



## ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิต  
เจาะชิ้นงานอัด โน้มติด้วยพีแอลซี

โดย นายวสันต์ ลีละธนาฤกษ์

ได้รับอนุมัติให้นำเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์ขันธ์)

21 พฤษภาคม 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมภพ ฤกษ์แก้ว)

กรรมการ

(อาจารย์จรัสศักดิ์ วิตตะ)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์วันชัย จันทรวงศ์)

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุม  
กระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัดโน้มัดด้วยพีแอลซี

นายวสันต์ สีละธนาฤกษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล  
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
ปีการศึกษา 2549  
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นายวสันต์ ธีระธนาฤกษ์  
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัดโน้มิตต์ด้วยพีแอลซี  
สาขาวิชา : เครื่องกล  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมภพ ตลับแก้ว  
อาจารย์จรัสศักดิ์ วิตตะ  
ปีการศึกษา : 2549

### บทคัดย่อ

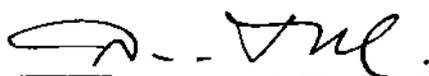
การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัดโน้มิตต์ด้วยพีแอลซี ซึ่งชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ ชุดฝึกเขียนโปรแกรมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัดโน้มิตต์ด้วยพีแอลซีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย ชุดจำลองกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัดโน้มิตต์ด้วยพีแอลซี คู่มือประกอบการเรียนการสอนโดยใบประกอบ 5 ใบประกอบ และใบทดสอบ 1 ใบทดสอบชุดฝึกเขียนโปรแกรมได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (หลักสูตรเนื่อง 2-3 ปี) ชั้นปีที่ 3 ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียน วิชาการควบคุมอัดโน้มิตต์ รหัสวิชา 210252 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 12 คน เลือกแบบเจาะจง ( Purposive sampling)

ผลของการวิจัยจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน ค่ชุดฝึกเขียนโปรแกรมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัดโน้มิตต์ด้วยพีแอลซี ได้ค่าเฉลี่ยรวม ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.190 (มาก) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.676 ซึ่งความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญสอดคล้องกันและประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัดโน้มิตต์ด้วยพีแอลซี เท่ากับ 82.5/80.38 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 177 หน้า)

คำสำคัญ : ชุดฝึก, กระบวนการผลิตอัดโน้มิตต์, พีแอลซี



อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Name : Mr. Wasan Leelatanalerk  
Thesis Title : The Development and Efficiency Evaluation of the Module by the PLC Program for Controlling the Production System of the Automatic Drilling  
Major Field : Mechanical Technology  
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok  
Thesis advisors : Assistant Professor Dr. Sompoap Talabgaew  
Mr. Jirasak Vitta  
Academic Year : 2006

#### Abstract

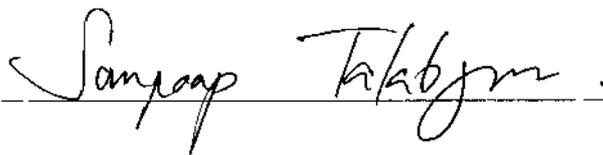
The purposes of this experimental research were to develop and evaluate the efficiency of the module by the PLC program for controlling the production system of the automatic drilling. This developed module achieved the 80/80 criteria of efficiency.

The research instrument were the module of the PLC program for controlling the production system of the automatic drilling and, the teaching manual with 5 experimental sheets and 1 test sheet. The constructed instruction was taught the sample group that were 12 third year students of Mechanical Engineering field (2-3 year continuing program), Department of Teacher Training in Mechanical Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok who registered a class "Automatic Control (210252)" in the second semester of academic year 2549 by using purposive sampling.

The research results from the evaluation by 7 experts were as follow: mean = 4.170 and standard deviation = 0.676. The teaching effectiveness of this module was 82.5/80.38 that was higher than the standard efficiency criteria.

(Total 177 pages)

Keywords: Module, Automatic Production, PLC



Advisor

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาอนุเคราะห์และช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมภพ ตลับแก้ว และ ท่านอาจารย์จรัสศักดิ์ วิตตะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ข้อคิดเห็น และวิธีต่างๆ ในการสร้างชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัดโน้มิตด้วยพีแอลซี และวิธีการดำเนินการวิจัยอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด และทุนการวิจัยบางส่วนได้รับจากทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้ และท่านอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ทุกท่านเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่าน ที่กรุณาประเมินชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัดโน้มิตด้วยพีแอลซี พร้อมทั้งให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขเป็นอย่างดีในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์จรัสศักดิ์ วิตตะ และนายณัฐกฤต เอี่ยมตั้ง ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่และกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย และอาจารย์ ชีรเดช วัฒนานุสรณ์ จากแผนกไฟฟ้า โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ที่ได้เชิญมาเป็นอาจารย์พิเศษช่วยในการสอนและประเมินผลกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดาและน้องชาย ที่ให้การสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนทำให้สำเร็จการศึกษา

วสันต์ ติละธนาฤกษ์

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	๙
กิตติกรรมประกาศ	๖
สารบัญตาราง	๗
สารบัญภาพ	๘
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความจำเป็นและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	5
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	5
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น	7
1.6 ทำงำกั้ดความในการวิจัย	7
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
2.1 ความหมายของระบบอัตโนมัติ	11
2.2 การควบคุมระบบนิวแมติกส์	14
2.3 คุณสมบัติและโครงสร้างของพีแอลซี	15
2.4 ตัวอย่างลักษณะงานและชุดฝึกจำลองทางด้านนิวแมติกส์ควบคุมด้วยพีแอลซี	21
2.5 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา	23
2.6 การเขียนวัตถุประสงค์การเรียนการสอน	34
2.7 การสอนแบบประลอง	40
2.8 การออกแบบและสร้างชุดฝึกประลอง	45
2.9 การประเมินคุณภาพสื่อ	49
2.10 การสร้างใบประลอง	50
2.11 เครื่องมือในการวิจัย	52
2.12 การหาประสิทธิภาพชุดฝึก	53
2.13 การวัดผลและประเมินผลงานปฏิบัติ	55
2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	57

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	59
3.1 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัย	59
3.2 การกำหนดกลุ่มประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	59
3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย	60
3.4 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	68
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	70
บทที่ 4 ผลของการวิจัย	73
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญ	73
4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของชุดฝึก	75
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	77
5.1 สรุปผลการวิจัย	77
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	77
5.3 ข้อเสนอแนะจ ะผลการวิจัย	80
บรรณ านุกรม	83
ภาคผนวก ก	87
รายละเอียดของหลักสูตรรายวิชา	88
การวิเคราะห์หัวข้อเรื่องหรืองาน	89
การวิเคราะห์เนื้อหาสำคัญ	90
การวิเคราะห์ระดับความรู้และทักษะ	91
การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	96
ภาคผนวก ข	101
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	102
หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ	104
แบบประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญ	112
ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	119
ภาคผนวก ค	125
ผลคะแนนจากใบประเมิน	126
ผลคะแนนจากใบทดสอบ	127

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
ค่าประสิทธิภาพชุดฝึก	128
ภาคผนวก ง	131
คู่มือการใช้งานชุดประลองและรายละเอียดอุปกรณ์	132
ตัวอย่างใบงาน	150
ตัวอย่างใบเนื้อหา	151
ตัวอย่างใบประลอง	155
ตัวอย่างใบประเมินผลประลอง	157
ตัวอย่างใบทดสอบ	158
ตัวอย่างใบประเมินผลทดสอบ	168
ตัวอย่างใบเฉลย	169
ประวัติผู้วิจัย	177

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
ค่าประสิทธิภาพชุดฝึก	128
ภาคผนวก ก	131
คู่มือการใช้งานชุดประลองและรายละเอียดอุปกรณ์	132
ตัวอย่างใบงาน	150
ตัวอย่างใบเนื้อหา	151
ตัวอย่างใบประลอง	155
ตัวอย่างใบประเมินผลประลอง	157
ตัวอย่างใบทดสอบ	158
ตัวอย่างใบประเมินผลทดสอบ	168
ตัวอย่างใบเฉลย	169
ประวัติผู้วิจัย	177

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1-1	ตารางแสดงข้อดีและข้อเสียในการจัดซื้อและจัดหาชุดฝึกอัตโนมัติในห้องตลาด	4
2-1	มสคดการเปรียบเทียบระหว่างการเดินสายไฟที่ใช้รีเลย์กับระบบที่ใช้พีแอลซี	16
4-1	ตารางแสดงผลการประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญ	73
4-2	แสดงค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตจะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซีเปรียบเทียบระหว่างโปรแกรมกับโปรแกรม	75
ก-1	แสดงการวิเคราะห์หัวข้อเรื่องหรืองาน	89
ก-2	แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาสำคัญและความสามารถหัวข้อ	90
ก-3	แสดงการวิเคราะห์ระดับความรู้และทักษะ	91
ก-4	แสดงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	96
ข-1	ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญ	119
ค-1	แสดงผลคะแนนจากโปรแกรมที่ 1 ถึง โปรแกรมที่ 5	126
ค-2	แสดงผลคะแนนจากโปรแกรม	127
ค-3	แสดงค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตจะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี	128

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	แสดงตัวอย่างงานเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ	12
2-2	แสดงองค์ประกอบของการควบคุม	12
2-3	แสดงการควบคุมแบบเปิด	13
2-4	แสดงการควบคุมแบบปิด	13
2-5	แสดงอุปกรณ์ทางด้านอินพุตและทางด้านเอาต์พุตของพีแอลซี	16
2-6	แสดงโครงสร้างของเครื่องพีแอลซีและจำนวนเบอร์อุปกรณ์ทางด้าน I/O	17
2-7	แสดงหน่วยอินพุตและเอาต์พุตพีแอลซี	18
2-8	แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการโปรแกรมลงพีแอลซี	18
2-9	ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมพีแอลซี แบบภาษาบูลีน	19
2-10	ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมพีแอลซี แบบแลดเดอร์	20
2-11	ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมพีแอลซี แบบบล็อคอ	20
2-12	ตัวอย่างลักษณะงานทางด้านอุตสาหกรรม	21
2-13	ตัวอย่างชุดฝึกจำลองกระบวนการจัดเก็บชิ้นงานควบคุมด้วยพีแอลซี	22
2-14	ตัวอย่างชุดฝึกจำลองควบคุมการทำงานลูกสูบด้วยพีแอลซี	22
2-15	ความจำเป็นที่ต้องศึกษาความต้องการในงานอาชีพ	24
2-16	ลักษณะแสดงความหมายของงาน	25
2-17	การพิจารณางานเพื่อพัฒนาหลักสูตร ผู้การเรียนการสอน	26
2-18	แสดงที่มาและผลของการวิเคราะห์ความสามารถในการทำงาน	29
2-19	แหล่งข้อมูลของงานและหัวข้อเรื่องของหลักสูตรรายวิชาต่างๆ	32
2-20	แสดงข้อพิจารณาในการตัดสินใจคุณค่าของหัวข้อเรื่อง(Topic)	33
2-21	แสดงระดับของวัตถุประสงค์พฤติกรรม	38
3-1	แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์หลักสูตรวิชา	61
3-2	แสดงขั้นตอนการสร้างชุดฝึกทดลองกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี	63
3-3	แสดงขั้นตอนการสร้างคู่มือประกอบการเรียนการสอน	65
3-4	แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	67
4-1	แสดงค่าเฉลี่ยจากแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยรวมในแต่ละด้าน	74
4-2	แสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D. จากแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	74

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันมีโรงงานมากมายเข้ามาตั้งฐานการผลิตในเมืองไทย ทำให้เกิดนิคมอุตสาหกรรมขึ้นหลายแห่งกระจายไปในแต่ละจังหวัด อีกทั้งรัฐบาลยังมีนโยบายส่งเสริมอุตสาหกรรมภายในประเทศ ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมขนาดกลางหรือขนาดย่อม ดังนั้นจึงมีการแข่งขันกันสูงในเรื่องของการตลาดและราคาของผลิตภัณฑ์ ซึ่งบริษัทจำเป็นต้องปรับตัวเองให้สินค้าที่ผลิตมีคุณภาพและราคาถูก เพียงตรง รวดเร็วทันเวลา สินค้าได้มาตรฐาน สามารถแข่งขันกับตลาดภายในประเทศและทั่วโลกได้ โดยกระบวนการผลิตจำเป็นต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของโรงงาน ซึ่งสามารถแสดงได้ด้วย ต้นทุนในการผลิต คุณภาพมาตรฐาน ความปลอดภัย มลภาวะ ความสามารถในการปรับอัตราการผลิตให้สอดคล้องกับภาวะของตลาดและอื่นๆ เป็นต้น (พรจิต, 2536: 9)

ดังนั้นโรงงานอุตสาหกรรมสมัยใหม่หลายแห่ง จึงได้นำเทคโนโลยีทางด้านระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้งานในโรงงาน เพื่อควบคุมเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม ให้ได้ผลผลิตที่ถูกต้องได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับในตลาดทั่วโลก อีกทั้งยังสามารถเก็บบันทึกข้อมูลการทำงานได้ตลอดเวลา ระบบควบคุมอัตโนมัติที่ใช้ควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไป ส่วนใหญ่อาจจะใช้คอมพิวเตอร์, พีแอลซี หรือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นตัวควบคุมการทำงานระบบอัตโนมัติในโรงงาน เช่น อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ อุตสาหกรรมงานเชื่อม อุตสาหกรรมขนถ่ายวัสดุ ซึ่งจะนิยมใช้ระบบอัตโนมัติเข้ามามีส่วนร่วมในขบวนการผลิต(เดชฤทธิ์, 2548: 1)

ซึ่งระบบควบคุมอัตโนมัติในโรงงานจะทำหน้าที่หลัก ในการคำนวณหาสัญญาณควบคุมที่เหมาะสม โดยที่การควบคุมจะเป็นไปตามกฎเกณฑ์การควบคุมที่พนักงานได้กำหนดไว้ล่วงหน้า เทคโนโลยีระบบควบคุมอัตโนมัติกำลังพัฒนาก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาพนักงานหรือทีมวิศวกรที่มีความรู้ความชำนาญในการควบคุมระบบอัตโนมัติในโรงงาน ทำหน้าที่ ควบคุมดูแล ปรับปรุง แก้ไขพัฒนาระบบ และยังสามารถตรวจสอบ ระบบการทำงานของเครื่องจักรอัตโนมัติในโรงงานได้ จึงอาจกล่าวได้ว่าเทคโนโลยีทางการควบคุมระบบอัตโนมัติในโรงงาน เข้ามามีบทบาทค่อนข้างมากในงานอุตสาหกรรม(เดชฤทธิ์, 2548: 1)

การนำอาระบบอัตโนมัติ หรือเครื่องจักรอัตโนมัติเข้ามาช่วยในขบวนการผลิตก็เพื่อเพิ่มศักยภาพและคุณภาพในการผลิต เพิ่มผลผลิต ลดต้นทุนในการผลิต ควบคุมและวางแผนการผลิตได้ง่ายและประหยัดพื้นที่ของโรงงาน มนุษย์ทำหน้าที่เพียงควบคุมให้เป็นไปตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดให้ เครื่องจักรทำงาน ดูแลเครื่องจักร ตรวจสอบ ควบคุมขั้นตอนการผลิต (ณรงค์, 2537: 3)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต หรือ เครื่องจักรกลสมัยใหม่จะต้องการบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถทางด้าน เครื่องกล อิเล็กทรอนิกส์ ระบบควบคุม คอมพิวเตอร์ กระบวนการผลิต จึงจะสามารถออกแบบสร้าง และบำรุงรักษาดูแลเครื่องจักรต่างๆ ได้

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการนำอาระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม (ณรงค์, 2537: 15)

1. เพื่อลดหรือป้องกันความเสียหายอันเกิดจากความบกพร่องของมนุษย์ เช่น การเคลื่อนไหวที่มีขีดจำกัด ความเมื่อยล้าเนื่องจากการทำงานซ้ำๆ ความง่วงเหม่อลอย เหน็ดเหนื่อย เป็นต้น
2. เพื่อปรับปรุงคุณภาพมาตรฐานของขบวนการผลิต
3. เพื่อปรับปรุงการใช้ประโยชน์จากแรงงาน วัตถุดิบ เครื่องมือ ตลอดจนพื้นที่โรงงานให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกว่าเดิม
4. เพื่อทดแทนแรงงานคนในกรณีที่เกิดภาวะขาดแคลนทางด้านแรงงาน
5. เพื่อช่วยให้คนงานมีความปลอดภัยในการทำงานยิ่งขึ้น
6. เพื่อลดต้นทุนการผลิต

กระบวนการผลิตต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่นั้น จะต้องมีการผลิตหลายๆ อย่างรวมเข้าด้วยกันเช่น ในการประกอบชิ้นงานหรือขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน ขั้นตอนกระบวนการผลิตอาหาร ขั้นตอนการผลิตรถยนต์ ชุดกระบวนการทำงานอัตโนมัติ ที่ทำหน้าที่ทางด้านการป้อนชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ ชุดสายพานลำเลียงชิ้นงาน ชุดคัดแยกคุณภาพชิ้นงาน ชุดเจาะชิ้นงาน ชุดกระบวนการบรรจุชิ้นงาน ชุดประกอบชิ้นงาน ชุดจัดเก็บชิ้นงาน หรือวัสดุ ชุดจัดส่งชิ้นงาน การจับยึดชิ้นงาน เป็นต้น

และในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตส่วนใหญ่ เกือบทุกโรงงานใช้ระบบเครื่องจักรอัตโนมัติที่มีการทำงานร่วมกับระบบต่างๆผสมผสานกัน เช่น ระบบไฟฟ้า ระบบกลไก ระบบอิเล็กทรอนิกส์ ระบบไฮดรอลิกส์ และระบบนิวแมติกส์ ดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนาและผลิตบุคลากรที่มีทักษะความรู้ความชำนาญให้มากขึ้น เพื่อให้สามารถดูแล พัฒนาคอนโทรล สามารถถ่ายทอดความรู้ ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

หลักสูตรวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์จึงเป็น หลักสูตรวิศวกรรมสมัยใหม่ ที่มุ่งเน้นผลิตวิศวกรให้มีความรู้ความสามารถในการออกแบบ วิเคราะห์, สร้าง, บำรุงรักษา เครื่องจักรสมัยใหม่

เช่น หุ่นยนต์ เครื่องจักรที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ และการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบ วิเคราะห์และผลิต กระบวนการผลิตแบบอัตโนมัติ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้เล็งเห็นความสำคัญของความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงได้จัดหลักสูตรการเรียนการสอน สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2546 เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ ความสามารถ ทางด้านวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ สามารถที่จะวางแผนออกแบบพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหาทางด้านวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ได้ เป็นครูช่างอุตสาหกรรมที่มีคุณภาพ สามารถถ่ายทอดความรู้ทั้งในภาคทฤษฎีและปฏิบัติในสาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

และได้กำหนดให้วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน รหัสวิชา 213361 เป็นกลุ่มวิชาเทคนิค สำหรับวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ เวลาที่ใช้การศึกษา 60 คาบเรียนตลอด 15 สัปดาห์ บรรยาย 2 คาบ ปฏิบัติ 2 คาบ ค่อสัปดาห์ จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วย โดยมีคำอธิบายรายวิชา ดังนี้ “แนะนำการควบคุมแบบลอจิก การควบคุมระบบ ไซคโรลิกส์และนิวแมติกส์ด้วย วงจรไฟฟ้า โครงสร้างและการทำงานของพีแอลซี การเขียนโปรแกรมพีแอลซี การประยุกต์ใช้งาน พีแอลซีในงานควบคุมทางด้านอุตสาหกรรม”

จากคำอธิบายรายวิชา พบว่ามีหัวข้อการเรียนเรื่องการเขียนโปรแกรมพีแอลซีและการประยุกต์ใช้งานพีแอลซีในการควบคุมทางด้านอุตสาหกรรม จากการสอบถามอาจารย์ผู้สอน เกี่ยวกับหัวข้อการเรียนเรื่องนี้พบว่า นักศึกษาจะต้องฝึกเขียน โปรแกรมพีแอลซี เพื่อนำไปควบคุม กระบวนการผลิตงานระบบอัตโนมัติ และควบคุมเครื่องจักรอัตโนมัติ ซึ่งจะประกอบด้วยการ ควบคุมกระบวนการผลิตงานอัตโนมัติหลายๆแบบ เช่น ระบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ กระบวนการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ กระบวนการคัดแยกวัสดุ และอีกหลายๆตัวอย่างที่มีใช้ใน โรงงานอุตสาหกรรม แต่ในการเรียนการสอนเพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์การเรียน ไม่สามารถจัดหา ระบบกระบวนการผลิตจริง มาได้เนื่องจากมีขนาดใหญ่ และราคาแพง จึงจำเป็นต้องสร้างชุดฝึก จำลองกระบวนการผลิตเพื่อใช้ฝึกเขียนโปรแกรมควบคุม ให้มีลักษณะใกล้เคียงของจริงมีขนาดเล็ก ราคาถูกกว่าชุดฝึกที่มีขายอยู่แต่สามารถทำงานได้ใกล้เคียงกับลักษณะงานจริงทางด้านอุตสาหกรรม และสามารถประกอบการเรียนการสอนหรือ การฝึกอบรมได้ ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจชุดฝึก อัตโนมัติ ของทางภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกลพบว่าชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมงานอัตโนมัติ ควบคุมการทำงานด้วยพีแอลซีมีจำนวนไม่เพียงพอ รูปแบบของชุดฝึกอัตโนมัติไม่หลากหลาย ถ้าจัดซื้อชุดฝึกอัตโนมัติประสบปัญหาชุดฝึกอัตโนมัติ มีราคาสูง และจากการสำรวจพบว่าวัสดุ อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการยังมีชิ้นส่วนอุปกรณ์บางอย่าง ที่สามารถนำกลับมาใช้สร้างหรืออาจ

ตั้งชื่อและจัดหาอุปกรณ์ในท้องตลาด ทั่วไปซึ่งมีราคา ที่ถูกกว่าเพื่อเป็นการนำกลับมาปรับปรุง และพัฒนาสร้างเป็นชุดฝึกอัตโนมัติได้

สรุปประเด็นสภาพปัญหาจากการสำรวจและสอบถาม

1. อุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดใหญ่ มุ่งพัฒนาและเพิ่มกำลังในการผลิตให้มีคุณภาพได้มาตรฐาน โดยการนำเอาระบบอัตโนมัติเข้ามา มีส่วนในขั้นตอนของกระบวนการผลิตทางด้านอุตสาหกรรม
2. ต้องการแรงงานที่มีความรู้และความสามารถความชำนาญในการควบคุมระบบอัตโนมัติ
3. หลายสาขาวิชาในสถานศึกษา ไม่ว่าจะเป็นทางด้านภาครัฐบาลหรือภาคเอกชนมีการเรียนการสอนในเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติในโรงงาน หรือการควบคุมอัตโนมัติควบคุมด้วยพีแอลซี
4. จากการสอบถามอาจารย์ผู้สอน ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมระบบอัตโนมัติและสำรวจห้องปฏิบัติการทางด้านระบบอัตโนมัติควบคุมการทำงานด้วยพีแอลซีพบว่า
  - 4.1 จำนวนชุดฝึกที่มีลักษณะเป็นกระบวนการผลิตมีจำนวนน้อย
  - 4.2 รูปแบบการทำงานไม่หลากหลาย
  - 4.3 ต้องการลักษณะการทำงานใกล้เคียงกับงานทางด้านอุตสาหกรรม
  - 4.4 ต้องการชุดฝึกที่มีขนาดและน้ำหนักเหมาะสม เคลื่อนย้ายได้สะดวก
5. การจัดซื้อและจัดหาชุดฝึกประตองจากภายนอกมีราคาสูงและต้องใช้เวลาในการรอประมาณ ซึ่งสรุปได้ในตารางที่ 1-1 ดังนี้

ตารางที่ 1-1 ตารางแสดงข้อดีและข้อเสียในการจัดซื้อและจัดหาชุดฝึกอัตโนมัติควบคุมด้วยพีแอลซี ในงานทางด้านอุตสาหกรรมที่มีขายในท้องตลาดเพื่อนำเข้ามาใช้ในสถานศึกษา

ข้อดี	ข้อเสีย
1. วัตถุประสงค์และโครงสร้างชุดฝึกมีคุณภาพสูง	1. คุณภาพชุดฝึกขึ้นอยู่กับราคา
2. แข็งแรงและแม่นยำ	2. ราคาสูงเนื่องจากต้องมีกำไรในการขายของ
3. สามารถกำหนดราคาในการจัดซื้อ	3. เน้นแยกขายเป็นสถานีและแต่ละสถานีมีราคาสูง
4. มีการบริการดูแลหลังการขาย	4. มีการใช้ พีแอลซี หลากหลายที่ห้อยกต่อการศึกษา
5. บริษัทส่งเสริมการศึกษาร่วมมือให้ชุดฝึกแก่	5. ชุดฝึกที่ใกล้เคียงกับงานจริงทางด้าน
สถานศึกษาของรัฐบาล	อุตสาหกรรมมีขนาดใหญ่
	6. เสียเวลาในการกำหนดลักษณะการทำงาน
	กระบวนการของชุดฝึกระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย

6. ระบบกระบวนการผลิตจริงทางด้านอุตสาหกรรม มีขนาดและอุปกรณ์ทำงานใหญ่ น้ำหนักมาก ราคาสูง

จากสภาพปัญหาที่ได้สรุปไว้

ผู้วิจัยเห็นคุณประโยชน์และให้ความสนใจ ศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาการสร้างความประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี เพื่อให้ นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมพีแอลซีกับชุดฝึกอัตโนมัติที่มีลักษณะคล้ายกับกระบวนการผลิตควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้างและวิจัยหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี

## 1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซีที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

## 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี ประกอบด้วย

1.4.1.1 ชุดฝึกจำลองกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ

1.4.1.2 คู่มือประกอบการเรียนการสอน

1.4.2 ชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซีที่สร้างขึ้นใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 รหัสวิชา 213361 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ (หลักสูตร พ.ศ.2546) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยใช้หัวข้อการประยุกต์ใช้งานพีแอลซีในงานควบคุมทางด้านอุตสาหกรรม และได้ทำการวิเคราะห์เนื้อหาสำคัญและความสามารถในการทำงาน ซึ่งจะทำการทดลองจำนวน 5 ใบทดลองดังนี้

หัวข้อเรื่อง การประยุกต์ใช้งานพีแอลซีในงานควบคุมทางด้านอุตสาหกรรม

ใบประกอบที่ 1 การเขียนและออกแบบโปรแกรม Ladder โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน

ใบประกอบที่ 2 การเขียนและออกแบบโปรแกรม Ladder แบบประยุกต์คำสั่ง

ใบประกอบที่ 3 การเขียนและออกแบบโปรแกรม SFC เบื้องต้น

ใบประกอบที่ 4 การเขียนและออกแบบโปรแกรม SFC แบบแยกและรวมกิ่ง

ใบประกอบที่ 5 การเขียนและออกแบบโปรแกรมการเลือก MODE การทำงาน

1.4.3 คู่มือประกอบการเรียนการสอนสำหรับ ชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี ซึ่งประกอบด้วยใบเนื้อหา ใบประกอบ ใบทดสอบ และคู่มือการใช้งาน

1.4.4 ชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซีซึ่งประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน โดยผ่านเกณฑ์ที่กำหนดในด้านต่างๆ ดังนี้

1.4.4.1 ด้านการออกแบบชุดฝึก

1.4.4.2 ด้านการใช้งานชุดฝึก

1.4.4.3 ด้านคุณภาพชุดฝึก

1.4.4.4 ด้านคู่มือประกอบการเรียนการสอน

1.4.5 การหาประสิทธิภาพทางการเรียนการสอน ชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี โดยเก็บข้อมูลจากใบประกอบและใบทดสอบจากกลุ่มนักศึกษาตัวอย่าง

1.4.6 กลุ่มประชากร ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการควบคุมอัตโนมัติ รหัสวิชา 210252

1.4.7 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 3 (หลักสูตรต่อเนื่อง 2-3 ปี) ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการควบคุมอัตโนมัติ รหัสวิชา 210252ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 12 คน ได้เลือกแบบเจาะจง ( Purposive sampling)

## 1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.5.1 การวิจัยครั้งนี้ไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่าง เพศ อายุ อารมณ์ การเตรียมตัว ความพร้อมในการฝึกปฏิบัติ พื้นฐานการศึกษา พื้นฐานทางเศรษฐกิจสังคมและช่วงเวลาการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

1.5.2 การวิจัยครั้งนี้ให้ถือว่าความแตกต่างระหว่าง วัน เวลาและสถานที่ ไม่มีผลต่อการวิจัย

1.5.3 การตอบแบบประเมินเพื่อทราบความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ถือว่าได้กระทำด้วยความรู้สึกอันแท้จริง

1.5.4 เครื่อง PLC ที่ใช้ร่วมกับชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี รุ่น MITSUBISHI MELSEC FX-64 MR FX-16EX

1.5.5 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยใช้ศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 3 (หลักสูตรต่อเนื่อง 2-3 ปี) คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการควบคุมอัตโนมัติ รหัสวิชา 210252 แขนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ซึ่งมีเนื้อหารายวิชาการควบคุมอัตโนมัติ รหัสวิชา 210252 สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ใกล้เคียงกับวิชาการระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 รหัสวิชา 213361 สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ และเนื่องจากนักศึกษาสาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 3 จะต้องออกฝึกงานทั้งหมด จึงไม่สามารถทดลองเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจริงได้

## 1.6 กำจำกัดความในการวิจัย

1.6.1 ชุดฝึกเขียนโปรแกรม หมายถึง ชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี ซึ่งประกอบด้วย ชุดจำลองกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ ควบคุมด้วยพีแอลซี และคู่มือประกอบการเรียนการสอน เพื่อใช้ฝึกปฏิบัติให้อุปกรณ์ในชุดจำลองทำงานทั้งกระบวนการเป็นแบบอัตโนมัติโดยใช้ระบบนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานกระบวนการผลิตอัตโนมัติด้วยพีแอลซี

1.6.2 ชุดฝึกจำลอง หมายถึง ชุดจำลองกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี ทำงานด้วยระบบนิวแมติกส์ ควบคุมการทำงานด้วยพีแอลซี

1.6.3 คู่มือประกอบการเรียนการสอน หมายถึง คู่มือประกอบการเรียนที่ใช้เรียนคู่กับ ชุดจำลองกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติควบคุมด้วยพีแอลซี โดยเรียกรวมกันว่า ชุดฝึกเขียน

โปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี ซึ่งประกอบด้วยใบเนื้อหา ใบประลอง ใบทดสอบ และคู่มือการใช้งาน

1.6.4 ใบเนื้อหา หมายถึง เอกสารประกอบการสอนที่เกี่ยวกับเนื้อหาทางทฤษฎี

1.6.5 ใบประลอง หมายถึง เอกสารประกอบสำหรับผู้เรียนในการประลองโดยมีคำสั่งให้นักศึกษาออกแบบและทำการประลองร่วมกับชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี

1.6.6 ใบทดสอบ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ประเมินผลหลังการเรียน หลังจากนักศึกษา ได้ฝึกจัดทำใบประลองเพื่อหาประสิทธิภาพใบทดสอบและประสิทธิภาพชุดฝึก

1.6.7 คู่มือการใช้งาน หมายถึง คู่มือการใช้และรายการอุปกรณ์ซึ่งบอกลถึงวิธีการใช้ชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี

1.6.8 ประสิทธิภาพของชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซีเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

1.6.8.1 80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละที่ได้จากการประเมินผลการเรียนปฏิบัติในใบประลอง

1.6.8.2 80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละที่ได้จากการประเมินผลการเรียนในใบทดสอบภาคปฏิบัติ

1.6.9 ความคิดเห็น หมายถึง ความเชื่อ ความคิด หรือ การลงความเห็นในสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งไม่เจาะจงได้ว่าถูกต้องหรือไม่ ในที่นี้หมายถึงความคิดเห็นที่ได้แสดงออกมาในการตอบแบบประเมินผลเพื่อสอบถามความคิดเห็น

1.6.10 ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทางด้านระบบนิวแมติกส์ ระบบควบคุมอัตโนมัติในโรงงาน กระบวนการผลิต PLC มีประสบการณ์ทางด้านการทำงานหรือการสอน ไม่นต่ำกว่า 5 ปี วุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาตรี

1.6.11 พีแอลซี หมายถึง โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์ (PLC = Programmable Logic Controller)

## 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้ชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซีที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอน

1.7.2 ได้แนวทางการศึกษาเพื่อสร้างและพัฒนาชุดฝึกเขียนโปรแกรมในรูปแบบอื่นๆ ต่อไป

1.7.3 ประหยัดงบประมาณในการสั่งซื้อและจัดหาชุดฝึกจำลองกระบวนการผลิตอัตโนมัติจากภายในประเทศหรือจากต่างประเทศ

1.7.4 สามารถนำไปใช้เป็นชุดฝึกอบรมให้ความรู้แก่ผู้สนใจทั่วไป เกี่ยวกับระบบควบคุมอัตโนมัติในโรงงาน

## บทที่ 2

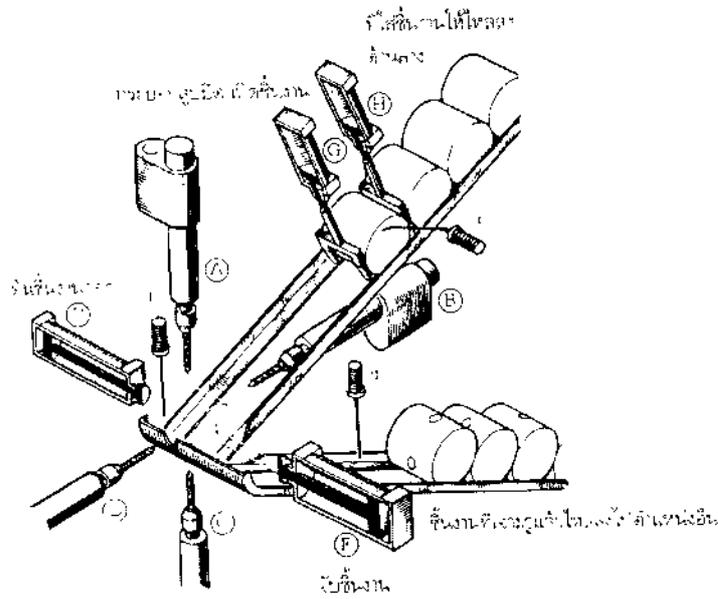
### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาค้นคว้างานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานกัดโน้มิตด้วยพีแอลซี ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 14 หัวข้อเรื่องดังนี้

- 2.1 ความหมายของระบบอัตโนมัติ
- 2.2 การควบคุมระบบนิวแมติกส์
- 2.3 คุณสมบัติและโครงสร้างของพีแอลซี
- 2.4 ตัวอย่างลักษณะงานและชุดฝึกจำลองทางด้านนิวแมติกส์ควบคุมด้วยพีแอลซี
- 2.5 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา
- 2.6 การเขียนวัตถุประสงค์การเรียนการสอน
- 2.7 การสอบแบบปรนัย
- 2.8 การออกแบบและสร้างชุดฝึกทดลอง
- 2.9 การประเมินคุณภาพสื่อ
- 2.10 การสร้างใบประกอบ
- 2.11 เครื่องมือในการวิจัย
- 2.12 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึก
- 2.13 การวัดและประเมินผลงานปฏิบัติ
- 2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ความหมายของระบบอัตโนมัติ

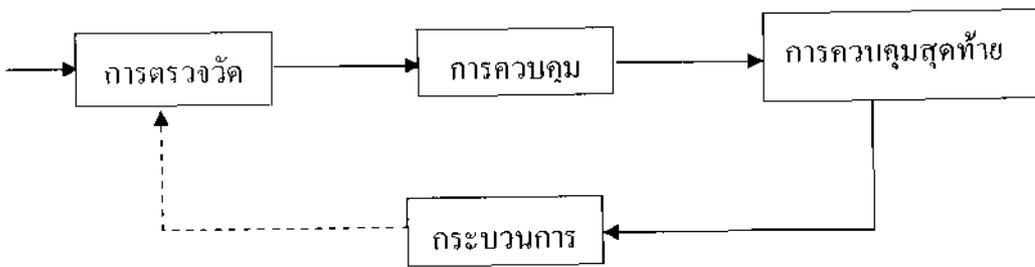
ความหมายของระบบอัตโนมัติ หมายถึง ระบบการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบที่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องด้วยตัวเอง เมื่อให้สัญญาณเริ่มต้นไม่ว่าระบบจะมีการตั้งโปรแกรมสำเร็จในการทำงานตลอดทั้งระบบ หรือสามารถเปลี่ยนแปลงโปรแกรมการทำงานจากการเปรียบเทียบปริมาณ ของสัญญาณที่เข้ากับปริมาณที่ออกก็ได้ ซึ่งจุดประสงค์โดยทั่วไปของการควบคุมอัตโนมัติก็คือ เพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพในการผลิต เพิ่มผลผลิต ลดต้นทุนในการผลิต ควบคุมและวางแผนการผลิตได้ง่ายและประหยัดพื้นที่ของโรงงาน



ภาพที่ 2-1 แสดงตัวอย่างงานเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ

2.1.1 องค์ประกอบของการควบคุม

การควบคุมในงานอุตสาหกรรมในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไปนั้น จะมีองค์ประกอบหลักๆ ที่สำคัญและคล้ายคลึงกันดังต่อไปนี้ (พรจิต, 2542 : 9-11)



ภาพที่ 2-2 แสดงองค์ประกอบของการควบคุม

การตรวจวัด หมายถึง อุปกรณ์ที่ให้สัญญาณขาออก ซึ่งมีขนาดสัมพันธ์กับขนาดตัวแปรทางฟิสิกส์ของสิ่งที่ต้องการวัดหรือสั่งงาน

การควบคุม หมายถึง สิ่งที่ทำหน้าที่ออกคำสั่งหรือกำหนดสัญญาณควบคุมตามกฎเกณฑ์ การควบคุมที่กำหนดไว้ล่วงหน้า คำสั่งหรือสัญญาณควบคุมนี้อาจจะเป็นฟังก์ชันกับเวลา หรือฟังก์ชันกับสัญญาณขาเข้าที่ได้รับจากอุปกรณ์ตรวจวัด

การควบคุมสุดท้าย หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ปรับสถานะของกระบวนการด้วยการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรปรับการทำงาน ในการควบคุมส่วนใหญ่คำสั่งหรือสัญญาณควบคุมจะมีขนาดหรือพลังงานน้อยๆ ส่วนตัวแปรปรับกระบวนการจะมีขนาดหรือพลังงานมาก

กระบวนการ หมายถึง กระบวนการทางฟิสิกส์ที่ต้องการควบคุมให้มีสถานะการทำงานตามต้องการในขณะที่สถานะการทำงานหรือสภาพแวดล้อมอาจจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

### 2.1.2 ประเภทของการควบคุม

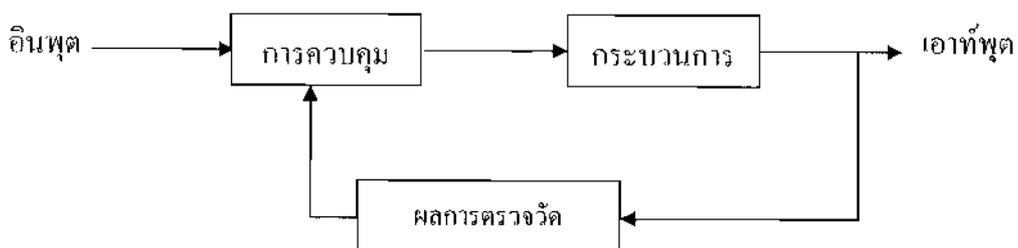
การแบ่งประเภทของการควบคุมจะแบ่งตามกฎเกณฑ์ของประเภทได้ดังนี้

2.1.2.1 การควบคุมแบบเปิด (Open Loop) เป็นระบบควบคุมที่เอาต์พุตของระบบไม่มีผลต่อการควบคุมเอาต์พุตของระบบจะไม่ถูกวัดหรือถูกนำกลับมาเพื่อเปรียบเทียบกับอินพุตตัวอย่างเช่น การควบคุมการเปิดปิดไฟ การควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ การควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อนลำเลียง การควบคุมเครื่องซักผ้า การควบคุมสัญญาณไฟจราจร เป็นต้น(พรจิต, 2542 : 12-15)



ภาพที่ 2-3 แสดงการควบคุมแบบเปิด (Open Loop)

2.1.2.2 การควบคุมแบบปิด (Closed Loop) เป็นระบบการควบคุมซึ่งสัญญาณเอาต์พุตจะมีผลโดยตรงต่อการควบคุม ระบบการควบคุมแบบปิดนี้อาจจะเป็นสัญญาณเอาต์พุตโดยตรงหรือเป็นสัญญาณที่เป็นฟังก์ชันของสัญญาณเอาต์พุตก็ได้ตัวอย่างเช่น การควบคุมอุณหภูมิ ความดัน การไหล ความเร็ว ให้คงที่



ภาพที่ 2-4 แสดงการควบคุมแบบปิด (Closed Loop)

### 2.1.3 การเลือกใช้ประเภทของการควบคุม

ระบบควบคุมแบบเปิด (Open Loop) นั้นเหมาะกับระบบที่ทราบว่าอินพุทของระบบจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และแน่ใจว่าไม่มีสัญญาณรบกวนจากภายนอก สำหรับการควบคุมแบบปิด (Closed Loop) จะใช้เมื่อไม่ทราบถึงการเปลี่ยนแปลง ถ้าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ในระบบโดยไม่คาดคิดมาก่อน และในบางกรณี อาจจะมีทั้งการควบคุมทั้ง 2 แบบ เพื่อให้ระบบทั้งหมดมีผลตามที่ต้องการ

### 2.1.4 การควบคุมแบบต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม

ในโรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไปส่วนใหญ่แล้ว การควบคุมการทำงาน ของระบบอัตโนมัติในโรงงานจะนิยมเอาอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้เข้ามาใช้เป็นตัวควบคุมการทำงาน ในระบบอัตโนมัติที่เป็นระบบนิวแมติกส์หรือไฮดรอลิกส์คือ

- 2.1.4.1 ระบบการควบคุมที่ใช้แรงแริเลย์
- 2.1.4.2 ระบบการควบคุมที่ใช้แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์
- 2.1.4.3 ระบบการควบคุมที่ใช้คอมพิวเตอร์
- 2.1.4.4 ระบบการควบคุมที่ใช้ชุดพีแอลซี

## 2.2 การควบคุมระบบนิวแมติกส์

ปัจจุบันระบบนิวแมติกส์ถูกพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ทันกับเทคโนโลยีที่ทันสมัย จึงได้มีชุดควบคุมระบบนิวแมติกส์เพื่อให้งานถูกต้องและรวดเร็วยิ่งขึ้น โดยแบ่งวงจรควบคุมออกเป็น 2 ชนิดคือ วงจรกำลัง และวงจรควบคุม โดยวงจรกำลังจะอาศัยลมอัดเป็นตัวกลางในการส่งกำลังเพื่อควบคุมวงจรการทำงาน ส่วนวงจรควบคุมจะได้ตัวควบคุมได้หลายอย่าง เช่น ระบบไฟฟ้า, พีแอลซี, และไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้ควบคุมระบบนิวแมติกส์หรือระบบอัตโนมัติในโรงงาน

### 2.2.1 ข้อดีและข้อเสียของระบบนิวแมติกส์

ระบบนิวแมติกส์ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ในโรงงานอุตสาหกรรมปัจจุบันการควบคุมระบบนิวแมติกส์มีทั้งข้อดีและข้อเสีย ที่จำเป็นศึกษาเพื่อนำไปใช้ร่วมกับระบบอัตโนมัติ

#### 2.2.1.1 ข้อดีของระบบนิวแมติกส์

- 2.2.1.1.1 มีความปลอดภัยสูงถึงแม้จะใช้งานเกินกำลัง
- 2.2.1.1.2 การบำรุงรักษาดูแลง่ายและสะดวก
- 2.2.1.1.3 โครงสร้างโดยทั่วไปของระบบนิวแมติกส์ไม่ยุ่งยากซับซ้อน
- 2.2.1.1.4 ไม่เกิดอันตรายหรือการระเบิดเมื่อลมอัดรั่วออกจากท่อลม

2.2.1.1.5 มีความเร็วในการทำงานสูงควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่ได้

2.2.1.1.6 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงสามารถกระทำได้ง่ายและสะดวก

2.2.1.1.7 การหยุดหรือเบรกระบบนิวแมติกส์ สามารถกระทำได้ง่าย

2.2.1.1.8 ระบบลมอัดมีความสะอาด

#### 2.2.1.2 ข้อเสียของระบบนิวแมติกส์

2.2.1.2.1 มีขีดจำกัดในการทำงานที่มีโหลดมาก

2.2.1.2.2 มีเสียงดังในขณะที่ทำงานเพราะอุปกรณ์ทำงานต่างๆ ของระบบ จะต้องระบายลมออกทางต้นแนวแล้วควบคุม ถึงแม้ว่าที่วาล์วควบคุมจะมีตัวเก็บเสียงติดอยู่แล้วก็ตาม

2.2.1.2.3 ลมอัดสามารถอัดตัวได้ จะมีผลทำให้การเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ ในขณะที่ มีโหลดอาจจะเคลื่อนที่ไม่สม่ำเสมอ

2.2.1.2.4 ความชื้นสามารถปะปนไปได้กับลมอัดทำให้อุปกรณ์ทำงานในระบบ นิวแมติกส์เกิดสนิม ทำงานผิดพลาด ชำรุด อายุการใช้งานสั้นลง

### 2.3 คุณสมบัติและโครงสร้างของพีแอลซี

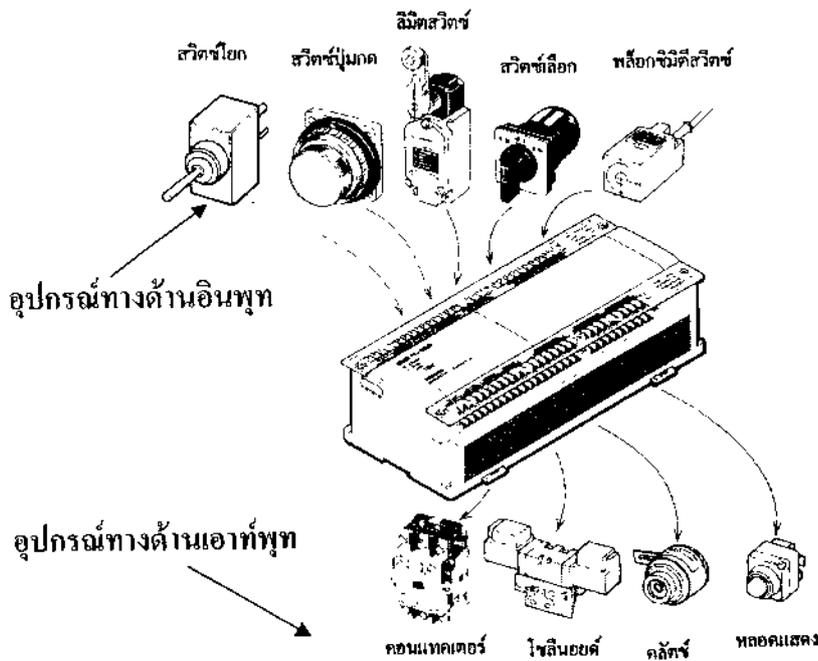
#### 2.3.1 คุณสมบัติของพีแอลซี

โปรแกรมเมบิลลจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC : Programmable Logic Controller) ได้ถูกนำมาใช้ในงานทางด้านอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง เพื่อทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและระบบการผลิตต่างๆ ในโรงงานให้สามารถทำงานอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังง่ายในการใช้งานและสะดวกในการแก้ไขโปรแกรมการทำงานได้ตลอดเวลา โดยปกติพีแอลซี จะทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์โดยจะป้อนและแก้ไขข้อมูลด้วย คีย์บอร์ด และจะแสดงผลทางจอแสดงผลภาพ ภายในของพีแอลซีจะมีไมโครโปรเซสเซอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบโดยสามารถกำหนดเงื่อนไขผ่าน อินพุตและเอาต์พุต โดยในส่วนของ อินพุต สามารถต่อร่วมกับปุ่มกด ลิมิตสวิทช์ รีดสวิทช์ เซ็นเซอร์และส่วนของเอาต์พุต สามารถต่อร่วมกับโซลินอยด์วาล์ว หลอดไฟ มอเตอร์ และอื่นๆ

โปรแกรมเมบิล ลจิก คอนโทรลเลอร์ จะควบคุมการทำงานโดยจะถูกคำสั่งที่ป้อนเข้าไปในพีแอลซี ด้วยซอฟต์แวร์ ซึ่งซอฟต์แวร์จะสามารถแก้ไข และตรวจสอบได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยในส่วนของซอฟต์แวร์จะมีอุปกรณ์ต่างๆ ให้เลือกใช้มากมาย เช่น สวิทช์ รีเลย์ ตัวตั้งเวลา ตัวนับจำนวน และยังสามารถเชื่อมโยงอุปกรณ์ได้เลย โดยไม่เหมือนกับการต่อวงจรแต่ก่อนที่ใช้รีเลย์ ที่ต้องตัดและต่อสายไฟใหม่ทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงวงจร ทำให้เกิดความสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและเสียเวลา

ตารางที่ 2-1 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างระบบการเดินสายไฟที่ใช้รีเลย์กับระบบที่ใช้ พีแอลซี

หัวข้อ	ระบบการเดินสายไฟที่ใช้รีเลย์	ระบบที่ใช้พีแอลซี
1. การควบคุมระบบ	ปรับเปลี่ยนแก้ไขเพิ่มเติมทำยาก	ปรับเปลี่ยนแก้ไขได้ง่าย
2. การซ่อมหรือแก้ไข	ทำยาก	ทำง่าย
3. การติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก	ทำยาก	ทำง่าย
4. อายุการใช้งาน	น้อยกว่า	มากกว่า
5. การติดต่อกับอุปกรณ์ระยะไกล	ทำได้ยุ่งยาก เดินสายไฟยาวขึ้น	ทำได้ง่าย การเดินสายไฟน้อย
6. ความเร็วในการทำงาน	ช้า	รวดเร็ว
7. ขนาด	ใหญ่	เล็ก
8. สัญญาณรบกวน	มีมาก	มีบ้าง
9. การติดตั้ง	ใช้เวลามาก	ใช้เวลาสั้น
10. การทำงานที่ซับซ้อน	ยาก ต้องใช้รีเลย์จำนวนมาก	ง่ายและสะดวก

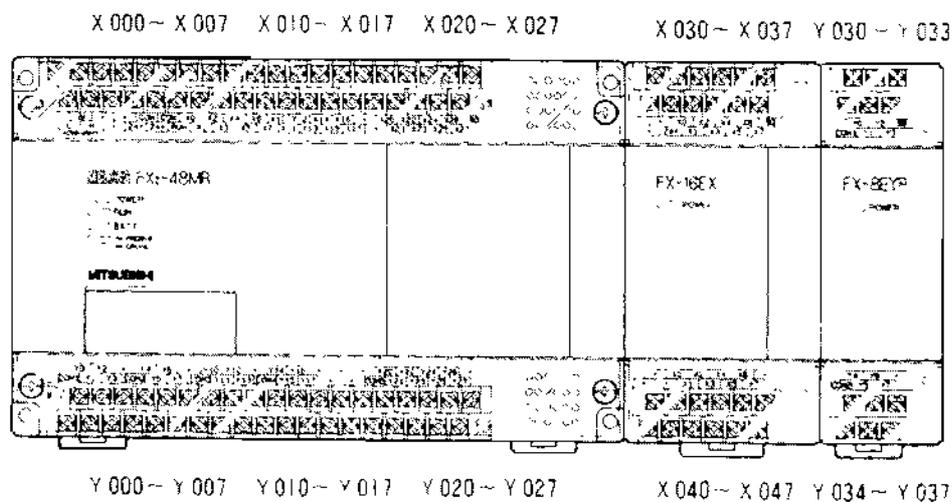


ภาพที่ 2-5 แสดงอุปกรณ์ทางด้านอินพุตและทางด้านเอาต์พุตของพีแอลซี

### 2.3.2 โครงสร้างของพีแอลซี

ส่วนประกอบของพีแอลซี สามารถแบ่งออกได้ 3 ส่วนดังนี้

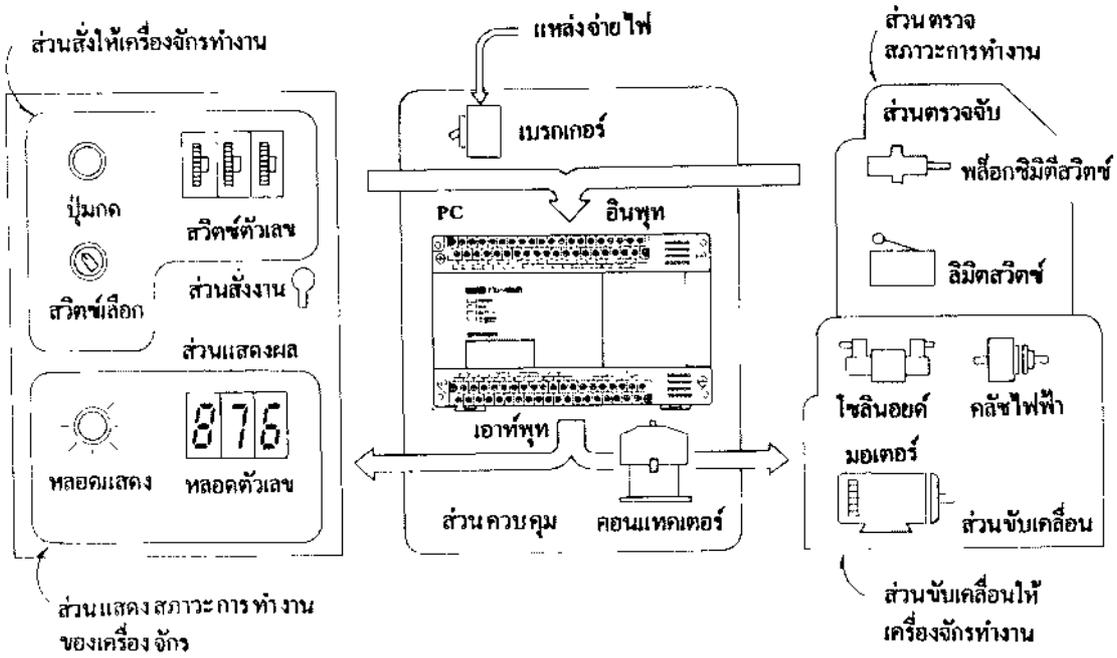
2.3.2.1 หน่วยประมวลผล(CPU : Central Processing Unit) หน้าที่หลักจะรับข้อมูลทางอินพุต แล้วมาทำการประมวลผลและส่งข้อมูลออกทางเอาต์พุต การทำงานจะถูกลงไปเรื่อยๆ การทำงานประมวลผลเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับหน่วยความจำและความเร็วของซีพียู



ภาพที่ 2-6 แสดงโครงสร้างของเครื่องพีแอลซี และจำนวนบอร์ดยุกรณ์ทางด้าน I/O

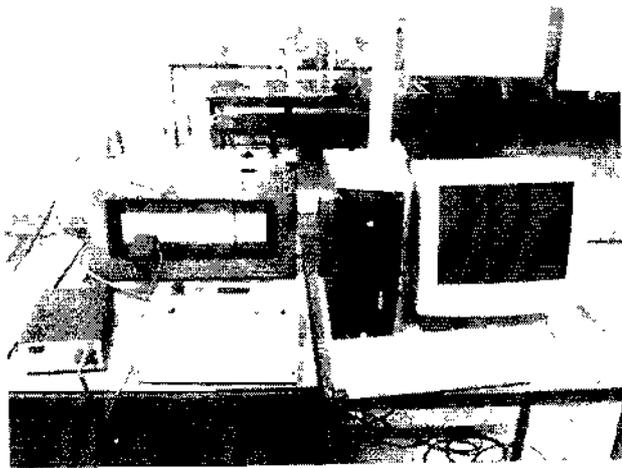
#### 2.3.2.2 หน่วยอินพุตและเอาต์พุต

อินพุตจะทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ที่ติดต่อกายนอก เช่น ปุ่มกดลิมิตสวิทช์ รีดสวิทช์ เซ็นเซอร์ และอุปกรณ์อื่นๆ โดยอุปกรณ์เหล่านี้จะถูกแปลงสัญญาณแล้วส่งไปที่ซีพียูในเครื่องพีแอลซี เพื่อทำการประมวลผลจากสัญญาณที่ส่งเข้ามาก่อนที่จะส่งสัญญาณไปที่เอาต์พุตไป เอาต์พุตจะทำหน้าที่เมื่อรับสัญญาณที่ได้จากการประมวลผลของซีพียู แล้วจะทำการส่งสัญญาณออกไปเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบอัตโนมัติหรือเครื่องจักรอัตโนมัติ เช่น โซลินอยด์วาล์ว มอเตอร์ หลอดไฟ และอื่นๆ เพื่อให้ทำงานตามคำสั่งของโปรแกรมที่เขียนไว้



ภาพที่ 2-7 แสดงหน่วยอินพุตและเอาต์พุตพีแอลซี

2.3.2.3 หน่วยอุปกรณ์ที่ใช้ในการโปรแกรม จะเป็นลักษณะอุปกรณ์ต่อร่วมเพื่อสะดวกและรวดเร็วในการทำงานเช่น คอมพิวเตอร์ คีย์บอร์ด จอแสดงภาพ โดยจะป้อนโปรแกรมผ่านอุปกรณ์เหล่านี้ลงไปที่หน่วยควบคุมของพีแอลซี เพื่อสั่งงานหรือควบคุมอินพุตและเอาต์พุตต่อไป



ภาพที่ 2-8 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้อน โปรแกรมลงพีแอลซี

### 2.3.3 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมพีแอลซี

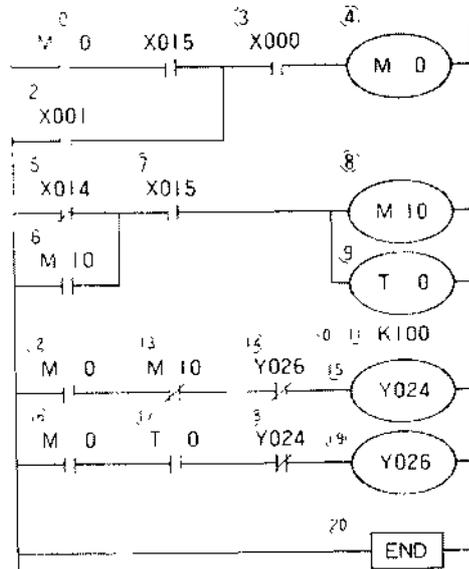
ภาษาที่ใช้อยู่ในรูปแบบของซอฟต์แวร์ซึ่งจะถูกติดตั้งไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยทั่วไปจะเขียนโปรแกรมที่คอมพิวเตอร์แล้วโหลดโปรแกรมไปที่พีแอลซี โดยผ่านสาย Protocol RS232 ซึ่งเชื่อมโยงระหว่างคอมพิวเตอร์กับพีแอลซี เพื่อให้พีแอลซีไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ปัจจุบันภาษาที่ใช้ในการเขียนพีแอลซี สามารถแบ่งออกได้ 3 ภาษา ดังนี้

#### 2.3.3.1 ภาษาบูลีน (STL : Instruction List Boolean Logic Elements)

0	LD	M 0
1	AND	X 015
2	OR	X 001
3	AND	X 000
4	OUT	M 0
5	LD	X 014
6	OR	M 10
7	AND	X 015
8	OUT	M 0
9	OUT	T 0
10	PLS	K 100
11	LD	M 0
12	LD	M 0
13	ANI	M 10
14	ANI	Y 026
15	OUT	Y 024
16	LD	M 0
17	AND	T 0
18	ANI	Y 024
19	OUT	Y 026
20	END	

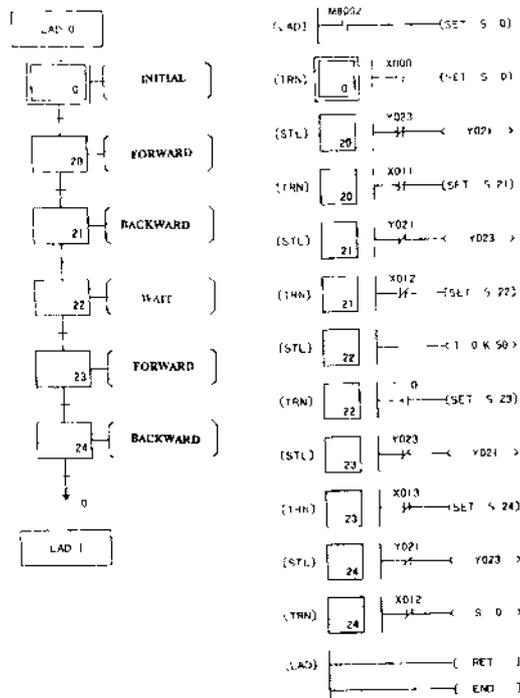
ภาพที่ 2-9 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมพีแอลซี แยกภาษาบูลีน

2.3.3.2 ภาษาแลดเดอร์ (Ladder Diagram)



ภาพที่ 2-10 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมพีแอลซี แบบแลดเดอร์

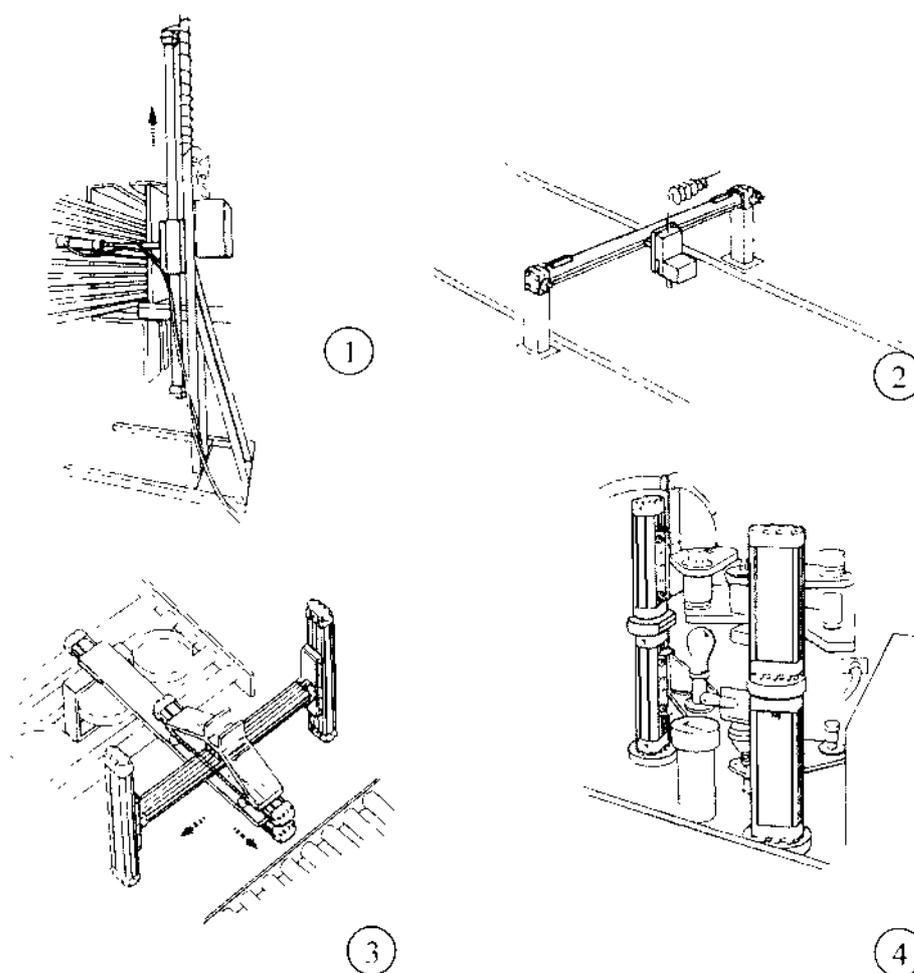
2.3.3.3 ภาษาบล็อก (Sequence Function Chart)



ภาพที่ 2-11 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมพีแอลซี แบบบล็อก

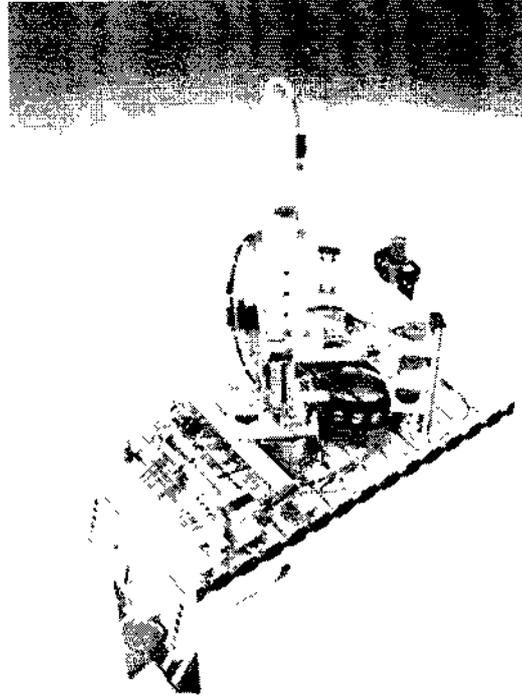
## 2.4 ตัวอย่างลักษณะงานและชุดฝึกจำลองทางด้านนิวมัติกส์ควบคุมด้วยพีแอลซี

### 2.4.1 ตัวอย่างลักษณะงานทางด้านอุตสาหกรรม (ณรงค์, 2545 : 144)

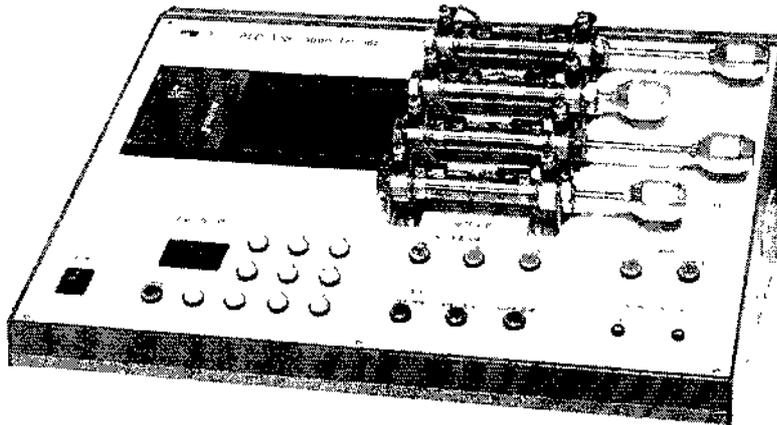


ภาพที่ 2-12 ตัวอย่างลักษณะงานทางด้านอุตสาหกรรม 1) งานพัดสี, 2) งานหารอดำหนิของกระดาษ, 3) งานเคลื่อนย้ายชิ้นงาน, 4) งานทดสอบหลอดไฟ

2.4.2 ตัวอย่างชุดฝึกจำลองทางค่านิวแมติกส์ควบคุมด้วยพีแอลซี



ภาพที่ 2-13 ตัวอย่างชุดฝึกจำลองกระบวนการจัดเก็บชิ้นงานควบคุมด้วยพีแอลซี



ภาพที่ 2-14 ตัวอย่างชุดฝึกจำลองควบคุมการทำงานลูกสูบด้วยพีแอลซี

## 2.5 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

ความหมายของหลักสูตร (Curriculum) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนและประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน ซึ่งจะประกอบด้วย โครงการสอน แบบเรียน แบบฝึกหัด สื่อการเรียนการสอน วิธีการสอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจากที่ทำไมไม่ได้ให้สามารถทำได้ (วีรดี, 2538 : 45 ) และ เสาวนีย์ (2528:82) ได้ให้นิยามของหลักสูตร หมายถึง ประมวลผลประสบการณ์ทั้งหมดที่จัดให้แก่ผู้เรียน เนื้อหาวิชา เจตคติ แบบพฤติกรรม กิจวัตร สิ่งแวดล้อมต่างๆ เป็นต้น

องค์ประกอบของหลักสูตร เป็นส่วนที่สำคัญที่จะทำให้ความหมายของหลักสูตรสมบูรณ์เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน การประเมินและปรับปรุงพัฒนา ( เสาวนีย์ , 2528:85) ดังต่อไปนี้

1. วัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เฉพาะวิชา
2. เนื้อหาและจำนวนชั่วโมงการสอนแต่ละวิชา
3. กระบวนการจัดการเรียนการสอน
4. การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน

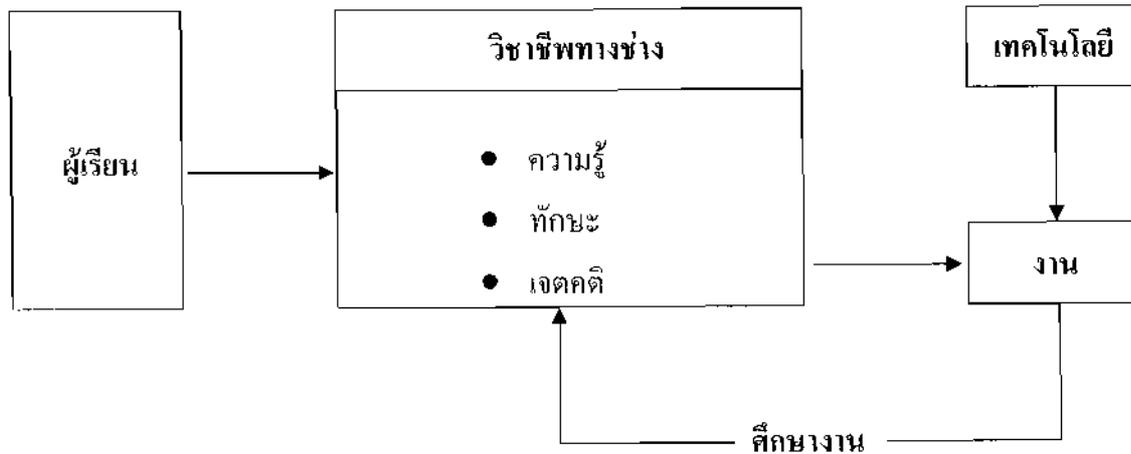
การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา จะต้องศึกษาองค์ประกอบต่างๆ ของหลักสูตรว่าควรนำไปใช้เพียงใด พิจารณาแยกแยะเนื้อหาใดสำคัญ ความสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกันอย่างไร เพราะฉะนั้นแนวทางในการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา จะต้องวิเคราะห์ข้อมูลที่สำคัญ โดยการพิจารณาดังต่อไปนี้ (สุราษฎร์ , 2531 : 19-121)

### 2.5.1 ความจำเป็นที่ต้องศึกษาความต้องการในงานอาชีพ

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า จุดประสงค์ที่สำคัญในการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพทางช่างก็คือต้องการให้ผู้สำเร็จการศึกษาออกไปแล้วได้มีความรู้ มีทักษะ สามารถทำงานต่างๆ ในสาขาวิชาที่ตนเองร่ำเรียนไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการจัดการเรียนการสอนมุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ในภาคทฤษฎีเพื่อใช้แก้ปัญหาต่างๆ ในการทำงานและการจัดการฝึกต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีทักษะสามารถปฏิบัติงานด้วยความถูกต้องชำนาญควบคู่กันไป

ในปัจจุบันวิวัฒนาการทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับงานช่าง นับวันก็ยิ่งจะเจริญรุดหน้าเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นหลักสูตรการเรียนการสอนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติจำเป็นที่จะต้องมีการปรับปรุงพัฒนาให้ก้าวหน้าทันสมัยอยู่เสมอ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้สำเร็จการศึกษามีความรู้ความสามารถออกไปทำงานได้ตรงกับความต้องการของตลาดแรงงานอย่างแท้จริง

โดยประเด็นนี้ การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาต่างๆ เพื่อจัดการเรียนการสอนจึงต้องมีการศึกษาถึงความต้องการในงานอาชีพที่เป็นจริงในปัจจุบันประกอบกับสิ่งที่คาดหวังว่าจะพึงมีขึ้นในอนาคตอันใกล้นี้ด้วย



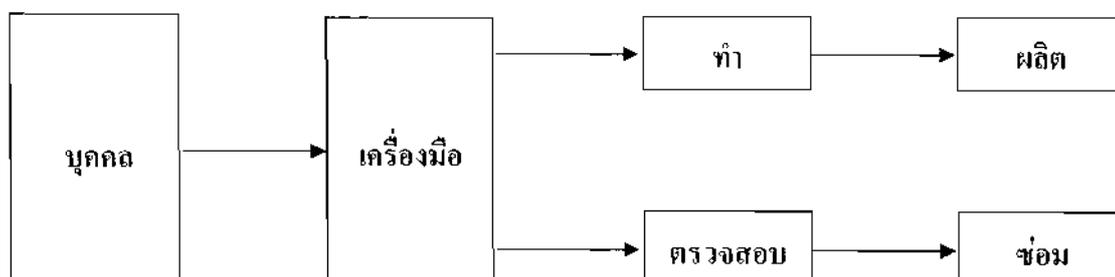
ภาพที่ 2-15 ความจำเป็นที่ต้องศึกษาความต้องการในงานอาชีพ

### 2.5.2 แนวทางในการศึกษาความต้องการในงานอาชีพ

การศึกษาความต้องการในงานอาชีพ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์พัฒนาหลักสูตรรายวิชานั้นแท้ที่จริงก็คือ การรวบรวมงานและความรู้และทักษะที่ใช้ในการทำงานต่างๆ ในงานอาชีพซึ่งเกี่ยวข้องกับหลักสูตรที่จะทำการพัฒนา

คำว่า งาน (JOB) ในที่นี้ หมายถึง สิ่งที่บุคคลทำขึ้นโดยใช้เครื่องมืออย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายๆ อย่างไปกระทำหรือไปตรวจสอบ เช่น งานเจาะเป็นงานที่ช่างทำโดยใช้เครื่องเจาะไปเจาะหรืองานตรวจสอบแนวเชื่อม เป็นงานที่ช่างทำโดยใช้เครื่องเอ็กซ์เรย์ ไปตรวจสอบ งานๆ หนึ่งจะประกอบด้วยกิจกรรม (Activity) ที่มีการเริ่มต้นและสิ้นสุดครบสมบูรณ์สำหรับงานนั้นๆ

“งาน” (JOB) ในอีกความหมายหนึ่งจึงอาจกล่าวได้ว่าเป็นชุดของกิจกรรม (A set of activities) ที่ประกอบกันเพื่อเป้าหมายของผลอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น งานเจาะ เป็นงานที่เมื่อทำจะประกอบด้วยกิจกรรม (Activity) ต่างๆ ก็คือ (1) อ่านแบบ (2) เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ (3) เตรียมชิ้นงานที่จะเจาะ (6) ตั้งความเร็วรอบเครื่อง (7) เดินเครื่องเจาะ ๆ งาน (8) เจาะนำศูนย์ (9) เจาะชิ้นงาน (10) ตรวจสอบขนาดรูเจาะ ฯลฯ จนกระทั่งได้งานที่ต้องการออกมา เป็นต้น



ภาพที่ 2-16 ลักษณะแสดงความหมายของงาน

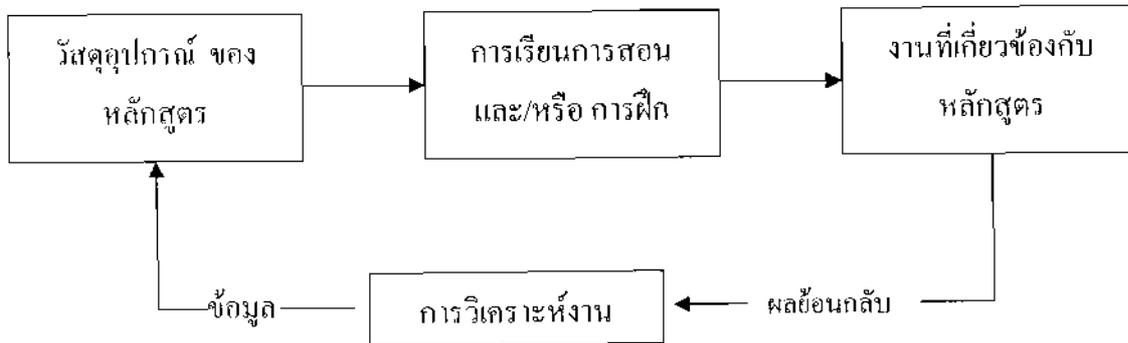
ดังนั้น ในขั้นแรกของการศึกษาความต้องการในงานอาชีพ ครูผู้พัฒนาหลักสูตรรายวิชาจะต้องเก็บรวบรวมงานย่อยต่างๆ ในงานอาชีพที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรรายวิชาที่จะพัฒนาให้ครบถ้วนซึ่งบอกที่มาของงานเอาไว้ด้วย เช่น (1) การดูงาน (Job observation), (2) จากประสบการณ์ (Experiences), (3) จากผู้เชี่ยวชาญ (Experts), (4) จากตำรา เอกสารที่เกี่ยวข้องต่างๆ (Literatures) หรือ, (5) จากคำอธิบายรายวิชา (Course Description) เป็นต้น

### 2.5.3 ความจำเป็นที่ต้องมีการวิเคราะห์งาน

การจัดการเรียนการสอน วัตถุประสงค์มีความสำคัญและจำเป็นอย่างมากที่ผู้สอนจะต้องใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ไม่ว่าจะเป็นการเลือกเนื้อหาวิชา วิธีสอน สื่อการเรียนการสอนหรือแม้แต่วิธีการในการวัดและประเมินผลผู้เรียนหลังจบการเรียนการสอนจบลงแล้วก็ตาม

หากแต่จะมองถึงข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากการศึกษาความต้องการในงานอาชีพนั้นในขั้นแรก เราได้มาเฉพาะงานต่างๆ ที่จะต้องจัดการเรียนการสอนเท่านั้น ซึ่งโดยแท้จริงแล้วข้อมูลดังกล่าวยังกว้างเกินไปที่จะนำมาสร้างวัตถุประสงค์การสอนเพื่อจัดการเรียนการสอน เช่น เมื่อกล่าวถึง “งานเจาะ” ผู้สอนก็จะสามารถตีความไปสู่การเรียนการสอนได้หลายๆอย่าง ในการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำงานเจาะได้นั้น ไม่ทราบว่าจะต้องให้เขา เลือกดอกสว่านถูกต้องกับชนิดของวัสดุงานหรือไม่ จะต้องปรับความเร็วรอบเครื่องเจาะเป็นด้วยหรือเปล่า หรือจะต้องลับดอกสว่านเป็นด้วยหรือไม่ จึงจะถือได้ว่าทำงานเจาะได้สมบูรณ์

ด้วยเหตุนี้ ก่อนที่จะเขียนวัตถุประสงค์สำหรับการใช้ในการเรียนการสอน จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องแยกแยะถึงรายละเอียดของงานที่จะสอน เพื่อศึกษาดูว่าถ้าจะให้ผู้เรียนทำงานนั้นได้สมบูรณ์แล้ว เขาควรที่จะต้องมีความสามารถอย่างไรบ้าง ซึ่งเราเรียกกระบวนการอันนี้ว่า “การวิเคราะห์งาน” (Job Analysis)



ภาพที่ 2-17 การพิจารณางานเพื่อพัฒนา หลักสูตร สู่อการเรียนการสอน

#### 2.5.4 แนวทางในการศึกษาวิเคราะห์งาน

การวิเคราะห์งานเป็นกระบวนการในการแยกแยะ รายละเอียดของงานเพื่อระบุว่า ถ้าจะให้ บุคคลทำงานใน งานนั้นๆ ได้อย่างสมบูรณ์แล้วเขาควรจะต้องมาวิเคราะห์ความสามารถอะไร อย่างไรบ้าง

ฉะนั้น ถ้าเราต้องการจะทราบว่าในงาน งานหนึ่งๆ บุคคลที่จะทำงานนั้น ได้ควรจะมี ความสามารถอะไร อย่างไรบ้างในขั้นแรกอาจทำโดยใช้ประสบการณ์ของผู้ศึกษาตนเอง ซึ่งเคยทำงานใน งานนั้นๆ มาเขียนระบุรายการความสามารถ (Task) ในรูปของกิจกรรม (Activity) ต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับทำงานนั้นก่อนก็ได้

จากข้อมูลความสามารถต่าง ๆ ในการทำงานจะข้างต้นมีข้อสังเกตที่สำคัญๆ เห็นควร นำมาพิจารณาก็คือ

1. ข้อความที่ระบุความสามารถแต่ละอย่าง จะเริ่มต้นเขียนด้วยคำกริยาที่สังเกตและวัดได้ว่า การทำงานนั้น ผู้ทำงานจะต้องแสดงความสามารถในการทำงานอย่างไรบ้าง ไม่ใช่เป็นข้อความที่ ระบุว่าเขาควรมีความรู้อะไรบ้าง

2. ความสามารถที่ระบุไว้สำหรับเจานั้น มีทั้งความสามารถทางสติปัญญาที่จะต้องนำเอา ความรู้ต่างๆ มาแก้ปัญหาในการทำงาน และความสามารถทางทักษะกล้ามเนื้อซึ่งจะส่งผลให้ บุคคลนั้นทำงาน ได้อย่างสมบูรณ์มากขึ้น

อย่างไรก็ดี หากผู้ศึกษาจะถามตัวเองว่า ในการทำงานในงานหนึ่งๆ นั้นผู้ทำงานควรจะมี ความสามารถอย่างไรบ้าง ก็คงจะเป็นการยากที่จะระบุความสามารถต่างๆ อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ได้ หากแต่จะพิจารณาว่าการทำงานในงานนั้นๆ มีขั้นตอนในการทำงานอย่างไรบ้างก็ควรจะเขียนขั้นตอน ในการทำงานได้สะดวกและรวดเร็วกว่าซึ่ง โดยแท้ที่จริงแล้วถ้าหากว่าบุคคลจะทำงานนั้นๆ ได้สมบูรณ์แล้ว เขาควรมีความสามารถตามขั้นตอนต่างๆ ในการทำงานนั้นนั่นเอง

ดังนั้น แนวทางที่จะวิเคราะห์รายละเอียดของงานให้ง่าย รวดเร็ว และได้รายละเอียดที่สมบูรณ์จริงๆ ผู้ศึกษางานอาจจะเริ่มต้นด้วยการเขียนรายการความสามารถของผู้ทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ในการทำงานนั้น ๆ ก็ได้

#### 2.5.5 ซักค้ำเนิ่งในการเขียนความสามารถ (Task) ของงานต่างๆ

ดังได้กล่าวมาเป็นตอนต้นข้างล้วนั้น การทำงานใน งาน หนึ่งๆนั้นอาจจะต้องใช้ความสามารถทั้งทางสติปัญญาและทางกล้ามเนื้อควบคู่กันไป ซึ่งความสามารถทางทักษะกล้ามเนื้อสมารถที่จะสังเกตจากการทำงานจริงๆได้ง่ย เช่น จับยึดชิ้นงานเข้ากับอุปกรณ์จับยึดประกอบและถอดออกส่วนจะนำศูนย์ชิ้นงานได้ เป็นต้น ส่วนความสามารถทางสติปัญญานั้น บางครั้งสังเกตเห็นไม่ได้ แต่ทว่าจำเป็นจะต้องมีในการทำงาน เช่น เลือกลใช้ดอกสว่านได้อย่างถูกต้อง แก้ปัญหาต่างๆในการทำงานได้ เป็นต้น

สำหรับงานช่างแล้ว การทำงานในงานต่างๆ มักจะประกอบด้วยความสามารถที่สำคัญๆ ทั้ง 2 ด้าน ซึ่งผู้ศึกษางานควรที่จะค้ำเนิ่งในการเขียนความสามารถก็คือ ผู้ทำงานในงานนั้นน่าที่จะ

1. อ่านแบบงาน ได้ถูกต้อง
2. เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ได้ถูกต้อง
3. เลือกหรือเตรียมชิ้นงานได้เหมาะสม
4. ประกอบชิ้นงานเข้ากับเครื่องจักรและเครื่องมือ ในตำแหน่งที่ถูกต้อง
5. เคลมเครื่องจักรและเครื่องมือ ได้ถูกต้อง
6. ทำงานด้วยความถูกต้องปลอดภัย
7. แก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในงานได้
8. ตรวจสอบความถูกต้องของงานได้

#### 2.5.6 การตรวจสอบความสามารถ(Task) ของงานต่างๆ

การระบุความสามารถในการทำงานใดงานหนึ่งอาจได้ข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์เพียงพอฉะนั้นการที่จะตรวจสอบดูว่าความสามารถต่างๆ ที่ระบุเอาไว้สำหรับงานหนึ่งๆ เพียงพร้อมสมบูรณ์ยิ่งขึ้น อาจจะใช้วิธีการอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายๆ อย่างรวมกันดังนี้

1. ลองทำงานนั้นๆ ด้วยตนเอง หรือให้ผู้ร่วมงานลองทำ แล้วเก็บบันทึกข้อมูลต่างๆ ไปตรวจสอบความสามารถที่ได้ระบุเอาไว้แล้ว
2. สอบถาม ความสามารถต่างๆจากผู้ทำงานใน งาน นั้นๆว่าคารจะมีความสามารถอะไรบ้าง แล้วตรวจสอบความสามารถที่ได้ระบุเอาไว้แล้ว

3. นำข้อมูลความสามารถที่ใช้จากการวิเคราะห์ไว้แล้วนั้น ไปตรวจสอบโดยใช้วิธีการสังเกตการทำงานของช่าง แล้วตรวจสอบข้อมูลว่าถูกต้องเป็นจริงหรือไม่

4. นำข้อมูลความสามารถที่ใช้จากการวิเคราะห์ไว้แล้วให้ผู้ทำงานนั้น ๆ ในสถานประกอบการต่างๆ ช่วยตรวจสอบ แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงข้อมูลอีกครั้ง

#### 2.5.7 เกณฑ์ต่างๆ ในการประเมินความสำคัญของความสามารถ

สำหรับความสามารถของ ความสามารถ ในงานหนึ่งๆ นั้นมีประเด็นสำคัญในการพิจารณาคัดสินใจว่าจะจัดการเรียนการสอนหรือการฝึกหรือไม่ ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

##### 2.5.7.1 ความสำคัญต่องาน (Importance to the job)

ความสำคัญของความสามารถ ต่องานพิจารณาว่าถ้ามีหรือไม่มี ความสามารถนั้นๆ แล้ว ผู้ทำงานจะทำงานที่ต้องการได้หรือไม่เพียงใดซึ่งข้อมูลประกอบการพิจารณาอาจทำได้โดยการสอบถามผู้ทำงานในงานนั้นหลายๆคน หรือใช้ประสบการณ์ ซึ่งเคยทำงานใน งานนั้นๆ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณา ซึ่งจะใช้สัญลักษณ์ X I O ระบุความสำคัญของแต่ละความสามารถดังนี้

X หมายถึง ความสามารถนั้นมีความสำคัญต่องานที่ทำมาก ไม่สามารถขาดได้

I หมายถึง ความสามารถนั้นมีความสำคัญต่องานที่ทำปานกลาง

O หมายถึง ความสามารถนั้นมีความสำคัญต่องานที่ทำน้อย เรียนรู้ได้ง่าย

##### 2.5.7.2 ความถี่ในการใช้งาน (Frequency of performance)

การจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีความสามารถตามที่ต้องการนั้นๆ จะต้องพิจารณาถึงความบ่อยครั้งในการใช้ ความสามารถข้อมูลความบ่อยครั้งอาจได้จากการสอบถามคนที่ทำงานนั้นๆ หรือจากประสบการณ์ที่เคยทำแล้วนำมาระบุ X I O แทนความถี่ ในการทำงานดังนี้

X หมายถึง ความสามารถที่กระทำกันอยู่ทุกๆ ครั้งที่ทำงานในงานนั้น

I หมายถึง ความสามารถที่กระทำบ่อยครั้งในการทำงานในงานนั้น

O หมายถึง ความสามารถที่กระทำนานๆครั้งในการทำงานในงานนั้น

##### 2.5.7.3 ความยากในการเรียนการฝึก (Learning Difficulty)

การพิจารณาความยากในการเรียนการฝึกสำหรับ ความสามารถหนึ่งๆ ที่ใช้ในการทำงานนั้น อาจทำได้โดยการสอบถามผู้ทำงานซึ่งใช้ ความสามารถนั้นอยู่หรือ ใช้ประสบการณ์ที่เคยได้จากการเรียนการฝึก ความสามารถนั้นๆ มาก่อนก็ได้โดยระบุความยาก ในการเรียนหรือการฝึก ความสามารถแต่ละความสามารถดังนี้

- 3 หมายถึง ความสามารถนั้นเรียนหรือฝึกได้ยากมาก
- 2 หมายถึง ความสามารถนั้นเรียนหรือฝึกค่อนข้างยาก
- 1 หมายถึง ความสามารถนั้นง่ายต่อการเรียนหรือการฝึก

#### 2.5.8 การตัดสินใจเลือกความสามารถเพื่อการเรียนการฝึก

การพิจารณาว่า ความสามารถใดควรจัดการเรียนการฝึกหรือไม่นั้น ให้ความสำคัญต่องานเป็นอันดับแรก หลังจากนั้นจึงมาพิจารณาถึงความยากในการเรียนการฝึก และประเด็นสุดท้ายคือ ความถี่ในการใช้ความสามารถทำงานในงานนั้น เพื่อพิจารณาในการตัดความสามารถนั้นออกไปหรือเลือกความสามารถที่จำเป็นในการเรียนการฝึกได้

#### 2.5.9 การวิเคราะห์ความสามารถในการทำงาน

สิ่งที่สำคัญและจำเป็นในการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับงานก็คือ จะต้องวิเคราะห์ในรายละเอียดสำหรับแต่ละความสามารถว่า ถ้าจะต้องให้ผู้เรียนแสดงความสามารถตามที่ความสามารถระบุเอาไว้ในงานต่างๆ นั้นผู้เรียนจะต้องมีความรู้และทักษะอะไรบ้าง



ภาพที่ 2-18 แสดงที่มาและผลของการวิเคราะห์ความสามารถในการทำงาน

ความรู้ (Knowledge) หมายถึง เนื้อหาหรือเรื่องราวต่างๆ ที่มีอยู่ในตัวบุคคล ซึ่งโดยปกติแล้วบุคคลจะมีความรู้ที่อยู่ภายในตัวได้ 2 ลักษณะคือ การจำและเข้าใจเนื้อหานั้น เช่น ความจำเกี่ยวกับชนิดและประเภทของเครื่องมือต่างๆ ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการใช้เครื่องมือต่างๆ เป็นต้น

ทักษะ (Skill) หมายถึง การใช้กล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ของร่างกายทำงานประกอบด้วยเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ เช่น ผู้เรียนที่ทักษะในการตอกน๊อต แสดงว่าผู้เรียนใช้มือจับค้อนจับเหล็กนำสกรูตอกค้อนลงบนเหล็กนำสกรูได้ถูกต้อง ได้ผลงานตามที่ต้องการ เป็นต้น

ทั้งนี้ ทักษะ ยังรวมถึงการปฏิบัติงานด้วยประสาทสัมผัสบางอย่างที่ผู้เรียนจะต้องลงมือกระทำเพื่อให้เกิดความชำนาญ เกิดความคล่องแคล่วว่องไว ทำงานได้ถูกต้องมากขึ้น แม้ว่าจะไม่ได้ฝึกการใช้กล้ามเนื้อทำงานโดยตรง เช่น การจุดเตาสำหรับตีเหล็ก ถือว่าเป็นการฝึกส่วนหนึ่งเพื่อให้เกิดความว่องไวและความถูกต้อง แม้ว่าจะไม่ได้ฝึกกล้ามเนื้อในการทำงานแต่อย่างใดหรือการฟังเสียงกังวาลของโลหะชนิดต่างๆ แล้วแยกแยะว่าเป็นโลหะอะไร เป็นต้น

การสอนหรือการฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะในการปฏิบัติงานตามความสามารถต่างๆ โดยปกติจะต้องอาศัยความรู้ประกอบอยู่ด้วยเสมอ แต่ว่าการสอนให้ผู้เรียนมีความรู้ อาจไม่จำเป็นต้องมีการฝึกทักษะก็ได้

#### 2.5.10 แนวทางในการศึกษาความรู้และทักษะ (Knowledge and Skills)

การระบุนิสัยและทักษะ อาจจะต้องใช้ข้อมูลจากหลายๆแหล่งมารวมกัน เช่น ประสิทธิภาพของผู้พัฒนาหลักสูตร จากตำราเอกสารต่างๆ จากผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทำงานซึ่งเกี่ยวกับความสามารถงานนั้นๆ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลความรู้และทักษะ

#### 2.5.11 ลักษณะของการใช้ความรู้และทักษะ

การที่จะให้ผู้เรียนได้มีความรู้ (Knowledge) นั้น การเรียนการสอนก็จะต้องให้เนื้อหา (Content or Information) แก่ผู้เรียน (ส่วนว่าผู้เรียนจะได้รับได้มากหรือน้อยแค่ไหน คือ มีความรู้มากน้อยเพียงใดนั้น ก็ขึ้นอยู่กับผู้เรียนแต่ละคน เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ไปใช้ คือ แสดงความสามารถตามความสามารถที่ต้องการออกมา ซึ่งอาจจำแนกได้เป็น 3 ลักษณะดังนี้

##### 2.5.11.1 การฟื้นคืนความรู้ (Recalled Knowledge)

การฟื้นคืนความรู้ คือ การลอกเลียนความรู้เก่า หรือความรู้เดิมจากที่ได้ศึกษามาแล้ว ออกมาใช้ในการใช้งานในลักษณะเดิมทุกอย่าง

##### 2.5.11.2 การประยุกต์ความรู้ (Applied Knowledge)

การประยุกต์ความรู้ คือ การนำเอาความรู้ซึ่งได้ศึกษามาแล้ว มาใช้แก้ปัญหาใหม่ในลักษณะเดิม ซึ่งเคยได้มีประสบการณ์มาแล้ว

##### 2.5.11.3 การส่งถ่ายความรู้ (Transferred Knowledge)

การส่งถ่ายความรู้ คือ การนำเอาความรู้ซึ่งได้ศึกษามาแล้วผนวกกับประสบการณ์เก่าบางอย่างที่เกี่ยวข้องนำมาใช้แก้ปัญหาใหม่ ซึ่งมีลักษณะแตกต่างไปจากสิ่งที่เคยมีประสบการณ์มาแล้ว

ส่วนการแสดงออกซึ่งทักษะนั้น หากแยกระดับอันเป็นผลจากการฝึกหัดแล้ว อาจแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับคือ

##### ก) ขันทำได้ตามแบบ (Imitation)

ลักษณะทักษะขันทำได้ตามแบบ คือ การแสดงทักษะได้เหมือนกับต้นแบบที่เคยได้ฝึกหัดหรือได้มีประสบการณ์มาแล้วเท่านั้น

##### ข) ขันทำได้ด้วยความถูกต้อง (Control)

ลักษณะทักษะขันทำได้ด้วยความถูกต้อง คือ การแสดงทักษะทำได้เหมือนกับต้นแบบที่เคยได้ฝึกหัด โดยปราศจากการดูต้นแบบ

ค) ขึ้นทำด้วยความชำนาญ (Automatism)

ลักษณะการแสดงออกของทักษะขั้นนี้ คือ ทำให้ถูกต้องรวดเร็วอย่างผสมกลมกลืนด้วยความต่อเนื่องอย่างคล่องแคล่วและชำนาญ

2.5.12 การศึกษาวิเคราะห์หัวข้อเรื่องของวิชาต่างๆ

การศึกษวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง จำแนกออกเป็น 2 ทางดังนี้

2.5.12.1 การศึกษาโดยตรง เป็นวิธีการศึกษาและเก็บข้อมูลโดยตรง ซึ่งข้อมูลต่างๆ อาจได้มาจากหลายแหล่งดังนี้

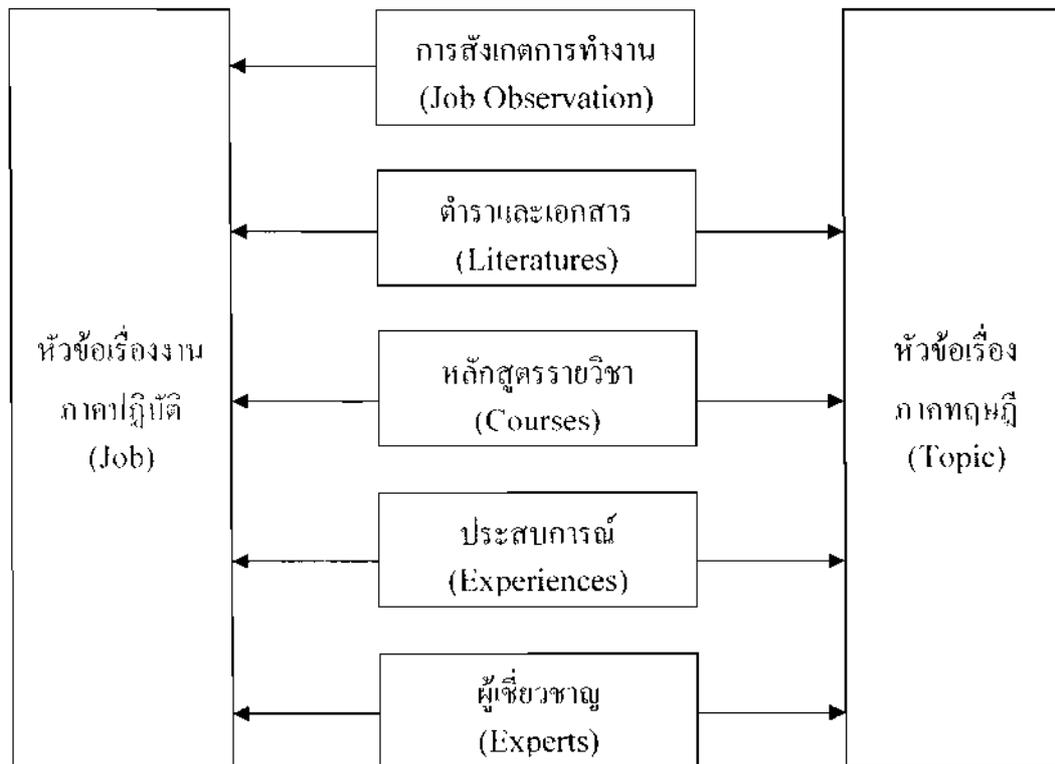
- ก) สอบถามโดยใช้แบบสอบถาม
- ข) สัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้อง ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทำงาน
- ค) การสังเกตกิจกรรมหรือเหตุการณ์ต่าง
- ง) การขอความคิดเห็นจากผู้เกี่ยวข้อง

2.5.12.2 การศึกษาโดยอ้อม เป็นวิธีการศึกษาและรวบรวมปัญหา ความต้องการ และความจำเป็น เป็นของแต่ล่ะหัวข้อเนื่องในการจัดการเรียนการสอน โดยซึ่งข้อมูลต่างๆ ได้มาจากวิธีดังนี้

- ก) การศึกษารวบรวมจากตำราและเอกสาร
- ข) การรับฟังความคิดเห็นจากแหล่งต่างๆ

ลักษณะเดียวกับการศึกษาและรวบรวมหัวข้อเรื่องที่มีการทำลองหรือปฏิบัติ ซึ่งอาจจะเป็นการรวบรวมหัวข้อเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการทำงานในภาคปฏิบัติต่างๆ หรือการรวบรวมหัวข้อในภาคทฤษฎี ข้อมูลต่างๆ อาจจะได้มาจากแหล่งดังต่อไปนี้ (สุราษฎร์, 2531 : 43-52)

1. จากหลักสูตรรายวิชา
2. จากตำราและเอกสารต่างๆ
3. จากผู้เชี่ยวชาญ
4. จากประสบการณ์
5. จากการสังเกตการทำงาน



ภาพที่ 2-19 แหล่งข้อมูลของ งาน และ หัวข้อเรื่อง ของหลักสูตรรายวิชาต่างๆ

### 2.5.13 การประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง

หัวข้อเรื่อง (Topic) ในหลักสูตรรายวิชาหนึ่งๆ ซึ่งได้รวบรวมเอาไว้ในหาคำนำพิจารณาดู ในรายละเอียดอีกครั้งหนึ่งจะเห็นได้ว่า บางหัวข้อเรื่องมีความสำคัญอย่างมาก ที่จะต้องนำมาจัดในการเรียนการสอน เพราะฉะนั้น การพิจารณาว่าหัวเรื่องใดควรที่จะคงไว้หรือตัดออกไปนั้นก็จะต้องมีเกณฑ์ที่เด่นชัดพอสมควรเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจ ซึ่งการประเมินค่าความสำคัญของหัวข้อเรื่องต่างๆ ของแต่ละหลักสูตรรายวิชาที่มีเกณฑ์จะใช้พิจารณาดังนี้

#### 2.5.13.1 การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา (Promotes problem solving)

การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาพิจารณาว่าเมื่อเรียนหัวข้อเรื่องนั้นๆ แล้วคาดว่า ผู้เรียนจะนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในการเรียนหรือการทำงานได้มากน้อยแค่ไหนเพียงใด โดยให้คะแนน X I O แทนนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาดังต่อไปนี้

X = ส่งเสริมการแก้ปัญหาต่างๆ ในการเรียนและการทำงานเป็นอย่างมาก ถ้าไม่ได้ศึกษาหัวข้อเรื่องนี้แล้วจะไม่สามารถแก้ปัญหาต่างๆ ในวิชานั้นๆ ได้ล่วงหน้า

I - ช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหา คือ ถ้าได้ศึกษาหัวข้อเรื่องนั้นๆ แล้วสามารถแก้ปัญหาในวิชานั้นได้ถูกต้องและรวดเร็วเพิ่มมากขึ้นด้วย

O = เกือบจะหรือไม่ช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหาในการเรียนหรือการทำงาน จะให้ผู้เรียนได้ศึกษาหรือไม่ก็เกิดคุณค่าในการแก้ปัญหาในวิชานั้นได้พอๆ กัน

#### 2.5.13.2 การส่งเสริมทักษะการทำงานที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Promotes learning skill)

พิจารณาว่าหัวข้อเรื่องที่ระบุเอาไว้ในนั้น เมื่อผู้เรียนเรียนรู้แล้ว จะช่วยส่งเสริมทักษะให้ผู้เรียนทำงานได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์เพิ่มมากขึ้นแค่ไหนเพียงใด ดังนี้

X มีผลโดยการที่จะทำให้ทักษะการทำงานถูกต้องสมบูรณ์ดีขึ้น หากไม่ได้ศึกษาผ่านหัวข้อเรื่องนี้แล้วจะทำงานไม่ได้ผล

I มีผลต่อทักษะการทำงานให้ถูกต้องสมบูรณ์ขึ้นด้วย ควรศึกษาหัวข้อเรื่องนี้เพราะจะช่วยให้การทำงานถูกต้องมากยิ่งขึ้น และประหยัดเวลาด้วย

O - เกือบจะไม่มีผลต่อทักษะการทำงานในงานที่เกี่ยวข้องเลย จะให้ผู้เรียนศึกษาหรือไม่ศึกษาหัวข้อเรื่องนั้นก็ได้ผลเหมือนกัน

#### 2.5.13.3 การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดี (Transfer values)

พิจารณาว่าหลังจากศึกษาจบหัวข้อเรียนนี้แล้ว คาดว่าจะส่งผลทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีหรือไม่เพียงใด ดังนี้

X ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนหรือต่อการทำงานเป็นอย่างมาก

I - อาจมีส่วนช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนหรือต่อการทำงาน

O เกือบจะไม่มีคุณประโยชน์ที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน

เกณฑ์กำหนด (Criteria)	ยอมรับ (Accept)		ปฏิเสธ (Reject)
การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา (Promotes problem solving)	X	I	O
การส่งเสริมทักษะการทำงานที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Promotes learning skill)	X	I	O
การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดี (Transfer values)	X	I	O

ภาพที่ 2-20 แสดงข้อพิจารณาในการตัดสินใจคุณค่าของหัวข้อเรื่อง(Topic)

#### 2.5.14 การวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง (Topic Analysis)

จากการประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่องต่างๆ ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลนั้น ทำให้เราทราบว่า หัวข้อเรื่องใดบ้างมีคุณค่าสมควรที่จะนำมาจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรรายวิชา หากพิจารณาให้ลึกซึ้งลงไปอีกถึงการจัดการเรียนการสอน จะพบว่าลำพังหัวข้อเรื่องเพียงอย่างเดียว นั้นยังให้ข้อมูลค่อนข้างจะกว้างมาก เพราะฉะนั้น หัวข้อเรื่องแต่ละหัวข้อเรื่องย่อยอาจจะมีรายละเอียดลึกซึ้งของเนื้อหาแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าในหัวข้อเรื่องที่จะสอนนั้นใครเป็นผู้เรียนและเรียนเพื่อให้เขานำความรู้ไปใช้ทำอะไร โดยควรพิจารณาถึงประเด็นต่างๆ ต่อไปนี้

1. คุณสมบัติของผู้เรียน
2. ลักษณะการนำความรู้ที่ได้ไปใช้
3. ความสมบูรณ์ของเนื้อหาที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียน

จากนั้นจึงพิจารณาแยกย่อยหัวข้อเรื่องต่างๆ เพื่อกำหนดรายละเอียดเนื้อหาสำคัญ (The importance main element) ที่จะสอนสำหรับหัวข้อเรื่องนั้นๆ สิ่งสำคัญประการหนึ่งในการแยกย่อยหัวข้อเรื่อง เพื่อกำหนดรายการเนื้อหาสำคัญ (Main Elements) นั้นก็คือข้อมูลที่ระบุไว้ต้องสมบูรณ์เพียงพอ

การกำหนดรายการเนื้อหาสำคัญ จะต้องศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่างๆ ได้แก่

1. ผู้เชี่ยวชาญในหัวข้อเรื่องนั้น
2. ตำราและเอกสาร
3. จากประสบการณ์
4. ผู้ทำงานที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเรื่องนั้นๆ

2.5.14.1 จะต้องกำหนดขอบเขต ของความรู้สำหรับแต่ละรายการเนื้อหาที่สำคัญ (Main Elements) ว่าจะให้ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับรายการเนื้อหาที่สำคัญนั้นอย่างไรบ้าง

2.5.14.2 เมื่อผู้เรียนๆ จบหัวข้อเรื่องแล้ว เขาควรที่จะนำความรู้ที่ได้จาก รายการเนื้อหาที่สำคัญ ต่างๆ นั้น ไปใช้อย่างไร ในการศึกษาต่อหรือการนำไปใช้ในการทำงานจริง

## 2.6 การเขียนวัตถุประสงค์การเรียนการสอน

### 2.6.1 ประโยชน์ของวัตถุประสงค์การเรียนการสอน

ประโยชน์ของวัตถุประสงค์การเรียนการสอนนั้นมีผลต่อกิจกรรมการเรียนรู้ คือ

2.6.1.1 ช่วยวางแผนการเรียนการสอน ให้ผู้สอนทราบจุดมุ่งหมายแน่ชัดในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน รวมทั้งกิจกรรมและสื่อการสอนว่าควรจะทำเช่นไรจึงจะบรรลุวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ ส่วนผู้เรียนเมื่อทราบจุดประสงค์หรือจุดมุ่งหมายของการเรียนก็จะ

เป็นแนวทางในการปฏิบัติตนในการเรียนเพื่อให้เป็นไปตามความมุ่งหมายของหลักสูตรและตรวจสอบตนเองว่าสามารถทำได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

2.6.1.2 ช่วยในด้านการวัดและประเมินผล ติดตามผลการเรียนการสอนวัตถุประสงค์ การเรียนการสอนที่ชัดเจนนั้น จะทำให้การเขียนข้อสอบสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์มากขึ้น การประเมินผลหลักสูตรก็เช่นเดียวกัน ถ้าวัตถุประสงค์ชัดเจน การประเมินผลการเรียนการสอน ก็จะง่ายมากขึ้น

2.6.1.3 ช่วยให้ประหยัดเวลาในการเรียนการสอน เนื่องจากผู้สอนได้กำหนดทิศทางที่จะบรรลุเป้าหมายไว้ล่วงหน้าและชัดเจน

## 2.6.2 ส่วนประกอบของวัตถุประสงค์การเรียนการสอน

วัตถุประสงค์การเรียนการสอนจำแนกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ วัตถุประสงค์ทั่วไปซึ่งเป็นข้อความที่กล่าวถึงจุดมุ่งหมายทั่วไปในลักษณะภาพกว้างๆ ไม่ได้เฉพาะเจาะจงที่สิ่งใดสิ่งหนึ่ง ส่วนอีกประเภทหนึ่งคือ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งใช้สำหรับการเรียนการสอน ดังนั้นเมื่อกกล่าวถึงวัตถุประสงค์การเรียนการสอนจึงหมายถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือวัตถุประสงค์เฉพาะนั่นเอง

วัตถุประสงค์การเรียนการสอนที่ดี จะต้องเป็นข้อความที่สามารถสื่อความหมายได้ กล่าวคือ เมื่อผู้สอนที่เคยสอนในวิชานั้นอ่านแล้ว จะต้องมีความหมายตรงกันว่า พฤติกรรมที่ต้องการจากผู้เรียนคืออะไร ภายใต้เงื่อนไขหรือขอบเขตอย่างไร ด้วยเกณฑ์หรือมาตรฐานการแสดงผลออกระดับใดจึงจะเป็นที่ยอมรับ ดังนั้น วัตถุประสงค์การเรียนการสอนที่สมบูรณ์จึงต้องประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

2.6.2.1 การแสดงออกหรือพฤติกรรมของผู้เรียน (Task or Behavior) หมายถึง พฤติกรรมขั้นสุดท้ายของผู้เรียนที่จะต้องแสดงออกภายหลังสิ้นสุดการเรียน เป็นพฤติกรรมที่วัดได้หรือสังเกตได้อย่างชัดเจน โดยระบุด้วยคำกริยาที่วัดได้ (Action Verb) เช่น เขียน คำนวณ ออกแบบ เป็นต้น

2.6.2.2 เงื่อนไขหรือขอบเขต (Condition or Situation) ในการแสดงออกของพฤติกรรมที่ต้องการหมายความว่า การแสดงออกของพฤติกรรมนั้น จะต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขหรือขอบเขตอย่างไร

2.6.2.3 เกณฑ์หรือมาตรฐาน (Criteria or standard) ขั้นต่ำในการแสดงออกของพฤติกรรมตามเงื่อนไขนั้นๆ โดยกำหนดเกณฑ์ทางด้านเวลา ปริมาณต่ำสุด ความเร็วในการแสดงออก หรืออื่นๆ

### 2.6.3 ประเภทของวัตถุประสงค์การเรียนการสอน

วัตถุประสงค์การเรียนการสอนนั้นมุ่งให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ใน 3 ด้านดังนี้

2.6.3.1 ทางด้านความรู้ ถ้าต้องการเน้นความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ไปใช้งานไปแก้ไขปัญหาหรือความสามารถทางสติปัญญา ก็จะต้องเขียนวัตถุประสงค์การเรียนการสอนในเชิงความคิดเช่น ผู้เรียนจะสามารถอธิบายถึงขนาดความโตของมุมลุ่มสากัด ที่มีอิทธิพลต่อแรงตัดเฉือนและชนิดของวัสดุงานได้ เป็นต้น

2.6.3.2 ทางด้านทักษะ ที่ต้องการเน้นความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ของร่างกายทำงานหรือทักษะฝีมือ รวมถึงการปฏิบัติงานให้เกิดความเชี่ยวชาญนั้นก็ต้องเขียนวัตถุประสงค์การเรียนการสอนในแนวปฏิบัติงาน เช่น ผู้เรียนจะสามารถลับมุมต่างๆ ของดอกสว่านคมเลื่อยที่ใช้เจาะเหล็กเหนียว เหล็กหล่อ และทองเหลือง ได้ถูกต้อง เป็นต้น

2.6.3.3 ทางด้านเจตคติ การเขียนวัตถุประสงค์อาจจะทำได้ยากกว่าในทางด้านความรู้ และทักษะทั้งนี้ก็เพราะว่า พฤติกรรมที่แสดงถึงการมีเจตคติที่ต้องการนั้น สังเกตและวัดได้ยากกว่าอย่างไรก็ดี การเขียนวัตถุประสงค์การเรียนการสอนในด้านเจตคติ เพื่อระบุพฤติกรรมที่คาดหวังให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนอาจกล่าวถึง ความตระหนัก ความรับผิดชอบ การปฏิบัติตามกฎระเบียบที่ได้วางเอาไว้ เช่น หลังการเรียนการสอนจบแล้ว ผู้เรียนจะทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพพร้อมที่จะใช้งานอย่างสม่ำเสมอ

### 2.6.4 ระดับของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Taxonomic Levels)

จุดประสงค์หลักในการเรียนการสอน ต้องการให้ผู้เรียน มีความรู้ มีทักษะ และเจตคติที่ดี ดังนั้นหลังจากการเรียนการสอนจบแล้ว ก็จะต้องมีการตรวจสอบดูว่าผู้เรียน ได้บรรลุผลแค่ไหนเพียงใด จึงมีความจำเป็นที่จะต้องให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมอันเป็นผลมาจากการมีความรู้ ทักษะ และเจตคติ ออกมา ซึ่งวัดและประเมินผลในทางอ้อมแทน และยังคงต้องระบุความยากของวัตถุประสงค์การเรียนที่ต้องการเอาไว้อีกส่วนหนึ่ง ซึ่งจำแนกออกได้เป็น 3 ประเภทคือ

#### 2.6.4.1 วัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นทางสติปัญญา (Intellectual Skill)

เป็นความสามารถในการนำความรู้ที่มีอยู่ออกไปใช้คิดแก้ปัญหาต่างๆ แบ่งความยากออกเป็น 3 ระดับจากง่ายไปยาก คือ

1. **ขั้นฟื้นคืนความรู้ (Recalled Knowledge)** เป็นวัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นความสามารถของผู้เรียนในการฟื้นคืนความรู้ต่างๆ ที่มีอยู่ออกมาใช้แก้ปัญหาในลักษณะการลอกเลียน จะโดยการเขียนหรือเล่าก็ตาม

2. **ขั้นประยุกต์ความรู้ (Applied Knowledge)** เป็นวัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ที่มีอยู่ไปแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่มีลักษณะเดียวกับสิ่งที่เคยได้มีประสบการณ์

มาแล้วได้อย่างถูกต้องจะต้อง โดยวิธีการพูด เขียน อธิบาย แปลความ สรุป ตีความ ขยายความ ฯลฯ

3. **ขั้นส่งถ่ายความรู้ (Transferred Knowledge)** เป็น วัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นความสามารถของผู้เรียนในการส่งถ่ายความรู้ไปใช้กับปัญหาในสิ่งใหม่ๆ ที่มีลักษณะแปลกไปจากคุณลักษณะเดิม ซึ่งปัญหาดังกล่าวไม่เคยถูกถกกันมาก่อน ไม่ว่าจะเป็นการวิเคราะห์ การสังเคราะห์หรือสรุปผล

#### 2.6.4.2 วัตถุประสงค์ที่มุ่งทางทักษะการใช้กล้ามเนื้อ (Physical Skill)

เป็นวัตถุประสงค์ที่กล่าวถึงความสามารถในด้านการใช้กล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ของร่างกายในด้านการปฏิบัติทำงาน ซึ่งแบ่งออกระดับความยากเป็น 3 ระดับ ง่ายไปยอกดังนี้

1. **ขั้นเลียนแบบ (Imitation)** เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงทักษะกล้ามเนื้อเหมือนรูปแบบที่เคยได้ฟังมาได้ถูกต้อง แสดงท่าทางได้เหมือนต้นแบบ โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง

2. **ขั้นทำด้วยความถูกต้อง (Control)** เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงทักษะกล้ามเนื้อตามที่เคยได้ฝึกมา โดยอาจปรับเปลี่ยนรูปแบบการแสดงทักษะกล้ามเนื้อก็ได้ แต่ทว่าอาจจะมีเค้าโครงเดิมอยู่และได้ผลงานที่ถูกต้องสมบูรณ์ด้วย

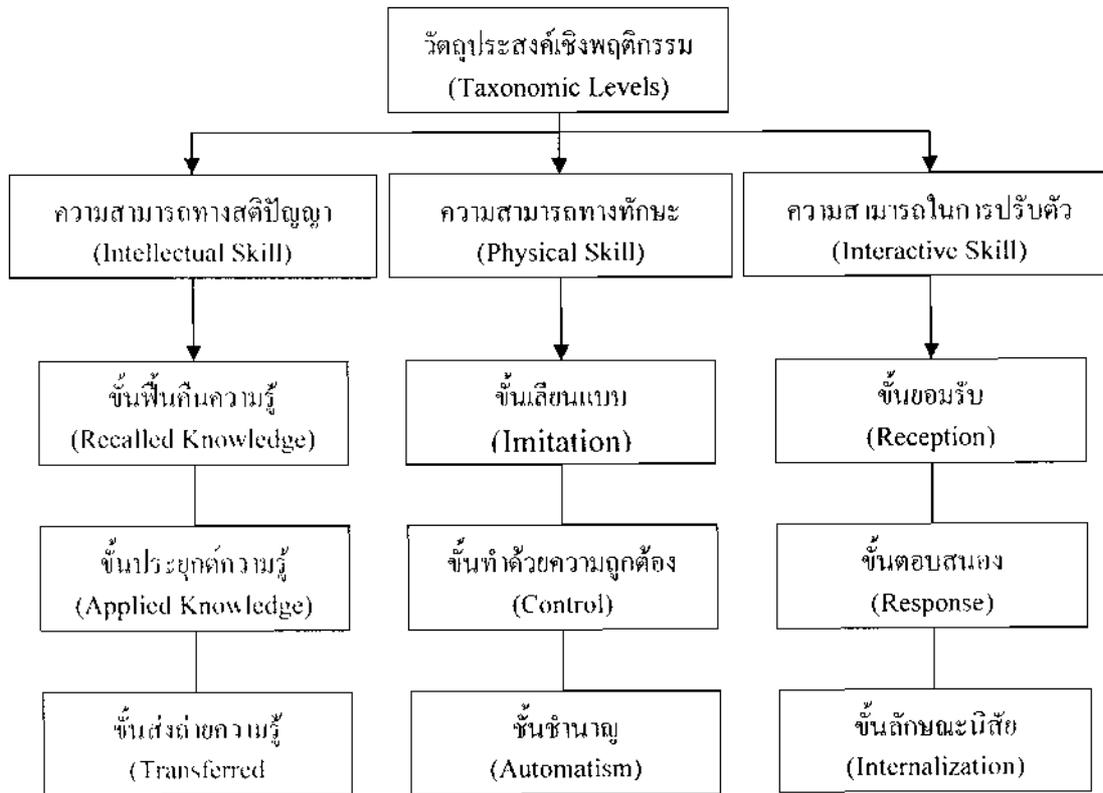
3. **ขั้นชำนาญ (Automatism)** เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงทักษะกล้ามเนื้อตามที่เคยมีประสบการณ์มาได้ถูกต้องชำนาญและรวดเร็วเกินไปโดยอิสระ ซึ่งแตกต่างจากรูปแบบเดิมบางส่วนหรือทั้งหมดก็ได้

#### 2.6.4.3 วัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นพฤติกรรมในการปรับตัวต่อสิ่งแวดล้อม (Interactive Skill)

1. **ขั้นยอมรับ (Reception)** เป็นวัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสดงออกซึ่งความสนใจ ความเอาใจใส่ต่อสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เห็น ได้ทำ โดยมีความยินดีหรือภาวะจิตใจที่พร้อมจะรับสิ่งเร้าหรือให้ความสนใจสิ่งเร้านั้น

2. **ขั้นตอบสนอง (Response)** เป็นวัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสดงออกถึงความเต็มใจ ความพอใจสนองตอบ ซึ่งผู้เรียนจะพยายามทำปฏิกิริยาตอบสนอง อย่างที่เขายอมรับ

3. **ขั้นลักษณะนิสัย (Internalization)** เป็นวัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้น ให้ผู้เรียนแสดงออกซึ่งความรู้สึกรู้สึกความสำนึกในคุณค่าของสิ่งต่างๆ ด้วยความพอใจ จนกลายเป็นความนิยมชมชอบเชื่อถือในสิ่งนั้นเป็นลักษณะนิสัย



ภาพที่ 2-21 แสดงระดับของวัดดูประสงค์เชิงพฤติกรรม

### 2.6.5 แนวทางการเขียนวัดดูประสงค์

การเขียนวัดดูประสงค์จะมีลักษณะการเขียนแยกตามระดับวัดดูประสงค์ ดังนี้

#### 2.6.5.1 ระดับความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Skill)

1. การเขียนวัดดูประสงค์ในระดับพินิจความรู้ในการเรียนหรือการทำงาน ถ้าผู้เรียนมีความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา การเขียนวัดดูประสงค์ระดับนี้ จะได้คำกริยาแสดงพฤติกรรม เช่น บอก เล่า พรรณนา บรรยาย นิยาม

2. การเขียนวัดดูประสงค์ในระดับประยุกต์ความรู้ในการเรียนหรือการทำงาน ที่ผู้เรียนจะต้องใช้ความรู้ที่มีอยู่ในการแก้ปัญหาใหม่ของการเรียนหรือการทำงาน ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับสิ่งที่เคยมีประสบการณ์มาแล้ว ในการเขียนวัดดูประสงค์ระดับนี้จะใช้คำกริยาแสดงพฤติกรรม เช่น อธิบาย คำนวณ ยกตัวอย่าง จำแนก

3. การเขียนวัดดูประสงค์ในระดับส่งต่อความรู้ กรณีที่ผู้เรียนจะใช้ความรู้ที่มีอยู่แก้ปัญหาใหม่ในลักษณะที่ไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อนเลย ในลักษณะของการส่งต่อความรู้ ในการเขียนวัดดูประสงค์ระดับนี้จะใช้คำกริยาแสดงพฤติกรรม เช่น ให้เหตุผล แก้ไข ปรับปรุง ประเมิน วิเคราะห์ ตัวอย่างเช่น วิเคราะห์สาเหตุที่เกิดไฟฟ้าลัดวงจรได้

### 2.6.5.2 ระดับความสามารถทางทักษะ (Physical Skill)

1. การเขียนวัตถุประสงค์ในระดับขั้นเลียนแบบ (Imitation) ในการทำงานที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกทางทักษะกล้ามเนื้อ โดยทำได้ตามแบบที่ได้พบมาเขียนวัตถุประสงค์จะใช้คำว่า “ตามแบบได้”

2. การเขียนวัตถุประสงค์ในระดับขั้นทำด้วยความถูกต้อง (Control) ในการทำงานที่ต้องการให้ผู้เรียนใช้ทักษะกล้ามเนื้อด้วยความถูกต้องโดยอิสระ ที่อาจจะมีรูปแบบแตกต่างจากที่ได้เห็นได้ฝึกหัดมา ในการเขียนวัตถุประสงค์จะใช้คำว่า “ได้อย่างถูกต้อง”

3. การเขียนวัตถุประสงค์ในระดับขั้นชำนาญ (Automatism) ในการทำงานที่ต้องการให้ผู้เรียนใช้ทักษะกล้ามเนื้อทำงานด้วยความถูกต้อง ชำนาญ เป็นอิสระ จะโดยรูปแบบใดก็ได้การเขียนวัตถุประสงค์จะใช้คำว่า “ได้อย่างถูกต้องชำนาญ”

2.6.5.3 ระดับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านการปรับตัว (Interactive Skill) สิ่งที่น่าสนใจเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านนี้ คือ ผู้เรียนได้แสดงออกซึ่งพฤติกรรมที่ต้องการนั้นหรือไม่ ดังนั้น การเขียนวัตถุประสงค์ในด้านนี้ ส่วนใหญ่ระบุไว้เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนว่าเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ภายหลังจากการเรียนการสอนแล้ว

### 2.6.6 การเขียนวัตถุประสงค์จากการวิเคราะห์หัวเรื่อง (Task or Topic Analysis)

จากการวิเคราะห์การแสดงออกของงานและหัวข้อสำคัญของหัวข้อต่างๆ ในขั้นสุดท้ายทำให้ผู้สอนทราบว่าการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมนั้นควรให้เนื้อหาความรู้ หรือจะต้องฝึกทักษะอะไรแก่ผู้เรียนบ้าง จึงจะทำให้ผู้เรียนบรรลุตามลักษณะการแสดงออกของการทำงานหรือบรรลุตามหัวข้อสำคัญของหัวข้อนั้นๆ หลักในการเขียนแยกย่อยได้ดังนี้

2.6.6.1 กรณีการแสดงออกหรือหัวข้อสำคัญ มีเนื้อหาความรู้ที่จะให้แก่ผู้เรียนเพียงอย่างเดียว ในการเขียนวัตถุประสงค์การสอนจะพิจารณาข้อความของการแสดงออก หรือหัวข้อสำคัญ

2.6.6.2 กรณีการแสดงออกของงานใดงานหนึ่งมีทั้งความรู้และทักษะควบคู่กันในการเขียนวัตถุประสงค์จะต้องเขียนหลายวัตถุประสงค์เพื่อครอบคลุมทั้งทางด้านความรู้และทักษะ

2.6.6.3 การเขียนวัตถุประสงค์การสอนแต่ละข้อ จะต้องให้ระดับของวัตถุประสงค์อยู่ในระดับเดียวกันกับระดับความรู้หรือทักษะนั้นๆ กล่าวคือ ถ้าเป็นระดับความรู้พื้นต้นความรู้ วัตถุประสงค์ก็ต้องเป็นระดับพื้นต้นความรู้ ถ้าทักษะเป็นขั้นเลียนแบบวัตถุประสงค์ก็ต้องเป็นในระดับขั้นเลียนแบบด้วย

แม้ว่าระดับของวัตถุประสงค์การสอนแต่ละข้อ จะบ่งบอกไว้ด้วยคำกริยาแสดงพฤติกรรมดังได้กล่าวมาแล้วนั้น แต่การอ่านและตีความถึงระดับวัตถุประสงค์การสอนจริงๆ แล้ว อาจมีความคลาดเคลื่อนได้ทั้งนี้เพราะคำกริยาแสดงพฤติกรรมดังกล่าวเป็นเพียงตัวกำหนดระดับอย่างคร่าวๆ

เท่านั้นเอง ในกรณีพัฒนาหลักสูตรรายวิชาหรือแม้ว่าการจัดการการเรียนการสอน จึงควรที่จะมี ตารางแสดงวัตถุประสงค์และระดับไว้ด้วยกัน

### 2.6.7 ข้อควรพิจารณาในการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือวัตถุประสงค์การเรียนการสอน ควรพิจารณาใน ด้านต่อไปนี้(พิสิฐและธีระพล,2531:82)

2.6.7.1 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ต้องเป็นวัตถุประสงค์ที่บ่งถึงพฤติกรรมของผู้เรียน หลังจกที่ได้มีการเรียนการสอนในเรื่องนั้นๆ ไปแล้ว ไม่ใช่พฤติกรรมที่เกิดขึ้นก่อนหรือระหว่างที่ มีการเรียนการสอน

2.6.7.2 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมต้องเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของผู้เรียน ไม่ใช่ พฤติกรรมของผู้สอน

2.6.7.3 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมต้องประกอบด้วยพฤติกรรมที่คาดหวังที่จะสามารถ สังเกตได้ไม่ควรใช้คำกริยาต่อไปนี้มาระบุพฤติกรรม เช่น รู้ เชื่อ เข้าใจ พอใจ ซาบซึ้ง ทราบ คู่มกย จำ สนใจ ชอบ สำนึก ตระหนัก รู้คุณค่า เป็นต้น

2.6.7.4 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในบทเรียนหนึ่ง ควรวัดทักษะได้ครบทุกด้านทั้งทาง สมอง กล้ามเนื้อและความรู้สึกของจิตใจ จึงควรจะเป็นวัตถุประสงค์ที่สมบูรณ์

## 2.7 การสอบแบบประลอง

วิธีการสอนที่ทำให้เกิดทักษะ ในด้านปฏิบัติงานกับตัวนักศึกษาได้นั้น จะต้องให้ตัว นักศึกษาได้ลงปฏิบัติงานจริงด้วยตัวเองจนเกิดทักษะความชำนาญ นั่นก็ควรใช้วิธีการสอน ทางด้านการประลอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักศึกษาทางด้านวิชาชีพ การฝึกทักษะเพื่อให้เกิดความ ชำนาญจะเกิดขึ้นได้จากวิธีการสอนหลายๆ วิธีด้วยกัน คือ การทำแบบฝึกหัด การฝึกปฏิบัติจากใบ ประลอง เป็นต้น การฝึกปฏิบัติต้องทำไปพร้อมกับการเรียนทฤษฎีด้วย เพื่อให้เกิดความสอดคล้อง ระหว่างทฤษฎีกับปฏิบัติ เมื่อทำการปฏิบัติบ่อยๆครั้ง ควบคู่กับการเรียนรู้ทางทฤษฎีก็จะส่งผลให้ เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น การให้การศึกษแก่ผู้เรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ในเรื่องต่างๆ สามารถกระทำได้โดยการสอนด้วยวิธีการสอนที่เหมาะสมซึ่งล่อกับคณะ(2522:41)ได้ให้ ความหมายของการสอนและวิธีการสอนไว้ว่า การสอนหมายถึง กระบวนการเรียนการสอนต่างๆ ที่กระทำ หรือส่งเสริม หรืออำนวยความสะดวก ให้บุคคล ได้เจริญงอกงามมากขึ้นทั้งทางร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา ส่วนวิธีการสอน หมายถึง กระบวนการในการให้การศึกษซึ่งผู้สอนจัดให้แก่ ผู้เรียน เพื่อให้การเรียนรู้เป็นไปโดยสะดวก วิธีการสอนเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งของการศึกษา ถ้าผู้สอนรู้จักวิธีการสอนที่ดี และเหมาะสมแล้ว ย่อมทำให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์

การสอนแบบประลอง หมายถึง กระบวนการสอนที่ใช้ประสบการณ์ตรงของนักศึกษาทำให้เกิดทักษะและประสบการณ์ใหม่ๆ จากผลผลิตหรือข้อเท็จจริงจากการสังเกต และการปฏิบัติการทดลองเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มจากผู้สอนและชุดประลอง ในบางครั้งจะทดลองเพื่อพิสูจน์กฎเกณฑ์ที่บุคคลอื่นค้นพบแล้วเป็นการศึกษาความเป็นไปได้ของกฎเกณฑ์นั้น (กาญจนา, 2524)

#### 2.7.1 จุดมุ่งหมายของการสอนแบบประลอง

2.7.1.1 เพื่อเรียนรู้ด้านวิธีการ ในการสอนครูอาจจะสาธิตวิธีการเฉพาะอย่างให้ผู้เรียนสังเกต แต่ต้องให้ผู้เรียนมีโอกาสประลองแสดงวิธีการนั้นด้วยตนเองด้วย

2.7.1.2 เพื่อฝึกทักษะ การปฏิบัติการชนิดนี้จะต้องจัดเวลาและสถานที่สำหรับให้ผู้เรียนฝึกทักษะให้คล่องเพื่อนำไปใช้ในการปฏิบัติงาน

2.7.1.3 เพื่ออธิบายหลักการ การปฏิบัติในแนวนี้เป็นการขยายคำสั่งที่ได้ยินด้วยการบอกผู้เรียน ได้นำสิ่งที่เรียนมาใช้กับปัญหาจริงขณะปฏิบัติงาน

2.7.1.4 เพื่อรวมข้อมูล และแปลความให้ผู้เรียนได้มีโอกาสรวบรวมข้อมูล จัดหมวดหมู่แล้วสรุปผล หรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

2.7.1.5 เพื่อฝึกการใช้เครื่องมือ ประสบการณ์ในห้องปฏิบัติการ หรือโรงงานและเป็นการสอน ให้ผู้เรียนหัดใช้เครื่องมือที่จะเกี่ยวข้องกับการทำงานต่อไป

2.7.1.6 เพื่อปฏิบัติการสร้างสรรค์ เกิดโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ต่างๆ จากการเรียน และแสดงความคิด (กาญจนา, 2524)

#### 2.7.2 จุดประสงค์ของวิชาประลอง

2.7.2.1 เพื่อให้เข้าใจถึงความเป็นมาของหลักการหรือทฤษฎี

2.7.2.2 เพื่อให้เข้าใจหลักการของทฤษฎี

2.7.2.3 คิดค้นกฎและความเกี่ยวพันของสิ่งต่างๆ

2.7.2.4 แก้ปัญหาที่ต้องการได้

2.7.2.5 พัฒนาความสามารถในการสังเกตและประเมินผล

2.7.2.6 หาจุดบกพร่องและแนะนำวิธีแก้ไขจุดบกพร่อง

2.7.2.7 รู้จักเลือกเครื่องจักร

2.7.2.8 พัฒนาความสามารถตามขั้นตอนของการทำงานที่กำหนดไว้

2.7.2.9 สามารถปฏิบัติงานตามขั้นตอนของการทำงานที่กำหนดไว้

2.7.2.10 เขียนรายงานทั้งแบบที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการได้

2.7.2.11 รู้จัดการทำงานเป็นกลุ่ม

2.7.2.12 พัฒนานิสัยการค้นคว้า

2.7.2.13 สังเกตวิธีปฏิบัติงานที่มีความปลอดภัย

2.7.2.14 ตีความหมายของผล หรือข้อมูลจากการทดลอง

2.7.2.15 สามารถบอกตำแหน่งของจุดบกพร่องของอุปกรณ์และเครื่องจักร

2.7.2.16 มีทักษะในการประมาณการ

2.7.3 ระดับของงานทดลองในการเลือกวิธีการสอนแบบทดลอง

2.7.3.1 เพื่อดำเนินการวิจัย เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ในปัญหาที่ยังไม่สามารถค้นหาผลลัพท์ที่พอใจได้ หรือค้นหากฎพื้นฐานต่างๆ ของธรรมชาติที่ยังไม่เคยตั้งกฎไว้ก่อน

2.7.3.2 เพื่อปรับปรุงงานปฏิบัติ กระบวนการต่างๆ ที่ใช้อยู่ ด้วยการดัดแปลงความรู้ที่มีอยู่ให้เหมาะสม

2.7.3.3 ใช้ในการพิสูจน์เพื่อยืนยันและสร้างความเข้าใจ อย่างสมบูรณ์ต่อหลักการต่างๆ และเพื่อตอกย้ำหลักการเหล่านั้นเข้าไปประทับในความคิดของผู้เรียน

2.7.4 ชนิดของงานทดลอง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

2.7.4.1 งานทดลองตามแบบแผน หมายถึง งานทดลองที่ต้องปฏิบัติตามแบบแผนหรือฟอร์มที่กำหนดโดยอาจารย์ผู้สอน นักศึกษามีหน้าที่เพียงปฏิบัติตามขั้นตอนและสรุปผลตามคำสั่งที่กำหนด งานทดลองตามแบบแผนโดยปกติใช้สำหรับงานที่เป็นพื้นฐาน เช่น เมื่อนักศึกษากำลังเริ่มเข้าเรียนวิชาทดลอง ในการวางแผนการสอนผู้สอนจะต้องจัดเตรียม ใบงาน ใบความรู้ ใบทดลอง ฯลฯ ไว้ให้นักศึกษาเพื่อจะได้ปฏิบัติงานตามนั้น

2.7.4.2 งานทดลองที่ไม่มีแบบแผน หมายถึง งานทดลองที่ไม่ต้องมีแบบแผนหรือฟอร์มใด สิ่งที่กำหนดจากอาจารย์ คือ จุดประสงค์ของการปฏิบัติงานนั้นๆ เท่านั้นส่วนการกำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้วิธีและลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน ผู้เรียนจะต้องมีหน้าที่จัดและเขียนขึ้นมาโดยคำแนะนำของอาจารย์ผู้สอน การเตรียมงานสำหรับอาจารย์ผู้สอนในเชิงเอกสารจะมีไม่มาก แต่อาจารย์จะต้องมีความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ในงานนั้นๆ เป็นอย่างดี

2.7.5 วิธีการสอนแบบทดลอง ตามวิธีการของ TWI (Training Within Industry) แบ่งออกได้เป็น ขั้นตอนดังนี้

2.7.5.1 ครูเตรียมการสอน เป็นขั้นการเตรียมตัวสอนของครูผู้สอน เตรียมเครื่องมือเตรียมใบทดลอง เตรียมลักษณะงานและตัวอย่างที่จะให้นักศึกษาทำ เตรียมวิธีการที่จะเร่งเร้าความสนใจให้นักศึกษาอยากทำและเข้าใจงานนั้นได้ดีเสียก่อน ขั้นตอนนี้เป็นหน้าที่ครูผู้สอน ส่วนนักศึกษาเป็นผู้ฟัง

2.7.5.2 ครูสาธิตให้ดู เป็นขั้นที่ครูผู้สอนจะต้องสาธิตวิธีการทำงานที่ถูกต้องหรือทักษะใหม่ๆให้นักศึกษาดู พร้อมกับอธิบายด้วยคำพูดชัดเจน ขั้นตอนนี้ นักศึกษาเป็นผู้สังเกต

2.7.5.3 นักศึกษาทดลองดู เป็นขั้นที่นักศึกษาลองทำตามวิธีที่ครูสาธิตไว้ ครูจะต้องคอยตามสังเกต คอยดูแลให้ความช่วยเหลือ และคอยแนะนำวิธีการที่ถูกต้องให้

2.7.5.4 นักศึกษาปฏิบัติ เป็นขั้นที่ครูผู้สอนแน่ใจว่านักศึกษาเข้าใจและทำได้ถูกต้อง ครูผู้สอนจะอนุญาตให้นักศึกษาลงมือปฏิบัติได้ ครูจะเป็นผู้กำหนดใบประเมินควบคุมคุณภาพ และตรวจให้คะแนนใบประเมินนั้น (พันธุศักดิ์, 2540)

ขั้นตอนการสอนด้วยวิธีทดลอง จะมีลำดับปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. กำหนดปัญหาและหลักการ
2. รวบรวมและนำเสนองานจริง
3. เปรียบเทียบและพิสูจน์
4. ลงความเห็นหรือสรุปผลการทดลอง

ข้อดีของการสอนด้วยวิธีการทดลอง

1. ทำให้ความถี่ความชัดเจนยิ่งขึ้น
2. ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะในการใช้เครื่องมือ
3. เป็นการเรียนรู้ด้วยการกระทำ
4. เกิดสิ่งประทับใจที่ได้จากการสัมผัสหลายๆ ทางช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
5. วัสดุจริงช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ทำการเรียนการสอนได้น่าสนใจมากขึ้นและมีชีวิตชีวาเพราะทุกคนมีงานทำ

ข้อควรคำนึงในการสอนแบบทดลอง

1. ใช้เวลาในการเรียนมาก
2. ถ้าไม่รู้จักการเลือกใช้เครื่องมือหรือสร้างเครื่องมือขึ้นมาใช้เองจะทำให้สิ้นเปลืองมาก
3. นักศึกษาอาจสนุกกับการเล่นเครื่องมือ จนลืมหลักการที่ต้องเรียนรู้
4. มีขีดจำกัดที่ไม่เหมาะสมกับนักเรียนชั้นต่ำๆ และเด็กเล็กมากๆ หรือผู้ที่ยังไม่มีประสบการณ์
5. นักศึกษาที่ขาดความคิดเชิงวิทยาศาสตร์และคิดอย่างพินิจพิเคราะห์ จะสร้างผลการทดลองหลายๆ ให้เหมือนกับผลลัพธ์ที่ต้องการ

2.7.6 องค์ประกอบของการสอนแบบทดลอง องค์ประกอบการสอนแบบทดลองได้แก่ สถานที่ฝึกทดลอง อุปกรณ์เครื่องมือและเอกสารการทดลอง ซึ่งองค์ประกอบใหญ่ๆ เหล่านี้ยังประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญอีกมากซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.7.6.1 สถานที่ฝึกประลอง มืองค์ประกอบที่สำคัญโดยทั่วไปคือ

- ก) ต้องเหมาะสมกับจุดมุ่งหมายและวิธีการประลอง
- ข) ต้องมีความพร้อมสมบูรณ์ในการประลอง
- ค) เจ้าหน้าที่หรือผู้ควบคุมมีความยินดีและเต็มใจให้ใช้
- ง) มีความยืดหยุ่นได้ตามสมควร
- จ) มีความเป็นเอกเทศได้

2.7.6.2 อุปกรณ์และเครื่องมือมืองค์ประกอบที่สำคัญโดยทั่วไปคือ

- ก) ต้องมีจำนวนเพียงพอกับจำนวนนักศึกษา
- ข) ควรจะอยู่ในสภาพพร้อมที่จะนำมาใช้งานได้
- ค) ควรใช้ได้อย่างไม่จำกัดเวลา หรือเปิดกว้างและยืดหยุ่นได้
- ง) การเป็นของที่ทำขึ้นเอง หรือหาซื้อและปรับปรุงขึ้นได้ภายในประเทศ

2.7.6.4 เอกสารการประลอง มืองค์ประกอบที่สำคัญโดยทั่วไปคือ

- ก) คู่มือการประลอง การประกอบด้วย
  - แนะนำ ความหมาย และความสำคัญ
  - วัตถุประสงค์ของการประลอง
  - การเตรียมตัวของผู้เรียน
  - แนะนำเครื่องมือ เครื่องใช้ อุปกรณ์
  - ลำดับขั้นของการฝึกการประลอง
  - การบันทึก การสังเกต การสรุปสิ่งที่ประลอง
  - แบบฟอร์มหรือตาราง เพื่อใช้บันทึกข้อสังเกต
  - ปัญหาและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้น
  - คำศัพท์หรือทฤษฎีพื้นฐานที่ควรทราบ
  - บทสรุป คำลงท้าย หรือข้อคิดทั่วไป
  - หนังสือหรือเอกสารอ้างอิง
- ข) เอกสารประกอบ หมายถึง เอกสารที่เป็นเนื้อหาหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ

งานที่ประลอง (สุชาติ,2526)

## 2.8 การออกแบบและสร้างชุดฝึกทดลอง

ในการผลิตชุดฝึกทดลองเพื่อการเรียนการสอน ต้องคำนึงถึงหลัก 3 ประการ คือ (ไชยยศ,2529: 171)

1. เทคนิคการผลิต
2. ความคิดสร้างสรรค์ในการผลิต
3. การออกแบบสร้างให้สอดคล้องกับกระบวนการสอน จุดมุ่งหมายและลักษณะที่นำไปใช้

สำหรับแนวทางในการออกแบบชุดฝึกทดลองให้มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องประกอบด้วย

5 ขั้นตอน (สุรัตน์,2529: 66-71)

1. การกำหนดขอบข่ายเนื้อหาวิชา
2. การกำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์
3. การออกแบบและสร้างชุดฝึกทดลอง
4. การทดลองใช้งานเพื่อหาข้อบกพร่อง
5. การปรับปรุงแก้ไข

### 2.8.1 การกำหนดขอบเขตเนื้อหาวิชา

ต้องประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ ที่ต้องคำนึงควบคู่กันไปคือ การศึกษาเชิงวิเคราะห์เนื้อหาวิชา การศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตร สำรวจโรงงาน และการสำรวจสถานศึกษา

2.8.1.1 การศึกษาเชิงวิเคราะห์เนื้อหาวิชา เพื่อวางโครงร่างลำดับความสัมพันธ์ และแบ่งระดับความยากง่ายของเนื้อหาวิชาที่จะทำการออกแบบสื่อการสอน โดยศึกษาจากตำรา เอกสารการสัมมนา ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและศึกษางานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.8.1.2 การศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตร เพื่อศึกษาความสอดคล้องความแตกต่างของ หลักสูตรที่ใช้ในการเรียนการสอนของสถานศึกษาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกัน โคนการศึกษาจากเอกสาร หลักสูตร การสอบถามจากครูผู้สอน ผลที่ได้จะช่วยในการเลือก และกำหนดหัวข้อเรื่องได้ สอดคล้องกับหลักสูตร

2.8.1.3 การสำรวจโรงงาน เป็นการสำรวจสภาพของการทำงาน เครื่องมืออุปกรณ์ และเทคนิคที่ใช้ในการทำงานตามหัวข้อเรื่องชุดสื่อการเรียนการสอน โดยสอบถามวิศวกรโรงงาน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อการกำหนดรายละเอียดของการวิเคราะห์งาน ความสามารถในการงาน ความรู้และทักษะที่ต้องการในงาน

2.8.1.4 การสำรวจสถานศึกษา เป็นการเรียนรู้วิธีการเรียนการสอน ความพร้อมของ เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ในสถานศึกษา ตลอดจนปัญหา และอุปสรรคในการเรียนการสอน โดยการสำรวจหรือสอบถามจากครูผู้สอน

## 2.8.2 การกำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์

จากขอบข่ายของเนื้อหาที่นำมาศึกษา เพื่อให้สามารถจำแนกเป็นส่วนต่างๆ ให้อยู่ในรูปของความรู้และทักษะที่จำเป็นลงในแบบการวิเคราะห์กิจกรรม จะเป็นเครื่องมือช่วยในการกำหนดและตัดสินใจเลือกเนื้อหาวิชา หัวข้อที่ได้รับการคัดเลือกแล้วจะถูกนำมาเขียนในรูปวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

## 2.8.3 การออกแบบและสร้างชุดฝึกทดลอง

วัตถุประสงค์ที่ผ่านการตรวจสอบ จะเป็นแนวทางในการออกแบบการสร้างอุปกรณ์การสอนที่เป็นชุดทดลอง ใบเนื้อหา และใบทดลองหรือใบทดลอง

2.8.3.1 ชุดทดลอง ใช้เป็นทั้งการสอนของครู และเป็นอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมของนักศึกษา ชุดทดลองจึงมีความสำคัญมากต่อความสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักศึกษาและสามารถในการทำงาน จะเกิดขึ้นมากหรือน้อยประกอบขึ้นมาจากอุปกรณ์การสอนหรือชุดทดลองนี้

2.8.3.2 ใบเนื้อหา หรือใบความรู้ การเขียนใบเนื้อหาจะต้องยึดรายการวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ในหลัก โดยวัตถุประสงค์จะเป็นตัวบ่งบอกความต้องการให้นักศึกษาเรียนรู้อะไร ใบเนื้อหาจะต้องครอบคลุมขอบเขตเนื้อหาอะไรบ้าง เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์นั้นๆ และจะต้องมีการตรวจกลับไปมาระหว่างรายการวัตถุประสงค์และเนื้อหา เพื่อให้แน่ใจว่าได้เนื้อหาครอบคลุมทุกวัตถุประสงค์

2.8.3.3 ใบทดลองหรือใบงาน เป็นกิจกรรมของนักศึกษา เพื่อให้ได้มาซึ่งเนื้อหาวัตถุประสงค์ โดยนักศึกษาร่วมกันคิดแก้ปัญหาในระหว่างขบวนการเรียนการสอน หรือสำหรับวิเคราะห์หลังจกผ่านการทดลองการทดลองไปแล้วทั้งใบเนื้อหา และใบทดลองจะถูกสร้างโดยข้อมูลจากการออกแบบและสร้างชุดทดลอง

## 2.8.4 การทดลองใช้งานเพื่อหาข้อบกพร่อง

เมื่อออกแบบและสร้างชุดทดลองเสร็จแล้วต่อไป ก็นำชุดทดลองไปทดลองใช้กับนักศึกษาและประเมินผลการทดลองใช้ว่าบรรลุวัตถุประสงค์การทดลองหรือไม่ เพื่อจะได้นำไปแก้ไขและปรับปรุงต่อไป

## 2.8.5 การปรับปรุงแก้ไข

ข้อมูลและประสบการณ์ที่ได้จากการทดลอง จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงชุดทดลองให้มีความเหมาะสมเป็นที่ยอมรับได้

นอกจากนี้ วัลลภ (2530: 25) เสนอแนะแนวทางการสร้างชุดทดลองและอุปกรณ์ช่วยสอนมีขั้นตอนสรุปได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษารวบรวมข้อมูล ในขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับใช้ในการออกแบบโดยเกี่ยวข้องกับหัวข้อเรื่องต่อไปนี้

1. กำหนดชื่อเรื่อง หลังจากการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน และการเตรียมการด้านต่างๆแล้ว ผลลัพธ์ที่ออกมาก็คือ การตัดสินใจที่จะออกแบบสร้างอุปกรณ์ประลองในเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นการกำหนดชื่อหัวเรื่อง

2. การกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน โดยศึกษาข้อมูลจากหลักสูตร

3. ข้อมูลเกี่ยวกับบทเรียน

3.1 มีนักเรียนในห้องจำนวนเท่าไร

3.2 การสอนต้องให้นักเรียนเกิดประสบการณ์จริงทำทดลองเป็นกลุ่ม

3.3 ระดับชั้นของผู้เรียน

4. ข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้าอื่นๆ ได้แก่ หนังสือตำราเรียน การสัมภาษณ์ครูผู้สอน รูปภาพจาก เอกสารของผู้ผลิตอื่น

5. รายการจุดประสงค์ของการประลอง การกำหนดจุดประสงค์ในการประลองนี้มีความสำคัญมาก เป็นการกำหนดขีดความสามารถของอุปกรณ์ที่จะออกแบบสร้าง เป็นการศึกษาคิดพิจารณาว่าจะให้ข้อมูลความรู้ในเรื่องใดบ้าง

6. วิเคราะห์จุดประสงค์การประลอง การวิเคราะห์จุดประสงค์การประลองก็เพื่อจะค้นหาแนวทางในการกำหนดสิ่งที่จะเป็นตัวทำหน้าที่ (Function) ในการทำงานของอุปกรณ์

การวิเคราะห์ให้ตั้งคำถามสำคัญไว้ 3 ข้อคือ

6.1 ในจุดประสงค์ของการประลองมีค่าพื้นฐาน (Basic Term) อะไรบ้าง

6.2 ในจุดประสงค์ของการประลองมีค่าสัมพัทธ์ร่วม (Component Term) อะไรบ้าง

6.3 ในจุดประสงค์ของการประลองมีค่าเป็นอิทธิพล (Influence Term) อะไรบ้าง

ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดหน้าที่ของอุปกรณ์ (Function) หลังจากที่ได้กำหนดจุดประสงค์หรือเป้าหมายของอุปกรณ์การประลอง และทำการวิเคราะห์แล้วก็จะนำค่าพื้นฐาน ค่าสัมพัทธ์ และค่าเป็นอิทธิพลมาศึกษาพิจารณาต่อไปอีก เพื่อกำหนดว่า จะทำอย่างไรที่จะให้อุปกรณ์ทำงานได้ตามเป้าหมายที่กำหนด คือ หน้าที่ที่จะเป็นไปได้ของอุปกรณ์ ในการกำหนดมีแนวทางการศึกษาพิจารณา 2 ประการ คือ

1. จะใช้วัสดุ พลังงาน หรือสัญญาณใด สำหรับให้เกิดผลหน้าที่ตามค่าพื้นฐานนั้น

2. หน้าที่ของค่าพื้นฐานต่างๆ ควรจะมีคุณลักษณะอย่างไร

ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาพิจารณาหน้าที่ของอุปกรณ์ (Consideration of function carrier)

หลังจากกำหนดหน้าที่ของรายการค่าพื้นฐานแล้ว ในลำดับต่อไปก็ต้องศึกษาพิจารณาเพื่อกำหนดวัสดุ พลังงาน สัญญาณของหน้าที่นั้นๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อใช้สำหรับตัดสินใจเลือกให้ได้สิ่งที่ดี และเหมาะสมที่สุด

ขั้นตอนในการดำเนินการมี 3 ขั้นตอน คือ

1. เขียนรายการหน้าที่หรือค่าพื้นฐาน ตามคุณลักษณะที่กำหนดไว้ในขั้นตอนที่ 2
2. เขียนรายการสิ่งที่ทำให้เกิดหน้าที่ (Function carrier) โดยสิ่งเหล่านี้จะเกี่ยวข้องกับชนิดวัสดุ ลักษณะรูปร่าง ขนาด พลังงาน และสัญญาณ (Signal) พยายามค้นหาให้ได้มากที่สุดเพื่อเป็นแนวทางในการเลือกต่อไป ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ อาจจะได้จากความรู้ความสามารถ และประสบการณ์ของนักออกแบบ หรือจากเพื่อนร่วมงาน จากเอกสาร (Catalog) จากบริษัทต่างๆ รายการวิทยุ โทรทัศน์ เอกสารอ้างอิง หนังสือตำรา เป็นต้น

3. กำหนดลักษณะรูปร่างทางเทคนิค ในการออกแบบจะกำหนดความเป็นไปได้ของชิ้นส่วนประกอบให้มากที่สุด เพื่อดำเนินการวิเคราะห์ตัดสินใจเลือกต่อไป

การออกแบบชิ้นส่วนประกอบต่างๆ จะต้องพิจารณาในด้านวัสดุ ขนาด รูปร่าง อาจจะเป็นชิ้นส่วนที่มีอยู่แล้วหรือไม่ หรือจะต้องผลิตใหม่ หรือต้องนำวัสดุสำเร็จมาดัดแปลง จะซื้อเป็นชิ้นส่วนสำเร็จ หรือจะให้ผู้อื่นทำ เป็นต้น แต่ละชิ้นส่วนจะต้องทำการตัดสินใจเลือกต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์ตัดสินใจเลือก

1. วิเคราะห์ตัดสินใจเลือกลักษณะรูปร่างทางเทคนิค
2. วิเคราะห์ตัดสินใจเลือกชนิดวัสดุ เช่น ราคาไม่แพง หน่วงย่น หนักเบา มีความสวยงาม เป็นต้น
3. วิเคราะห์ขนาดระยะ บางขนาดต้องทำการทดลองลักษณะการประกอบของชิ้นส่วนบางขนาดสามารถกำหนดได้เลย โดยพิจารณาความสวยงามของอุปกรณ์ และผลที่จะเกิดต่อค่าที่ได้

ขั้นตอนที่ 5 การทดลองต้นแบบ (Model trial experiment) เมื่อได้รายละเอียดพอควร ก่อนจะสร้างเป็นต้นแบบบางครั้งอาจจำเป็นต้องทดลองสร้างต้นแบบ เพื่อทดลองดูว่าอุปกรณ์จะทำงานได้ดังคาดหมาย หรือไม่

ขั้นตอนที่ 6 สร้างต้นแบบ การดำเนินงานจนถึงขั้นตอนนี้ จะได้ผลงานออกมาเป็นต้นแบบชุดอุปกรณ์ต้นแบบที่สร้างขึ้นจะนำมาทดลองใช้ว่า สามารถใช้งานได้ตามที่กำหนดไว้หรือไม่ สามารถทำงานหรือใช้งานได้เพียงใด อาจนำเข้าที่ประชุมให้ฝ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้ร่วมปรึกษาแสดงความคิดเห็น เช่น ฝ่ายการตลาด ฝ่ายผลิต ฝ่ายควบคุมมาตรฐาน ฝ่ายออกแบบ และครูผู้สอนทุกๆ ฝ่ายจะได้แสดงความคิดเห็นถึงจุดดี จุดเด่น และจุดเสียที่จะต้องปรับปรุงแก้ไข ก่อนดำเนินการผลิตจำนวนมาก เพื่อจำหน่ายต่อไป

ขั้นตอนที่ 7 งานเขียนแบบ เมื่อนำชุดอุปกรณ์ทดลองต้นแบบเข้าประชุมปรึกษาหารือ เพื่อสรุปจุดที่ต้องแก้ไขปรับปรุงงานต่อไปก็คือ การเตรียมการผลิต ซึ่งจะต้องมีการเตรียมแผนงาน ตั้งแต่แผนงานประกอบรวมจนถึงแบบแยกชิ้น และจะต้องมีระบบในการกำหนดหมายเลขแบบงาน

ขั้นตอนที่ 8 เตรียมเอกสารประกอบ เอกสารต่างๆ อาจจะประกอบด้วย

1. รายการวัสดุประสงค์ในการเรียน
2. ใบเนื้อหาที่เกี่ยวข้องโดยสรุป เพื่อเป็นพื้นฐานให้ผู้เรียนได้ทบทวน
3. ขั้นตอนการประกอบอุปกรณ์ โดยอาจมีภาพประกอบ
4. เอกสารการประลอง เพื่อให้ผู้เรียนได้เติมข้อมูลที่ได้จากการประลอง
5. แบบฟอร์มเพื่อสรุปผลการประลอง

## 2.9 การประเมินคุณภาพสื่อ

พิสิฐและธีระพล(2529:171-173) แนวทางในการประเมินผลคุณภาพของสื่อการเรียนการสอนหรือ ชุดประลองโดยทั่วไป พอสรุปได้ดังนี้

### 2.9.1 ประสิทธิภาพในการสื่อความหมาย(ด้านวิชาการ)

#### 2.9.1.1 ด้านวัสดุประสงค์

2.9.1.1.1 สื่อครอบคลุมวัสดุประสงค์ที่ต้องการ

2.9.1.1.2 สื่อเหมาะสมกับระดับความยากง่ายของวัสดุประสงค์

#### 2.9.1.2 ด้านเนื้อหาวิชา

2.9.1.2.1 เนื้อหาวิชาถูกต้องไม่มีจุดผิด

2.9.1.2.2 เนื้อหาวิชาแยกย่อยได้

2.9.1.2.3 เนื้อหาวิชาเรียงลำดับเป็นตรรก(Logic)

#### 2.9.1.3 ประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการสื่อความหมาย

2.9.1.3.1 บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ได้ดี

2.9.1.3.2 สามารถลดปริมาณการให้เนื้อหาแบบเลื่อนลอย ให้มีความหมายและ

เป้าหมายมากขึ้น

2.9.1.3.3 สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้สั้นลง

2.9.1.3.4 เพิ่มกิจกรรมในการเรียนการสอนให้ผู้เรียนกระตือรือร้นมากขึ้น

2.9.1.3.5 ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดีขึ้น

## 2.9.2 องค์ประกอบที่เกี่ยวกับคน (Human factor)

### 2.9.2.1 ด้านผู้เรียน

2.9.2.1.1 สื่อที่ใช้เหมาะสมกับจำนวนผู้เรียน

2.9.2.1.2 สื่อที่ใช้เหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน

### 2.9.2.2 ด้านผู้สอน

2.9.2.2.1 สื่อไม่จำเป็นต้องอาศัยความสามารถพิเศษในการใช้สอน

2.9.2.2.2 ผู้สอนส่วนใหญ่คุ้นเคยกับการใช้สื่อชนิดนี้

## 2.9.3 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความพร้อมและการนำไปใช้ (Practical factor)

### 2.9.3.1 ด้านวัสดุและอุปกรณ์

2.9.3.1.1 ใช้วัสดุราคาพอสมควรกับความจำเป็น

2.9.3.1.2 ใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น

2.9.3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบส่วนใหญ่หาได้ตามวิทยาลัยทั่วไป

### 2.9.3.2 ด้านเวลา

2.9.3.2.1 เวลาที่ใช้ในการผลิตไม่มากนัก

2.9.3.2.2 เวลาที่ใช้ในการแสดงสื่อสั้น ไม่มากเกินไป

### 2.9.3.3 ด้านการใช้งาน

2.9.3.2.1 สามารถนำไปใช้ได้ง่ายและสะดวก

2.9.3.2.2 ไม่ยุ่งยากในการเตรียมงาน

2.9.3.2.3 ไม่ต้องมีอุปกรณ์ช่วยพิเศษอื่นๆ ขณะนำไปใช้งาน

## 2.10 การสร้างใบทดลอง

2.10.1 ใบทดลอง (Lab sheet) ใช้สำหรับเป็นใบสั่งงานในการฝึก ที่เน้นทักษะทางสมอง (Intellectual Skill) มากกว่าทักษะทางกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นการสอนแบบทดลอง (Experimentation) รวมถึงการเรียนรู้ในห้องทดลอง สำหรับรูปแบบของใบทดลองอาจมีความแตกต่างกันไปตามแบบแผนการฝึกของแต่ละสถาบัน โดยหลักใหญ่จะมีอยู่ 3 รูปแบบคือ

2.10.1.1 แบบให้ข้อมูลในการทดลอง (Experimental Format) ซึ่งใบทดลองการทดลองประเภทนี้ จะให้ข้อมูลที่ละเอียดในการดำเนินงาน แต่ละขั้นตอนโดยตลอด เพื่อจะนำผู้เรียนให้ทำงานทดลองตามขั้นตอนที่กำหนด โดยที่ผู้ปฏิบัติไม่จำเป็นต้องใช้เวลาในการคิดหาวิธีการทดลองด้วยตนเอง ประกอบด้วยวัตถุประสงค์และขอบเขตการทดลองที่เหมาะสม มีคำถามให้ผู้ปฏิบัติใช้ความคิดในการดำเนินการทดลอง

2.10.1.2 แบบมอบหมายให้ทดลอง (Assignment Format) ซึ่งไปประกอบการทดลองประเภทนี้ ให้อิสระในการทดลองตามความคิดของตนเอง โดยให้ข้อมูลในการปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางไว้กว้างๆ โดยจะจำกัดข้อมูลเกี่ยวกับการตัดสินใจ ในการดำเนินงานตามขั้นตอนต่างๆ ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ปฏิบัติข้อมูลดังกล่าวประกอบด้วยลักษณะของปัญหาที่ต้องการให้แก้หรือทดลองหาคำตอบ คำถามที่ต้องการให้ตอบเรื่องที่ต้องการให้สังเกต ข้อมูลที่ต้องการให้ศึกษาและอ้างอิง

2.10.1.3 แบบโครงการอิสระ (Project Planning Format) ซึ่งไปประกอบการทดลองประเภทนี้ มีลักษณะให้ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการทำงานซึ่งอาจเป็นการทดลองหาข้อมูลบางอย่างหรือการสร้างผลงานตามรูปแบบที่เป็นผลลัพธ์สำเร็จรูป เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถส่วนตัวในการประยุกต์ความรู้ สร้างผลงานภายในขอบเขตที่กำหนดประกอบด้วยลักษณะสาระสำคัญของปัญหา รายละเอียดของผลลัพธ์ หัวข้อของการรายงานที่ต้องทราบ

2.10.2 องค์ประกอบของใบประกอบ จะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

2.10.2.1 ชื่อเรื่อง แสดงถึงขอบเขตของการฝึกการทดลองนั้น

2.10.2.2 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแสดงถึงสิ่งที่คาดหวังให้เกิดแก่ผู้เรียนหลังจากการฝึกการทดลองนั้นสั้นสุด

2.10.2.3 เนื้อหา แสดงถึงภาพรวมของเรื่องที่ต้องการศึกษาว่าคืออะไร ทำงนได้ อย่างไรและมีองค์ประกอบที่สำคัญอะไรบ้าง

2.10.2.4 ความรู้ที่ควรมีก่อนเรียน แสดงถึงผู้ที่จะปฏิบัติงานที่กำหนดได้นั้น จะต้องมีความรู้ความสามารถอย่างไรมาก่อน จึงจะปฏิบัติงานนั้นได้ ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายหรือความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับสิ่งของหรือผู้ปฏิบัติงานได้

2.10.2.5 ชนิดละจำนวนวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ

2.10.2.6 วงจรการทดลอง แสดงถึงลักษณะงานของการทดลองนั้น

2.10.2.7 ข้อควรระวัง แสดงถึงสิ่งที่จะต้องระมัดระวัง เพื่อป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์เครื่องมือ และอันตรายต่อผู้ปฏิบัติ

2.10.2.8 ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติการทดลอง แสดงถึงขั้นตอนของการดำเนินงานที่เป็นจริงตามที่ได้จากการวิเคราะห์ความสามารถในการปฏิบัติงาน แสดงถึงข้อมูลที่ในแต่ละขั้นตอน ของการทดลองที่ต้องบันทึกในแบบฟอร์มเพื่อนำผลไปสรุปต่อไป

2.10.2.9 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง แสดงถึงข้อสรุปที่ได้จากการทดลองนั้น และการวิจารณ์ผลการทดลองที่ได้ว่าสัมพันธ์กับทฤษฎีหรือได้ค้นพบอะไรในการทดลองนั้น

2.10.2.10 คำถาม แสดงข้อมูลที่เป็นคำถามในเรื่องเกี่ยวกับงานที่ได้ปฏิบัติ โดยเฉพาะเรื่องของเหตุผลในการทำงานแต่ละขั้นตอน เป็นการทดสอบความรู้และความเข้าใจในการทดลอง

$$\text{สูตรที่ 1 } E_1 = \left\{ \left( \frac{\Sigma X}{N} \right) A \right\} \times 100$$

$E_1$  - ประสิทธิภาพของกระบวนการระหว่างเรียน

$\Sigma X$  คะแนนรวมของนักศึกษาจากแบบฝึกหัด หรือ กิจกรรมที่มอบหมาย(คะแนนแบบทดสอบหลังบทเรียน)

$N$  จำนวนนักเรียนนักศึกษา

$A$  - คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

$$\text{สูตรที่ 2 } E_2 = \left\{ \left( \frac{\Sigma Y}{N} \right) B \right\} \times 100$$

$E_2$  ประสิทธิภาพของชุดประลองในการเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียน

$\Sigma Y$  คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน

$N$  จำนวนนักเรียนนักศึกษา

$B$  คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอน นิยมตั้งไว้ 90/90 สำหรับเนื้อหาที่เป็นความจำและไม่ต่ำกว่า 80/80 สำหรับวิชาทักษะ

การประลองประสิทธิภาพโดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้น ต้องดำเนินการเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) นำชุดประลองไปทดลองใช้กับนักศึกษา 1-2 คน โดยทดลองกับ เด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน การทดลองแต่ละครั้งต้องปรับปรุงชุดประลองให้ดีขึ้น

2. แบบกลุ่ม (1:10) นำชุดประลองที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักศึกษา 6 – 10 คน ที่มีความสามารถต่างกันแล้วทำการปรับปรุงให้ดีขึ้น

3. ภาคสนาม (1:100) นำชุดประลองไปทดลองใช้ในชั้นเรียนที่มีนักศึกษาดังแต่ 30-100 คน หากการทดลองภาคสนามให้ค่า  $E_1$  และ  $E_2$  ไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้จะต้องปรับปรุงชุดประลองและทำการทดสอบหาประสิทธิภาพซ้ำอีก

ในกรณีที่ประสิทธิภาพของชุดประลองที่สร้างขึ้น ไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้เนื่องจากมีตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้ เช่น สภาพห้องเรียน ความพร้อมของผู้เรียน ทัศนคติ และความชำนาญในการชุดประลองของผู้สอน เป็นต้น อาจอนุโลมให้มีระดับผิดพลาดให้ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ประมาณร้อยละ 2.5 ถึงร้อยละ 5

ประสิทธิภาพของชุดประลองที่สร้างขึ้นอาจจะกำหนดได้ถึง 3 ระดับ คือ

1. “สูงกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากับ หรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่เกินร้อยละ 2.5

2. “เท่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

3. “ต่ำกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 2.5 ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้(ชัยยงค์,2521:171-173)

### 2.13 การวัดผลและประเมินผลงานปฏิบัติ

การวัดผลและประเมินผลสำเร็จในการเรียนงานปฏิบัติ คือการตรวจสอบทักษะปฏิบัติซึ่งได้แก่การตรวจสอบความสามารถในการทำงานของผู้เรียนด้วยความเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ และการทำงานด้วยความปลอดภัย และด้วยความรับผิดชอบต่องานนั้น ตลอดจนการตรวจสอบคุณภาพของผลงานสำเร็จของผู้เรียน ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ในใบสั่งงาน หรือใบประลอง

นอกจากนี้การตรวจสอบผลงานความสำเร็จของผู้เรียนอาจกระทำได้ 3 ประการคือ

2.13.1 การตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาทางทฤษฎี

2.13.2 การตรวจสอบความสามารถในการปฏิบัติงาน

2.13.3 การตรวจสอบคุณภาพผลงานหรือชิ้นงานสำเร็จ

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าบทเรียนทักษะปฏิบัติ นั้น ประกอบด้วยทักษะงานภาคปฏิบัติ ความรู้ทางทฤษฎีเชิงปฏิบัติ และทัศนคติต่อการทำงานด้วย ดังนั้นการวัดผลและประเมินผลงานปฏิบัติจึงหนีไม่พ้นการตรวจสอบ ความสามารถทางของผู้เรียนในพฤติกรรมทั้ง 3 ด้านนี้

การตรวจสอบความสามารถทางด้านความรู้ทางทฤษฎีเชิงปฏิบัติและทัศนคติ อาจจะทำให้ด้วยการกำหนดงานให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติซึ่งบางครั้งอาจเรียกว่า Performance Test ซึ่งต้องการให้ผู้ได้ลงมือปฏิบัติทักษะนั้น แล้วผู้สอนก็ทำการตรวจสอบและสังเกตพฤติกรรมในขณะที่ปฏิบัติงานและตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานสำเร็จที่ผู้เรียนได้กระทำขึ้น

2.13.1 การตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาทางทฤษฎี

กระทำได้ทั้งระหว่างการเรียนการสอนและหลังเรียนบทเรียนนั้นแล้ว การตรวจสอบความรู้ทางทฤษฎีนี้อาจกระทำได้ด้วยการใช้แบบทดสอบทางข้อเขียน การสัมภาษณ์ การใช้คำถามปากเปล่า การสังเกตการทำงาน หรือการอภิปรายกลุ่มของผู้เรียน การตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเนื้อหาทางทฤษฎีนี้ อาจทำการวัดหรือตรวจสอบในด้านต่างๆ ดังนี้

2.13.1.1 ความสามารถในการอ่านแบบ ใคอะแกรม สัญลักษณ์ หรือการใช้หนังสือตำราและเอกสารคู่มือต่างๆ ในการปฏิบัติงาน

2.13.1.2 เนื้อหาความรู้ทางทฤษฎีที่สัมพันธ์กันและความคิดในเหตุผลต่างๆ

2.13.1.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ห้งงาน และการวางแผนขั้นตอนการทำงานนั้นๆ

2.13.1.4 กำหนดเกณฑ์และหลักความปลอดภัยในการทำงาน

2.13.2 การตรวจสอบความสามารถในการปฏิบัติงาน

การตรวจสอบความสามารถในการปฏิบัติงานนี้ รวมถึงความสามารถทางกล้ามเนื้อ (Motor Skill) และทัศนคติที่ดีต่อการทำงาน ซึ่งสามารถกระทำได้ในระหว่างการปฏิบัติงานของผู้เรียน ด้วยการสังเกตการทำงาน การสัมภาษณ์ หรือการอภิปรายกลุ่มของผู้เรียน การตรวจสอบความสามารถในการปฏิบัติงาน อาจทำการวัดตรวจสอบ ในด้านต่างๆ ได้ดังนี้

2.13.2.1 ทักษะทางด้านความถูกต้อง และความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ซึ่งรวมถึงการใช้การบำรุงรักษา และการเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ

2.13.2.2 ความสามารถในการเตรียมงาน และลำดับขั้นตอนการทำงานตั้งแต่ต้นจนเสร็จ

2.13.2.3 ระยะเวลาในการทำงานจนกระทั่งสำเร็จ

2.13.2.4 นิสัย ทัศนคติและความขยันในการทำงาน

ในช่วงระหว่างการให้แบบฝึกหัดแก่ผู้เรียน ได้ฝึกทักษะนั้น ผู้เรียนจะได้ฝึกหัดทักษะใหม่ในการทำงาน โดยประสานร่วมทักษะเก่าที่ได้เคยฝึกมาแล้ว ผู้สอนควรสังเกตการณ์การปฏิบัติงานของผู้เรียนอย่างใกล้ชิดและสม่ำเสมอ เพื่อจะได้คอยให้คำแนะนำที่จำเป็น และอธิบายเพิ่มเติมในสิ่งที่ผู้เรียนยังเข้าใจไม่ชัดเจน อีกทั้งเป็นการคอยควบคุมมิให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดพฤติกรรมการทำงานที่ไม่ถูกต้องอันจะคิดเป็นนิสัยไปในภายหลังได้ ผู้สอนจะต้องคอยควบคุมดูแลและแนะนำผู้เรียนในขณะที่ฝึกปฏิบัติด้วยการส่งเสริมพฤติกรรมที่ถูกต้องและระงับพฤติกรรมที่ไม่ถูกต้อง ด้วยการที่เรียนว่า การส่งเสริมกำลังใจ(Reinforcement) การส่งเสริมกำลังใจบ่อยๆ เป็นสิ่งสำคัญมากต่อความเร็วในการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติของผู้เรียน

การควบคุมในขณะที่ฝึกของผู้เรียนนั้น ผู้สอนอาจกระทำได้ 3 ลักษณะคือ

ก) คอยควบคุมอยู่ข้างๆ ตลอดเวลา

ข) มีการควบคุมเป็นระยะ

ค) ไม่มีการควบคุมเลย

จะเห็นได้ว่าในกรณีแรกนั้น จะช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เร็วมาก เพราะผู้เรียนได้รับการแนะนำอยู่เสมอในช่วงระยะแรกๆ จนผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และหาข้อบกพร่องของตนเองได้ดี แต่ผู้สอนก็ควรคำนึงไว้ด้วยว่าบางครั้งการแนะนำมากเกินไปก็อาจเป็นที่รำคาญและเกิดความไม่พอใจขึ้นมาได้ และอีกประการหนึ่งคือความจำกัดของจำนวนผู้สอนซึ่งอาจทำให้เราไม่สามารถจะคอยควบคุมผู้เรียนเพียงคนเดียวคนหนึ่งได้นานๆ ด้วยเหตุนี้จึงอาจจะใช้วิธีการควบคุมในกรณีที่ 2 คือ การควบคุมเป็นระยะๆ ซึ่งจะให้ผลได้ดีกว่า ด้วยการที่ผู้สอนคอยเดินดูและควบคุมผู้เรียนทั้งชั้นหรือเป็นกลุ่มสลับหมุนเวียนไป ส่วนที่ในกรณีที่ 3 นั้นผู้สอนที่ดีควรหลีกเลี่ยงโดยเด็ดขาด เพราะการไม่ควบคุมผู้เรียนเลยย่อมจะก่อให้เกิดผลเสียมากกว่า เพราะผู้เรียนจะไม่รู้ตนเองผิดที่ใด ก็จะทำให้เกิดความผิดพลาดและท้อแท้ใจ อีกทั้งอาจฝึกทักษะ

ในสิ่งที่ผิดไปด้วย การควบคุมการปฏิบัติงานควรให้การแนะนำมากในช่วงแรกๆ และลดการแนะนำให้น้อยลงเป็นลำดับ เมื่อเห็นว่า ผู้เรียนมีความสามารถมากขึ้น

ผลจากการสังเกตและตรวจสอบความสามารถในการทำงานของผู้เรียนนั้น นอกจากจะให้ผลดีในด้านการเรียนของผู้เรียนแล้ว ยังใช้เป็นข้อมูลในการให้คะแนนการทำงานซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลการเรียนของผู้เรียน เพราะการประเมินผลการเรียนด้วยการพิจารณาเฉพาะผลงานหรือชิ้นงาน ไม่สำเร็จ แต่เพียงอย่างเดียวย่อมไม่ถูกต้องนัก

### 2.13.3 การตรวจสอบคุณภาพผลงานหรือชิ้นงานสำเร็จ

การตรวจสอบคุณภาพผลงานของผู้เรียนนี้กระทำได้หลังเรียนบทเรียน เมื่อผู้เรียนปฏิบัติงานเสร็จและนำผลงานนั้นมาส่ง การตรวจสอบคุณภาพผลงานนี้ เป็นการประเมินคุณภาพของชิ้นงานที่สำเร็จรูปซึ่งวัดในรูปของความละเอียดประณีตของงาน ความถูกต้อง และความเที่ยงตรงต่อขนาดตามแบบงานทั้งในจุดที่มองไม่เห็น ซึ่งอาจจะใช้เครื่องมือช่วยในการตรวจสอบด้วย

การตรวจสอบคุณภาพผลงานสำเร็จนี้ ควรคำนึงถึงความเที่ยงตรงในการตรวจสอบด้วยการตรวจคุณภาพโดยใช้เครื่องมือตรวจสอบ เช่น พิจารณาที่ขนาด (Objective Evaluation) และแม้ในการตรวจโดยใช้ความนึกคิดของผู้ตรวจ (Subjective Evaluation) ซึ่งผู้ตรวจต้องตรวจด้วยใจที่เป็นธรรมและอาจให้ผู้ตรวจหลายคน ซึ่งต้องใช้แบบประเมินผลในการตรวจผลงานนั้น

## 2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิริชัย (2537) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองเรื่องกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงเส้น หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ผลการวิจัยปรากฏว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นชุดทดลองมีประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ 89.44 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์กำหนดร้อยละ 80 แสดงว่าชุดทดลองมีประสิทธิภาพสูงสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ดี

ธนรัตน์ (2538) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดทดลองนิวมดิกส์ประสมไฟฟ้าควบคุมตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.77/85.58 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80

จิราภรณ์ (2540) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดทดลองวิชาปฏิบัติงานกระแสไฟฟ้าตรง ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.54/81.10 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

เสกสันต์ (2542) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองเรื่อง ระบบนิวมดิกส์ ในรหัสวิชา 31000108 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2540 ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ

80.66/87.22 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและหลังการประลองนักศึกษาที่เรียนโดยใช้ชุดประลองได้คะแนนในการเรียนดีกว่าก่อนการประลองตามนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.5 โดยใช้ t-test ส่วนด้านความคิดเห็นจากแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญและนักศึกษายู่ในเกณฑ์ดี

วารุณี (2544) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านการประลอง เรื่องการควบคุมด้วยระบบนิวเมติก ระหว่างการเรียน โดยใช้โมดูลการจำลองทางคอมพิวเตอร์ กับการเรียนแบบปกติ ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้เรียนโดยใช้โมดูลการจำลองทางคอมพิวเตอร์กับการเรียนแบบปกติแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.5 ทั้งทั้งด้านพุทธิพิสัยและทักษะพิสัย โดยกลุ่มที่เรียน โดยใช้โมดูลการจำลองทางคอมพิวเตอร์ก่อนการปฏิบัติงานบนชุดประลองนิวเมติกส์จะให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงกว่า สำหรับความพึงพอใจทางการเรียนจากแบบสอบถามพบว่า นักศึกษาที่เรียน โดยใช้โมดูลการจำลองทางคอมพิวเตอร์ก่อนการปฏิบัติงานบนชุดประลองส่วนใหญ่เห็นด้วยว่า นักศึกษามีความพึงพอใจในบทเรียนที่ช่วยให้มีความรู้ ทักษะ การนำไปประยุกต์ บุคลิกภาพ และเจตคติต่อการเรียนเพิ่มมากขึ้น

สมเกียรติ (2546) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองเรื่อง การทดสอบค่าความร้อนของเชื้อเพลิง วิชางานทดลองเครื่องกล(31012005) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2540 ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดประลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.13/82.87 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

วิรวัดน์ (2548) ได้ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่อง การหาค่าสัมประสิทธิ์การนำ ความร้อนของวัสดุ ได้นำชุดการสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยเทคโนโลยีชนบุรี ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 30 คน เริ่มต้นทดสอบความรู้เดิม (Pre Test) ของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นดำเนินการสอนด้วยชุดการสอนพร้อมให้ประลองด้วยชุดประลองหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ หลังจากนั้นให้กลุ่มตัวอย่าง ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post Test) จากนั้นนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาคำนวณหาประสิทธิภาพชุดการสอนผลการวิจัยปรากฏว่า หลัง ผู้เรียน เรียนด้วยชุดการสอนแล้ว มีความรู้เพิ่มขึ้นจากเดิม มากกว่า 20.5 %

ประวิทย์ (2549) ได้ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกการเขียน โปรแกรมเครื่องตัดมกขชิ้นงานโดยใช้ SENSORS เป็นตัวตรวจสอบควบคุมโดยพีแอลซี ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 93.33/84.46 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

- 3.1 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัย
- 3.2 การกำหนดกลุ่มประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
- 3.4 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัย

3.1.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรเนื้อหาในวิชาระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 ตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ (หลักสูตร พ.ศ.2546) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3.1.2 ศึกษาข้อมูลที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกกระบวนการผลิตอัตโนมัติควบคุมด้วยพีแอลซี

3.1.3 ศึกษาอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้สร้าง การออกโครงสร้างและแบบวงจรควบคุมการทำงาน

3.1.4 ศึกษาการออกแบบสร้างคู่มือประกอบการเรียน ใบเนื้อหา ใบทดลอง ใบทดสอบ คู่มือการใช้งาน

3.1.5 ศึกษาการสร้างแบบประเมินและการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึก

3.1.6 ศึกษาสถิติที่ใช้ในงานวิจัย

#### 3.2 การกำหนดกลุ่มประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 กลุ่มประชากรในการวิจัยแบ่งได้ดังนี้

3.2.1.2 กลุ่มประชากรที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญมีประสบการณ์ในการทำงานหรือทางด้านการสอน ทางด้านระบบนิวแมติกส์ ระบบอัตโนมัติในโรงงาน กระบวนการผลิต การควบคุมระบบอัตโนมัติด้วยพีแอลซี

### 3.2.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้ใช้กลุ่มตัวอย่างแบ่งได้ดังนี้

3.2.2.1 กลุ่มประชากร ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 3 (หลักสูตรต่อเนื่อง 2-3 ปี) ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการควบคุมอัตโนมัติ รหัสวิชา 210252 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549

3.2.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ ที่มีความรู้ความชำนาญ มีประสบการณ์ในการทำงานหรือการสอน ทางด้านระบบนิวแมติกส์ ระบบอัตโนมัติในโรงงาน กระบวนการผลิต การควบคุมระบบอัตโนมัติด้วยพีแอลซี ไม่ต่ำกว่า 5 ปี มีวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาตรี จำนวน 7 ท่าน

3.2.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 3 (หลักสูตรต่อเนื่อง 2-3 ปี) ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการควบคุมอัตโนมัติ รหัสวิชา 210252 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ทำการเลือกแบบเจาะจง ( Purposive sampling) จำนวน 12 คน

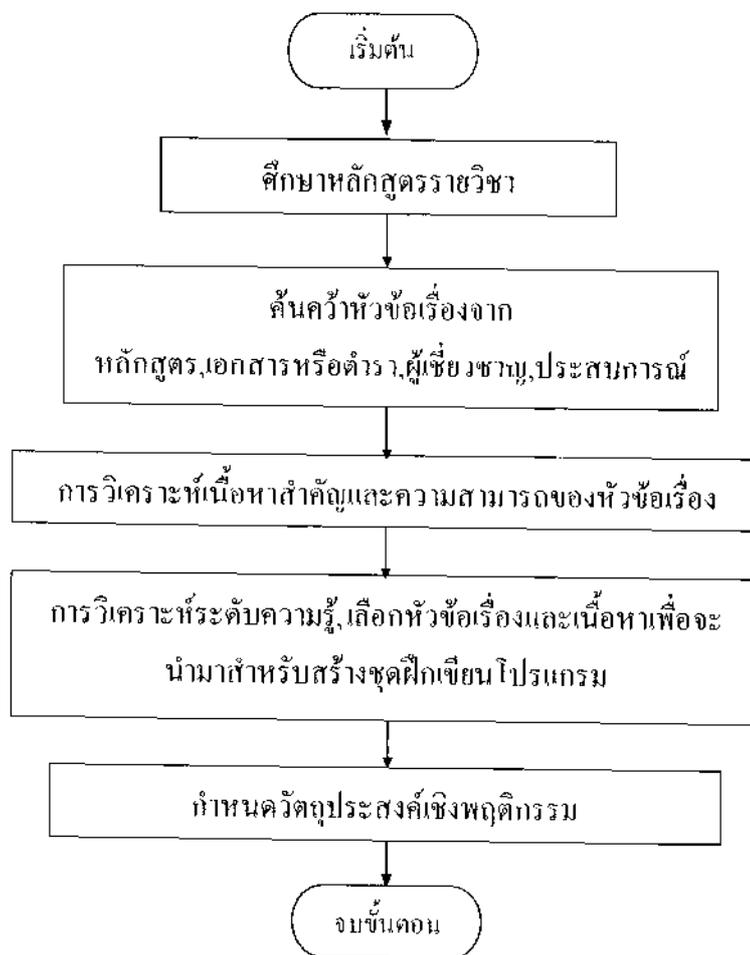
### 3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้คือ (1) ชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี (2) คู่มือประกอบการเรียนชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี ซึ่งประกอบด้วยใบเนื้อหา ใบประกอบ ใบทดสอบ คู่มือการใช้งาน (3) แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี โดยมีขั้นตอนในการสร้างแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

#### 3.3.1 ชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี

##### 3.3.1.1 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

ในการสร้างชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซีครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 รหัสวิชา 21336 เป็นขั้นตอนที่สำคัญเพื่อให้ได้มาซึ่งหัวข้อเรื่อง โดยคำนึงถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ผู้เรียนจะต้องแสดงออก ซึ่งแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา



ภาพที่ 3-1 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

จากภาพที่ 3-1 สามารถอธิบายรายละเอียดดังนี้

3.3.1.1.1 ศึกษารายละเอียดเนื้อหาหลักสูตรรายวิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 รหัสวิชา 213361 ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ (หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2546) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จากคำอธิบายรายวิชา พบว่าได้อธิบายเนื้อหาไว้อย่างกว้างๆ และไม่ได้ระบุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งยังมีความละเอียดไม่เพียงพอ (ดังรายละเอียดใน ภาคผนวก ก หน้า 88 )

3.3.1.1.2 ค้นคว้าหัวข้อเรื่องจากรายละเอียดหลักสูตรรายวิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 รหัสวิชา 213361 เอกสารหรือตำรา ผู้เชี่ยวชาญ และจากประสบการณ์ได้แบ่งออกเป็น 7 หัวข้อเรื่อง คือ แนะนำการควบคุมแบบลอจิก การควบคุมระบบไฮดรอลิกส์ด้วย

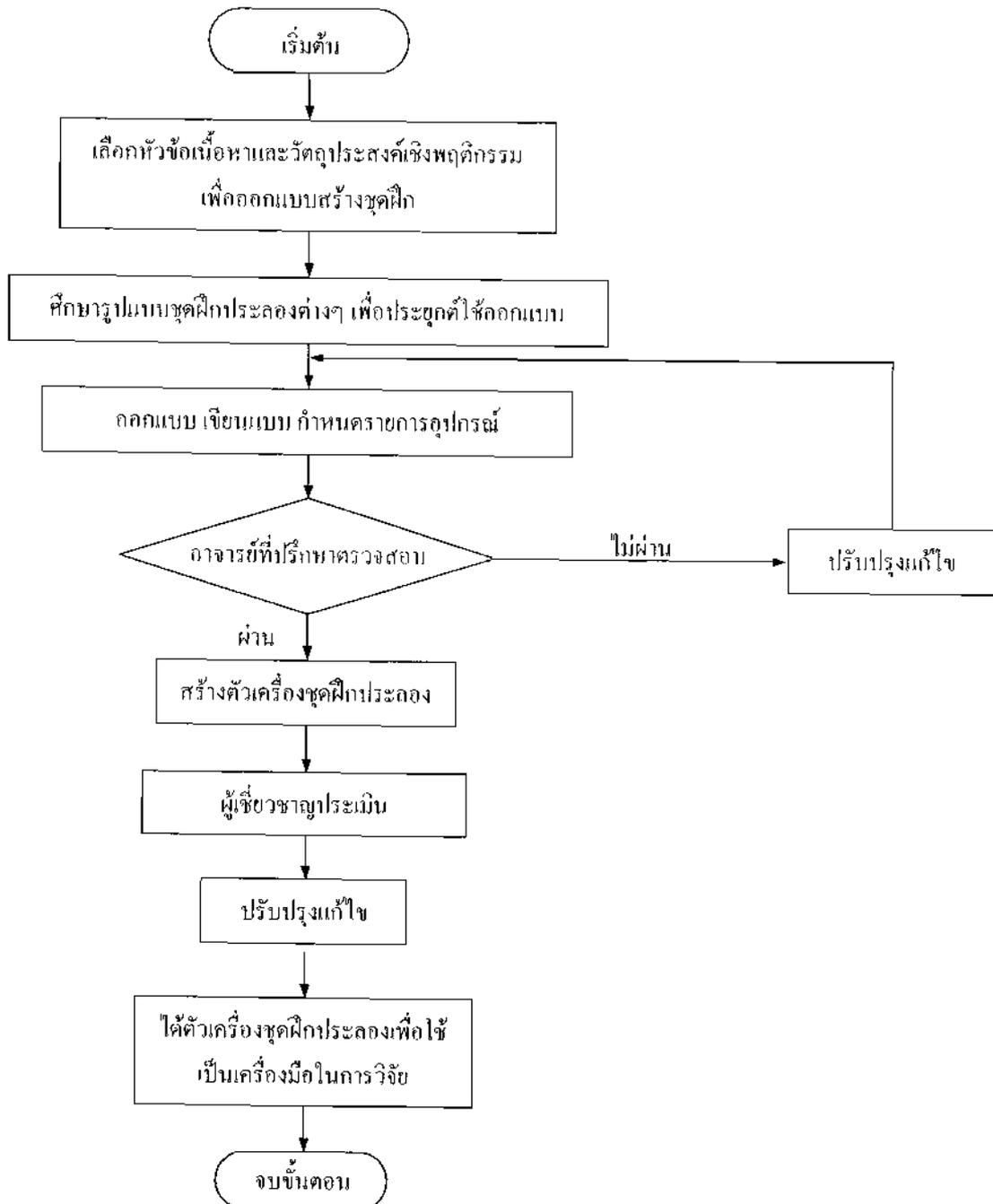
งจรไฟฟ้า การควบคุมระบบนิวแมติกส์ด้วยวงจรไฟฟ้า โครงสร้างของพีแอลซี หลักการทำงานของพีแอลซี การเขียนโปรแกรมพีแอลซี และการประยุกต์ใช้งานพีแอลซีในงานควบคุมทางด้านอุตสาหกรรม ซึ่งผู้วิจัยนำหัวข้อเรื่อง การประยุกต์ใช้งานพีแอลซีในงานควบคุมทางด้านอุตสาหกรรมมาเป็นหัวข้อเรื่อง (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 89)

3.3.1.1.3 วิเคราะห์เนื้อหาสำคัญและความสามารถ ของหัวข้อเรื่อง เพื่อที่จะได้ทราบถึงเนื้อหาสำคัญต่างๆ ของหัวข้อเรื่อง ว่าเนื้อหามีอะไรบ้างที่จะต้องทำการสอน นักศึกษามีความสามารถในด้านใดบ้างที่จะต้องฝึกนักศึกษา (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 90)

3.3.1.1.4 วิเคราะห์ระดับความรู้ เมื่อได้เนื้อหาสำคัญและความสามารถของหัวข้อเรื่องแล้วนั้น จึงนำมวิเคราะห์ระดับความรู้ โดยแยกย่อยว่ามีประเด็นสำคัญอะไรบ้างที่ต้องรู้มีประเด็นอะไรบ้างที่ต้องฝึก และกำหนดระดับความรู้ ระดับทักษะว่าอยู่ในระดับใด (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 91-95)

3.3.1.1.5 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อทำการวิเคราะห์ระดับความรู้แล้ว จึงมาทำการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งหมด เพื่อที่จะได้พฤติกรรมของผู้เรียนที่ต้องการ หรือระบุถึงพฤติกรรมที่ต้องการให้ผู้เรียนนั้นเปลี่ยนแปลงหลังจากผ่านขบวนการเรียนการสอนในหัวข้อเรื่องนั้นๆ แล้ว (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 98-100)

3.3.1.2 การสร้างตัวเครื่องชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี โดยมีขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 3-2 แสดงขั้นตอนการสร้างชุดฝึกประลองกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี

จากภาพที่ 3-2 สามารถอธิบายรายละเอียดดังนี้

3.3.1.2.1 ผู้วิจัยได้ทำการเลือกหัวข้อเรื่องและเนื้อหาสำคัญ ทำการวิเคราะห์ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อนำมาออกแบบสร้างชุดฝึกประลอง โดยได้ทำการเก็บรวบรวม ข้อมูลจากคำอธิบายเนื้อหาวิชา หลักสูตร เอกสารหรือตำรา ผู้เชี่ยวชาญ ประสบการณ์ และ ขงการสอบถามจากอาจารย์ผู้สอนที่ทำการสอนในวิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 รหัสวิชา 213361 โดยปัญหาที่พบนั้นได้กล่าวไว้ในบทที่ 1

3.3.1.2.2 ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษารูปแบบชุดฝึกประลองต่างๆ เพื่อนำมา ออกแบบให้ตรงกับหัวข้อเรื่องที่ได้เลือกไว้ในกรวิจัย เมื่อได้รูปแบบของชุดฝึก ทำการเขียนแบบ กำหนดขนาดและสัดส่วน เลือกและกำหนดรายการอุปกรณ์วัสดุที่ใช้

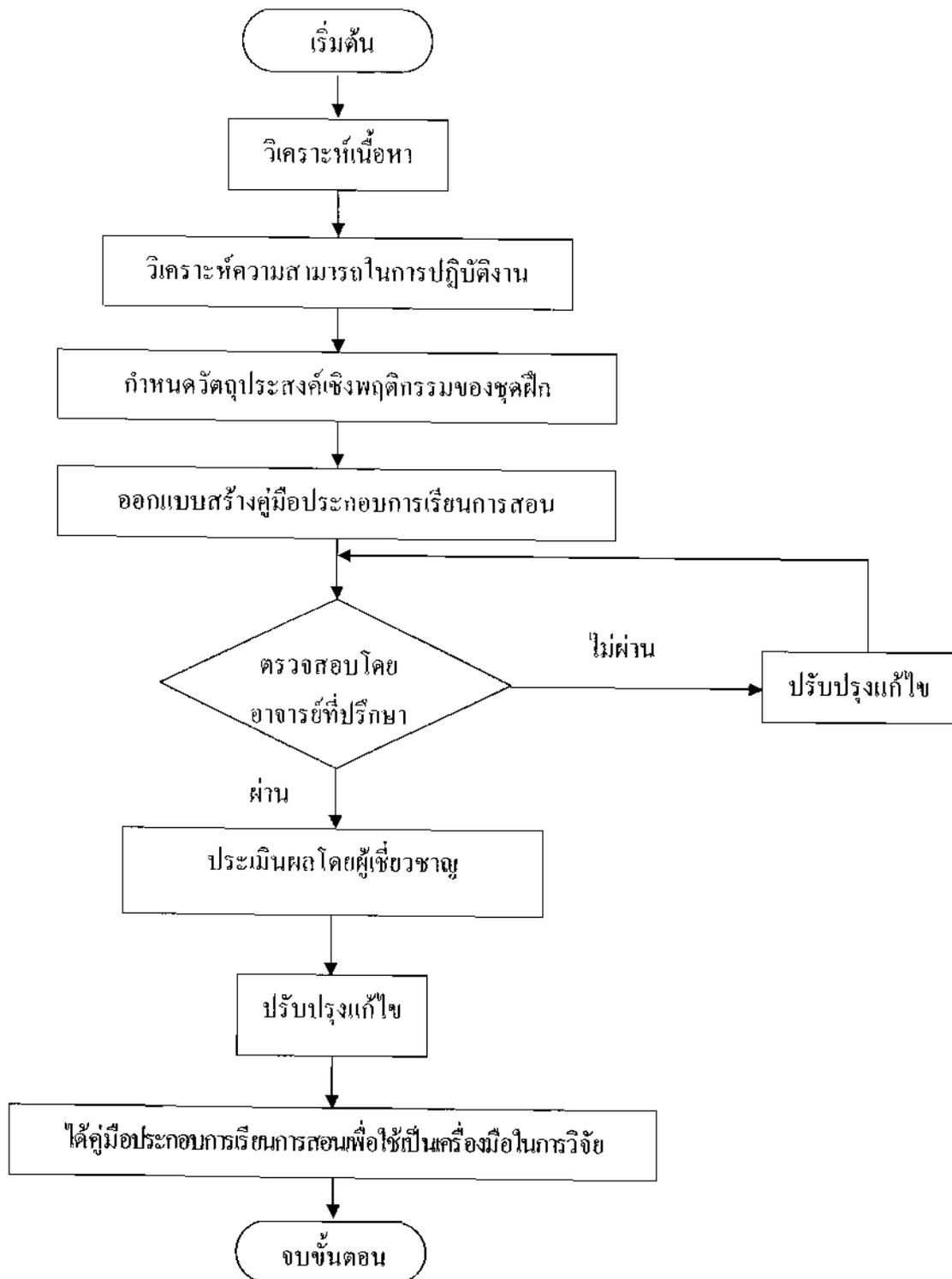
3.3.1.2.3 นำรูปแบบของชุดฝึกประลอง รายการอุปกรณ์และวัสดุ กระบวนการทำงานขั้นตอน ความแข็งแรงของวัสดุที่ใช้ ความปลอดภัย ความง่ายในการใช้งาน ขนาดรูปร่างเหมาะสม เคลื่อนย้ายได้สะดวก วัสดุจัดวางภายในห้องตลาด เสนออาจารย์ที่ปรึกษา

3.3.1.2.4 เมื่อผ่านความเห็นชอบและปรับปรุงรูปแบบของชุดฝึกจากอาจารย์ที่ ปรึกษาแล้ว ดำเนินการสร้างชุดฝึกประลองตามแบบที่กำหนดจัดซื้อหาวัสดุอุปกรณ์

3.3.1.2.5 ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นผู้ที่มีประสบการณ์เชี่ยวชาญและชำนาญในการ ทำงานหรือการสอนทางด้านระบบนิวแมติกส์ ระบบอัตโนมัติในโรงงาน กระบวนการผลิต ไม่ต่ำกว่า 5 ปี มีวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาตรี จำนวน 7 คน ประเมินชุดฝึกประลองที่สร้างขึ้นเพื่อนำ ข้อมูลมาแก้ไข ปรับปรุงชุดฝึก ก่อนที่จะนำไปใช้กับการวิจัย

3.3.1.2.6 ชุดฝึกประลองที่นำไปใช้จริง เมื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของชุดฝึกประลองตามข้อมูลที่ได้จากการประเมินผู้เชี่ยวชาญจะได้ชุดฝึกประลองที่ดีสามารถ นำไปใช้ในการวิจัยได้

3.3.2 การสร้างคู่มือประกอบการเรียนการสอนชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตจาะชั้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี



ภาพที่ 3-3 แสดงขั้นตอนการสร้างคู่มือประกอบการเรียนการสอน

จากภาพที่ 3-3 สามารถอธิบายรายละเอียดดังนี้

3.3.2.1 นำข้อมูลที่ได้จากการกระบวนการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา การวิเคราะห์หัวข้อเรื่องและเนื้อหาสำคัญ การวิเคราะห์ความสามารถในการปฏิบัติงาน และการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ดังรายละเอียดใน ภาคผนวก ก หน้า 70-82)

3.3.2.2 ศึกษาและออกแบบสร้างชุดคู่มือประกอบการเรียนการสอน ซึ่งในคู่มือประกอบการเรียนนี้ จะประกอบด้วย ใบเนื้อหา ใบประลอง ใบทดสอบ คู่มือการใช้งานโดยเนื้อหาได้ผ่านขั้นตอนกระบวนการวิเคราะห์ และกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแล้วจึงนำข้อมูลที่ได้กำหนดเนื้อหาหัวข้อสำคัญในการวิจัยดังนี้

3.3.2.2.1 การเขียนและออกแบบโปรแกรม Ladder โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน

3.3.2.2.2 การเขียนและออกแบบโปรแกรม Ladder แบบประยุกต์คำสั่ง

3.3.2.2.3 การเขียนและออกแบบโปรแกรม SFC เบื้องต้น

3.3.2.2.4 การเขียนและออกแบบโปรแกรม SFC แบบแยกกิ่งและรวมกิ่ง

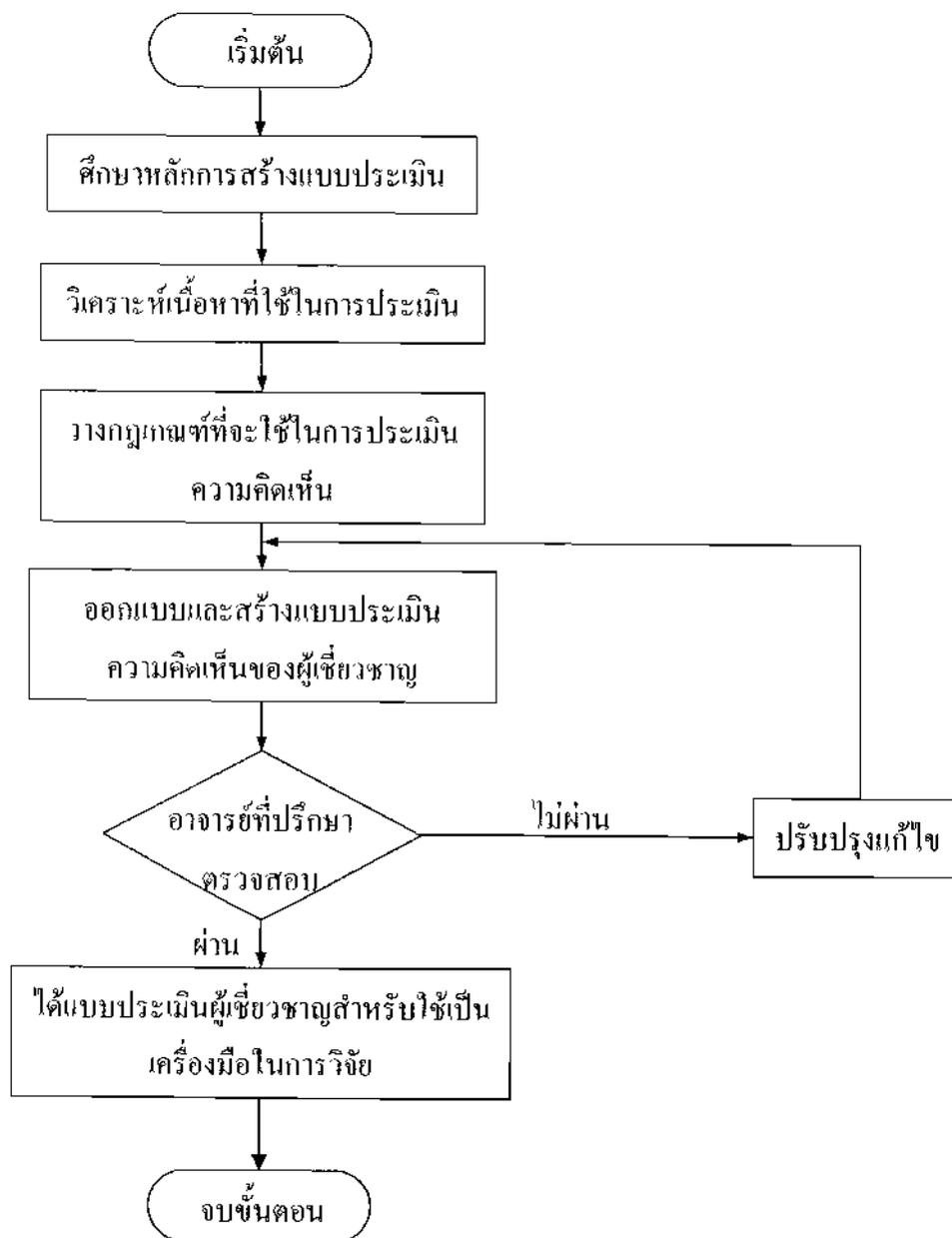
3.3.2.2.5 การเขียนและออกแบบโปรแกรม การเลือก MODE การทำงาน

ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิจัยในหัวข้อเรื่องที่ 7 เกี่ยวกับเรื่อง การประยุกต์ใช้งานพีแอลซีในงานควบคุมทางด้านอุตสาหกรรม (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 90 )

3.3.2.3 เมื่อออกแบบสร้างคู่มือประกอบการเรียนการสอนครบสมบูรณ์ นำส่งให้กับอาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินผลทางด้านการออกแบบชุดฝึก ด้านการใช้ชุดฝึก ด้านคุณภาพชุดฝึก ด้านคู่มือประกอบการเรียนการสอน สุดท้ายนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข นำไปทดลองใช้เพื่อศึกษาข้อบกพร่องต่างๆ ทางด้านเนื้อหา ใบประลอง ใบทดสอบ คู่มือการใช้งาน

3.3.2.4 ได้คู่มือประกอบการเรียนการสอนที่นำไปใช้จริง เมื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในคู่มือประกอบการเรียนการสอนตามข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้จะได้คู่มือประกอบการเรียนที่ดี เนื้อหาถูกต้องสมบูรณ์ และมีความเหมาะสมกับระดับของผู้นักศึกษาสามารถนำไปใช้ในการวิจัยได้

### 3.3.3 การสร้างแบบประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญ



ภาพที่ 3-4 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

จากภาพที่ 3-4 สามารถอธิบายรายละเอียดดังนี้

3.3.3.1 ศึกษาหลักการสร้างแบบประเมินความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญวิธีการใช้งาน และหาข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

3.3.3.2 วางกฎเกณฑ์ระดับคะแนนที่จะใช้ในการประเมินความคิดเห็น โดยใช้วิธีการประเมินค่าของ ลิเคิร์ต (Likert) โดยกำหนดระดับความคิดเห็นเป็นแบบฐานนิยมให้น้ำหนักคะแนนในระดับความคิดเห็น 5 ระดับ คือ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 116)

เห็นด้วยในระดับ	มากที่สุด	มีค่าระดับคะแนนเท่ากับ	5
เห็นด้วยในระดับ	มาก	มีค่าระดับคะแนนเท่ากับ	4
เห็นด้วยในระดับ	ปานกลาง	มีค่าระดับคะแนนเท่ากับ	3
เห็นด้วยในระดับ	น้อย	มีค่าระดับคะแนนเท่ากับ	2
เห็นด้วยในระดับ	น้อยที่สุด	มีค่าระดับคะแนนเท่ากับ	1

3.3.3.3 ทำการออกแบบและสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเพื่อถามความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ ชุดฝึกเขียน โปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี วิชาการระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361) ตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ (หลักสูตร 2546) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยจะแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ (1) ด้านการออกแบบชุดฝึก (2) ด้านการใช้ชุดฝึก (3) ด้านคุณภาพชุดฝึก (4) ด้านคู่มือประกอบการเรียนการสอน(ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 113-118)

### 3.4 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี ผู้วิจัยได้ดำเนินงานโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. นำชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่านประเมินชุดฝึกเขียนโปรแกรมและคู่มือประกอบการเรียนการสอน จากนั้นนำเครื่องมือที่ได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ และได้ปรับปรุงแก้ไขข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญจากการทดลองใช้กับกลุ่มย่อยขณะสร้างชุดฝึกนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. ผู้วิจัยดำเนินการติดตั้งชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซีกับชุด PLC รุ่น MITSUBISHI MELSEC FX-64 MR FX-16EX จำนวน 1 ชุด และเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับฝึกเขียนและออกแบบโปรแกรมในห้องทดลอง PLC ชั้น 2 อาคารประลองเครื่องกล 42 ห้อง 209 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 13 เครื่อง

3. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักศึกษา ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ห้อง TTM-37A รอบค่ำ หลักสูตรต่อเนื่อง 2-3 ปี ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการควบคุมอัตโนมัติ รหัสวิชา 210252 ซึ่งมีหัวข้อที่ใกล้เคียงกับวิชาระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 และจากการสอบถามอาจารย์ผู้สอนประจำวิชา ทั้ง 2 วิชาที่กล่าวมานี้ คือ หัวข้อด้านหลักการประยุกต์ใช้งานการส่งถ่ายวัสดุในขบวนการผลิตต่างๆ เช่น สายพาน เครื่องป้อนอัตโนมัติ ระบบหุ่นยนต์ ฯลฯ วันที่ทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นวันที่ 2-3 เมษายน 2549 แต่เนื่องจากเป็นวันที่นักศึกษาได้ปิดภาคเรียนแล้ว จึงได้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยจำนวนเพียง 12 คน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างนี้ได้เรียนวิชาการควบคุมอัตโนมัติจบหลักสูตรแล้ว

4. ดำเนินการทดลองโดยนำเอาชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซีและคู่มือประกอบการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 12 คน โดยผู้วิจัยได้เชิญอาจารย์ธีรเดช วัฒนานุสรณ์ จากแผนกไฟฟ้า โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ประสบการณ์ด้านการสอนวิชา PLC 5 ปี ในระดับ ปวส. สาขาไฟฟ้ากำลัง และปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาโท สาขาไฟฟ้ากำลัง มาเป็นอาจารย์พิเศษในการทดลองและประเมินผลงานนักศึกษาในใบทดลองและใบทดสอบซึ่งผู้วิจัยได้แนะนำขั้นตอนและหลักการให้คะแนนการวัดและประเมินผลงานการปฏิบัติของนักศึกษาแก่อาจารย์พิเศษ ผู้วิจัยดำเนินแนะนำการใช้ชุดฝึกคู่มือการใช้ชุดฝึกและเอกสารประกอบการเรียนการสอนแก่นักศึกษา แก้ไขและตอบข้อสงสัยนักศึกษาระหว่างทดลองและทดสอบ

5. ดำเนินการหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี ได้ใช้ใบทดลองปฏิบัติ จำนวน 5 ประลอง เพื่อหาประสิทธิภาพค่าเฉลี่ยรวมของการประลองทั้ง 5 ใบประลอง โดยใช้เวลาประมาณ 1 วันครึ่ง(ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 126)

6. ดำเนินการหาประสิทธิภาพค่าเฉลี่ยรวมของ การทดสอบจากใบทดสอบปฏิบัติ 1 ใบทดสอบ หลังจากนักศึกษาประลองครบทุกใบประลอง จึงเริ่มทดสอบในช่วง วันที่ 3 เมษายน 2549 แล้วนำผลการประลองและทดสอบมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 128)

ในการวิเคราะห์ระดับคะแนนเฉลี่ยของข้อคำถามแต่ละข้อ ได้ใช้เกณฑ์ช่วงคะแนนเฉลี่ยไว้ เพื่อสะดวกในการแปลความหมาย ดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	4.50	ถึง	5.00	หมายถึง	มีความเห็นด้วยในระดับ	มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	3.50	ถึง	4.49	หมายถึง	มีความเห็นด้วยในระดับ	มาก
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	2.50	ถึง	3.49	หมายถึง	มีความเห็นด้วยในระดับ	ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	1.50	ถึง	2.49	หมายถึง	มีความเห็นด้วยในระดับ	น้อย
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	1.00	ถึง	1.49	หมายถึง	มีความเห็นด้วยในระดับ	น้อยที่สุด

## บทที่ 4

### ผลของการวิจัย

จากการที่ผู้วิจัยได้นำเอาเครื่องมือในการวิจัยดังกล่าวไปดำเนินการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อสร้างและวิจัยหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี การวิจัยได้ผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี จากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 7 ท่าน โดยได้แบ่งออก 4 ด้าน ดังนี้ (1) ด้านการออกแบบชุดฝึก (2) ด้านการใช้ชุดฝึก (3) ด้านคุณภาพชุดฝึก (4) ด้านคู่มือประกอบการเรียนการสอน ซึ่งได้ผลปรากฏทั้ง 4 ด้านดังในตารางที่ 4-1

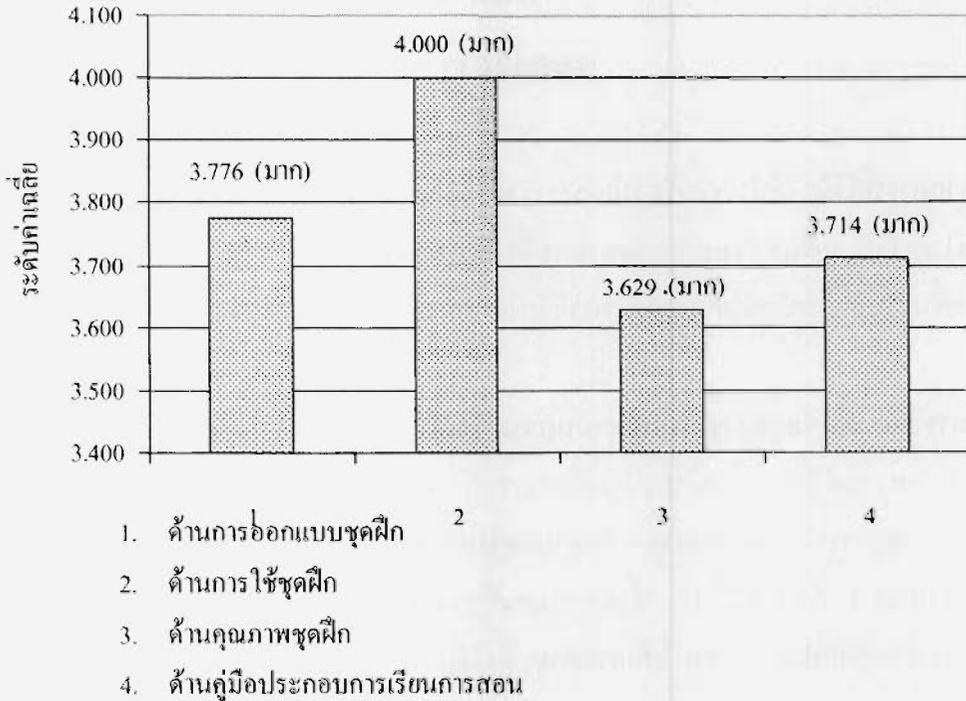
ตารางที่ 4-1 ตารางแสดงผลการประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญ 7 ท่าน

ต่อชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี

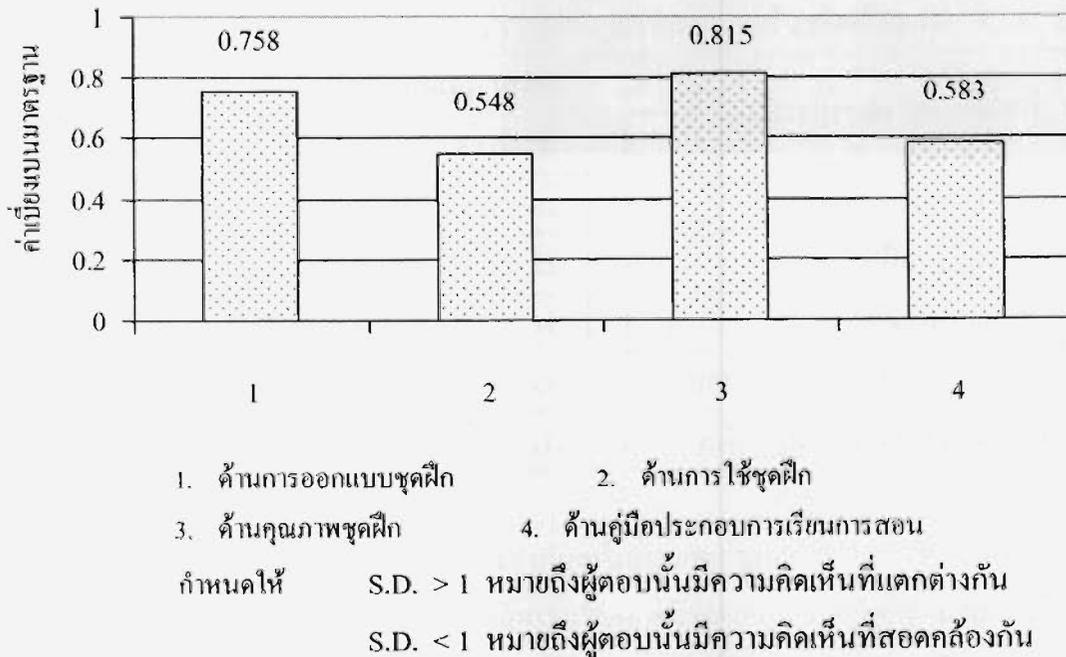
หัวข้อทางด้านการประเมิน	จำนวนผู้ตอบ					$\bar{X}$	S.D.
	5	4	3	2	1		
1. ด้านการออกแบบชุดฝึก	8	26	11	4	-	3.776	0.758
2. ด้านการใช้ชุดฝึก	3	15	3	-	-	4.000	0.548
3. ด้านคุณภาพชุดฝึก	5	14	14	2	-	3.629	0.815
4. ด้านคู่มือประกอบการเรียนการสอน	5	56	21	2	-	3.714	0.583
ค่าเฉลี่ยรวมของการประเมินชุดฝึก	21	111	49	8	-	4.190	0.676

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี ได้ค่าเฉลี่ยรวมของการประเมินผลชุดฝึกจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่าน ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.190 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม (S.D.) เท่ากับ 0.676 แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันและเห็นว่า

ชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซีที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยได้อย่างเหมาะสมมาก (ดังรายละเอียดใน ภาคผนวก ข หน้า 119)



ภาพที่ 4-1 แสดงค่าเฉลี่ยจากแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยรวมในแต่ละด้าน



ภาพที่ 4-2 แสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีความคิดเห็นที่สอดคล้องกันหรือแตกต่างกัน โดยรวมในแต่ละด้าน

#### 4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของชุดฝึก

ผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี ได้จากการเก็บผลการทดลองจากใบประสงค์และใบทดสอบของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง จำนวน 12 คน โดยในการประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของใบประสงค์และใบทดสอบของนักศึกษา ใบประสงค์จำนวน 5 ใบประสงค์และใบทดสอบ 1 ใบทดสอบมีค่าประสิทธิภาพของใบประสงค์เฉลี่ยรวม ( $E_1$ ) เท่ากับ 82.50 % และประสิทธิภาพของใบทดสอบเฉลี่ยรวม ( $E_2$ ) เท่ากับ 80.38 % ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานเกณฑ์ของกรวิจัย คือ 80/80 นั้นแสดงว่าชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (ดังรายละเอียดใน ภาคผนวก ก หน้า 126-130)

ตารางที่ 4-2 แสดงค่าประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซีเปรียบเทียบระหว่างใบประสงค์กับใบทดสอบ

คนที่	ใบประสงค์รวมทั้ง 5 ประสงค์ ( $E_1$ )		ใบทดสอบ ( $E_2$ )	
	คะแนนเต็ม 610	ร้อยละ	คะแนนเต็ม 200	ร้อยละ
1	507	83.11	143	71.50
2	460	75.41	152	76
3	530	86.89	152	76
4	558	91.48	191	95.50
5	542	88.85	191	95.50
6	466	76.39	152	76
7	444	72.79	143	71.50
8	548	89.84	179	89.50
9	541	88.69	179	89.50
10	524	85.90	152	76
11	467	76.56	152	76
12	452	74.10	143	71.50
รวม	6039	990.01	1929	964.5
	ค่าประสิทธิภาพ ( $E_1$ )	82.50	ค่าประสิทธิภาพ ( $E_2$ )	80.38

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

การสรุปผลการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี สรุปได้ดังนี้

5.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 7 ท่าน พบว่าหัวข้อด้านการออกแบบชุดฝึกมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก หัวข้อด้านการใช้ชุดฝึกมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก หัวข้อด้านคุณภาพชุดฝึกมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก หัวข้อด้านคู่มือประกอบการเรียนการสอนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่านมีความคิดเห็นที่สอดคล้องกัน

5.1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพทางด้านการเรียนการสอนของ ชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เมื่อผ่านการประเมินความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขแล้ว นำชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างปรากฏว่าประสิทธิภาพทางด้านการเรียนการสอนที่ได้เท่ากับ  $82.5/80.38$  ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด  $80/80$  ซึ่งแสดงว่าชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

#### 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลของการวิจัยที่ได้นำชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซีไปทดลองใช้กับนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง ที่ผู้วิจัยได้เลือกแบบเจาะจง เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี ปรากฏผลว่า ชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด  $80/80$  ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยโดยได้ค่าประสิทธิภาพของใบประกอบ ทั้ง 5 ใบประกอบ เฉลี่ยรวมเท่ากับ  $82.50\%$  สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้และค่าประสิทธิภาพของใบทดสอบเฉลี่ยรวม เท่ากับ  $80.38\%$  สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

เช่นเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานของบทเรียนวิชาปฏิบัติ (วิชาประลอง หรือวิชาทฤษฎี กึ่งปฏิบัติควรกำหนดไว้ระหว่างร้อยละ 80-85 ) (มนต์ชัย,2545:329-330) จากการวิจัยสามารถ อภิปรายผลได้ดังนี้

5.2.1 ชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซีที่ผู้วิจัย ได้สร้างขึ้นได้ผ่านขั้นตอนการวิเคราะห์งาน (Job Analysis) ซึ่งอาศัยการวิเคราะห์เนื้อหาจาก เอกสาร, ตำรา, หลักสูตรรายวิชา, ประสบการณ์ผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญ ที่มีความรู้ความชำนาญงาน ทางด้านการเรียนการสอนหรือการทำงานจริงในหัวข้อเรื่อง การประยุกต์ใช้งานพีแอลซีในงาน ควบคุมทางด้านอุตสาหกรรม เพื่อนำหัวข้อเรื่องวิเคราะห์เนื้อหาสาระสำคัญ และความสามารถใน หัวข้องาน และนำหัวข้องานมาวิเคราะห์งานย่อยและกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งตรงกับหลักการและทฤษฎีของการออกแบบชุดประลองที่มีประสิทธิภาพ ที่จะต้องใช้การวิเคราะห์ เนื้อหารายวิชา การวิเคราะห์งาน และการวิเคราะห์วัตถุประสงค์ เพื่อกำหนดเนื้อหาการเรียน การสอนวิธีการสอนและประเมินผล(พิสิฐและธีระพล,2529:233)

5.2.2 ชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีการจัดทำอย่างมีระบบและขั้นตอน ผ่านการตรวจสอบพร้อมได้รับการแนะนำ จากอาจารย์ที่ ปรึกษาและการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ต่อชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการ ผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี จากการประเมินความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญพบว่าผล ระดับความเหมาะสม ของชุดฝึกโดยเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.190 อยู่ในเกณฑ์ที่มาก และส่วนใหญ่มี ความคิดเห็นที่สอดคล้องกัน มีเพียงหนึ่งข้อที่ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็น ที่แตกต่างกันคือด้านการ ออกแบบชุดฝึก หัวข้อชุดฝึกจำลองใกล้เคียงกับลักษณะงานจริงทางด้านอุตสาหกรรมสาเหตุ เนื่องจากลักษณะงานจริงทางด้านอุตสาหกรรมนั้น อุปกรณ์ทำงานจะมีขนาดใหญ่ ตัวเครื่องจักรจริง ทางด้านอุตสาหกรรมมีขนาดใหญ่ น้ำหนักตัวเครื่องมาก ราคาอุปกรณ์ใหม่มีราคาสูง และบางจุด ต้องมีการดัดแปลงให้ทำงานใกล้เคียงกับลักษณะงานจริงทางด้านอุตสาหกรรม ซึ่งจุดประสงค์หลัก ของการวิจัยที่สร้างขึ้นนี้เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานที่ เป็นลักษณะ กระบวนการผลิตที่มีการทำงานหลากหลายขั้นตอนออกแบบชุดฝึกในลักษณะชุดฝึก จำลองที่มีขนาดชุดฝึกเหมาะสม น้ำหนักเครื่องไม่มาก เคลื่อนย้ายได้สะดวก อุปกรณ์ทำงานและ ควบคุมหาได้ง่ายในห้องตลาด ราคาไม่แพง และจุดหลักก็เพื่อนำไปใช้ฝึกทักษะในการเขียนและ ออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานพีแอลซี ที่มีลักษณะเป็นกระบวนการผลิตแต่จะเห็นว่า ค่าเฉลี่ยรวมของระดับความคิดเห็นอยู่ในเกณฑ์ที่มาก ผู้เชี่ยวชาญบางท่านได้ให้ข้อเสนอแนะ เพิ่มเติม เช่น การออกแบบใบประลองให้เริ่มจากง่าย ๆ การอธิบายและการใช้ภาษาให้ชัดเจน เพิ่มเติมรายละเอียดเนื้อหาข้อมูลอ้างอิง เพิ่มเติมทางด้านคู่มือประกอบการเรียนการสอนและด้าน

การจับยึดอุปกรณ์บางจุดให้มั่นคง และการจัดเก็บชุดสายไฟ ซึ่งผู้วิจัยได้นำความคิดเห็นเหล่านี้มาแก้ไขปรับปรุงก่อนที่จะนำชุดฝึกไปใช้ในการทดลองจริงกับนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง

5.2.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 3 หลักสูตรต่อเนื่อง 2-3 ปี ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการควบคุมอัตโนมัติ รหัสวิชา 210252 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 เพราะเนื่องจากนักศึกษสาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 4 ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการอัตโนมัติในโรงงาน 1 รหัสวิชา 213361 มีบางส่วนต้องออกฝึกงาน และบางส่วนได้เรียนจบหลักสูตร จากการสอบถามและคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาซึ่งเป็นผู้สอนนักศึกษา ทั้ง 2 สาขาและทำการสอนทั้ง 2 รายวิชา ที่กล่าวมานั้น สามารถนำกลุ่มตัวอย่างนักศึกษสาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 3 หลักสูตรต่อเนื่อง 2-3 ปี ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล แทนได้เนื่องจากมีเนื้อหาวิชาการเรียนใกล้เคียงกัน

5.2.4 ด้านการหาค่าประสิทธิภาพของใบประลอง ชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิต ภาวะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี พบว่าบางใบประลองมีค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องจากมีความยากง่ายของใบประลองที่แตกต่างกันอีกทั้งมีความซับซ้อนของการเขียนและออกแบบ โปรแกรมที่แตกต่างกัน ตามลำดับวัตถุประสงค์ของแต่ละใบประลองทำให้นักศึกษาต้องใช้เวลามากในการศึกษาใบประลองเขียนและออกแบบโปรแกรม ที่ทั้งบอร์อุปกรณ์ทางด้านอินพุตและเอาต์พุต เป็นบอร์ที่แตกต่างจากที่นักศึกษาเคยลงประลองมาก่อนหน้าที่ทำให้พบปัญหาการใช้บอร์อินพุตและเอาต์พุตผิดตัวทำให้เสียเวลาในการประลองมาก มีผลต่อคะแนนการประลองทางด้านเวลาด้วยอีกทั้ง ใบประลองที่ 5 เป็นหัวข้อใบงานการเขียนและออกแบบโปรแกรมแบบเลือก MODE การทำงาน ซึ่งนักศึกษาจะต้องจำกฎและหลักการในการออกแบบและเขียนโปรแกรมแบบเลือก MODE การทำงาน ที่จะต้องทำให้ถูกต้อง และต้องอาศัยระยะเวลาให้นักศึกษาได้ประลองจนมีความชำนาญมากขึ้น เมื่อนำผลใบประลองที่ 5 ไปเทียบกับใบทดสอบซึ่งหัวข้อในใบทดสอบ เป็นการเขียนและออกแบบโปรแกรมแบบเลือก MODE การทำงาน เหมือนกันซึ่งได้ค่าประสิทธิภาพของใบทดสอบ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด นั้นแสดงได้ว่านักศึกษามีความชำนาญในงานมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของชัยยงค์ (2521:171-173) ได้กล่าวไว้ว่า ประสิทธิภาพของชุดประลอง ที่สร้างขึ้นอาจกำหนดได้ 3 ระดับ คือ “สูงกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของชุดประลอง เท่ากันหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่เกินร้อยละ 2.5 , “เท่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของชุดประลองเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้, “ต่ำกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของชุดประลองต่ำกว่าเกณฑ์แต่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2.5 ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

5.2.5 ด้านการหาค่าประสิทธิภาพของไบททดสอบ ชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี พบว่าค่าประสิทธิภาพของไบททดสอบเฉลี่ยรวมเท่ากับ 80.38% ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80 ที่กำหนดไว้จะเห็นว่าค่าที่ได้สูงกว่าเกณฑ์เล็กน้อย นั้นเพราะว่าไบททดสอบที่ให้นักศึกษาทดสอบ เป็นการออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานชุดฝึกเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ ให้ชุดฝึกเจาะชิ้นงานอัตโนมัติทำงานทั้งกระบวนการ การผลิตทั้งหมด โดยการเขียนและออกแบบโปรแกรมแบบเลือก MODE การทำงาน ซึ่งมีปริมาณงานค่อนข้างมากและเสียเวลาในการออกแบบและเขียนโปรแกรมอีกทั้งต้องนำโปรแกรมที่เขียนมาทดสอบกับชุดฝึกเพื่อประเมินผลไบททดสอบ เมื่อเทียบกับการทำไบทดลองทั้ง 5 ไบทดลอง สอดคล้องกับ ผลการวิจัยของ เสกสันต์ (2524) ซึ่งทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองเรื่องระบบนิวมติกส์ ในรหัสวิชา 31000108 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2540 ซึ่งมีไบทดลองบางไบทดลองมีค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องจากมีความยากง่ายของแต่ละไบทดลองแตกต่างกัน ความซับซ้อนของการต่อวงจรทำให้ใช้เวลาในการทดลองมากแต่จะเป็นช่วงแรกๆในการทดลอง ซึ่งผลการวิจัยพบว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นก็ยังมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.66/87.22 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

### 5.3 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

ข้อเสนอแนะในการวิจัยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ข้อ ดังนี้

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

5.3.1.1 จากผลการวิจัยพบว่า ไบทดลองและไบทดสอบยังมีบ้างส่วนที่ยากและต้องใช้เวลาในการทดลองและทดสอบมาก ทำให้มีผลต่อการเก็บผลคะแนนจากไบทดลองและไบทดสอบ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะว่าในการทดลองหรือทดสอบการเขียนและออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานด้วยพีแอลซี ในช่วงเริ่มต้นอาจจะกำหนดเบอร์ทางด้านอินพุตและเอาต์พุตที่ไม่เกิน 10 ตัวเพราะถ้ามากกว่านี้จะทำให้ใช้เวลาในการออกแบบ และยากในการเริ่มต้นเรียน

5.3.1.2 ชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซีที่สร้างขึ้นยังสามารถออกแบบไบงานได้อีกหลายรูปแบบเพราะเนื่องจากชุดฝึกทดลองนี้สามารถทดลองทดลองควบคุมการทำงานอุปกรณ์นิวมติกส์ไฟฟ้าได้หลายตัว และถ้ามีการเปลี่ยนใช้เครื่องพีแอลซี ตัวชนิดพื้นฐานเมื่อไร จะต้องทำการตรวจเช็คเบอร์อินพุตและเอาต์พุตใหม่ทุกครั้ง

5.3.1.3 ขณะนักศึกษากำลังจะประลองหรือทดสอบ ควรทดลองการเริ่มโปรแกรมโดยไม่ได้ขึ้นงานจริงก่อนเข้าเครื่องจนกว่าจะแน่ใจว่าโปรแกรมทำงานได้อย่างถูกต้องจึงจะเริ่มได้ขึ้นงานจริงได้ ถ้าเกิดผิดพลาดขณะทดลองนักศึกษาสามารถโยกสวิตซ์หยุดการทำงานของชุดฝึกได้

5.3.1.4 จากการที่ผู้วิจัยได้สร้างและออกแบบชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี พบว่าวัสดุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับ ระบบนิวแมติกส์เช่น ลูกสูบ วาล์ว อุปกรณ์นิวแมติกส์ไฟฟ้า สามารถหาซื้อได้ง่ายในท้องตลาดหลากหลายยี่ห้อและมีราคาที่ถูก สามารถนำมาสร้างชุดประลองได้หลายรูปแบบ

5.3.1.5 อาจฝึกเดินวงจรลมนิวแมติกส์ วงจรไฟฟ้าและวงจรสายสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตภายนอกเครื่องพีแอลซีและชุดฝึกอย่างง่าย ๆ

5.3.1.6 ควรเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้นประมาณ 25 คน และทดลองแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มไม่ควบคุมเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ควบคุม หรือการใช้กับนักศึกษาสาขาวิชาอื่นที่มีการเรียนระบบอัตโนมัติในโรงงานหรือการควบคุมระบบอัตโนมัติ

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ในกรวิจัยครั้งต่อไป อาจให้แต่ละสถานีสามารถถอดแยกส่วนประลองและประกอบติดตั้งได้สะดวกเพื่อการประกอบแต่ละสถานี และสามารถส่งผ่านข้อมูลระหว่างสถานีได้

5.3.2.2 ควรมีการวิจัยในด้านการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้ควบคุมการทำงานในระบบอัตโนมัติ

5.3.2.3 ควรมีการส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการวิจัยและสร้างชุดฝึกประลองในวิชาอื่นๆให้มากขึ้นหรือรูปแบบกระบวนการผลิตที่หลากหลายรูปแบบ เพื่อให้มีชุดฝึกประลองเพียงพอและใช้งบประมาณไม่มากนักในการผลิต

## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

กาญจนา วัฒายุ. การวิจัยในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน. นครปฐม : สแกนลิขสิทธิ์, 2544.

กาญจนา เกียรติประวัตติ. วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน. กรุงเทพมหานคร : วัฒนาพานิช, 2524.

กฤษดา วิสวธีรานนท์. PC ตัวควบคุมซีเคิร์นซ์หลักการทำงานและประยุกต์. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร : บริษัทบุญชัยวิศวกรรม, 2541.

ชัยยงศ์ พรหมวงษ์. เอกสารการสอนชุดวิชา 20301 เทคโนโลยีและการสื่อสารการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สำนักเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2523. (อัดสำเนา)

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. เทคโนโลยีทางการศึกษา หลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2529.

ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. นิวแมติกส์ในระบบอัตโนมัติ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สวัสดิการสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลและโลหะการ, 2537.

ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. นิวแมติกอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2545.

เชษฐฤทธิ์ มณีธรรม. คัมภีร์ระบบนิวแมติกส์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : เลทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์, 2548.

ประคอง กรรณสูตร. สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. ฉบับปรับปรุงแก้ไข. ปทุมธานี : บริษัท ศูนย์หนังสือ ดร.ศรีสง่า จำกัด, 2528.

ประวิทย์ อัครอังกูร. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกการเขียนโปรแกรมเครื่องคัดแยกชิ้นงานโดยใช้ SENSORS เป็นตัวตรวจสอบควบคุมโดยพีแอลซี. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

ประสงค์ พรจินดารักษ์. การวัดและประเมินผลการศึกษา. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2530.

- พลีจ แสงเกษม. การสร้างชุดสาธิตการทดลองสำหรับวัดสมรรถนะเครื่องยนต์เล็กเพื่อใช้เป็นสื่อ  
การเรียนการสอนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกช่างยนต์. วิทยานิพนธ์  
 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล  
 บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.
- พาดิจ ประทุมสุวรรณ. พื้นฐานหุ่นยนต์และเครื่องจักรกลอัตโนมัติระบบไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์.  
 กรุงเทพมหานคร : เรือนแก้วการพิมพ์, 2542.
- พิสิฐ เมธาภัทร และธีระพล เมธิกุล. ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค. กรุงเทพมหานคร :  
 โรงพิมพ์สภากันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2529.
- มนตรีชัย เทียนทอง. การออกแบบและพัฒนาบอร์ดไมโครสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.  
 กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ,  
 2545.
- รัตน์ สิริพานิช. เอกสารประกอบการเรียนการสอน สถิติ&วิจัยการศึกษา. กรุงเทพมหานคร :  
 คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2537.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร :  
 สำนักพิมพ์สุวิริยาสาน, 2538.
- วิชัย มานสง. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองเครื่องขัดและกัดผิวชิ้นทดสอบโลหะวิทยา  
เหล็กกล้าคาร์บอน ด้วยกระแสไฟฟ้าโดยใช้สารละลายอิเล็กโทรไลต์. วิทยานิพนธ์  
 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล  
 บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2544.
- วีรวัฒน์ ไกรทองสุข. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่อง การหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน  
ร้อนของวัสดุ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล  
 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,  
 2548.
- วารุณี ศรีสงคราม. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านการทดลอง เรื่องการ  
ควบคุมด้วยระบบนิวแมติกส์ ระหว่างการเรียน โดยใช้โมดูลการจำลองทางคอมพิวเตอร์  
กับการเรียนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า  
 ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ,  
 2544.

- สุรัตน์ ตีรอด. การพัฒนา-สร้างและหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตการแลกเปลี่ยนความร้อน เรื่อง สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2541.
- เสกสรรค์ จันรัต. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองเรื่องระบบนิวเมติกส์ในรหัสวิชา 31000108 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2540. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2542.
- สุชาติ หิริสุขไพบูลย์. การสอนทักษะภาคปฏิบัติ. ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2526.
- สุราษฎร์ พรหมจันทร์. การพัฒนาหลักสูตรรายวิชา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2531.
- เสาวนีย์ สีغبานันท์. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.
- อนุรักษ์ เมฆพะโยม. การสร้างหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง วิชาระบบเครื่องรับ-เครื่องส่งวิทยุ หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2542

ภาคผนวก ก.

- รายละเอียดหลักสูตรรายวิชา
- การวิเคราะห์หัวข้อเรื่องหรือหัวข้องาน
- การวิเคราะห์เนื้อหาสำคัญ
- การวิเคราะห์ระดับความรู้และทักษะ
- การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

## รายละเอียดของหลักสูตรรายวิชา

ชื่อรายวิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน | รหัสวิชา 213361 หน่วยกิต 3 (2 -- 2)

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 3

วิชาบังคับก่อน: 213321 เทคโนโลยีพลังงานไหล

### สิ่งที่กำหนดในรายวิชา(คำอธิบายรายวิชา)

แนะนำการควบคุมแบบลูปจิก การควบคุมระบบไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ด้วยวงจรไฟฟ้า โครงสร้างและการทำงานของพีแอลซี การเขียนโปรแกรมพีแอลซี การประยุกต์ใช้งานพีแอลซีในงาน ควบคุมทางด้านอุตสาหกรรม

























ภาคผนวก ข.

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญ
- ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึก

### 1. อาจารย์พรจิต ประทุมสุวรรณ

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล  
 สถานที่ทำงาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
 วุฒิการศึกษา ปริญญาโท ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
 สาขาวิชาไฟฟ้า  
 ประสบการณ์ทางด้าน การสอบระบบอัตโนมัติ 18 ปี  
 เบอร์โทรศัพท์ต่อ 081-9193710

### 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนุชา หิรัญวัฒน์

ตำแหน่ง ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายพัฒนาเทคโนโลยีและฝึกอบรมศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8  
 อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาขนถ่ายวัสดุ  
 ประสบการณ์ทางการทำงานและการสอน 14 ปี  
 เชี่ยวชาญทางด้าน ระบบควบคุมอัตโนมัติ การควบคุมระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิก  
 PLC ระบบการวัดและเครื่องมือวัด  
 สถานที่ทำงาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
 เบอร์โทรศัพท์ต่อ 081-2054970

### 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพรัตน์ สธิธยากร

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
 สถานที่ทำงาน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
 วุฒิการศึกษา ปริญญาโท ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
 สาขาวิชา ครุศาสตร์เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา  
 ประสบการณ์ทางการสอน 15 ปี ด้านนิวแมติกส์และเทคโนโลยีพื้นฐาน  
 ประสบการณ์ทางการทำงาน 20 ปี ด้านซ่อมบำรุงเครื่องกลึง, ใส  
 เบอร์โทรศัพท์ต่อ 02-9132500 ต่อ 6424

#### 4. คุณจิระยุทธ แทนนิล

วุฒิการศึกษา ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล  
 ประสบการณ์ในการทำงาน 25 ปี ประสบการณ์ในการสอน 8 ปี  
 เชี่ยวชาญทางด้าน ระบบนิวแมติกส์และการควบคุม  
 ตำแหน่ง กรรมการผู้จัดการ บริษัท JFO แมคคาทรอนิกส์ จำกัด  
 เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ 081-8161841

#### 5. คุณพรพจน์ แพศิริ

วุฒิการศึกษา ปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า  
 ประสบการณ์การทำงาน 15 ปี  
 ประสบการณ์ในการสอน 10 ปี  
 เชี่ยวชาญทางด้าน ระบบนิวแมติกส์, ระบบไฮดรอลิกส์, Automaton, Mechatronics,  
 PLC, Sensors  
 ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายฝึกอบรมและพัฒนาผลิตภัณฑ์  
 บริษัท AUTODIDACTIC จำกัด  
 เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ 081-8087170

#### 6. คุณชำนาญ ทิบบพร

บริษัท FESTO  
 ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่าย knowledge และ Learning  
 วุฒิการศึกษา ปริญญาโท  
 ประสบการณ์ในการทำงาน 20 ปี ประสบการณ์ทางการสอน 15 ปี  
 เชี่ยวชาญทางด้าน Mechatronics, Robotic Automation  
 เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ 081-8437089

#### 7. คุณพรชัย อนันต์กิติเลิศ

บริษัท F.A. TECH  
 ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายฝึกอบรมและรองผู้จัดการฝ่ายขาย  
 วุฒิการศึกษา ปริญญาโท (ครุศาสตร์ไฟฟ้า)  
 ประสบการณ์การทำงาน 17 ปี ทางด้านการสอน 5 ปี  
 เชี่ยวชาญทางด้าน PLC, ระบบควบคุมอัตโนมัติ, Automation  
 เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ 081-8452264

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ



ภาควิชาครุศาสตร์ศรีธัญญา  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

ที่ ศท 0525.3(1)/1

9 มกราคม 2550

เรื่อง ขอลาอนุเคราะห์ตรวจสอบชุดประเมินผลของผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คุณพรชัย อนันต์กิตติเลิศ

ด้วยนายวสันต์ แพโสภาณ 45-2018-107-6 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์  
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์ศรีธัญญา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการ  
การผลิตเจาะชิ้นงานกัดโนบิลด้วย PLC" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ดร.สมภพ ตลับแก้ว  
ประธานกรรมการ และอาจารย์จรัสศักดิ์ วิตตะ เป็นกรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอลาอนุเคราะห์จากท่าน โปรดให้ความคิดเห็นตรวจสอบ  
ชุดประเมินผล และขอคำแนะนำ ข้อเสนอแนะ เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อ  
ประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายจรัสศักดิ์ วิตตะ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ศรีธัญญา

ภาควิชาครุศาสตร์ศรีธัญญา

โทร. 02-9132500 ต่อ 3207

FAX 02-587-8261

ที่ ศร.0525.3(1)/2



ภาควิชาครุศาสตร์ศรีสะเกษ  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

9 มกราคม 2550

เรื่อง ขอดำเนินการ เร่งรัดราชสอยชุดประเมินผลของผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คุณพรพจน์ แผลศิริ

ผู้จัดการฝ่ายฝึกอบรมและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท AU1ODIDACTIC จำกัด

ด้วยนายวันดี มพโสภณ 45-2018-107-6 นักศึกษาระดับปริญญาโท ศึกษาศาสตร์  
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์ศรีสะเกษ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวน  
การผลิตเชิงอินทรีย์บนบอร์ดไมโครด้วย PLC” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ดร.สมเทพ คล้ายแก้ว  
ประธานกรรมการ และอาจารย์จิระศักดิ์ วิเศษ เป็นกรรมการ

ในกรณีนี้ นักศึกษามีค.ม.ประสงค์ขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดให้ ค.ม.ผลิตเห็นตรวจสอน  
ชุดประเมินผล และขอคำแนะนำ ข้อเสนอแนะ เพื่อประกอบกรจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อ  
ประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาคือไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ท่านอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายจิระศักดิ์ วิเศษ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ศรีสะเกษ

ภาควิชาครุศาสตร์ศรีสะเกษ

โทร. 02-9132500 ต่อ 3207

FAX 02-587-8261



ภาควิชาครุศาสตร์ศรีเชียงใหม่  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
1518 ถ.พหลุสงคราม บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

ที่ ศธ 0525 3(1)ค 6

9 มกราคม 2550

เรื่อง ขอลงความอนุเคราะห์ให้ตรวจสภาพชุดประเมินผลของผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คุณชำนาญ หีบพร

ด้วยนายสวัสดิ์ แซ่โสภณ 45-2018-107-6 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์  
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์ศรีเชียงใหม่ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียน โปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตจะขึ้นงานอัตโนมัติด้วย PLC” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ดร.สมภพ ตลับแก้ว  
ประธานกรรมการ และอาจารย์จรัสศักดิ์ วิตตะ เป็นกรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอลงความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดให้ความคิดเห็นตรวจสภาพ  
ชุดประเมินผล และขอคำแนะนำ ข้อเสนอแนะ เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อ  
ประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาลงไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายจรัสศักดิ์ วิตตะ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ศรีเชียงใหม่

ภาควิชาครุศาสตร์ศรีเชียงใหม่

โทร. 02-9132500 ต่อ 3207

FAX 02-587-8261



ภาควิทยาศาสตร์เครื่องกล  
 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
 1518 ถ. พิบูลสงคราม บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

ที่ ศท 0525 3(1)- 14

9 มกราคม 2550

เรื่อง ขอลงความอนุเคราะห์ตรวจสอบชุดประเมินผลของผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพรัตน์ สตรีภากร

ด้วยนายอานันต์ เผือกสมณ 45-2018-107-6 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์  
 อุดสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิทยาศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
 ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียน โปรแกรมควบคุมระบบ  
 การผลิตเจาะ ขึ้นบนกลไกอัตโนมัติด้วย PLC” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ดร สมภพ ตัดบัวแก้ว  
 ประธานกรรมการ และอาจารย์จรัสศักดิ์ วัฒนตะ เป็นกรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดให้ความคิดเห็นตรวจสอบ  
 ชุดประเมินผล และขอคำแนะนำ ข้อเสนอแนะ เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อ  
 ประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดใจไว้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายจรัสศักดิ์ วัฒนตะ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทร. 02-9132500 ต่อ 3207

FAX 02-587-8261



ภาควิชาครุศาสตร์ศรีธัญญา  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สงฆ์เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
1518 ถ. พิบูลสงคราม บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

ที่ ศธ 0525.3(1)-5

9 มกราคม 2550

เรื่อง ขอกความอนุเคราะห์ตรวจสอบชุดประเมินผลของผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนุชา หิรัญวัฒน์

ด้วยนายวัฒน์ แพโสภาณ 45-2018-107-6 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์  
อุตสาหกรรมมหบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์ศรีธัญญา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การเสริมและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการ  
การผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วย PLC” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ดร. สมภพ ตลับแก้ว  
ประธานกรรมการ และอาจารย์จิระศักดิ์ วิลิตะ เป็นกรรมการ

ในกรณีนี้ นักศึกษา มีความประสงค์ขอกความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดให้ความคิดเห็นตรวจสอบ  
ชุดประเมินผล และขอคำแนะนำ ข้อเสนอแนะ เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อ  
ประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ



(นายจิระศักดิ์ วิลิตะ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ศรีธัญญา

ภาควิชาครุศาสตร์ศรีธัญญา

โทร. 02-9132500 ต่อ 3207

FAX 02-587-8261



ภาควิชาครุศาสตร์ศรีสะเกษ  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
1518 ด.พินิตสงคราม บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

ที่ สธ 0525 3(1) 6

9 มกราคม 2550

เรื่อง ขอลงนามอนุเคราะห์ตรวจสอบชุดประเมินผลของผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์พรจัต ประทุมสุวรรณ

ด้วยนายณัฐพงศ์ แพ้โสภณ 45-2018-107-6 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์  
อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์ศรีสะเกษ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมระบบ  
การเคลื่อนที่งานคัตโนมัตินด้วย PLC" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ดร.สมภาพ สดกันแก้ว  
ประจวบเกษมการ และอาจารย์จิระศักดิ์ วิตตะ เป็นกรรมการ

ในกรณีนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอลาอนุเคราะห์จากท่าน โปรดให้ความคิดเห็นตรวจสอบ  
ชุดประเมินผล และขอคำแนะนำ ข้อเสนอแนะ เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อ  
ประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายจิระศักดิ์ วิตตะ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ศรีสะเกษ

ภาควิชาครุศาสตร์ศรีสะเกษ

โทร. 02-9132500 ต่อ 3207

FAX 02-587-8261



ภาควิชาครุศาสตร์ศรีธัญญา  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
1518 ถ.พูนผลสงคราม บางเขน กรุงเทพฯ 10800

ที่ ศธ 0525 3(1)/ 7

9 มกราคม 2550

เรื่อง ขอกวามอนุเคราะห์ตรวจสอบชุดประเมินผลของผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คุณจิระศักดิ์ แทนนิล กรรมการผู้จัดการบริษัท JFC อเมคคาทรอนิกส์ จำกัด

ด้วยนายอานันท์ เพ็ญโสภณ 45-2018-107-6 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์  
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาตรีธัญญา ภาควิชาครุศาสตร์ศรีธัญญา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการ  
การผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วย PLC โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ดร.สมภพ คล้ายแก้ว  
ประธานกรรมการ และอาจารย์จิระศักดิ์ วิตตะ เป็นกรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอกวามอนุเคราะห์จากท่าน โปรดให้ความคิดเห็นตรวจสอบ  
ชุดประเมินผล และขอคำแนะนำ ข้อเสนอแนะ เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อ  
ประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายจิระศักดิ์ วิตตะ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ศรีธัญญา

ภาควิชาครุศาสตร์ศรีธัญญา

โทร. 02-9132500 ต่อ 3207

FAX 02-587-8261

**แบบประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญ**

## แบบประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361) ตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ (หลักสูตร 2546) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

**ตอนที่ 1** แบบสอบถามประวัติผู้เชี่ยวชาญ

**ตอนที่ 2** แบบประเมินผลความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ ต่อชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ 1.) ด้านการออกแบบชุดฝึก , 2.) ด้านการประลองชุดฝึก , 3.) ด้านคุณภาพชุดฝึก , 4.) ด้านคู่มือประกอบการเรียนการสอน

**ตอนที่ 3** ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นายवंสันต์ แพโสภา

นักศึกษาระดับปริญญาโท

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ตอนที่ 1      แบบสอบถามประวัติผู้เชี่ยวชาญ

**คำชี้แจง :**      ขอความกรุณากรอกประวัติส่วนตัวของผู้เชี่ยวชาญเพื่อประกอบในงานวิจัย

- 1.1 ชื่อ-นามสกุล.....อายุ.....ปี
- 1.2 คุณวุฒิการศึกษาสูงสุด.....  
.....
- 1.3 สาขาวิชา.....  
.....
- 1.4 ประสบการณ์ในการทำงาน..... ปี หรือ ประสบการณ์ในการสอน.....ปี
- 1.5 ประสบการณ์ในการทำงานเชี่ยวชาญทางด้าน.....  
.....  
.....
- 1.6 ประสบการณ์ในการสอนเชี่ยวชาญทางด้าน.....  
.....  
.....
- 1.7 ตำแหน่งงานปัจจุบัน.....  
.....
- 1.8 สถานที่ทำงาน.....  
.....
- 1.9 เบอร์โทรศัพท์ต่อ.....

**ตอนที่ 2** แบบประเมินผลความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ ต่อชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ 1.) ด้านการออกแบบชุดฝึก , 2.) ด้านการประลองชุดฝึก , 3.) ด้านคุณภาพชุดฝึก , 4.)ด้านคู่มือประกอบการเรียนการสอน

**คำชี้แจง :** โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน โดยมีระดับคะแนนดังนี้

มากที่สุด	มีค่าเท่ากับ	5
มาก	มีค่าเท่ากับ	4
ปานกลาง	มีค่าเท่ากับ	3
น้อย	มีค่าเท่ากับ	2
น้อยที่สุด	มีค่าเท่ากับ	1

#### ตัวอย่าง

ข้อที่	รายการคำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
0	ชุดฝึกเขียน โปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี สามารถนำไปใช้งานได้	✓				

จากตัวอย่างข้อที่ 0 หมายความว่า ชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี สามารถนำไปใช้งานได้ดีมากที่สุด โดยได้คะแนนเท่ากับ 5 แต่ถ้าชุดฝึกนี้สามารถนำไปใช้งานได้น้อยจากนี้ตามลำดับ ก็ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องถัดไปทางขวามือที่เห็นว่าสมควร

แบบประเมินความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ ต่อชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิต  
เจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี

ข้อที่	รายการประเมินความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
	<b>ก. ด้านการออกแบบชุดฝึก</b>					
1.	ขนาดของชุดฝึกมีความเหมาะสม					
2.	ตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์ทำงาน เช่น ลูกสูบ มีความเหมาะสม					
3.	ตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์ควบคุม เช่น วาล์ว , เซนเซอร์					
4.	การเลือกวัสดุมีความเหมาะสม					
5.	ตำแหน่งการจัดเดินสายไฟมีความเหมาะสม					
6.	โครงสร้างชุดฝึกมีความแข็งแรง					
7.	ชุดฝึกจำลองใกล้เคียงกับลักษณะงานจริงทางอุตสาหกรรม					
	<b>ข. ด้านการใช้งานชุดฝึก</b>					
1.	สามารถทดลองใช้งานครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด					
2.	เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการทดลองวิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงานได้					
3.	สามารถใช้ในการฝึกประลอง คลอบคลุมแบบฝึกหัดหรือออกแบบโปรแกรม					
	<b>ค. ด้านคุณภาพชุดฝึก</b>					
1.	อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบในชุดฝึกมีความเหมาะสม					
2.	ชุดฝึกสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก					
3.	มีความปลอดภัยในการฝึกประลองกับชุดฝึก					
4.	มีความสะดวกในการฝึกประลองกับชุดฝึก					
5.	ชุดฝึกง่ายต่อการซ่อมแซมและบำรุงรักษา					
	<b>ง. ด้านคู่มือประกอบการเรียนการสอน</b>					
1.	ใบเนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2.	เรียงลำดับเนื้อหาได้อย่างเหมาะสมและเข้าใจง่าย					
3.	ศึกษาทำความเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย					
4.	คำอธิบายเนื้อหาละเอียดและชัดเจน					
5.	ใบประลองสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการประลอง					

ข้อที่	รายการคำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
6.	ตารางบันทึกผลใบประลองชัดเจน					
7.	ข้อความในใบประลองอ่านเข้าใจง่าย					
8.	ใบทดสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การทดสอบ					
9.	ตารางบันทึกผลใบทดสอบชัดเจน					
10.	ข้อความในใบทดสอบอ่านเข้าใจง่าย					
11.	คู่มือการใช้งานชุดฝึกมีความชัดเจนเหมาะสม					
12.	สามารถนำไปใช้เป็นคู่มือประกอบการเรียนการสอน วิชา					
	ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 ได้อย่างดี					

**ตอนที่ 3**      **ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ**

**คำชี้แจง** โปรดแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

3.1 **ความคิดเห็นทางการออกแบบชุดฝึก**.....

.....  
.....

**ข้อเสนอแนะ**.....

.....  
.....

3.2 **ความคิดเห็นทางการใช้งานชุดฝึก**.....

.....  
.....

**ข้อเสนอแนะ**.....

.....  
.....

3.3 **ความคิดเห็นทางด้านคุณภาพชุดฝึก**.....

.....  
.....

**ข้อเสนอแนะ**.....

.....  
.....

3.4 **ความคิดเห็นทางด้านคู่มือประกอบการเรียนการสอน**.....

.....  
.....

**ข้อเสนอแนะ**.....

.....  
.....

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

(.....)

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

**ตารางที่ ๗-1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตจากระบบอัตโนมัติด้วยพีแอลซี จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 7 ท่าน**

ข้อที่	รายการประเมินความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น							ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	แสดงระดับ ความคิดเห็น	$\sum X$	$\sum X^2$	S.D.
		5	4	3	2	1							
<b>ก. ด้านการออกแบบชุดฝึก</b>													
1	ขนาดของชุดฝึกมีความเหมาะสม	-	6	1	-	-	-	-	3.857	มาก	27	105	0.378
2	ตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์ทำงาน เช่น ลูกสูบ มีความเหมาะสม	1	5	-	1	-	-	-	3.857	มาก	27	109	0.900
3	ตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์ควบคุม เช่น วาล์ว , เซนเซอร์	1	4	2	-	-	-	-	3.857	มาก	27	107	0.690
4	การเลือกวัสดุมีความเหมาะสม	-	5	2	-	-	-	-	3.714	มาก	26	98	0.488
5	ตำแหน่งการจัดเดินสายไฟมีความเหมาะสม	-	2	3	2	-	-	-	3.000	ปานกลาง	21	67	0.816
6	โครงสร้างชุดฝึกมีความแข็งแรง	2	3	2	-	-	-	-	4.000	มาก	28	116	0.816
7	ชุดฝึกจำลองใกล้เคียงกับลักษณะงานจริงทางอุตสาหกรรม	4	1	1	1	-	-	-	4.143	มาก	29	129	1.215
<b>ค่าเฉลี่ยรวมด้านการออกแบบชุดฝึก</b>									<b>3.776</b>	<b>มาก</b>			<b>0.758</b>



ตารางที่ ข-1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 7 ท่าน(ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมินความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น					ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	แสดงระดับความคิดเห็น	$\sum X$	$\sum X^2$	S.D.
		5	4	3	2	1					
	ค.ด้านคุณภาพชุดฝึก										
1	อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบในชุดฝึกมีความเหมาะสม	2	2	3	-	-	3.857	มาก	27	109	0.900
2	ชุดฝึกสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก	1	4	2	-	-	3.857	มาก	27	107	0.690
3	มีความปลอดภัยในการฝึกประลองกับชุดฝึก	1	2	3	1	-	3.429	ปานกลาง	24	88	0.976
4	มีความสะดวกในการฝึกประลองกับชุดฝึก	1	3	2	1	-	3.571	มาก	25	95	0.976
5	ชุดฝึกง่ายต่อการซ่อมแซมและบำรุงรักษา	-	3	4	-	-	3.429	ปานกลาง	24	84	0.535
	ค่าเฉลี่ยรวมด้านคุณภาพชุดฝึก						3.629	มาก			0.815

ตารางที่ ข-1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 7 ท่าน(ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมินความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น					ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	แสดงระดับ ความคิดเห็น	$\sum X$	$\sum X^2$	S.D.
		5	4	3	2	1					
	ง.ด้านคู่มือประกอบหารเรียนการสอน										
1	ใบเนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	1	6	-	-	-	4.143	มาก	29	121	0.378
2	เรียงลำดับเนื้อหาได้อย่างเหมาะสมและเข้าใจง่าย	1	5	1	-	-	4.000	มาก	28	114	0.577
3	ศึกษาทำความเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	-	5	2	-	-	3.714	มาก	26	98	0.488
4	คำอธิบายเนื้อหาละเอียดและชัดเจน	-	3	4	-	-	3.429	ปานกลาง	24	84	0.535
5	ใบประกอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการประกอบ	-	5	2	-	-	3.714	มาก	26	98	0.488
6	ตารางบันทึกผลใบประกอบชัดเจน	1	4	2	-	-	3.857	มาก	27	107	0.690
7	ข้อความในใบประกอบอ่านเข้าใจง่าย	1	4	1	1	-	3.714	มาก	26	102	0.951
8	ใบทดสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การทดสอบ	-	6	1	-	-	3.857	มาก	27	105	0.378

ตารางที่ ข-1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเขาหินอ่อนไม้คิ้วพีแอลซี จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 7 ท่าน(ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมินความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น					ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	แสดงระดับความคิดเห็น	$\sum X$	$\sum X^2$	S.D.
		5	4	3	2	1					
9	ตารางบันทึกผลใบทดสอบชัดเจน	-	4	3	-	-	3.571	มาก	25	91	0.535
10	ข้อความในใบทดสอบอ่านเข้าใจง่าย	1	4	2	-	-	3.857	มาก	27	107	0.690
11	คู่มือการใช้งานชุดฝึกมีความชัดเจนเหมาะสม	-	4	3	-	-	3.571	มาก	25	91	0.535
12	สามารถนำไปใช้เป็นคู่มือประกอบการเรียนการสอน วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 ได้อย่างดี	-	6	-	1	-	3.714	มาก	26	100	0.756
	ค่าเฉลี่ยรวมค่าคู่มือประกอบการเรียนการสอน						3.762	มาก			0.583
	ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด						4.190	มาก			0.676

ภาคผนวก ก.

- ผลคะแนนจากใบประสงค์
- ผลคะแนนจากใบทดสอบ
- ค่าประสิทธิภาพของชุดฝึก

ตารางที่ ค-1 แสดงผลคะแนนจากใบประกอบที่ 1 ถึง ใบประกอบที่ 5

คนที่	ใบประกอบที่ 1	ใบประกอบที่ 2	ใบประกอบที่ 3	ใบประกอบที่ 4	ใบประกอบที่ 5	คะแนนเต็มรวม
	คะแนนเต็ม 80	คะแนนเต็ม 80	คะแนนเต็ม 80	คะแนนเต็ม 170	คะแนนเต็ม 200	
1	64	56	73	151	163	507
2	52	52	73	140	143	460
3	68	73	77	149	163	530
4	73	73	80	160	172	558
5	77	64	80	149	172	542
6	52	56	73	122	163	466
7	52	56	71	122	143	444
8	77	73	77	149	172	548
9	73	73	80	143	172	541
10	71	68	73	149	163	524
11	64	64	71	125	143	467
12	52	64	71	122	143	452
รวม( $\sum X$ )	775	772	899	1681	1912	6039

ตารางที่ ค-2 แสดงผลคะแนนจากใบทดสอบ

คนที่	ใบทดสอบ คะแนนเต็ม 200
1	143
2	152
3	152
4	191
5	191
6	152
7	143
8	179
9	179
10	152
11	152
12	143
รวม( $\sum Y$ )	1929

การวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของใบทดสอบ

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

ค่าประสิทธิภาพของใบทดสอบ

$$E_2 = ((1929/12)/200) \times 100 = 80.38 \%$$

ภาคผนวก ค.

- ผลคะแนนจากใบประสงค์
- ผลคะแนนจากใบทดสอบ
- ค่าประสิทธิภาพของชุดฝึก

ตารางที่ ค-3 แสดงค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงาน  
อัด โนมัดด้วยพีแอลซี

ใบประกอบที่	ค่าประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ
1. การเขียนและออกแบบโปรแกรม Ladder โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน	80.73
2. การเขียนและออกแบบโปรแกรม Ladder แบบประยุกต์คำสั่ง	80.42
3. การเขียนและออกแบบโปรแกรม SFC เบื้องต้น	93.65
4. การเขียนและออกแบบโปรแกรม SFC แบบแยกและรวมกัน	82.40
5. การเขียนและออกแบบโปรแกรม การเลือก MODE การทำงาน	79.67
<b>ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยรวม ทั้ง 5 ใบประกอบ(E<sub>1</sub>)</b>	<b>82.50</b>
<b>ค่าประสิทธิภาพของใบทดสอบ(E<sub>2</sub>)</b>	<b>80.38</b>

## การวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของใบประดอง

$$\text{สูตร} \quad E_i = \frac{\left( \frac{\sum X}{N} \right)}{\Lambda} \times 100$$

ใบประดองที่ 1	$E_i$	=	$((775/12)/80)$	$\times 100$	=	80.73	%
ใบประดองที่ 2	$E_i$	=	$((772/12)/80)$	$\times 100$	=	80.42	%
ใบประดองที่ 3	$E_i$	=	$((899/12)/80)$	$\times 100$	=	93.65	%
ใบประดองที่ 4	$E_i$	=	$((1681/12)/170)$	$\times 100$	=	82.40	%
ใบประดองที่ 5	$E_i$	=	$((1912/12)/200)$	$\times 100$	=	79.67	%

ค่าประสิทธิภาพของใบประดองเฉลี่ยรวม ทั้ง 5 ใบ  $E_i$   $((6039/12)/610) \times 100$  82.50 %

## การวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของใบทดสอบ

สูตร 
$$E_2 = \left( \frac{\sum Y}{N} \right) \times 100$$

## ค่าประสิทธิภาพของใบทดสอบ

$$E_2 = ((1929/12)/200) \times 100 = 80.38 \%$$

ภาคผนวก ง.

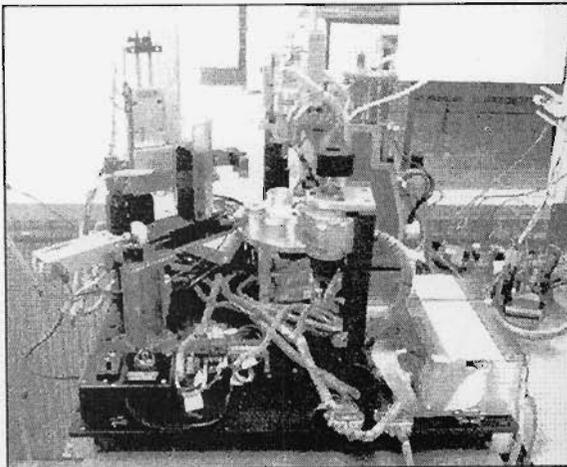
- คู่มือการใช้งานชุดประลองและรายละเอียดอุปกรณ์
- ตัวอย่างใบงาน
- ตัวอย่างใบเนื้อหา
- ตัวอย่างใบประลอง
- ตัวอย่างใบทดสอบ
- ตัวอย่างใบเฉลย

	วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)	คู่มือการใช้
	คู่มือการใช้งานชุดทดลองและรายละเอียดอุปกรณ์	หน้าที่ 1

## โครงสร้างและการใช้ชุดทดลอง

### 1. โครงสร้างและส่วนประกอบ

ของชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วย PLC



① ชุดฝึกทดลอง



② ชุดควบคุมและเขียนโปรแกรม

รูปภาพที่ 1 แสดงส่วนประกอบของโครงสร้างชุดทดลองและส่วนประกอบของชุดควบคุมการทำงาน

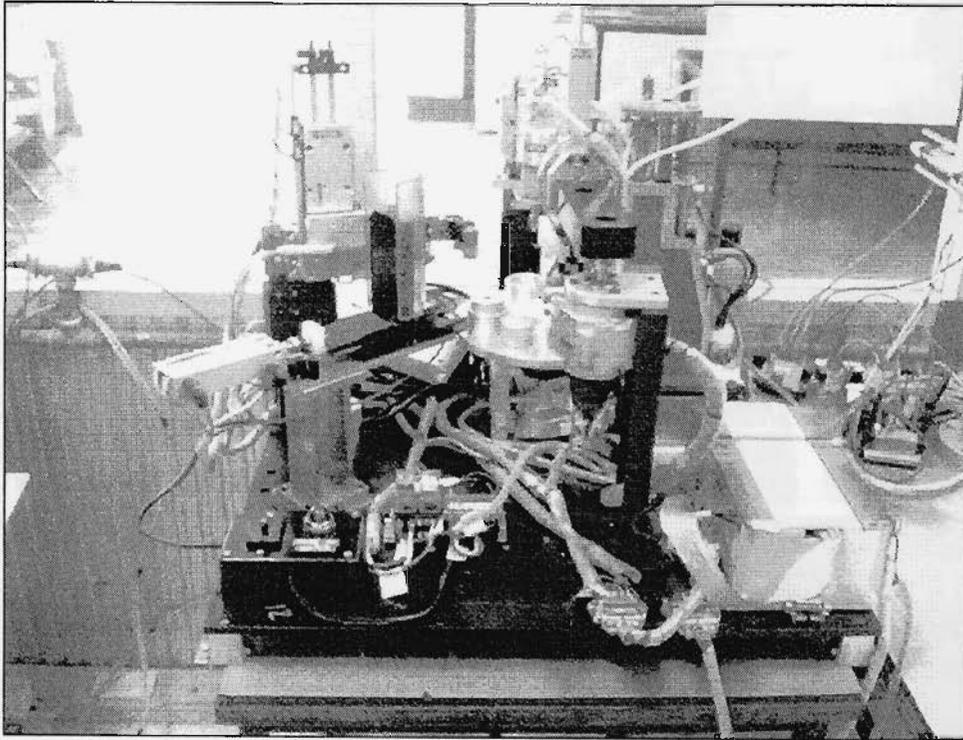
จากรูปทางด้านบนประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ ดังนี้

ส่วนที่ 1 รูปบนทางซ้ายมือ รูปที่ 1 เป็นรูปโครงสร้างและส่วนประกอบต่างๆ ของชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วย PLC

ส่วนที่ 2 รูปบนทางขวามือ รูปที่ 2 เป็นส่วนของการควบคุมการทำงานของชุดฝึกด้วยมือ จากกล่อง CONTROL BOX และ ในส่วนของการเขียนโปรแกรมส่งถ่ายข้อมูลเข้า PLC ด้วยเครื่อง PC

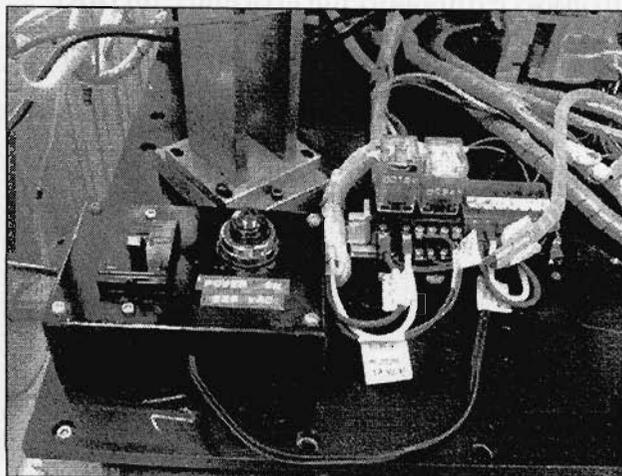
	วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)	คู่มือการใช้
	คู่มือการใช้งานชุดทดลองและรายละเอียดอุปกรณ์	หน้าที่ 2

### 1.1 ส่วนประกอบของโครงสร้างชุดทดลอง



รูปภาพที่ 2 แสดงส่วนประกอบของโครงสร้างชุดทดลอง

โดยมีส่วนประกอบต่างๆ ในชุดทดลองดังนี้



1.1.1 ชุดสวิทช์ปิดเปิด ON,OFF สำหรับป้อนไฟ 220 ACV เข้าชุดทดลอง โดยมีปลั๊กไฟสำหรับเสียบ ป้อนไฟฟ้า 220 ACV เข้าชุดตัวขยาย PLC ที่ติดมากับชุดทดลองและจากไฟฟ้าให้กับ ชุด POWER SUPPLY Input 220 ACV, Output 12 DCV



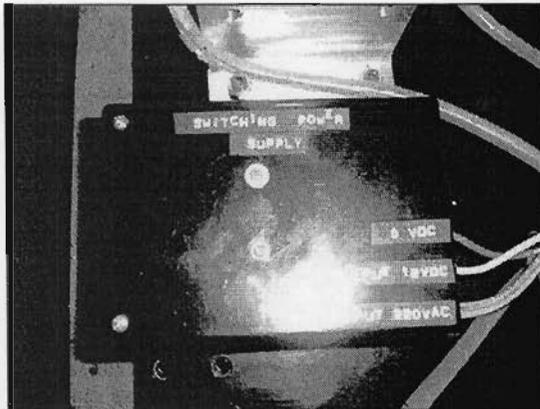
วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)

คู่มือการใช้

คู่มือการใช้งานชุดทดลองและรายละเอียดอุปกรณ์

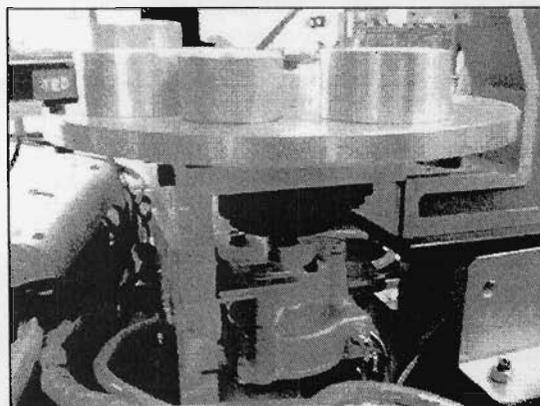
หน้าที่

3



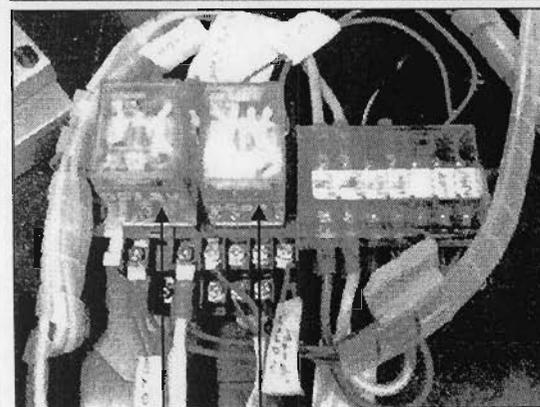
1.1.2 ชุด POWER SUPPLY Input 220 ACV, Output 12 DCV

จ่ายไฟ Output 12 DCV ให้กับมอเตอร์ 12 DCV



1.1.3 มอเตอร์ 12 DCV

ทำหน้าที่ขับเคลื่อนสำหรับหมุนชิ้นงาน ด้านบนโดยทุกควบคุมจากชุดรีเลย์ โดยใช้เบอร์ด Output Y052 เป็นตัวสั่งให้มอเตอร์หมุนทำงานทิศทางการหมุนตามเข็มนาฬิกา

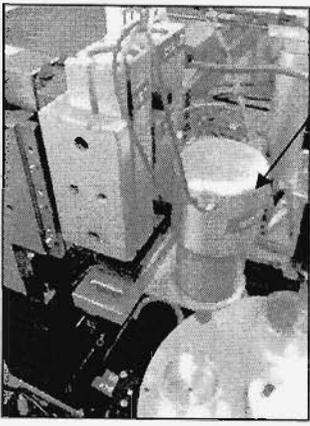
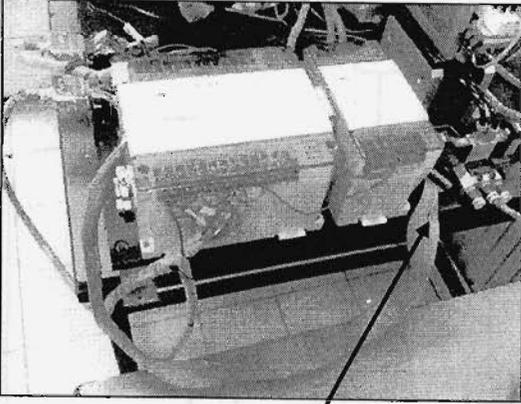
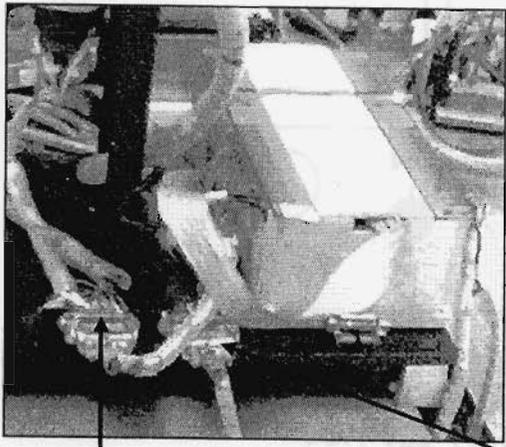


1.1.4 ชุดรีเลย์สำหรับควบคุมการทำงานของ MOTOR 12 , 24 DCV

\* หมายเหตุ \* ตรงส่วนนี้จะต้องระมัดระวังอย่างยิ่งเพราะเป็นชุดต่อรวมสายไฟที่มีกระแสไฟฟ้า 220 ACV อยู่ด้วย ถ้าจะจับจะต้องปิดสวิตซ์ OFF ชุดทดลองก่อนทุกครั้ง

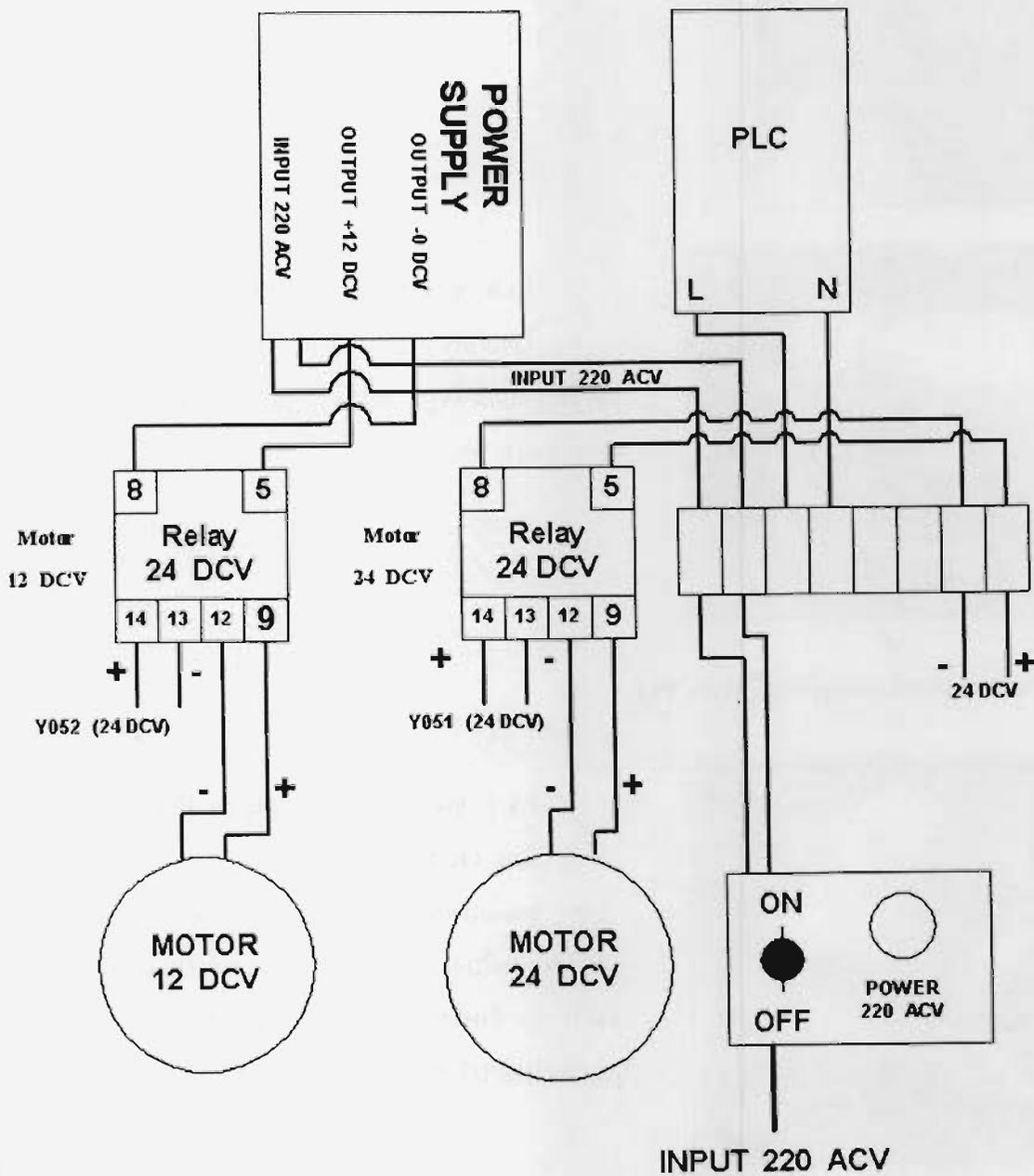
รีเลย์ควบคุม MOTOR 24 DCV

รีเลย์ควบคุม MOTOR 12 DCV

	<p>วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)</p>	<p>คู่มือการใช้</p>
	<p>คู่มือการใช้งานชุดประลองและรายละเอียดอุปกรณ์</p>	<p>หน้าที่ 4</p>
	<p>1.1.5 มอเตอร์ 24 DCV ติดอยู่กับชุดเจาะชิ้นงานกับกระบอกสูบ E (CYLE)</p>	
	<p>1.1.6 ชุดต่อขยาย PLC โดยต่อเข้ากับยูนิตหลัก PLC เมนต์ัวใหญ่ โดยใช้สายแพคังรูป และจะต้อง ป้อนไฟ 24 DCV ชุดยูนิตขยาย PLC นี้ด้วย</p>	
<p>สายแพสำหรับต่อเข้ากับตัวเมนยูนิตหลักของ PLC</p>		
	<p>1.1.7 จุดต่อเสียบสายสัญญาณ INPUT (X) และ OUTPUT (Y) จุดต่อสายสัญญาณนี้เราสามารถต่อเข้ากับยูนิตหลักได้เลยหรือจะต่อผ่านชุดยูนิตขยายก็สามารถทำได้เช่นกันและสำหรับเมนยูนิตนั้นจะต้องทำการหา เบอร์ อุปกรณ์ INPUT (X) และ OUTPUT (Y) ใหม่ ดังรูป</p>	
<p>ช่องเสียบสายสัญญาณ INPUT (X)</p>	<p>ช่องเสียบสายสัญญาณ OUTPUT (Y)</p>	

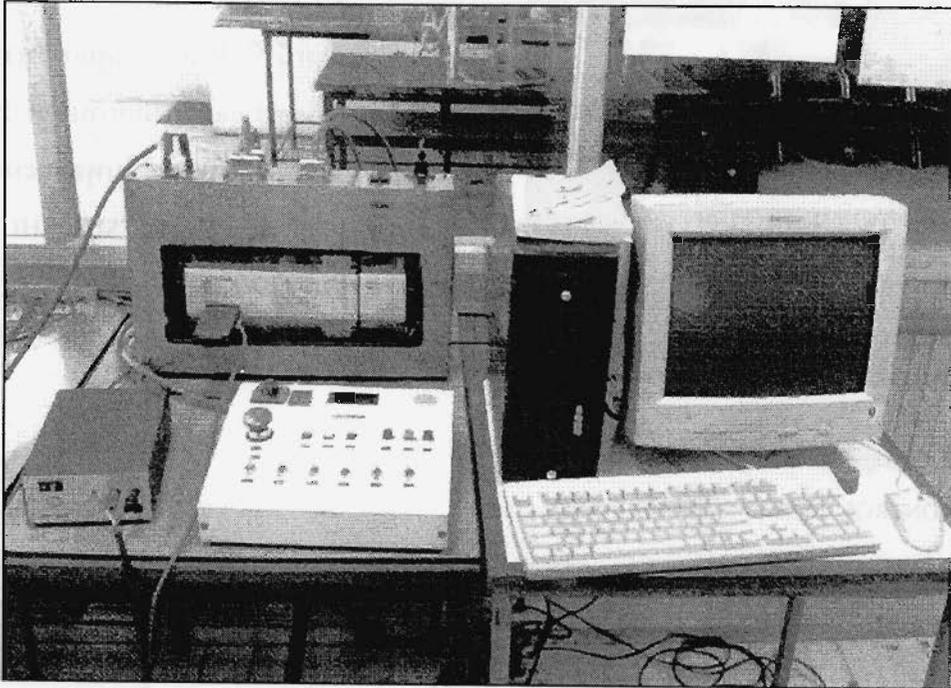


รูปร่างการต่อ POWER ในชุดทดลอง



	วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)	คู่มือการใช้
	คู่มือการใช้งานชุดทดลองและรายละเอียดอุปกรณ์	หน้าที่ 6

## 1.2 ส่วนประกอบของชุดควบคุมและเขียนโปรแกรมการทำงาน



รูปภาพที่ 3 แสดงในส่วนของคุณควบคุมการทำงานและการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน

โดยมีส่วนประกอบต่างๆ ในชุดควบคุมและเขียนโปรแกรมหดังนี้



1.2.1 POWER SUPPLY 24 DCV  
POWER SUPPLY INPUT 220 ACV  
, OUTPUT 24 DCV จะจ่ายกระแสไฟให้กับ  
PLC และชุดทดลอง



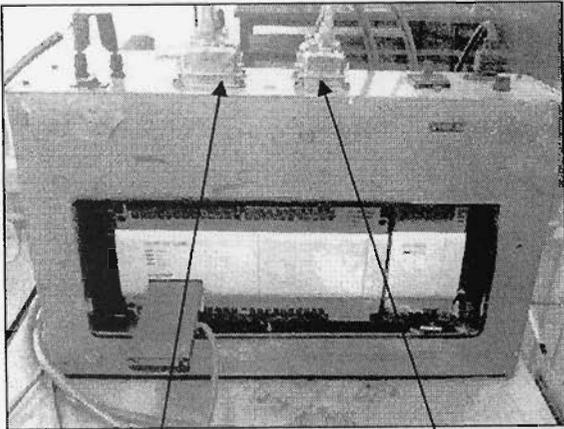
วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)

คู่มือการใช้

คู่มือการใช้งานชุดประลองและรายละเอียดอุปกรณ์

หน้าที่

7

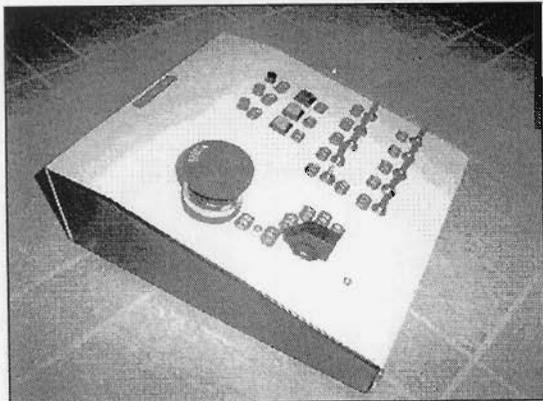


จุดต่อสายสัญญาณ  
ของชุด CONTROL BOX

จุดต่อสายสัญญาณ  
ของชุดประลอง

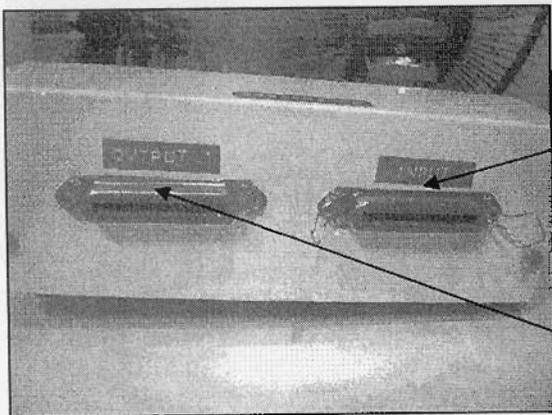
1.2.2 PLC หลัก

ทำหน้าที่เป็นตัวแทนการทำงานหลัก ซึ่งชุดที่อยู่บริเวณซ้ายจะต้องผ่านจาก PLC หลักตัวนี้และต้องนับเบอร์อินพุตและเอาต์พุต ต่อจาก PLC หลัก รุ่น MITSUBISHI MELSEC FX-64 MR FX-16EX



1.2.3 ชุดกล่อง CONTROL BOX

ทำหน้าที่ ควบคุมการทำงานของชุดประลองโดยการเลือก MOAD การทำงานได้



ช่องเสียบสายสัญญาณ  
INPUT (X) จาก PLC

ช่องเสียบสายสัญญาณ  
OUTPUT (Y) จาก PLC

	<b>วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)</b>	<b>คู่มือการใช้</b>
	<b>คู่มือการใช้งานชุดทดลองและรายละเอียดอุปกรณ์</b>	<b>หน้าที่ 8</b>

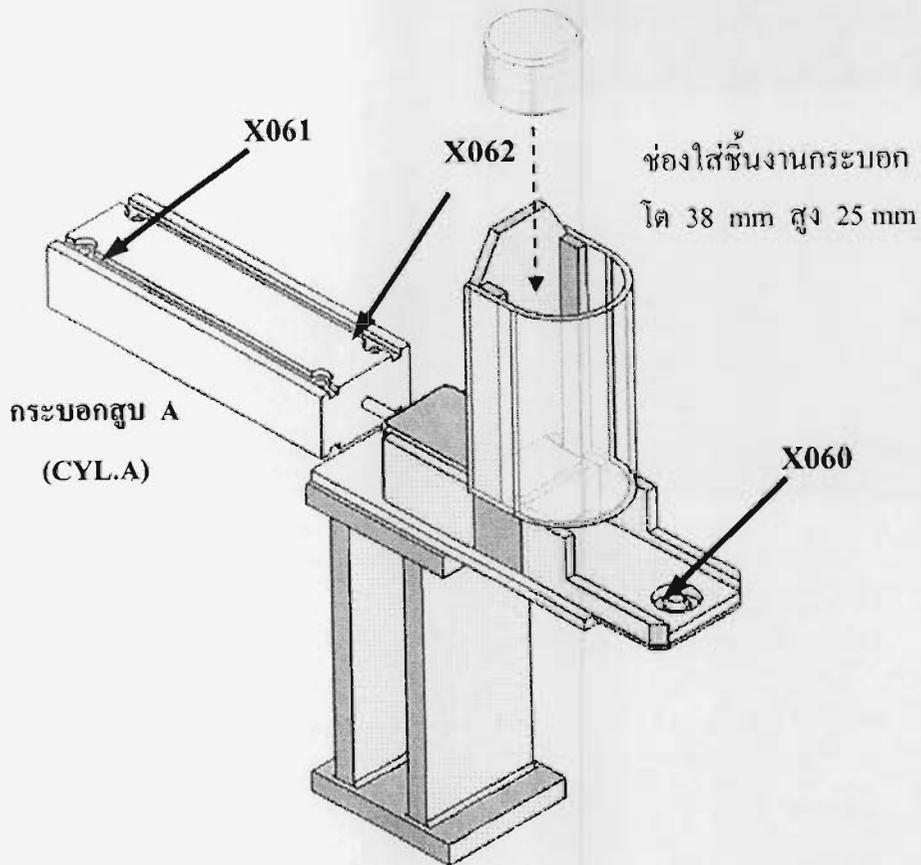


1.2.4 เครื่องคอมพิวเตอร์ PC  
ทำหน้าที่ เขียนโปรแกรมส่งข้อมูล  
ให้กับ PLC หลักเพื่อไปทำการ  
ควบคุมการทำงานของชุดจำลอง  
กระบวนการผลิตเจาะชิ้นงาน  
อัตโนมัติด้วย PLC

	วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)	รายละเอียดอุปกรณ์
	คู่มือการใช้งานชุดทดลองและรายละเอียดอุปกรณ์	หน้าที่ 9

2. รายละเอียดอุปกรณ์และเบอร์อุปกรณ์ชุดทดลองกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ  
 สถานีที่ 1 จุดป้อนชิ้นงาน

ลำดับที่	ชื่อและชนิดอุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ INPUT (X)	เบอร์อุปกรณ์ OUTPUT (Y)
1.	สถานีที่ 1 จุดป้อนชิ้นงาน			
	1.1 กระบอกลูกสูบ 2 ทาง 1 แกน	CYL.A	X060	Y040
			(ตรวจจับชิ้น)	(5/2 1S)
			X061(เข้า)	
			X062(ออก)	

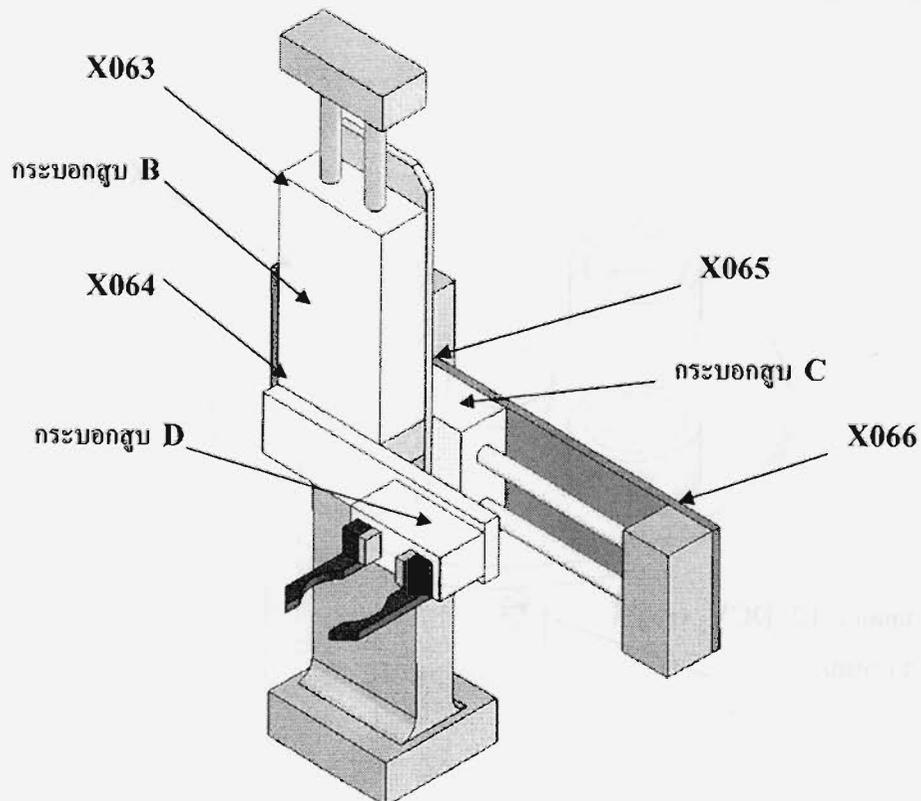


รูปภาพที่ 4 แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ทางด้านอินพุต (X) ของจุดป้อนชิ้นงาน

	วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)	รายละเอียดอุปกรณ์
	คู่มือการใช้งานชุดทดลองและรายละเอียดอุปกรณ์	หน้าที่ 10

สถานีที่ 2 จับชิ้นงานวางบนจานหมุนงาน

ลำดับที่	ชื่อและชนิดอุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ INPUT (X)	เบอร์อุปกรณ์ OUTPUT (Y)
2.	สถานีที่ 2 จับวางชิ้นงานวางบนจานหมุนงาน			
	2.1 กระบอกลูกสูบ 2 ทาง 2 แกน	CYL.B	X063(ขึ้น) X064(ลง)	Y041 (5/2 1S)
	2.2 กระบอกลูกสูบ 2 ทาง 2 แกน	CYL.C	X065(เข้า) X066(ออก)	Y042 (5/2 1S)
	2.3 กระบอกลูกสูบ 2 ทาง สำหรับจับชิ้นงาน	CYL.D	หน้าวงด้วย	Y043
	GRIPPER		เวลา (T)	(5/2 1S)

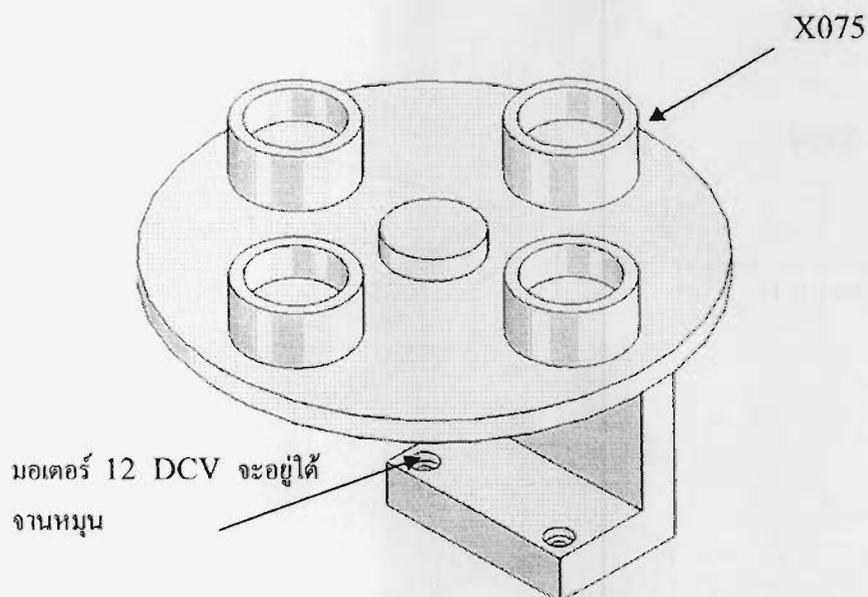


รูปภาพที่ 5 แสดงตำแหน่งและอุปกรณ์ทำงานของชุดจับชิ้นงานวางบนจานหมุนงาน

	วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)	รายละเอียดอุปกรณ์
	คู่มือการใช้งานชุดทดลองและรายละเอียดอุปกรณ์	หน้าที่ 11

### สถานีที่ 3 งานหมุนเคลื่อนชิ้นงาน

ลำดับที่	ชื่อและชนิดอุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ INPUT (X)	เบอร์อุปกรณ์ OUTPUT (Y)
3.	สถานีที่ 3 งานหมุนเคลื่อนชิ้นงาน			
	3.1 MOTOR 12 DCV	MOTOR	X075	Y052
	ตัวงานหมุนเคลื่อนชิ้นงานนี้จะหยุดหมุน ทุกๆ 90 องศาโดยได้รับสัญญาณจากลิมิต สวิตช์ X076	12 DCV	(ลิมิตสวิตช์ ปกติเปิด)	(รีเลย์ควบคุม สั่งให้มอเตอร์ 12 DCV ทำ การหมุน)
			ควบคุมการ หมุนครั้ง 90°	

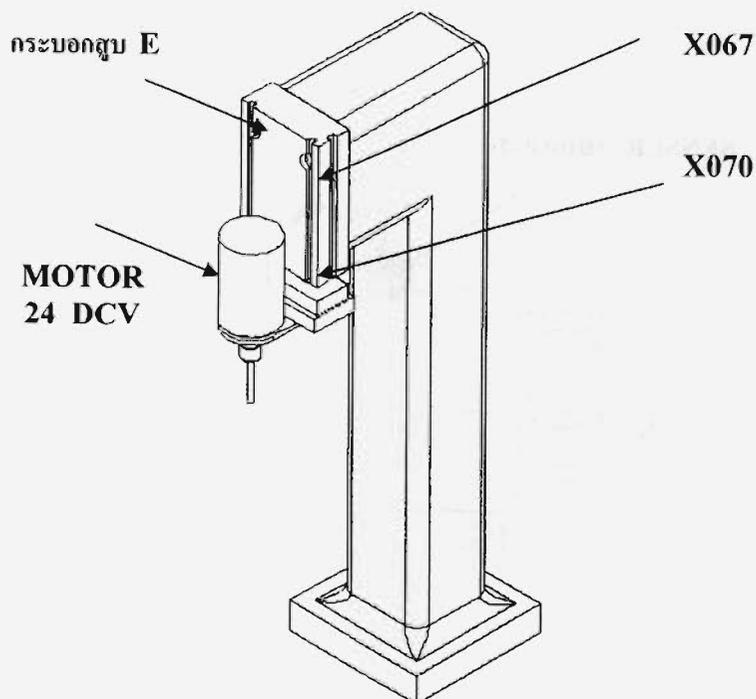


รูปภาพที่ 6 แสดงตำแหน่งและอุปกรณ์ทำงานของชุดงานหมุนเคลื่อนชิ้นงาน

	วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)	รายละเอียดอุปกรณ์
	คู่มือการใช้งานชุดทดลองและรายละเอียดอุปกรณ์	หน้าที่ 12

**สถานีที่ 4 ชุดเจาะชิ้นงาน**

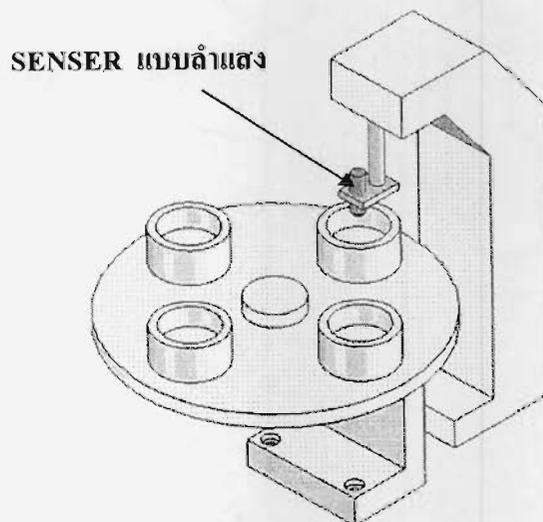
ลำดับที่	ชื่อและชนิดอุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ทำงาน	พอร์ตอุปกรณ์ INPUT (X)	เบอร์อุปกรณ์ OUTPUT (Y)
4.	สถานีที่ 4 ชุดเจาะชิ้นงาน			
	4.1 กระบอกลูกสูบ 2 ทาง 2 แกน	CYL.E	X067(ขึ้น) X070(ลง)	Y044 (5/2 1S)
	4.2 มอเตอร์สำหรับเจาะชิ้นงาน	MOTOR	ใช้การควบคุมด้วยเวลา (T)	Y051 (รีเลย์สำหรับควบคุม)
	MOTOR 24 DCV	24 DCV		MOTOR24DCV


**รูปภาพที่ 7 แสดงตำแหน่งและอุปกรณ์ทำงานของชุดเจาะชิ้นงาน**

	วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)	รายละเอียดอุปกรณ์
	คู่มือการใช้งานชุดทดลองและรายละเอียดอุปกรณ์	หน้าที่ 13

สถานีที่ 5 ชุดตรวจเช็ครูชิ้นงาน

ลำดับที่	ชื่อและชนิดอุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ INPUT (X)	เบอร์อุปกรณ์ OUTPUT (Y)
5.	สถานีที่ 5 ชุดตรวจเช็ครูชิ้นงาน			
	SENER แบบลำแสง			
	BROWN + V			
	BLUE - V			
	BLACK OUY 1 -----		X074(ต่อไว้)	
	WHITE OUY 2 -----		X080(ไม่ต่อ)	
	...			

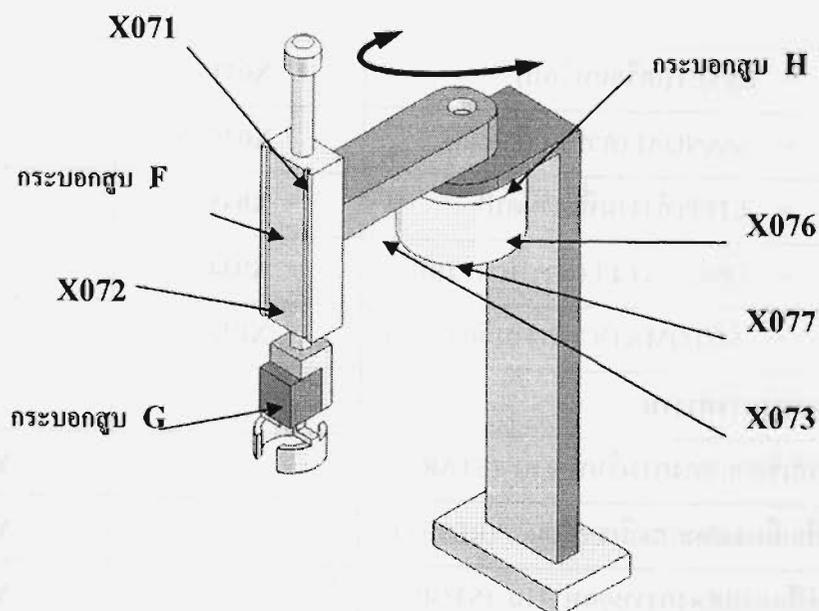


รูปภาพที่ 8 แสดงตำแหน่งและอุปกรณ์ทำงานของชุดตรวจเช็ครูชิ้นงาน

	วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)	รายละเอียดอุปกรณ์
	คู่มือการใช้งานชุดทดลองและรายละเอียดอุปกรณ์	หน้าที่ 14

สถานีที่ 6 ชุดแขนกลจับแยกชนิดชิ้นงานมีรูกับไม่มีรูเจาะ

ลำดับที่	ชื่อและชนิดอุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ INPUT (X)	เบอร์อุปกรณ์ OUTPUT (Y)
6.	สถานีที่ 6. ชุดแขนกลจับแยกชนิดชิ้นงานมีรูกับไม่มีรูเจาะ			
6.1	กระบอกลูกสูบ 2 ทาง 1 แกน	CYL.F	X071(ขึ้น) X072(ลง)	Y045 (5/2 1S)
6.2	กระบอกลูกสูบ 2 ทาง สำหรับจับชิ้นงาน GRIPPER	CYL.G	หนังด้วย เวลา (T)	Y046 (5/2 1S)
6.3	กระบอกลูกสูบแบบหมุน 180 องศา	CYL.H	X073(จับงาน) เข้าสุด X077 (กลาง) X076(ออกสุด)	Y047 (ออก) Y050 (เข้า) (5/3 DS)



รูปภาพที่ 9 แสดงตำแหน่งและอุปกรณ์ทำงานของชุดแขนกลจับแยกชนิดชิ้นงานมีรูกับไม่มีรูเจาะ



วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)

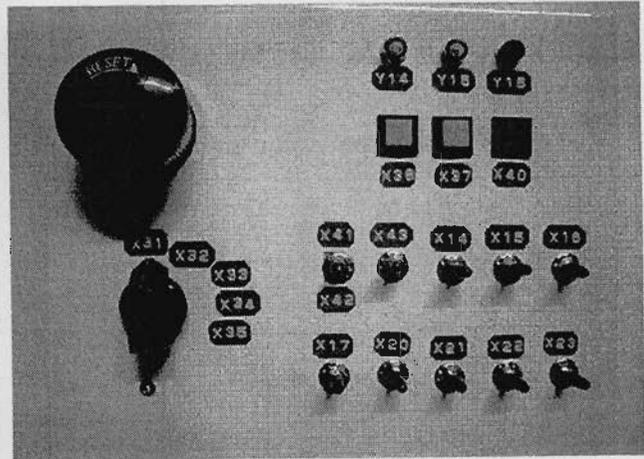
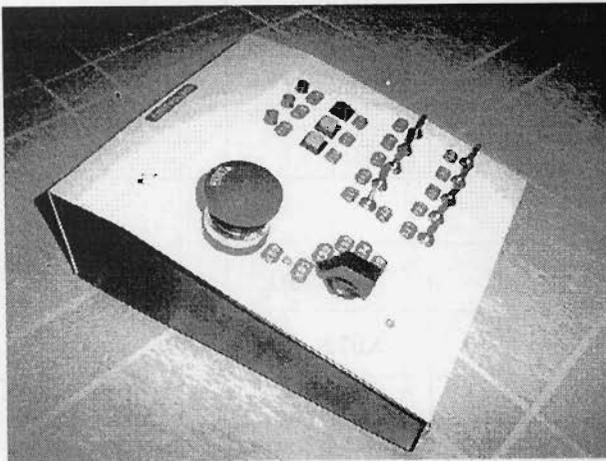
รายละเอียดอุปกรณ์

คู่มือการใช้งานชุดทดลองและรายละเอียดอุปกรณ์

หน้าที่

15

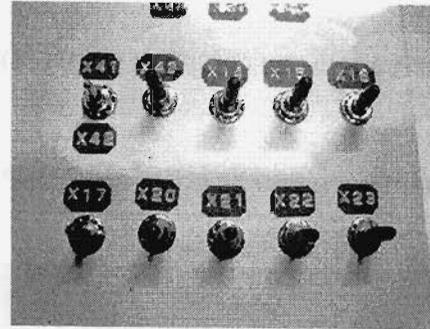
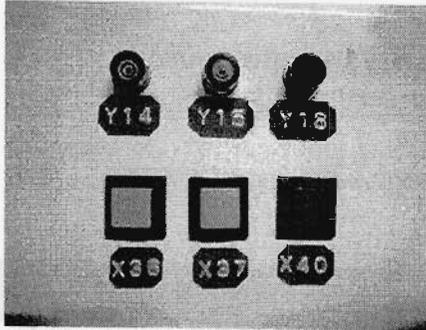
รายละเอียดอุปกรณ์และเบอร์ดูปรแกรมชุดกล่อง CONTROL BOX



ตารางแสดงรายละเอียดและเบอร์ดูปรแกรม INPUT และ OUTPUT ของชุดกล่อง CONTROL BOX

ลำดับที่	ชื่อและชนิดอุปกรณ์ทำงาน	เบอร์ดูปรแกรม INPUT (X)	เบอร์ดูปรแกรม OUTPUT (Y)
1.	ปุ่มกดหยุดฉุกเฉิน	X030	
2.	ชุดสวิทช์หมุนปรับแบบเลือก MOAD การทำงาน		
	5 ตำแหน่ง		
	ตำแหน่งที่ 1 = RESET(เตรียมพร้อม)	X031	
	ตำแหน่งที่ 2 = MANUAL(ควบคุมด้วยมือ)	X032	
	ตำแหน่งที่ 3 = STEP(ทำงานทีละสเตป)	X033	
	ตำแหน่งที่ 4 = ONE CYCLE(ทำงาน 1 รอบ)	X034	
	ตำแหน่งที่ 5 = AUTOMATIC(ทำงานอัตโนมัติ)	X035	
3.	ชุดหลอดไฟแสดงการทำงาน		
	3.1 หลอดไฟสีเขียวแสดงการเริ่มทำงาน (START)		Y014
	3.2 หลอดไฟสีแดงแสดงการเตรียมพร้อม (RESET)		Y015
	3.3 หลอดไฟสีแดงแสดงการหยุดทำงาน (STOP)		Y016

	วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)	รายละเอียดอุปกรณ์
	คู่มือการใช้งานชุดทดลองและรายละเอียดอุปกรณ์	หน้าที่ 16



ตารางแสดงรายละเอียดและเบอร์อุปกรณ์ INPUT และ OUTPUT ของชุดกล่อง CONTROL BOX (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อและชนิดอุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ INPUT (X)	เบอร์อุปกรณ์ OUTPUT (Y)
4.	ชุดปุ่มกด 3 ปุ่ม		
	4.1 ปุ่มกดสีเขียว START	X036	
	4.2 ปุ่มกดสีเหลือง RESET	X037	
	4.3 ปุ่มกดสีแดง STOP	X040	
5.	ชุดสวิทช์โยก 10 ตัว		
	5.1 -ควบคุมการทำงาน MOTOR 12 DCV	X041	Y052
	-ควบคุมการทำงาน MOTOR 24 DCV	X042	Y051
	5.2 -ควบคุมการทำงาน CYL.A	X043	Y040
	5.3 -ควบคุมการทำงาน CYL.B	X014	Y041
	5.4 -ควบคุมการทำงาน CYL.C	X015	Y042
	5.5 -ควบคุมการทำงาน CYL.D	X016	Y043
	5.6 -ควบคุมการทำงาน CYL.E	X017	Y044
	5.7 -ควบคุมการทำงาน CYL.F	X020	Y045
	5.8 -ควบคุมการทำงาน CYL.G	X021	Y046
	5.9 -ควบคุมการทำงาน CYL.H	X022(ออก)	Y047(ออก)
	5.10 -ควบคุมการทำงาน CYL.H	X023(เข้า)	Y050(เข้า)

	วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)	รายละเอียดอุปกรณ์
	คู่มือการใช้งานชุดทดลองและรายละเอียดอุปกรณ์	หน้าที่ 17

### 3. หมายเลขเบอร์จุดต่อเสียบสายสัญญาณ INPUT(X) และ OUTPUT(Y) ของชุดทดลอง

#### 3.1 หมายเลขเบอร์จุดต่อเสียบสายสัญญาณ INPUT(X) ของชุดทดลอง แบบ 24 ช่อง

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X060	X061	X062	X063	X064	X065	X066	X067	X070	X071	X072	X073
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
X074	X075	X076	X077	X080	+24V					-0 V	

#### 3.2 หมายเลขเบอร์จุดต่อเสียบสายสัญญาณ OUTPUT(Y) ของชุดทดลอง แบบ 24 ช่อง

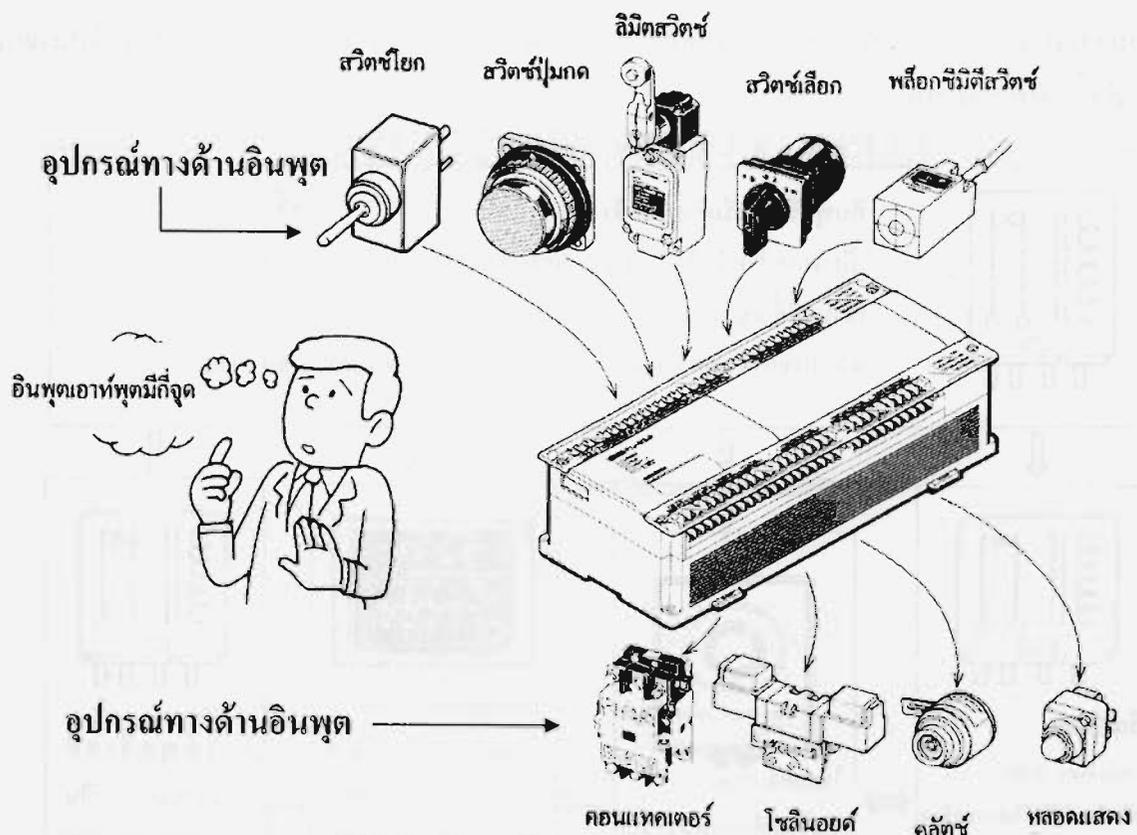
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Y040	Y041	Y042	Y043	Y044	Y045	Y046	Y047	Y050	Y051	Y052		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
+24V							-0 V					



	<b>วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)</b>	<b>ใบงานที่</b> 1										
	<b>ใบงานที่ 1</b> <b>การเขียนและออกแบบโปรแกรม Ladder โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน</b>	<b>หน้าที่</b> 1-1										
<p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b> นักศึกษาสามารถที่จะ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 ออกแบบโปรแกรม Ladder ด้วยคำสั่งพื้นฐานได้</li> <li>1.2 เขียนโปรแกรม Ladder ด้วยคำสั่งพื้นฐานได้</li> </ol> <p><b>เนื้อหาสาระสำคัญในการเรียนรู้</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 โครงสร้างและอุปกรณ์ทำงานใน PLC</li> <li>1.2 อุปกรณ์และเบอร์อุปกรณ์ภายใน PLC</li> <li>1.3 ตารางคำสั่งพื้นฐาน</li> </ol> <p><b>รายการอุปกรณ์ประกอบใบงาน</b></p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 80%;">1. ชุดฝึกการเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตจากระบบอัตโนมัติด้วย PLC</td> <td style="width: 20%;">1 ชุด</td> </tr> <tr> <td>2. เครื่อง PLC รุ่น MITSUBISHI MELSEC FX-64 MR FX-16EX</td> <td>1 ตัว</td> </tr> <tr> <td>3. เครื่องคอมพิวเตอร์</td> <td>1 ชุด</td> </tr> <tr> <td>4. กล่อง CONTROL BOX</td> <td>1 ชุด</td> </tr> <tr> <td>5. Power Supply 24 DCV</td> <td>1 ตัว</td> </tr> </table>			1. ชุดฝึกการเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตจากระบบอัตโนมัติด้วย PLC	1 ชุด	2. เครื่อง PLC รุ่น MITSUBISHI MELSEC FX-64 MR FX-16EX	1 ตัว	3. เครื่องคอมพิวเตอร์	1 ชุด	4. กล่อง CONTROL BOX	1 ชุด	5. Power Supply 24 DCV	1 ตัว
1. ชุดฝึกการเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตจากระบบอัตโนมัติด้วย PLC	1 ชุด											
2. เครื่อง PLC รุ่น MITSUBISHI MELSEC FX-64 MR FX-16EX	1 ตัว											
3. เครื่องคอมพิวเตอร์	1 ชุด											
4. กล่อง CONTROL BOX	1 ชุด											
5. Power Supply 24 DCV	1 ตัว											

	<b>วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)</b>	<b>ใบเนื้อหาที่ 1</b>
	<b>ใบเนื้อหาที่ 1</b> การเขียนและออกแบบโปรแกรม Ladder โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน	<b>หน้าที่</b> 1-2

### 1.1 โครงสร้างและอุปกรณ์ทำงานใน PLC



ภาพที่ 1.1 แสดงอุปกรณ์ทำงานใน PLC ทางด้านอินพุตและเอาท์พุต

- เบอร์อุปกรณ์ การบอกเบอร์อุปกรณ์ใน PLC รุ่น FX จะต้องมีอักษร X, Y, M, S, T เพื่อบอกชนิดของอุปกรณ์เสมอ
- จะต้องมีคำสั่ง END ที่บรรทัดสุดท้ายของโปรแกรม



1.2 อุปกรณ์และเบอร์อุปกรณ์ภายใน PLC

ภายใน PLC จะมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมซีเควินซ์ เช่น รีเลย์ไทมเมอร์ เคาน์เตอร์ และอุปกรณ์อื่นๆ อีก อุปกรณ์แต่ละตัวจะมีหน้าสัมผัสทั้งชนิด a และ b ( a คือ หน้าสัมผัสปกติเปิด, b คือ หน้าสัมผัสปกติปิด) และมีหน้าสัมผัสตามขนาดนับไม่ถ้วน การโปรแกรมให้ PLC ทำงานก็คือ การสร้างวงจรรีเลย์โดยการนำองค์ประกอบเหล่านี้มาต่อเป็นวงจรนั่นเอง



	วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)	ใบเนื้อหาที่ 1
	ใบเนื้อหาที่ 1 การเขียนและออกแบบโปรแกรม Ladder โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน	หน้าที่ 1-4
<p>เบอร์อุปกรณ์บางส่วนของ FX2-32MR</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ อินพุตรีเลย์ -X000-X007,X010-X017 (*) รวม 16 ตัว</li> <li>○ เอาท์พุตรีเลย์ -Y000-Y007,Y010-Y017 (*) รวม 16 ตัว</li> <li>○ ไทมเมอร์           <ul style="list-style-type: none"> <li>-T0-T199 (0.1-3276.7 วินาที) 200 ตัว</li> <li>-T200-T245 (0.01-3276.7 วินาที) 46 ตัว</li> <li>-T246-T249 (1-3276.7 วินาที แบบสะสมเวลา) 4 ตัว</li> <li>-T250-T255 (0.1-3276.7 วินาที) 6 ตัว</li> <li>-และรวมอื่นๆอีกเป็น 256 ตัว</li> </ul> </li> <li>○ เคาน์เตอร์           <ul style="list-style-type: none"> <li>- C0-C99 (1-32,767 จำนวน) 100 ตัว</li> <li>- C100-C199 (1-32,767 มีเบตเตอร์สำรอง) 100 ตัว</li> <li>- รวมอื่นๆอีกเป็น 241 ตัว</li> </ul> </li> <li>○ รีเลย์ช่วย           <ul style="list-style-type: none"> <li>- M0-M499 500 ตัว</li> <li>- M500-M1023 (มีเบตเตอร์สำรอง) 524 ตัว</li> <li>- รวม 1024 ตัว</li> </ul> </li> <li>○ รีเลย์ช่วยพิเศษ -M8000-M8255 มีหน้าที่กำหนดไว้เรียกใช้ได้เลย 256 ตัว</li> </ul> <p>(*) เฉพาะเบอร์ของอินพุตกับเอาท์พุตรีเลย์ใช้เลขฐาน 8</p>		



1.3 ตารางคำสั่งพื้นฐาน

LD Load	
LDI Load Inverse	
AND And	
ANI And Inverse	
OR Or	
ORI Or Inverse	
ANB And Block	
ORB Or Block	
OUT Out	
NOP No Operation	ใช้ทับหรือเติมช่องว่างลงในโปรแกรม
SET Set	
RST Reset	
PLS Pulse	
PLF Pulse fall	
MC	
MCR	
MPS Memory Push	
MRD Memory Read	
MPP Memory Pop	
END End	จบโปรแกรม

1. คำสั่งเกี่ยวกับ

หน้าสัมผัส

LD LDI

AND ANI

OR ORI

ตามด้วยเบอร์

อุปกรณ์

2. คำสั่งเกี่ยวกับ

คอยล์

OUT

PLS PLF

SET RST

ตามด้วยเบอร์อุปกรณ์

คำสั่งที่จะนำหน้าด้วย

คำสั่งหน้าสัมผัสเสมอ

3. คำสั่งเกี่ยวกับ

ต่อเชื่อม

ANB ORB

MPS MRD MPP

ไม่มีเบอร์อุปกรณ์

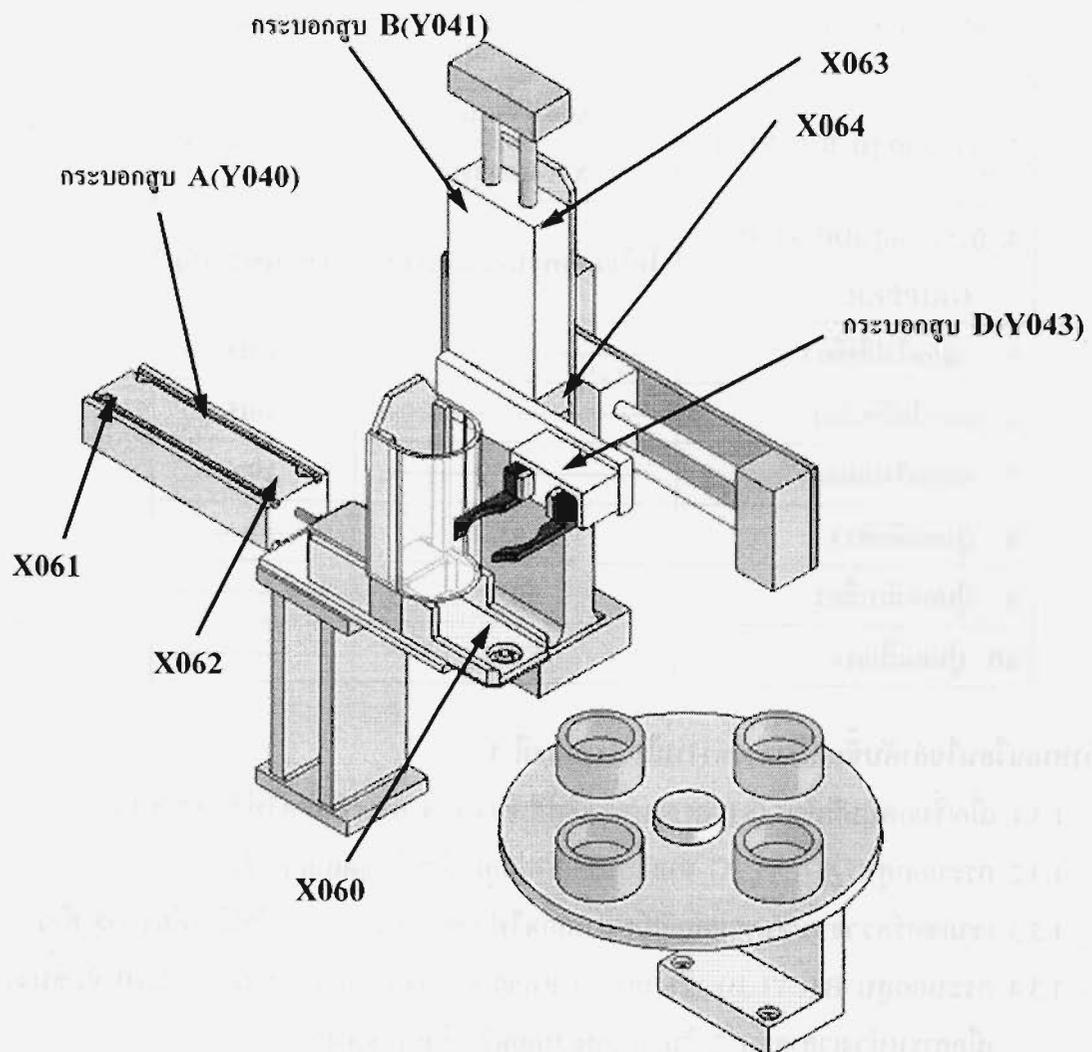
4. คำสั่งอื่นๆ

MC MCR

NOP END

	วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)	ใบทดลอง 1
	ใบทดลองที่ 1 การเขียนและออกแบบโปรแกรม Ladder โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน	หน้าที่ 1-6

- 1.1 จงเขียนและออกแบบโปรแกรม Ladder โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน ควบคุมการทำงานชุดฝึกดังในภาพที่ 1.2 ให้เป็นไปตามเงื่อนไขต่อไปนี้



ภาพที่ 1.2 แสดงภาพลักษณะการทำงานในงานทดลองที่ 1

	วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)	ใบประกอบ 1
	ใบประกอบที่ 1 การเขียนและออกแบบโปรแกรม Ladder โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน	หน้าที่ 1-7

### 1.2 กำหนดเบอร์อุปกรณ์ควบคุมการทำงานทางด้าน INPUT (X) และ OUTPUT (Y)

อุปกรณ์ทำงาน	INPUT (X)	OUTPUT (Y)
1. เซนเซอร์ตรวจจับชิ้นงาน	X060	-----
2. กระบอกลูกสูบ A (CYL.A)	X061(เข้าสุด)	Y040(5/2 1S)
	X062(ออกสุด)	
3. กระบอกลูกสูบ B (CYL.B)	X063(ขึ้นสุด)	Y041(5/2 1S)
	X064(ลงสุด)	
4. กระบอกลูกสูบD(CYL.D) GRIPPER	ให้ใช้การควบคุมด้วยเวลา	Y043(5/2 1S)
5. หลอดไฟสีเขียว	_____	Y014
6. หลอดไฟสีเหลือง	_____	Y015
7. หลอดไฟสีแดง	_____	Y016
8. ปุ่มกดสีเขียว	X036	-----
9. ปุ่มกดสีเหลือง	X037	-----
10. ปุ่มกดสีแดง	X040	-----

### 1.3 กำหนดเงื่อนไขลำดับขั้นตอนการทำงานใบประกอบที่ 1

- 1.3.1 เมื่อเริ่มกดปุ่มสีเขียว (START) หลอดไฟสีเขียว ON ก้าง หลอดไฟสีแดง OFF
- 1.3.2 กระบอกลูกสูบ A (CYL.A) ดันเลื่อนชิ้นงานอลูมิเนียมในชุดแมคคาซึน
- 1.3.3 เซนเซอร์ตรวจจับชิ้นงานอลูมิเนียม หลอดไฟสีเขียว OFF หลอดไฟสีเหลือง ON ก้าง
- 1.3.4 กระบอกลูกสูบ B (CYL.B) เลื่อนลง GRIPPER ของกระบอกลูกสูบ D (CYL.D) จับชิ้นงาน เมื่อการหน่วงเวลาคง 2 วินาที และ หลอดไฟสีเหลือง OFF
- 1.3.5 กระบอกลูกสูบ B (CYL.B) เลื่อนขึ้น หลอดไฟสีแดง ON จบการทำงาน

	<b>วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)</b>	<b>ใบประเมินผล ประลองที่ 1</b>
	<b>ใบประเมินผลประลองที่ 1</b> <b>การเขียนและออกแบบโปรแกรม Ladder โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน</b>	<b>หน้าที่ 1-8</b>

ชื่อนักศึกษา..... รหัสนักศึกษา.....  
 สาขาวิชา..... ชั้นปีที่..... วันที่.....

จุดให้คะแนน	คะแนน ที่ได้	ตัว คูณ	คะแนน รวม	คะแนน เต็ม
1. เขียนและออกแบบโปรแกรม Ladder โดยใช้คำสั่งพื้นฐาน		3		30
2. Run โปรแกรมทำงาน PLC		4		40
3. เวลาที่ใช้ในการประลอง		1		10
	รวม	8		80

$$\text{ผลคะแนนรวมที่ได้} \frac{\quad}{80} \times 100 = \quad \%$$

เวลามาตรฐาน 120 นาที เวลาที่ใช้ในการทำงาน..... นาที

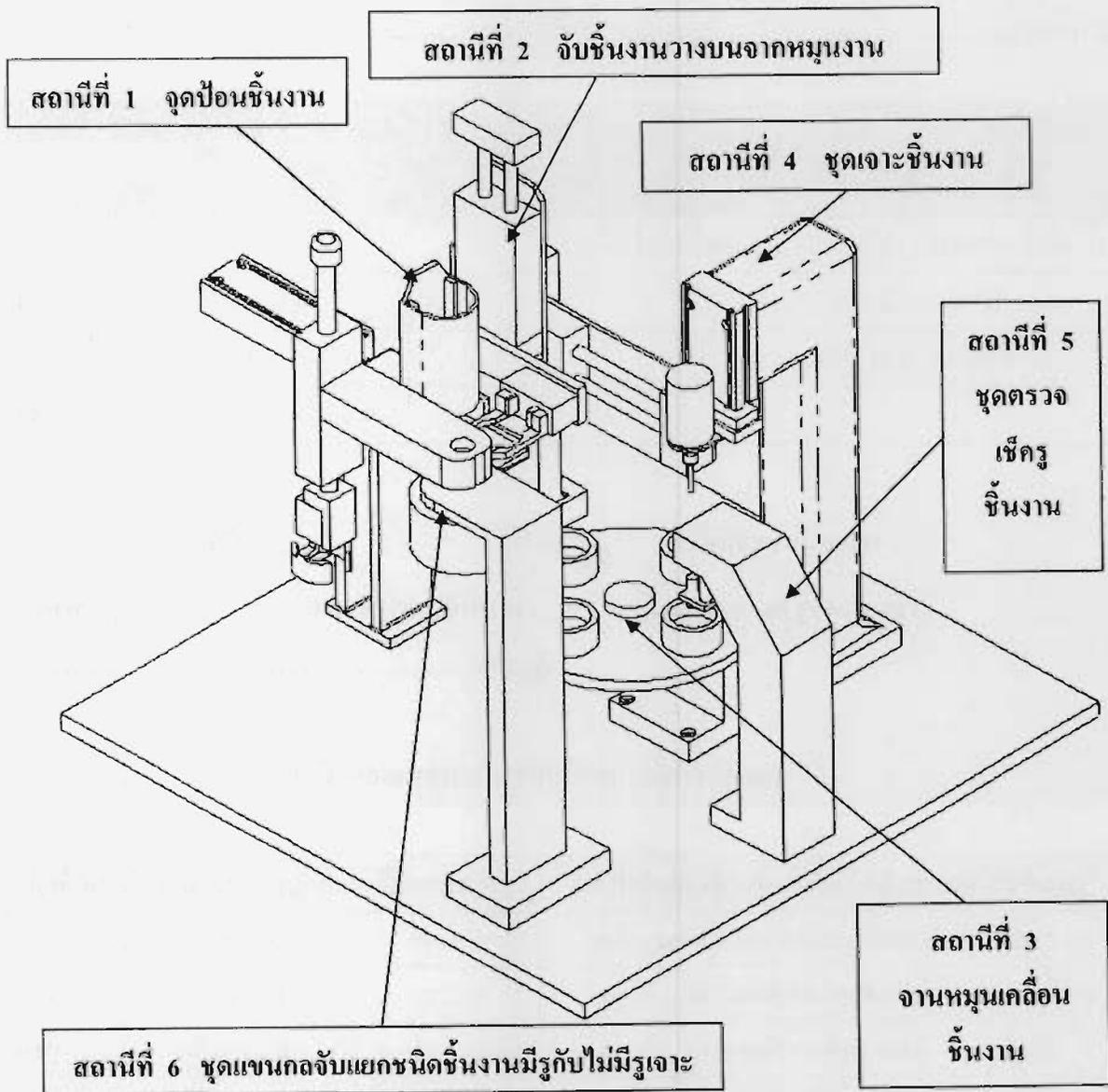
ผู้ตรวจ : .....

### เกณฑ์การให้คะแนนใบประเมินผลประลองที่ 1

เกณฑ์การให้คะแนนใบประเมินผลการประลองข้อที่ 1-2	เกณฑ์การให้คะแนนใบประเมินผลการประลองข้อที่ 3
10 คะแนน = RUN โปรแกรมทำงานได้อย่างถูกต้อง	10 คะแนน = ใช้เวลาน้อยกว่าที่กำหนด
7 คะแนน = โปรแกรมทำงานผิดพลาด 1-2 จุด	7 คะแนน = ใช้เวลามากกว่าที่กำหนด 1-10 นาที
3 คะแนน = โปรแกรมทำงานผิดพลาด 3-4 จุด	3 คะแนน = ใช้เวลามากกว่าที่กำหนด 11-20 นาที
1 คะแนน = โปรแกรมทำงานผิดพลาด 4-5 จุด	1 คะแนน = ใช้เวลามากกว่าที่กำหนด 21-30 นาที
0 คะแนน = ไม่มีผลงาน ไม่ทำอย่างไรเลย	0 คะแนน = ใช้เวลามากกว่าที่กำหนด 31 นาที

	วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)	ใบทดสอบ
	ใบทดสอบ การออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานชุดฝึกเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ	หน้าที่ 6-1

1. ให้นักศึกษาออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานชุดฝึกเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วย PLC ดังในภาพที่ 6.1 ให้ทำงานแบบ เลือก MODE การทำงานได้ เป็นไปตามเงื่อนไข ต่อไปนี้



ภาพที่ 6.1 แสดงภาพลักษณะการทำงานในใบทดสอบของชุดฝึกเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วย PLC



วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)

ใบทดสอบ

ใบทดสอบ

หน้าที่

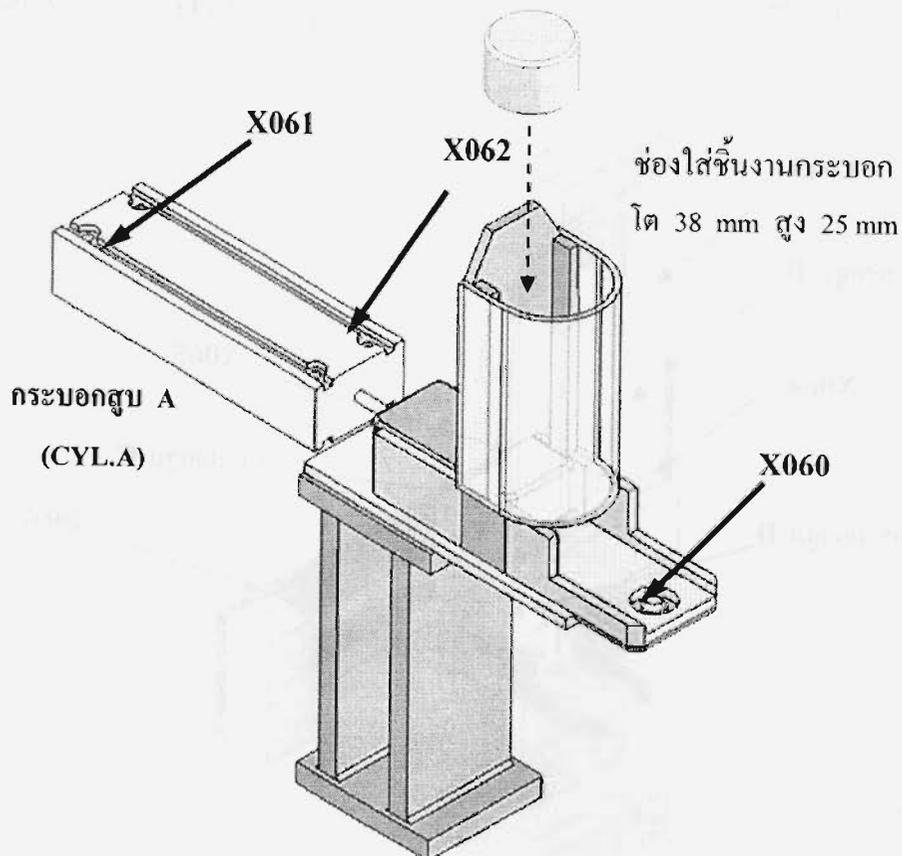
การออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานชุดฝึกเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ

6-2

2. กำหนดเบอร์อุปกรณ์ควบคุมการทำงานทางด้าน INPUT (X) และ OUTPUT (Y)

2.1 สถานีที่ 1 จุดป้อนชิ้นงาน

ชื่อและชนิดอุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ INPUT (X)	เบอร์อุปกรณ์ OUTPUT (Y)
สถานีที่ 1 จุดป้อนชิ้นงาน			
2.1.1 กระบอกลูกสูบ 2 ทาง 1 แกน	CYL.A	X060	Y040
		(ตรวจจับขึ้น)	(5/2 1S)
		X061(เข้า)	
		X062(ออก)	



ภาพที่ 6.2 แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ทางด้าน INPUT (X) และ OUTPUT (Y) ของจุดป้อนชิ้นงาน



วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)

ใบทดสอบ

ใบทดสอบ

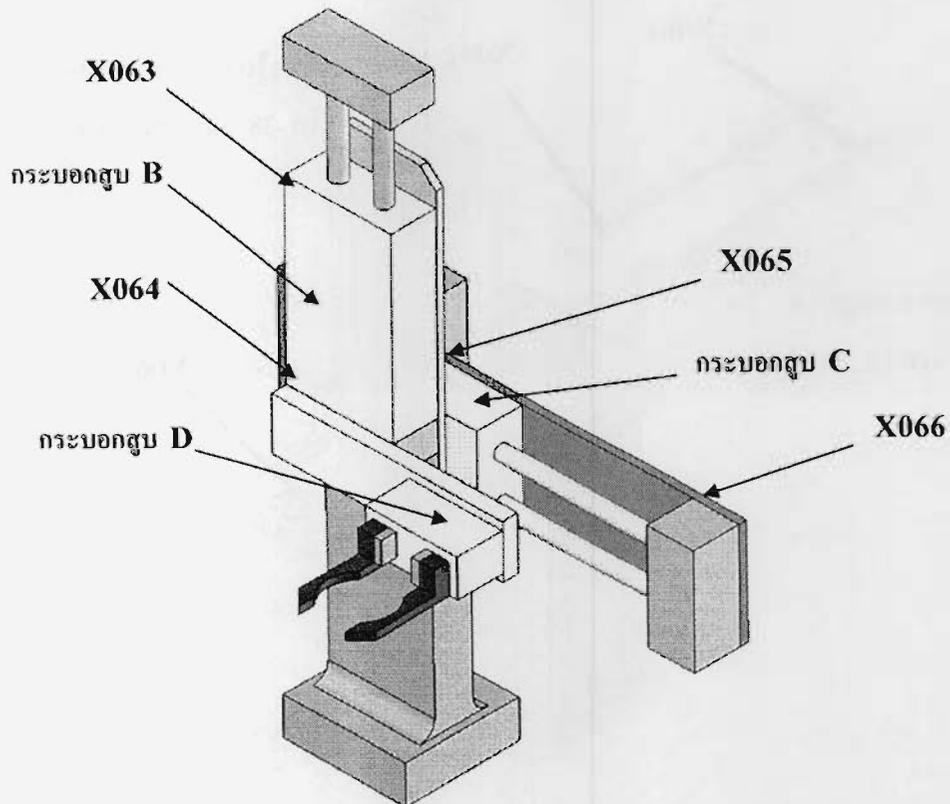
หน้าที่

การออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานชุดฝึกจะชิ้นงานอัตโนมัติ

6-3

## 2.2 สถานีที่ 2 จับชิ้นงานวางบนจานหมุนงาน

ชื่อและชนิดอุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ INPUT (X)	เบอร์อุปกรณ์ OUTPUT (Y)
สถานีที่ 2 จับวางชิ้นงานวางบนจานหมุนงาน			
2.2.1 กระบอกลูกสูบ 2 ทาง 2 แกน	CYL.B	X063(ขึ้น) X064(ลง)	Y041 (5/2 IS)
2.2.2 กระบอกลูกสูบ 2 ทาง 2 แกน	CYL.C	X065(เข้า) X066(ออก)	Y042 (5/2 IS)
2.2.3 กระบอกลูกสูบ 2 ทาง สำหรับจับชิ้นงาน	CYL.D	หน่วงด้วย	Y043
GRIPPER		เวลา (T)	(5/2 IS)

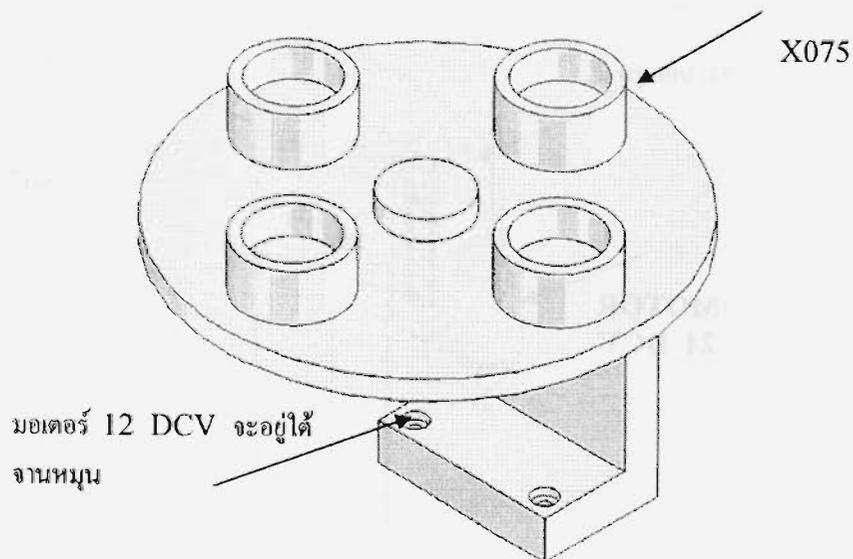


ภาพที่ 6.3 แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ทางด้าน INPUT (X) และ OUTPUT (Y) ชุดจับชิ้นงานวางบนจานหมุนงาน

	วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)	ใบทดสอบ
	ใบทดสอบ การออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานชุดฝึกเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ	หน้าที่ 6-4

### 2.3 สถานีที่ 3 งานหมุนเคลื่อนชิ้นงาน

ชื่อและชนิดอุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ INPUT (X)	เบอร์อุปกรณ์ OUTPUT (Y)
สถานีที่ 3 งานหมุนเคลื่อนชิ้นงาน			
2.3.1 MOTOR 12 DCV	MOTOR	X075	Y052
ตัวงานหมุนเคลื่อนชิ้นงานนี้จะหยุดหมุนทุกๆ 90 องศาโดยได้รับสัญญาณจากลิมิตสวิตช์ X076	12 DCV	(ลิมิตสวิตช์ปกติเปิด)	(รีเลย์ควบคุมสั่งให้มอเตอร์
สวิตช์ X076		-NO-	12 DCV ทำ
		ควบคุมการ	การหมุน)
		หมุนครั้ง 90°	

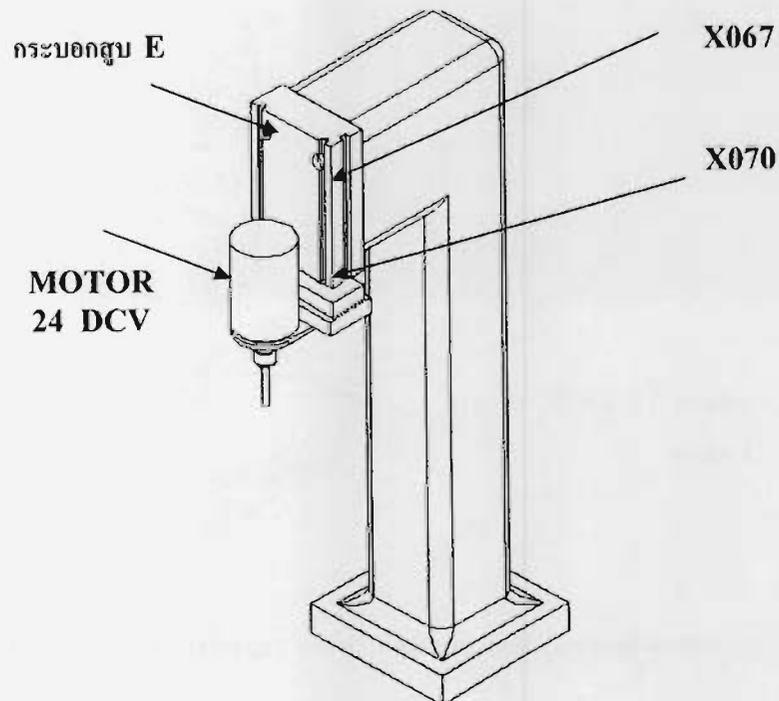


ภาพที่ 6.4 แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ทางด้าน INPUT (X) และ OUTPUT (Y) ของชุดงานหมุนเคลื่อนชิ้นงาน

	วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)	ใบทดสอบ
	ใบทดสอบ การออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของชุดฝึกเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ	หน้าที่ 6-5

#### 2.4 สถานีที่ 4 ชุดเจาะชิ้นงาน

ชื่อและชนิดอุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ INPUT (X)	เบอร์อุปกรณ์ OUTPUT (Y)
สถานีที่ 4 ชุดเจาะชิ้นงาน			
2.4.1 กระบอกลูกสูบ 2 ทาง 2 แกน	CYLE	X067(ขึ้น)	Y044
		X070(ลง)	(5/2 IS)
2.4.2 มอเตอร์สำหรับเจาะชิ้นงาน	MOTOR	ใช้การควบคุมด้วยเวลา	Y051
MOTOR 24 DCV	24 DCV		(รีเลย์สำหรับควบคุม)
		(T)	ควบคุม
			MOTOR24DCV

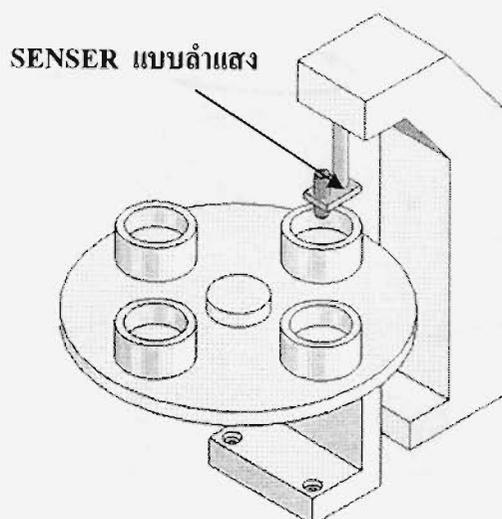


ภาพที่ 6.5 แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ทางด้าน INPUT (X) และ OUTPUT (Y) ของชุดเจาะชิ้นงาน

	วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)	ใบทดสอบ
	ใบทดสอบ การออกแบบและเขียน โปรแกรมควบคุมการทำงานชุดฝึกเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ	หน้าที่ 6-6

### 2.5 สถานีที่ 5 ชุดตรวจเช็ครูชิ้นงาน

ชื่อและชนิดอุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ INPUT (X)	เบอร์อุปกรณ์ OUTPUT (Y)
สถานีที่ 5 ชุดตรวจเช็ครูชิ้นงาน			
SENER แบบลำแสง			
BROWIN + V			
BLUE - V			
BLAOK OUY 1 -----		X074(ต่อไว้)	
WHITE OUY 2 -----		X080(ไม่ต่อ)	

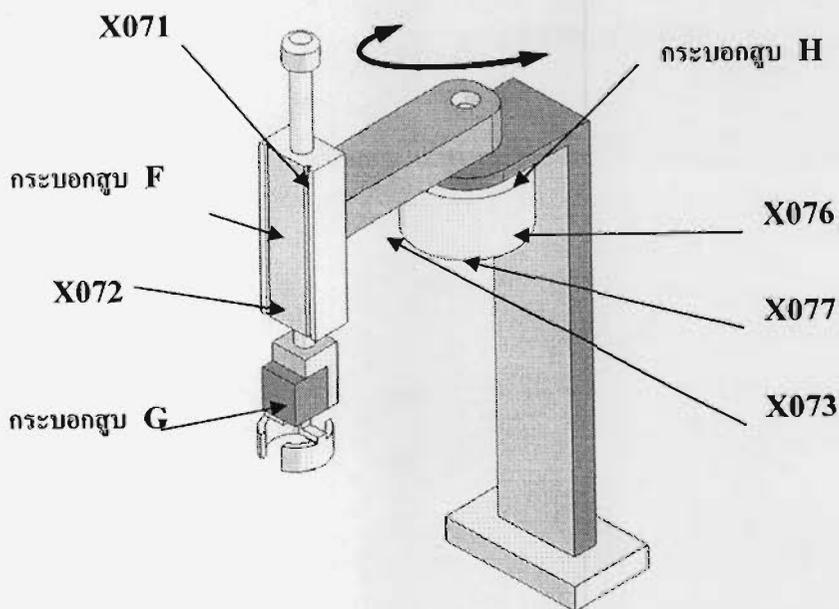


ภาพที่ 6.6 แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ทางด้าน INPUT (X) และ OUTPUT (Y) ของชุดตรวจเช็ครูชิ้นงาน

	วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)	ใบทดสอบ
	ใบทดสอบ การออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานชุดฝึกเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ	หน้าที่ 6-7

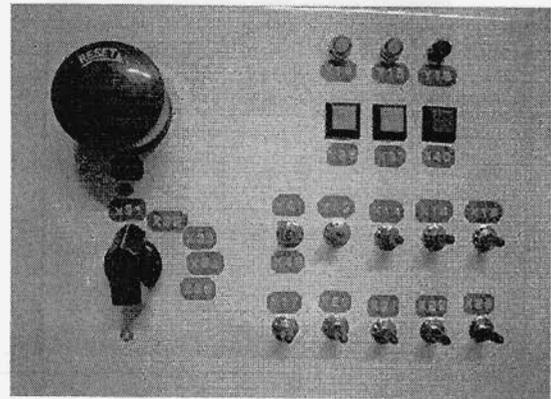
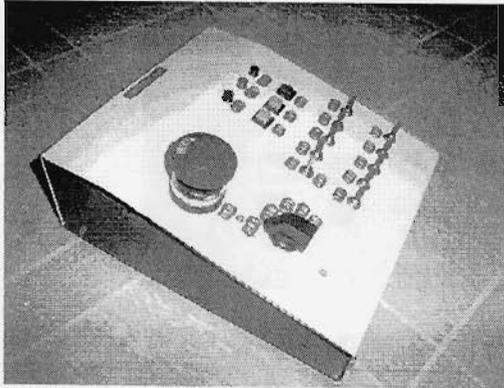
2.6 สถานีที่ 6 ชุดแขนกลจับแยกชนิดชิ้นงานมีรูกับไม่มีรูเจาะ

ชื่อและชนิดอุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ INPUT (X)	เบอร์อุปกรณ์ OUTPUT (Y)
สถานีที่ 6. ชุดแขนกลจับแยกชนิดชิ้นงานมีรูกับไม่มีรูเจาะ			
2.6.1 กระบอกลูกสูบ 2 ทาง 1 แกน	CYL.F	X071(ขึ้น)	Y045
		X072(ลง)	(5/2 1S)
2.6.2 กระบอกลูกสูบ 2 ทาง สำหรับจับชิ้นงาน GRIPPER	CYL.G	หน้าวงด้วย	Y046
		เวลา (T)	(5/2 1S)
2.6.3 กระบอกลูกสูบแบบหมุน 180 องศา	CYL.H	X073(จับงาน)	Y047 (ออก)
		เข้าสุด	Y050 (เข้า)
		X077 (กลาง)	(5/3 DS)
		X076(ออกสุด)	



ภาพที่ 6.7 แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ทางด้าน INPUT (X) และ OUTPUT (Y) ของชุดแขนกลจับแยกชนิดชิ้นงานมีรูกับไม่มีรูเจาะ

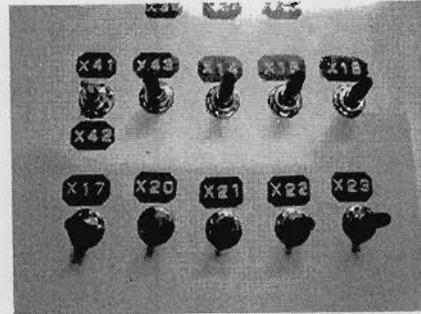
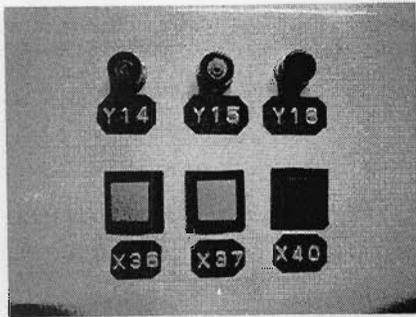
	วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)	ใบทดสอบ
	ใบทดสอบ การออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของชุดฝึกเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ	หน้าที่ 6-8



2.7. ตารางแสดงรายละเอียดและเบอร์อุปกรณ์ INPUT และ OUTPUT ของชุดกล่อง CONTROL BOX

ชื่อและชนิดอุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ INPUT (X)	เบอร์อุปกรณ์ OUTPUT (Y)
2.7.1 ปุ่มกดหยุดฉุกเฉิน	X030	
2.7.2 ชุดสวิตช์หมุนปรับแบบเลือก MOAD การทำงาน		
5 ตำแหน่ง		
ตำแหน่งที่ 1 = RESET(เตรียมพร้อม)	X031	
ตำแหน่งที่ 2 = MANUAL(ควบคุมด้วยมือ)	X032	
ตำแหน่งที่ 3 = STEP(ทำงานทีละสเตป)	X033	
ตำแหน่งที่ 4 = ONE CYCLE(ทำงาน 1 รอบ)	X034	
ตำแหน่งที่ 5 = AUTOMATIC(ทำงานอัตโนมัติ)	X035	
2.7.3 ชุดหลอดไฟแสดงการทำงาน		
2.7.3.1 หลอดไฟสีเขียวแสดงการเริ่มทำงาน (START)		Y014
2.7.3.1 หลอดไฟสีเหลืองแสดงการเตรียมพร้อม (RESET)		Y015
2.7.3.1 หลอดไฟสีแดงแสดงการหยุดทำงาน (STOP)		Y016

	วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)	ใบทดสอบ
	ใบทดสอบ การออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานชุดฝึกเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ	หน้าที่ 6-9



### 2.7 ตารางแสดงรายละเอียดและเบอร์อุปกรณ์ INPUT และ OUTPUT ของชุดกล่อง CONTROL BOX(ต่อ)

ชื่อและชนิดอุปกรณ์ทำงาน	เบอร์อุปกรณ์ INPUT (X)	เบอร์อุปกรณ์ OUTPUT (Y)
2.7.4 ชุดปุ่มกด 3 ปุ่ม		
2.7.4.1 ปุ่มกดสีเขียว START	X036	
2.7.4.2 ปุ่มกดสีเหลือง RESET	X037	
2.7.4.3 ปุ่มกดสีแดง STOP	X040	
2.7.5 ชุดสวิทช์โยก 10 ตัว		
2.7.5.1 -ควบคุมการทำงาน MOTOR 12 DCV	X041	Y052
-ควบคุมการทำงาน MOTOR 24 DCV	X042	Y051
2.7.5.2 -ควบคุมการทำงาน CYLA	X043	Y040
2.7.5.3 -ควบคุมการทำงาน CYL.B	X014	Y041
2.7.5.4 -ควบคุมการทำงาน CYL.C	X015	Y042
2.7.5.5 -ควบคุมการทำงาน CYL.D	X016	Y043
2.7.5.6 -ควบคุมการทำงาน CYL.E	X017	Y044
2.7.5.7 -ควบคุมการทำงาน CYL.F	X020	Y045
2.7.5.8 -ควบคุมการทำงาน CYL.G	X021	Y046
2.7.5.9 -ควบคุมการทำงาน CYL.H	X022(ออก)	Y047(ออก)
2.7.5.10 -ควบคุมการทำงาน CYL.H	X023(เข้า)	Y050(เข้า)

	<b>วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)</b>	<b>ใบทดสอบ</b>
	<b>ใบทดสอบ</b> <b>การออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานชุดฝึกเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ</b>	<b>หน้าที่</b> <b>6-10</b>
<p><b>3. กำหนดเงื่อนไขให้นักศึกษาออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานชุดฝึกเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วย PLC ให้สามารถ เลือก MODE การทำงานได้ 5 MODE โดยเป็นไปตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้ (ให้เลือกใช้ ปุ่มกด หลอดไฟ และสวิทช์แบบเลือก MODE 5 ตำแหน่ง จากตารางแสดงรายละเอียดและบอร์ด อุปกรณ์ INPUT และ OUTPUT ของชุดกล่อง CONTROL BOX)</b></p> <p>3.1 ก่อนเริ่ม START ให้ทำการเช็คตำแหน่งงาน และให้มีไฟแสดงสภาวะการทำงานด้วย</p> <p>3.2 สถานีที่ 1 จุดป้อนชิ้นงาน CYLA คั้นชิ้นงานออกสุด X060 ตรวจสอบมีชิ้นงาน ทำให้</p> <p>3.3 สถานีที่ 2 จับชิ้นงานที่ตำแหน่ง X060 นำไปวางบนงานหมุน</p> <p>3.4 สถานีที่ 3 งานหมุนเคลื่อนชิ้นงาน หยุดหมุนเมื่อชนลิมิตสวิทช์ปกติเปิดที่ตำแหน่ง X075</p> <p>3.5 สถานีที่ 4 ชุดเจาะชิ้นงานจะเคลื่อนที่ลงเจาะชิ้นงานบนงานหมุน เจาะเสร็จเคลื่อนที่กลับ</p> <p>3.6 สถานีที่ 3 งานหมุนเคลื่อนชิ้นงาน ต่อหยุดหมุนเมื่อชนลิมิตสวิทช์ปกติเปิดที่ตำแหน่ง X075</p> <p>3.7 สถานีที่ 5 ชุดตรวจจับรูชิ้นงาน ตรวจสอบรูเจาะในชิ้นงาน ถ้าไม่มีรู X074 จะ ON แต่ถ้าไม่มีรู X074 จะ OFF เพื่อส่งผลให้กับ สถานีที่ 6 ชุดแขนกลจับแยกชนิดชิ้นงานมีรูกับไม่มีรูเจาะ</p> <p>3.8 สถานีที่ 3 งานหมุนเคลื่อนชิ้นงาน ต่อหยุดหมุนเมื่อชนลิมิตสวิทช์ปกติเปิดที่ตำแหน่ง X075</p> <p>3.9 สถานีที่ 6 ชุดแขนกลจับแยกชนิดชิ้นงานมีรูกับไม่มีรูเจาะ จะทำการจัดแยกชิ้นงาน ถ้ามีรูจะยิบชิ้นงานไปวางที่ตำแหน่ง X076 แต่ถ้าไม่มีรูจะยิบชิ้นงานไปวางที่ตำแหน่ง X077 แล้วเคลื่อนที่กลับมายังตำแหน่ง X073</p> <p>3.10 จบการทำงานสามารถทำงานเลือก MODE การทำงานอัตโนมัติ ควบคุมด้วยมือ RESET ทีละสเตป และทำงาน 1 รอบ</p>		

	<b>วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)</b>	<b>ใบประเมินผล ทดสอบ</b>
	<b>ใบประเมินผลทดสอบ</b> การเขียนและออกแบบโปรแกรม การเลือก MODE การทำงาน	<b>หน้าที่</b> 6-11

ชื่อนักศึกษา..... รหัสนักศึกษา.....  
 สาขาวิชา..... ชั้นปีที่..... วันที่.....

จุดให้คะแนน	คะแนน ที่ได้	ตัว คูณ	คะแนน รวม	คะแนน เต็ม
1. เขียนโปรแกรมคำสั่งเลือก MODE RESET		3		30
2. เขียนโปรแกรมคำสั่งเลือก MODE MUNUAL		3		30
3. เขียนโปรแกรมคำสั่งเลือก MODE STEP		3		30
4. เขียนโปรแกรมคำสั่งเลือก MODE 1 CYCLE		3		30
5. เขียนโปรแกรมคำสั่งเลือก MODE AUTOMATIC		3		40
6. Run โปรแกรมทำงาน PLC แบบเลือก MODE การทำงาน		4		30
7. เวลาที่ใช้ในการประลอง		1		10
	รวม	20		200

ผลคะแนนรวมที่ได้  $\frac{\quad}{200} \times 100 = \quad \%$

เวลามาตรฐาน 180 นาที      เวลาที่ใช้ในการทำงาน  $\quad$  นาที

ผู้ตรวจ : .....

**เกณฑ์การให้คะแนนใบประเมินผลทดสอบ**

เกณฑ์การให้คะแนนใบประเมินผลทดสอบข้อที่ 1-6	เกณฑ์การให้คะแนนใบประเมินผลทดสอบข้อที่ 7
10 คะแนน = RUNโปรแกรมทำงานได้อย่างถูกต้อง	10 คะแนน = ใช้เวลาน้อยกว่าที่กำหนด
7 คะแนน = โปรแกรมทำงานผิดพลาด 1-2 จุด	7 คะแนน = ใช้เวลามากกว่าที่กำหนด 1-10 นาที
3 คะแนน = โปรแกรมทำงานผิดพลาด 3-4 จุด	3 คะแนน = ใช้เวลามากกว่าที่กำหนด 11-20 นาที
1 คะแนน = โปรแกรมทำงานผิดพลาด 4-5 จุด	1 คะแนน = ใช้เวลามากกว่าที่กำหนด 21-30 นาที
0 คะแนน = ไม่มีผลงาน ไม่ทำอย่างไรเลย	0 คะแนน = ใช้เวลามากกว่าที่กำหนด 31 นาที



วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)

ใบเฉลย  
ทดสอบ

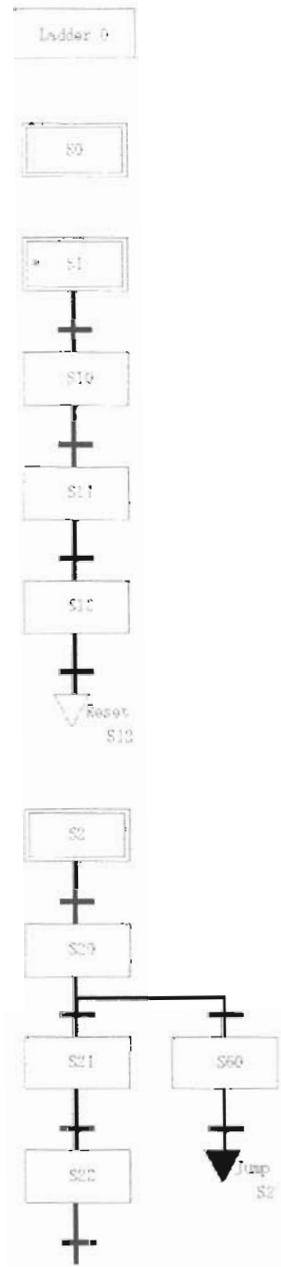
ใบเฉลยทดสอบ

หน้าที่

การออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานชุดฝึกเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ

7-11

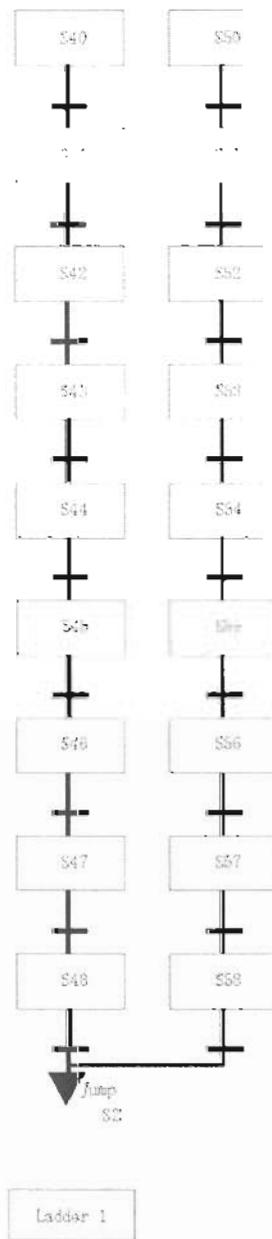
Figure 5.7.1. Machine





	<b>วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)</b>	<b>ใบเฉลย ทดสอบ</b>
	<b>ใบเฉลยทดสอบ</b> การออกแบบและเขียน โปรแกรมควบคุมการทำงานชุดฝึกเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ	<b>หน้าที่ 7-13</b>

\*\*\*\* S P Q \*\*\*\*





วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)

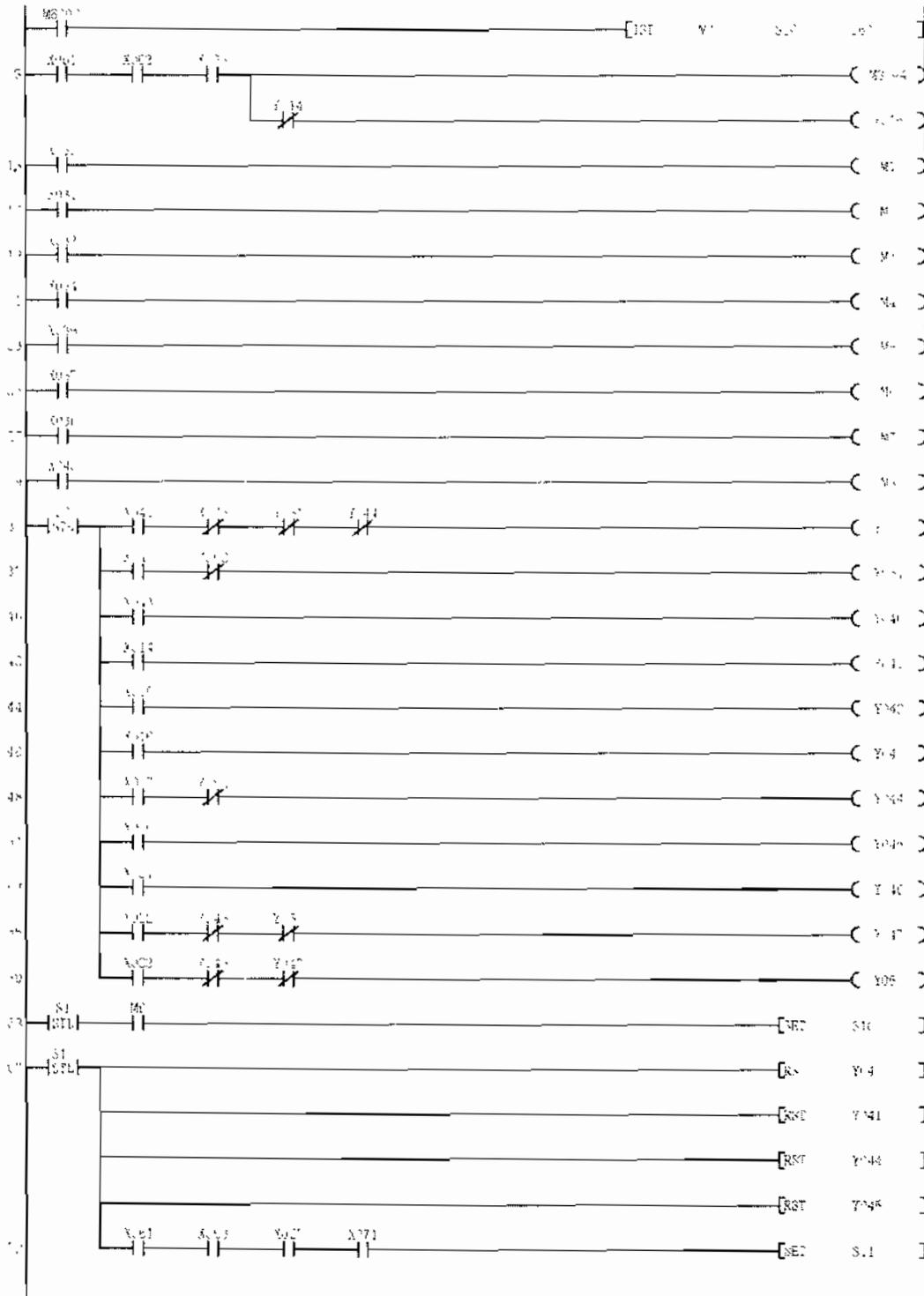
ใบเฉลย  
ทดสอบ

ใบเฉลยทดสอบ

หน้าที่

การออกแบบและเขียน โปรแกรมควบคุมการทำงานชุดฝึกงานอัตโนมัติ

7-14







วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)

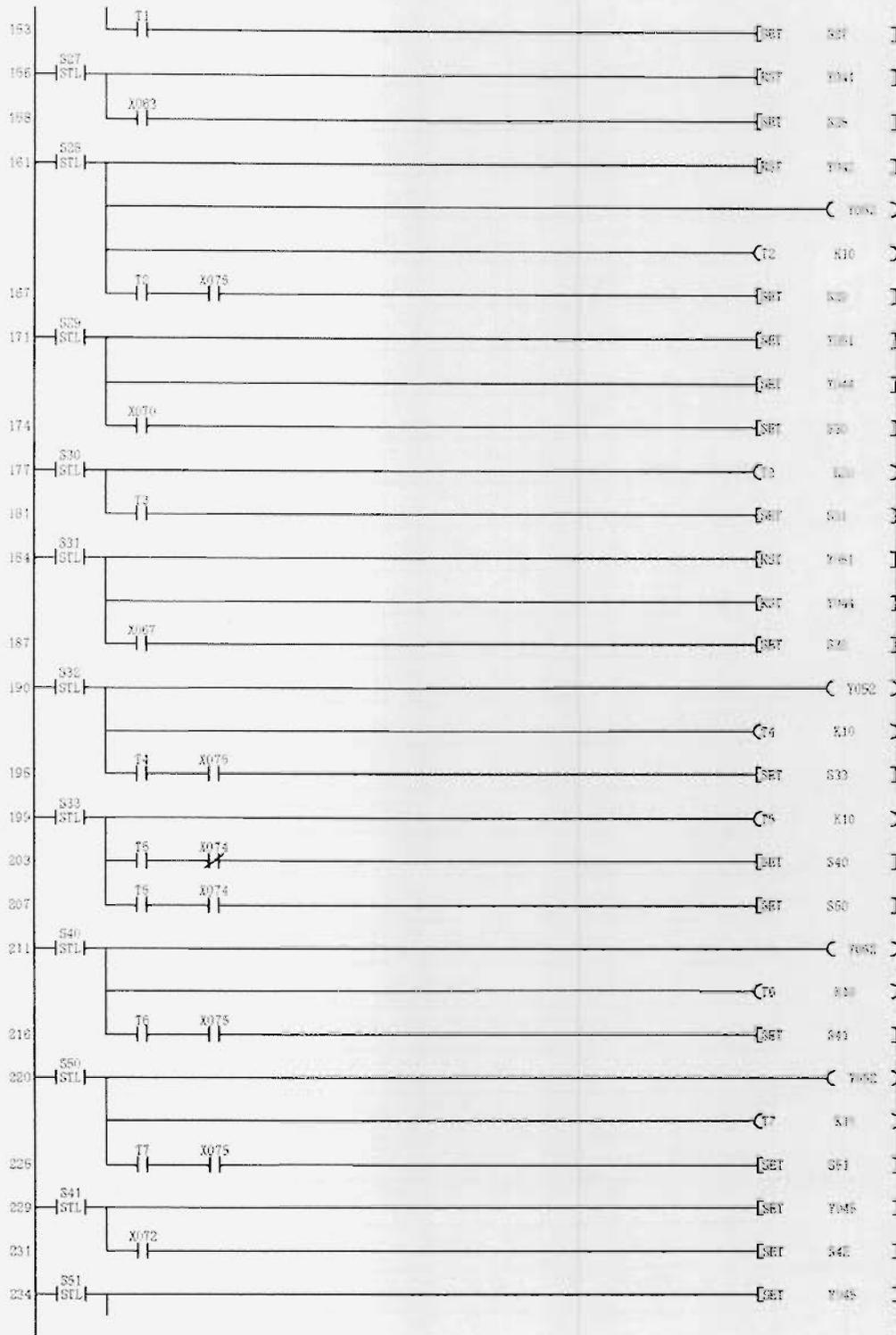
ใบเฉลย  
ทดสอบ

ใบเฉลยทดสอบ

หน้าที่

การออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของชุดฝึกเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ

7-16





วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)

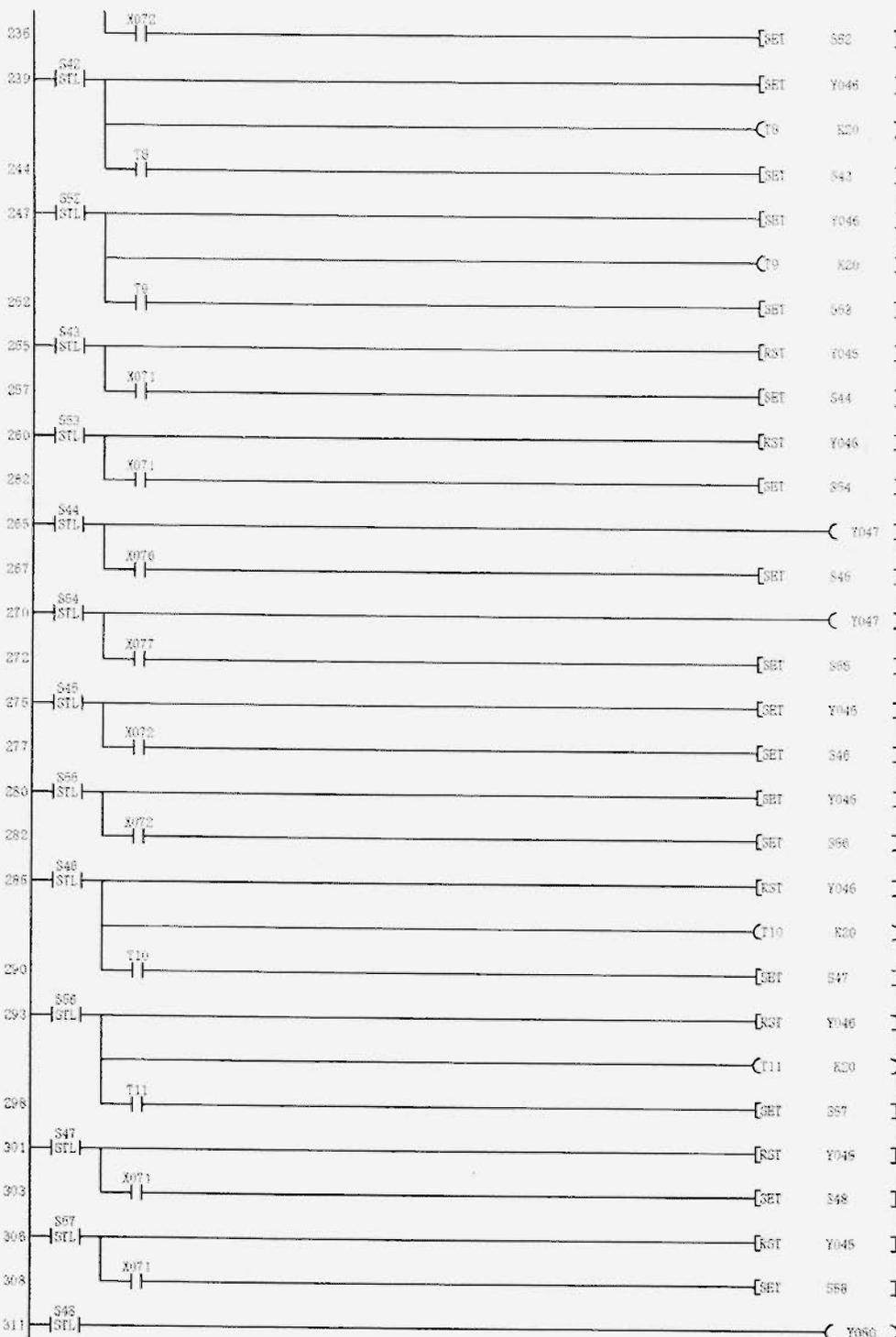
ใบเฉลย  
ทดสอบ

ใบเฉลยทดสอบ

หน้าที่

การออกแบบและเขียน โปรแกรมควบคุมการทำงานชุดฝึกเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ

7-17





วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 (213361)

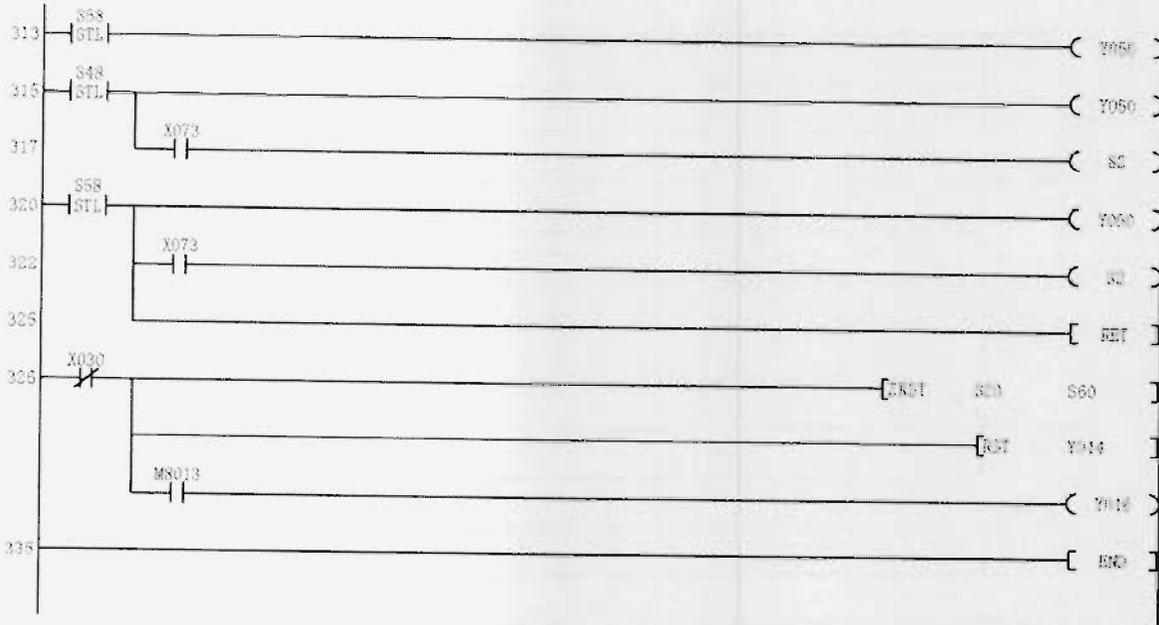
ใบเฉลย  
ทดสอบ

ใบเฉลยทดสอบ

หน้าที่

การออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของชุดฝึกเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ

7-18



## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายวสันต์ สิละธนาฤกษ์  
 วิทยานิพนธ์เรื่อง : การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิต  
 เจาะชิ้นงานอัดโน้มัดด้วยพีแอลซี  
 สาขาวิชา : เครื่องกล

## ประวัติ

## ประวัติส่วนตัว

เกิดวันที่ 6 พฤศจิกายน 2519 อายุ 30 ปี สถานที่เกิดกรุงเทพฯ ที่อยู่ปัจจุบัน 169/11  
 ซอย จรัญสนิทวงศ์ 9/1 แขวงวัดท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ รหัสไปรษณีย์ 106000

## ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ. 2534 สำเร็จการศึกษาระดับ มัธยมศึกษาปีที่ 3 จาก โรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพล

ปี พ.ศ. 2538 สำเร็จการศึกษาระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สายวิชาช่าง  
 อุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์ จาก โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม

ปี พ.ศ. 2540 สำเร็จการศึกษาระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สายวิชาช่าง  
 อุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์ จาก โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม

ปี พ.ศ. 2543 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (อส.บ)  
 สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ปี พ.ศ. 2545 สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพครู หลักสูตร 1 ปี  
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

## ประวัติการทำงาน

ปี พ.ศ. 2542 ถึง ปี พ.ศ. 2543 เป็นอาจารย์ประจำแผนกช่างยนต์ ปวช.3 ภาควิชา  
 เครื่องกล โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม (ช่างกลสยาม)

ปี พ.ศ. 2543 ถึง ปี พ.ศ. 2544 เป็นอาจารย์ประจำแผนกช่างยนต์ ปวช.1 ภาควิชา  
 เครื่องกล โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม (ช่างกลสยาม)

ปี พ.ศ. 2544 ถึง ปี พ.ศ. 2549 เป็นอาจารย์ประจำแผนกช่างยนต์ ปวช.2 ภาควิชา  
 เครื่องกล โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ถึงปัจจุบัน