การพัฒนาสื่อการเรียน ออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ

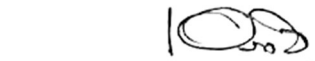
นายปิยะพงษ์ ยารวง

เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเพื่อการพัฒนางานประจำ

กรกฎาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

อาจารย์ที่ปรึกษา ได้พิจารณาผลการศึกษาวิจัยเพื่อการพิจารณางานประจำ เรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียน ออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ ฉบับนี้เป็นที่เรียบร้อยแล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเพื่อการพัฒนางานประจำของ มหาวิทยาลัยพะเยา



.....

(ผศ.ดร.เอราวิล ถาวร)

อาจารย์ที่ปรึกษา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากเงินอุดหนุนการทำวิจัยเพื่อการพัฒนางานประจำ (Routine to Research : R2R) โดยใช้งบประมาณปี 2564 ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณคณะผู้บริหารมหาวิทยาลัยพะเยา เป็นอย่างสูงต่อการสนับสนุนการทำวิจัยเรื่องการพัฒนาสื่อการเรียนออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ

ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณาจารย์ และเพื่อนร่วมงานทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และช่วยเหลือในด้านต่างๆเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เธราวิล ถาวร ที่ให้ความรู้และคำแนะนำ ตรวจแก้ไขและข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนทำให้การวิจัยครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดาและครอบครัวของคณะผู้วิจัยทุกท่านที่คอยเป็นกำลังใจและให้ความสนับสนุนในทุกๆ ด้านแก่ผู้วิจัยเสมอมา คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศให้แด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์ต่อมหาวิทยาลัยพะเยา

.....

(นายปิยะพงษ์ ชารวง)

ตำแหน่ง.....ครู.....

ผู้ดำเนินงานวิจัย

ชื่อเรื่องโครงการ การพัฒนาสื่อการเรียน ออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ

The Development of Online Learning Media for CNC Milling Machine Programming and Control in Industrial Engineering Programming Course.

หัวหน้าโครงการ

ชื่อ–สกุล	ปิยะพงษ์ ยารวง
หน่วยงาน	คณะวิศวกรรมศาสตร์
ที่อยู่	24 หมู่ 11 ต.ดอยลาน อ.เมืองเชียงราย จ.เชียงราย 57000
โทรศัพท์/โทรสาร	0813867472
E–mail address	Piyapong6050@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นิสิตชั้นปีที่ 3 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ จำนวน 45 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบเจาะจงจำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ สื่อการเรียนออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบหลังการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ ที่มีต่อสื่อการเรียน ออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t–test)

ผลการศึกษาพบว่า สื่อการเรียนออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ ที่สร้างขึ้นนิสิตมีความเข้าใจและพอใจจากการเรียนโดยใช้สื่อการเรียน ออนไลน์ อยู่ในระดับปานกลางและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E1 มีค่าเท่ากับ 82.81, E2 มีค่าเท่ากับ 78.67 ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ สื่อการเรียน,ซีเอ็นซีงานกัด,ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Abstract

This research studies to create and find the effectiveness of online learning media for programming and controlling CNC milling machines in industrial engineering programming course, school of engineering university of Phayao. The population sizes used in this study are 45 3rd year students in industrial engineering program. The sample sizes of 40 are obtained by specific random sampling. The tools are used to collect the data as: online learning media for programming and controlling CNC milling machines in industrial engineering programming course school of engineering, achievement evaluation test, posttest, and satisfaction questionnaire for the online learning media statistical tools for data analysis are mean, percentage, standard deviation, and t–test.

The results of this study show that the online learning media are effective. The understanding and satisfaction of the students for the media is moderate. The efficiency of the criteria E1 is 82.81 and E2 is 78.67. The result implies that the learning is achieve. Moreover, posttest scores are higher than the pretest scores significantly statistical at the 0.01 level.

Keywords: learning media, CNC milling, Learning achievement

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	
	ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
	ขอบเขตการวิจัย	2
	ระเบียบวิธีวิจัย	3
	นิยามศัพท์	4
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
2	**ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	
	ทฤษฎี พื้นฐานเทคโนโลยีซีเอ็นซีและซีเอ็นซีงานกัด	6
	หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี CNC	6
	เงื่อนไขในการตัดเฉือนสำหรับงานกัด CNC	19
	คำสั่ง G Code สำหรับงานกัด CNC	24
	พื้นฐานการเขียนโปรแกรม NC	32
	ความปลอดภัยและการบำรุงรักษาเครื่องจักรกล CNC	39
	การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง	41
	กรอบแนวคิดการวิจัย	47
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	
	1. จัดทำสื่อการเรียนการสอนออนไลน์ หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ	48
	2. ประเมินประสิทธิภาพสื่อการเรียนออนไลน์ ประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการเรียน ของนิสิตผู้เรียน หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ	51
	การตีความหมายผลการคำนวณ	53

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	การตีความหมายผลการคำนวณ	53
	3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ของนิสิตระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3	59
4	**ผลการศึกษา**	
	1. การวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจสื่อการเรียนออนไลน์	60
	2. วิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อการเรียนออนไลน์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	63
	2.1 ประเมินประสิทธิภาพสื่อการเรียนการสอนออนไลน์	63
	2.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน รายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ของนิสิตระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3	68
5	**สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ**	
	สรุปผลการศึกษาวิจัย	70
	อภิปรายผล	71
	ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	71
บรรณานุกรม		72
ภาคผนวก		74
ประวัติผู้วิจัย		85

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ตัวอย่างการให้ขนาดแบบสัมบูรณ์.....	18
2	ตัวอย่างการให้ขนาดแบบต่อเนื่องหรือแบบสัมพัทธ์.....	18
3	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างของเครซี่และมอร์แกน.....	43
4	ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามเพศ.....	60
5	ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ (รหัสวิชา 264311)	61
6	ค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน E1 จากคะแนนของนิสิตที่ได้ทำแบบทดสอบหลังเรียนจากสื่อการเรียนออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ.....	63
	ค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน E2 จากคะแนนของนิสิตที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจากสื่อการเรียนออนไลน์สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ.....	65
8	ผลการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E1/ E2 กาหนดเกณฑผ่านไว้ที่ 80/ 80 ของสื่อการเรียนออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 3.....	67
9	ผลคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สื่อการเรียนออนไลน์ การเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 3.....	68
10	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนิสิตที่เรียนออนไลน์ การเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 3.	69

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	แสดงหลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี.....	7
2	แสดงตัวอย่างเครื่องซีเอ็นซีกัด 3 แกน (CNC Milling 3 – axis).....	11
3	ชุดควบคุม (CNC Controller).....	12
4	ระบบแกนและระนาบของเครื่อง CNC Milling.....	12
5	แสดงกฎมือขวาใช้ในการกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรกล CNC...	13
6	แสดงตัวอย่างระนาบ XY บนเครื่องกัด CNC.....	14
7	แสดงตัวอย่างระนาบ XZ บนเครื่องกัด CNC.....	14
8	แสดงตัวอย่างระนาบ YZ บนเครื่องกัด CNC.....	15
9	แสดงตัวอย่างจุดศูนย์ของเครื่องกัด CNC.....	15
10	แสดงตัวอย่างอ้างอิงของเครื่องกัด CNC.....	16
11	แสดงตัวอย่างจุดศูนย์ของชิ้นงานบนเครื่องกัด CNC.....	17
12	แสดงตัวอย่างการกำหนดจุด.....	17
13	แสดงตัวอย่างเครื่องมือตัดสำหรับงานเจาะ.....	20
14	แสดงตัวอย่างเอ็นมิลล์ (End mill).....	20
15	แสดงตัวอย่างเฟซมิลล์ (Face mill).....	21
16	แสดงตัวอย่างอุปกรณ์จับยึดเครื่องมือสำหรับระบบรูเพลา.....	22
17	แสดงตัวอย่าง G00 สำหรับงานกัด.....	24
18	แสดงตัวอย่าง G01 สำหรับงานกัด.....	25
19	การเคลื่อนที่แนวส่วนโค้ง.....	25
20	ขนาดความยาวเครื่องมือตัด.....	26
21	การตั้งความยาวเครื่องมือตัด.....	27
22	การชดเชยรัศมีเครื่องมือตัด.....	27
23	ตัวอย่างการชดเชยรัศมีเครื่องมือตัดไปทางซ้าย (G41 D_).....	28
24	ตัวอย่างการชดเชยรัศมีเครื่องมือตัดไปทางซ้าย (G42 D_).....	28
25	การกำหนดจุดศูนย์กลางแบบสัมบูรณ์.....	29
26	ตัวอย่างการกำหนดจุดศูนย์กลางแบบสัมบูรณ์.....	29

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
27	การกำหนดจุดศูนย์กลางแบบต่อเนื่อง.....	30
28	ตัวอย่างการกำหนดจุดศูนย์กลางแบบต่อเนื่อง.....	30
29	ตัวอย่างการเคลื่อนที่แนวส่วนโค้งแบบรัศมี ที่มุมน้อยกว่า 180 องศา กำหนดรัศมีเป็นค่าบวก R > 0.....	31
30	ตัวอย่างการเคลื่อนที่แนวส่วนโค้งแบบรัศมี ที่มุมมากกว่า 180 องศา กำหนดรัศมีเป็นค่าลบ R < 0.....	31
31	แสดงลักษณะของคำ (Word).....	34
32	ตัวอย่างการเขียนหัวโปรแกรม (Fanuc Control).....	35
33	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนในการสุ่มตัวอย่างกับขนาดของกลุ่มตัวอย่าง.....	42
34	กรอบแนวคิดการวิจัย.....	47
35	การบันทึกวีดีโอ PowerPoint.....	49
36	การบันทึกวีดีโอสอนการใช้โปรแกรมจำลองการใช้งานเครื่อง CNC งานกัด.....	50
37	ตัวอย่างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (Pre-test / Post-test).....	51
38	ตัวอย่างแบบทดสอบ CNC งานกัด.....	52
39	ตารางขนาดของกลุ่มตัวอย่างของเครจซี่และมอร์แกน (Krejjci&Morgan).....	54
40	ภาพตัวอย่างแบบสอบถาม.....	58

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันการรับมือการเปลี่ยนแปลงสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 มีการดึงเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยสร้างความเปลี่ยนแปลงทั้งกระบวนการผลิต เศรษฐกิจอุตสาหกรรม ส่งผลต่อการใช้ชีวิตของมนุษย์และแรงงานที่เปลี่ยนไป การเปลี่ยนแปลงที่กำลังจะเปลี่ยนจากการใช้แรงงานในอุตสาหกรรม ไปสู่การใช้นวัตกรรม ซึ่งจะยังไม่ใช่การเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในทันที แต่จะเกิดขึ้นอย่างค่อยเป็นค่อยไปตามความพร้อมของแต่ละอุตสาหกรรม กลไกขับเคลื่อนเศรษฐกิจเพื่ออนาคต (New S-curve) เป็นรูปแบบการลงทุนในอุตสาหกรรมใหม่ เพื่อพัฒนาหรือเปลี่ยนแปลงรูปแบบสินค้าและเทคโนโลยี New S-curve จะเป็นหัวใจหลักของกลไกการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ โดยกำหนด ดังนี้

1) อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ (Robotics)
2) อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์ (Aviation and Logistics)
3) อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ (Biofuels and Biochemicals)
4) อุตสาหกรรมดิจิตอล (Digital)
5) อุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร (Medical Hub)

ในภาคอุตสาหกรรมอนาคตระบบเครื่องจักรกลอัตโนมัติที่ทำงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์ หรือ CNC จะเข้ามามีบทบาทในภาคอุตสาหกรรมการผลิตเพิ่มมากขึ้น สิ่งที่เป็นอุปสรรคในการเติบโตของภาคอุตสาหกรรมการผลิต คือเรื่องของแรงงานที่ยังขาดทักษะความรู้ความสามารถ ในการควบคุมและทำงานร่วมกับเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ได้ ดังนั้น การจัดการศึกษาจำเป็นต้องกำหนดเป้าหมายการพัฒนาแรงงาน วางแผนพัฒนาและเตรียมกำลังคนที่จะเข้าสู่ตลาดแรงงานเมื่อสำเร็จการศึกษาในระดับต่าง ๆ ปรับหลักสูตรและวิธีการเรียนการสอนที่มีความยืดหยุ่น หลากหลาย เพื่อพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของแรงงานให้มีทักษะ ความรู้ความสามารถ และสมรรถนะที่พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงและการแข่งขันอย่างเสรีแบบไร้พรมแดนในยุคเศรษฐกิจและสังคม 4.0

รายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการนั้น เป็นวิชาที่สอนเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมช่วยในการออกแบบและผลิตชิ้นงานให้ได้มาตรฐานโดยใช้คอมพิวเตอร์ในการออกแบบและควบคุมเครื่องจักรในการผลิต สำหรับหัวข้อการเขียนโปรแกรม และควบคุมซีเอ็นซี สำหรับงานกัด เป็นหนึ่งหัวข้อในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ ปัญหาที่พบในการสอน หัวข้อดังกล่าวนี้ คือ นิสิตยังไม่เข้าใจหลักการอย่างชัดเจนจากการอธิบายตามทฤษฎีของผู้สอนเพียงครั้งเดียวได้ เนื่องจากนิสิตบางคนยังไม่เคยรู้จักหรือมีพื้นฐานการเขียนโปรแกรมมาก่อน จึงต้องมีระยะเวลาในการเรียนรู้ ดังนั้นผู้สอนจึงมีแนวคิดในการนำระบบการจัดการการเรียนรู้ (Learning Management System : LMS) การสอนออนไลน์ในช่องทางการสื่อสารยุคใหม่ มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มศักยภาพของนิสิต ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างไม่จำกัด ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่หลากหลาย และเกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอน แก่นิสิตในการพัฒนาศักยภาพได้ด้วยตนเอง ให้เป็นผู้ที่มีความสามารถ และเข้าใจการใช้เครื่องจักรกลที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์เพิ่มมากขึ้นและทำให้เกิดทักษะในวิชาชีพในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อจัดทำสื่อการเรียนการสอนออนไลน์ หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ

2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพสื่อการเรียนการสอนออนไลน์ ประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนการสอน หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ของนิสิตระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3

ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นิสิตชั้นปีที่ 3 หลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 45 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างคือ นิสิตชั้นปีที่ 3 หลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบเจาะจงจำนวน 40 คน การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการวิจัย (มารยาท โยทองยศ และ ปราณี สวัสดิสรรพ์ 2557.)

3. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ การจัดการสารสนเทศ สอนการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด

ตัวแปรตาม

- สื่อการเรียนการสอนออนไลน์ หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ
- ผลการประเมินการจัดทำสื่อการเรียนการสอนออนไลน์ หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ

4. งานวิจัยนี้จะกำหนดการสอน หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

ระเบียบวิธีวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย คือ นิสิตชั้นปีที่ 3 หลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหการ ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

2. วิธีการวิจัย มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูล ทฤษฎีการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ที่สอดคล้องกับรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

2.2 ศึกษาระบบการเรียนรู้ (Learning Management System: LMS) ที่เหมาะสมต่อการสอนหัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด

2.3 สร้างสื่อการเรียนการสอนออนไลน์สำหรับการเรียนรู้ที่เหมาะสมต่อการสอน หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด

2.4 ทดลองใช้งานระบบสื่อการเรียนการสอนออนไลน์ที่เหมาะสมต่อการสอนหัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด โดยนิสิตผู้เรียน

2.5 วิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้สถิติวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทดสอบที (t-test) แบบ Dependent Samples Test

2.6 ปรับปรุงระบบสื่อการเรียนการสอนออนไลน์ที่เหมาะสมต่อการสอน หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ให้มีประสิทธิภาพต่อการสอนมากยิ่งขึ้น

นิยามศัพท์

1. **ซีเอ็นซี (CNC) Computerized Numerical Control** หมายถึง กระบวนการทำงานของเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ และทำงานตามคำสั่งของตัวอักษรและตัวเลขโปรแกรมป้อนเข้าสู่หน่วย ความจำของเครื่องจักร โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมในการทำงานของระบบ

2. **เอ็นซี (NC) Numerical Control** หมายถึง การควบคุมการทำงานเครื่องจักรกลด้วยรหัสคำสั่งที่ประกอบด้วยตัวเลข ตัวอักษรและสัญลักษณ์ โดยส่งผ่านข้อมูลเข้าสู่เครื่องจักรกลเอ็นซี

3. **รหัส** หมายถึง ตัวอักษรหรือตัวเลขที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อเป็นคำสั่งและเงื่อนไขในการทำงานของเครื่องกัดเอ็นซี (NC) ให้มีการทำงานตามที่ต้องการ

4. **จี-โค๊ด (G-Code / General Code)** หมายถึง ภาษาที่จะนำมาใช้ในการเขียนโปรแกรมที่ใช้ควบคู่กับตัวเลข เพื่อควบคุมเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์โดยระบุถึงการทำงานในลักษณะต่างๆ กัน ที่ใช้ในการทำงานในแนวระนาบ การเคลื่อนที่ลักษณะต่าง ๆ และวิธีการกำหนดขนาดในการเขียนโปรแกรมเป็นต้น

5. **เอ็ม–โค๊ด (M–Code/ Miscellaneous Code)** หมายถึง ภาษาที่จะนำมาใช้ในการเขียนโปรแกรมที่ใช้ควบคู่กับตัวเลขเพื่อใช้ในการสั่งการการทำงานของหัวเครื่องเอ็นซีและสั่งการการทำงานของโปรแกรมบางส่วนที่บอกให้เครื่องทำงานร่วมมือกับคำสั่งจี (G)

6. **ระบบการเรียนรู้ (Learning Management System: LMS)** หมายถึง ระบบจัดการการเรียนการสอนออนไลน์ผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต ที่มีเครื่องมือที่สำคัญสำหรับผู้สอน ผู้เรียน และผู้ดูแลระบบ ได้แก่ ระบบจัดการรายวิชา ระบบจัดการ ข้อมูลบทเรียน ระบบจัดการการสร้างเนื้อหารายวิชา ระบบจัดการเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ระบบจัดการข้อมูลผู้เรียน ระบบเครื่องมือช่วยจัดการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์และจัดกระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ การสื่อสาร Chat, E–mail, Webboard รวมไปถึงการเก็บสำรองข้อมูล และการรายงานผล เป็นต้น

7. **สื่อการเรียนการสอนออนไลน์ (E–Learning)** หมายถึง การเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ อินเทอร์เนต (Internet) เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเองผู้เรียนจะได้เรียนตามความสามารถและความสนใจของตนโดยเนื้อหาของบทเรียนประกอบด้วยข้อความ รูปภาพ วีดีโอ และมัลติมีเดียอื่นๆ จะถูกส่งไปยังผู้เรียนผ่านไปยัง (Web browser) โดยผู้เรียน ผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นทุกคนสามารถติดต่อ ปรึกษาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันได้เช่นเดียวกับการเรียนในชั้นเรียนปกติ โดยอาศัยเครื่องมือติดต่อสื่อสารที่ทันสมัย เช่น (E–mail, web–board, chat) จึงเป็นการเรียนสำหรับทุกคน เรียนได้ทุกเวลาและทุกสถานที่ (Learn for all : anyone , anywhere and anytime)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้สื่อการเรียนการสอนออนไลน์ หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ

2. ได้สื่อการเรียนการสอนออนไลน์ หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ ที่มีประสิทธิภาพ

3. ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด มากยิ่งขึ้น

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎี พื้นฐานเทคโนโลยีซีเอ็นซีและซีเอ็นซีงานกัด

พื้นฐานเทคโนโลยีซีเอ็นซี (สมบัติ ชิวหา, 2549) ในภาคอุตสาหกรรมปัจจุบันระบบการควบคุมเครื่องจักรกลด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Numerical Control) ได้มามีบทบาทมากยิ่งขึ้นในภาคอุตสาหกรรมการผลิต ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมผลิตแม่พิมพ์ หรืออุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ก็ต้องใช้เทคโนโลยีการควบคุมเครื่องจักรกลด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อความเที่ยงตรงและแม่นยำในการผลิต

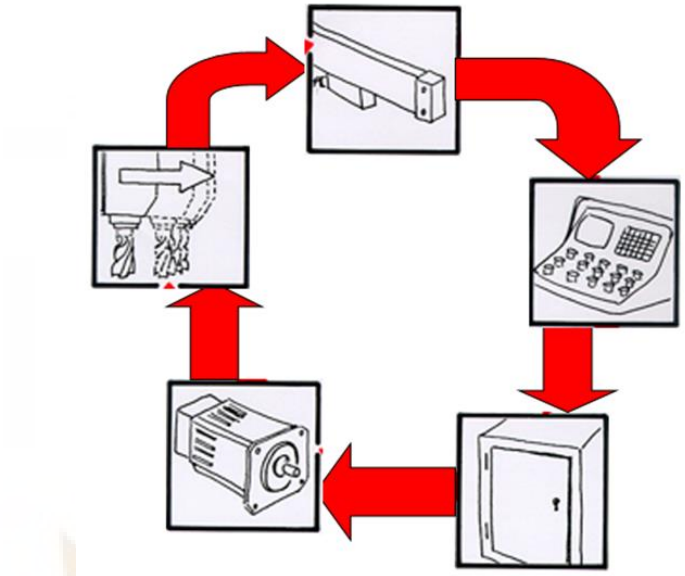
หลักการทำงานของเครื่องจักรกลทั่วไป

เครื่องจักรกลทั่วไปต้องใช้ช่างควบคุมในการหมุนเลื่อนโต๊ะงาน หรือเครื่องมือตัด เพื่อเคลื่อนที่เครื่องมือตัดหรือ ชิ้นงานให้เคลื่อนที่ไปตามระยะหรือตำแหน่งที่ต้องการ เมื่อเสร็จสิ้นการทำงานแล้วก็จะได้ชิ้นงานที่มีรูปทรง รูปร่างและขนาดตามที่ต้องการ โดยช่างควบคุมเครื่องจะต้องคอยเฝ้าดูตำแหน่งของคมตัดที่สัมผัสกับชิ้นงานที่กำลังตัดเฉือนอยู่ตลอดเวลา ช่างจะต้องหมุนมือหมุนเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อน ช่างต้องคอยควบคุมอัตราป้อนซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุชิ้นงาน ซึ่งบางครั้งต้องลดค่าอัตราป้อนลงเมื่อใกล้จะถึงตำแหน่งที่ต้องการ เพื่อให้ได้ขนาดที่ถูกต้องตามแบบใบงาน

หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี (CNC)

เครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะทำงานได้นั้นระบบควบคุมของเครื่องจะต้องได้รับคำสั่งที่ระบบที่ควบคุมการสั่งการเสียก่อนว่าจะต้องการให้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีทำอะไร ดังนั้นก่อนที่จะให้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีทำงานผู้ควบคุมต้องทำการป้อนโปรแกรมเอ็นซี เข้าไปในระบบควบคุมของเครื่องโดยผ่านแป้นพิมพ์ หรือช่องทางอื่นๆ เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมเอ็นซีที่ผู้ควบคุมป้อนเข้าไปแล้วก็จะไปควบคุมเครื่องจักรให้ทำงานโดยการอาศัยมอเตอร์ป้อน เพื่อทำให้แท่นเลื่อนสามารถเคลื่อนที่ได้ เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมแล้วจะเปลี่ยนรหัสโปรแกรมนั้น ให้

เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อเข้าไปควบคุมให้มอเตอร์ทำงาน จึงต้องส่งสัญญาณนี้เข้าไปในภาคขยายสัญญาณของระบบขับ (Drive Amplified) และส่งสัญญาณไปยังมอเตอร์ป้อนเพื่อควบคุมความเร็วและระยะทาง ของการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนแต่เนื่องจากระบบควบคุมซีเอ็นซีไม่สามารถมองเห็นได้ ซึ่งจะแตกต่างกับช่างควบคุมเครื่องจักรกลทั่วไปที่อาศัยสายตามองดูตำแหน่งของคมตัดกับชิ้นงาน ก็จะทราบว่าต้องเลื่อนแท่นเลื่อนไปยังตำแหน่งระยะทางเท่าไร



ภาพ 1 แสดงหลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

ความหมายของเอ็นซี (NC) และซีเอ็นซี (CNC)

1. ความหมายของเอ็นซี (NC)

N ย่อมาจาก Numerical (นิวเมอร์ริเคล) หมายถึง ตัวเลข 0 ถึง 9 ตัวอักษรหรือโค๊ด เช่น A, B, C ถึง Z และสัญลักษณ์อื่นๆ เช่น เครื่องหมาย +, – และ %

C ย่อมาจาก Control (คอนโทรล) หมายถึง การควบคุมโดยกำหนดค่า หรือ ตำแหน่งจริงที่ต้องการเพื่อให้เครื่องจักรทำงานให้ได้ค่าตามที่กำหนด

ดังนั้น เอ็นซี (NC) หมายถึง การควบคุมเครื่องจักรกลด้วยระบบตัวเลขและตัวอักษรซึ่งคำจำกัดความนี้ได้มาจากประเทศสหรัฐอเมริกา กล่าวคือ การเคลื่อนที่ต่างๆ ตลอดจนการทำงานอื่นๆ ของเครื่องจักรกลจะถูกควบคุมโดยรหัสคำสั่งที่ประกอบด้วยตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์อื่นๆ ซึ่งจะถูกแปลงเป็นคลื่นสัญญาณ (Pulse) ของกระแสไฟฟ้า หรือ สัญญาณออก

อื่นๆ ที่จะไปกระตุ้นมอเตอร์หรืออุปกรณ์อื่นๆ เพื่อทำให้เครื่องจักรกลทำงานตามขั้นตอนที่ต้องการ

2. ความหมายของซีเอ็นซี (CNC)

C ย่อทาจาก Computer หมายถึง คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งบนเครื่องจักร

N ย่อมาจาก Numerical (นิวเมอร์ริเคล) หมายถึง ตัวเลข 0 ถึง 9 ตัวอักษรหรือโค๊ด เช่น A, B, C ถึง Z และสัญลักษณ์อื่นๆ เช่น เครื่องหมาย +, – และ %

C ย่อมาจาก Control (คอนโทรล) หมายถึง การควบคุมโดยกำหนดค่า หรือ ตำแหน่งจริงที่ต้องการเพื่อให้เครื่องจักรทำงานให้ได้ค่าตามที่กำหนด

ดังนั้น ซีเอ็นซี (CNC) ซึ่งย่อมาจาก Computer Numerical Control คือ คอมพิวเตอร์หรือไมโครโปรเซสเซอร์สำหรับใช้ควบคุมการทำงาน

ดังนั้น เครื่องจักรกลเอ็นซีในปัจจุบันนั้นส่วนมากจะหมายถึง เครื่องจักรกลซีเอ็นซีซึ่งจะมีคอมพิวเตอร์ที่สามารถเข้าใจตัวเลขและตัวอักษรหรือโปรแกรมที่ป้อน และขณะเดียวกันจะใช้คอมพิวเตอร์สำหรับการควบคุมเครื่องจักรกลจากคำสั่ง หรือโค๊ดในโปรแกรมที่ป้อนเข้าไปโดยโปรแกรมดังกล่าวสามารถป้อนเข้าคอมพิวเตอร์โดยใช้

2.1 คีย์บอร์ด (Keyboard) หรือแป้นพิมพ์

2.2 สื่อบันทึกความจำ เช่น แผ่นดิสก์ แถบเทปแม่เหล็ก และแถบเทปกระดาษ

2.3 ระบบสื่อสารเชื่อมโยงข้อมูล เช่น สายส่งสัญญาณ RS 232

องค์ประกอบหลักๆ ของเครื่องจักรกล CNC

ส่วนใหญ่เครื่องจักรกล CNC จะมีองค์ประกอบ 3 ส่วนหลักๆ คือ

- ตัวเครื่องจักร (Machine Body)
- ชุดควบคุมการทำงาน (Controller)
- ระบบกลไกในการเคลื่อนที่ (Drive Mechanisms)

เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)

ส่วนประกอบของเครื่องกัด CNC

1. แท่นเครื่อง (Machine Bed) แท่นเครื่องเป็นโครงสร้างหลักของตัวเครื่องจักร สำหรับรองรับอุปกรณ์และชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักร

2. หมอนรอง หรือแสดเดิล (Saddle) หมอนรองเคลื่อนที่ได้ 1 แกน บนแท่นเครื่อง เช่น แกน X หรือแกน Y

3. โต๊ะงาน (Table) โต๊ะงานสำหรับวางชิ้นงาน โดยทั่วไปโต๊ะงานจะเคลื่อนที่อยู่บนหมอนรองที่มีร่องรูป ตัวที (T–Slot) สำหรับใช้ในการจับยึดชิ้นงานให้แนบติดดับโต๊ะ และมีระนาบโต๊ะตั้งฉากกับเสา

4. เสา (Column) เสาเป็นโครงสร้างสำหรับติดตั้งสปินเดิล เครื่องแมชชีนนิ่งเซนเตอร์แนวตั้งรุ่นใหม่นิยมสร้างแบบเสาคู่ (Double Column) เพราะให้ความแม่นยำกว่า

5. สปินเดิล (Spindle) สำหรับติดตั้งชุดจับทูลแบบเทเปอร์แชงค์ (Tapered Shank) หรือแบบไฮสปีด (High Speed) โดยมีมอเตอร์สปินเดิล (Spindle Motor) ขับเคลื่อนสปินเดิลผ่านเกียร์หรือสายพานหรือต่อตรงรวมเป็นชุดเดียวกัน

6. อุปกรณ์ขับเคลื่อนประกอบด้วยฟีดมอเตอร์ (Feed Motor) ในปัจจุบันใช้มอเตอร์แบบเอซีโซโวมอเตอร์ (AC Servomotor) ขับเคลื่อนการเคลื่อนที่ในแกน X, Y, และ Z โดยมีบอลสกรู (Ball Screw) และรางเลื่อน (Slide Way) หรือรางนำทาง (Guide Way) ควบคุมการเคลื่อนที่เชิงเส้น (Linear Motion) ของแกนนั้นๆ สำหรับเครื่องที่ต้องการความแม่นยำสูงจะมีลิเนียร์สเกล (Linear Scale) เป็นอุปกรณ์ตรวจหรือเซนเซอร์ (Sensor) บอกตำแหน่งของการเคลื่อนที่ในแต่ละแกน

7. อุปกรณ์เปลี่ยนทูลอัตโนมัติ (Automatic Tool Changer) หรือ ATC ที่ติดตั้งในเครื่องแมชชีนนิ่งเซนเตอร์ทั้งแบบแนวตั้ง (Vertical Machining Center หรือ VMC) และแบบแนวนอน (Horizontal Machining Center) สามารถเปลี่ยนทูลจากที่เก็บทูล (Tool Storage) หรือทูลแมคกาซีน (Tool Magazine) โดยที่ประเภทของ ATC สามารถแยกได้ดังนี้

- แบบโซ่ (Chain – Type)
- แบบจานหมุน (Carousel – Type)

8. อุปกรณ์เสริมอื่นๆ

- ชุดลำเลียงเศษชิ้นงาน (Chip Conveyer) สำหรับลำเลียงเศษโลหะ (Chip) ออกจากเครื่อง และทิ้งลงถังรองรับอย่างต่อเนื่อง
- ชุดเปลี่ยนโต๊ะชิ้นงาน หรือ แพล์เลตเชนเจอร์ (Pallet Changer) ช่วยในการติดตั้งหรือนำชิ้นงานออกจากโต๊ะโดยไม่ต้องหยุดเครื่อง

- โต๊ะหมุน (Rotary Table) หรือ อินเดคซิ่งเทเบิล (Indexing Table) สามารถโปรแกรมให้โต๊ะงานหรือแพล์เลตหมุนในแกนบี (B – Axis ของเครื่อง HMC) ให้ได้มุมตามค่าที่ต้องการ สำหรับโต๊ะหมุนหรือโรตารีเทเบิลที่หมุนได้อย่างต่อเนื่องในขณะทำการแมชชีนจะพบในเครื่อง 4 แกนขึ้นไป
- ระบบหล่อเย็น (Cooling System) ช่วยระบายความร้อนออกจากมีดกัดและชิ้นงาน ช่วยในการหล่อลื่นและการคายเศษโลหะ

ประเภทของเครื่องกัด CNC (CNC Milling)

- แบบแนวตั้ง (Vertical Machining Center) หรือ VMC
- แบบแนวนอน (Horizontal Machining Center) หรือ HMC

การจำแนกประเภทของเครื่อง CNC

- แบบ 2 แกนครึ่ง ($2\frac{1}{2}$ – axis) เป็นเครื่องที่สามารถเคลื่อนที่ได้ทั้ง 3 แกน แต่เคลื่อนที่ได้พร้อมๆ กันทีละ 2 แกน
- แบบ 3 แกน (3 – axis) เป็นเครื่องที่สารถเคลื่อนที่ได้พร้อมๆ กันทั้ง 3 แกน โดยแยกตามลักษณะการเคลื่อนที่ของโต๊ะและสปินเดิล
- แบบ 3 แกนครึ่ง ($3\frac{1}{2}$ – axis) พบมากในเครื่อง HMC โดยเป็นการหมุนของอินเดคซิ่งเทเบิล (Indexing Table) ในแกน B แล้วจึงเคลื่อนที่ไปยังแกน X, Y และ Z ถ้าเป็นเครื่อง VMC จะติดตั้งให้หมุนในแกน A เป็นส่วนมาก
- แบบ 4 แกน (4 – axis) พบมากในเครื่อง HMC โดยแกนที่ 4 เป็นแกนหมุนของโต๊ะหมุน (Rotary Table) ในแกน B ไปพร้อมๆ กับดารเคลื่อนที่เชิงเส้น (แกน X, Y และ Z) จึงเป็นการเคลื่อนที่ 4 แกน พร้อมๆ กัน ถ้าเป็นเครื่อง VMC จะติดตั้งให้หมุนในแกน A เป็นส่วนมาก
- แบบ 5 แกน (5 – axis) มีการเคลื่อนที่เชิงเส้น (Linear Motion) 3 แกน (X, Y, Z) และการเคลื่อนที่เชิงมุม (Angular Motion) หรือการหมุน 2 แกนเครื่อง 5 แกนสามารถเคลื่อนที่ได้พร้อมๆ กันทั้ง 5 แกน

ภาพ 2 แสดงตัวอย่างเครื่องซีเอ็นซีกัด 3 แกน (CNC Milling 3 – axis)

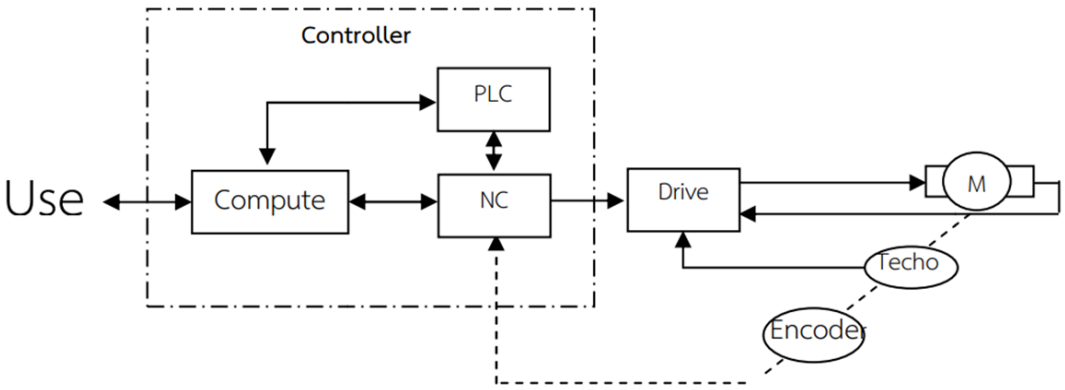
ชุดควบคุม (CNC Controller)

ชุดควบคุมเป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถจัดเก็บโปรแกรม และแก้ไขดัดแปลงโปรแกรม สามารถเรียกโปรแกรมใช้ได้ทันที ควบคุมการทำงานให้เครื่องกัด (Milling Machine) ทำงานตามคำสั่ง (โปรแกรม) ได้อย่างเที่ยงตรงแม่นยำสามารถแยกออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ (Computer) โดยทั่วไปในระบบซีเอ็นซีหัวใจที่สำคัญของเครื่องจักรซีเอ็นซี คือ คอมพิวเตอร์ ซึ่งคอมพิวเตอร์ในระบบซีเอ็นซีจะทำหน้าที่เก็บข้อมูล คำนวณประมวลผลสั่งการ และยังเป็นตัวกลางในการติดต่อกับอุปกรณ์ทั้งหมดของระบบซีเอ็นซีกับตัวเครื่องจักรซีเอ็นซี โดยจะทำงานผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ

2. ชุดควบคุมเชิงตัวเลข (NC : Numerical Control) มีหน้าที่สื่อสารกับชุด คอมพิวเตอร์และชุด PLC คำนวณตำแหน่ง จุด ระหว่างการเคลื่อนที่ ควบคุมความเร็ว ตำแหน่งของมอเตอร์

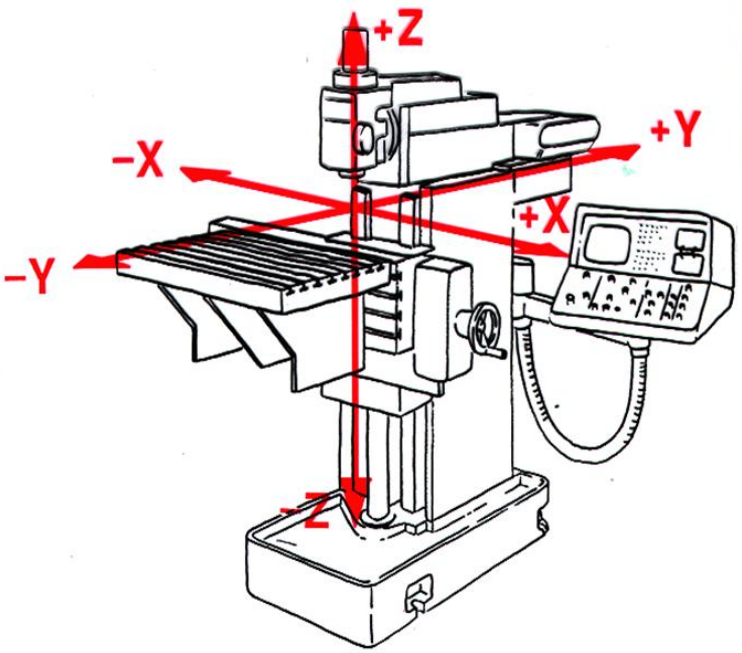
3. ชุดประมวลผล (PLC : Programmable Logical Control) มีหน้าที่ควบคุมขั้นตอนการทำงานระหว่างคอมพิวเตอร์กับชุด NC ควบคุมอุปกรณ์อินพุต (Input) เอาพุต (Output) ตรวจสอบความพร้อม แจ้งให้ชุด NC ทราบ ควบคุมลำดับขั้นตอนการทำงานของมอเตอร์



ภาพ 3 ชุดควบคุม (CNC Controller)

ระบบแกนและระนาบของเครื่อง CNC Milling

ทิศทางการเคลื่อนที่เชิงเส้น (Linear Motion) ของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี ใช้โคออร์ดิเนต X, Y, Z (Cartesian or Rectangular Coordinate System) เป็นหลักโดยแกนทั้ง 3 ตั้งฉากซึ่งกันและกัน และมีทิศทางตามกฎมือขวา หรือมาตรฐาน ISO 841 หรือ DIN 66 โดยมีจุดศูนย์ (หรือจุดเริ่มต้น) เป็นจุดตัดของแกนทั้ง 3 แกน หรือตำแหน่งที่มีค่า X=0, Y=0, และ Z=0 หรือ (0, 0, 0)



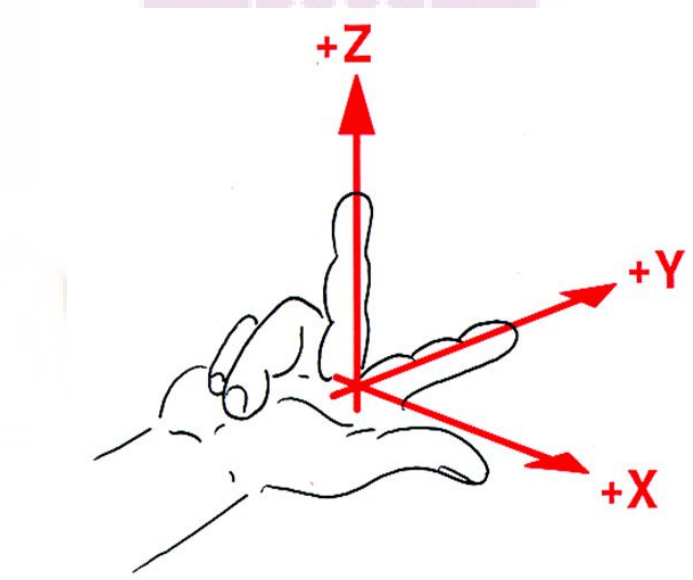
ภาพ 4 ระบบแกนและระนาบของเครื่อง CNC Milling

กฎมือขวาแทนระนาบแนวแกน (Right hand rule)

กางนิ้วมือขวา 3 นิ้วให้ตั้งฉากกัน นิ้วทั้งสามจะแทนแกนในแนวระนาบ คือ

1. นิ้วหัวแม่มือ แทน แกน X
2. นิ้วชี้ แทน แกน Y
3. นิ้วกลาง แทน แกน Z

โดยมาตรฐานสากลทั้งเครื่องกัดและเครื่องกลึง ให้ทิศทางบวกของแกน Z อยู่ในแนวเดียวกันกับ แกน ของเพลาจับเครื่องมือตัดของเครื่องจักร การทำงานของเครื่องจักรเป็นการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัด เทียบกับแกนหรือโคออร์ดิเนตที่กำหนดบนชิ้นงาน ค่าลบที่โคออร์ดิเนตใด ๆ หมายถึงระยะทางที่เครื่องมือตัด เคลื่อนที่เข้าในเนื้อของชิ้นงานทำให้เนื้อของวัสดุบริเวณที่ไม่ต้องการออก ซึ่งสามารถหาแนวแกนได้โดยใช้กฎมือขวา

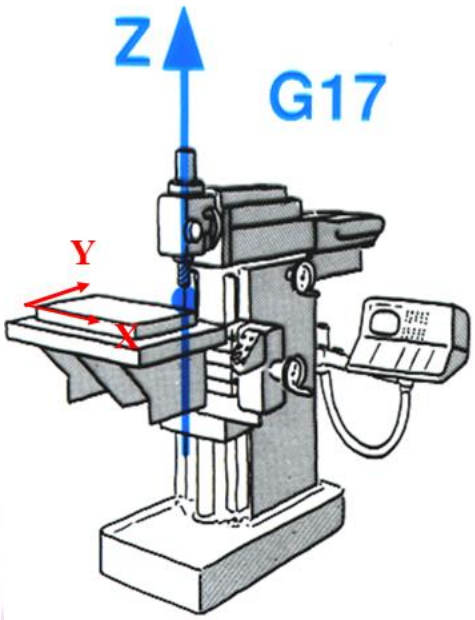


ภาพ 5 แสดงกฎมือขวาใช้ในการกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรกล CNC

ระนาบของเครื่อง CNC Milling

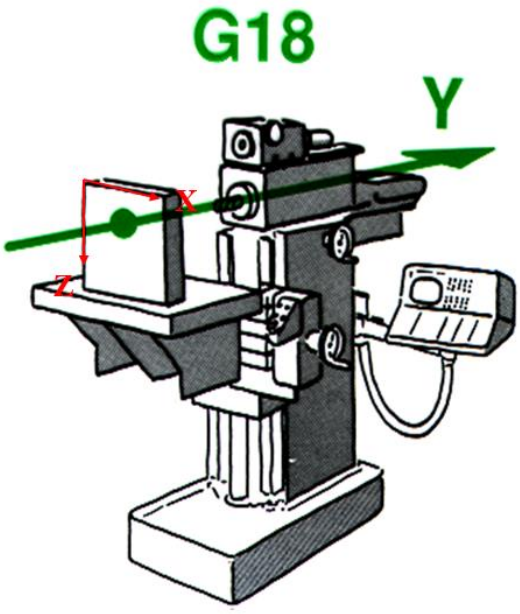
ประกอบด้วย 3 ระนาบด้วยกัน

1. ระนาบ XY ในการทำงานที่ระนาบ XY จะต้องบอกให้เครื่องรับรู้โดยใช้ G17



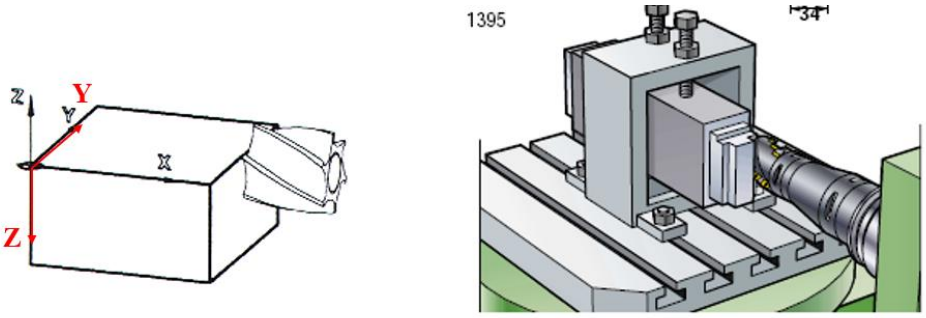
ภาพ 6 แสดงตัวอย่างระนาบ XY บนเครื่องกัด CNC

2. ระนาบ XZ ในการทำงานที่ระนาบ XZ จะต้องบอกให้เครื่องรับรู้โดยใช้ G18



ภาพ 7 แสดงตัวอย่างระนาบ XZ บนเครื่องกัด CNC

3. ระนาบ YZ ในการทำงานที่ระนาบ YZ จะต้องบอกให้เครื่องรับรู้โดยใช้ G19

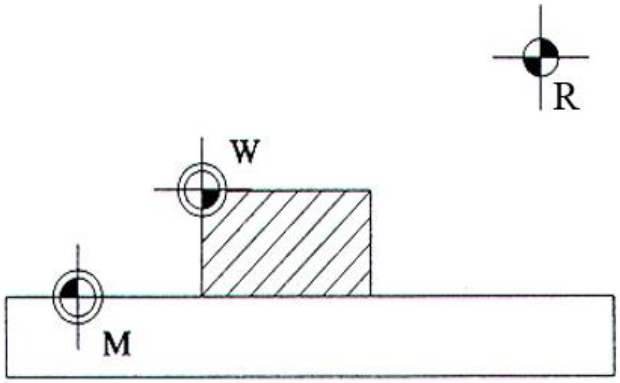


ภาพ 8 แสดงตัวอย่างระนาบ YZ บนเครื่องกัด CNC

สัญลักษณ์และจุดต่างๆ บนเครื่องกัด CNC

1. จุดศูนย์เครื่อง (Machine Zero Point, M)

สัญลักษณ์ตำแหน่งจุดศูนย์ของเครื่องจะถูกกำหนดโดยบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรกลซีเอ็นซี จุดศูนย์ของเครื่องจะใช้เป็นจุดศูนย์ของระบบโคออร์ดิเนตของเครื่องจักรกล และใช้เป็นจุดเริ่มต้นสำหรับระบบโคออร์ดิเนตอื่นๆ และยังใช้เป็นจุดอ้างอิงในเครื่องจักรกลด้วย แทนด้วยสัญลักษณ์



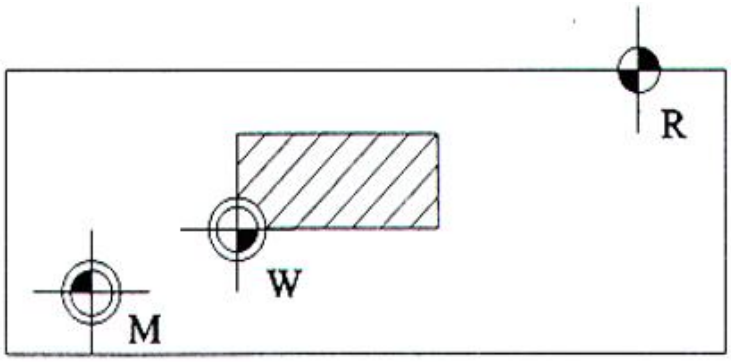
ภาพ 9 แสดงตัวอย่างจุดศูนย์ของเครื่องกัด CNC

2. จุดอ้างอิง (Reference Point, R)

เป็นจุดที่ใช้ช่วยในการปรับค่าและควบคุมระบบวัดขนาดระยะการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนและทูล ตำแหน่งของจุดอ้างอิงจะถูกกำหนดไว้ก่อนล่วงหน้าอย่างเที่ยงตรงในทุกแนวแกน

ของการเคลื่อนที่ด้วยสวิตซ์จำกัดระยะ หรือสวิตซ์ขาเตะ (Limit Switches) ดังนั้นค่าโคออร์ดิเนตของจุดอ้างอิงจะมีค่าเท่าเดิมเสมอ และรู้ค่าตัวเลขที่สัมพันธ์กับจุดศูนย์ของเครื่อง

แทนด้วยสัญลักษณ์

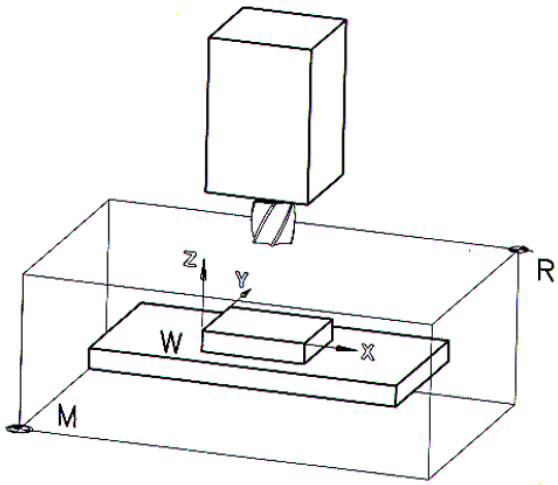


ภาพ 10 แสดงตัวอย่างอ้างอิงของเครื่องกัด CNC

3. จุดศูนย์ของชิ้นงาน (Workpiece Zero Point, W)

จะเป็นจุดที่ช่วยในการกำหนดระบบโคออร์ดิเนตของชิ้นงานที่สัมพันธ์กับจุดศูนย์ของเครื่อง จุดศูนย์ของชิ้นงานจะถูกเลือกใช้โดยผู้เขียนโปรแกรมและป้อนเข้าไปในระบบซีเอ็นซีในขั้นตอนของการปรับตั้ง ตำแหน่งของจุดศูนย์ของชิ้นงานสามารถที่จะกำหนดเลือกใช้ได้อย่างอิสระโดยผู้เขียนโปรแกรม แต่ต้องอยู่ภายในขอบเขตของการทำงานของเครื่องจักรกล CNC โดยมีหลักเกณฑ์ง่ายๆ คือ การกำหนดตำแหน่งจุดศูนย์ของชิ้นงานควรจะกำหนดไว้ในตำแหน่งที่เป็นจุดอ้างอิงต่างๆ ที่กำหนดไว้ในแบบชิ้นงานอยู่แล้ว กล่าวคือ เมื่อกำหนดตำแหน่งจุดศูนย์ของชิ้นงานแล้วสามารถที่จะเปลี่ยนขนาดที่กำหนดในแบบชิ้นงานให้เป็นค่าโคออร์ดิเนตได้โดยสะดวก และหลีกเลี่ยงการคำนวณค่าโคออร์ดิเนตเพิ่มเติมได้

แทนด้วยสัญลักษณ์



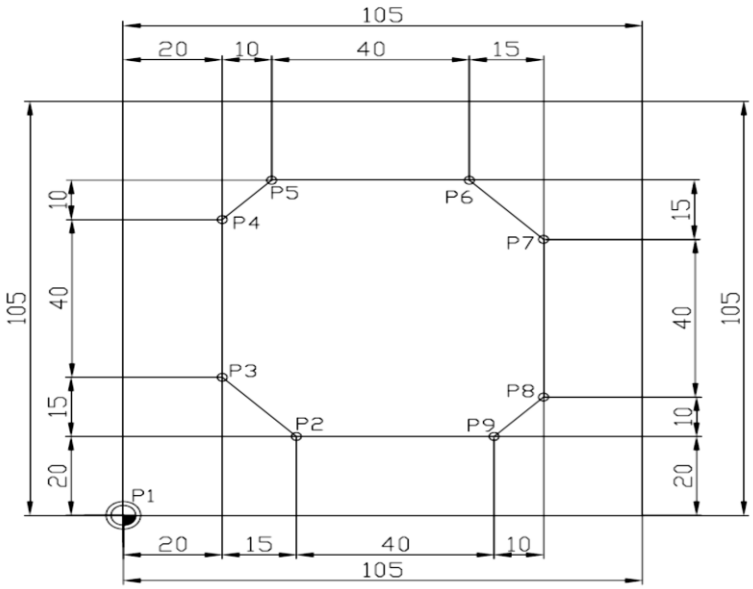
ภาพ 11 แสดงตัวอย่างจุดศูนย์ของชิ้นงานบนเครื่องกัด CNC

การให้ขนาดบนเครื่องกัด CNC

มีอยู่ 2 วิธี

1. การให้ขนาดแบบสัมบูรณ์ (Absolute) : G90 คือการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยที่จุดทั้งสองยังใช้จุดอ้างอิงเดิมหรือจุดเดียวกัน

2. การให้ขนาดแบบต่อเนื่อง (Incremental) : G91 หรือแบบสัมพัทธ์ คือการเคลื่อนที่จากจุด หรือตำแหน่งปัจจุบันไปยังจุดถัดไป



ภาพ 12 แสดงตัวอย่างการกำหนดจุด

ตาราง 1 ตัวอย่างการให้ขนาดแบบสัมบูรณ์

จุด	X	Y
P1	0	0
P2	35	20
P3	20	35
P4	20	75
P5	30	85
P6	70	85
P7	85	70
P8	85	30
P9	75	20

ตาราง 2 ตัวอย่างการให้ขนาดแบบต่อเนื่องหรือแบบสัมพัทธ์

จุด	X	Y
P1	0	0
P2	35	20
P3	–15	15
P4	0	40
P5	10	10
P6	40	0
P7	15	–15
P8	0	–40
P9	–10	–10

เงื่อนไขในการตัดเฉือนสำหรับงานกัด CNC

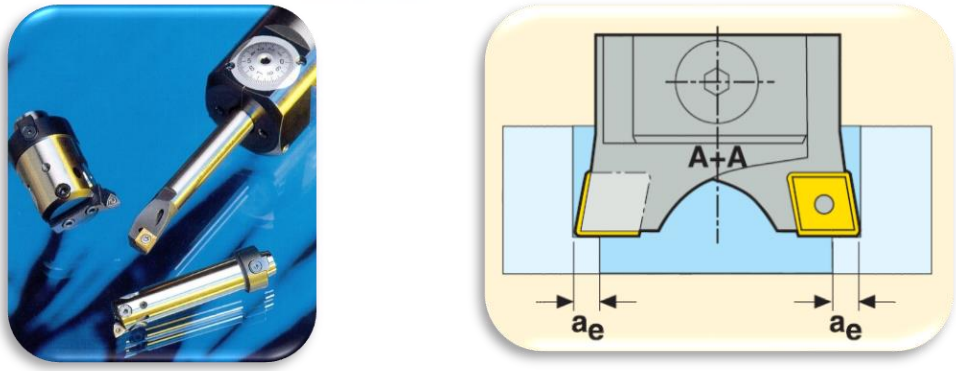
เครื่องมือตัดสำหรับงานเจาะ

การเจาะรูชิ้นงานในกระบวนการขึ้นรูปด้วยเครื่องกัดซีเอ็นซีนั้นจำแนกได้เป็น 4 ลักษณะ คือ

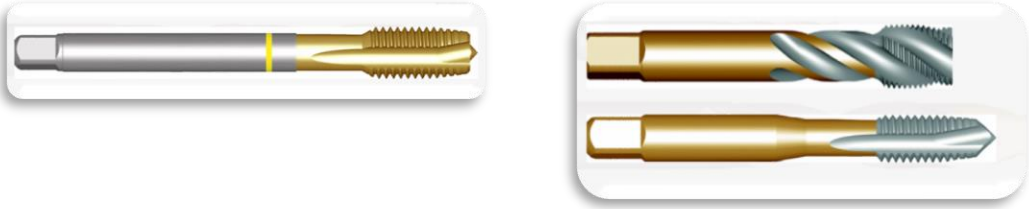
1. การเจาะ (Drilling)
2. การคว้านเรียบ (Reaming)
3. การคว้านรู (Boring)
4. การต๊าปเกลียว (Tapping)

การเจาะ (Drilling)

การคว้านเรียบ (Reaming)



การคว้านรู (Boring)



การต๊าปเกลียว (Tapping)

ภาพ 13 แสดงตัวอย่างเครื่องมือตัดสำหรับงานเจาะ

เครื่องมือตัดสำหรับงานกัด

1. เอ็นมิลล์ (End mill)

เอ็นด์มิลล์เป็นเครื่องมือตัดที่ใช้สำหรับเครื่องกัดเพลาตั้งวัสดุที่ใช้ทำเอ็นด์มิลล์นั้นมีทั้งทำจากเหล็กกล้ารอบสูง (HSS) และ คาร์ไบด์ (Carbide) ซึ่งในกระบวนการตัดเฉือนผิวชิ้นงานด้วยเอ็นด์มิลล์นั้นอาศัยคมตัดตรงปลายและคมตัดด้านข้าง ในการขึ้นรูปชิ้นงานสามารถขึ้นรูปได้หลายลักษณะ เช่นการกัดส่วนที่เป็นเบ้าหรือส่วนที่เป็นคอร์นูนก็ได้ ดอกกัดเอ็นด์มิลล์มีหลายลักษณะ เช่น เอ็นด์มิลล์ปลายแบบหน้าตัดตรง แบบปลายครึ่งวงกลม และแต่ละชนิดยังแบ่งดอกกัดออกได้เป็นดอกกัดหยาบและดอกกัดละเอียด ชนิดสองคมตัด สี่คมตัด

ภาพ 14 แสดงตัวอย่างเอ็นมิลล์ (End mill)

2. มีดอินเสิร์ต

แบ่งตามวัสดุที่ใช้ทำมีดอินเสิร์ต

- มีดอินเสิร์ตคาไบต์ (Carbide Insert)
- มีดอินเสิร์ตเคลือบผิวแข็ง (Coated Insert)

แบ่งตามมุมคายเศษของมีด

- มุมคายเศษเป็น (+)
- มุมคายเศษเป็น (–)

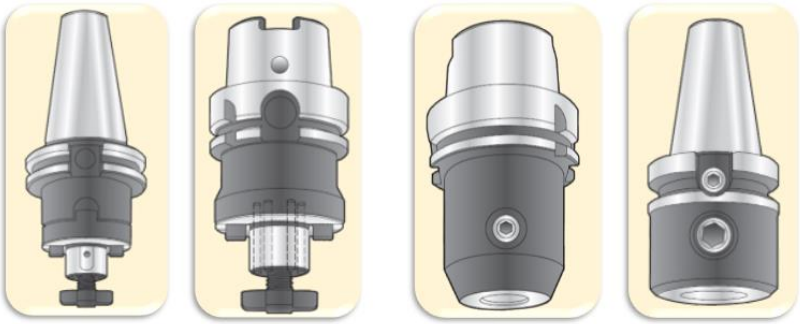
งานปาดหน้าเม็ดมีดอินเสิร์ต เฟซมิลล์ (Face mill)

มีดปาดผิว (Face milling cutter) เป็นมีดกัดที่ใช้สำหรับงานปาดผิวราบ หน้ากว้าง คมตัด (Insert) สามารถถอดเปลี่ยนเม็ดมีดได้

ภาพ 15 แสดงตัวอย่างเฟซมิลล์ (Face mill)

อุปกรณ์จับยึดเครื่องมือสำหรับระบบรูเพลาของเครื่อง CNC

ระบบรูเพลาของเครื่องกัดซีเอ็นซี (Spindle) และอุปกรณ์จับยึดเครื่องมือนั้นจะมีขนาดที่เป็นมาตรฐาน



Shell Mill Holder *Side Lock Holder*

ชนิดของอุปกรณ์จับยึดแบบต่างๆ

ตัวอย่างอุปกรณ์จับยึดเครื่องมือ Collet

ภาพ 16 แสดงตัวอย่างอุปกรณ์จับยึดเครื่องมือสำหรับระบบรูเพลา

ข้อมูลและเงื่อนไขการตัดเฉือนงานกัด CNC

เครื่องมือการตัดเฉือนชนิดต่างๆ ที่ผลิตออกมามีหลายชนิด คุณสมบัติในการตัดเฉือนด้วยค่าความเร็วตัดและอัตราป้อนก็แตกต่างกัน มีดบางชนิดเหมาะกับงานกัดขึ้นรูปหยาบๆ และมีดบางชนิดเหมาะกับงานกัดผิวละเอียดและใช้ความเร็วตัดสูงๆ ดังนั้นผู้ใช้จึงต้องศึกษารายละเอียดข้อมูลจำเพาะของวัสดุมีดกัดชนิดนั้นๆ จากผู้ผลิต

ผู้เขียนโปรแกรมจะต้องมีความรู้ในทฤษฎีของการตัดเฉือน พิจารณา ความเร็วรอบ (Speed) ความเร็วตัด (Cutting Speed) อัตราป้อน (Feed Rate) และระยะป้อนลึก (Depth of Cut) ซึ่งจะต้องสัมพันธ์กับเครื่องจักรและข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลทางด้านเทคนิคของวัสดุชิ้นงาน ข้อมูลทางด้านเทคนิคของวัสดุมีดตัด เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้จะมีผลต่ออายุการใช้งานของมีดและ

ยังรวมไปถึงคุณภาพของผิวชิ้นงานเพราะจะต้องคำนวณค่าต่างๆ เพื่อที่จะนำไปลงในโปรแกรม CNC เพื่อที่จะนำข้อมูลไปป้อนลงในเครื่องต่อไป

ความเร็วตัด (Cutting Speed)

ความเร็วตัด มีหน่วยเป็น เมตรต่อนาที (เมตร/นาที)

การเลือกใช้ความเร็วตัดที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับ

- ชนิดของวัสดุงาน
- ชนิดของวัสดุมีดกัด
- คุณภาพผิวที่ต้องการ
- ความลึกในการกัด
- ความมั่นคงของเครื่องจักรและการจับยึดชิ้นงาน
- สารหล่อเย็น

การคำนวณความเร็วรอบ / ความเร็วตัด

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \quad \text{เราจะได้} \quad V = \frac{\pi . D . n}{1000}$$

เมื่อ n = ความเร็วรอบ (รอบ / นาที)

V = ความเร็วตัด (เมตร / นาที)

π = ค่าคงที่ เท่ากับ 3.14

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมีดกัด

อัตราป้อนและความลึก (Feed & Depth of cut)

อัตราป้อน (feed) หมายถึง ความเร็วที่ผิวชิ้นงานถูกตัดเฉือนโดยมีดกัดมีหน่วยเป็นระยะทางต่อหน่วยเวลา (มม./นาที) หรือ ระยะทางต่อรอบ (มม./รอบ) สูตรการคำนวณอัตราป้อนมีอยู่ด้วยกัน 2 สูตร คือ

สูตรที่ 1 อัตราป้อน $= Z . fz$

เมื่อ อัตราป้อนมีหน่วยเป็น มม./รอบ

fz = อัตราการกัดต่อหนึ่งฟัน (มม. /ฟัน)

Z = จำนวนฟันของมีดกัด

สูตรที่ 2 อัตราป้อน $Z.fz.n$

เมื่อ อัตราป้อนมีหน่วยเป็น มม./นาที

Z = จำนวณฟันของมีดกัด

fz = อัตราการกัดต่อหนึ่งฟัน (มม. /ฟัน)

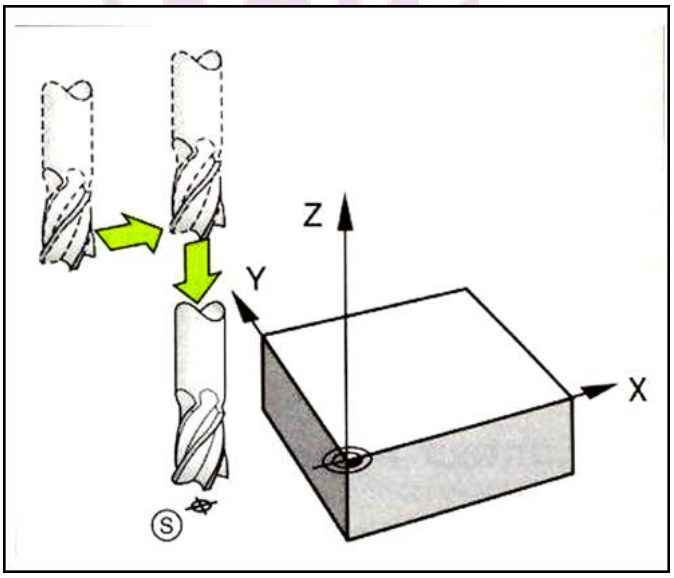
n = ความเร็วรอบของมีดกัด (รอบ/นาที)

คำสั่ง G Code สำหรับงานกัด CNC

คำสั่งที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่

1. การเคลื่อนที่เร็วในแนวเส้นตรง (Straight line in rapid traverse) : G00

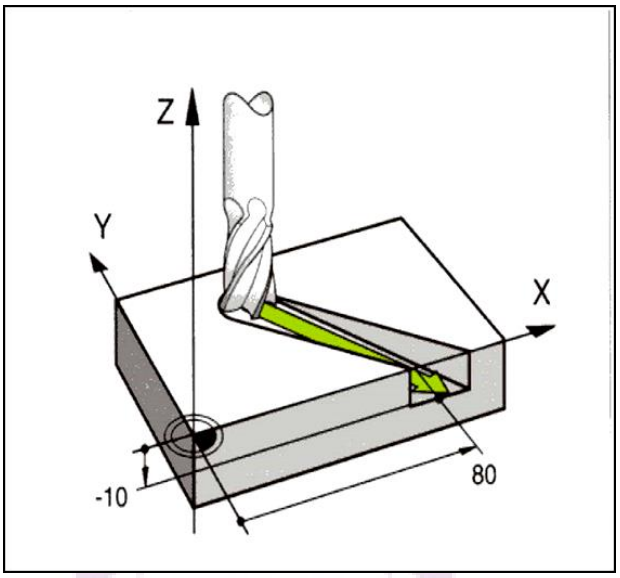
เป็นคำสั่งการเคลื่อนที่ของ Tool ไปด้วยความเร็วสูงสุดของเครื่อง (หรือเรียกว่า แรพพิด Rapid) จากจุดเริ่มต้น (Start Point) ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ (Target Point) โดยที่ Tool ไม่มีการกินหรือสัมผัสชิ้นงาน



ภาพ 17 แสดงตัวอย่าง G00 สำหรับงานกัด

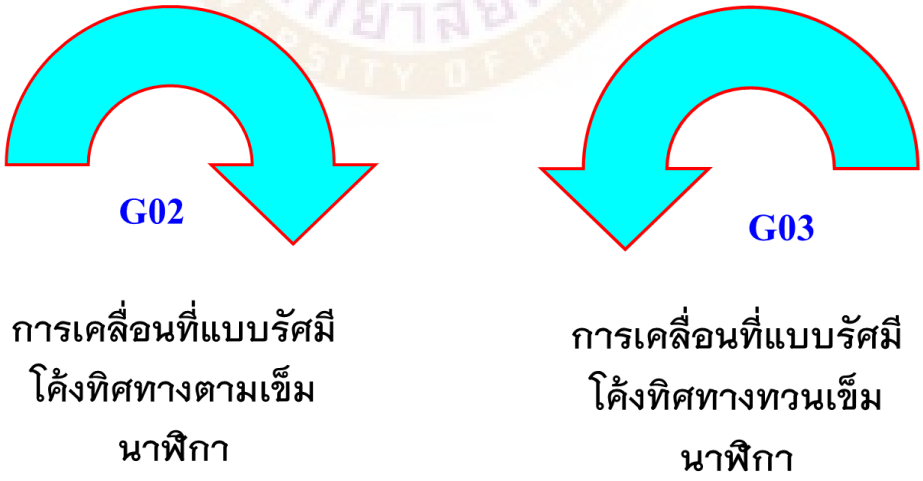
2. การเคลื่อนที่แนวเส้นตรงตามค่าอัตราป้อน (Straight line with feed rate) : G01

คือ คำสั่งให้ Tool เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (Linear Interpolation) โดยมีการแมชชีนชิ้นงานตามค่าอัตราป้อนฟีด (Feed) ที่กำหนดจากจุดเริ่มต้นหรือตำแหน่งปัจจุบันไปยังตำแหน่งเป้าหมายที่ต้องการ



ภาพ 18 แสดงตัวอย่าง G01 สำหรับงานกัด

3. การเคลื่อนที่แนวส่วนโค้งตามเข็มนาฬิกา และ ทวนเข็มนาฬิกา



ภาพ 19 การเคลื่อนที่แนวส่วนโค้ง

4. การเคลื่อนที่กลับไปยังจุดอ้างอิง

จุดอ้างอึง คือ ตำแหน่งที่กำหนดขึ้นโดยใช้ G Code ในการควบคุม จุดอ้างอิงต่างๆ จะใช้ในกรณีต่างๆ ดังนี้

1. ต้องการให้เพลางานของเครื่องจักรเลื่อนกลับไปยังตำแหน่งที่ปลอดภัย เพื่อทำการเปลี่ยน Tool

2. ต้องการให้ Tool เคลื่อนที่มายังตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการแมชชีนในขั้นต่อไป

3. ต้องการหยุดเพลาสปินเดิลและโต๊ะงานในตำแหน่งที่ปลอดภัยเมื่อจบโปรแกรม

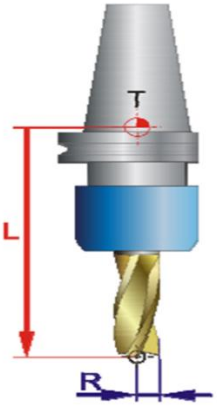
G28 เป็นคำสั่งที่ใช้เลื่อน Tool ไปยังจุดอ้างอิง

คำสั่ง G Code สำหรับการเผื่อค่าโคออร์ดิเนต การทำงานของความยาว Tool ค่าออฟเซ็ท และรัศมีปลาย Tool

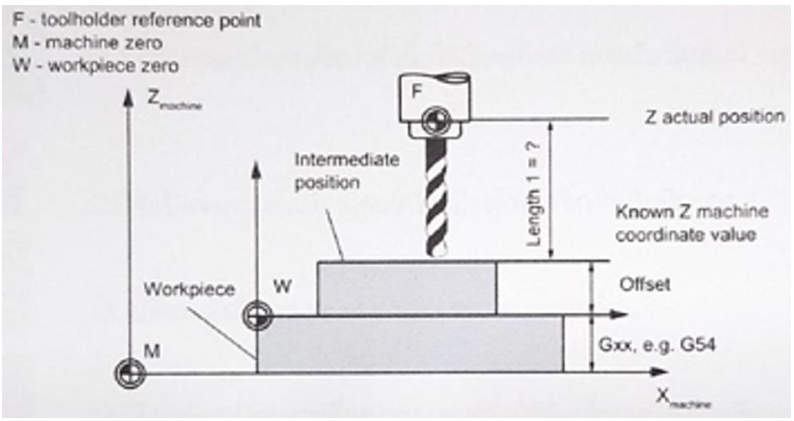
1. G54 ถึง G57 คือการเลือกตำแหน่งของจุดศูนย์ชิ้นงาน (Workpiece Zero) ที่ตำแหน่งต่างๆ กัน ตามที่กำหนดจริงที่เครื่องและเก็บค่าไว้ในคอนโทรลเลอร์

2. การชดเชยขนาดความยาวเครื่องมือตัด การกัดชิ้นงานเราต้องใส่ขนาดความยาวของเครื่องมือ ในหน่วยความจำเครื่องให้ตรงกับขนาดความยาวของเครื่องมือจริง ขนาดความยาวของเครื่องมือจะต้องทำการวัดขนาดก่อนที่เครื่องกัดซีเอ็นซี จะเริ่มทำงานตามโปรแกรม และข้อมูลที่วัดได้จะถูกป้อนเข้าไปไว้ในหน่วยความจำเครื่อง และในกรณีที่ใส่ขนาดความยาวของเครื่องมือไม่ถูกต้อง ก็จะทำให้ชิ้นงานไม่ได้ตามแบบที่ต้องการ

- G43 เป็นการชดเชยค่าความยาวเครื่องมือตัดตามด้วยตัวแปร H
- G49 เป็นการยกเลิกการชดเชยค่าความยาวเครื่องมือตัด

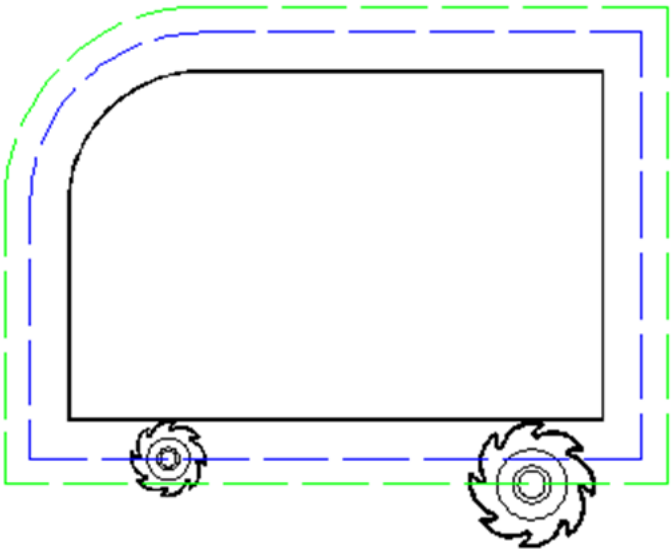


ภาพ 20 ขนาดความยาวเครื่องมือตัด



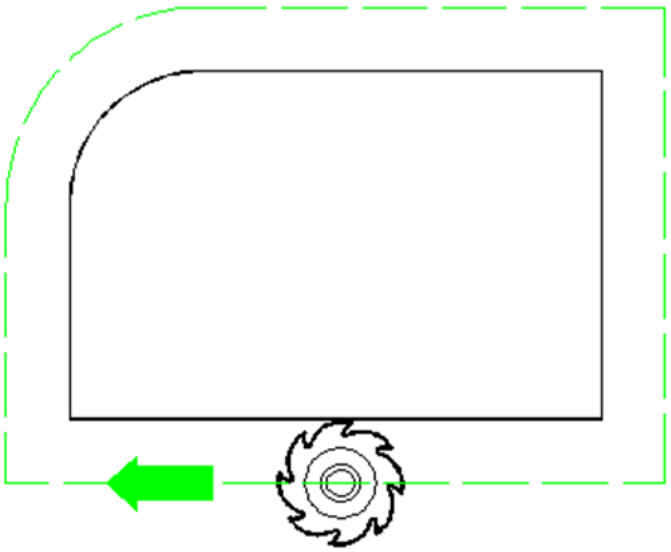
ภาพ 21 การตั้งความยาวเครื่องมือตัด

การชดเชยรัศมีเครื่องมือตัด

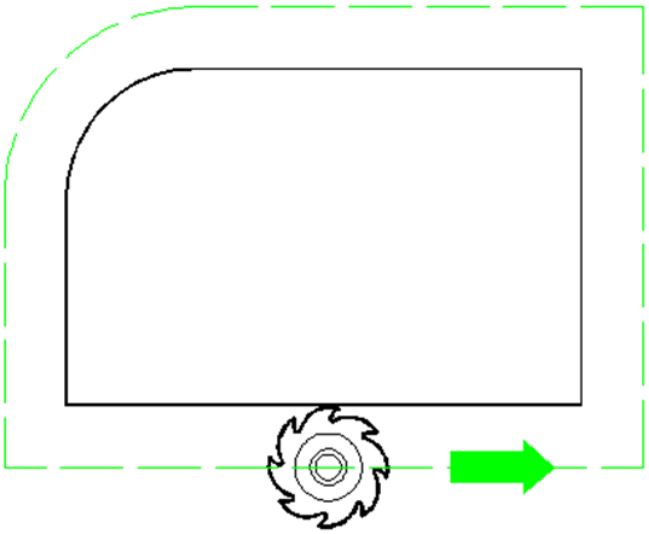


ภาพ 22 การชดเชยรัศมีเครื่องมือตัด

- G41 คือ การใช้คำสั่งชดเชยรัศมีเครื่องมือตัด เมื่อ Tool อยู่ทางฝั่งซ้ายมือของเส้นทางเดินของชิ้นงาน
- G42 คือ การใช้คำสั่งชดเชยรัศมีเครื่องมือตัด เมื่อ Tool อยู่ทางฝั่งขวามือของเส้นทางเดินของชิ้นงาน
- G40 คือ การยกเลิกการใช้คำสั่งชดเชยรัศมีเครื่องมือตัด (ยกเลิกคำสั่ง G41 และ G42)



ภาพ 23 ตัวอย่างการชดเชยรัศมีเครื่องมือตัดไปทางซ้าย (G41 D_)

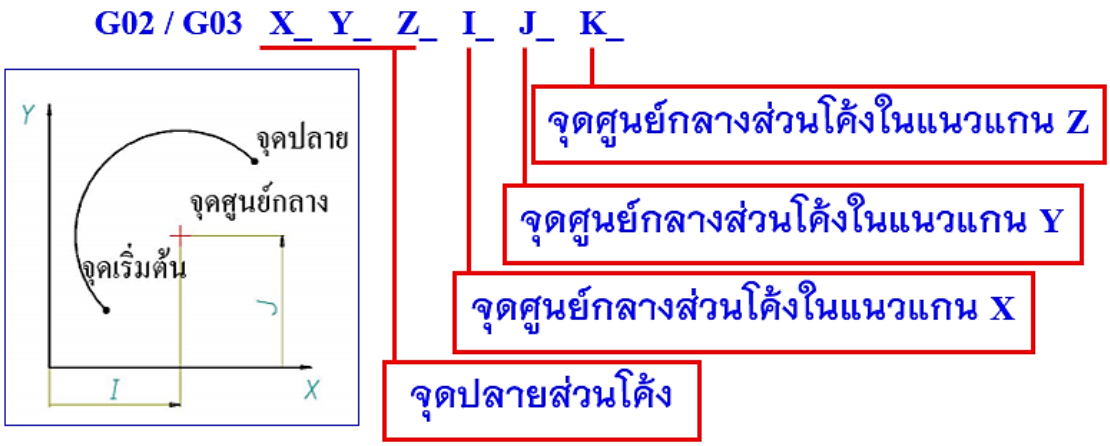


ภาพ 24 ตัวอย่างการชดเชยรัศมีเครื่องมือตัดไปทางซ้าย (G42 D_)

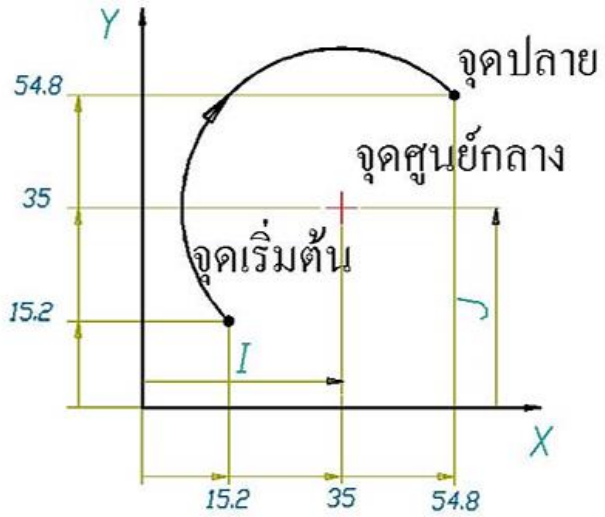
- **เมื่อ D คือ ค่าออฟเซ็ทขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ Tool**

การป้อนข้อมูล ตำแหน่งจุดศูนย์กลางส่วนโค้งนั้นสามารถที่จะกระทำได้ 3 วิธี คือ

1. แบบกำหนดระยะทางจากตำแหน่งจุดศูนย์ของชิ้นงานไปยังตำแหน่งจุดศูนย์กลางในแนวแกน (I,J,K) เรียกว่าเป็นการกำหนดจุดศูนย์กลางแบบสัมบูรณ์



ภาพ 25 การกำหนดจุดศูนย์กลางแบบสัมบูรณ์

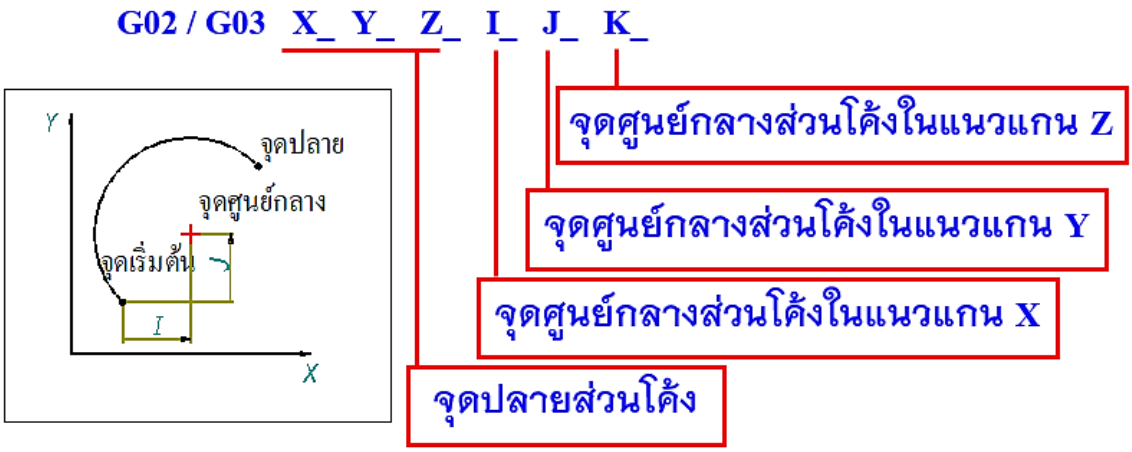


ภาพ 26 ตัวอย่างการกำหนดจุดศูนย์กลางแบบสัมบูรณ์

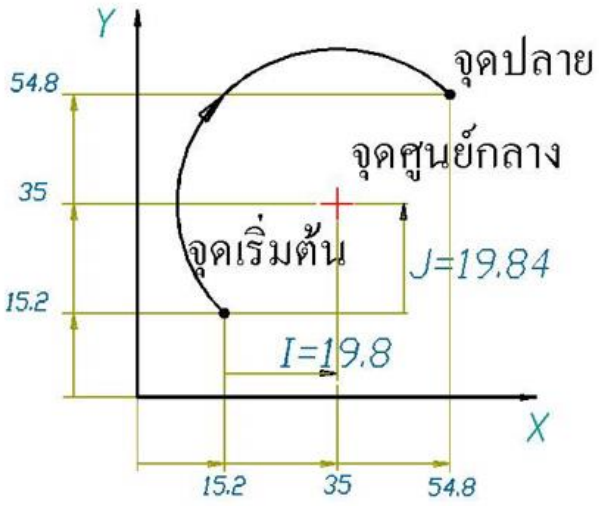
N60 G01 X15.2 Y15.2 F200 M03;

N70 G02 X54.8 Y54.8 I35. J35.;

2. แบบกำหนดระยะทางจากตำแหน่งเริ่มต้นถึงตำแหน่งจุดศูนย์กลางในแนวแกน (I,J,K) เรียกว่าเป็นการกำหนดจุดศูนย์กลางแบบต่อเนื่อง



ภาพ 27 การกำหนดจุดศูนย์กลางแบบต่อเนื่อง



ภาพ 28 ตัวอย่างการกำหนดจุดศูนย์กลางแบบต่อเนื่อง

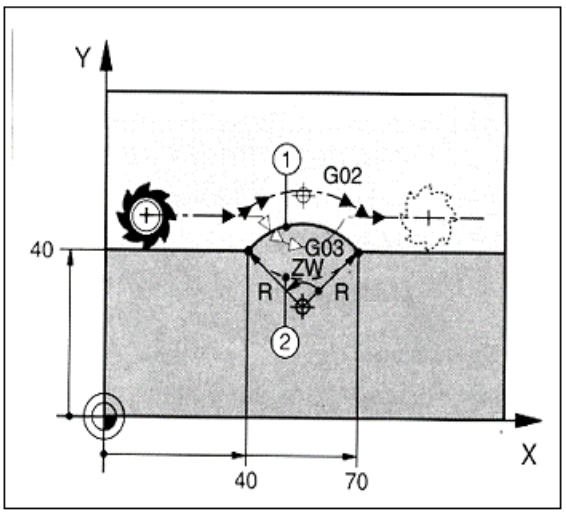
N60 G01 X15.2 Y15.2 F200 M03;

N70 G02 X54.8 Y54.8 I19.8 J19.8;

3. แบบกำหนดรัศมีของส่วนโค้ง (R)

การเคลื่อนที่แนวส่วนโค้ง โดยกำหนดรัศมี สามารถกำหนดรัศมีดังนี้

- การเคลื่อนที่แนวส่วนโค้งแบบรัศมี ที่มุมน้อยกว่า 180 องศา กำหนดรัศมีเป็นค่าบวก R > 0

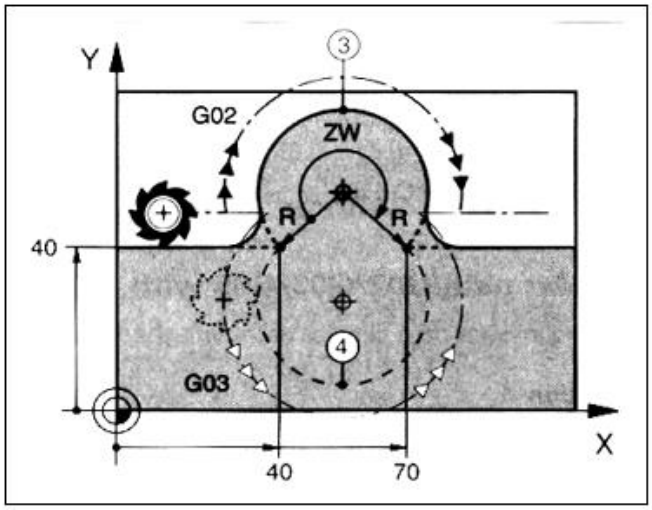


ภาพ 29 ตัวอย่างการเคลื่อนที่แนวส่วนโค้งแบบรัศมี ที่มุมน้อยกว่า 180 องศา กำหนดรัศมีเป็นค่าบวก R > 0

N100 G01 X40. Y40. F200 M03;

N110 G02 X70. Y40. R 20.;

– การเคลื่อนที่แนวส่วนโค้งแบบรัศมี ที่มุมมากกว่า 180 องศา กำหนดรัศมีเป็นค่าลบ R < 0



ภาพ 30 ตัวอย่างการเคลื่อนที่แนวส่วนโค้งแบบรัศมี ที่มุมมากกว่า 180 องศา กำหนดรัศมีเป็นค่าลบ R < 0

N100 G01 X40. Y40. F200 M03;

N110 G02 X70. Y40. R-20.;

พื้นฐานการเขียนโปรแกรม NC

โปรแกรมเอ็นซี (NC Program) คือ อนุกรม (Series) ของคำสั่ง (Code Instructions) ต่างๆ ที่จำเป็นจะต้องใช้ในการผลิตชิ้นงานโดยจะทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของ Tool กับเครื่องจักรกล CNC หรือเปิด-ปิดน้ำหล่อเย็น การหมุนของเพลางาน (Spindle) เป็นต้น

ชนิดคำสั่งของโปรแกรม CNC

คำสั่งของโปรแกรมซีเอ็นซี หรือภาษาโปรแกรมซีเอ็นซีของระบบควบคุม จะเป็นกฎที่ใช้สำหรับการกำหนดว่าโปรแกรมบล็อกใดที่จะต้องเขียนขึ้นสำหรับสั่งให้เครื่องจักรทำงาน โปรแกรมซีเอ็นซีโดยปกติแล้วในโปรแกรม จะมีคำสั่งที่แบ่งได้เป็น 4 ชนิด

1. คำสั่งของโปรแกรม แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ
   - หมายเลขโปรแกรม เช่น O0101
   - หมายเลขบรรทัด เช่น N1, N2
   - บรรทัดที่จะสั่งให้ข้ามไป เช่น /N7

2. คำสั่งทางเรขาคณิต เป็นคำสั่งที่บอกตำแหน่งการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัด เช่น G00, G01, G02, G03

3. คำสั่งทางเทคโนโลยี เป็นคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

   F = อัตราป้อน (มม. / นาที)

   S = ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)

   T = เครื่องมือตัด (Tools)

4. คำสั่งช่วย เป็นคำสั่งที่ใช้ช่วยในการทำงานหรือใช้ในการเปิดสวิทซ์อุปกรณ์ช่วยอื่น ๆ เช่น M3, M6

โค๊ดอื่นๆ ที่ใช้ในเวิร์ด (Word)

1. เลขที่บล็อก (Block Number, Seguence Number): N เลขที่บล็อกหรือลำดับคำสั่งต่างๆ จะเริ่มต้นด้วยตัวอักษร N และตามด้วยตัวเลข (0 ถึง 9) ซึ่งจำนวนตัวเลขจะมี 3 ตัว (N001 – N999) และในปัจจุบันนั้นคอนโทรลเลอร์สามารถกำหนดตัวเลขได้ถึง 5 ตัว (N00001 –

N99999) หรือมากกว่า เพื่อให้สามารถรองรับโปรแกรมที่มีขนาดใหญ่ๆ ที่ทำมาจากโปรแกรมซอฟท์แวร์ CAD/CAM

2. ตำแหน่งหรือระยะทาง (Dimension): X Y Z ในการเคลื่อนที่ของ Tool นั้นไม่ว่าจะเป็นในแนวเส้นตรงหรือแนวเส้นโค้ง สามารถที่จะระบุโดยใช้เป็นตัวเลข (0 ถึง 9) โดยมีเครื่องหมาย + หรือ – นำหน้าตัวเลขเพื่อใช้บอกทิศทางในการเคลื่อนที่ตามแนวแกนนั้นๆ

3. ตำแหน่งจุดศูนย์กลางวงกลม ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของวงกลมและจุดศูนย์กลางส่วนโค้งของวงกลมจะใช้โคออร์ดิเนต I, J และ K

4. ความเร็วสปินเดิล (Spindle Speed): S ใช้ตัวอักษร S แล้วตามด้วยตัวเลข เช่น S 2500 หมายถึง ความเร็วรอบของสปินเดิลหมุน 2,500 รอบ/นาที (rpm หรือ rev/min) ความเร็วสปินเดิลนิยมเรียกเป็น สปีด (Speed)

5. ความเร็วฟีด: F ความเร็วฟีด (หรือฟีดเรต – Feedrate) คือ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของ Tool ในขณะแมชชีนชิ้นงาน หรือการเคลื่อนที่ที่สึกลงไปภายในเพื่อกัดเอาชิ้นงานออก

6. เลขที่ทูล: T ใช้ตัวอักษร T และตามด้วยตัวเลข เช่น T01 โดยทั่วไปจะใช้ร่วมกับโค๊ดในการเปลี่ยน Tool เช่น M06 เช่น M06 T03 เป็นต้น

โครงสร้างของโปรแกรม NC

โปรแกรมเอ็นซี (NC Program) จะมีลักษณะเหมือนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไป ซึ่งจะประกอบไปด้วยหลายๆ บรรทัด และในแต่ละบรรทัดจะประกอบไปด้วยคำสั่งต่างๆ ซึ่งจะมีศัพท์เรียกเฉพาะ โปรแกรมบล็อกประกอบไปด้วยรหัสคำสั่ง รหัสที่ใช้อยู่แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ หมายเลข (Number) ตัวอักษร (character) และเครื่องหมาย (Symbol) แต่ละบรรทัดหรือบล็อกจะประกอบไปด้วยหลายๆ เวิร์ด และแต่ละเวิร์ดจะประกอบไปด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษหรือเรียกว่า “โค๊ด (Code)” ซึ่งเป็นคำสั่งให้เครื่องจักรกล CNC ทำงานตามที่ผู้เขียนโปรแกรมต้องการ แล้วตามด้วยตัวเลข (Numbers) เพื่อใช้สำหรับประกอบในการสั่งการหรือการทำงานนั้นๆ เช่น N1 G90 F0.5 S2000 T1 M3 เป็นต้น ในบล็อกที่ 1 จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่ามี 6 เวิร์ด ได้แก่ N1 G90 F0.5 S2000 T1 M3

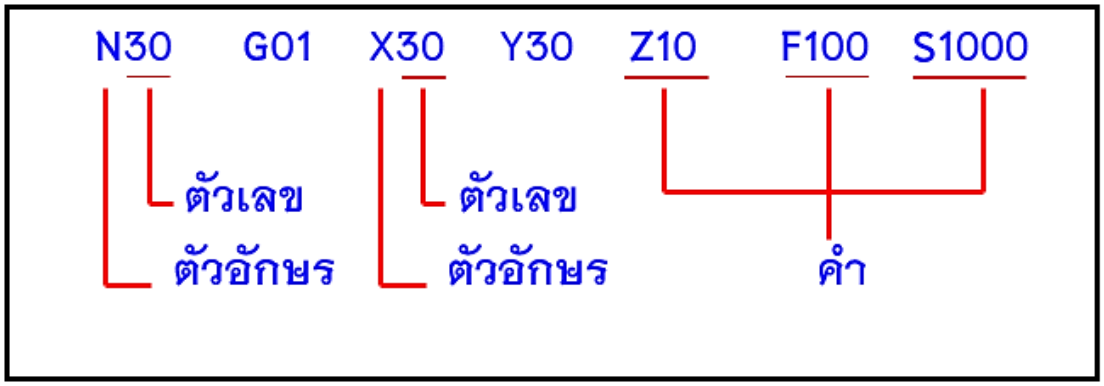
โดยที่ในแต่ละเวิร์ดจะประกอบไปด้วย

1. โค๊ด (Cord) หรือ Address เป็นตัวอักษร

ดังนั้นโค๊ดของบล็อกที่ 1 ได้แก่ N, G, F, S, T, M

2. ตัเลข (Numbers)

ดังนั้นตัวเลขของบล็อกที่ 1 ได้แก่ 1, 90, 0.5, 2000, 1 และ 3



ภาพ 31 แสดงลักษณะของคำ (Word)

ส่วนประกอบพื้นฐานของโครงสร้างโปรแกรม

โครงสร้างของโปรแกรมพื้นฐานจะแยกได้เป็น 3 ส่วนหลักๆ

1. ส่วนหัวของโปรแกรม

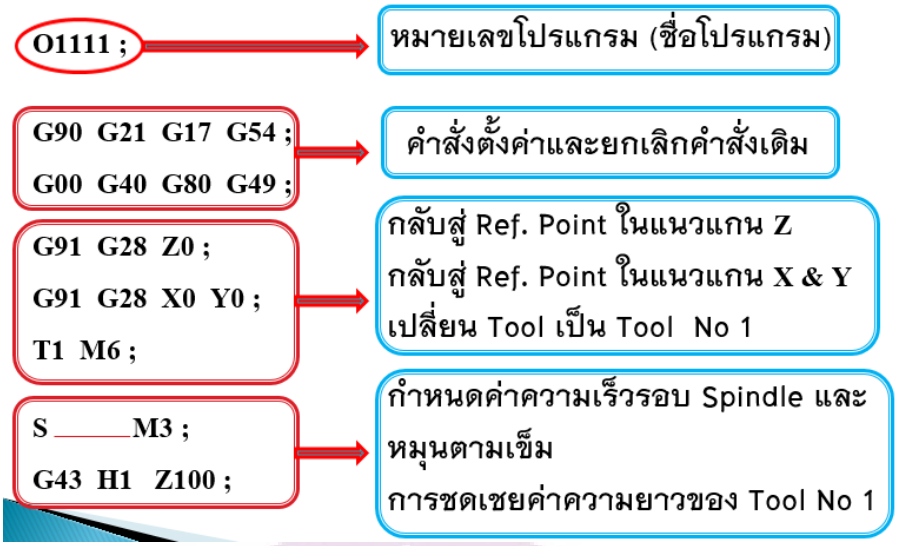
ส่วนใหญ่แล้วแต่ละคอนโทรลเลอร์หรือบางรุ่นส่วนหัวของโปรแกรมอาจจะขึ้นไม่เหมือนกัน ดังนั้นผู้ใช้จะต้องศึกษาจากคู่มืออีกที นอกจากนี้แล้วส่วนใหญ่ส่วนหัวโปรแกรมจะประกอบไปด้วยเครื่องหมาย ชื่อโปรแกรมหรือหมายเลขโปรแกรม ถ้าเป็นโปรแกรมมาตรฐาน ISO จะขึ้นต้นด้วยเครื่องหมาย %

2. ตัวของโปรแกรม หรือตัว NC โปรแกรม

จะประกอบไปด้วย G – Code หรือ M – Code ต่างๆ ที่สั่งให้ Tool และเครื่องจักรทำงาน

3. ส่วนท้ายของโปรแกรม

ส่วนมากจะจบด้วยคำสั่ง M30 หรือตามด้วยเครื่องหมาย ถ้าโปรแกรมมาตรฐาน ISO จะจบโปรแกรมด้วยเครื่องหมายเปอร์เซ็นต์ (%)



ภาพ 32 ตัวอย่างการเขียนหัวโปรแกรม (Fanuc Control)

คำสั่ง การสร้างโปรแกรมย่อยฟานัค (Sub Program Fanuc Control)

การสร้างโปรแกรม ย่อย จะมีรูปแบบดังต่อไปนี้

O yyyy ซึ่ง yyyy จะเป็นตัวเลขที่แทนหมายเลขโปรแกรมย่อย

ตัวอย่าง

O 1234

N1 G91;

N2 G01 Z-1. F100;

N3 G90;

N4 G01 X10. Y0;

N5 G01 X10. Y50.:

N6 G01 X50. Y50.:

N7 G01 X50. Y10.;

N8 G01 X10. Y10.;

N5 M99;

การจบโปรแกรมย่อยฟานัค (Fanuc Control)

การจบโปรแกรมย่อยนั้นจะต้องจบด้วย คำสั่ง **M99**

การเรียกใช้โปรแกรมย่อย

M98 P xxyyyy เมื่อ xx คือ จำนวนในการทำ ซ้ำ

yyyy คือ หมายเลขโปรแกรมย่อย

เช่น M98 P101234

การจบโปรแกรมหลัก (Fanuc Control) M30

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรม (Fanuc Control)

O1122

N5 G90 G21 G17 G54;

N10 G80 G40 G00 G49;

N15 G28 G91 Z0.;

N20 G28 G91 X0. Y0.;

N25 T1 M6;

N30 S3000 M3;

N35 G43 H1 Z100.;

N40 G00 G90 X10. Y-30. G41 D1;

N45 G00 Z5.;

N50 G01 Z0. F500;

N55 M98 P51114;

N60 G00 Z100.;

N65 G40;

N70 M30;

โปรแกรมย่อย

O1114

N5 G91;

N10 G01 Z-1. F100;

N15 G90;

N20 G01 X10. Y130.;

N25 G01 X20. Y140.;

N30 G01 X125. Y140.;

N35 G02 X140. Y125. R15.;

N40 G01 X140. Y25.;

N45 G01 X125. Y10.;

N50 G01 X20. Y10.;

N55 G02 X10. Y20. R10.;

N60 G01 X10. Y30.;

N65 G01 X-20. Y30.;

N70 G01 G40 X-20. Y-20.;

N75 G01 G41 D1 X10. Y-20.;

N80 M99;

จีโค้ด (G Code)

เป็นชุดคำสั่งประเภทหนึ่งในการเขียนโปรแกรมติดต่อกับเครื่องจักรให้เครื่องจักรเคลื่อนที่ไปตามคำสั่ง ในรูปแบบการเคลื่อนที่แบบรูปเลขาคณิต เช่น เส้นตรง เส้นโค้ง วงกลม หรือ เคลื่อนที่แบบวัฏจักร และเป็นโค้ดคำสั่งกำหนดค่าต่างๆให้กับเครื่องจักร ได้แก่การกำหนดระนาบการทำงาน กำหนดหน่วยวัด กำหนดประเภทการกำหนดพิกัด

G Code พื้นฐาน

G00	การเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงอย่างรวดเร็ว แบบไม่กินงาน ด้วยความเร็วสูงสุด
G01	การเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงกินงาน ด้วยความเร็วที่กำหนด
G02	การเคลื่อนที่เป็นวงกลมหรือเส้นโค้งทิศทางตามเข็มนาฬิกา
G03	การเคลื่อนที่เป็นวงกลมหรือเส้นโค้งทิศทางทวนเข็มนาฬิกา
G04	การหยุดการเคลื่อนที่ในระยะเวลาที่กำหนด
G17–G19	กำหนดระนาบการทำงาน
G20/G70	กำหนดหน่วยวัด เป็น นิ้ว
G21/G71	กำหนดหน่วยวัด เป็น มิลลิเมตร
G28	เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งอ้างอิง
G40	ยกเลิกชดเชยรัศมีเครื่องมือตัด
G41	การชดเชยรัศมีเครื่องมือตัดทางซ้าย
G42	การชดเชยรัศมีเครื่องมือตัดทางขวา
G43	การชดเชยค่าความยาวเครื่องมือตัด
G49	การยกเลิกชดเชยค่าความยาวเครื่องมือตัด
G53	เลือกระบบโคออร์ดิเนตเครื่อง
G54–G59	เลือกระบบโคออร์ดิเนตชิ้นงานตำแหน่งที่ 1–6
G80	ยกเลิกไซเคิลต่างๆ
G81–G83	ไซเคิลรูเจาะชนิดต่างๆ
G84	ไซเคิลการทำเกลียว
G85–G88	ไซเคิลการคว้านรู
G90	กำหนดโปรแกรมให้เป็นแบบสัมบูรณ์ (Absolute)
G91	กำหนดโปรแกรมให้เป็นแบบสัมพัทธ์ (Increment)

G94 ให้ค่าฟีด เป็น มม. / นาที หรือ นิ้ว/นาที

G95 ให้ค่าฟีด เป็น มม. / รอบ หรือ นิ้ว/รอบ

G96 ให้ความเร็วผิวคงที่ เป็น เมตร / นาที

G97 ให้สปินเดิลหมุนคงที่ เป็น รอบ / นาที

เอ็มโค้ด (M Code)

เป็นชุดคำสั่งประเภทหนึ่งในการเขียนโปรแกรม ติดต่อกับเครื่องจักร เอ็มโค้ดเป็นรหัสในการติดต่อสั่งงานเครื่องจักรโดยตรง เช่น สั่งให้ทูลหมุน สั่งให้ เปิดหรือปิดน้ำหล่อเย็น สั่งให้จบการทำงาน เป็นต้น เอ็มโค้ดเป็น คำสั่งอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมกลไกลการทำงานของเครื่องจักร ไม่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของทูล

M Code พื้นฐาน

M00 หยุดโปรแกรมชั่วคราวจะทำงานต่อเมื่อกดสวิทช์

M01 หยุดโปรแกรมเมื่อต้องการ (Optional Stop)

M03 ให้สปินเดิลหมุนตามเข็มนาฬิกา

M04 ให้สปินเดิลหมุนทวนเข็มนาฬิกา

M05 หยุดหมุนสปินเดิล

M06 สลับ เปลี่ยนทูล

M07 เปิดน้ำหล่อเย็น เป็นละออง

M08 เปิดน้ำหล่อเย็นที่หัวทูล

M09 ปิด น้ำหล่อเย็น

M13 ให้สปินเดิลหมุนตามเข็มนาฬิกาและเปิดน้ำหล่อเย็น

M14 ให้สปินเดิลหมุนทวนเข็มนาฬิกาและเปิดน้ำหล่อเย็น

M30 จบโปรแกรมแล้วกลับไปบล็อกเริ่มต้น

M98 เรียกโปรแกรมย่อย

M99 จบโปรแกรมย่อย

ความปลอดภัยและการบำรุงรักษาเครื่องจักรกล CNC

ความปลอดภัยในการใช้เครื่องจักร

การทำงานโดยใช้เครื่องจักรกลต่างๆ ถ้าประมาทอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุ ได้รับบาดเจ็บ สูญเสียอวัยวะ พิการหรือเสียชีวิตได้ ดังนั้นการทำงานในโรงงานและที่เกี่ยวกับเครื่องจักรกล CNC ควรคำนึงถึงความปลอดภัยไว้ก่อนเสมอ ไม่เฉพาะแก่ตนเองแต่ต้องรวมถึงผู้ร่วมงานรอบข้างด้วย สำหรับผู้ควบคุมประจำเครื่องควรทำความคุ้นเคยในตัวเครื่องจักรที่จะใช้ให้รอบรู้ก่อนเข้าปฏิบัตการประจำเครื่องนั้นๆ

มาตรการความปลอดภัย

1. สวมแว่นตาแบบที่มีการปกปิดด้านข้าง (Safety glasses)

2. ห้ามใส่แหวน สร้อยคอ หรือ เครื่องประดับต่างๆ ที่อาจหลุดเข้าเครื่อง เพราะอาจกระเด็นกลับโดนร่างกายได้ ในกรณีของสร้อยคอและกำไลอาจพันกับเครื่อง และดึงร่างกายเข้าไปในเครื่องจักรได้

3. ห้ามใส่เสื้อแขนยาว ผูกเนคไท สวมใส่เสื้อผ้าและถุงมือที่หลวม เพราะอาจพันและดึงร่างกายเข้าไปในเครื่องได้

4. สำหรับผู้มีผมยาว ควรมัดไว้ข้างหลังให้แน่น หรือใส่หมวก เพราะผมอาจร่วงไปพันอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีการเคลื่อนที่

5. ใช้ความระมัดระวังในการเปลี่ยนทูล ปลายหรือสันคมอาจตัดเนื้อขาดได้ เช่น ในขณะจับหรือขันประแจและเปลี่ยนทูล

6. ควรเอามือออกห่างจากชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ ที่มีการเคลื่อนที่ หรือที่มีการหมุน

7. ต้องรอให้สปินเดิลหยุดสนิทก่อนทำการ Setup หรือเปลี่ยนชิ้นงานและทูลเข้า ออก

8. ห้ามใช้ลมเป่าเศษโลหะ เพราะจะทำให้กระเด็นเข้าตา และเข้าภายในเครื่องจักรทำให้เครื่องจักรเสียหายได้

9. ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ ต้องทำการจับยึดอย่างถูกต้องและต้องถูกหลักการในการจับยึด (Clamp) ชิ้นงานนั้นๆ

10. สวมรองเท้าหุ้มส้น (Safety shoes) หรือรองเท้าบู๊ท ปกคลุมเท้าอย่างมิดชิดเพื่อเป็นการป้องกันสิ่งของตกทับเท้าและนิ้วเท้าได้ และป้องกันเศษโลหะบาดเท้า

11. ระวังการสัมผัสที่ขอบหรือสันคมต่างๆ บนชิ้นงานที่ได้รับการแมชชีน

12. จัดวางเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ให้มีระเบียบบนโต๊ะหรือในตู้ไม่ควรวางขวางทางหรือวางเกะกะบริเวณพื้นที่ทำงานเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้อื่นสะดุดล้ม

13. ใช้ความเร็ว (Speed) และฟีต (Feed) ที่เหมาะสม ควรลดฟีตและความเร็วทันทีถ้าเครื่องมีการสั่นสะเทือนและเสียงที่ผิดปกติ

14. ควรยืนในตำแหน่งที่มีระยะห่างจากปุ่มหยุดฉุกเฉิน (Emergency Stop) ในระยะที่สามารถยื่นมือไปกดได้ทันทีเมื่อจะมีอันตรายเกิดขึ้น

การบำรุงรักษาเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)

เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) จัดเป็นเครื่องจักรกลที่ใช้เทคโนโลยีชั้นสูง มีความยุ่งยาก ซับซ้อนของระบบกลไล ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) จะต้องได้รับการดูแลรักษาให้คงคุณสมบัติด้านความละเอียดเที่ยงตรง ส่วนประกอบและส่วนควบคุม (Controller) ต้องมีการดูแลบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ

การบำรุงรักษาก่อนและหลังการใช้งาน

การทำความสะอาด

เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) จำเป็นต้องดูแลทำความสะอาดเครื่องอย่างสม่ำเสมอและด้วยความระมัดระวังหลังจากใช้งานทันทีทันใด และดูแลตลอดเวลาเพื่อป้องกันมิให้มีสิ่งสกปรก ฝุ่นละอองเข้าไปติดอยู่ในส่วนสำคัญของเครื่อง ซึ่งจะเป็นสาเหตุทำเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) เสียหาย

บริเวณที่จะต้องดูแลทำความสะอาด ได้แก่

1. รางเลื่อน (Slide ways)
2. เพลากัด (Spindle)
3. โต๊ะงาน (Table)
4. สารหล่อเย็น (Coolant)
5. ถังบรรจุสารหล่อเย็น (Coolant Tank)
6. ตัวจับและด้ามมีดกัด (Collets and Tool Holder)
7. อุปกรณ์อื่นๆ เช่น ปากกาจับงาน แคลมป์จับยึดชิ้นงาน

การทำความสะอาด

1. รางเลื่อน (Slide ways) ปัดเศษที่ติดอยู่ในรางเลื่อนหรือครอบรางเลื่อนออกด้วยแปรงปัดเศษ ใช้ผ้าสะอาดเช็ดเศษผงเล็กๆ ออกจากรางเลื่อนหรือครอบรางเลื่อน

2. เพลากัด (Spindle) ทำความสะอาดบริเวณรูเรียว ชโลมน้ำมันบริเวณรูเรียวบางๆ

3. โต๊ะงาน (Table) ทำความสะอาดบริเวณพื้นผิวทั้งหมด และร่องตัวที (T-Slot) ชโลมน้ำมันบางๆ บนพื้นผิวของโต๊ะงาน หรือทาจาระบีบางๆ เมื่อไม่ใช้เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) เป็นเวลานาน

4. สารหล่อเย็น (Coolant) เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) ตรวจสอบระดับปริมาณของสารหล่อเย็นประจำวัน หรือก่อนใช้เครื่องในแต่ละวัน รวมทั้งตรวจสอบถังบรรจุสารหล่อเย็นและทำความสะอาดทุกๆ 6 เดือน

5. ถังบรรจุสารหล่อเย็น (Coolant Tank) ล้างถังบรรจุสารหล่อเย็นทุกครั้งหลังจากเปลี่ยนสารหล่อเย็น ล้างด้วยน้ำยาล้างสารหล่อเย็น หรือผงซักฟอก และล้างน้ำสะอาด

6. ตัวจับและด้ามมีดกัด (Collets and Tool Holder) เช็ดทำความสะอาดเศษ และฝุ่นละออง ที่ติดอยู่กับตัวจับและด้ามมีดกัด ชโลมน้ำมันหลังการใช้งานทุกครั้ง ก่อนการติดตั้งด้ามจับมีดกัด (Tool Holder) เข้ากับชุดเปลี่ยนเครื่องมือทุกครั้ง จะต้องใช้ผ้าสะอาดเช็ดบริเวณส่วนเรียวนอกของตัวด้ามจับมีดกัดและทาน้ำมันให้เป็นฟิล์มบางๆ ช่วยให้การถอดด้ามจับมีดกัดออกจากเรียวในของเพลากัดได้ง่ายขึ้น

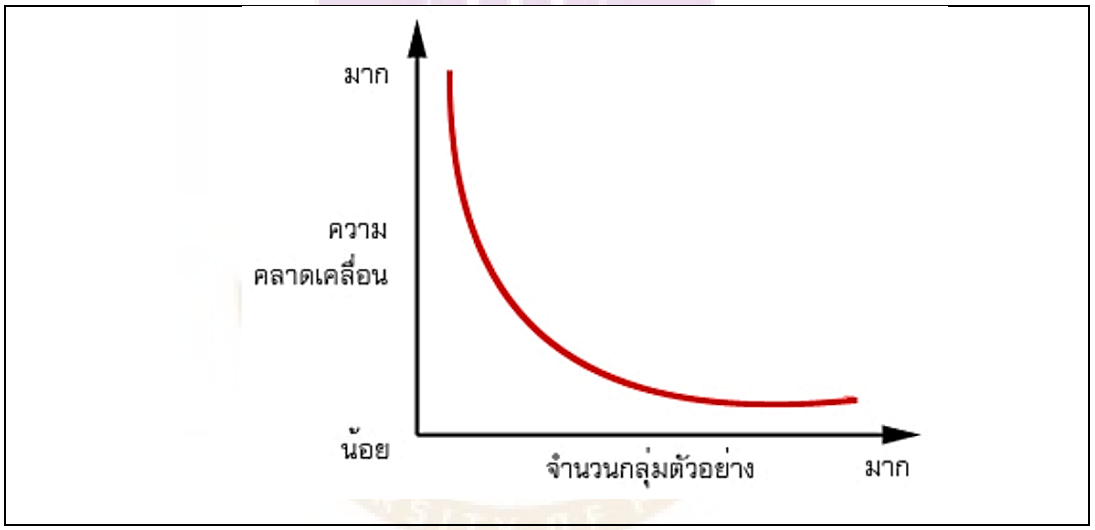
7. อุปกรณ์อื่นๆ เช่น ปากกาจับงาน แคลมป์จับยึดชิ้นงาน ใช้แปรงปัดเศษ ใช้ผ้าเช็ดสารหล่อเย็นหรือคราบสกปรกออกให้แห้ง ใช้น้ำมันกันสนิมหรือน้ำมันเครื่องทาเป็นฟิล์มบางๆ เพื่อป้องกันสนิมทั้งโต๊ะงาน ปากกาจับงาน และแคลมป์จับยึดชิ้นงาน

การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาสื่อการเรียน ออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการเรียนการสอนเพิ่มขึ้น โดยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการวิจัย (มารยาท โยทองยศ และปราณี สวัสดิสรรพ์ 2557) ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (Sample size) เป็นสิ่งสำคัญที่ผู้วิจัยต้องกำหนดให้เหมาะสม และมีความเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรที่ทำการศึกษา เพื่อจะช่วยให้ผลการวิจัยมี

ความน่าเชื่อถือ ดังนั้นจึงเกิดคำถามว่าขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่าไรจึงจะทำให้ผลการวิจัยมีความเชื่อถือได้ ซึ่งความจริงแล้วไม่มีกฎเกณฑ์แน่นอนตายตัวว่าจะต้องใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวนเท่าใด ได้มีผู้เสนอวิธีการกำหนดของตัวอย่างไว้หลายวิธีด้วยกันเช่น การกำหนดเกณฑ์ร้อยละของประชากร การใช้ตารางสำเร็จรูป หรือการใช้สูตรคำนวณ ซึ่งผู้วิจัยสามารถเลือกตามความเหมาะสม และการใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กจะทำให้มีโอกาสเกิดความคลาดเคลื่อนมาก และการใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างใหญ่จะมีโอกาสเกิดความคลาดเคลื่อนน้อย เนื่องจากขนาดกลุ่มตัวอย่างใหญ่ให้ข้อมูลที่เที่ยงตรงการคำนวณทางสถิติมีความถูกต้องมากกว่ากลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก กลุ่มตัวอย่างยิ่งมีขนาดใหญ่มากเท่าใดความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มจะลดน้อยลง แต่เมื่อถึงจุดหนึ่งแม้จะเพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างให้ใหญ่ขึ้นอีกแต่ความคลาดเคลื่อนก็ลดลงได้ไม่มากนัก ดังภาพ



ภาพ 33 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนในการสุ่มตัวอย่างกับขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

วิธีการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีด้วยกันหลากหลายวิธี ในที่นี้จะเสนอการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างจากการกำหนดเกณฑ์ การใช้สูตรคำนวณและการใช้ตารางสำเร็จรูป ซึ่งแต่ละวิธีสามารถอธิบายได้ต่อไปนี้

การกำหนดเกณฑ์ในกรณีนี้ผู้วิจัยต้องทราบจำนวนประชากรที่แน่นอนก่อนแล้ว ใช้เกณฑ์โดยกำหนดเป็นร็อยละของประชากรในการพิจารณาดังนี้

ถ้าขนาดประชากรเป็นหลักร้อย ควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 25%

ถ้าขนาดประชากรเป็นหลักพัน ควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 10%

ถ้าขนาดประชากรเป็นหลักหมื่น ควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 5%

ถาขนาดประชากรเปนหลักแสน ควรใชกลุมตัวอยางอยางนอย 1%

การใช้ตารางสำเร็จรูป การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างด้วยตารางสำเร็จรูป มีอยู่หลายประเภท ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้วิจัย ตารางสำเร็จรูปที่นิยมใช้กันในงานวิจัยเชิงสำรวจ ได้แก่ ตารางสำเร็จรูปของเครจซี่และเมอรแกน เปนต้น

ตารางของเครจซี่และมอรแกน ตารางนี้ใชในการประมาณค่าสัดส่วนของประชากรเช่นเดียวกัน และกำหนดให้สัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากร เท่ากับ 0.5 ระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 5% และระดับความเชื่อมั่น 95% สามารถคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างกับประชากรที่มีขนาดเล็กไดตั้งแต่ 10 ขึ้นไป ดังตารางที่ 1 วิธีการอ่านตารางผูวิจัยต้องทราบขนาดของประชากร เช่น ถ้าประชากรมีขนาดเท่ากับ 2,000 คน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการจะเท่ากับ 322 คน เปนต้น

ตาราง 3 ขนาดของกลุ่มตัวอย่างของเครซี่และมอร์แกน

ขนาดประชากร	ขนาดตัวอย่าง	ขนาดประชากร	ขนาดตัวอย่าง	ขนาดประชากร	ขนาดตัวอย่าง	ขนาดประชากร	ขนาดตัวอย่าง	ขนาดประชากร	ขนาดตัวอย่าง
10	10	100	80	280	162	800	260	2,800	338
15	14	110	86	290	165	850	265	3,000	341
20	19	120	92	300	169	900	269	3,500	346
25	24	130	97	320	175	950	274	4,000	351
30	28	140	103	340	181	1,000	278	4,500	354
35	32	150	108	360	186	1,100	285	5,000	357
40	36	160	113	380	191	1,200	291	6,000	361
45	40	170	118	400	196	1,300	297	7,000	364
50	44	180	123	420	201	1,400	302	8,000	367
55	48	190	127	440	205	1,500	306	9,000	368
60	52	200	132	460	210	1,600	310	10,000	370
65	56	210	136	480	214	1,700	313	15,000	375
70	59	220	140	500	217	1,800	317	20,000	377
75	63	230	144	550	226	1,900	320	30,000	379
80	66	240	148	600	234	2,000	322	40,000	380
85	70	250	152	650	242	2,200	327	50,000	381
90	73	260	155	700	248	2,400	331	75,000	382
95	76	270	159	750	254	2,600	335	100,000	384

การพัฒนาบทเรียนออนไลน์เรื่องวิศวกรรมการหล่อโลหะ (ประณุต พรหมลักษณ และสมพร สุขะ, 2556) ได้พัฒนาบทเรียนออนไลน์เรื่องวิศวกรรมการหล่อโลหะแล้วหาประสิทธิภาพของบทเรียนและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยได้สร้างบทเรียนออนไลน์จำนวน 4 หัวข้อ ประกอบด้วย ความรู้เบื้องต้นในการหล่อโลหะ โพรงแบบหล่อทรายทรายทำแบบหล่อ และการสร้างโพรงแบบหล่อ โดยในแต่ละหัวข้อมีการทำแบบฝึกหัดระหว่างการเรียนเพื่อนำมาประเมินผลการเรียนรู้ อีกทั้งกลุ่มตัวอย่างต้องทำแบบทดสอบก่อนและหลังการเรียน ข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำมาหา ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที เพื่อใช้วิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนนำบทเรียนฯ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา การผลิตบทเรียน การวัดและประเมินผลได้ให้ความเห็นว่ามีความเหมาะสมต่อการทำไปใช้งาน ในการทดสอบบทเรียนฯ ได้ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สมัครใจเข้าเรียนที่ยังไม่เคยศึกษาบทเรียนมาก่อนจำนวน 30 คน จากการทดสอบพบว่ามีประสิทธิภาพของบทเรียนฯ (E1/E2) มีค่า 81.22/84.66 ซึ่งสูงกว่าที่กำหนดคือ 80/80 สำหรับการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าคะแนนก่อนและหลังเรียนมีค่าเป็น 25.30 และ 42.33 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 50 ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผู้วิจัยสรุปได้ว่าบทเรียนฯ ที่พัฒนาขึ้นมาสามารถนำไปใช้งานเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยบทเรียนออนไลน์ได้

การพัฒนาระบบการเรียนรู้ (Learning Management System : LMS) สำหรับงานปฏิบัติการ (วิชิต สุขทร, 2556) เป็นการพัฒนาระบบจัดการเรียนการสอนตามหลักเทคโนโลยีสารสนเทศคุณภาพเกิดจากการบูรณาการศาสตร์ 3 ประการ คือ วิทยาการคุณภาพของศาสตร์หลัก ระเบียบวิธีการและเทคนิคคุณภาพ และเทคโนโลยีสารสนเทศ สิ่งจำเป็นในการพัฒนาคือ ต้องสร้างระบบการจัดการเรียนการสอน (LMS) ทำหน้าที่บริหารจัดการเรื่องการเรียนการสอนผ่านอินเทอร์เนต ที่มีความสะดวกสบายแก่ทั้งผู้เรียนและผู้สอน และมากไปกว่านั้นจะต้องพัฒนาด้วยวงจรการบริหารงานคุณภาพ (PDCA) โดยมีขั้นตอนการพัฒนาสำคัญ 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน การปฏิบัติ การตรวจสอบ และการปรับปรุงมากไปกว่านั้นควรตรวจสอบองค์ประกอบของการส่งเสริมระบบสารเสนเทศที่มีคุณภาพสำหรับการพัฒนาคุณภาพการใช้งานอย่างสมบูรณ์แบบ ประกอบด้วย นักพัฒนาโปรแกรมที่มีความรู้และมีคุณภาพ ผู้สอนต้องเตรียมความพร้อมในการร่วมพัฒนาระบบการจัดการเรียนการสอนและผู้บริหารเพื่อตรวจสอบวงจรการพัฒนาตามระบบที่ตั้งไว้จากผลการพัฒนาครั้งนี้ พบว่า ได้

ประโยชน์ทั้งผู้สอน ผู้เรียน และผู้บริหาร อีกทั้งระบบของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตช่วยสอนมีการพัฒนาและสามารถใช้งานได้อย่างมีคุณภาพ ได้เครือข่ายแม่งานสำหรับพัฒนาคุณภาพเข้าสู่ระบบการประกันคุณภาพที่ตรวจสอบได้ สามารถเป็นแหล่งศึกษาค้นคว้าและพัฒนาคุณภาพการเรียนให้ทันสมัยเฉกเช่นมหาวิทยาลัยชั้นนำอื่น ๆ ในภูมิภาคและสามารถเข้าสู่การแข่งขันในประชาคมอาเซียนได้อย่างมีประสิทธิภาพการ

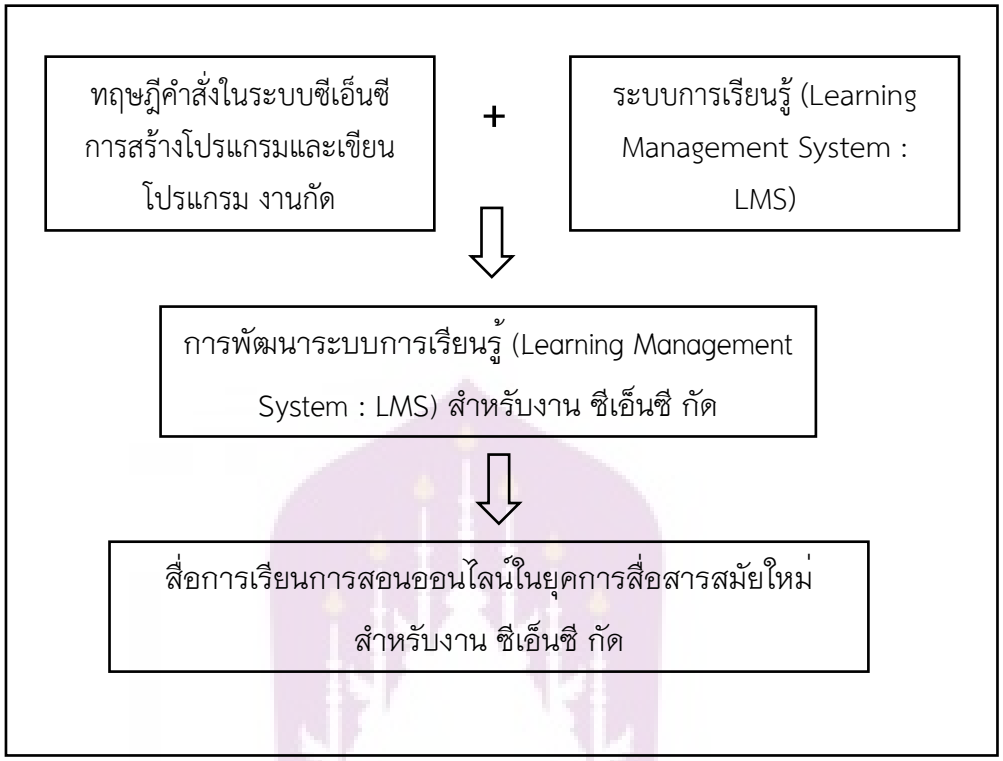
การพัฒนาบทเรียน อีเลิร์นนิ่ง รายวิชาเทคโนโลยี ซีเอ็นซี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ (นายสุชาติ ปุริตธรรม, มนวิภา อนันตระเศรษฐกูล และสุญาณี เดชทองพงษ์, 2556) การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนา และหาประสิทธิภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง รายวิชาเทคโนโลยี ซีเอ็นซี เรื่องการใช้โปรแกรมคำสั่งพื้นฐานจี–โค๊ดและเอ็ม–โค๊ด (G–Code และ M–Code) กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจงจากนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องเรือน ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประสิทธิภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง รายวิชาเทคโนโลยี ซีเอ็นซี เรื่องการใช้โปรแกรมคำสั่งพื้นฐานจี–โค๊ดและเอ็ม–โค๊ด (G–Code และ M–Code) หาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบหลังเรียนสูงกว่าทดสอบก่อนเรียนสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละค่าเฉลี่ย และ t–teat ผลการวิจัย บทเรียน อีเลิร์นนิ่ง รายวิชาเทคโนโลยี ซีเอ็นซีเรื่องการใช้โปรแกรมคำสั่งพื้นฐานจี–โค๊ดและเอ็ม–โค๊ด (G–Code และ M–Code) พบว่า 1.บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง รายวิชาเทคโนโลยี ซีเอ็นซี เรื่องการใช้โปรแกรมคำสั่งพื้นฐานจี–โค๊ดและเอ็ม–โค๊ด (G–Code และ M–Code) ที่ได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 78.50/79.90 ใกล้เคียงเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 2.ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบหลังเรียนสูงกว่าทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การพัฒนาชุดการสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (สุวิมล พิบูลย์, 2556) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดการสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การวิจัยสำหรับครูช่างอุตสาหกรรม โดยใช้โปรแกรม Adobe แล้ววิเคราะห์หาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของสื่อ รวมทั้งศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อสื่อที่พัฒนาขึ้น ในด้านเนื้อหา ด้านการนำเสนอ และด้านการเรียนรู้จากชุดการสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การวิจัยสำหรับครูช่างอุตสาหกรรมดังกล่าว ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 โดยมีประสิทธิภาพที่ 81.57/82.28 เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ระหว่างคะแนนสอบ

ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดการสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การวิจัยสำหรับครูช่างอุตสาหกรรม พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนผลการประเมินคุณภาพของสื่อโดยรวม พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่ประเมินคุณภาพของสื่อในด้านเนื้อหา การนำเสนอและการเรียนรู้จากสื่อว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับมากทุกรายการ เมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์ การกระจาย (C.V.) ปรากฏว่า โดยภาพรวมมีค่าต่ำกว่าร้อยละ 15 แสดงว่า ชุดการสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การวิจัยสำหรับครูช่างอุตสาหกรรมที่พัฒนาขึ้นให้ผลดี บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน (Developmental Testing of Media and Instructional Package) (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556) การพัฒนาต้นแบบชิ้นงาน (Prototype) ใหม่หรือนวัตกรรม สำหรับผลิตภัณฑ์และบริการใดๆ ก่อนที่จะนำไปเผยแพร่หรือใช้จริงจำเป็นจะต้องผ่านกระบวนการควบคุมและประกันคุณภาพ เพื่อให้แน่ใจว่าต้นแบบชิ้นงานของผลิตภัณฑ์และบริการใหม่นั้นมีประสิทธิภาพจริง เรียกว่า การทดสอบประสิทธิภาพ (Developmental Testing) การผลิตสื่อและชุดการสอนที่เป็นต้นแบบชิ้นงานใหม่ก็เช่นเดียวกันจำเป็นที่ต้องผ่านการทดสอบประสิทธิภาพก่อนที่จะให้ครูนำไปใช้กับนักเรียน โดยดำเนินการตามกระบวนการ 2 ขั้นตอนคือการทดลองใช้เบื้องต้น (Tryout) และการทดลองใช้จริง (Trial Run) บทความนี้ เสนอแนวคิด วิธีการทดสอบประสิทธิภาพ การใช้สูตร E1/ E2 สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการ (Process–E1) และทดสอบประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (Product–E2) ในขั้นทดลองใช้เบื้องต้น แบบเดี่ยว (1:1) แบบกลุ่ม(1:10) และแบบสนาม (1:100) และการนำสื่อหรือชุดการสอนที่ทดสอบผ่านเกณฑ์ความก้าวหน้าทางการเรียน เกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/ E2 ตามเกณฑ์ 90/90, 85/85 สำหรับวิทยพิสัยหรือพุทธิพิสัย, 80/80 และ 75/75 สำหรับทักษพิสัยและทักษพิสัย แล้วไปทดลองใช้จริงในช่วงเวลาหนึ่งภาคการศึกษาสูตร E1/ E2 ซึ่งผู้เขียนพัฒนาขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2520 เป็นเพียงสูตรเดียวในการหาประสิทธิภาพสื่อและชุดการสอนที่เน้นความสัมพันธ์ของกระบวนการและผลลัพธ์ สูตรอื่นที่ใช้กันเน้นการหาประสิทธิภาพโดยอิงผลลัพธ์เพียงอย่างเดียว สูตร E1/ E2 ใช้ได้กับการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อและชุดการสอนทุกประเภททั้งในการสอนแบบเผชิญหน้า การสอนทางไกล และการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้บทความนี้ยังเสนอปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดสอบประสิทธิภาพที่ไม่ถูกต้อง เพื่อช่วยนักการศึกษาและครูสามารถทดสอบประสิทธิภาพสื่อและชุดการสอนก่อนนำไปผลิตเป็นจำนวนมากและเผยแพร่ต่อไป

กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual Framework)



ภาพ 34 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

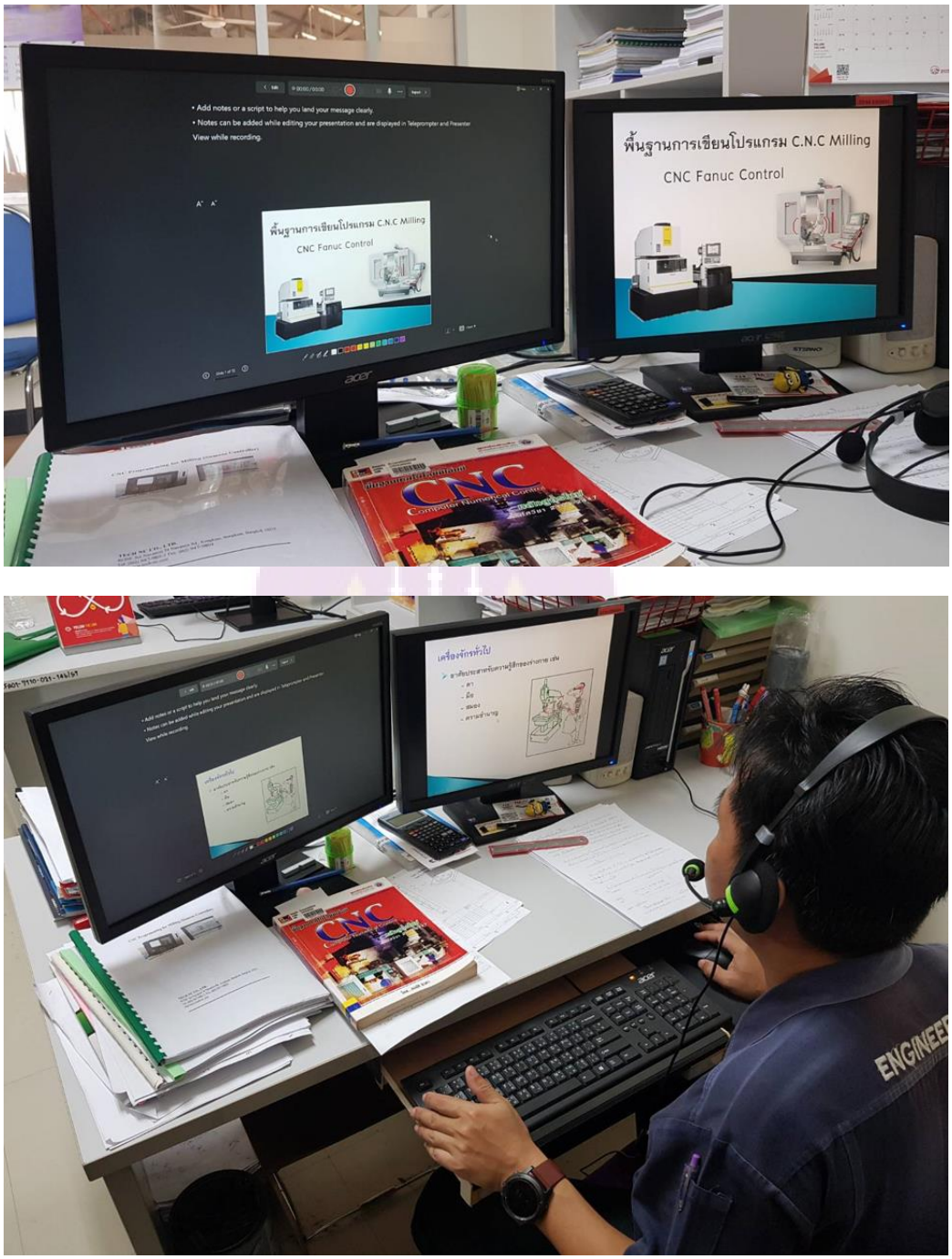
การวิจัยเพื่อการพัฒนางานประจำ (R2R) การพัฒนาสื่อการเรียน ออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ รหัสวิชา 264311 มีจุดมุ่งหมายเพื่อจัดทำสื่อการสอนสำหรับการสอน เขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ให้มีประสิทธิภาพ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างความเข้าใจการปฏิบัติงานกับเครื่องกัด CNC ที่มากขึ้นให้กับนิสิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ได้มาเรียนในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังนี้

1. จัดทำสื่อการเรียนการสอนออนไลน์ หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ
2. ประเมินประสิทธิภาพสื่อการเรียนการสอนออนไลน์ ประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนการสอน ของนิสิตผู้เรียน หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน รายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ของนิสิตระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3

1. จัดทำสื่อการเรียนการสอนออนไลน์ หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ

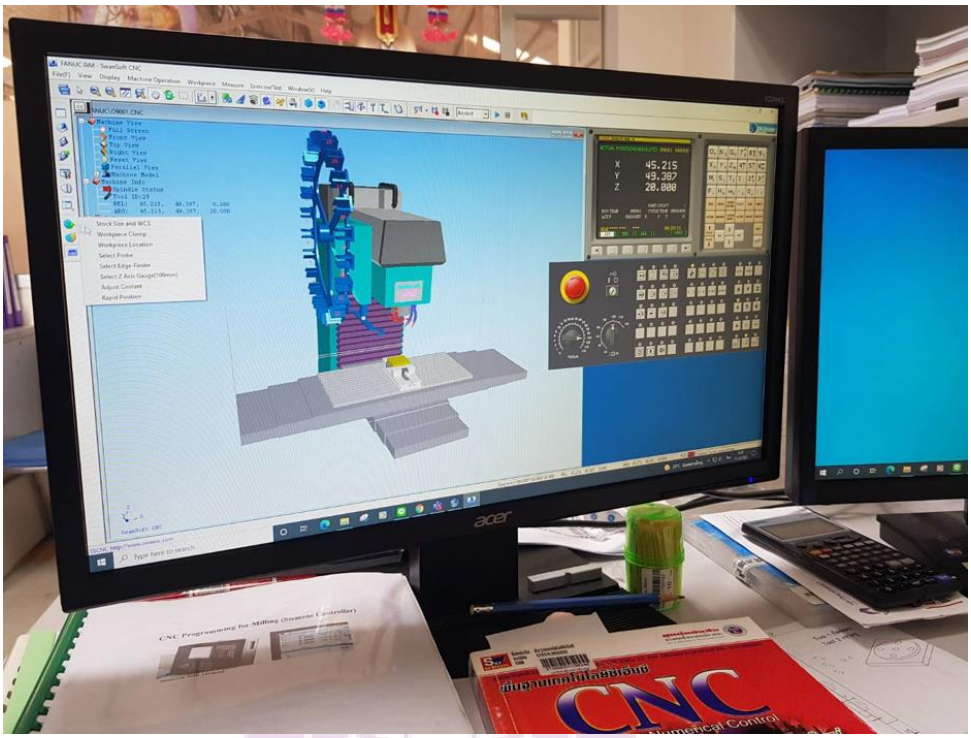
ขั้นตอนวิธีการทำวิจัยผู้วิจัยได้จัดทำสื่อการสอน สอนหัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ

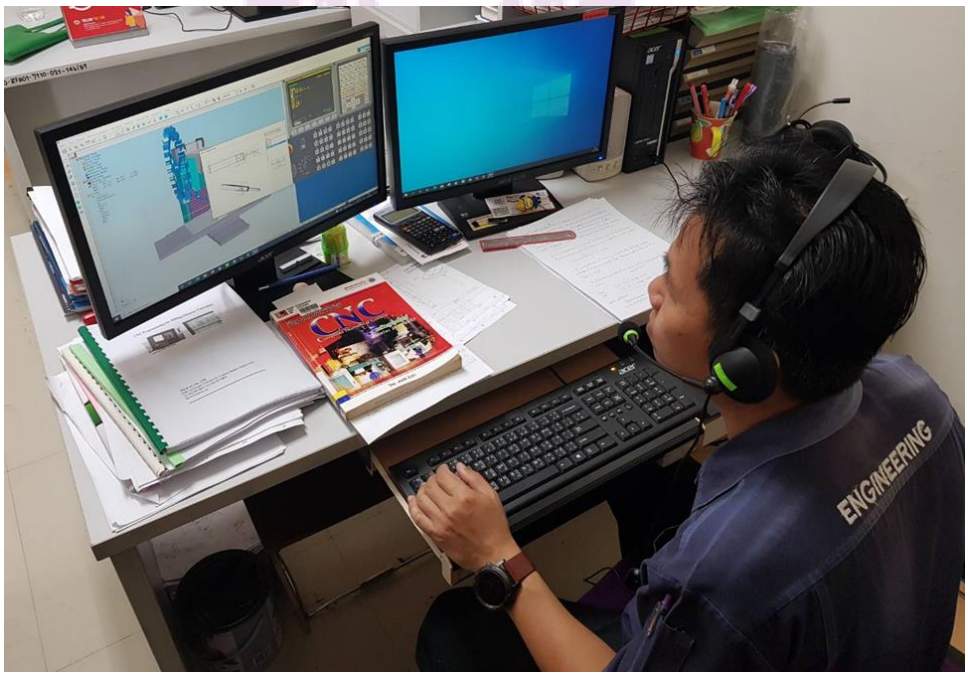
1. จัดทำวีดีโอ PowerPoint สอนพื้นฐานเขียนโปรแกรม CNC งานกัด



ภาพ 35 การบันทึกวีดีโอ PowerPoint

2. จัดทำวีดีโอการใช้โปรแกรมจำลองการใช้งานเครื่อง CNC งานกัด

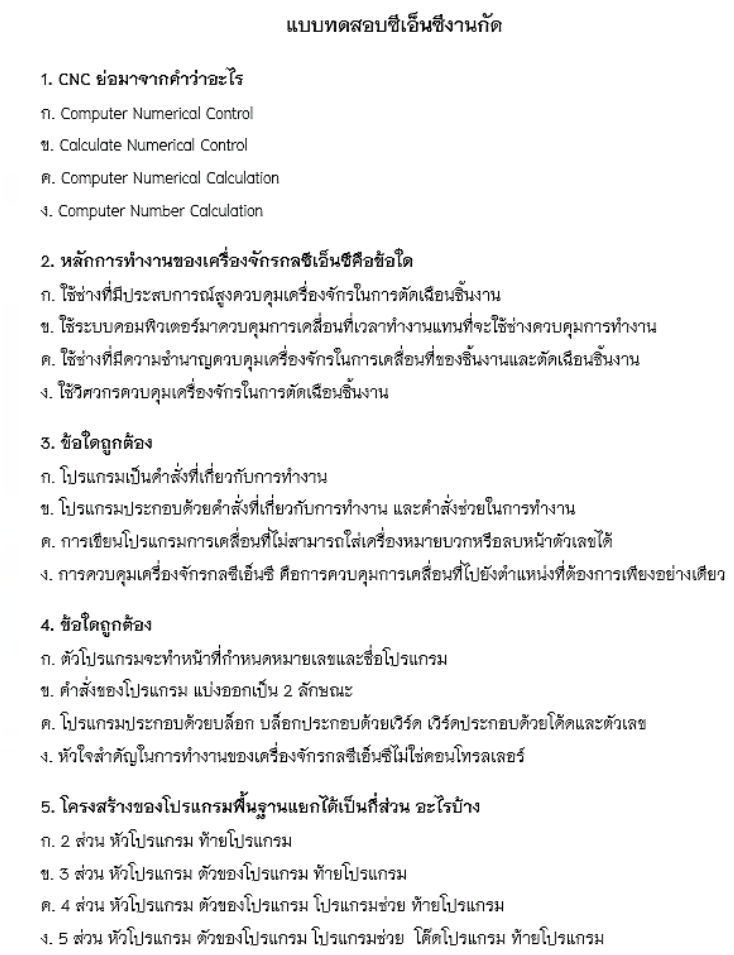




ภาพ 36 การบันทึกวีดีโอสอนการใช้โปรแกรมจำลองการใช้งานเครื่อง CNC งานกัด

2. ประเมินประสิทธิภาพสื่อการเรียนออนไลน์ ประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนของนิสิตผู้เรียน หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ

2.1 สร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (Pre-test / Post-test) และสร้างแบบทดสอบท้ายบทเรียนให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน



แบบทดสอบซีเอ็นซีงานกัด

1. CNC ย่อมาจากคำว่าอะไร
ก. Computer Numerical Control
ข. Calculate Numerical Control
ค. Computer Numerical Calculation
ง. Computer Number Calculation

2. หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีคือข้อใด
ก. ใช้ช่างที่มีประสบการณ์สูงควบคุมเครื่องจักรในการตัดเฉือนชิ้นงาน
ข. ใช้ระบบคอมพิวเตอร์มาควบคุมการเคลื่อนที่เวลาทำงานแทนที่จะใช้ช่างควบคุมการทำงาน
ค. ใช้ช่างที่มีความชำนาญควบคุมเครื่องจักรในการเคลื่อนที่ของชิ้นงานและตัดเฉือนชิ้นงาน
ง. ใช้วิศวกรควบคุมเครื่องจักรในการตัดเฉือนชิ้นงาน

3. ข้อใดถูกต้อง
ก. โปรแกรมเป็นคำสั่งที่เกี่ยวกับการทำงาน
ข. โปรแกรมประกอบด้วยคำสั่งที่เกี่ยวกับการทำงาน และคำสั่งช่วยในการทำงาน
ค. การเขียนโปรแกรมการเคลื่อนที่ไม่สามารถใส่เครื่องหมายบวกหรือลบหน้าตัวเลขได้
ง. การควบคุมเครื่องจักรกลซีเอ็นซี คือการควบคุมการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการเพียงอย่างเดียว

4. ข้อใดถูกต้อง
ก. ตัวโปรแกรมจะทำหน้าที่กำหนดหมายเลขและชื่อโปรแกรม
ข. คำสั่งของโปรแกรม แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ
ค. โปรแกรมประกอบด้วยบล็อก บล็อกประกอบด้วยเวิร์ด เวิร์ดประกอบด้วยโค้ดและตัวเลข
ง. หัวใจสำคัญในการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีไม่ใช่คอนโทรลเลอร์

5. โครงสร้างของโปรแกรมพื้นฐานแยกได้เป็นกี่ส่วน อะไรบ้าง
ก. 2 ส่วน หัวโปรแกรม ท้ายโปรแกรม
ข. 3 ส่วน หัวโปรแกรม ตัวของโปรแกรม ท้ายโปรแกรม
ค. 4 ส่วน หัวโปรแกรม ตัวของโปรแกรม โปรแกรมช่วย ท้ายโปรแกรม
ง. 5 ส่วน หัวโปรแกรม ตัวของโปรแกรม โปรแกรมช่วย โค๊ดโปรแกรม ท้ายโปรแกรม

ภาพ 37 ตัวอย่างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (Pre-test / Post-test)

2.2 นำแบบทดสอบส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิและอาจารย์ประจำรายวิชา การเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ ตรวจสอบความถูกต้องและเที่ยงตรง เชิงเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ ก่อนนำไปใช้ทดสอบ

แบบทดสอบ CNC งานกัด

1. CNC ย่อมาจากคำว่าอะไร และมีความหมายอย่างไร (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

2.จงอธิบายหลักการทำงานของเครื่องจักรกล CNC (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

3. ชุดควบคุม (CNC Controller) แบ่งออกเป็นกี่ส่วน อะไรบ้าง (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

4. อิทธิพลที่มีต่อการตัดเฉือนโลหะมีอะไรบ้าง (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

5. แนวแกนของเครื่องกัด CNC มีกี่แนวแกน อะไรบ้าง (5 คะแนน)

.....

.....

.....

ภาพ 38 ตัวอย่างแบบทดสอบ CNC งานกัด

2.3 ประเมินประสิทธิภาพสื่อการเรียนการสอนออนไลน์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

การกำหนดให้ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ E1/E2 เท่ากับประสิทธิภาพของกระบวนการ (Process–E1) /ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (Product–E2) โดยงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ E1/E2 เท่ากับ 80/80 ค่าความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนของผลลัพธ์ได้ไม่เกิน .05 (ร้อยละ 5) จากช่วงต่ำไปสูง เท่ากับ ±2.5

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

โดยใช้สูตร

สูตรที่ 1 E1 = $\frac{\sum X}{\frac{N}{A}} \times 100$ หรือ $\frac{\overline{X}}{A} \times 100$

เมื่อ E1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียน ทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน นอกห้องเรียนหรือออนไลน์

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติ ทุกชิ้นรวมกัน

N คือ จำนวนผู้เรียน

สูตรที่ 2 E2 = $\frac{\sum F}{\frac{N}{B}} \times 100$ หรือ $\frac{\overline{F}}{B} \times 100$

เมื่อ E2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย ประกอบด้วยผลการสอบหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย

N คือ จำนวนผู้เรียน

การตีความหมายผลการคำนวณ

ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์

มีความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนของผลลัพธ์ได้ไม่เกิน 0.05 (ร้อยละ 5) จากช่วงต่ำไปสูง = ±2.5 นั่นให้ผลลัพธ์ของค่า E1 หรือ E2 ที่ถือว่าเป็นไปตามเกณฑ์ มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% และสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5%

หากคะแนน E1 หรือ E2 ห่างกันเกิน 5% แสดงว่ากิจกรรมที่ให้นักเรียนทำกับการสอบหลังเรียนไม่สมดุลกัน เช่น ค่า E1 มากกว่า E2 แสดงว่า งานที่มอบหมายอาจจะง่ายกว่าการสอบ หรือ หากค่า E2 มากกว่าค่า E1 แสดงว่าการสอบง่ายกว่าหรือไม่สมดุลกับงานที่มอบหมายให้ทำจำเป็นที่จะต้องปรับแก้

หากสื่อหรือชุดการสอนได้รับการออกแบบและพัฒนาอย่างดีมีคุณภาพ ค่า E1 หรือ E2 ที่คำนวณได้จากการทดสอบประสิทธิภาพ จะต้องใกล้เคียงกันและห่างกันไม่เกิน 5% ซึ่งเป็นตัวชี้ที่จะยืนยันได้ว่านิสิตได้มีการเปลี่ยนพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับขั้นหรือไม่ก่อนที่จะมีการเปลี่ยนพฤติกรรมขั้นสุดท้ายหรืออีกนัยหนึ่งต้องประกันได้ว่านิสิตมีความรู้จริงไม่ใช่ทำกิจกรรมหรือทำสอบได้เพราะการเดา

2.4 ประเมินความพึงพอใจของนิสิตผู้เรียนต่อสื่อการเรียนการสอนออนไลน์

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง(Sample size) เป็นสิ่งสำคัญที่ผู้วิจัยต้องกำหนดให้เหมาะสม และมีความเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรที่ทำการศึกษา เพื่อจะช่วยให้ผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือ ดังนั้นจึงเกิดคำถามว่าขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่าไรจึงจะทำให้ผลการวิจัยมีความเชื่อถือได้ ซึ่งความจริงแล้วไม่มีกฎเกณฑ์แน่นอนตายตัวว่าจะต้องใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวนเท่าใด ได้มีผู้เสนอวิธีการกำหนดของตัวอย่างไว้หลายวิธีด้วยกันเช่น การกำหนดเกณฑ์ร้อยละของประชากร การใช้ตารางสำเร็จรูป หรือการใช้สูตรคำนวณ ซึ่งผู้วิจัยสามารถเลือกตามความเหมาะสม ประชากรและกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยนี้ คือ นิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา การเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ จำนวน 45 คน วิธีการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างใช้ตารางสำเร็จของเครจซี่และมอร์แกน (Krejjci & Morgan), 1970 (มารยาท โยทองยศ และ ปราณี สวัสดิสรรพ์ 2557.) ตารางนี้ใช้ในการประมาณค่าสัดส่วนของประชากรและกำหนดให้สัดส่วนของลักษณะที่สนใจประชากรเท่ากับ 0.5 ระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 5% และระดับความเชื่อมั่น 95% สามารถคำนวณหากลุ่มตัวอย่างกับประชากรที่มีขนาดเล็ก ตั้งแต่ 10 ขึ้นไป ดังตารางที่ 1 วิธีการอ่านตาราง เช่น ผู้วิจัยต้องการทราบขนาดของประชากร 100 คน ขนาดกลุ่มตัวอย่างจะเท่ากับ 80 คน

ขนาดประชากร	ขนาดตัวอย่าง	ขนาดประชากร	ขนาดตัวอย่าง	ขนาดประชากร	ขนาดตัวอย่าง	ขนาดประชากร	ขนาดตัวอย่าง	ขนาดประชากร	ขนาดตัวอย่าง
10	10	100	80	280	162	800	260	2,800	388
15	14	110	86	290	165	850	265	3,000	341
20	19	120	92	300	169	900	269	3,500	346
25	24	130	97	320	175	950	274	4,000	351
30	28	140	103	340	181	1,000	278	4,500	354
35	32	150	108	360	186	1,100	285	5,000	357
40	36	160	113	380	191	1,200	291	6,000	361
45	40	170	118	400	196	1,300	297	7,000	364
50	44	180	123	420	201	1,400	302	8,000	367
55	48	190	127	440	205	1,500	306	9,000	368
60	52	200	132	460	210	1,600	310	10,000	370
65	56	210	136	480	214	1,700	313	15,000	375
70	59	220	140	500	217	1,800	317	20,000	377
75	63	230	144	550	226	1,900	320	30,000	379
80	66	240	148	600	234	2,000	322	40,000	380
85	70	250	152	650	242	2,200	327	50,000	381
90	73	260	155	700	248	2,400	331	75,000	382
95	76	270	159	750	254	2,600	335	100,000	384

ภาพ 39 ตารางขนาดของกลุ่มตัวอย่างของเครจซี่และมอร์แกน (Krejjci&Morgan)

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดประชากรการวิจัยไว้ดังนี้

- ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นิสิตชั้นปีที่ 3 หลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 45 คน

- กลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างคือ นิสิตชั้นปีที่ 3 หลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบเจาะจงจำนวน 40 คน

2. สร้างแบบสอบถาม (Questionnaire) ในการประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนการสอนออนไลน์

ลักษณะของแบบสอบถามแบ่งได้เป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลทั่วไป เกี่ยวกับ ระดับการศึกษา สาขาวิชาที่เรียน จำนวน 2 ข้อ

ตอนที่ 2 เป็นคำถามความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนการสอนออนไลน์ วิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ ในหัวข้อต่างๆ โดยครอบคลุมคำถามถึงปัญหาและข้อเสนอแนะตามความต้องการของนิสิตผู้เรียน โดยแบ่งระดับเกณฑ์คะแนนเป็น 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง มากที่สุด

4 หมายถึง มาก

3 หมายถึง ปานกลาง

2 หมายถึง น้อย

1 หมายถึง น้อยที่สุด

การศึกษานี้มีการคำนวณหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานข้อมูล เมื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยแล้วนำมาตีความหมายได้ดังนี้

คะแนนค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง น้อยที่สุด

คะแนนค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง น้อย

คะแนนค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง ปานกลาง

คะแนนค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มาก

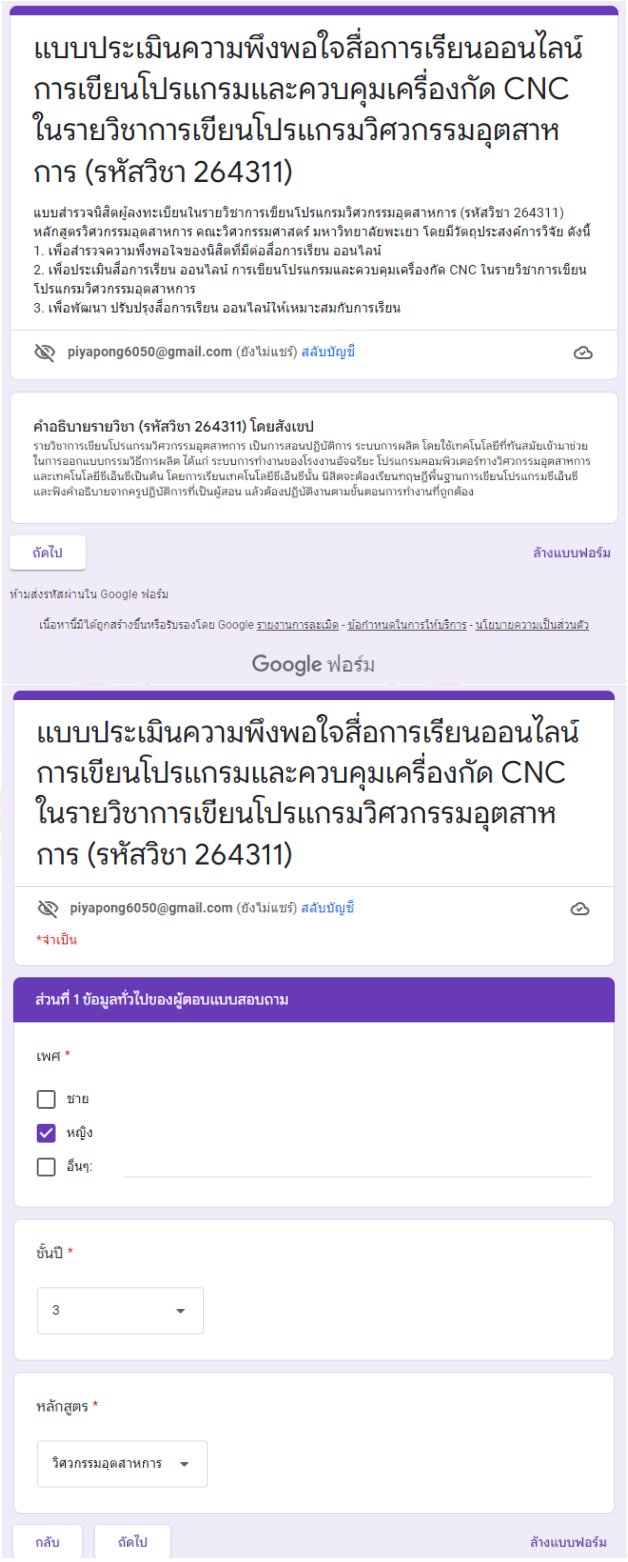
คะแนนค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มากที่สุด

3. การเก็บรวมรวมข้อมูล

การเก็บรวมรวมข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ผู้วิจัยจัดทำแบบสอบสอบถามในกูเกิลฟอร์ม (Google Form)

2. ผู้วิจัยส่งแบบสอบถามที่ทำในกูเกิลฟอร์ม (Google Form) ให้นิสิตทำในระบบ
3. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล



แบบประเมินความพึงพอใจสื่อการเรียนออนไลน์ การเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ (รหัสวิชา 264311)

แบบสำรวจนิสิตผู้ลงทะเบียนในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ (รหัสวิชา 264311) หลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้
1. เพื่อสำรวจความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อสื่อการเรียน ออนไลน์
2. เพื่อประเมินสื่อการเรียน ออนไลน์ การเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ
3. เพื่อพัฒนา ปรับปรุงสื่อการเรียน ออนไลน์ให้เหมาะสมกับการเรียน

piyapong6050@gmail.com (ยังไม่แชร์) สลับบัญชี

คำอธิบายรายวิชา (รหัสวิชา 264311) โดยสังเขป

รายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ เป็นการสอนปฏิบัติการ ระบบการผลิต โดยใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาช่วยในการออกแบบกรรมวิธีการผลิต ได้แก่ ระบบการทำงานของโรงงานอัจฉริยะ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางวิศวกรรมอุตสาหการ และเทคโนโลยีซีเอ็นซีเป็นต้น โดยการเรียนเทคโนโลยีซีเอ็นซีนั้น นิสิตจะต้องเรียนทฤษฎีพื้นฐานการเขียนโปรแกรมซีเอ็นซี และฟังคำอธิบายจากครูปฏิบัติการที่เป็นผู้สอน แล้วต้องปฏิบัติงานตามขั้นตอนการทำงานที่ถูกต้อง

ถัดไป ล้างแบบฟอร์ม

ห้ามส่งรหัสผ่านใน Google ฟอร์ม

เนื้อหานี้มิได้ถูกสร้างขึ้นหรือรับรองโดย Google รายงานการละเมิด - ข้อกำหนดในการให้บริการ - นโยบายความเป็นส่วนตัว

Google ฟอร์ม

แบบประเมินความพึงพอใจสื่อการเรียนออนไลน์ การเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ (รหัสวิชา 264311)

piyapong6050@gmail.com (ยังไม่แชร์) สลับบัญชี

*จำเป็น

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศ *

- [ ] ชาย
- [x] หญิง
- [ ] อื่นๆ:

ชั้นปี *

3

หลักสูตร *

วิศวกรรมอุตสาหการ

กลับ ถัดไป ล้างแบบฟอร์ม

แบบประเมินความพึงพอใจสื่อการเรียนออนไลน์ การเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ (รหัสวิชา 264311)

piyapong6050@gmail.com (ยังไม่แชร์) สลับบัญชี

*จำเป็น

ส่วนที่ 2 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ (รหัสวิชา 264311)

ระดับ 5 *มากที่สุด 4*มาก 3*ปานกลาง 2*น้อย 1*น้อยที่สุด

1. ด้านเนื้อหา *

	5*มากที่สุด	4*มาก	3*ปานกลาง	2*น้อย	1*น้อยที่สุด
1.1 รายละเอียดเนื้อหาในสื่อการเรียนฯ ไม่ซับซ้อน	○	○	○	○	○
1.2 เนื้อหาที่ใช้ในสื่อการเรียนฯ มีความน่าสนใจ	○	○	○	○	○
1.3 เนื้อหาสื่อการเรียนฯ ตรงกับความต้องการของผู้เรียน	○	○	○	○	○
1.4 สื่อการเรียนฯ เข้าถึงและใช้งานง่าย	○	○	○	○	○

2. ด้านการออกแบบและการใช้งาน *

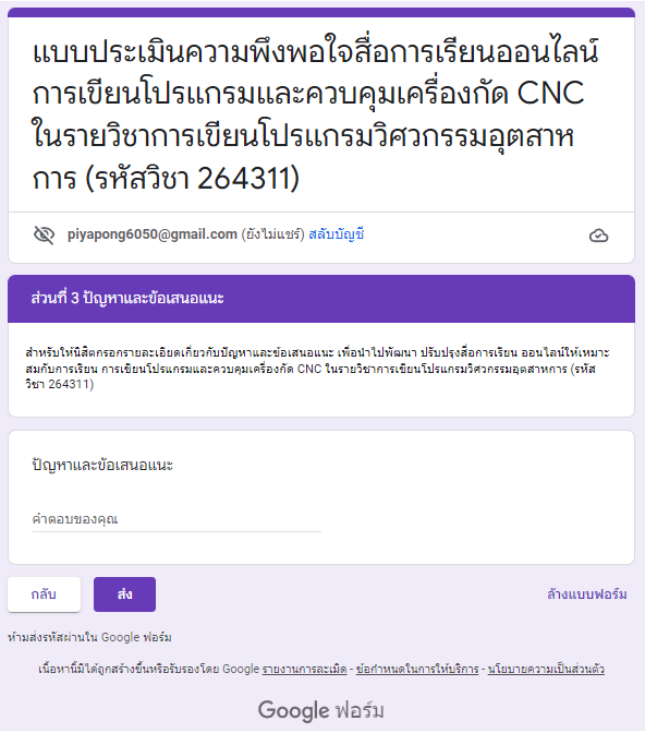
	5*มากที่สุด	4*มาก	3*ปานกลาง	2*น้อย	1*น้อยที่สุด
2.1 ภาพและเสียงมีความชัดเจนและคมชัด	○	○	○	○	○
2.2 เมื่อดูสื่อการเรียนฯ แล้วเกิดความเข้าใจได้ง่าย	○	○	○	○	○
2.3 สื่อการเรียนฯ มีความเหมาะสมกับผู้เรียน	○	○	○	○	○
2.4 สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนฯ ได้	○	○	○	○	○

กลับ ถัดไป ล้างแบบฟอร์ม

ห้ามส่งรหัสผ่านใน Google ฟอร์ม

เนื้อหานี้มิได้ถูกสร้างขึ้นหรือรับรองโดย Google รายงานการละเมิด - ข้อกำหนดในการให้บริการ - นโยบายความเป็นส่วนตัว

Google ฟอร์ม



ภาพ 40 ภาพตัวอย่างแบบสอบถาม

4. การประมวลข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้ได้ใช้สถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ค่าความถี่ (frequency) และค่าเฉลี่ยร้อยละ (Percentage) เพื่อใช้ในการอธิบายข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของนิสิต

2. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean) เพื่ออธิบายข้อมูลที่ได้จากการสอบถามส่วนที่ 2 ระดับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับงานกลึงของนิสิต

3. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation : S.D) เพื่อใช้อธิบายค่าเบี่ยงเบนของข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามตอนที่ 2

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน รายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ของนิสิตระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3

3.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

เปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านสื่อการเรียน ออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test แบบ Dependent sample

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

เมื่อ t คือ ค่าที่ใช้ในการพิจารณาใน T-Distribution

D คือ ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

$\sum D$ คือ ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนและหลังการใช้สื่อการเรียน ออนไลน์

$\sum D^2$ คือ ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการใช้สื่อการเรียน ออนไลน์

N คือ จำนวนนิสิตในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียน ออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ โดยผู้วิจัยได้แยกการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ชุด คือ 1 ประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนการสอนออนไลน์ โดยนำข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจสื่อการเรียนออนไลน์มาวิเคราะห์ ชุดที่ 2 วิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อการเรียนออนไลน์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้นำข้อมูลคะแนนที่รวบรวมมาได้จากการทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบของนิสิต หลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วมา ทำการวิเคราะห์ ด้วยวิธีการทางสถิติตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. **การวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจสื่อการเรียนออนไลน์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามที่รวบรวมได้ สามารถจำแนกออกเป็น 2 ส่วนดังนี้**

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
ส่วนที่ 2 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ (รหัสวิชา 264311)

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปลักษณะของนิสิตที่ได้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 40 คน โดยจำแนกตามลักษณะทั่วไป ได้แก่ ระดับการศึกษา และเพศ ดังนี้

ตาราง 4 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามเพศ

ระดับการศึกษา/เพศ	จำนวน (คน)	สาขาวิชา	ร้อยละ
นิสิต ชั้นปีที่ 3 หญิง	25	IE	62.5
นิสิต ชั้นปีที่ 3 ชาย	15	IE	37.5
รวม	40		100

จากตารางที่ 2 จำนวนร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามเพศ พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามเป็นนิสิต ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาวิศวกรรมอุสาหการ เพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 62.5 และเป็นนิสิต ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาวิศวกรรมอุสาหการ เพศชาย คิดเป็นร้อยละ 37.5

ส่วนที่ 2 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ (รหัสวิชา 264311)

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปแบบสอบถามความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC โดยนิสิตที่ตอบแบบสอบถาม จำนวนทั้งสิ้น 40 คน และมีการจำแนกหัวข้อแบบสอบถามไว้เป็น 2 ด้าน คือ

1. ด้านเนื้อหา
2. ด้านการออกแบบและการใช้งาน

ตาราง 5 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ (รหัสวิชา 264311)

	หัวข้อแบบสอบถาม	ระดับความเข้าใจ					N	$\bar{X}$	S.D	อันดับ
		5	4	3	2	1				
		จำนวน ร้อยละ	จำนวน ร้อยละ	จำนวน ร้อยละ	จำนวน ร้อยละ	จำนวน ร้อยละ				
1	ด้านเนื้อหา									
	1.1 รายละเอียดเนื้อหาในสื่อการเรียนฯ ไม่ซับซ้อน	12 0.76	14 15.15	8 25.76	6 30.30	0 28.03	40	3.80	1.04	2
	1.2 เนื้อหาที่ใช้ในสื่อการเรียนฯ มีความน่าสนใจ	6 0.76	19 15.15	10 25.76	5 30.30	0 28.03	40	3.65	0.89	4
	1.3 เนื้อหาสื่อการเรียนฯ ตรงกับความต้องการของผู้เรียน	10 0.76	12 15.15	16 25.76	2 30.30	0 28.03	40	3.75	0.90	3
	1.4 สื่อการเรียนฯ เข้าถึง และใช้งานง่าย	16 0.76	11 15.15	10 25.76	3 30.30	0 28.03	40	4.00	0.99	1
2	ด้านการออกแบบ									
	2.1 ภาพและเสียงมีความชัดเจนและคมชัด	6 0.76	15 15.15	18 25.76	1 30.30	0 28.03	40	3.65	0.77	1
	2.2 เมื่อดูสื่อการเรียนฯ แล้วเกิดความเข้าใจได้ง่าย	3 0.76	21 15.15	12 25.76	4 30.30	0 28.03	40	3.58	0.78	2

ตาราง 5 (ต่อ)

หัวข้อแบบสอบถาม	ระดับความเข้าใจ					N	$\bar{X}$	S.D	อันดับ
	5	4	3	2	1				
	จำนวน ร้อยละ	จำนวน ร้อยละ	จำนวน ร้อยละ	จำนวน ร้อยละ	จำนวน ร้อยละ				
2.3 สื่อการเรียนฯ มีความเหมาะสมกับผู้เรียน	4 0.76	18 15.15	13 25.76	5 30.30	0 28.03	40	3.53	0.85	4
2.4 สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนฯ ได้	7 0.76	15 15.15	11 25.76	7 30.30	0 28.03	40	3.55	0.99	3
	เฉลี่ย						3.69	0.90	

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าความเข้าใจในการเรียนจากสื่อการสอนออนไลน์ พบว่า นิสิตมีความเข้าใจในการเรียน โดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x}$ = 3.69, S.D. = 0.90) เมื่อประเมินในแต่ละด้านรายข้อสามารถเรียงลำดับได้ดังนี้ ด้านเนื้อหาอันดับ 1 สื่อการเรียนฯ เข้าถึง และใช้งานง่าย ($\bar{x}$ = 4.00, S.D. = 0.99) อันดับ 2 รายละเอียดเนื้อหาในสื่อการเรียนฯ ไม่ซับซ้อน ($\bar{x}$ = 3.80, S.D. = 1.04) อันดับ 3 เนื้อหาสื่อการเรียนฯ ตรงกับความต้องการของผู้เรียน ($\bar{x}$ = 3.75, S.D. = 0.90) และอันดับ 4 เนื้อหาที่ใช้ในสื่อการเรียนฯ มีความน่าสนใจ ($\bar{x}$ = 3.65, S.D. = 0.89) ส่วนด้านการออกแบบ อันดับ 1 คือ ภาพและเสียงมีความชัดเจนและคมชัด ($\bar{x}$ = 3.65, S.D. = 0.77) อันดับ 2 เมื่อดูสื่อการเรียนฯ แล้วเกิดความเข้าใจได้ง่าย ($\bar{x}$ = 3.58, S.D. = 0.78) อันดับ 3 สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนฯ ได้ ($\bar{x}$ = 3.55, S.D. = 0.99) และอันดับ 4 สื่อการเรียนฯ มีความเหมาะสมกับผู้เรียน ($\bar{x}$ = 3.53, S.D. = 0.85)

สรุปปัญหาและข้อเสนอแนะสำหรับสื่อการสอนออนไลน์ จากแบบสอบถาม

ปัญหา

1. ไฟล์คลิปวีดีโออยู่กระจายหาไม่เจอ

ข้อเสนอแนะ

1. เพิ่มรายละเอียดทฤษฎี

2. วิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อการเรียนออนไลน์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 ประเมินประสิทธิภาพสื่อการเรียนการสอนออนไลน์

ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E1/E2 กำหนดเกณฑ์ผ่านไว้ที่ 80/80 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนออนไลน์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ได้ผลดังนี้

ตาราง 6 ค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน E1 จากคะแนนของนิสิตที่ได้ทำแบบทดสอบหลังเรียนจากสื่อการเรียนออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ

คนที่	คะแนนแบบทดสอบ			รวม
	เขียนโปรแกรม	แบบทดสอบทฤษฎี	การใช้โปรแกรม	E1
1	5	81	6	92.00
2	5	80.5	9	94.50
3	6	74.5	8	88.50
4	5	81	6	92.00
5	5	76.5	6	87.50
6	5	72	7	84.00
7	7	77	6	90.00
8	5	77	6	88.00
9	6	84	7	97.00
10	5	77.5	8	90.50
11	5	77.5	8	90.50
12	6	77	6	89.00
13	7	78.5	6	91.50
14	6	76.5	6	88.50
15	7	70.5	6	83.50
16	5	78	5	88.00
17	5	76	5	86.00

ตาราง 6 (ต่อ)

คนที่	คะแนนแบบทดสอบ			รวม
	เขียนโปรแกรม	แบบทดสอบทฤษฎี	การใช้โปรแกรม	E1
18	6	82.5	6	94.50
19	5	79.5	4	88.50
20	6	70.5	6	82.50
21	8	79	7	94.00
22	7	83.5	7	97.50
23	5	81	8	94.00
24	8	78.5	9	95.50
25	7	84.5	8	99.50
26	5	80	6	91.00
27	9	79.5	6	94.50
28	5	79	6	90.00
29	7	82.5	8	97.50
30	8	81.5	6	95.50
31	5	80.5	6	91.50
32	6	78	6	90.00
33	7	75	8	90.00
34	8	81	8	97.00
35	6	81.5	6	93.50
36	8	77	6	91.00
37	5	78	6	89.00
38	6	76.5	5	87.50
39	6	76	7	89.00
40	6	77.5	6	89.50
รวม	244	3137.5	262	3643.50
เฉลี่ย	6.1	78.44	6.55	91.09
ร้อยละ	61	87.15	65.50	82.81
SD	1.15	3.26	1.13	3.97

จากตารางที่ 6 ผลคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนจากสื่อการเรียนออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 3 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละจากแบบทดสอบทั้งหมด โดยแบบทดสอบที่นิสิตมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละสูงสุด คือแบบทดสอบทฤษฎี คิดเป็นร้อยละ 87.15 และมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละรองลงมาคือ แบบทดสอบการใช้โปรแกรมคิดเป็นร้อยละ 65.5 ส่วนแบบทดสอบร้อยละต่ำสุด คือแบบทดสอบการเขียนโปรแกรม คิดเป็นร้อยละ 61 เมื่อวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยร้อยละทั้งหมด มีค่าเฉลี่ยร้อยละคิดเป็นร้อยละ 82.81 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E1 ที่กำหนดผ่านไว้ 80 มีค่าเท่ากับ 82.81

ตาราง 7 ค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน E2 จากคะแนนของนิสิตที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจากสื่อการเรียนออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ

คนที่	คะแนนทดสอบหลังเรียนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E2)	
	(30 คะแนน)	ร้อยละ
1	18	60.00
2	21	70.00
3	18	60.00
4	18	60.00
5	18	60.00
6	18	60.00
7	27	90.00
8	27	90.00
9	18	60.00
10	21	70.00
11	18	60.00
12	27	90.00
13	27	90.00
14	27	90.00
15	26	86.67
16	26	86.67

ตาราง 7 (ต่อ)

คนที่	คะแนนทดสอบหลังเรียนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E2)	
	(30 คะแนน)	ร้อยละ
17	26	86.67
18	27	90.00
19	19	63.33
20	27	90.00
21	27	90.00
22	18	60.00
23	18	60.00
24	27	90.00
25	18	60.00
26	27	90.00
27	27	90.00
28	26	86.67
29	18	60.00
30	27	90.00
31	26	86.67
32	27	90.00
33	18	60.00
34	27	90.00
35	26	86.67
36	26	86.67
37	26	86.67
38	27	90.00
39	27	90.00
40	27	90.00
รวม	944	
เฉลี่ย	23.6	
ร้อยละ	78.67	
SD	4.09	

จากตารางที่ 7 ผลคะแนนเฉลี่ยของนิสิตที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนิสิตที่เรียนจากสื่อการเรียนออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 3 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 78.67 ซึ่งจะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E2 ที่กำหนดผ่านไว้ 80 มีค่าเท่ากับ 78.67

ตาราง 8 ผลการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E1/ E2 กาหนดเกณฑผ่านไว้ที่ 80/ 80 ของสื่อการเรียนออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 3

สื่อการเรียนออนไลน์	จำนวนคน (n)	คะแนนการทดสอบหลังเรียนออนไลน์ (E1)	คะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E2)
การเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 3	40	82.81	78.67
รวม	100	82.81	78.67

จากตารางที่ 8 พบว่าการสร้างสื่อการเรียนออนไลน์ การเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 3 คะแนนการทดสอบหลังเรียนของการเรียนออนไลน์ คิดเป็นร้อยละ 82.81 และคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 78.67 สื่อการเรียนออนไลน์ การเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 3 E1 มีค่าเท่ากับ 82.81, E2 มีค่าเท่ากับ 78.67 ซึ่งเมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 จะเห็นว่า E1 มีค่าสูงกว่าเกณฑ์เท่ากับ 2.81 ส่วน E2 ต่ำกว่าเกณฑ์ 1.33 และประสิทธิภาพ E2 มีค่าต่ำกว่า E1 เท่ากับ 4.14 เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ E1 และ E2 กับเกณฑ์ที่ตั้งไว้และประเมินประสิทธิภาพ E1 กับ E2 ที่ได้จากการวิเคราะห์แล้ว มีความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนของผลลัพธ์ไม่เกิน ร้อยละ 5 จากช่วงต่ำไปสูง ไม่เกิน ±2.5 แสดงผลลัพธ์ของค่า E1 และ E2 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน รายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ของนิสิตระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน รายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ของนิสิตระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตาราง 9 ผลคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สื่อการเรียนออนไลน์ การเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 3

คนที่	ก่อนเรียน 10 คะแนน	หลังเรียน 10 คะแนน	คนที่	ก่อนเรียน 10 คะแนน	หลังเรียน 10 คะแนน
1	9	9	21	9	9
2	7	8	22	6	8
3	7	5	23	7	8
4	6	7	24	6	8
5	7	10	25	6	8
6	7	9	26	8	7
7	8	9	27	5	9
8	9	9	28	7	9
9	7	8	29	6	8
10	7	7	30	7	7
11	8	8	31	2	8
12	6	9	32	6	9
13	7	7	33	6	7
14	8	8	34	7	9
15	5	8	35	7	6
16	9	7	36	7	6
17	5	8	37	5	7

ตาราง 9 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน 10 คะแนน	หลังเรียน 10 คะแนน	คนที่	ก่อนเรียน 10 คะแนน	หลังเรียน 10 คะแนน
18	7	8	38	7	9
19	5	8	39	8	9
20	9	9	40	6	7

ตาราง 10 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนิสิตที่เรียนออนไลน์ การเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 3

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	SD	df	$^{**}t$	p
ก่อนเรียน	40	6.78	1.97	39	**4.64	0.000
หลังเรียน	40	7.98	1.10			

** $p < .01$

จากตารางที่ 10 พบว่า การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนิสิตที่เรียนออนไลน์ การเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 3 มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ย 6.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.97 และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ย 7.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.10 ซึ่งจะเห็นได้ว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียน ออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ ของนิสิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อหาแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนของผู้สอนและเพิ่มช่องทางการเรียนรู้ของนิสิตให้มากขึ้น โดยการรวบรวมข้อมูลจากการทำแบบฝึกหัดและข้อมูลจากแบบสอบถาม เพื่อประเมินประสิทธิภาพสื่อการเรียนการสอนออนไลน์ ประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนการสอนและ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน รายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ของนิสิตระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 จากการศึกษาสรุปผลได้ดังนี้

สรุปผลการศึกษาวิจัย

ผลการศึกษา

1. ความเข้าใจ และพอใจของนิสิตจากการเรียนโดยใช้สื่อการเรียน ออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ อยู่ในระดับปานกลาง
2. สื่อการเรียน ออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E1 มีค่าเท่ากับ 82.81, E2 มีค่าเท่ากับ 78.67
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ ของนิสิตระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

ผลของการศึกษาครั้งนี้ ทำให้ได้สื่อการเรียน ออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ ที่มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับปานกลาง ความเข้าใจและพึงพอใจของนิสิตที่ใช้สื่อการเรียน ออนไลน์อยู่ในระดับปานกลาง สำหรับผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการใช้สื่อการเรียนออนไลน์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ที่เป็นเช่นนี้ อาจเป็นเพราะว่ากิจกรรมการเรียนการสอนออนไลน์สามารถช่วยให้นิสิตได้พัฒนาตนเองได้อย่างต่อเนื่อง ฝึกทักษะการทำงาน การปฏิบัติได้ด้วยตนเอง สื่อการเรียนออนไลน์นี้สามารถนำไปเผยแพร่ให้นิสิตได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ประกอบการเรียนรู้ในกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียน เพื่อเพิ่มความเข้าใจในการเรียนให้แก่นิสิตได้สูงขึ้น ซึ่งผู้วิจัยจะนำแนวทางนี้ไปพัฒนาให้สื่อการสอนมีประสิทธิภาพที่สูงขึ้นต่อไปในอนาคต

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การสร้างสื่อการเรียนการสอนออนไลน์ หัวข้อการเขียนโปรแกรม CNC และการควบคุมสำหรับงานกัด ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการนี้มีข้อจำกัดเรื่องของอุปกรณ์เทคโนโลยี ควรใช้เทคโนโลยีช่วยในด้านภาพและเสียง
2. การออกแบบทดสอบเก็บคะแนนควรเพิ่มแบบทดสอบภาคปฏิบัติให้มากขึ้นเพื่อใช้ประเมินความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติงานจริงของนิสิตที่ได้ศึกษาจากสื่อการเรียนออนไลน์

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

[1] สมบัติ ชิวหา (2549). พื้นฐานเทคโนโลยีซีเอ็นซี (CNC Computer Numerical Control). พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : บริษัทสกายบุ๊กส์ จำกัด.

[2] ประณุต พรหมลักษณ์ และสมพร สุขะ (2554). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์เรื่องวิศวกรรมการหล่อโลหะ (A Development of Online Course Concerning with Foundry Engineering) วารสารวิจัย มทร.กรุงเทพ, 14–16.

[3] วิชิต สุขทร, วรชัย เยาวปาณี, วีรวรรณ จงจิตร ศิริจิรกาล และปานจิตร์ หลงประดิษฐ์ (2556). การพัฒนาระบบจัดการเรียนการสอนตามหลักเทคโนโลยีสารสนเทศคุณภาพ วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 52–64.

[4] สุชาติ ปุริตธรรม, มนวิภา อนันตระเศรษฐกูล, และสุญาณี เดชทองพงษ์3การพัฒนา (2556).การพัฒนาบทเรียน อีเลิร์นนิ่ง รายวิชาเทคโนโลยี ซีเอ็นซี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ (The Development of e-Learning CNC Technology Rajamangala University of Thecnology Krungthep) วารสารวิจัย มทร.กรุงเทพ, 69–78.

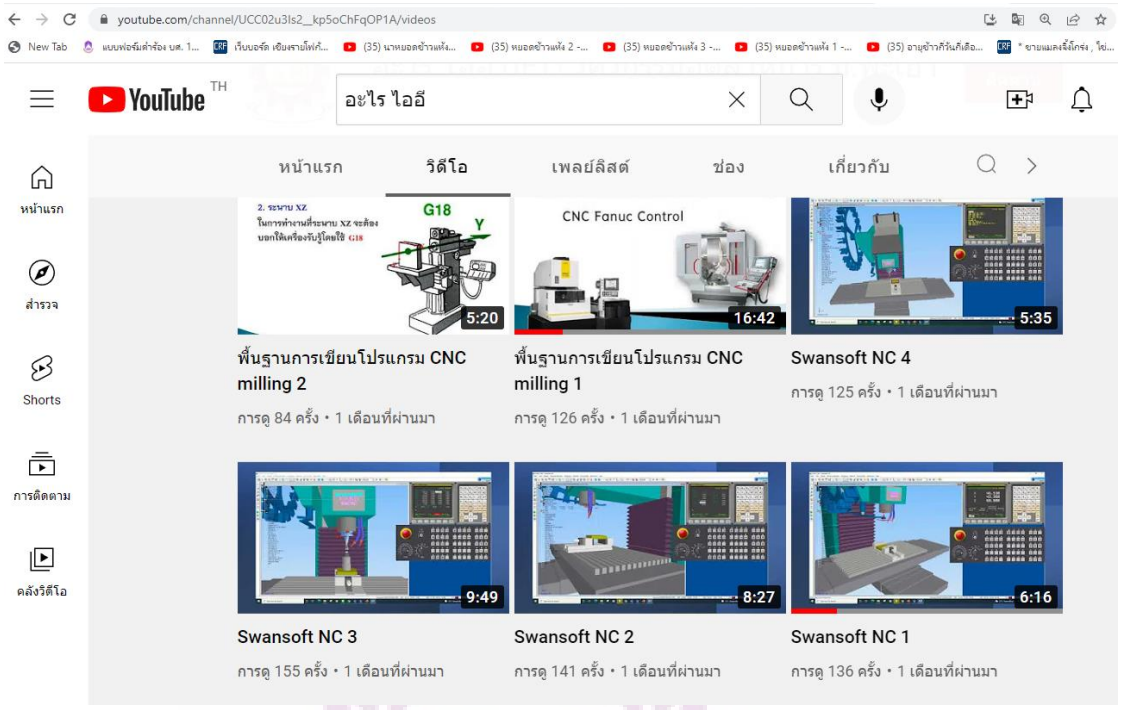
[5] มารยาท โยทองยศ และ ปราณี สวัสดิสรรพ์ (2557). การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการวิจัย. สืบค้นวันที่ 17 มีนาคม 2563, จาก http://www.fsh.mi.th/km/wp-content/uploads/2014/04/resch.pdf

[6] สุวิมล พิบูลย์ (2556). การพัฒนาชุดการสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การวิจัยสำหรับครูช่างอุตสาหกรรม. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

[7] ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน (Developmental Testing of Media and Instructional Package) วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย, 7–20.

ภาคผนวก

VDO สื่อการเรียน ออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชา การเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ



คะแนนแบบสอบถาม สื่อการเรียน ออนไลน์ สำหรับการเขียนโปรแกรมและควบคุมเครื่องกัด CNC ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิศวกรรมอุตสาหการ

หัวข้อแบบสอบถาม	คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	เพศ	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	หญิง	ชาย	หญิง	หญิง	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	ชาย	ชาย
1.ด้านเนื้อหา															
1.1 รายละเอียดเนื้อหาในสื่อการเรียนฯ ไม่ซับซ้อน		5	5	2	5	4	3	4	5	4	3	5	4	5	3
1.2เนื้อหาที่ใช้ในสื่อการเรียนฯ มีความน่าสนใจ		4	5	3	4	5	4	5	3	5	3	4	4	4	4
1.3 เนื้อหาสื่อการเรียนฯ ตรงกับความต้องการของผู้เรียน		4	4	4	4	3	5	5	4	4	4	3	3	4	5
1.4 สื่อการเรียนฯ เข้าถึง และใช้งานง่าย		5	4	3	4	4	5	5	5	3	4	2	3	3	5
2.ด้านการออกแบบ															
2.1 ภาพและเสียงมีความชัดเจนและคมชัด		3	3	3	5	4	3	5	4	5	3	2	3	3	4
2.2 เนื้อหาสื่อการเรียนฯ แล้วเกิดความเข้าใจได้ง่าย		4	4	3	4	3	2	4	3	4	5	4	4	4	5
2.3 สื่อการเรียนฯ มีความเหมาะสมกับผู้เรียน		4	3	4	3	4	4	5	4	3	4	5	4	4	3
2.4 สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนฯ		4	4	5	4	3	4	5	4	2	4	3	3	4	5

หัวข้อแบบสอบถาม	คนที่	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	เพศ	หญิง	หญิง	หญิง	ชาย	ชาย	หญิง	หญิง	ชาย	หญิง	หญิง	ชาย	ชาย	ชาย	ชาย
1.ด้านเนื้อหา															
1.1 รายละเอียดเนื้อหาในสื่อการเรียนฯ ไม่ซับซ้อน		2	4	3	2	3	5	2	4	5	4	4	5	4	4
1.2เนื้อหาที่ใช้ในสื่อการเรียนฯ มีความน่าสนใจ		4	4	4	4	3	4	2	4	5	3	4	3	4	2
1.3 เนื้อหาสื่อการเรียนฯ ตรงกับความต้องการของผู้เรียน		3	3	5	3	4	5	3	2	4	2	4	3	3	5
1.4 สื่อการเรียนฯ เข้าถึง และใช้งานง่าย		5	3	5	3	4	5	3	2	4	4	5	3	5	5
2.ด้านการออกแบบ															
2.1 ภาพและเสียงมีความชัดเจนและคมชัด		3	4	4	4	5	5	4	3	3	4	3	4	3	3
2.2 เนื้อหาสื่อการเรียนฯ แล้วเกิดความเข้าใจได้ง่าย		3	4	3	4	4	4	3	3	4	3	2	4	2	4
2.3 สื่อการเรียนฯ มีความเหมาะสมกับผู้เรียน		2	4	2	3	3	4	2	4	4	3	2	3	4	3
2.4 สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนฯ		2	4	2	3	2	4	4	4	5	3	2	3	4	3

หัวข้อแบบสอบถาม	คนที่	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		
	เพศ	หญิง	หญิง	หญิง	หญิง	ชาย	หญิง	หญิง	หญิง	หญิง	หญิง	หญิง	หญิง	AV	SD
1.ด้านเนื้อหา															
1.1 รายละเอียดเนื้อหาในสื่อการเรียนฯ ไม่ซับซ้อน		2	4	3	5	4	4	3	5	3	2	4	5	3.800	1.043
1.2เนื้อหาที่ใช้ในสื่อการเรียนฯ มีความน่าสนใจ		2	5	3	4	4	3	3	4	2	2	4	3	3.650	0.893
1.3 เนื้อหาสื่อการเรียนฯ ตรงกับความต้องการของผู้เรียน		3	5	3	5	3	3	5	4	3	3	3	5	3.750	0.959
1.4 สื่อการเรียนฯ เข้าถึง และใช้งานง่าย		3	5	3	5	4	2	5	5	4	4	4	5	4.000	0.987
2.ด้านการออกแบบ															
2.1 ภาพและเสียงมีความชัดเจนและคมชัด		4	3	4	3	3	4	4	5	4	3	3	4	3.650	0.770
2.2 เนื้อหาสื่อการเรียนฯ แล้วเกิดความเข้าใจได้ง่าย		4	3	4	3	4	4	5	3	4	2	4	3	3.575	0.761
2.3 สื่อการเรียนฯ มีความเหมาะสมกับผู้เรียน		3	4	4	3	4	3	3	5	4	2	5	4	3.525	0.847
2.4 สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนฯ		3	4	3	2	5	2	4	5	4	3	5	3	3.550	0.986

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. เพิ่มรายละเอียดหน่อยนึง

แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (Pre–test / Post–test)

แบบทดสอบซีเอ็นซีงานกัด

1. CNC ย่อมาจากคำว่าอะไร

ก. Computer Numerical Control

ข. Calculate Numerical Control

ค. Computer Numerical Calculation

ง. Computer Number Calculation

2. หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีคือข้อใด

ก. ใช้ช่างที่มีประสบการณ์สูงควบคุมเครื่องจักรในการตัดเฉือนชิ้นงาน

ข. ใช้ระบบคอมพิวเตอร์มาควบคุมการเคลื่อนที่เวลาทำงานแทนที่จะใช้ช่างควบคุมการทำงาน

ค. ใช้ช่างที่มีความชำนาญควบคุมเครื่องจักรในการเคลื่อนที่ของชิ้นงานและตัดเฉือนชิ้นงาน

ง. ใช้วิศวกรควบคุมเครื่องจักรในการตัดเฉือนชิ้นงาน

3. ข้อใดถูกต้อง

ก. โปรแกรมเป็นคำสั่งที่เกี่ยวกับการทำงาน

ข. โปรแกรมประกอบด้วยคำสั่งที่เกี่ยวกับการทำงาน และคำสั่งช่วยในการทำงาน

ค. การเขียนโปรแกรมการเคลื่อนที่ไม่สามารถใส่เครื่องหมายบวกหรือลบหน้าตัวเลขได้

ง. การควบคุมเครื่องจักรกลซีเอ็นซี คือการควบคุมการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการเพียงอย่างเดียว

4. ข้อใดถูกต้อง

ก. ตัวโปรแกรมจะทำหน้าที่กำหนดหมายเลขและชื่อโปรแกรม

ข. คำสั่งของโปรแกรม แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ

ค. โปรแกรมประกอบด้วยบล็อก บล็อกประกอบด้วยเวิร์ด เวิร์ดประกอบด้วยโค้ดและตัวเลข

ง. หัวใจสำคัญในการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีไม่ใช่คอนโทรลเลอร์

5. โครงสร้างของโปรแกรมพื้นฐานแยกได้เป็นกี่ส่วน อะไรบ้าง

ก. 2 ส่วน หัวโปรแกรม ท้ายโปรแกรม

ข. 3 ส่วน หัวโปรแกรม ตัวของโปรแกรม ท้ายโปรแกรม

ค. 4 ส่วน หัวโปรแกรม ตัวของโปรแกรม โปรแกรมช่วย ท้ายโปรแกรม

ง. 5 ส่วน หัวโปรแกรม ตัวของโปรแกรม โปรแกรมช่วย โค้ดโปรแกรม ท้ายโปรแกรม

แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (Pre–test / Post–test) (ต่อ)

6. ระบบแกนและระนาบของเครื่อง CNC Milling มี 3 แนวแกนอะไรบ้าง

ก. แกน X, Y, K

ข. แกน I, J, Z

ค. แกน X, Y, Z

ง. แกน J, I, Y

7. กฎมือขวาแทนระนาบแนวแกนข้อใดถูกต้อง

ก. นิ้วกลาง แทน แกน Z

ข. นิ้วชี้ แทน แกน Z

ค. นิ้วหัวแม่มือ แทน แกน Y

ง. นิ้วกลางแทนแกน Y

8. อิทธิพลที่มีต่อการตัดเฉือนโลหะ ข้อใดถูกต้องที่สุด

ก. ความเร็วตัด (Cutting speed)

ข. อัตราป้อนและความลึก (Feed & Depth of cut)

ค. ความเร็วตัด (Cutting speed) อัตราป้อนและความลึก (Feed & Depth of cut)

ง. เครื่องมือตัด ความเร็วตัด (Cutting speed)

9. ข้อใดเป็น G โค๊ดพื้นฐานการเคลื่อนที่ ที่ถูกต้อง

ก. G01 เป็นการเคลื่อนที่แนวเส้นตรงตามค่าอัตราป้อน โดยทูลสัมผัสชิ้นงาน

ข. G00 เป็นการเคลื่อนที่แนวเส้นตรงตามค่าอัตราป้อน โดยทูลสัมผัสชิ้นงาน

ค. G02 เป็นการเคลื่อนที่แนวเส้นตรงตามค่าอัตราป้อน

ง. G03 เป็นการเคลื่อนที่แบบรัศมีโค้งทิศทางตามเข็มนาฬิกา

10. ข้อใดเป็นคำสั่งที่ใช้ช่วยในการทำงานโปรแกรมซีเอ็นซี

ก. S500

ข. M6

ค. G90

ง. F100

แบบทดสอบหลังเรียน

แบบทดสอบ CNC งานกัด

1. CNC ย่อมาจากคำว่าอะไร และมีความหมายอย่างไร (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

2.จงอธิบายหลักการทำงานของเครื่องจักรกล CNC (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

3. ชุดควบคุม (CNC Controller) แบ่งออกเป็นกี่ส่วน อะไรบ้าง (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

4. อิทธิพลที่มีต่อการตัดเฉือนโลหะมีอะไรบ้าง (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

5. แนวแกนของเครื่องกัด CNC มีกี่แนวแกน อะไรบ้าง (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบหลังเรียน (ต่อ)

6. จงอธิบายความหมาย จุดศูนย์ของชิ้นงาน (Workpiece Zero Point) (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

7. การให้ขนาดบนเครื่องกัด CNC มีกี่วิธี อะไรบ้าง จงอธิบาย (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

8. การป้อนข้อมูล ตำแหน่งจุดศูนย์กลางส่วนโค้ง แบบกำหนดระยะทางจากตำแหน่งจุดศูนย์ของชิ้นงานไปยังตำแหน่งจุดศูนย์กลางในแนวแกน (I,J,K) จงอธิบาย I, J, K (5 คะแนน)

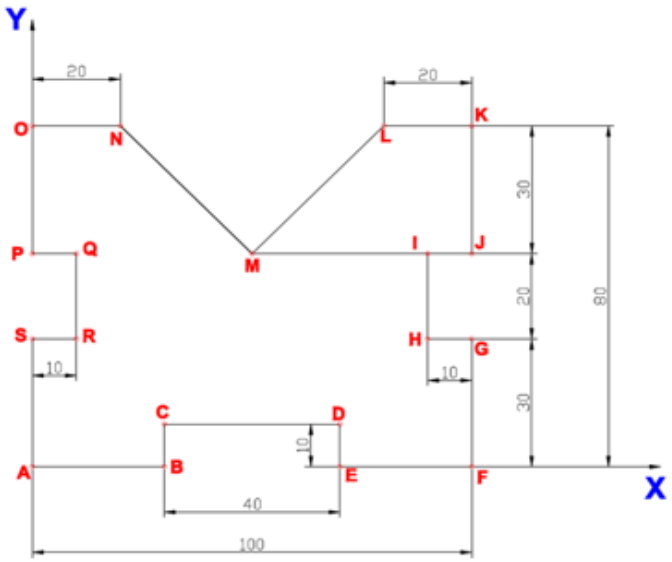
.....

.....

.....

.....

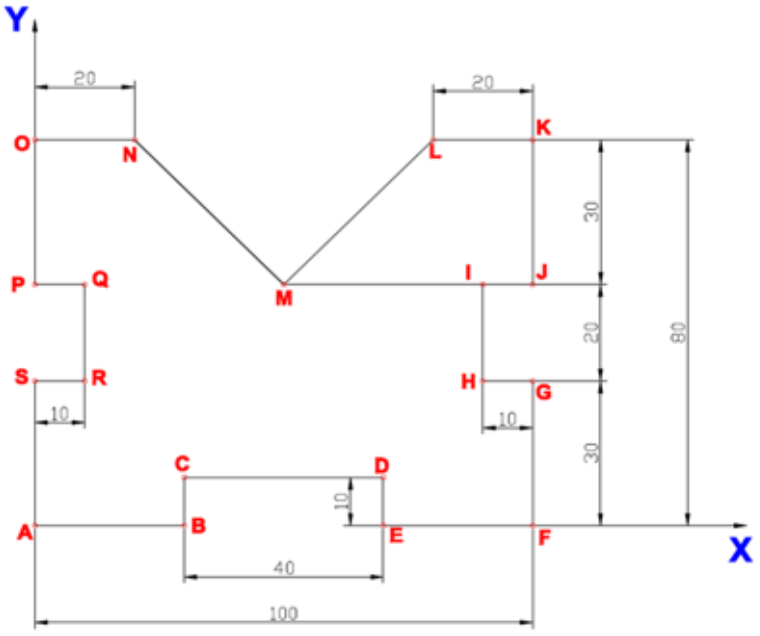
9. จงเขียนพิกัดแบบสัมบูรณ์ (Absolute Coordinate):G90 ลงในตารางที่กำหนดให้ (10 คะแนน)



แบบทดสอบหลังเรียน (ต่อ)

ตำแหน่ง	แกน X	แกน Y	ตำแหน่ง	แกน X	แกน Y
A			K		
B			L		
C			M		
D			N		
E			O		
F			P		
G			Q		
H			R		
I			S		
J			A		

10. จงเขียนพิกัดแบบต่อเนื่อง (Incremental Coordinate):G91 ลงในตารางที่กำหนดให้ (10 คะแนน)



แบบทดสอบหลังเรียน (ต่อ)

ตำแหน่ง	แกน X	แกน Y	ตำแหน่ง	แกน X	แกน Y
A			K		
B			L		
C			M		
D			N		
E			O		
F			P		
G			Q		
H			R		
I			S		
J			A		

11. ชนิดคำสั่งของโปรแกรม CNC มีกี่ชนิด อะไรบ้าง (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

12. จงอธิบายการเขียนโปรแกรม NC เบื้องต้นมาพอสังเขป (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบหลังเรียน (ต่อ)

13. ส่วนประกอบพื้นฐานของโครงสร้างโปรแกรม NC แยกได้เป็นกี่ส่วน อะไรบ้าง (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

14. จงอธิบายความหมายตัวอย่างโปรแกรมในแต่ละบล็อกตามลำดับ ดังต่อไปนี้ (6 คะแนน)

N1 G90 G21 G17 G54
N2 G80 G40 G00 G49

.....

.....

.....

.....

N3 G28 G91 Z0.
N4 G28 G91 X0. Y0.
N5 T1 M6

.....

.....

.....

.....

N6 S3000 M03
N7 G43 H1 Z100.

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบหลังเรียน (ต่อ)

15. จงนำคำสั่งด้านขวามือมาเติมลงหน้าข้อด้านซ้ายมือให้ได้ความหมายถูกต้อง (10 คะแนน)

.....1. เคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้นงานเป็นเส้นตรงตามอัตราป้อน	G00	M00
.....2. เคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้นงานเป็นเส้นโค้งทวนเข็มนาฬิกา	G01	M01
.....3. เปิดเพลากัดหมุนตามเข็มนาฬิกา	G02	M02
.....4. ชดเชยความยาวมีดกัด	G03	M03
.....5. กำหนดขนาดแบบต่อเนื่อง	G04	M04
.....6. เปลี่ยนเครื่องมือตัด	G28	M05
.....7. ชดเชยรัศมีปลายมีดด้านซ้าย	G40	M06
.....8. เปิดน้ำหล่อเย็น	G41	M08
.....9. จบโปรแกรม	G42	M09
.....10. เคลื่อนที่มีดกลับไปที่จุดอ้างอิง	G43	M30
	G90	M98
	G91	

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	ปิยะพงษ์ ยารวง
วัน เดือน ปี เกิด	1 กุมภาพันธ์ 2523
ที่ทำงานปัจจุบัน	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา
ตำแหน่งปัจจุบัน	ครู
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี : วศ.บ. วิศวกรรมโลจิสติกส์และการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ปริญญาโท : วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยพะเยา
ผลงานตีพิมพ์	ปิยะพงษ์ ยารวง นพรัตน์ เกตุขาว และ ทรงพล ผัดวงศ์ (2562). การเพิ่มการถ่ายเทความร้อนของถังน้ำร้อนในระบบผลิตน้ำร้อนที่ใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศ. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 13 ฉบับที่ 2 เดือน กรกฎาคม – ธันวาคม 2562, สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, ตอบรับการตีพิมพ์ 9 เมษายน 2562. ปิยะพงษ์ ยารวง นัทธิ์นนท์ พงษ์พานิช และ นพรัตน์ เกตุขาว (ผู้บรรยาย). (วันที่ 13-15 มิถุนายน 2561). การจำลองการถ่ายเทความร้อนของถังน้ำร้อนทรงกระบอกที่มีแหล่งความร้อนรอบถัง. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงาน แห่งประเทศไทย ครั งที่ 14 (หน้าที่ 442 – 445). ระยอง: โรงแรมโนโวเทล ปิยะพงษ์ ยารวง, ทรงพล ผัดวงศ์ และนพรัตน์ เกตุขาว. (2562). ความคุ้มค่าของการลงทุนต่อการเลือกใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง. การประชุมวิชาการพะเยาวิจัย ครั้งที่ 8. (หน้า 1010-1019). พะเยา: มหาวิทยาลัยพะเยา.