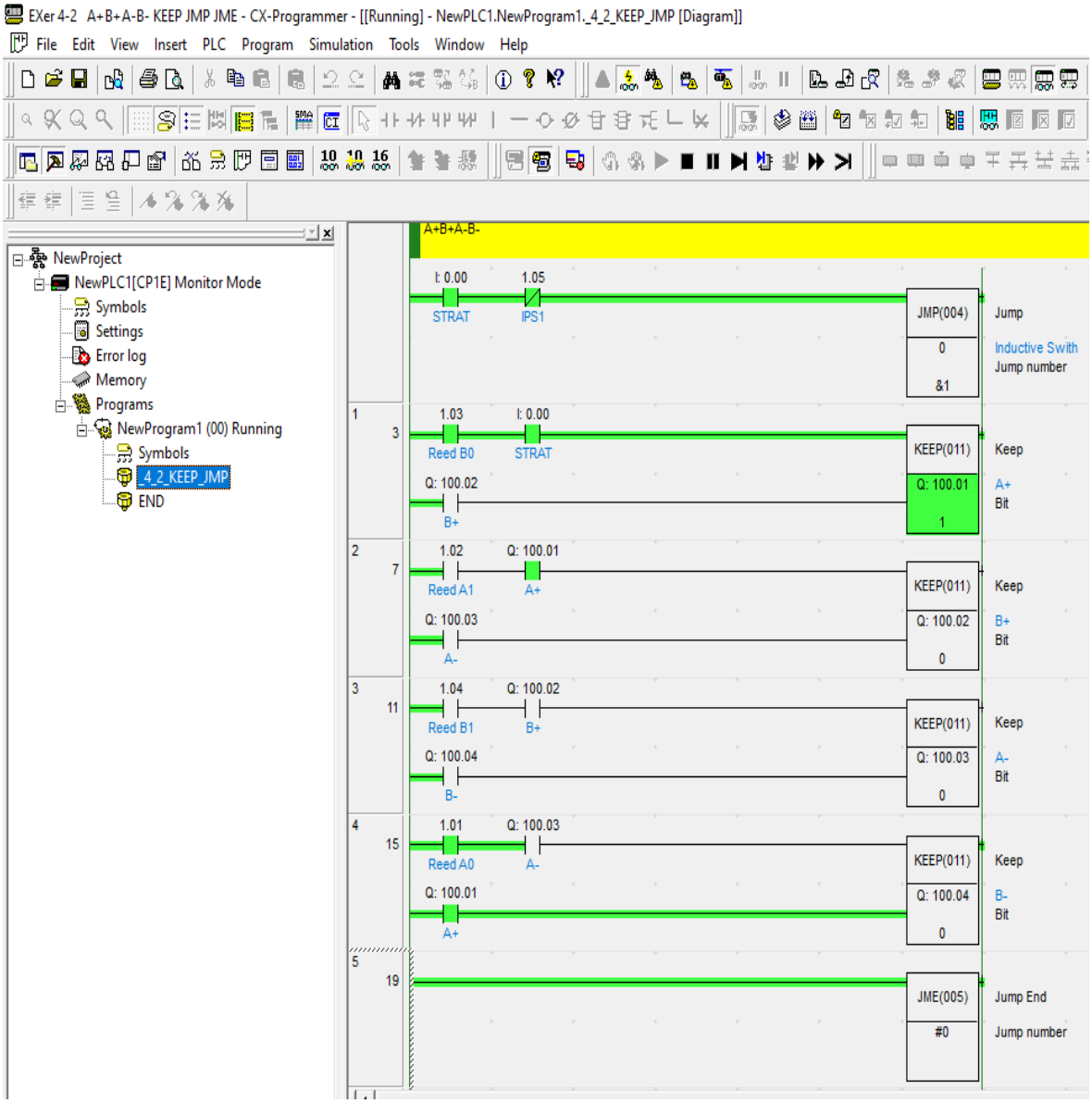
และสามารถเขียน Instruction List คำสั่ง KEEP ร่วมกับ JMP และJME ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 Instruction List คำสั่ง KEEP ร่วมกับ JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05)

Address	Instruction	Operands
0000	LD	0.00
0001	ANDNOT	1.05
0002	JMP(004)	0
0003	LD	1.03
0004	AND	0.00
0005	LD	100.02
0006	KEEP(011)	100.01
0007	LD	1.02
0008	AND	100.01
0009	LD	100.03
0010	KEEP(011)	100.02
0011	LD	1.04
0012	AND	100.02
0013	LD	100.04
0014	KEEP(011)	100.03
0015	LD	1.01
0016	AND	100.03
0017	LD	100.01
0018	KEEP(011)	100.04
0019	JME(005)	#0
0020	END (001)	

ลำดับขั้นตอนที่ 6 วิเคราะห์การทำงานและบันทึกข้อมูล

วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ KEEP (11) ร่วมกับคำสั่ง JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05) เงื่อนไขการทำงานของวงจรคือ A+B+A-B- และถ้าอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ ตรวจพบโลหะผสมอยู่ในวัสดุก้อนสีเขียวระบบจะหยุดทำงานทันที แต่ค่า Output, Timer, Counter, Keep ที่อยู่ระหว่างคำสั่งดังกล่าวจะยังคงค้างสภาวะเอาไว้ ดังปรากฏในรูปภาพที่ 4.9



รูปภาพที่ 4.9 วิเคราะห์การทำงาน คำสั่ง KEEP ร่วมกับ JMP (FUN 04) และ JME (FUN 05)

เอกสารอ้างอิง

ปานเพชร ชินินทร และขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์. **ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด ยูเคชั่น, 2549.

Festech. **Festech Product Catalog.** Festech Co. Seoul Korea, 2009.

Pneumatic & Hydraulic Blog. **Hydraulic.** [online] 2008. [cited 27 Feb. 2015]. Available from: URL: https://xn--12ca0dct2crocn6ejz4cdi6qwa3d.blogspot.com/2013/10/blog-post.html

แบบฝึกหัดที่ 4

รหัสวิชา 3100-0104 รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับชั้น ปวส.
เรื่อง วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ จำนวน 5 คะแนน เวลา 15 นาที

<u>คำสั่ง</u> แบบฝึกหัดมีจำนวน 1 ข้อ 5 คะแนน ใช้เวลา 15 นาที

1. ให้นักศึกษาอธิบาย และวิเคราะห์การทำงานของการใช้คำสั่ง KEEP - KEEP(11) และวิเคราะห์การทำงานของคำสั่ง IL (FUN 02) ILC (FUN 03)

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 4

รหัสวิชา 3100-0104 รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับชั้น ปวส.
เรื่อง วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ จำนวน 5 คะแนน เวลา 5 นาที

<u>คำสั่ง</u> เฉลยแบบฝึกหัดมีจำนวน 1 ข้อ 5 คะแนน ใช้เวลา 5 นาที

<u>ตอบ</u>

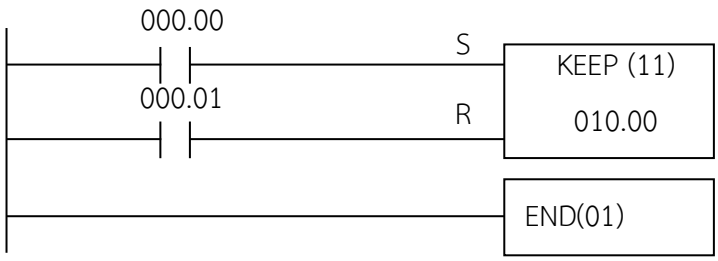
การใช้คำสั่ง KEEP - KEEP(11)

การทำงานของคำสั่ง KEEP จะเหมือนกับคำสั่ง SET และ RESET เหมือนการจับขา SET/RESET ให้รวมอยู่ในตัวเดียวกัน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้โปรแกรมได้สะดวกตามความเหมาะสม

เมื่อขา S ถูกตั้ง ON บิตที่ B จะทำงานจนกว่าขา R จะถูกตั้ง ON บิต B ถึงจะเลิกทำงาน

<u>วิเคราะห์การทำงาน</u> ต้องการให้เอาต์พุต 1000 ON ตลอดเวลาโดยการ ON อินพุต 00000 ไม่ว่าจะ OFF แล้วก็ตามจนกว่าอินพุต 00001 จะ ON (RESET)

การเขียนคำสั่ง Ladder Diagram (LD)

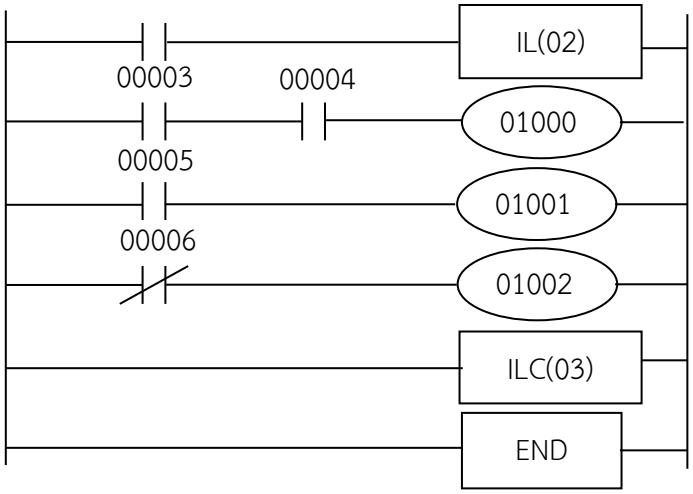


การใช้คำสั่ง IL (FUN 02) ILC (FUN 03)

คำสั่ง IL (02) และ ILC (03)เป็นคำสั่งในการแยกสาขาย่อย ซึ่งจะต้องใช้ร่วมกันคือ ถ้าเริ่มต้นมีการใช้คำสั่งด้วย IL เมื่อใดแล้วถ้าต้องการสิ้นสุดการทำงานต้องจบด้วย ILC, เงื่อนไขของคำสั่งคือ คอนแทคตรงหน้าส่วนของ IL มีสภาวะ “ON” จะทำให้โปรแกรมที่อยู่ระหว่าง IL และ ILC ทำงานเป็นปกติ แต่ถ้าคอนแทคตำแหน่งดังกล่าวมีสภาวะ “OFF” จะทำให้การทำงานของโปรแกรมระหว่าง IL และ ILC ไม่ทำงาน ในขณะเดียวกัน Output Coil ในช่วงนั้นจะมีสภาวะ “OFF” ด้วย

<u>ตัวอย่าง</u> การใช้คำสั่ง IL และ ILC

การเขียน Ladder Diagram (LD)



การเขียน Instruction List (IL)

Address	Instruction	Operands
00000	LD	00002
00001	IL (02)	-
00002	LD	00003
00003	AND	00004
00004	OUT	01000
00005	LD	00005
00006	OUT	01001
00007	LD - NOT	00006
00008	OUT	01002
00009	ILC(03)	-
00010	END(01)	-

แบบทดสอบหลังเรียนที่ 4

รหัสวิชา 3100-0104 รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับชั้น ปวส.

เรื่อง วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ จำนวน 5 คะแนน เวลา 8 นาที

<u>คำสั่ง</u> แบบทดสอบมีจำนวน 5 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ให้นักศึกษาเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว และทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

<u>ข้อที่</u>

1. ถ้าต้องการแยกสาขาย่อยวงจรควรเรียกใช้งานคำสั่งใด

   ก. KEEP (11)

   ข. SET, RESET Bit

   ค. IL (02), ILC (03)

   ง. INC (38), DEC (39)

   จ. DIFU (13), DIFD (14)

2. ข้อใดอธิบายการทำงานของคำสั่ง KEEP ร่วมกับ IL (02), ILC (03)ได้ถูกต้องที่สุด

   ก. เมื่อขา R มีสถานะ ON จะทำให้คำสั่ง KEEP ทำงาน

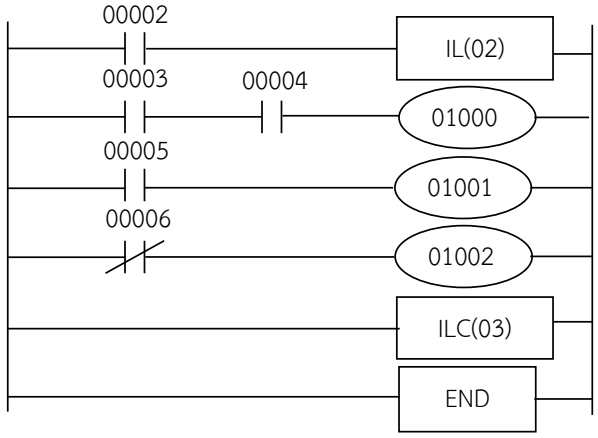
   ข. เป็นคำสั่ง Instruction List (IL) ของ SET และ RESET

   ค. เหมือนกับคำสั่ง ON และ OFF ให้รวมอยู่ในคำสั่ง KEEP

   ง. เหมือนกับคำสั่ง SET และ RESET ให้รวมอยู่ในตัวเดียวกัน

   จ. เมื่อขา R มีสถานะ ON จะทำให้ Hold คำสั่ง Output ของ KEEP

3. ข้อใดวิเคราะห์การทำงานของวงจรดังแสดงในภาพได้ถูกต้องที่สุด



   ก. เมื่อ ON อินพุต 00003 กับ 00004 จะทำให้เอาต์พุต 01000 ทำงาน (ON)

   ข. เมื่อ ON อินพุต 00003 กับ 00005 จะทำให้เอาต์พุต 01001 ทำงาน (ON)

   ค. เมื่อ ON อินพุต 00005 กับ 00006 จะทำให้เอาต์พุต 01001 ทำงาน (ON)

ง. เมื่อ ON อินพุต 00002 กับ 00003 จะทำให้เอาต์พุต 01002 ทำงาน (ON)

จ. เมื่อ ON อินพุต 00002 กับ 00006 จะทำให้เอาต์พุต 01002 ทำงาน (ON)

4. ข้อใดบอกหน้าที่ของคำสั่งพิเศษ JMP และ JME ได้ถูกต้อง

ก. ถ้าคอนแทคส่วนหน้าของ JMP มีสภาวะเป็น “OFF” เมื่อใด Output, Timer, Counter, Keep ที่อยู่ระหว่างคำสั่งดังกล่าวจะยังคงค้างสภาวะเอาไว้

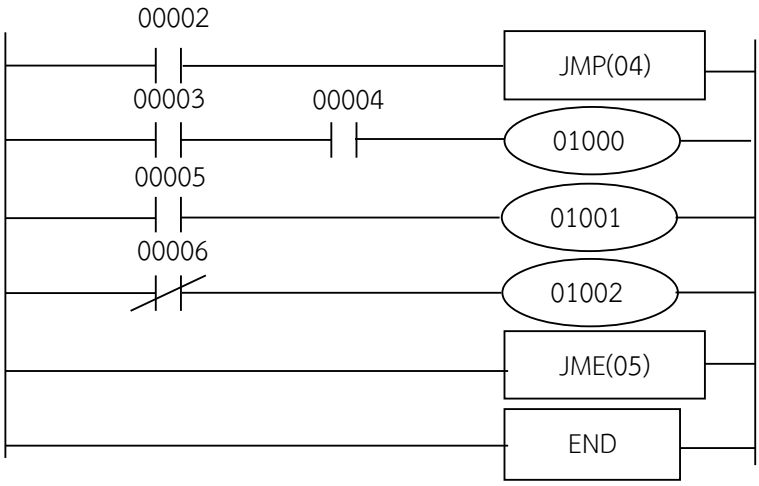
ข. ระหว่างคำสั่ง JMP และ JME จะมีเงื่อนไขการทำงานเป็น ON เมื่อ ชุดของคอนแทคตรงส่วนหน้าของ JMP มีสภาวะเป็น “ON”

ค. ระหว่างคำสั่ง JMP และ JME จะมีเงื่อนไขการทำงานเป็น OFF เมื่อชุดของคอนแทคตรงส่วนหน้าของ JMP มีสภาวะเป็น “OFF”

ง. การใช้งานของคำสั่งคู่นี้จะใช้ JMP และ JME ตัวใดก็ได้

จ. ระหว่างคำสั่ง JMP และ JME จะมีเงื่อนไขการทำงานเป็น“ON” 1 Scan time

5. เมื่อกด ON อินพุต 00002 และ 00003 แล้วปล่อย OFF ทั้งคู่ ข้อใดอธิบายการทำงานของวงจรได้ถูกต้อง



ก. เอาต์พุต 01002 ทำงาน (ON)

ข. เอาต์พุต 01001 และ 01002 ทำงาน (ON)

ค. เมื่อ ON 00005 จะทำให้เอาต์พุต 01001 ทำงาน (ON)

ง. เมื่อ ON 00006 จะทำให้เอาต์พุต 01002 หยุดทำงาน (OFF)

จ. เอาต์พุต 01002 ทำงาน (ON) และเมื่อ ON 00006 จะทำให้เอาต์พุต 01002 หยุดทำงาน (OFF)

เฉลยแบบทดสอบที่ 4

รหัสวิชา 3100-0104 รายวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับชั้น ปวส.

เรื่อง วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ จำนวน 5 คะแนน เวลา 3 นาที

1. เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนมีจำนวน 5 ข้อ คะแนนรวม 5 คะแนน
2. เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนมีจำนวน 5 ข้อ คะแนนรวม 5 คะแนน

ข้อที่	แบบทดสอบ	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	ก	ค
2	ก	จ
3	ง	จ
4	ง	ก
5	ก	ก

	ใบงานที่ 4	
	รหัสวิชา 3100-0104 ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	
	ชื่อหน่วย นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	
ชื่องาน วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC เงื่อนไขการทำงาน A+A-B+B-		**จำนวน 1 ชั่วโมง**

1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.1 ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ ได้ถูกต้อง

1.2 เชื่อมต่อ CX-Programmer กับ PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ และวิเคราะห์การทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ได้ถูกต้อง

2. สมรรถนะ

2.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการต่อวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมโดย PLC ด้วยคำสั่งพิเศษ

2.2 สรุปและอธิบายการทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมโดย PLC ด้วยคำสั่งพิเศษ

3. วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ

3.1 แผงฝึกไฮดรอลิกส์ไฟฟ้า สายและข้อต่อสายไฮดรอลิกส์	จำนวน	1 ชุด
3.2 คอมพิวเตอร์ PC พร้อมโปรแกรม CX-Programmer	จำนวน	1 ชุด
3.3 กระบอกสูบไฮดรอลิกส์สองทาง	จำนวน	2 ตัว
3.4 โซลีนอยด์วาล์วคู่ 4/3	จำนวน	2 ตัว
3.5 สวิตช์ปุ่มกด	จำนวน	1 ตัว
3.6 รีดสวิตช์	จำนวน	4 ตัว
3.7 รีเลย์ 24 โวลต์	จำนวน	4 ตัว
3.8 สายไฟฟ้าและสายเชื่อมต่อสัญญาณ	จำนวน	1 ชุด
3.9 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์	จำนวน	1 ตัว

4. ข้อควรระวัง

4.1 เสียบสายไฮดรอลิกส์ให้แน่น และเสียบให้กลไกเข้าตำแหน่ง

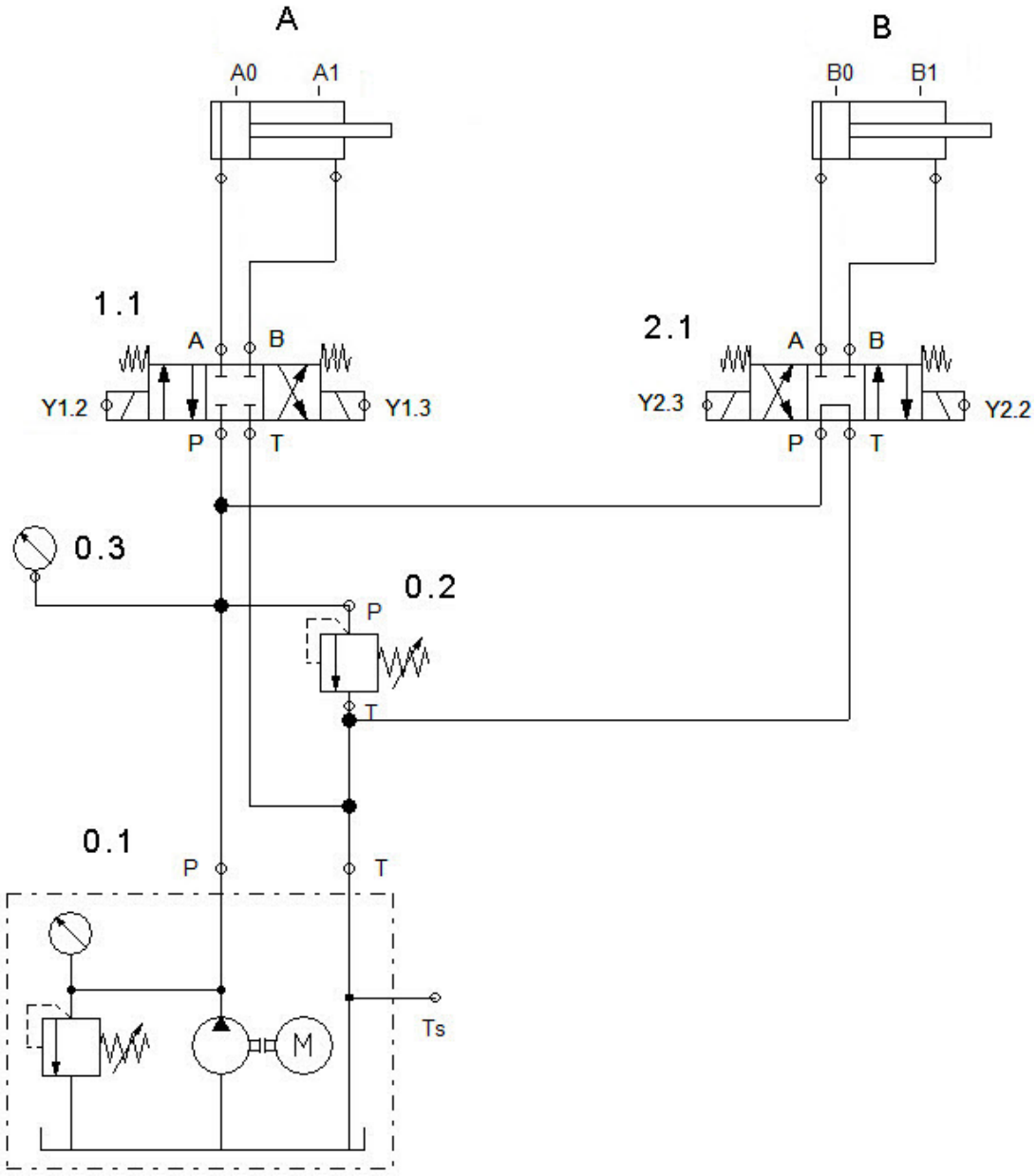
4.2 ระวังสายไฮดรอลิกส์หลุด น้ำมันกระเด็นเข้าใบหน้า และร่างกาย

4.3 เสียบขั้วต่อสายวงจรไฟฟ้าให้แน่น

4.4 ก่อนจ่ายกระแสไฟฟ้า ตรวจสอบวงจรไฟฟ้าให้ถูกต้อง ระวังลัดวงจรไฟฟ้า

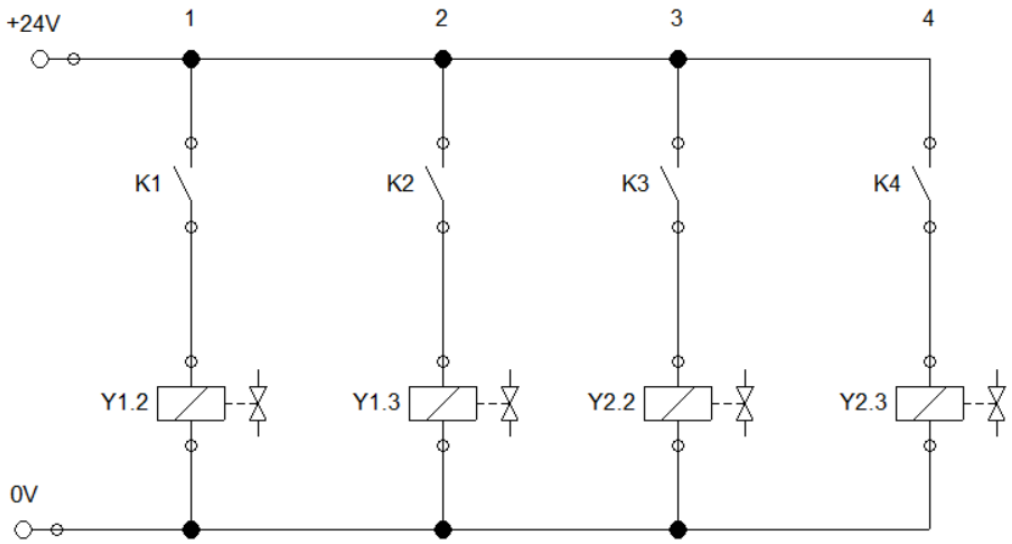
5. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

5.1 ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ เงื่อนไขการทำงาน A+A-B+B- ในส่วนของวงจรไฮดรอลิกส์กำลัง ตามรูปภาพที่ 4.10



รูปภาพที่ 4.10 วงจรไฮดรอลิกส์กำลัง เงื่อนไขการทำงาน A+A-B+B-

5.2 ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ เงื่อนไขการทำงาน A+A-B+B- ในส่วนของวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุม ตามรูปภาพที่ 4.11



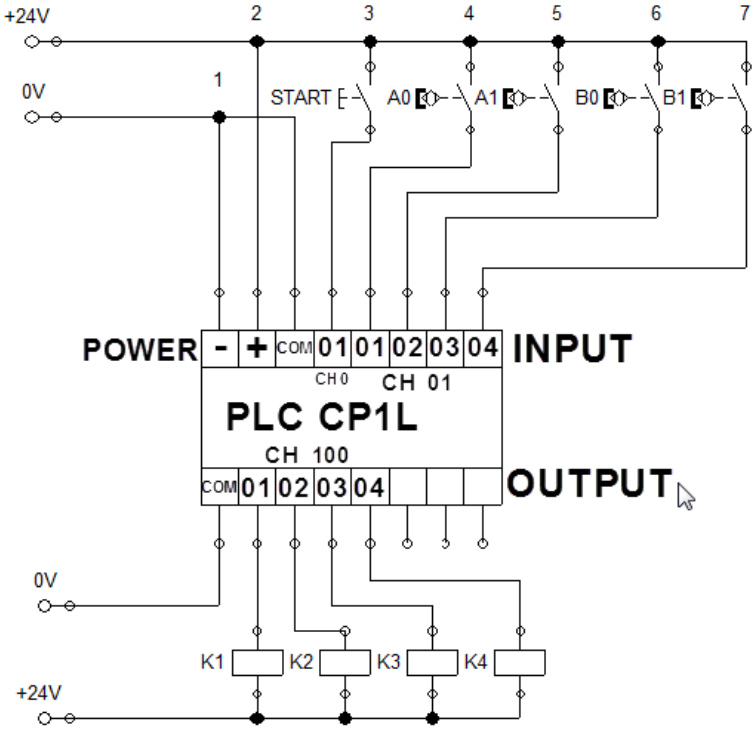
รูปภาพที่ 4.11 วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุม เงื่อนไขการทำงาน A+A-B+B-

5.3 ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ เงื่อนไขการทำงาน A+B+A-B- ในส่วนการต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต กับ PLC โดยกำหนดตำแหน่งดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การกำหนดตำแหน่งอินพุตและเอาต์พุตของ PLC เงื่อนไข A+A-B+B-

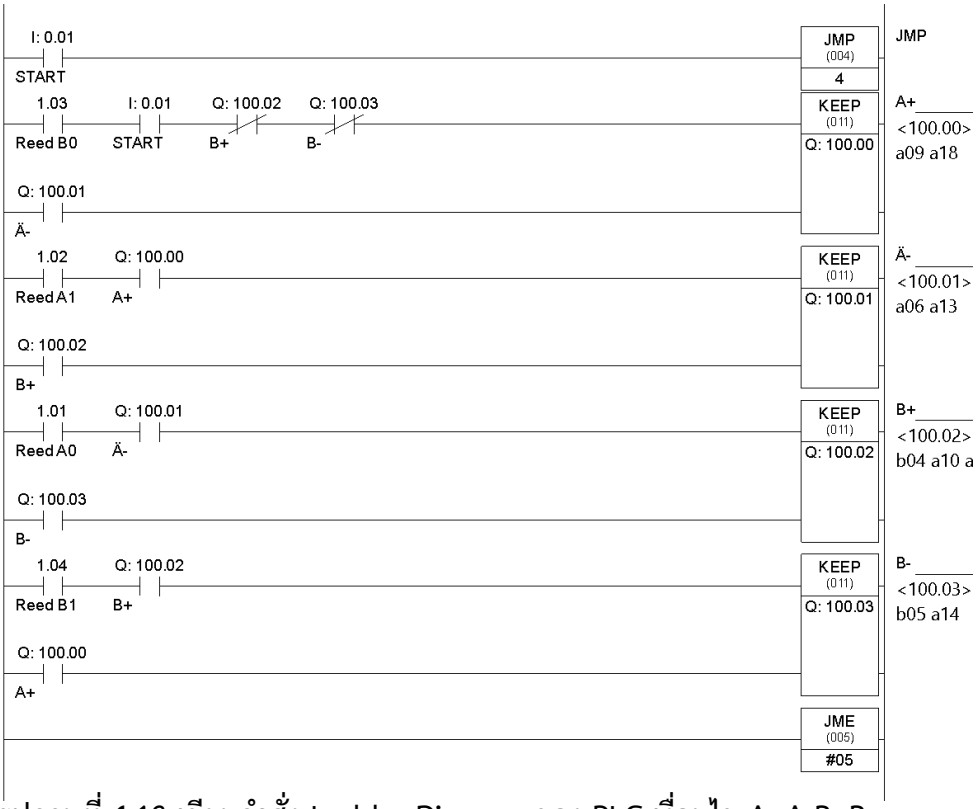
Input Unit Address			Output Unit Address		
001	START	Pushbutton Switch	**10000**	K1 (A+)	Relay Control Solenoid Valve Y1.2
101	A0	Reed Switch (A-)	**10001**	K2 (A-)	Relay Control Solenoid Valve Y1.3
102	A1	Reed Switch (A+)	**10002**	K3 (B+)	Relay Control Solenoid Valve Y2.2
103	B0	Reed Switch (B-)	**10003**	K4 (B-)	Relay Control Solenoid Valve Y2.3
104	B1	Reed Switch (B+)			
000	STOP	Pushbutton Switch			

5.4 เมื่อทำการกำหนดตำแหน่ง อุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต กับ PLC แล้วให้ทำการต่อสายวงจรดังแสดงในรูปภาพที่ 4.12



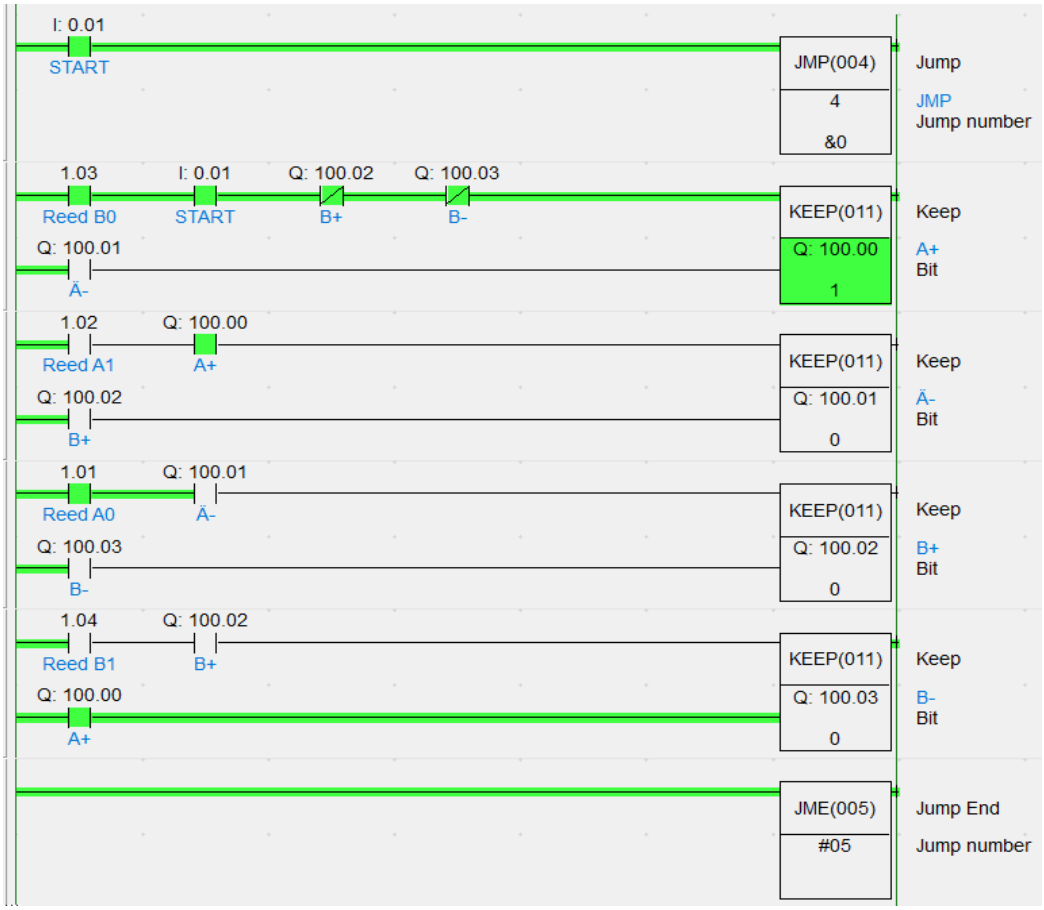
รูปภาพที่ 4.12 การต่อสายอุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต กับ PLC เงื่อนไข A+A-B+B-

5.5 เขียนคำสั่ง Ladder Diagram ดังแสดงในรูปภาพที่ 4.13 ในโปรแกรม CX-Programmer



รูปภาพที่ 4.13 เขียนคำสั่ง Ladder Diagram ของ PLC เงื่อนไข A+A-B+B-

5.6 เชื่อมต่อสายสัญญาณ PLC OMRON รุ่น CP1L กับ PC เปิดโปรแกรม CX-Programmer เมื่อเชื่อมต่อสมบูรณ์แล้ว ทำการเริ่มต้นการทำงานด้วยการกดสวิตช์สตาร์ท (START) ที่อุปกรณ์อินพุตของวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ เงื่อนไขการทำงาน A+A-B+B- ดังแสดงในภาพที่ 4.14 และทำการบันทึกผลการทำงานลงในตารางที่ 4.4



รูปภาพที่ 4.14 การทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ

ตารางที่ 4.4 บันทึกผลการทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ

คำสั่ง	บันทึกผลการทำงานของวงจร
กดสวิตช์ START ให้ทำงานแล้วปล่อยมือ สังเกตุการทำงานของวงจรแล้วบันทึกผลการ	....

6. คำถาม

หลักการออกแบบวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยใช้คำสั่งพิเศษ เงื่อนไขการทำงาน A+A-B+B- มีลำดับขั้นตอนอะไรบ้าง

7. สรุปผลการปฏิบัติงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. เอกสารอ้างอิง

ปานเพชร ชินินทร และขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์. **ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด ยูเคชั่น**,** 2549.

Pneumatic & Hydraulic Blog. **Hydraulic.** [online] 2008. [cited 27 Feb. 2015]. Available from: URL: https://xn--12ca0dct2crocn6ejz4cdi6qwa3d.blogspot.com/2013/10/blog-post.html

	เฉลยใบงานที่ 4	
	รหัสวิชา 3100-0104 **ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์**	
	ชื่อหน่วย นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	
ชื่องาน วงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC เงื่อนไขการทำงาน A+A-B+B-		**จำนวน 5 นาที**

1. คำตอบ

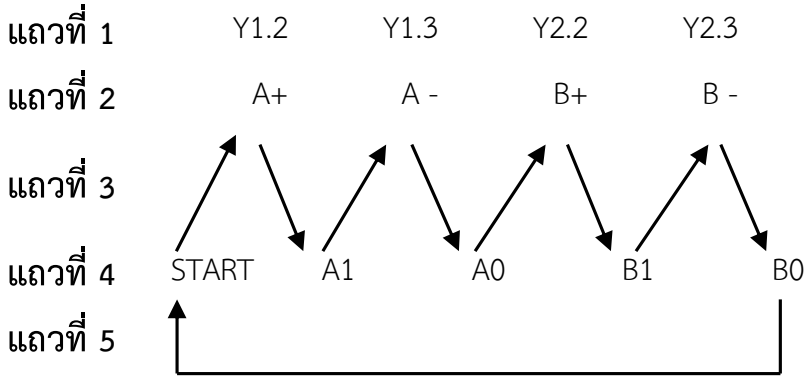
<u>จากข้อ 6 คำถาม ของใบงาน</u>

หลักการออกแบบวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยใช้คำสั่งพิเศษ เงื่อนไขการทำงาน A+A-B+B- มีลำดับขั้นตอนอะไรบ้าง

<u>คำตอบ</u>

สำหรับหลักการเขียนวงจรวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ที่มีเงื่อนไขการทำงาน A+A-B+B- เราจะต้องออกแบบวงจรควบคุมในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ CX-Programmer โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 เขียน Signal Flow Step Diagram



1.2 กำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุต

ดังแสดงในตารางที่ 4.3

1.3 ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุม วงจรไฮดรอลิกส์กำลัง ต่อวงจรอุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุต กับตำแหน่งของ PLC ตามที่กำหนดในตารางที่ 4.3 ดังแสดงในรูปภาพที่ 4.10-4.12

1.4 เขียน Ladder Diagram

ดังแสดงในรูปภาพที่ 4.13

1.5 เชื่อมต่อ PLC กับ CX-Programmer และทดสอบการทำงาน

ดังแสดงในรูปภาพที่ 4.14

2. สรุปผลการปฏิบัติงาน

ในการทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC เงื่อนไขการทำงาน A+A-B+B- สามารถสรุปผลการทำงานได้ดังนี้

ตารางที่ 4.5 สรุปผลการทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ

คำสั่ง	สรุปผลการทำงานของวงจร
กดสวิตช์ START ให้ทำงานแล้วปล่อยมือ สังเกตุการทำงานของวงจรแล้วบันทึกผลการ	**การทำงานของวงจร** เมื่อกดสวิตช์ปุ่มกดสวิตช์ START รีเลย์ Y1.2 (K1) ทำงาน ทำให้ก้านสูบของกระบอกสูบตัวที่ 1 เคลื่อนที่ออก (A+) ไปกดทับ Reed Switch A1 ทำให้รีเลย์ Y1.3 (K2) ทำงาน ทำให้ก้านสูบของกระบอกสูบตัวที่ 1 เคลื่อนที่เข้า (A-) ไปกดทับ Reed Switch A0 แล้วจะทำให้รีเลย์ Y2.2 (K3) ก้านสูบของกระบอกสูบตัวที่ 2 เคลื่อนที่ออก (B+) ไปกดทับ Reed Switch B1 ทำให้โซลินอยด์วาล์ว Y2.3 (K4) ทำงานทำให้ก้านสูบของกระบอกสูบตัวที่ 2 เคลื่อนที่เข้า (B-) ไปกด Reed Switch B0 ทำให้วงจรกลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้นหรือครบหนึ่งรอบการทำงาน

บันทึกหลังการสอนหน่วยการเรียนรู้ที่ 4

วิชา....นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์.....รหัสวิชา.....3100-0104.....ชั้น.....ปวส.1 กลุ่ม D7

เรื่อง วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ

1. ผลการสอน

☐ สอนได้ตามหน่วยการเรียนรู้

☐ สอนไม่ได้ตามหน่วยการเรียนรู้ เนื่องจาก .....

5. ผลการประเมินจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษา

☐ จำนวนนักศึกษาที่ผ่านการประเมิน ..... คน คิดเป็นร้อยละ .....

☐ จำนวนนักศึกษาที่ไม่ผ่านการประเมิน ..... คน คิดเป็นร้อยละ .....

3. ปัญหาและอุปสรรค

☐ กิจกรรมการจัดการเรียนการสอน ไม่เหมาะสมกับเวลา

☐ มีนักศึกษาทำ แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ/ ใบสั่งงาน ไม่ทันตามกำหนดเวลา

☐ อื่น ๆ .....

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

☐ ควรนำแผนไปปรับปรุง เรื่อง .....

☐ แนวทางแก้ไขนักศึกษาที่ไม่ผ่านการประเมิน .....

.....

☐ ไม่มีข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ ..... ผู้บันทึก

(นายมนูญ นาจวง)

...../...../.....

บันทึกหลังการสอน ตามหน่วยการเรียนรู้ฉบับนี้ ได้รับการตรวจจากหัวหน้าแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลังเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ลงชื่อ ..... ผู้ตรวจรับรอง

(นายสยาม โพธิ์เพ็ชร)

...../...../.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

ชื่อหน่วย นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

ชื่อวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104 ทฤษฎี 2 ปฏิบัติ 2 หน่วยกิต 3

☐ **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ** ☑ **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง**

สาขาวิชา.....ไฟฟ้า.....**สาขางาน**.....ไฟฟ้ากำลัง.....

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ภาคทฤษฎี จำนวน 35 ข้อ (35 คะแนน)

ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 40 นาที

1.1 วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน จำนวน 10 ข้อ

1.2 วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน จำนวน 10 ข้อ

1.3 วงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ จำนวน 10 ข้อ

1.4 วงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ จำนวน 5 ข้อ

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ภาคปฏิบัติ จำนวน 2 ข้อ (40 คะแนน)

ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 80 นาที

2.1 ปฏิบัติงานควบคุมวงจรไฮดรอลิกส์ด้วย PLC คำสั่งพื้นฐาน (20 คะแนน)

2.2 ปฏิบัติงานควบคุมวงจรนิวแมติกส์ด้วย PLC คำสั่งพิเศษ (20 คะแนน)

3. รวมคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (E_2) จำนวน 75 คะแนน

ใช้เวลาในการทดสอบรวม 120 นาที

	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ภาคปฏิบัติ	**ข้อที่ 1** **จำนวน 20 คะแนน**
รหัสวิชา 3100-0104	**ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์**	
เรื่องงาน การต่อวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน		**เวลา 40 นาที**

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย

1. ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน ได้ถูกต้อง
2. เชื่อมต่อ CX-Programmer กับ PLC วิเคราะห์การทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ได้ถูกต้อง

วัสดุ/เครื่องมือ/อุปกรณ์	**คำสั่ง : ให้นักศึกษา**
1. แผงฝึกไฮดรอลิกส์ไฟฟ้า และโปรแกรม CX-Programmer	1. เขียนคำสั่งพื้นฐาน PLC เงื่อนไข A+A-
2. กระบอกสูบไฮดรอลิกส์สองทาง 1 ตัว	2. เขียนขั้นตอนการทำงานและเครื่องมือ อุปกรณ์
3. สวิตช์ปุ่มกด จำนวน 1 ตัว	3. ใช้เวลาสอบปฏิบัติ ไม่เกิน 45 นาที
4. รีดสวิตช์ จำนวน 2 ตัว	
5. โซลีนอยด์วาล์วคู่ 4/3 จำนวน 1 ตัว	**ข้อควรระวัง**
6. สายต่อวงจรไฟฟ้าจำนวน 10 เส้น และสายเชื่อมสัญญาณ	ระวังน้ำมันไฮดรอลิกส์รั่ว หรือจุดเชื่อมต่อหลวม
7. สายไฮดรอลิกส์ จำนวน 10 เส้น	ทำให้น้ำมันกระเด็นเข้าร่างกาย ลงพื้น ลื่นล้มได้

ขั้นตอนการทำงาน	**วัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์**
1. เขียน Signal Flow Step Diagram	1. PC (Personal Computer)
2. กำหนดตำแหน่ง Input / Output	2. โปรแกรม CX-Programmer
3. เขียนวงจรควบคุมด้วยรีเลย์	3. ชุดฝึก PLC
4. ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุม และต่ออุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต PLC	4. ชุดฝึกไฮดรอลิกส์
5. ต่อวงจรไฮดรอลิกส์กำลัง	
6. เขียนคำสั่ง Ladder Diagram ในโปรแกรม CX-Programmer	
แล้วเทดสอบการทำงานบน PC (Personal Computer)	
7. เชื่อมต่อ PLC OMRON รุ่น CP1L กับ PC (Personal Computer)	
8. กดสวิตช์ START วิเคราะห์การทำงานของวงจร	
9. บันทึก ผล/ข้อสรุป การทำงานของวงจร	
10. เก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ ทำความสะอาดให้เรียบร้อย	

ชื่อนักศึกษา	:	**ผู้ควบคุม**	:
ห้อง/ชั้น	:	**วันที่**	:

	การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ	ข้อที่ 1 จำนวน 20 คะแนน
รหัสวิชา 3100-0104	ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	
เรื่องงาน การต่อวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน		เวลา 40 นาที

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย

1. ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน ได้ถูกต้อง
2. เชื่อมต่อ CX-Programmer กับ PLC วิเคราะห์การทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ได้ถูกต้อง

จุดพิจารณา (จุดละ 2 คะแนน)	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1. เขียน Signal Flow Step Diagram			
2. กำหนดตำแหน่ง Input / Output			
3. เขียนวงจรควบคุมด้วยรีเลย์			
4. ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุม และต่ออุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต PLC			
5. ต่อวงจรไฮดรอลิกส์กำลัง			
6. เขียนคำสั่ง Ladder Diagram ในโปรแกรม CX-Programmer			
แล้วทดสอบการทำงานบน PC (Personal Computer)			
7. เชื่อมต่อ PLC OMRON รุ่น CP1L กับ PC (Personal Computer)			
8. กดสวิตช์ START วิเคราะห์การทำงานของวงจร			
9. บันทึก ผล/ข้อสรุป การทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC			
10. เก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ ทำความสะอาดให้เรียบร้อย			
รวมคะแนน			

ผลการวิเคราะห์การทำงาน :

ชื่อนักศึกษา : **ผู้ควบคุม** :

ห้อง/ชั้น : **วันที่** :

	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ภาคปฏิบัติ	ข้อที่ 2 จำนวน 20 คะแนน
รหัสวิชา 3100-0104	**ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์**	
เรื่องงาน การต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ		**เวลา 40 นาที**

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย

1. ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ ได้ถูกต้อง
2. ทดสอบวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ ทำงานได้ถูกต้อง

วัสดุ/เครื่องมือ/อุปกรณ์	**คำสั่ง : ให้นักศึกษา**
1. แผงฝึกนิวแมติกส์ไฟฟ้า และโปรแกรม CX-Programmer	1. เงื่อนไข A+A-B+B- กับ Reed Switch
2. กระบอกสูบนิวแมติกส์สองทาง 2 ตัว	2. ทำงานอัตโนมัติ วงจรสั่งหยุดที่ตำแหน่ง 01
3. สวิตช์ปุ่มกดค้างตำแหน่ง จำนวน 1 ตัว	3. เขียนขั้นตอนการทำงานและเครื่องมือ อุปกรณ์
4. รีดสวิตช์ จำนวน 4 ตัว	4. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติ ไม่เกิน 100 นาที
5. โซลีนอยด์วาล์วคู่ 5/2 จำนวน 2 ตัว	**ข้อควรระวัง**
6. สายต่อวงจรไฟฟ้าจำนวน 20 เส้น และสายเชื่อมสัญญาณ	ระวังสายลมหลุด หรือข้อต่อลมหลวมหรือชำรุด
7. สายลมนิวแมติกส์ จำนวน 20 เส้น	สะบัดเข้า ดวงตา ใบหน้า และร่างกาย

ขั้นตอนการทำงาน	**วัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์**
1. เขียน Signal Flow Step Diagram	1. PC (Personal Computer)
2. กำหนดตำแหน่ง Input / Output	2. โปรแกรม CX-Programmer
3. เขียนวงจรควบคุมด้วยรีเลย์	3. ชุดฝึก PLC
4. ต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุม และต่ออุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต PLC	4. ชุดฝึกนิวแมติกส์ไฟฟ้า
5. ต่อวงจรนิวแมติกส์กำลัง	
6. เขียนคำสั่ง Ladder Diagram ในโปรแกรม CX-Programmer	
แล้วทดสอบการทำงานบน PC (Personal Computer)	
7. เชื่อมต่อ PLC OMRON รุ่น CP1L กับ PC (Personal Computer)	
8. กดสวิตช์ START วิเคราะห์การทำงานของวงจร	
9. บันทึก ผล/ข้อสรุป การทำงานของวงจร	
10. เก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ ทำความสะอาดให้เรียบร้อย	

ชื่อนักศึกษา : **ผู้ควบคุม** :

ห้อง/ชั้น : **วันที่** :

	การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ	ข้อที่ 2
		จำนวน 20 คะแนน
รหัสวิชา 3100-0104	**ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์**	
เรื่องงาน การต่อวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ		**เวลา 40 นาที**

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย

1. ต่อวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ ได้ถูกต้อง
2. ทดสอบวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ ทำงานได้ถูกต้อง

จุดพิจารณา (จุดละ 2 คะแนน)	**ผลการปฏิบัติงาน**		**หมายเหตุ**
	ผ่าน	**ไม่ผ่าน**	
1. เขียน Signal Flow Step Diagram			
2. กำหนดตำแหน่ง Input / Output			
3. เขียนวงจรควบคุมด้วยรีเลย์			
4. ต่อวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุม และต่ออุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต PLC			
5. ต่อวงจรไฮดรอลิกส์กำลัง			
6. เขียนคำสั่ง Ladder Diagram ในโปรแกรม CX-Programmer			
แล้วทดสอบการทำงานบน PC (Personal Computer)			
7. เชื่อมต่อ PLC OMRON รุ่น CP1L กับ PC (Personal Computer)			
8. กดสวิตช์ START วิเคราะห์การทำงานของวงจร			
9. บันทึก ผล/ข้อสรุป การทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วย PLC			
10. เก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ ทำความสะอาดให้เรียบร้อย			
รวมคะแนน			

ผลการวิเคราะห์การทำงาน :

ชื่อนักศึกษา : **ผู้ควบคุม** :

ห้อง/ชั้น : **วันที่** :

สรุปผลรวมคะแนน

แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียน (E_1) และคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (E_2)

เรื่องนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC)

รายวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ **รหัสวิชา 3100-0104**

เลขที่นักศึกษา ปวส.1 กลุ่ม D7	ชื่อ - สกุล	คะแนน E_1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1-4					คะแนน E_2 ผลสัมฤทธิ์หลังเรียน			
		แบบฝึกหัด	ใบงาน	แบบทดสอบหลังเรียน	รวมคะแนน	ค่าเฉลี่ยร้อยละ	ทดสอบภาคทฤษฎี	ทดสอบภาคปฏิบัติ	รวมคะแนน	ค่าเฉลี่ยร้อยละ
		35	70	35	140	100	35	40	75	100
1	นายธนายุทธ ค่ายบุ่งคล้า	33	70	33	136	97.14	32	31	63	84.00
2	นายสุทธิศักดิ์ ชนะชัย	28	52	32	112	80.00	33	31	64	85.33
3	นายอิศรา ก่อบุญ	31	67	29	127	90.71	34	31	65	86.67
4	นายต้นตะกรานต์ ขลังวิเชียร	30	52	28	110	78.57	29	34	63	84.00
5	นายอภิวัฒน์ ภักดีกุล	29	52	30	111	79.29	28	28	56	74.67
6	นายธนพล จันทราษี	28	61	28	117	83.57	27	31	58	77.33
7	นายไพรัตน์ ธรรมกุล	29	55	27	111	79.29	26	34	60	80.00
8	นางสาวจารุวรรณ ชุมพร	29	61	31	121	86.43	28	31	59	78.67
9	นายปรีติภัทร อักษร	32	70	34	136	97.14	33	37	70	93.33
10	นายปราบ อาจนาเสียว	27	49	27	103	73.57	27	31	58	77.33
11	นายสิทธิชัย แสงแก้ว	28	52	28	108	77.14	25	34	59	78.67
12	นายธนากร พิพิธกุล	34	67	30	131	93.57	32	37	69	92.00
13	นายเจตริน โนนทะปะ	28	49	26	103	73.86	25	34	59	78.67
14	นายฉัตรชัย ทาเพชร	27	55	30	112	80.00	30	37	67	89.33
15	นายปิยะพงษ์ บุญเรือง	26	49	26	101	72.14	20	34	54	72.00
16	นางสาวศิริมาศ ชัยณรงค์	27	55	26	108	77.14	25	31	56	74.67
17	นายธีรภัทร์ พรมนอก	27	52	30	109	77.86	25	31	56	74.67
	รวม					**1397.4**				**1381.3**
	ค่าเฉลี่ยร้อยละ					**82.20**				**81.25**

ภาคผนวก ค

- ผลการประเมิน IOC หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ผลการประเมิน IOC หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ ค.1 ผลการประเมิน IOC หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 1

	ผลการประเมิน IOC หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	หน่วยที่ 1

รหัสวิชา 3100-0104 ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

ชื่อหน่วยวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน | **จำนวน 4 ชั่วโมง**

หัวข้อย่อยที่	วัตถุประสงค์ข้อที่	IS			PS			ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญคนที่					∑R	IOC
		R	A	T	I	C	A	1	2	3	4	5		
1	1	✓						+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
2	2	✓						+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
3	3	✓						+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
	4	✓						+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
4	5		✓					+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
	6			✓				+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
	7			✓				+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
5	8		✓					+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
	9			✓				+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
	10			✓				+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
ใบงาน														
1-5	11				✓			+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
	12					✓		+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
รวมจำนวน		4	2	4	1	1	-	12	10	12	12	12	58	11.6

หมายเหตุ

IS = ความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Skill) **PS = ความสามารถทักษะฝีมือ (Physical Skills)**

R = การฟื้นคืนความรู้ (Recall Knowledge) I = เลียนแบบ (Imitation)

A = การประยุกต์ความรู้ (Apply Knowledge) C = ทำด้วยความถูกต้อง (Control)

T = การส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge) A = ชำนาญ (Automatism)

ตารางที่ ค.2 ผลการประเมิน IOC หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 2

	ผลการประเมิน IOC หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	หน่วยที่ 2

รหัสวิชา 3100-0104 ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

ชื่อหน่วยวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน | **จำนวน 4 ชั่วโมง**

หัวข้อย่อยที่	วัตถุประสงค์ข้อที่	IS			PS			ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญคนที่					∑R	IOC
		R	A	T	I	C	A	1	2	3	4	5		
1	1		✓					0	+1	+1	+1	+1	4	0.8
	2	✓						+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
2	3	✓						+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
	4			✓				+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
	5	✓						+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
	6			✓				+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
3	7		✓					+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
	8			✓				0	+1	+1	+1	+1	4	0.8
	9		✓					+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
	10			✓				+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
ใบงาน														
1-3	11				✓			+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
	12					✓		+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
รวมจำนวน		3	3	4	1	1	-	10	11	12	12	12	57	11.4

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency) มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1

+1 เห็นด้วยว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับข้อสอบหรือใบงาน

0 ไม่แน่ใจว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับข้อสอบหรือใบงาน

-1 ไม่เห็นด้วยว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับข้อสอบหรือใบงาน

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้าน</u>

IS = ความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Skill) **PS = ความสามารถทักษะฝีมือ (Physical Skills)**

R = การฟื้นคืนความรู้ (Recall Knowledge) I = เลียนแบบ (Imitation)

A = การประยุกต์ความรู้ (Apply Knowledge) C = ทำด้วยความถูกต้อง (Control)

T = การส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge) A = ชำนาญ (Automatism)

ตารางที่ ค.3 ผลการประเมิน IOC หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 3

	ผลการประเมิน IOC หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	หน่วยที่ 3

รหัสวิชา 3100-0104 ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

ชื่อหน่วยวงจรนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ | **จำนวน 4 ชั่วโมง**

หัวข้อย่อยที่	วัตถุประสงค์ข้อที่	IS			PS			ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญคนที่					∑R	IOC
		R	A	T	I	C	A	1	2	3	4	5		
1	1	✓						+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
	2		✓					+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
2	3	✓						+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
	4		✓					+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
3	5	✓						+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
	6		✓					+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
	7			✓				+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
	8	✓						0	+1	+1	+1	+1	4	0.8
	9			✓				+1	0	+1	0	+1	3	0.6
	10			✓				0	+1	+1	+1	+1	4	0.8
ใบงาน														
1-3	11				✓			+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
	12					✓		+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
รวมจำนวน		4	3	3	3	3	-	10	11	12	11	12	56	11.2

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency) มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1

+1 เห็นด้วยว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับข้อสอบหรือใบงาน

0 ไม่แน่ใจว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับข้อสอบหรือใบงาน

-1 ไม่เห็นด้วยว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับข้อสอบหรือใบงาน

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้าน</u>

IS = ความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Skill) **PS = ความสามารถทักษะฝีมือ (Physical Skills)**

R = การฟื้นคืนความรู้ (Recall Knowledge) I = เลียนแบบ (Imitation)

A = การประยุกต์ความรู้ (Apply Knowledge) C = ทำด้วยความถูกต้อง (Control)

T = การส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge) A = ชำนาญ (Automatism)

ตารางที่ ค.4 ผลการประเมิน IOC หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 4

	ผลการประเมิน IOC หัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	หน่วยที่ 4

รหัสวิชา 3100-0104 ชื่อวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

ชื่อหน่วยวงจรไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยใช้คำสั่งพิเศษ | **จำนวน 2 ชั่วโมง**

หัวข้อย่อยที่	วัตถุประสงค์ข้อที่	IS			PS			ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญคนที่					∑R	IOC
		R	A	T	I	C	A	1	2	3	4	5		
1	1	✓						+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
	2		✓					+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
	3			✓				+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
2	4		✓					+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
	5			✓				+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
ใบงาน														
2	6				✓			+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
	7					✓		+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0
รวมจำนวน		1	2	2	2	2	-	7	7	7	7	7	35	7

หมายเหตุ

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency) มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1

+1 เห็นด้วยว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับข้อสอบหรือใบงาน

0 ไม่แน่ใจว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับข้อสอบหรือใบงาน

-1 ไม่เห็นด้วยว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับข้อสอบหรือใบงาน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้าน

IS = ความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Skill) **PS = ความสามารถทักษะฝีมือ (Physical Skills)**

R = การฟื้นคืนความรู้ (Recall Knowledge) I = เลียนแบบ (Imitation)

A = การประยุกต์ความรู้ (Apply Knowledge) C = ทำด้วยความถูกต้อง (Control)

T = การส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge) A = ชำนาญ (Automatism)

ภาคผนวก ง

- การประเมิน IOC ข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย
- การประเมิน IOC ใบงานกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย

ผลการประเมิน IOC จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมพุทธิพิสัยกับข้อสอบ

ตารางที่ ง.1 สรุปผลความสอดคล้องจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยกับข้อสอบ

การประเมินความสอดคล้องของหัวข้อย่อยกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม											
หน่วยที่ 1			หน่วยที่ 2			หน่วยที่ 3			หน่วยที่ 4		
วัตถุประสงค์ข้อที่	ข้อสอบข้อที่	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	วัตถุประสงค์ข้อที่	ข้อสอบข้อที่	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	วัตถุประสงค์ข้อที่	ข้อสอบข้อที่	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	วัตถุประสงค์ข้อที่	ข้อสอบข้อที่	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
1	1	**1.0**	1	1	**0.8**	1	1	**1.0**	1	1	**1.0**
2	2	**1.0**	2	2	**1.0**	2	2	**1.0**	2	2	**1.0**
3	3	**1.0**	3	3	**1.0**	3	3	**1.0**	3	3	**1.0**
4	4	**0.8**	4	4	**1.0**	4	4	**1.0**	4	4	**1.0**
5	5	**1.0**	5	5	**1.0**	5	5	**1.0**	5	5	**1.0**
6	6	**1.0**	6	6	**0.8**	6	6	**1.0**			
7	7	**1.0**	7	7	**1.0**	7	7	**1.0**			
8	8	**1.0**	8	8	**0.8**	8	8	**0.8**			
9	9	**0.8**	9	9	**1.0**	9	9	**0.6**			
10	10	**1.0**	10	10	**1.0**	10	10	**0.8**			
ค่าเฉลี่ย		**0.96**	**ค่าเฉลี่ย**		**0.94**	**ค่าเฉลี่ย**		**0.92**	**ค่าเฉลี่ย**		**1.0**

หมายเหตุ

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency) มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1

+1 เห็นด้วยว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับข้อสอบ

0 ไม่แน่ใจว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับข้อสอบ

-1 ไม่เห็นด้วยว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับข้อสอบ

IS = ความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Skill) **PS = ความสามารถทักษะฝีมือ (Physical Skills)**

R = การฟื้นคืนความรู้ (Recall Knowledge) I = เลียนแบบ (Imitation)

A = การประยุกต์ความรู้ (Apply Knowledge) C = ทำด้วยความถูกต้อง (Control)

T = การส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge) A = ชำนาญ (Automatism)

ผลการประเมิน IOC จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัยกับใบงาน

ตารางที่ ง.2 สรุปผลความสอดคล้องใบงานกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย

ความสอดคล้องของใบงานกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมความสามารถทักษะฝีมือ											
หน่วยที่ 1			หน่วยที่ 2			หน่วยที่ 3			หน่วยที่ 4		
ใบงาน (Job Sheet) ที่	วัตถุประสงค์ข้อที่	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ใบงาน (Job Sheet) ที่	วัตถุประสงค์ข้อที่	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ใบงาน (Job Sheet) ที่	วัตถุประสงค์ข้อที่	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ใบงาน (Job Sheet) ที่	วัตถุประสงค์ข้อที่	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
1	11	**1.0**	2	11	**1.0**	3	11	**1.0**	4	6	**1.0**
	12	**1.0**		12	**1.0**		12	**1.0**		7	**1.0**
ค่าเฉลี่ย		**1.0**	**ค่าเฉลี่ย**		**1.0**	**ค่าเฉลี่ย**		**1.0**	**ค่าเฉลี่ย**		**1.0**

หมายเหตุ

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency) มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1

+1 เห็นด้วยว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับใบงาน (Job Sheet)

0 ไม่แน่ใจว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับใบงาน (Job Sheet)

-1 ไม่เห็นด้วยว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับใบงาน (Job Sheet)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้าน

IS = ความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Skill)

R = การฟื้นคืนความรู้ (Recall Knowledge)

A = การประยุกต์ความรู้ (Apply Knowledge)

T = การส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge)

PS = ความสามารถทักษะฝีมือ (Physical Skills)

I = เลียนแบบ (Imitation)

C = ทำด้วยความถูกต้อง (Control)

A = ชำนาญ (Automatism)

ภาคผนวก จ

- แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับคุณภาพที่มีต่อชุดฝึก
- สรุปผลการวิเคราะห์หาค่าคุณภาพของชุดการสอน

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับคุณภาพชุดฝึก
ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อ
ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

รายวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104
นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้า ประเภทวิชาอุตสาหกรรม
ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2557 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของผู้เชี่ยวชาญต่อแบบประเมิน

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง หน้าข้อความที่ตรงกับความจริง

1. อายุ	☐ น้อยกว่า 40 ปี ☐ อายุ 40 – 50 ปี ☐ อายุ 50 ปี ขึ้นไป
2. ระดับการศึกษา	☐ ปริญญาเอก หรือเทียบเท่า ☐ ปริญญาโท หรือเทียบเท่า ☐ ปริญญาตรี หรือเทียบเท่า ☐ อื่นๆ.....
3. ประสบการณ์ในการทำงาน	☐ 5-10 ปี ☐ มากกว่า 10 ปี แต่ไม่เกิน 15 ปี ☐ มากกว่า 15 ปี

<u>ตอนที่ 2</u> ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดการสอน และชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยและข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

<u>คำชี้แจง</u>

โปรดแสดงความคิดเห็นของท่าน โดยพิจารณาข้อความในแต่ละข้อแล้ว

ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดดังนี้

ระดับความคิดเห็น

5 หมายถึง เห็นด้วย ดีมาก

4 หมายถึง เห็นด้วย มาก

3 หมายถึง เห็นด้วย ปานกลาง

2 หมายถึง เห็นด้วย น้อย

1 หมายถึง เห็นด้วย น้อยที่สุด

ข้อ 1 ความสอดคล้องของชุดฝึกด้านชุดการสอน

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	จัดลำดับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้อย่างเหมาะสม					
2	เนื้อหาครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
3	รายละเอียดของเนื้อหามีความเหมาะสม					
4	เนื้อหามีความถูกต้องและชัดเจน					
5	ภาพประกอบมีความสัมพันธ์กับเนื้อหา					
6	เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของนักศึกษา					

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

.....

ข้อ 2 ความสอดคล้องของเอกสารประกอบชุดฝึกด้านใบเนื้อหา

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	จัดลำดับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้อย่างเหมาะสม					
2	เนื้อหาครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
3	รายละเอียดของเนื้อหามีความเหมาะสม					
4	เนื้อหามีความถูกต้องและชัดเจน					
5	ภาพประกอบมีความสัมพันธ์กับเนื้อหา					
6	เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของนักศึกษา					

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

.....

ข้อ 3 ความสอดคล้องของเอกสารประกอบชุดฝึกด้านแบบทดสอบ

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	ข้อสอบตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2	ความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา					
3	จำนวนข้อสอบเหมาะสมกับเนื้อหา					
4	คำถามและคำตอบมีความชัดเจน					
5	ความยากง่ายของข้อสอบเหมาะสมกับนักศึกษา					
6	สามารถวัดความรู้ความเข้าใจได้ชัดเจน					

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

.....

ข้อ 4 ความสอดคล้องของใบงานภาคปฏิบัติ

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	ใบงานมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา					
2	ใบงานครอบคลุมตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
3	ภาพในใบงานสาธิตช่วยเพิ่มความเข้าใจในการเรียนรู้					
4	เรียงลำดับขั้นตอนในการทดลองมีความเหมาะสม					
5	ใบงานเหมาะสมกับวัยของนักศึกษา					
6	มีคำอธิบายที่ถูกต้องและง่ายต่อการเข้าใจ					
7	มีความสะดวกในการใช้งาน					
8	มีข้อแนะนำและข้อควรระวัง					
9	มีคำถาม-ตอบที่ชัดเจน					
10	สามารถวัดความรู้ความเข้าใจได้ชัดเจน					

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

.....

ข้อ 5 ความสอดคล้องของชุดฝึก PLC ควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	การสร้างชุดฝึกเป็นไปตามวัตถุประสงค์					
2	ส่งเสริมให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ในเรื่อง PLC					
3	ขนาดและรูปร่างมีความเหมาะสม					
4	การจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์เหมาะสม					
5	คุณภาพของอุปกรณ์และโครงสร้างมีความแข็งแรง					
6	การบำรุงรักษาทำความสะอาดได้ง่าย					
7	มีความสะดวกและปลอดภัยในการใช้งาน					
8	เครื่องมือและอุปกรณ์มีความเหมาะสมกับนักศึกษา					
9	คำอธิบายที่ถูกต้องและง่ายต่อการเข้าใจ					
10	มีภาพอธิบายขั้นตอนที่ถูกต้องและชัดเจน					

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน

1. ชุดการสอน

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	5	4	3	2	1	รวม	เฉลี่ย
1.1	กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้ชัดเจน	5					25	5.00
1.2	กำหนดรูปแบบในการสอนไว้ชัดเจน	2	2	1			21	4.20
1.3	รูปแบบแผนการสอนเข้าใจง่าย	4	1				24	4.80
1.4	รายละเอียดเนื้อหาเหมาะสมในการสอน	3	2				23	4.60
1.5	กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้อย่างเหมาะสม	4	1				24	4.80
1.6	นำไปใช้ในการสอนได้อย่างเหมาะสม	5					25	5.00
รวมค่าเฉลี่ยความคิดเห็นที่มีต่อแผนการสอน								**4.73**

2. ใบเนื้อหา

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	5	4	3	2	1	รวม	เฉลี่ย
2.1	จัดลำดับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้อย่างเหมาะสม	4	1				24	4.80
2.2	เนื้อหาครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	3	2				23	4.60
2.3	รายละเอียดของเนื้อหามีความเหมาะสม	2	2	1			21	4.20
2.4	เนื้อหามีความถูกต้องและชัดเจน	4	1				24	4.80
2.5	ภาพประกอบมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาของหลักสูตร	5					25	5.00
2.6	เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของนักศึกษา	3	2				23	4.60
รวมค่าเฉลี่ยความคิดเห็นที่มีต่อใบเนื้อหา								**4.67**

3. แบบทดสอบ

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	5	4	3	2	1	รวม	เฉลี่ย
3.1	ข้อสอบตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5					25	5.00
3.2	ความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา	3	2				23	4.60
3.3	จำนวนข้อสอบเหมาะสมกับเนื้อหา	5					25	5.00
3.4	คำถามและคำตอบมีความชัดเจน	3	1	1			22	4.40
3.5	ความยากง่ายของข้อสอบเหมาะสมกับนักศึกษา	4	1				24	4.80
3.6	สามารถวัดความรู้ความเข้าใจได้ชัดเจน	3	2				23	4.60
รวมค่าเฉลี่ยความคิดเห็นที่มีต่อแบบทดสอบ								**4.73**

4. ใบงานภาคปฏิบัติ

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	5	4	3	2	1	รวม	เฉลี่ย
4.1	ใบงานมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา	5					25	5.00
4.2	ใบงานครอบคลุมตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5					25	5.00
4.3	ภาพในใบงานช่วยเพิ่มความเข้าใจในการเรียนรู้	4	1				24	4.80
4.4	เรียงลำดับขั้นตอนในการทดลองมีความเหมาะสม	2	2	1			21	4.20
4.5	ใบงานเหมาะสมกับวัยของนักศึกษา	4	1				24	4.80
4.6	มีคำอธิบายที่ถูกต้องและง่ายต่อการเข้าใจ	5					25	5.00
4.7	มีความสะดวกในการใช้งาน	5					25	5.00
4.8	มีข้อแนะนำและข้อควรระวัง	2	2	1			22	4.40
4.9	มีคำถาม-ตอบที่ชัดเจน	5					25	5.00
4.10	สามารถวัดความรู้ความเข้าใจได้ชัดเจน	3	2				23	4.60
รวมค่าเฉลี่ยความคิดเห็นที่มีต่อชุดฝึก								**4.78**

5. ชุดฝึก PLC ควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	5	4	3	2	1	รวม	เฉลี่ย
5.1	การสร้างชุดฝึกเป็นไปตามวัตถุประสงค์	5					25	5.00
5.2	ส่งเสริมให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ในเรื่อง PLC	5					25	5.00
5.3	ขนาดและรูปร่างมีความเหมาะสม	4	1				24	4.80
5.4	การจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์เหมาะสม	2	3				22	4.40
5.5	คุณภาพของอุปกรณ์และโครงสร้างมีความแข็งแรง	5					25	5.00
5.6	การบำรุงรักษาทำความสะอาดได้ง่าย	2	2	1			21	4.20
5.7	มีความสะดวกและปลอดภัยในการใช้งาน	3	2				23	4.60
5.8	เครื่องมือและอุปกรณ์มีความเหมาะสมกับนักศึกษา	5					25	5.00
5.9	คำอธิบายที่ถูกต้องและง่ายต่อการเข้าใจ	3	2				23	4.60
5.10	มีภาพอธิบายขั้นตอนที่ถูกต้องและชัดเจน	5					25	5.00
รวมค่าเฉลี่ยความคิดเห็นที่มีต่อชุดฝึก								**4.76**

ผู้วิจัยประเมินความคิดเห็นจากการตอบแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ด้วยการหาค่าเฉลี่ยของข้อคำถามแต่ละข้อ แล้วหาค่าเฉลี่ยของค่าผลรวมของแบบประเมินผลในแต่ละด้านในการแปลความหมายค่าเฉลี่ยของการตอบแบบประเมินผล ผู้วิจัยได้กำหนดช่วงของค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญตามแนวทางของบุญชม (2554 : 100) ออกเป็น 5 ระดับดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	แปลว่า	เห็นด้วย ดีมาก
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	แปลว่า	เห็นด้วย ดี
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	แปลว่า	เห็นด้วย ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	แปลว่า	เห็นด้วย น้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	แปลว่า	เห็นด้วย น้อยที่สุด

ปรากฏผลของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อชุดฝึกตามค่าระดับความคิดเห็นเฉลี่ยในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. แผนการสอน อยู่ในระดับ ดีมาก ค่าเฉลี่ย 4.73 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมินแผนการสอนอยู่ในระดับเห็นด้วยดีมากกับแผนการสอนที่จัดทำขึ้น

2. ใบเนื้อหา อยู่ในระดับ ดีมาก ค่าเฉลี่ย 4.67 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมินใบเนื้อหาอยู่ในระดับเห็นด้วยดีมากกับใบเนื้อหาที่จัดทำขึ้น

3. แบบทดสอบ อยู่ในระดับ ดีมาก ค่าเฉลี่ย 4.73 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบทดสอบอยู่ในระดับเห็นด้วยดีมากกับแบบทดสอบที่จัดทำขึ้น

4. ใบงานภาคปฏิบัติ อยู่ในระดับ ดีมาก ค่าเฉลี่ย 4.78 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมิน ใบงานการทดลองอยู่ในระดับเห็นด้วยดีมากกับใบงานภาคปฏิบัติที่จัดทำขึ้น

5. ชุดฝึก PLC ควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ อยู่ในระดับ ดีมาก ค่าเฉลี่ย 4.76 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ สำหรับรายวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ อยู่ในระดับเห็นด้วยดีมาก

จากผลการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ สำหรับวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ในด้านต่าง ๆ อยู่ในระดับเห็นด้วยดีมาก แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญยอมรับชุดฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย ได้นำงานวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควยคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล สำหรับวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยไปดำเนินการใช้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อวิจัยหาประสิทธิภาพของชุดฝึกต่อไป

ภาคผนวก ฉ

- แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียน (E_1) และคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (E_2)
- แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียนของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ถึง 4

แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียน (E_1) และคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (E_2)
ปวส.1 D7 ภารเรียนที่ 2/2562 นักศึกษากลุ่มตัวอย่างจำนวน 17 คน

ตารางที่ ฉ.1 แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียน (E_1) และคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (E_2)

เลขที่นักศึกษา ปวส.1 กลุ่ม D7	ชื่อ - สกุล	คะแนน E_1 หน่วยที่ 1-4					คะแนน E_2 ผลสัมฤทธิ์หลังเรียน			
		แบบฝึกหัด	ใบงาน	แบบทดสอบหลังเรียน	รวมคะแนน	ค่าเฉลี่ยร้อยละ	ทดสอบภาคทฤษฎี	ทดสอบภาคปฏิบัติ	รวมคะแนน	ค่าเฉลี่ยร้อยละ
		35	70	35	140	100	35	40	75	100
1	นายธนายุทธ ค่ายบุ่งคล้า	33	70	33	136	97.14	32	31	63	84.00
2	นายสุทธิศักดิ์ ชนะชัย	28	52	32	112	80.00	33	31	64	85.33
3	นายอิศรา ก่อบุญ	31	67	29	127	90.71	34	31	65	86.67
4	นายต้นตะกรานต์ ขลังวิเชียร	30	52	28	110	78.57	29	34	63	84.00
5	นายอภิวัฒน์ ภักดีกุล	29	52	30	111	79.29	28	28	56	74.67
6	นายธนพล จันทราษี	28	61	28	117	83.57	27	31	58	77.33
7	นายไพรัตน์ ธรรมกุล	29	55	27	111	79.29	26	34	60	80.00
8	นางสาวจารุวรรณ ชุมพร	29	61	31	121	86.43	28	31	59	78.67
9	นายปรีติภัทร อักษร	32	70	34	136	97.14	33	37	70	93.33
10	นายปราบ อาจนาเสียว	27	49	27	103	73.57	27	31	58	77.33
11	นายสิทธิชัย แสงแก้ว	28	52	28	108	77.14	25	34	59	78.67
12	นายธนากร พิพิธกุล	34	67	30	131	93.57	32	37	69	92.00
13	นายเจตริน โนนทะปะ	28	49	26	103	73.86	25	34	59	78.67
14	นายฉัตรชัย ทาเพชร	27	55	30	112	80.00	30	37	67	89.33
15	นายปิยะพงษ์ บุญเรือง	26	49	26	101	72.14	20	34	54	72.00
16	นางสาวศิริมาศ ชัยณรงค์	27	55	26	108	77.14	25	31	56	74.67
17	นายธีรภัทร์ พรมนอก	27	52	30	109	77.86	25	31	56	74.67
	รวม					**1397.4**				**1381.3**
	ค่าเฉลี่ยร้อยละ					**82.20**				**81.25**

แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ตารางที่ ฉ.2 แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียน (E_1) หน่วยที่ 1

หน่วยที่ 1 การใช้คำสั่งพื้นฐานของ PLC ควบคุมวงจรไฮดรอลิกส์					**เวลา 4 ชั่วโมง**	
เลขที่	**ชื่อ - สกุล**	**แบบฝึกหัดท้าย**	**ใบงาน**	**แบบทดสอบ**	**รวมคะแนน**	**หมายเหตุ**
		10	**20**	**10**	**40**	
1	นายธนายุทธ ค่ายบุ่งคล้า	10	20	10	40	
2	นายสุทธิศักดิ์ ชนะชัย	8	14	10	32	
3	นายอิศรา ก่อบุญ	10	17	9	36	
4	นายต้นตะกรานต์ ขลังวิเชียร	8	17	7	32	
5	นายอภิวัฒน์ ภักดีกุล	8	14	8	30	
6	นายธนพล จันทราษี	8	17	7	32	
7	นายไพรัตน์ ธรรมกุล	7	17	7	31	
8	นางสาวจารุวรรณ ชุมพร	8	17	9	34	
9	นายปรีติภัทร อักษร	10	20	10	40	
10	นายปราบ อาจนาเสียว	7	14	8	29	
11	นายสิทธิชัย แสงแก้ว	7	14	8	29	
12	นายธนากร พิพิธกุล	10	20	10	40	
13	นายเจตริน โนนทะปะ	7	14	7	28	
14	นายฉัตรชัย ทาเพชร	8	17	8	33	
15	นายปิยะพงษ์ บุญเรือง	6	14	7	27	
16	นางสาวศิริมาศ ชัยณรงค์	7	14	8	29	
17	นายธีรภัทร์ พรมนอก	8	14	8	30	
	รวม	**137.0**	**274.0**	**141.0**	**552.0**	
	ค่าเฉลี่ย	**8.06**	**16.1**	**8.29**	**32.5**	

แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 2

ตารางที่ ฉ.3 แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียน (E_1) หน่วยที่ 2

หน่วยที่ 2 การใช้คำสั่งพื้นฐานของ PLC ควบคุมวงจรนิวแมติกส์					**เวลา 4 ชั่วโมง**	
เลขที่	**ชื่อ - สกุล**	**แบบฝึกหัดท**	**ใบงาน**	**แบบทดสอบ**	**รวมคะแนน**	**หมายเหตุ**
		10	**20**	**10**	**40**	
1	นายธนายุทธ ค่ายบุ่งคล้า	10	20	10	40	
2	นายสุทธิศักดิ์ ชนะชัย	8	17	10	35	
3	นายอิศรา ก่อบุญ	8	20	8	36	
4	นายต้นตะกรานต์ ขลังวิเชียร	8	14	8	30	
5	นายอภิวัฒน์ ภักดีกุล	8	14	9	31	
6	นายธนพล จันทราษี	8	17	10	35	
7	นายไพรัตน์ ธรรมกุล	8	14	8	30	
8	นางสาวจารุวรรณ ชุมพร	8	17	8	33	
9	นายปรีติภัทร อักษร	10	20	10	40	
10	นายปราบ อาจนาเสียว	8	14	7	29	
11	นายสิทธิชัย แสงแก้ว	8	14	8	30	
12	นายธนากร พิพิธกุล	10	17	8	35	
13	นายเจตริน โนนทะปะ	8	14	8	30	
14	นายฉัตรชัย ทาเพชร	8	17	8	33	
15	นายปิยะพงษ์ บุญเรือง	8	14	7	29	
16	นางสาวศิริมาศ ชัยณรงค์	8	14	7	29	
17	นายธีรภัทร์ พรมนอก	7	17	8	32	
	รวม	**141.0**	**274.0**	**142.0**	**557.0**	
	ค่าเฉลี่ย	**8.29**	**16.1**	**8.35**	**32.8**	

แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 3

ตารางที่ ฉ.4 แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียน (E_1) หน่วยที่ 3

หน่วยที่ 3 การใช้คำสั่งพิเศษของ PLC ควบคุมวงจรนิวแมติกส์					**เวลา 4 ชั่วโมง**	
เลขที่	**ชื่อ - สกุล**	**แบบฝึกหัดท้าย**	**ใบงาน**	**แบบทดสอบ**	**รวมคะแนน**	**หมายเหตุ**
		10	**20**	**10**	**40**	
1	นายธนายุทธ ค่ายบุ่งคล้า	8	20	9	37	
2	นายสุทธิศักดิ์ ชนะชัย	8	14	8	30	
3	นายอิศรา ก่อบุญ	9	20	8	37	
4	นายต้นตะกรานต์ ขลังวิเชียร	10	14	8	32	
5	นายอภิวัฒน์ ภักดีกุล	8	17	9	34	
6	นายธนพล จันทราษี	8	17	7	32	
7	นายไพรัตน์ ธรรมกุล	9	14	8	31	
8	นางสาวจารุวรรณ ชุมพร	10	17	10	37	
9	นายปรีติภัทร อักษร	8	20	10	38	
10	นายปราบ อาจนาเสียว	8	14	8	30	
11	นายสิทธิชัย แสงแก้ว	9	17	8	34	
12	นายธนากร พิพิธกุล	10	20	7	37	
13	นายเจตริน โนนทะปะ	8	14	8	30	
14	นายฉัตรชัย ทาเพชร	7	14	10	31	
15	นายปิยะพงษ์ บุญเรือง	8	14	7	29	
16	นางสาวศิริมาศ ชัยณรงค์	8	17	7	32	
17	นายธีรภัทร์ พรมนอก	8	14	10	32	
	รวม	**144.0**	**277.0**	**142.0**	**563.0**	
	ค่าเฉลี่ย	**8.47**	**16.3**	**8.35**	**33.1**	

แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 4

ตารางที่ ฉ.5 แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียน (E_1) หน่วยที่ 4

หน่วยที่ 4 การใช้คำสั่งพิเศษของ PLC ควบคุมวงจรไฮดรอลิกส์					เวลา 2 ชั่วโมง	
เลขที่	ชื่อ - สกุล	แบบฝึกหัดท	ใบงาน	แบบทดสอบ	รวมคะแนน	หมายเหตุ
		5	10	5	20	
1	นายธนายุทธ ค่ายบุ่งคล้า	5	10	4	19	
2	นายสุทธิศักดิ์ ชนะชัย	4	7	4	15	
3	นายอิศรา ก่อบุญ	4	10	4	18	
4	นายต้นตะกรานต์ ขลังวิเชียร	4	7	5	16	
5	นายอภิวัฒน์ ภักดีกุล	5	7	4	16	
6	นายธนพล จันทราษี	4	10	4	18	
7	นายไพรัตน์ ธรรมกุล	5	10	4	19	
8	นางสาวจารุวรรณ ชุมพร	3	10	4	17	
9	นายปรีติภัทร อักษร	4	10	4	18	
10	นายปราบ อาจนาเสียว	4	7	4	15	
11	นายสิทธิชัย แสงแก้ว	4	7	4	15	
12	นายธนากร พิพิธกุล	4	10	5	19	
13	นายเจตริน โนนทะปะ	5	7	3	15	
14	นายฉัตรชัย ทาเพชร	4	7	4	15	
15	นายปิยะพงษ์ บุญเรือง	4	7	5	16	
16	นางสาวศิริมาศ ชัยณรงค์	4	10	4	18	
17	นายธีรภัทร์ พรมนอก	4	7	4	15	
	รวม	**71.0**	**143.0**	**70.4**	**284.4**	
	ค่าเฉลี่ย	**4.18**	**8.41**	**4.14**	**16.7**	

ภาคผนวก ช

การนำผลงานวิชาการไปใช้งาน
การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ผลงานวิชาการงานวิจัย
เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

- ระดับสถานศึกษา
- ระดับจังหวัด
- ระดับภาค
- ระดับชาติ

การนำผลงานทางวิชาการไปใช้

<u>ผลงานวิชาการ</u> งานวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

กิจกรรม/แนวการพัฒนา	เอกสาร/หลักฐานอ้างอิง
1.1 ประโยชน์ต่อนักศึกษา การเรียนการสอนโดยใช้ผลงานวิชาการรายการที่ 1 เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ช่วยให้นักศึกษา 1.1.1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์สูงขึ้น มีพื้นความรู้เพียงพอที่จะเรียนรายวิชาที่เกี่ยวข้องได้อย่างต่อเนื่อง สามารถสำเร็จการศึกษาได้ตามหลักสูตรกำหนด ช่วยประหยัดเวลา ค่าใช้จ่ายในการศึกษา 1.1.2 ช่วยให้นักศึกษาและปฏิบัติงานจริง ทันต่อเทคโนโลยีนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ สามารถใช้เป็นแนวทางในการซ่อมบำรุงนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ชนิดอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม 1.1.3 ช่วยสร้างและส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนการสอนให้กับนักศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้นักศึกษามีความกระตือรือร้น ในเรื่องของเทคโนโลยีนิวแมติกส์และ ไฮดรอลิกส์	- ผลการเรียนของวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0104 ในปีการศึกษา 2561-2562 - รูปภาพกิจกรรมการเรียนการสอน

รูปภาพที่ ช.1 การนำผลงานไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

รูปภาพที่ ช.2 นำผลงานไปใช้ในการสอนกับนักศึกษา แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์

การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

<u>ผลงานทางวิชาการ</u> งานวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

กิจกรรม/แนวการพัฒนา	เอกสาร/หลักฐานอ้างอิง
ผู้วิจัยได้เผยแพร่ผลงาน “การสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และ ไฮดรอลิกส์” ดังนี้ <u>1. ระดับสถานศึกษา</u> 1.1 ได้ทำการเผยแพร่ผลงานโดยมอบให้กับสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง และสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ดังนี้ - ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลควบคุมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ - ชุดการสอนวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ - ใบเนื้อหา - ใบงาน - สื่อการสอนโปรแกรมนำเสนอ PowerPoint - คู่มือการใช้ชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล 1.2 ได้ทำการเผยแพร่ผลงานโดยมอบให้กับห้องสมุดวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ดังนี้ - ชุดการสอนวิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ - ใบเนื้อหา - ใบงาน - สื่อการสอนโปรแกรมนำเสนอ PowerPoint - คู่มือการใช้ชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	-รูปภาพการเผยแพร่ผลงาน -รูปภาพการเผยแพร่ผลงาน

<u>ผลงานทางวิชาการ</u> งานวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (ต่อ)

กิจกรรม/แนวการพัฒนา	เอกสาร/หลักฐานอ้างอิง
2. <u>ระดับจังหวัด</u> 2.1 ได้ทำการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการให้กับหน่วยงานการศึกษา และชุมชน ดังนี้ 1) มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ 2) สำนักงานเทศบาลเมืองชัยภูมิ 3) องค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ 4) ห้องสมุดประชาชนเฉลิมราชกุมารี จังหวัดชัยภูมิ	- หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ
3. <u>ระดับภาค</u> 3.1 ได้ทำการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการให้กับสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ดังนี้ 1) วิทยาลัยการอาชีพแก้งคร้อ 2) วิทยาลัยการอาชีพกาญจนบุรี 3) วิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชินีมุกดาหาร 4) วิทยาลัยการอาชีพพระสมุทรเจดีย์ 5) วิทยาลัยการอาชีพศีขรภูมิ 6) วิทยาลัยสารพัดช่างตราด 7) วิทยาลัยเทคนิคบัวใหญ่ 8) วิทยาลัยเทคนิคบ้านแพง 9) วิทยาลัยเทคนิคพิมาย 10) วิทยาลัยเทคนิคตาก 11) วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ 12) วิทยาลัยเทคนิคยโสธร 13) วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย	- หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

<u>ผลงานทางวิชาการ</u> งานวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (ต่อ)

กิจกรรม/แนวการพัฒนา	เอกสาร/หลักฐานอ้างอิง
3.2 นำเสนอผลงานการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ในงานประชุมองค์การนักวิชาชีพในอนาคตแห่งประเทศไทย การแข่งขันทักษะวิชาชีพ วิชาชีพพื้นฐานและหลักสูตรระยะสั้น ระดับภาค ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	-รูปภาพการเผยแพร่ผลงาน
4. <u>ระดับชาติ</u> 4.1 นำเสนองานวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	- หนังสือแจ้งผลการพิจารณาบทความเพื่อตีพิมพ์ลงในเอกสารรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติราชมงคลสุรินทร์ ครั้งที่ 11 - หนังสือแจ้งผลการพิจารณาบทความเพื่อตีพิมพ์ลงในเอกสารรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติราชมงคลสุรินทร์ ครั้งที่ 11 - เกียรติบัตร - ภาพถ่ายกิจกรรมการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ
4.2 ได้เผยแพร่ผลงานลงในเว็บไซต์	- เว็บไซต์เผยแพร่ผลงาน

หลักฐานเอกสารเผยแพร่ระดับจังหวัด

ฝ่ายวิชาการ
วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ ๗๕๕ / ๖๓
วันที่ ๙ / ๑๐ / ๖๓
เวลา 13.54 น.

วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ ๔๕๙๕
วันที่ - ๘ ต.ค. ๒๕๖๓
เวลา ๑๔.๑๗ น.

ที่ ชย ๕๒๐๐๖/๒๑๗

สำนักงานเทศบาลเมืองชัยภูมิ
ถนนบรรณาการ ชย ๓๖๐๐๐

๒๗ กันยายน ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ที่ ศธ.๐๖๓๖.๑๓/ว๓๗๙๒ ลงวันที่ ๑๓ สิงหาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ได้ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวเมติกส์และไอดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ของนายมนูญ นาจวง เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ให้กับครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้องความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ สำนักงานเทศบาลเมืองชัยภูมิ ได้รับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว และมอบให้กองการศึกษา ส่วนการศึกษาที่เกี่ยวข้อง และผู้ที่สนใจได้ ศึกษารายละเอียดเพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และนำไปประยุกต์ใช้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายกฤษณา กำลังศิลป์)
ผู้อำนวยการกองการศึกษา สำนักงานเทศบาลเมืองชัยภูมิ

กองการศึกษา
โทร.๐-๔๔๘๑-๑๖๘๔
โทรสาร ๐-๔๔๘๒-๒๔๘๔

๙ ต.ค. ๖๓

"ยึดมั่นธรรมาภิบาล บริการเพื่อประชาชน"

ฝ่ายวิชาการ
วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ 459 / 63
วันที่ 19 ส.ค. / 63
เวลา 10:10 น.

ที่ ชย ๕๑๐๐๖.๕/ [illegible]

วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ 4062
วันที่ 27 ก.ย. 2563
เวลา 10.00 น.

องค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ
ถนนองค์การฯ ตรอย-๑ ชย-๓๖๐๐๐

๒ กันยายน ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ที่ ศธ ๐๖๓๖.๑๓/ว ๓๓๙๓ ลงวันที่ ๑๓ สิงหาคม ๒๕๖๓

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคได้ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลของนายมนูญ นาจวง เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ให้กับครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้อง ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ องค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ ได้รับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว และมอบให้กองการศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม และผู้ที่สนใจได้ศึกษารายละเอียดเพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และนำไปประยุกต์ใช้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวรัชนี ชาลีเครือ)
รองนายกองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ ปฏิบัติราชการแทน
นายกองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ

เรียน ผู้อำนวยการ
☑ เพื่อโปรดทราบ/พิจารณา
☐ เห็นควรจัง...
☑ เห็นสมควรมอบ... ดำเนินการ
☐ อื่นๆ.....
.....
(นางสาวรัตน์ คับสนาย)
หัวหน้างานบริหารงานทั่วไป

หน่วยศึกษานิเทศก์
กองการศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม
โทรศัพท์/โทรสาร ๐-๔๔๘๑-๒๐๙๘ ต่อ ๑๖๐๙

10 พ.ย. 63

สาย กศน. จังหวัดชัยภูมิ

ฝ่ายวิชาการ
วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ 645 / 62
วันที่ 1 / ก.ย. / 62
เวลา 09:36 น.

ที่ ศธ ๐๒๑๐.๒๖/๒๐๙๖

วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ 3941
วันที่ 31 ส.ค. 2563
เวลา 13.10 น.

สำนักงาน กศน.จังหวัดชัยภูมิ
ตำบลในเมือง อำเภอเมืองชัยภูมิ
จังหวัดชัยภูมิ ๓๖๐๐๐

๒๙ สิงหาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ที่ ศธ.๐๖๓๖/ว๓๗๙๒ ลงวันที่ ๑๓ สิงหาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ได้ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวเมติกส์และไอดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลของนายมนูญ นาจวง เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ให้กับครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้องความละเอียดแจ้งแล้ว นั้น

บัดนี้ สำนักงาน กศน. จังหวัดชัยภูมิ ได้รับเอกสารงานทางวิชาการดังกล่าว และมอบให้ห้องสมุดประชาชนจังหวัดชัยภูมิ และผู้ที่สนใจ ได้ศึกษารายละเอียดเพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และนำไปประยุกต์ใช้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายเกษม ทาชามป้อม)
ผู้อำนวยการ กศน.อำเภอเมืองชัยภูมิ รักษาการในตำแหน่ง
ผู้อำนวยการ สำนักงาน กศน.จังหวัดชัยภูมิ

ร่วน ผู้อำนวยการ
☑ เพื่อโปรดทราบ/พิจารณา
☐ เห็นควรแจ้ง.....
☐ เห็นควรมอบ.....
☐ อื่นๆ.....
(นางสาวจารุณี คบสหาย)
หัวหน้างานบริหารงานทั่วไป

ห้องสมุดประชาชน "เฉลิมราชกุมารี" จังหวัดชัยภูมิ
โทร ๐ ๔๔๐๕ ๒๑๘๒
โทรสาร ๐ ๔๔๘๒ ๑๓๓๐

31 ส.ค. 63

ฝ่ายวิชาการ
วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ 845 / 2563
วันที่ 10 / พ.ย. / 63
เวลา 14:04 น.

ที่ อว ๐๖๔๖/๒๖๕๕

วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
005102
วันที่ - 6 พ.ย. 2563
เวลา

มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ
๑๖๗ ถนนชัยภูมิ-ตาดโตน ตำบลนาฝาย
อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ ๓๖๐๐๐

๒๒ ตุลาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ที่ ศธ ๐๖๓๖.๑๓/ว๓๗๙๒ ลงวันที่ ๑๓ สิงหาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ได้ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวเมติกและไอดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ของ นายมนูญ นาจวง เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ให้กับครูผู้สอนหรือผู้ที่เกี่ยวข้องความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ได้รับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว และเผยแพร่ให้กับผู้ที่สนใจได้ศึกษารายละเอียดเพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และนำไปประยุกต์ใช้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

เรียน ผู้อำนวยการ
☑ เพื่อโปรดทราบ/พิจารณา ศรีมนัส ยาจวง
☑ เห็นควรแจ้ง ผู้ขอ
☑ เห็นควรมอบ วิชาการ
☐ อื่นๆ .....

(นางสาวจารุณี คบสหาย)
หัวหน้างานบริหารงานทั่วไป

(อาจารย์อดุลย์ สนั่นเอื้อเม็งไธสง)
รองอธิการบดีฝ่ายยุทธศาสตร์และสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

๑. ทราบ .....
๒. แจ้ง .....
๓. มอบ กฤ ภาส ทองรัศมี
.....
.....

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
โทร. ๐ ๔๔๘๑ ๕๑๓๘
โทรสาร ๐ ๔๔๘๑ ๕๑๔๖

(นายประสิทธิ์ ทองรัศมี)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพกุมภวาปี รักษาการในตำแหน่ง
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
- 6 พ.ย. 2563

รูปภาพที่ ช.3 เผยแพร่ผลงานวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

หลักฐานเอกสารเผยแพร่ระดับภาค และระดับชาติ

ฝ่ายวิชาการ
วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ 789 / 2563
วันที่ 12 / ต.ค. / 63
เวลา 9:36 น.

วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ 4716
วันที่ 16 ต.ค. 2563
เวลา 13.01น

ที่ ศธ ๐๖๑๘.๕/ว.๕๔๓

วิทยาลัยการอาชีพกาญจนบุรี
อ.ท่าม่วง จ.กาญจนบุรี ๗๑๑๑๐

๑๒ ตุลาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับเอกสารเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ที่ ศธ ๐๖๓๖.๑๓/ว๓๗๙๒ ลงวันที่ ๑๓ สิงหาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ได้ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ของนายมนูญ นาจวง เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ให้กับครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้องความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ วิทยาลัยการอาชีพกาญจนบุรี ได้รับเอกสารเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว และมอบให้กับครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้อง ศึกษารายละเอียดเพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายชัยรัช สกุลเดื่น)
รองผู้อำนวยการ รักษาการในตำแหน่ง
ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพกาญจนบุรี

งานบริหารงานทั่วไป
โทร ๐๓๔-๖๑๑๗๙๒
โทรสาร ๐๓๔-๖๑๑๗๗๗
สถานศึกษารางวัลพระราชทาน ประจำปีการศึกษา ๒๕๕๒

ฝ่ายวิชาการ
วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ ๗๑๐ / ๒๕๖๓
วันที่ ๕ / ต.ค. / ๖๓
เวลา ๙:๐๔ น.

ที่ ศธ ๐๖๒๕.๔/๔๙๖

วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ ๔๙๕๖
วันที่ - 7 ต.ค. 2563

วิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชินีมุกดาหาร
๖๘ หมู่ ๖ ต.มุกดาหาร อ.เมืองมุกดาหาร
จ.มุกดาหาร ๔๙๐๐๐

๖ ตุลาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ที่ ศธ ๐๖๓๖.๑๓/ว๓๗๙๒ ลงวันที่ ๑๓ สิงหาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ได้ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรล ของนายมนูญ นาจวง เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ให้กับครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้องความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ วิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชินีมุกดาหาร ได้รับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว และมอบให้กับครูผู้สอนหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง ศึกษารายละเอียดเพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายพูลศักดิ์ ศรีวรมย์)
รองผู้อำนวยการ รักษาราชการแทน
ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชินีมุกดาหาร

ฝ่ายวิชาการ
โทรศัพท์ ๐-๔๒๖๑-๒๙๖๕
โทรสาร ๐-๔๒๖๑-๒๙๖๔

นายเอกสิทธิ์ บรมะ
รองผู้อำนวยการวิทยาลัย รักษาราชการแทน
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
7 ต.ค. 2563

ฝ่ายวิชาการ
วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ 956 / 63
วันที่ 9 / 10 / 63
เวลา 13.56 น.

วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย
รับที่ 1595
วันที่ - 8 ตุลา 2563
เวลา 13.30 น.

ที่ ศธ ๐๖๓๑.๕/ ๑๑๖๓

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓
วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย
อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย ๖๔๐๐๐

๖ ตุลาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ที่ ศธ ๐๖๓๖.๑๓/ ว๓๗๙๒ ลงวันที่ ๑๓ สิงหาคม ๒๕๖๓

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ แผ่น

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยการเทคนิคชัยภูมิ ได้ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ของนายมนูญ นาจวง เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ให้กับครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้อง ความละเอียดทราบแล้วนั้น

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย ได้รับเอกสารและได้เผยแพร่ผลงานดังกล่าว เพื่อใช้เป็นประโยชน์ทางการเรียน การสอนต่อไป และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายไชยา ประพันธ์ศิริ)
รองผู้อำนวยการ รักษาการในตำแหน่ง
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย

งานอาชีวศึกษาระบบทวิภาคี / ฝ่ายวิชาการ
โทร. ๐ ๕๕๖๑ ๑๒๐๑
โทรสาร ๐ ๕๕๖๑ ๑๒๐๒
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย
E – mail : sukhothai01@vec.mail.go.th

9 ตค. 63

ฝ่ายวิชาการ
วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ 779 / 63
วันที่ 16 ตค. 63
เวลา 09:12 น.

ที่ ศธ ๐๖๖๒.๐๖/๔๕๐

วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ 4699
วันที่ 15 ตค. 2563
เวลา 13.16 น.
วิทยาลัยสารพัดช่างตราด

๒๓๖ ถ.หลักเมือง ต.บางพระ
อ. เมือง จ. ตราด ๒๓๐๐๐

๖ ตุลาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

อ้างถึง หนังสือ ศธ.๐๖๓๖.๑๓/ว๓๗๙๒ วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ลงวันที่ ๑๓ สิงหาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ได้ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล นายมนูญ นาจวง เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ให้กับครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้องความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ วิทยาลัยสารพัดช่างตราด ได้รับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว และมอบให้กับครูผู้สอนที่เกี่ยวข้อง ศึกษารายละเอียดเพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายประดิษฐ ฮกทา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยสารพัดช่างตราด

ฝ่ายวิชาการ
สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
โทร ๐ ๓๙๕๑ ๒๑๗๒
โทรสาร ๐ ๓๙๕๒ ๐๕๓๐

-รับทราบ
-เห็นควรอนุมัติ
15 ตค. 63
16 ตค 63

ฝ่ายวิชาการ
วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ ๗๔๒ / ๖๖
วันที่ ๑๖ ต.ค. ๖๓
เวลา ๐๙:๓๒ น.

ที่ ศธ ๐๖๓๑.๔/๒๐๗๒

วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
4664
รับที่.....
14 ต.ค. 2563
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๓.
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์
อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

๗ ตุลาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ที่ ศธ ๐๖๓๖.๑๓/ว๓๗๙๒ ลงวันที่ ๑๓ สิงหาคม ๒๕๖๓

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับ จำนวน ๑ ฉบับ

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ได้ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ของนายมนูญ นาจวง เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ให้กับครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้องความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ได้รับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว และมอบให้กับครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้อง ศึกษารายละเอียดเพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายโชติ เรืองฤทธิ์)
รองผู้อำนวยการ ปฏิบัติราชการแทน
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

ฝ่ายวิชาการ/งานพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน
โทร. ๐ - ๕๖๗๑ -๑๔๕๕ ต่อ ๒๐๑
โทรสาร. ๐ - ๕๖๗๑ - ๑๔๕๕ ต่อ ๑๐๒

ฝ่ายวิชาการ
วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ 783 / 63
วันที่ 16 / ต.ค. / 63
เวลา 09:12 น.
ที่ ศธ๐๖๓๖.๑๗/ [illegible]

วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ 4694
วันที่ 15 ตุลาคม 2563
วิทยาลัยการอาชีพแก้งคร้อ 09.01น.

วิทยาลัยการอาชีพแก้งคร้อ
ถนนชัยภูมิ-ซุมแพ ตำบลช่องสามหมอ
อำเภอแก้งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ ๓๖๑๕๐

๑๔ ตุลาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ที่ ศธ ๐๖๓๖.๑๗/๖๓๗๙๒ ลงวันที่ ๑๓ สิงหาคม ๒๕๖๓

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ได้ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ของนายมนูญ นาจวง เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ให้กับครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้องความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ วิทยาลัยการอาชีพแก้งคร้อ ได้รับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว และมอบให้กับครูผู้สอนหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง ศึกษารายละเอียดเพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายเสน่ห์ สอนเวียง)
รองผู้อำนวยการ รักษาราชการแทน
ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพแก้งคร้อ

ฝ่ายวิชาการ
โทรศัพท์ ๐-๔๔๘๘-๒๒๓๙
โทรสาร ๐-๔๔๘๘-๒๒๓๙
E-mail address: kaengkhrokec@hotmail.com
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์: Chaiyaphum oa

ฝ่ายวิชาการ
วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ 285 / 2563
วันที่ 19 / ต.ค. / 63
เวลา 9:36 น.

ที่ ศธ ๐๖๒๗.๖/๒๖๒๒

วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ 1419
วันที่ 16 ต.ค. 2563
เวลา 13.10 น.

วิทยาลัยเทคนิคโสธร
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๔
อำเภอเมือง จังหวัดยโสธร ๓๕๐๐๐

๑๔ ตุลาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับเอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. แบบสอบถามความคิดเห็น จำนวน ๑ ชุด

อ้างถึง หนังสือ ที่ ศธ ๐๖๓๖.๑๓/๓๓๙๕๒ ลงวันที่ ๑๓ สิงหาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ได้ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ของนายมนูญ นาจวง เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ให้กับครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้อง ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ วิทยาลัยเทคนิคโสธร ได้รับเอกสารเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว และมอบให้กับครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้อง ศึกษารายละเอียดเพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมปอง ทองศรี)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคโสธร

ฝ่ายวิชาการ
สถานศึกษารางวัลพระราชทาน ประจำปีการศึกษา ๒๕๕๔
โทรศัพท์ ๐ – ๔๕๗๕ – ๖๗๐๑
E-mail ytc๑๐๐๖@gmail.com

ฝ่ายวิชาการ
วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ 884 / 2563
วันที่ 19 / ต.ค. / 63
เวลา 9:56 น.

ที่ ศธ ๐๖๓๖.๑๐/ ๒๒๔๕

วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ 4915
วันที่ 16 ตค. 2563
เวลา 13.00 น.

วิทยาลัยเทคนิคพิมาย
ถนนพิมาย - ชุมพวง ต.ในเมือง
อ.พิมาย จ.นครราชสีมา ๓๐๑๑๐

๑๒ ตุลาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ที่ ศธ ๐๖๓๖.๑๓/ว๓๗๙๒ ลงวันที่ ๑๓ สิงหาคม ๒๕๖๓

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ได้ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมแมเบิลลอจิกคอนโทรล ของนายมนูญ นาจวง เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ให้กับครูผู้สอน หรือผู้ที่เกี่ยวข้อง ความละเอียดแจ้งมาแล้วนั้น

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคพิมาย ได้รับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว และมอบให้กับครูผู้สอน หรือผู้เกี่ยวข้อง ศึกษารายละเอียด เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายนนท์ธพันธุ์ พิมพา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพิมาย

ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ งานวิจัย พัฒนา นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์
โทรศัพท์ ๐๔๔-๔๗๑๒๔๙ ต่อ ๑๐๖
โทรสาร ๐๔๔-๔๗๑๒๔๙ กด ๒
www.pmitc.ac.th/

16 ตค. 63

19 ตค 63

ฝ่ายวิชาการ
วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ ๑๐๗ / ๒๕๖๓
วันที่ ๒๗ ต.ค. ๖๓
เวลา ๑๗:๐๗ น.

ที่ ศธ.๐๖๗๐.๑๕/ศ๖๖

1885
วันที่ ๒๖ ต.ค. 2563
เวลา 09.๒๕ น.

วิทยาลัยการอาชีพพระสมุทรเจดีย์
๑๔๓ ม.๕ ต.แหลมฟ้าผ่า อ.พระสมุทรเจดีย์
จ.สมุทรปราการ ๑๐๒๙๐

๒๑ ตุลาคม ๒๕๖๓

เรื่อง แบบตอบรับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ที่ ๐๖๓๖.๑๓/ว๓๗๙๒ ลงวันที่ ๑๓ สิงหาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ได้ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ของ นายมนูญ นาจวง เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ให้กับครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้องความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ วิทยาลัยการอาชีพพระสมุทรเจดีย์ ได้รับเอกสารเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว และมอบให้กับครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้อง ศึกษารายละเอียดเพื่อนำได้ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยเอก
(เชาวลิต ยุทธนาวา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพพระสมุทรเจดีย์

ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ
งานวางแผนและงบประมาณ
โทรศัพท์ ๐-๒๔๕๓-๗๘๔๗
โทรสาร ๐-๒๔๕๓-๗๘๔๘
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ Samutprakan๐๔
เว็บไซต์วิทยาลัยฯ: www.prasamutjd.ac.th
อัตลักษณ์ : สร้างสรรค์นวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ บริการวิชาชีพสู่สังคม

นายเอกสิทธิ์ ปรมะ
รองผู้อำนวยการวิทยาลัย รักษาราชการแทน
๒๖ ต.ค. 2563

วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ 4609
วันที่ - 9 ตค. 2563
เวลา 08.52 น.

ที่ ศธ ๐๖๒๕.๓/๗๐๕๐ วิทยาลัยเทคนิคบ้านแพง
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๒
๓๖๗ หมู่ ๒ ตำบลบ้านแพง อำเภอบ้านแพง
จังหวัดนครพนม ๔๘๑๔๐

ตุลาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ที่ ศธ ๐๖๓๖.๑๓/ว๓๗๙๒ ลงวันที่ ๑๓ สิงหาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ได้ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ของ นายมนูญ นาจวง เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ให้กับครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้องความละเอียดแจ้งแล้ว นั้น

บัดนี้ วิทยาลัยเทคนิคบ้านแพง ได้รับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว และมอบให้กับครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้อง ศึกษารายละเอียดเพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ผู้อำนวยการ
เพื่อโปรดทราบ/พิจารณา
เห็นควรแจ้ง ศูนย์ บางแพง
เห็นการมอบ ชัชาญ์
อื่นๆ

(นางสาวจารุณี คบสหาย)
หัวหน้างานบริหารงานทั่วไป

(นายมานัต ภูศรีฐาน)
รองผู้อำนวยการ รักษาราชการแทน
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคบ้านแพง

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง/ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ
โทร ๐-๔๒๕๙-๑๔๔๘
โทรสาร ๐-๔๒๕๙-๑๔๔๘.
E-mail : banphaeng.bpt@gmail.com
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : Nakhonphanom๐๒

9 ตค. 63

ฝ่ายวิชาการ
วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ 931 / 63
วันที่ 7 / ตค / 63
เวลา 09:00 น.

ที่ ศธ ๐๖๒๓.๐๘/๖๖๗

วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ 1593
วันที่ - 6 ตค. 2563
เวลา 14.02 น.

วิทยาลัยเทคนิคตาก
๑๙๕ หมู่ ๓ ถนนเจดีย์ยุทธหัตถี
ตำบลป่ามะม่วง อำเภอเมืองตาก
จังหวัดตาก ๖๓๐๐๐

๖ ตุลาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ที่ ศธ ๐๖๓๖.๑๓/ว๓๗๙๒ ลงวันที่ ๑๓ สิงหาคม ๒๕๖๓

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ แผ่น

ตามที่หนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ได้ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ของนายมนูญ นาจวง เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ให้กับครูผู้สอนหรือเกี่ยวข้อง ความละเอียดแจ้งแล้ว นั้น

บัดนี้ วิทยาลัยเทคนิคตาก ได้รับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว และมอบให้กับครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้อง ศึกษารายละเอียดเพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายภัทธาวุธ โพธา)
รองผู้อำนวยการ รักษาการในตำแหน่ง
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคตาก

ฝ่ายวิชาการ
โทร ๐-๕๕๕๑-๔๒๓๑
โทรสาร ๐-๕๕๕๑-๔๒๓๑
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : วิทยาลัยเทคนิคตาก
E-Mail : info@taktc.ac.th

นายเอกลิทธิ์ ปรมะ
รองผู้อำนวยการวิทยาลัย รักษาราชการแทน
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
๗ ต.ค. ๒๕๖๓

วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ 745 / 2563
วันที่ 9 / ส.ค. / 63
เวลา 16:09 น.
ที่ ศธ ๐๖๓๖.๐๙/๓๓๕๖

วิทยาลัยเทคนิคบัวใหญ่
รับที่ 4561
วันที่ 27 ต.ค. 2563
เวลา 14.09 น.
ตำบลหนองแจ้งใหญ่ อำเภอบัวใหญ่
จังหวัดนครราชสีมา ๓๐๑๒๐

๑๓ สิงหาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ที่ ศธ ๐๖๓๖.๑๓/ว ๓๗๙๓ ลงวันที่ ๑๓ สิงหาคม ๒๕๖๓

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับ จำนวน ๑ ฉบับ

ตามหนังสือที่อ้าง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ได้ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ของนายมนูญ นาจวง เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการให้กับครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้อง ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ วิทยาลัยเทคนิคบัวใหญ่ ได้รับเอกสารการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว และมอบให้กับครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้อง ศึกษารายละเอียดเพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายบรัชญา ตะภา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคบัวใหญ่

งานวิจัย พัฒนา นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์
ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ
โทรศัพท์ ๐-๔๔๔๖-๑๙๕๖ โทรสาร ๐-๔๔๔๖-๑๗๗๒
http://www.bic.ac.th
E-mail Address : mail@bic.ac.th
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ : Korat๐๘

-รับทราบ
-แจ้งสาขาฯ

นายเอกสิทธิ์ ปรมะ
รองผู้อำนวยการวิทยาลัย รักษาราชการแทน
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
๒๗ ต.ค. 2563

ฝ่ายวิชาการ
วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ 743 /2563
วันที่ 9/ต.ค./63
เวลา 9:04 น.
ที่ ศธ ๐๖๓๕.๑๒/๑๓๖๑

วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
รับที่ 4561
วันที่ - 7 ตค. 2563
เวลา 14.00 น.

วิทยาลัยการอาชีพศีขรภูมิ
เลขที่ ๒๐ ถนนสุรินทร์-ศรีสะเกษ
อ. ศีขรภูมิ จ. สุรินทร์ ๓๒๑๑๐

๒ ตุลาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ที่ ศธ ๐๖๓๖.๑๓/ว๓๗๙๒ ลงวันที่ ๑๓ สิงหาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ ได้ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮโดรลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ของนายมนูญ นาจวง เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ให้กับครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้อง ความละเอียดแจ้งแล้ว นั้น

วิทยาลัยการอาชีพศีขรภูมิ ได้รับเอกสารเผยแพร่ผลงานดังกล่าว เป็นที่เรียบร้อยแล้ว วิทยาลัยฯ จะนำไปเผยแพร่เพื่อประโยชน์ต่อไป และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายวราวุฒิ ไกยราช)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพศีขรภูมิ

ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ
งานวิจัยพัฒนา นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์
โทร. ๐ ๔๔๕๖ ๐๑๒๐ ต่อ ๒๐๘
โทรสาร ๐ ๔๔๕๖ ๐๔๘๙
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ (AMS e-Office) : สุรินทร์ (วิทยาลัยการอาชีพศีขรภูมิ)

นายเอกสิทธิ์ ปรมะ
รองผู้อำนวยการวิทยาลัย รักษาราชการแทน
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
7 ตค. 2563

นำเสนอผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพ
ชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์
รับที่ 2186
วันที่ 14 ก.ย. 2563
เวลา 13.06 น.

ที่ อว ๐๖๕๗.๒๐๐๐/ ว ๓๗๔๙

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
วิทยาเขตสุรินทร์ อ.เมือง จ.สุรินทร์
๓๒๐๐๐

๒ กันยายน ๒๕๖๓

เรื่อง แจ้งผลการพิจารณาบทความเพื่อตีพิมพ์ลงในเอกสารรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติราชมงคลสุรินทร์ ครั้งที่ ๓๓ (Conference Proceedings)

เรียน คุณ มนูญ นาจวง

ตามที่ท่านได้ส่งบทความเรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล" รหัสบทความ 174BPR3 เพื่อนำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการระดับชาติราชมงคลสุรินทร์ ครั้งที่ ๓๓ (Conference Proceedings) หัวข้อ "วิจัยและนวัตกรรมวิถีใหม่" ซึ่งจัดขึ้นระหว่างวันที่ ๓๑-๓๓ กันยายน ๒๕๖๓ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ นั้น

ในการนี้ คณะบรรณาธิการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ ขอเรียนให้ท่านทราบว่าบทความของท่านผ่านการพิจารณา **เห็นชอบจากผู้ทรงคุณวุฒิให้ตีพิมพ์เผยแพร่บทความดังกล่าว** ในเอกสารรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติราชมงคลสุรินทร์ ครั้งที่ ๓๓ (Conference Proceedings) ทั้งนี้ขอให้ท่านศึกษารายละเอียดการนำเสนอผลงานและกำหนดการได้ที่เว็บไซต์ www.surin.rmuti.ac.th/rsnc2020

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สำเนาว์ เสาวกูล)
รองอธิการบดีประจำวิทยาเขตสุรินทร์

แผนกวิจัยและพัฒนา
โทร ๐ ๔๔๑๕ ๓๐๖๒ ต่อ ๓๓๓๐
๐๘๗ ๗๗๘๓๙๐๓ (จักรินทร์)

14 พ.ย. 63

14 ก.ย. 2563

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์

ขอมอบเกียรติบัตรนี้ไว้เพื่อแสดงว่า

มนูญ นาจวง

ได้นำเสนอผลงานวิจัยกลุ่ม **มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์** ภาค โปสเตอร์

เรื่อง **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุม**

ด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

ในการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติราชมงคลสุรินทร์ ครั้งที่ 11

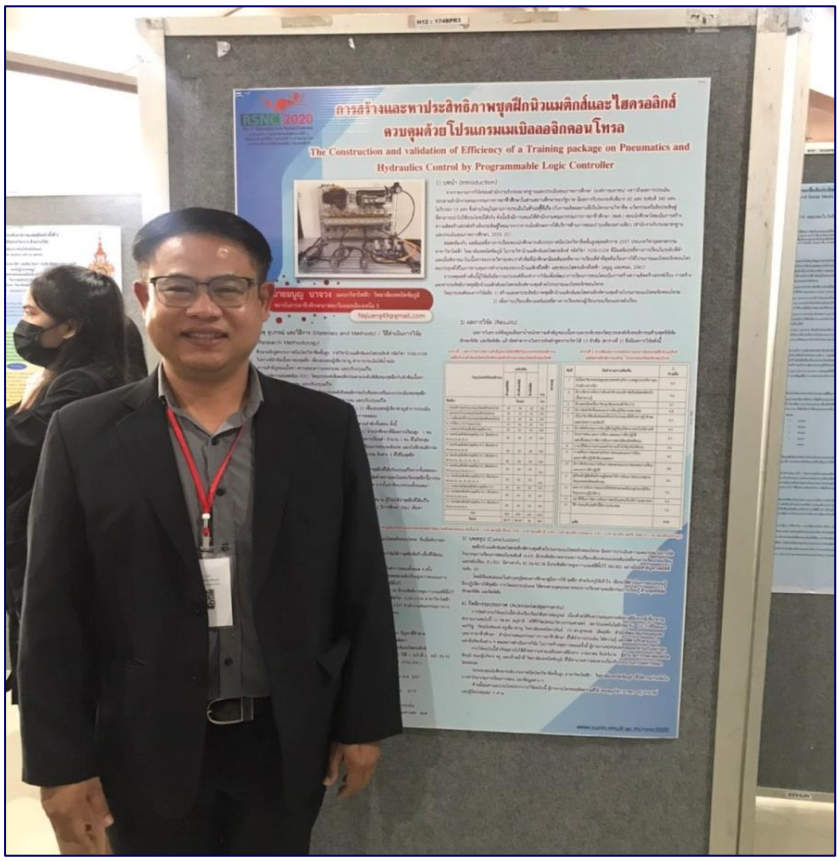
"วิจัยและนวัตกรรมวิถีใหม่"

ระหว่างวันที่ 17-18 กันยายน 2563

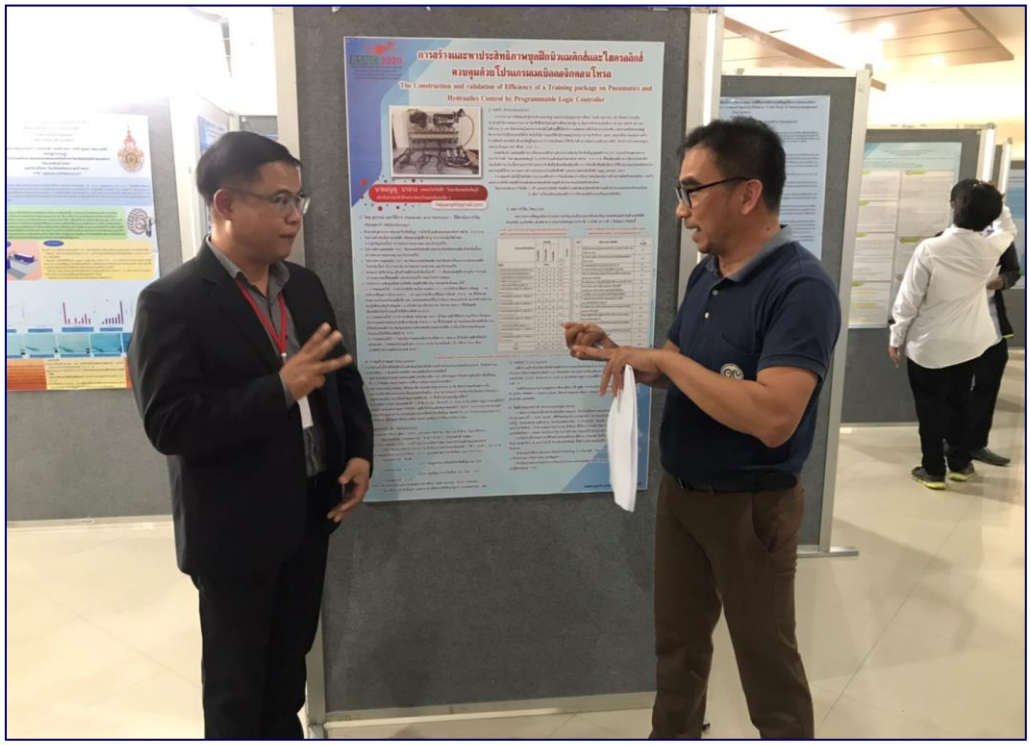
ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์

ให้ไว้ ณ วันที่ 18 กันยายน 2563

RSNC 2020

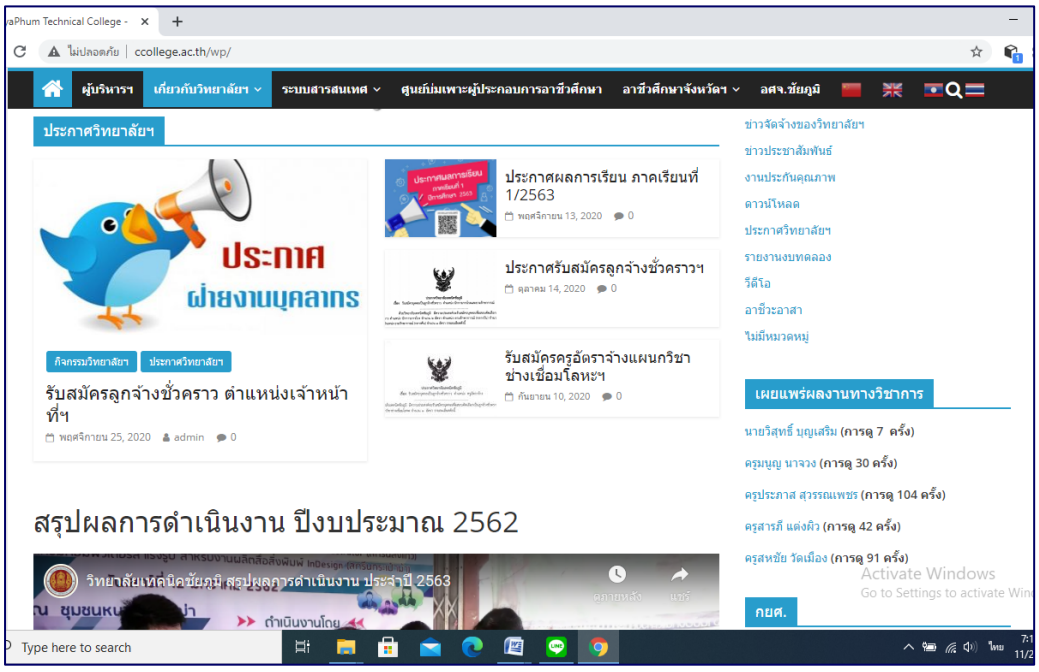


รูปภาพที่ ช.4 นำเสนอผลงานทางวิชาการในการประชุมวิชาการระดับชาติราชมงคลสุรินทร์



รูปภาพที่ ช.4 นำเสนอผลงานทางวิชาการในการประชุมวิชาการระดับชาติราชมงคลสุรินทร์ (ต่อ)

การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการทางเว็บไซต์ วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ



รูปภาพที่ ช.5 การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการบนเว็บไซต์

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล : นายมนูญ นาจวง

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2547 : ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (ค.อ.ม.)
สาขาวิชาไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
พ.ศ. 2540 : ประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง (ปทส.)
สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน
พ.ศ. 2538 : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)
สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ

ประวัติการทำงาน

1. ตำแหน่ง	อาจารย์ 1	พ.ศ. 2540-2551
2. ตำแหน่ง	ครูชำนาญการ	พ.ศ. 2551-2560
3. ตำแหน่ง	ครูชำนาญการพิเศษ	พ.ศ. 2560-ปัจจุบัน

สถานที่ทำงานปัจจุบัน : แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
เลขที่ 260 ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ 36000

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ